

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Εισαγωγή ιχθυδίων σε θαλάσσια οικοσυστήματα»

ΣΟΡΚΟΥ ΖΩΗ

ΒΟΛΟΣ 2010

«Εισαγωγή ιχθυδίων σε θαλάσσια οικοσυστήματα»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :

- 1) Παναγιώτα Παναγιωτάκη**, Μόνιμη Επίκουρη Καθηγήτρια, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπων***.
- 2) Σπυρίδων Κλαουδάτος**, Καθηγητής, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.
- 3) Αθανάσιος Εξαδάκτυλος**, Επίκουρος Καθηγητής, Γενετική Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.

**Στο γιο μου και
στον άντρα μου**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλαν στο να φέρω εις πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επιβλέπουσα της εργασίας αυτής, την κυρία Παναγιωτάκη Παναγιώτα για την πολύτιμη βοήθειά της και τη διαρκή υποστήριξή της κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τους κυρίους Σπυρίδων Κλαουδάτο και Αθανάσιο Εξαδάκτυλο, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Ιωάννη Γεωργουλάκη για την αμέριστη συμπαράστασή του όλο αυτό το διάστημα.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών και συγγραφής της εργασίας μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αλιεία αποτελεί μια από τις κύριες πηγές τροφής, εργασίας και εισοδήματος. Η συνεχόμενη αύξηση του πληθυσμού της γης σε συνδυασμό με την εκμηχάνιση των αλιευτικών σκαφών οδήγησε στην εξάντληση πολλών ιχθυαποθεμάτων. Η αναγνώριση του προβλήματος οδήγησε στην ανάπτυξη μεθόδων ικανών να επαναφέρουν τους πληθυσμούς στα αρχικά μεγέθη τους ή σε επίπεδα ικανοποιητικά, ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος εξαφάνισης κάποιου είδους.

Μια μέθοδος για την αντιμετώπιση του προβλήματος αποτελεί ο εμπλουτισμός. Ο εμπλουτισμός είναι η απελευθέρωση πληθυσμών για να καλυφθεί η γενική κοινωνική ανάγκη, χωρίς κερδοσκοπικό χαρακτήρα, για ένα συγκεκριμένο φορέα/οργανισμό. Περιλαμβάνει: α) αποκατάσταση φυσικών πληθυσμών (restocking), β) αποκατάσταση κατεστραμμένου οικοχώρου (augmentation) και γ) πρόσθεση νέου είδους (addition).

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι η περιγραφή των σταδίων ενός ολοκληρωμένου προγράμματος εμπλουτισμού και η καταγραφή εμπλουτισμών που έχουν διεξαχθεί παγκοσμίως σε θαλάσσια οικοσυστήματα.

Η πρώτη καταγραφή εμπλουτισμού μεγάλης κλίμακας, έγινε στη Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία, με ιχθύδια κυπρίνου και συνεχίστηκε ως το Μεσαίωνα. Οι πρώτοι εμπλουτισμοί στο θαλάσσιο περιβάλλον καταγράφονται στα τέλη του 1800 και στις αρχές του 1900 στις ΗΠΑ και στη Νορβηγία. Πλέον αποτελούν μια από τις σημαντικότερες αειφορικές πρακτικές διαχείρισης των ιχθυαποθεμάτων με μεγάλο επιστημονικό ενδιαφέρον.

Ουσιαστικά ο εμπλουτισμός αποτελεί ενδιάμεσο μεταξύ της υδατοκαλλιέργειας

και της αλιείας, όπου γηγενή ή μη γηγενή είδη ψαριών, τα οποία έχουν εκτραφεί σε σταθμούς παραγωγής γόνου ή έχουν μεταφερθεί από άλλες περιοχές, εισάγονται σε αλμυρά ύδατα.

Η επιτυχία ενός εμπλουτισμού εξαρτάται από τη μελέτη και την ορθή λήψη αποφάσεων από τους επιστήμονες. Μια σειρά παραμέτρων πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν πριν την έναρξη της διαδικασίας και την επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας και χρονικής στιγμής της απελευθέρωσης.

Η προμήθεια των ιχθυδίων, κρίνεται αναγκαίο, να γίνεται από πιστοποιημένες ιχθυοκαλλιεργητικές μονάδες. Τα ιχθύδια πρέπει να είναι υγιή και απαλλαγμένα από ασθένειες και παράσιτα. Επίσης, πρέπει να έχουν υποβληθεί σε ένα διάστημα προσαρμογής ώστε όταν εισέλθουν στο νέο περιβάλλον να είναι σε θέση να επιβιώσουν.

Η ηλικία και το μέγεθος των ιχθυδίων διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην επιτυχία του εμπλουτισμού. Ψάρια μεγαλύτερης ηλικίας και βάρους θεωρούνται καταλληλότερα, αλλά λόγω του μεγάλου κόστους εκτροφής τους, προτιμούνται τα μικρότερα σε μέγεθος, γεγονός που αυξάνει τον κίνδυνο θήρευσης και θνησιμότητάς τους.

Η μεταφορά και η απελευθέρωσή τους πρέπει να γίνονται σε μικρό χρονικό διάστημα και με προσοχή, ώστε να μην προκαλείται στρες στα ιχθύδια. Τρεις είναι οι κυριότερες μέθοδοι απελευθέρωσης που χρησιμοποιούνται στους εμπλουτισμούς. Σε παραλιακές περιοχές προτιμάται η απ' ευθείας απελευθέρωσή τους από τη δεξαμενή στο θαλάσσιο περιβάλλον με τη βοήθεια ενός σωλήνα, ενώ για περιπτώσεις σε βαθύτερα νερά, προτιμάται είτε η μεταφορά σε δεξαμενές πάνω σε πλοία και η μετέπειτα διοχέτευση στη θάλασσα είτε η χρήση των ιχθυοκλωβών.

Ο προσδιορισμός του τόπου απελευθέρωσης και της κατάλληλης χρονικής στιγμής αποτελούν πρωταρχικούς παράγοντες για τη διεξαγωγή ενός εμπλουτισμού. Η αφθονία τροφής και η έλλειψη ή τα μειωμένα ποσοστά θηρευτών, συμβάλλουν θετικά στην επιβίωση του νεοεισαχθέντος πληθυσμού.

Τα αποτελέσματα των εμπλουτισμών δεν είναι άμεσα ορατά, και πολλές φορές απαιτείται να περάσει ένα μεγάλο χρονικό διάστημα για να επιβεβαιωθεί η επιτυχία του. Η συλλογή των στοιχείων γίνεται κυρίως με την επανασύλληψη μαρκαρισμένων ιχθυδίων. Το μαρκάρισμα και η σήμανση των ιχθυδίων, αποτελούν χρονοβόρες διαδικασίες χάρη στις οποίες οι επιστήμονες λαμβάνουν πληροφορίες για την ηλικία, την επιβίωση και την εξάπλωση του απελευθερωμένου πληθυσμού.

Η εδραίωση του απελευθερωμένου πληθυσμού στο νέο περιβάλλον μπορεί να επιφέρει σημαντικές αλλαγές στους γηγενείς πληθυσμούς. Η εκτόπιση ενός είδους, η εισαγωγή ενός θηρευτή, η γενετική αλλοίωση και η μεταφορά ασθενειών είναι μερικά από τα αρνητικά επακόλουθα που συνοδεύουν πολλές φορές έναν εμπλουτισμό.

Τέλος, η σύγκριση των θετικών/αρνητικών επιπτώσεων στους θαλάσσιους εμπλουτισμούς δείχνει σαφής υπεροχή των πρώτων, υπό την προϋπόθεση της σωστής μελέτης και πρόληψης των επιπτώσεων τους. Πλέον γίνεται αντιληπτή η ανάγκη εφαρμογής τους σε περιοχές με υποβαθμισμένα ιχθυαποθέματα και αποτελεί μοχλό ανάπτυξης και αειφορίας πολλών κρατών.

Keywords: εμπλουτισμοί, αύξηση, θαλάσσιο, παράκτιο, περιβάλλον

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Η παρούσα κατάσταση στην αλιεία	1
1.2 Αποθέματα, εισαγωγές και εμπλουτισμοί	3
2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	12
2.1 Εμπλουτισμοί: Εισαγωγή ιχθυδίων σε θαλάσσια οικοσυστήματα	12
2.2 Σταθμοί παραγωγής γόνου και εμπλουτισμοί	17
2.3 Σήμανση και μαρκάρισμα	19
2.3.1 Μαρκάρισμα	19
2.3. 2 Είδη σήμανσης	22
2.4 Αναισθησία	24
2.4.1 Χημικά αναισθητικά	25
2.4.2 Κύρια χημικά αναισθητικά	26
2.4.3 Κύριες μη χημικές μέθοδοι αισθησίας	28
2.5 Μέθοδοι μεταφοράς και απελευθέρωσης	29
2.5.1 Βασικές αρχές για τη μεταφορά	30
2.6 Συλλογή στοιχείων	30
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	32
4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ	57
4.1 Σταθμοί παραγωγής γόνου	57
4.1.1 Τα κυριότερα προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι σταθμοί παραγωγής γόνου	58
4.2 Σήμανση και μαρκάρισμα	62

4.3 Επιδράσεις εποχής, περιοχής και τοποθεσίας.....	66
4.3 Κόστος.....	68
4.3.1 Θεωρητική προσέγγιση του κόστους: a case study.....	74
4.4 Εμπλουτισμοί και περιβάλλον.....	75
4.5 Μειονεκτήματα.....	77
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	80
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	82
7. ABSTRACT.....	103
8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	106

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Οι κυριότερες παγκόσμιες περιοχές αλίευσης με τα ποσοστά των μεγαλύτερων ομάδων από αλιεύσιμα ψάρια.....	2
Εικόνα 1.2 : Η κατάσταση της αλιευτικής εκμετάλλευσης των αποθεμάτων	4
Εικόνα 2.1: Α) Εμπλουτισμός της Lake Elsinore Β) Εμπλουτισμός του ποταμού με ιχθύδια σολωμού Γ) Εμπλουτισμός σε θάλασσα περιοχή στο Sabah	14
Εικόνα 2.2: Διάφορες μορφές μαρκαρίσματος. Α) Στιγματισμός, Β) Κοπή πτερυγίων Γ) Φθορισμός ελαστομερούς, Δ) Κοπή βραγχιακού επικαλύματος, Ε) και ΣΤ) Έγχυση χρωστικών	21
Εικόνα 2.3: Διάφορες μορφές σήμανσης. Α και Β) T-Bar tags, Γ)PIT Δ)Spaghetti tag	23
Εικόνα 3.1: Ο αριθμός των ειδών που παράχθηκαν σε σταθμούς παραγωγής γόνου με σκοπό τον εμπλουτισμό και δηλώθηκε στον FAO (2004).....	32
Εικόνα 3.2: <i>Paralichthys californicus</i>	33
Εικόνα 3.3: Αρχιπέλαγος Kvitsøy της Νορβηγίας	38
Εικόνα 3.4: Περιοχή ΝΔ Ισπανίας που διεξήχθησαν οι εμπλουτισμοί.....	39
Εικόνα 3.5: Η περιοχή απελευθέρωσης και ο διαχωρισμός της σε πέντε φιόρδ.....	42
Εικόνα 3.6: Σημεία τοποθέτησης εμφυτευμάτων CWT.....	44
Εικόνα 3.7: Σημεία εφαρμογής μαρκαρίσματος.....	45
Εικόνα 3.8: Περιοχές με τους κυριότερους εμπλουτισμούς στην Ιαπωνία.....	47
Εικόνα 3.9: Sedo inland sea.....	51
Εικόνα 3.10: Περιοχή μελέτης στο Oahu της Χαβάης.....	52
Εικόνα 3.11: Biscayne Bay.....	55

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3.1: Η ανάπτυξη του <i>Paralicththus californicus</i> (Ο οριζόντιος άξονας δείχνει τις ημέρες στο σταθμό παραγωγής γόνου και ο κάθετος το μήκος ανάπτυξης σε mm)	
.....	34
Σχήμα 3.2: Σύστημα ανάπτυξης ιχθυδίων σε κλειστό κύκλωμα.....	34

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Η παρούσα κατάσταση στην αλιεία

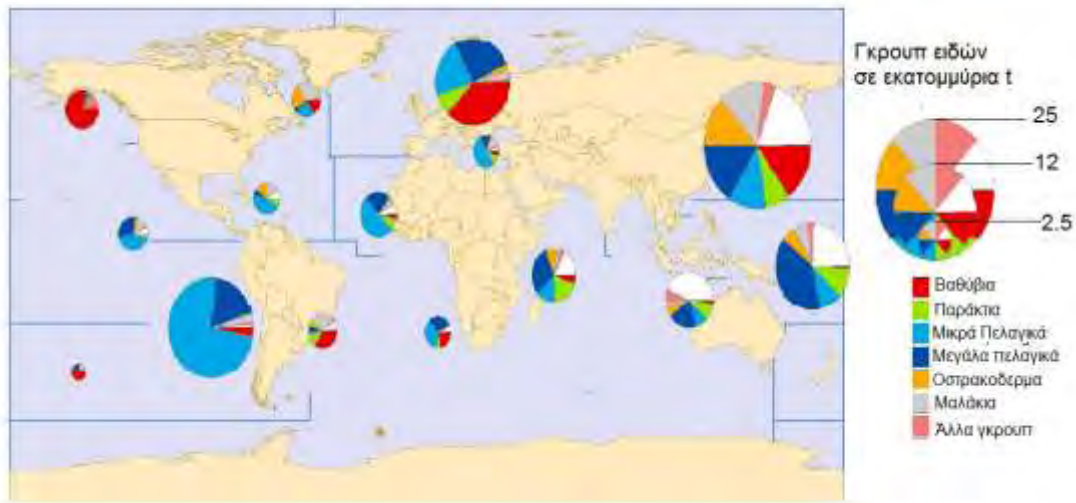
Η γη καλύπτεται πάνω από 70% με νερό (Rajamani, 2005). Οι παγκόσμιοι ωκεανοί μέσω της ανθρώπινης παρέμβασης και ταυτοχρόνως της εκμηχάνισης αντιμετωπίζουν πέντε κύρια προβλήματα: α) την υπεραλίευση, β) τις διαρροές, γ) τη καταστροφή των παράκτιων οικοσυστημάτων, δ) την καταστροφή από χερσαία λύματα και τέλος στ) την κλιματική αλλαγή (Costanza *et al.*, 1998).

Η αλιεία, είναι η συγκομιδή (μόνο) των οργανισμών που βρίσκονται σε κάποια μορφή κοινής ιδιοκτησίας (Lorenzen, 2008). Από τα αρχαία χρόνια η αλιεία αποτελούσε μια από τις κυριότερες πηγές τροφής για την ανθρωπότητα εξασφαλίζοντας την εργασία και τις οικονομικές συναλλαγές σε αυτούς που ασχολούνταν με αυτήν (FAO, 2003). Αρχικά η αλιευτική δραστηριότητα περιοριζόταν κοντά στη ξηρά και στους παράκτιους πόρους, οδηγώντας ταυτοχρόνως στην εξάπλωση της προς τη θάλασσα και τους ωκεανούς (Boehlert, 1996).

Η ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη των τελευταίων δεκαετιών στον τομέα των αλιευτικών σκαφών επέφερε πολλές αλλαγές τόσο στον τρόπο αλίευσης, όσο και στις αύξηση της αλιευτικής παραγωγής (FAO, 2009). Η συνολική αλιευτική δραστηριότητα από 19.3 εκατομμύρια τόνους που υπολογιζόταν το 1950, αυξήθηκε πάνω από 100 εκατομμύρια τόνους το 1989 και 134 εκατομμύρια τόνους το 2002 (Εικ. 1.1) (FAO, 2005). Από το 2002 έως το 2006 η συνολική αλιευτική παραγωγή μειώθηκε κατά 2.6 εκατομμύρια τόνου, σε συνδυασμό όμως με τις ιχθυοκαλλιεργητικές μονάδες παρουσίασε αύξηση κατά 1.1 εκατομμύρια τόνους (FAO, 2008).

Η συνεχόμενη αύξηση του πληθυσμού έχει επηρεάσει όλους τους τομείς παραγωγής τροφίμων (Liao *et al.*, 2003 : FAO, 2003 : Bell *et al.*, 2006). Η αλιεία με τη

σειρά της λόγω της υπερβολικής πίεσης που της ασκείται, έχει μειώσει αισθητά τα



Εικόνα 1.1: Οι κυριότερες παγκόσμιες περιοχές αλίευσης με τα ποσοστά των μεγαλύτερων Ομάδων από αλιεύσιμα ψάρια (FAO, 2004)

αποθέματα της (Boehlert, 1996 : Liao *et al.*, 2003). Αυτό οφείλεται κυρίως στο συνδυασμό της εμπορικής και ερασιτεχνικής αλιείας που έχουν οδηγηθεί στην υπεραλίευση (Cooke and Cowx, 2004). Το 2002 το ποσοστό των αλιευμάτων από τις θάλασσες και τους ωκεανούς άγγιζε το 90% των συνολικών αλιευμάτων (FAO, 2004). Τη μεγαλύτερη ζήτηση από το καταναλωτικό κοινό παρουσιάζουν τα βαθύβια και τα βαθιά πελαγικά, ενώ έπονται τα μικρά πελαγικά, τα οστρακόδερμα και τα μαλάκια (FAO, 2005). Πρέπει να σημειωθεί πως κάθε χρόνο παρουσιάζεται αύξηση ζήτησης κατά 1.5% (Bell *et al.*, 2003) ενώ η παραγωγή των αλιευμάτων θα πρέπει να παρουσιάσει αισθητή αύξηση για να ανταπεξέλθει στη μεγάλη παγκόσμια ζήτηση το 2020 (Bell *et al.*, 2006).

Πλέον υπάρχουν πολλοί υποστηρικτές της λανθασμένης αντίληψης πως η θαλάσσια αλιεία βρίσκεται σε στασιμότητα. Ο FAO (2006) διασαφηνίζει πως η στασιμότητα της παραγωγής δεν αντικατοπτρίζει στασιμότητα ολόκληρου του τομέα.

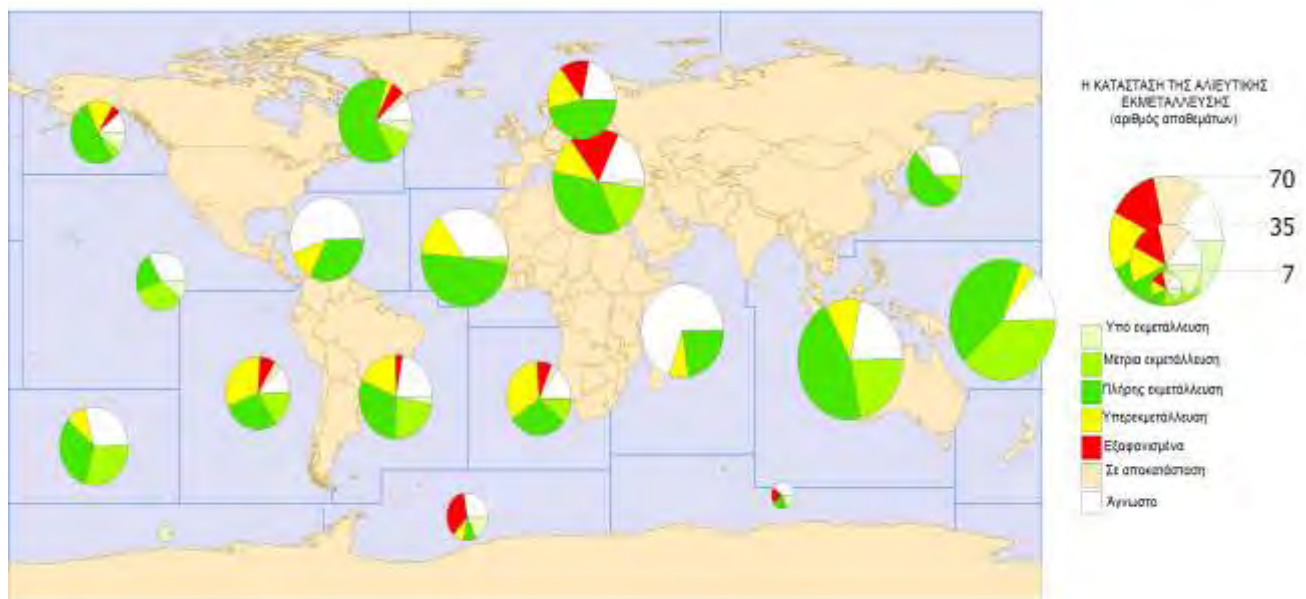
Πρόκειται απλά για τη συνεχή προσαρμογή στο μεταβαλλόμενο κοινωνικό, πολιτικό και οικονομικό καθεστώς. Ορισμένες προβλέψεις θέλουν την αρχική μείωση να ακολουθείται από αύξηση των αποθεμάτων σε σημείο πάνω από τη φέρουσα ικανότητα ενός ενδιαιτήματος. Εξάλλου τα αλιευτικά αποθέματα μέσω των εξελικτικών διαδικασιών προσαρμόζουν τη διαθεσιμότητά τους ανάλογα με τις εκάστοτε δυναμικές συνθήκες (Folkvord *et al.*, 1994).

1.2 Αποθέματα, ειγωγές και εμπλουτισμοί

Ως απόθεμα νοείται ένας πληθυσμός που βρίσκεται σε μια ορισμένη περιοχή κάποια στιγμή, αποτελεί μια αναγνωρίσιμη μονάδα με σταθερά μεταναστευτικά πρότυπα και η περιοχή αναπαραγωγής είναι σε διαφορετικό σημείο από άλλα είδη (Templeman, 1983). Η εκτίμηση των αποθεμάτων έχει ως αντικείμενο την κατανόηση των μεταβολών που υφίστανται οι πληθυσμοί όταν βρίσκονται υπό καθεστώς εκμετάλλευσης (Τσερπές, 1996).

Η κύρια επίδραση της αλιείας στους ιχθυοπληθυσμούς είναι η μείωση της ποικιλότητας τους. Αρχικά επιτυγχάνεται με την απομάκρυνση των μεγάλων ψαριών, συνεπώς την αλλοίωση της σύνθεσης τους (FAO, 2003) και εκ των υστέρων η αλίευση ειδών «μη στόχων» συντελούν στη μείωση της ποικιλότητας και του πλήθους των αποθεμάτων (Boehlert, 1996). Η μεταβολή της ηλικιακής κατανομής και του αναπαραγωγικού αποθέματος επηρεάζει τόσο τη περίοδο αναπαραγωγής όσο και περιοχή, και στο χώρο και στο χρόνο (Folkvord *et al.*, 1994). Η παρούσα κατάσταση στον τομέα των αλιευτικών αποθεμάτων απεικονίζεται στην Εικόνα 1.2 και δείχνει το βαθμό εκμετάλλευσης που έχουν υποστεί τα θαλάσσια αποθέματα. Παγκοσμίως υπάρχουν πολλές αναφορές για αναζήτηση αειφορικών μεθόδων και επαναφορά των

συνεχώς μειωμένων αποθεμάτων (Bell *et al.*, 2008).



Εικόνα 1.2 : Η κατάσταση της αλιευτικής εκμετάλλευσης των αποθεμάτων (FAO, 2004)

Ο υποστηρικτικός ρόλος διαχειριστών, ενδιαφερόμενων οργανισμών και της κοινωνίας των αλιέων είναι απαραίτητος για την αντιμετώπιση του προβλήματος (Liao *et al.*, 2003). Πρωτίστως, όμως, πρέπει να δημιουργηθεί μια παγκόσμια επιτροπή για τη παρακολούθηση και τη συλλογή στοιχείων της αλιείας, ώστε να γίνει κατανοητός ο βαθμός εκμετάλλευσης στα θαλάσσια και εσωτερικά ύδατα (Cooke and Cowx, 2004).

Η ιδέα για εμπλουτισμούς πρωτοήλθε τον 17ο αιώνα από την Ιαπωνία και την Κίνα με τη δημιουργία τεχνικών υφάλων (FAO, 2004) ενώ από τα τέλη του 18ου μίληκε σε νέα φάση με την ανάπτυξη της υδατοκαλλιέργειας (Wilson *et al.*, 1998). Σύμφωνα με το FAO (1999) η χρήση του εμπλουτισμού ως εργαλείο διαχείρισης είναι από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που έχει σήμερα ο άνθρωπος. Η επιτυχής διεξαγωγή του μπορεί να βελτιώσει τη φθίνουσα κατάσταση των ιχθυοπληθυσμών που μειώνονται ή απειλούνται, να αποκαταστήσει τη ποικιλομορφία των ειδών σε μια υποβαθμισμένη περιοχή ή ακόμα και να δημιουργήσει ένα νέο είδος αλιείας που δεν υπήρχε πριν.

Οι εμπλουτισμοί είναι η συνεχής και επαναλαμβανόμενη «διοχέτευση» ψαριών σε ένα οικοσύστημα στο οποίο ήδη προϋπήρχαν. Οι πληθυσμοί μπορεί να είναι γηγενείς ή είδος μη γηγενές το οποίο είχε προηγουμένως εισαχθεί (Cowx, 1998).

Ο 20^{ος} αιώνας προσέγγισε με διαφορετικό τρόπο τους εμπλουτισμούς, περνώντας τους στην «παραγωγική φάση» καθώς όλο το ενδιαφέρον έχει στραφεί στους σταθμούς αναπαραγωγής γόνου και στις μεθόδους απελευθέρωσης (Howell *et al.*, 1999). Ο συνδυασμός της αλιείας με την υδατοκαλλιέργεια ίσως είναι το κλειδί για τη μελλοντική αειφορική διαχείριση των θαλάσσιων περιοχών (Bell *et al.*, 2006). Αν όμως οι στόχοι των αλιείων διαφέρουν, τότε η επιτυχία ενός εμπλουτισμού μειώνεται έως μηδενίζεται (Borg, 2004).

Από τα 200 κύρια είδη ιχθύων αλίευσης που αποτελούν το 77% των παγκόσμιων εκφορτώσεων, το 35% εξ' αυτών κινδυνεύουν λόγω της υπεραλίευσης (Costanza *et al.*, 1998). Σύμφωνα με τον FAO (2004), οι καταγραφές των εμπλουτισμών ανά το κόσμο δεν ανταποκρίνονται στους πραγματικούς εμπλουτισμούς, αλλά, είναι πολύ λιγότερες. Στις ανεπτυγμένες χώρες οι επιστημονικές καταγραφές στον FAO και στο ASFA (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts) είναι πολύ περισσότερες σε σχέση με τις αναπτυσσόμενες και υποανάπτυκτες περιοχές. Έτσι στην Αφρική και τη Λατινική Αμερική δεν υπάρχουν καταγραφές για εμπλουτισμούς στη βιβλιογραφία του ASFA, ωστόσο αναφορές για αυτούς βρίσκονται μόνο μέσω των σταθμών αναπαραγωγής γόνων και της γκρίζας βιβλιογραφίας. Φτάνοντας στο αντίθετο άκρο η Ευρώπη και η Νότια Αμερική έχουν τις περισσότερες καταγραφές με μεσαίες τις Ωκεανία και Ασία.

Κατανοώντας την έννοια του εμπλουτισμού, αυτομάτως γίνεται αντιληπτό πως για τη χρήση του απαιτείται η σε βάθος γνώση των οικολογικών διαδικασιών που παρέχουν τις δυνατότητες για εφαρμογής του σε διαφορετικά οικοσυστήματα (Støttrup

and Sparrevohn, 2007).

Στη παρούσα διατριβή κρίθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθούν οι όροι «εισαγωγή» και «εμπλουτισμός» με την ίδια εννοιολογική διάσταση. Για να γίνει κατανοητή η έννοια της εισαγωγής άρα και του εμπλουτισμού παρατίθεται η επιστημονική ορολογία που διασαφηνίζει όλες τις ανθρωπογενείς ενέργειες.

α) Η εισαγωγή (introduction) είναι η μεταφορά και απελευθέρωση από τον άνθρωπο, ηθελημένη ή λόγω ατυχήματος, ειδών σε περιβάλλον εκτός των φυσικών ορίων τους.

β) Η μεταφορά ή μετακίνηση (transportation) είναι η μετακίνηση ατόμων ή πληθυσμών, ηθελημένα ή λόγω ατυχήματος και απελευθέρωση τους σε περιβάλλον εντός των φυσικών τους ορίων.

γ) Η εδραίωση στο φυσικό περιβάλλον (naturalization) είναι η εδραίωση στη φύση ίδιουσυντηρούμενων και ικανών για διαίωνιση πληθυσμών οι οποίοι εισήχθησαν από τον άνθρωπο αλλά χωρίς καμία περαιτέρω εξάρτηση από αυτόν.

δ) Επαναεισαγωγή (reintroduction) είναι η ηθελημένη απελευθέρωση σε μια γεωγραφική περιοχή στην οποία το είδος ήταν γηγενές στο παρελθόν αλλά για διάφορους λόγους στη συνέχεια εξαλείφθηκε.

ε) Απελευθέρωση σεσημασμένων ψαριών (ranching) είναι η απελευθέρωση σεσημασμένων ψαριών και γίνεται με στόχο την επανασύλληψή τους από το φορέα/οργανισμό ο οποίος τα απελευθέρωσε. Περιλαμβάνει ανάλυση οικονομική με την έννοια σύγκρισης του κόστους παραγωγής, απελευθέρωσης και εξαλίευσης με την αξία των αλιευμάτων.

στ) Εμπλουτισμός / Αύξηση (enhancement) είναι η απελευθέρωση πληθυσμών για να καλυφθεί η γενική κοινωνική ανάγκη, χωρίς κερδοσκοπικό χαρακτήρα, για ένα

συγκεκριμένο φορέα/οργανισμό. Περιλαμβάνει: α) την αποκατάσταση φυσικών πληθυσμών (restocking), β) την αποκατάσταση κατεστραμμένου οικοχώρου (augmentation) και γ) την πρόσθεση νέου είδους (addition).

Οι στόχοι του εμπλουτισμού σύμφωνα με τον Cowx (1999) είναι οι εξής:

- Εμπλουτισμός για μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στα συστήματα της αλιείας και πραγματοποιούνται εθελοντικά ή εκ του νόμου.
- Εμπλουτισμοί για αύξηση. Αποτελούν την κύρια αιτία με σκοπό τη διατήρηση ή βελτίωση των αποθεμάτων όπου η παραγωγή είναι μικρότερη από τη φέρουσα ικανότητα του οικοτόπου. Επίσης χρησιμοποιούνται όταν υπάρχει δυσαρέσκεια για τη ποιότητα των αλιευμάτων περιλαμβάνοντας ενέργειες που ενδυναμώνουν τη ποιότητα και τη ποσότητα του δημιουργούμενου αποθέματος συγκεκριμένων ειδών για τη μελλοντική βελτίωση της παραγωγής. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι περισσότεροι εμπλουτισμοί.
- Εμπλουτισμοί για αποκατάσταση ενός περιοριστικού παράγοντα που έχει αφαιρεθεί ή περιοριστεί και σχετίζεται με τη βελτίωση του αποθέματος. Η επανεγκατάσταση τόπων αλίευσης οι οποίοι είχαν εξαφανιστεί λόγω κακής ποιότητας νερού ή η υποβάθμιση των ενδιατημάτων ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία.
- Εμπλουτισμοί για δημιουργία νέων μορφών αλιείας με τη εισαγωγή νέων ψαριών σε μια περιοχή όπου προηγουμένως δεν υπήρχαν έτσι ώστε να αυξηθεί η ποικιλία των ειδών και να βελτιωθεί η παραγωγή. Σημαντικό αποτελεί η εγκαθίδρυση των νέων ειδών και η αρμονική συμβίωση με τα αυτόχθονα είδη.

Το 2002 ο Leber διατυπώνει τα ακόλουθα σημαντικά ερωτήματα για τα προβλήματα που μπορεί να παρουσιαστούν:

1.Εφαρμόζεται;

Επιπτώσεις των στρατηγικών απελευθέρωσης στην ανάπτυξη και επιβίωση

- Μέγεθος των ιχθύων κατά την απελευθέρωση
- Το ενδιαίτημα απελευθέρωσης
- Η χρονική στιγμή απελευθέρωσης
- Η έκταση της απελευθέρωσης

Σημαντικά προβλήματα – ερωτήματα στην παραγωγή

- Υπάρχει πλεονάζουσα παραγωγική ικανότητα (φέρουσα ικανότητα) για υποστήριξη πρόσθετων οργανισμών;
- Υπάρχουν θετικές επιδράσεις σε επίπεδο αλιείας και πολλαπλασιασμού;

2. Συζήτηση θεμάτων

Επιδράσεις σε άγρια αποθέματα;

- Μετατόπιση
- Κανιβαλισμός
- Γενετική ποικιλομορφία και καταλληλότητα
- Υγεία

Επιδράσεις στις οικολογικές αλληλεπιδράσεις;

- Δυναμικότητα της κοινωνίας
- Απόδοση νεοσύλλεκτων αποθεμάτων
- Καλύτερο – βέλτιστο μέγεθος για απελευθέρωση
- Αναλογία κόστους – οφέλους

Αειφορία σε σχέση με την ανάγκη για επαναλαμβανόμενους εμπλουτισμούς;

- Κανονισμός
- Προστασία του ενδιαίτηματος και αποκατάσταση

Οι Taylor *et al.*, (2005) και Blankenship & Leber (1995) παρουσιάζουν τις

αρχές για μια υπεύθυνη προσέγγιση 10 βημάτων για εμπλουτισμό όπως φαίνονται παρακάτω:

1. Πρωταρχική επιλογή του είδους προς εμπλουτισμό
 - Πρωταρχική δουλειά η επιλογή και ο καθορισμός των κριτηρίων επιλογής
 - Έρευνα της κοινωνίας για μεμονωμένες γνώμες όσον αφορά την επιλογή κριτηρίων και προσδιορισμός των υποψήφιων ειδών
 - Επιλογή των υποψήφιων ειδών με σεβασμό στα κριτήρια και ομόφωνη επιλογή στα πιο απειλούμενα είδη
2. Δημιουργία της μεθόδου διαχείρισης του είδους
 - Προσδιορισμός των πλεονεκτημάτων του εμπλουτισμού και τα θετικά της «ανοικοδόμηση» της κοινωνίας και των γενετικών θεμάτων
 - Σκέψη για τα αποτελέσματα και τα θέματα που περιέχονται σε ένα σχέδιο διαχείρισης για απειλούμενα είδη
 - Εύρεση στρατηγικών που θα χρησιμοποιηθούν για ένα επιτυχημένο εμπλουτισμό
3. Ορισμός των τιμών μέτρησης της επιτυχίας
 - Ανάπτυξη «σημείων σταθμών» με βάση την επίτευξη των οποίων θα εκτιμάται η επιτυχία
 - Τα «σημεία σταθμού» πρέπει να σχετίζονται με ένα επιτυχημένο εμπλουτισμό και γενετικά θέματα
4. Γενετικοί παράμετροι
 - Αναγνώριση των γενετικών κινδύνων και τις επιπτώσεις του εμπλουτισμού
 - Προσδιορισμός της στρατηγικής του εμπλουτισμού
 - Έρευνα αναγκών

- Ανάπτυξη μηχανισμού ανάδρασης
 - Εφαρμογή γενετικού ελέγχου στους σταθμούς παραγωγής γόνου και εφαρμογή προγράμματος για τους άγριους πληθυσμούς που είναι για εμπλουτισμό
5. Χρήση διαχείρισης ασθενειών και υγείας
- Υιοθέτηση υπεύθυνης πρακτικής σταθμού παραγωγής γόνου
 - Πιστοποίηση των ψαριών για τη μη ύπαρξη ιών, βακτηρίων και παρασίτων
6. Μορφοποίηση στόχων και τακτικής
- Ορισμός εμπλουτισμού σε οικολογικά πλαίσια
 - Ορισμός συμπεριφορών και φυσιολογικών ανεπαρκειών που μπορεί να παρουσιαστούν στα ψάρια για εμπλουτισμό
7. Αναγνώριση των απελευθερωμένων ψαριών και εκτίμηση των επιδράσεων του εμπλουτισμού
- Χρήση αποτελεσματικής μεθόδου σήμανσης ιχθύων
 - Ορισμός αλληλεπιδράσεων μεταξύ ιχθύων των σταθμών παραγωγής γόνου, των άγριων και των ανταγωνιστών
8. Χρήση εμπειρικής μεθόδου για προσδιορισμό της καλύτερης μεθόδου απελευθέρωσης
- Βελτιστοποίηση στρατηγικών εμπλουτισμού μέσω πιλοτικών απελευθερώσεων
 - Χρήση εμπειρικών δεδομένων από τις πιλοτικές απελευθερώσεις για τον έλεγχο των επιδράσεων του εμπλουτισμού
9. Ταυτοποίηση οικονομικών και τακτική καθοδήγησης
- Υπολογισμός αξίας των όρων κόστους και πλεονεκτημάτων

10. Χρήση ευπροσάρμοστου σχεδιασμού

- Υιοθέτηση συνεχόμενου υπολογιστικού σχεδίου προόδου που να δίνει μελλοντικά αποτελέσματα
- Να επιτρέπεται η εισχώρηση ιδεών και στρατηγικών στο σχέδιο διαχείρισης

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Εμπλουτισμοί: Εισαγωγή ιχθυδίων στα θαλάσσια οικοσυστήματα

Η βελτίωση της τεχνολογίας της θαλάσσιας αλιείας κατά τα τελευταία 50 χρόνια έχει καταστήσει δυνατό να αλιεύεται ετησίως μια σημαντική ποσότητα βιομάζας από τα θαλάσσια οικοσυστήματα (Nelson, 2005). Οι εμπλουτισμοί είναι ενδιάμεσο το στάδιο μεταξύ της υδατοκαλλιέργειας και της αλιείας τόσο από την άποψη τεχνικών, όσο και ανθρωπίνου ελέγχου (Lorenzen, 2008). Είναι μια μορφή υδατοκαλλιέργειας κατά την οποία γηγενή ή μη γηγενή είδη ψαριών, τα οποία έχουν εκτραφεί σε σταθμούς παραγωγής γόνου ή έχουν μεταφερθεί από άλλες περιοχές, εισάγονται σε αλμυρά ή γλυκά ύδατα (FAO, 1999). Σε αυτά τα πλαίσια πάντα κρίνεται σημαντική η ανάπτυξη μιας αποτελεσματικής μεθόδου εμπλουτισμού, η οποία θα αυξάνει άμεσα τα αποθέματα, θα βελτιώνει τις αλιευτικές παραγωγές και θα προστατεύει τα αποθέματα που βρίσκονται στο χείλος της εξαφάνισης (Leber, 2004) εξ' αιτίας ανθρώπινων παραγόντων ή δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών (Τσεπρές, 1996).

Πολλοί γηγενείς πληθυσμοί ψαριών έχουν μειωθεί αισθητά τα τελευταία χρόνια από διάφορους παράγοντες. Για παράδειγμα η ακτογραμμή της Ινδίας είναι 8118 km με οικονομική ζώνη 2025 km². Η αλιεία αποτελεί κύρια πηγή εισοδήματος για εκατομμύρια κατοίκους με αποτέλεσμα τις τελευταίες δεκαετίες να παρατηρείται υπεραλίευση (FAO, 2009). Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος έχουν επιστρατευτεί πολλές λύσεις συμπεριλαμβανομένων των εμπλουτισμών.

Πλέον οι εμπλουτισμοί των ιχθυοπληθυσμών αντιπροσωπεύουν μια από τις πιο κύριες μορφές διαχείρισης της σύγχρονης αλιείας (Aprahamian *et al.*, 2004), αποτελώντας δομικό στοιχείο μιας οικονομικά βιώσιμης και ορθής οικολογικά διαχειριστικής στρατηγικής για πολλά αλιεύσιμα είδη που βρίσκονται υπό εξαφάνιση

(Travis *et al.*, 1998).

Πολλές φορές ένας εμπλουτισμός μπορεί να γίνεται για περισσότερους του ενός λόγου και να είναι σε θέση να τους εξυπηρετήσει όλους, αν οι συνθήκες και οι μελέτες που έχουν γίνει στη περιοχή δείχνουν ότι οι συνθήκες είναι κατάλληλες ώστε να ξεκινήσουν οι διαδικασίες εισαγωγής ιχθύων.

Σήμερα επιβεβαιώνεται πως το 47% των 441 πιο επικινδύνων ειδών προς εξαφάνιση έχει αξιοποιηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε η παραγωγική ικανότητα να πλησιάζει τα όρια του μέγιστου. Επίσης το 28% των ειδών ευτών έχουν αυξηθεί τόσο πολύ που δεν έχουν χώρο πλέον για να αναπαραχθούν υπό φυσιολογικές συνθήκες (FAO, 2000). Πρέπει να σημειωθεί ότι η εκτίμηση των αποθεμάτων δεν μπορεί να γίνει τις περισσότερες φορές με απογραφή και άμεση καταγραφή γι' αυτό τα περισσότερα στοιχεία είναι κατά προσέγγιση (Τσερπές, 1996).

Το κλειδί της επιτυχίας αποτελεί η κατανόηση των επιδράσεων της αλιείας στο περιβάλλον που ανήκει ο πληθυσμός (Enberg *et al.*, 2006), καθώς πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι οι θαλάσσιες κοινωνίες είναι πολύ ευαίσθητες στις ανθρώπινες δραστηριότητες (Βερεσόγλου, 2004 : Enberg *et al.*, 2006) με αποτέλεσμα την καταστροφή των πολλών παράκτιων ενδιαιτημάτων εξ' αιτίας της υπεραλίευσης (Liao *et al.*, 2003). Σε αυτό το σημείο μπορεί να παρέμβει ο εμπλουτισμός και να αναπτύξει μια βιώσιμη αλιεία συνδυάζοντας τα υψηλά ποσοστά αλιευτικής προσπάθειας της περιοχής, με άγριους και εκτρεφόμενους πληθυσμούς του ίδιου είδους που συνυπάρχουν (Bell *et al.*, 2006).

Οι εμπλουτισμοί μπορούν να εφαρμοστούν όπως ήδη αναφέρθηκε σε τεχνητά ή φυσικά, αλμυρά ή γλυκά ύδατα (FAO, 1999), και πιο συγκεκριμένα:

A) Σε λίμνες (Εικ. 2.1. A)

B) Σε ποτάμια (Εικ. 2.1. Β)

Γ) Σε θάλασσες (Εικ. 2.1. Γ)

Δ) Σε λιμνοθάλασσες

Ε) Σε φράγματα

Μετά από έναν αιώνα εφαρμογής των εμπλουτισμοί στην Αμερική ακόμα οι επιστήμονες βρίσκονται σε αρχικό στάδιο στο παράκτιο και θαλάσσιο περιβάλλον (Leber, 2002) μιας και αποτελούν κοινή εφαρμογή σε λίμνες και ποτάμια (Lorenzen, 2005). Επίσης έχει δοθεί πολύ μικρή σημασία στην απελευθέρωση ιχθύων από σταθμούς παραγωγής γόνου (Leber, 2002) αν και εφαρμόζονται σε μεγάλη κλίμακα από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα (Pitcher, 1998 : Lorenzen, 2005).



Εικόνα 2.1: Α) Εμπλουτισμός της Lake Elsinore (Jesse's hunting and outdoors, 2009), Β) Εμπλουτισμός του ποταμού με ιχθύδια σολωμού (Kitsap sun, 2009), Γ) Εμπλουτισμός σε θαλάσσια περιοχή στο Sabah (Department of fisheries Sabah, 2009)

Αρχικά πιστεύανε πως η απελευθέρωση μεγάλου όγκου ωών στο παράκτιο θαλάσσιο περιβάλλον θα μπορούσε να αυξήσει τα αποθέματα, και πριν 100 χρόνια

αποτελούσε την κύρια μορφή εμπλουτισμού για τη Νορβηγία και τις ΗΠΑ, χωρίς σημαντικά αποτελέσματα (Welcomme and Bartley, 1998). Από τότε μέχρι τώρα έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος σε όλους τους τομείς (Lorenzen, 2008). Οι προσπάθειες έχουν πλέον στραφεί στους τομείς του γενετικού προσδιορισμού των αποθεμάτων, στη σύγκριση παρασίτων και ασθενειών μεταξύ καλλιεργούμενων και άγριων πληθυσμών, στις μελέτες απελευθέρωσης και επανασύλληψης, στις μελέτες συμπεριφοράς και στην υιοθέτηση βέλτιστης διαχείρισης (Leber, 2004).

Η επιτυχημένη διαχείριση των πληθυσμών αποτελεί σημαντικό παράγοντα επιτυχίας και ταυτοχρόνως βοηθάει στη σωστή λήψη αποφάσεων. Ο Lorenzen, 2006, παραθέτει τις μεθόδους υπολογισμού αύξησης και θνησιμότητας πληθυσμών σε μια προσπάθεια πρόγνωσης της δυναμικότητας τους στο νέο φυσικό περιβάλλον.

Το μοντέλο αύξησης βασίζεται στον υπολογισμό του μέσου μήκους $L(t_i)$ σε χρόνο t_i ως προς το μέσο μήκος του πληθυσμού κατά τη στιγμή της απελευθέρωσης $L(t_1)$: $L(t_i) = L_\infty - (L_\infty - L(t_1)) \exp(-Kt)$, όπου L_∞ είναι το ασυμπτωματικό μήκος και K ο ρυθμός ανάπτυξης.

Καθώς τα δεδομένα συναθροίζονται σε διαστήματα χρόνου, υπολογίζεται ταυτόχρονα ο ρυθμός αύξησης και θνησιμότητας (φυσικής ή μέσω της αλιείας) κατά τα χρονικά αυτά διαστήματα μέσω του τύπου:

$$L(t_i) = [L(t_{i-1}) + L(t_i)]/2$$

Η μέγιστη πιθανότητα υπολογισμού των παραμέτρων αύξησης L_∞ και K λαμβάνεται μέσω της ελαχιστοποίησης του αρνητικού λογάριθμου της πιθανότητας L των δεδομένων του μήκους που δίδονται στο μοντέλο :

$$L = \frac{n}{2} \log \left(\frac{\sum_{i=1}^{i \max} (\bar{L}(t_i)_{\text{obs}} - \bar{L}(t_i)_{\text{pred}})^2}{n} \right)$$

Η ανάλυση του πληθυσμού στηρίζεται στον υπολογισμό της επανασύλλληψης των μαρκαρισμένων ιχθυδίων σε βάθος χρόνου και εξαρτάται άμεσα από τα ποσοστά θνησιμότητας. Η φυσική και η δια της αλιείας θνησιμότητα αποτελούν εξαρτημένες μεταβλητές και θεωρείται πως η φυσική θνησιμότητα είναι αντιστρόφως ανάλογη του μήκους.

$$M(\bar{L}) = M_r \frac{L_r}{\bar{L}}$$

Η εξ' αλιείας θνησιμότητας εξαρτάται από την τεχνολογία των αλιευτικών σκαφών, αλλά περιγράφεται ικανοποιητικά από τον τύπο:

$$F(\bar{L}) = \frac{F_{\infty}}{1 + \exp(q(\bar{L} - L_c))}$$

Όπου F_{∞} θνησιμότητα από την αλιεία σε όλο το συναχθέν μήκος, L_c το μήκος στο 50% της αλιευτικής συλλογής και q περιγράφει το βαθμό της καμπύλης επιλογής.

Χρησιμοποιώντας το μοντέλο εξάρτησης της φυσικής και αλιευτικής θνησιμότητας από το μέγεθος, η πιθανότητα $Q(t_i)$ επιβίωσης ενός μαρκαρισμένου ιχθυδίου σε χρόνο t_i ενώ ταυτόχρονα παραμένει η σήμανση του μπορεί να υπολογιστεί

από $Q(t_{i-1})$:

$$Q(t_i) = Q(t_{i-1}) \exp(-(M(\bar{L}(t_i)) + F(\bar{L}(t_i)) + \varphi)\Delta t)$$

Όπου φ είναι ο βαθμός κατά τον οποίο χάνεται μια σήμανση. Επίσης η πιθανότητα $P(t_i)$ ενός ψαριού που έχει σημανθεί, να αλιευτεί και καταγραφεί σε χρόνο t_{i-1} έως t_i δίδεται από τον τύπο:

$$P(t_i) = \rho Q(t_{i-1}) \frac{F(\bar{L}(t_i))}{M(\bar{L}(t_i)) + F(\bar{L}(t_i)) + \varphi} \times (1 - \exp(-(M(\bar{L}(t_i)) + F(\bar{L}(t_i)) + \varphi)t))$$

Όπου ρ η πιθανότητα αλίευσης και καταγραφής της σήμανσης.

2.2 Σταθμοί παραγωγής γόνου και εμπλουτισμοί

Στα πρώτα στάδια δημιουργίας των σταθμών παραγωγής γόνου ήταν δύσκολη η παραγωγή ιχθυδίων που προοριζόταν για εμπλουτισμούς (Balnkenship and Leber, 1995 : Liao *et al.*, 2003). Οι εμπλουτισμοί με ιχθύδια που προέρχονται από σταθμούς παραγωγής γόνου εφαρμόζονται σε μεγάλη κλίμακα από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα και η συστηματική μεταφορά ιχθυδίων πιθανότατα ήταν πολύ μεγαλύτερη στο παρελθόν (Pitcher, 1998 : Lorenzen, 2005). Από το 1970 παρατηρείται μια ραγδαία ανάπτυξη στον τομέα, με κατανόηση του βιολογικού κύκλου πολλών θαλάσσιων ιχθύων και την

εκτροφή τους σε τεχνητές λίμνες, δεξαμενές και κλωβούς (FAO,1996). Οι σημερινές τάσεις δείχνουν πως οι σταθμοί παραγωγής γόνου είναι σε θέση να ικανοποιήσουν μια πληθώρα νέων προγραμμάτων εμπλουτισμού, ενώ ταυτόχρονα, οι συζητήσεις για νέα προγράμματα εντείνονται (Howell *et al.*, 1999).

Οι εμπλουτισμοί απαιτούν προγράμματα παραγωγής ψαριών σε τεχνητό περιβάλλον, κυρίως για τη βελτίωση του εγκλιματισμού, ώστε η απελευθέρωση τους στο νέο περιβάλλον να είναι επιτυχής (COFI:AQ/II/2003/7).

Μέσω των υδατοκαλλιεργειών πλέον υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ιχθυδίων τα οποία προορίζονται για εμπλουτισμούς και μπορούν να αυξήσουν τη παραγωγικότητα των αλιέων α) μέσω της αποκατάστασης της βιομάζας αναπαραγωγής και β) με την απελευθέρωση ιχθυδίων σε έναν τόπο, ο οποίος, αν και έχει ικανοποιητικά ποσοστά ιχθυδίων ωστόσο δεν μπορούν να επιβιώσουν παρόλο που η φέρουσα ικανότητα του οικοτύπου μπορεί να ικανοποιήσει μεγαλύτερα ποσοστά πληθυσμού (Bell *et al.*, 2006).

Οι εμπλουτισμοί με ιχθύδια από σταθμούς παραγωγής γόνου έχουν κατακριθεί πολλάκις ως μη αποτελεσματικοί, με αυξημένο οικονομικό κόστος και θέτουν σε κίνδυνο τους γηγενείς πληθυσμούς (Born *et al.*, 1999). Παρά ταύτα αύξηση του ενδιαφέροντος παρουσιάζεται κατά τα τελευταία έτη για την απελευθέρωση ιχθυδίων που έχουν παραχθεί σε σταθμούς παραγωγής γόνου, σε παράκτιες περιοχές, ιδιαίτερα μετά την χρήση μεθόδων οι οποίες επέφεραν μείωση κόστους (Bell *et al.*, 2008).

Τα ψάρια που προέρχονται από τους σταθμούς παραγωγής γόνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους εμπλουτισμούς ως εξής (COFI:AQ/II/2003/7):

1. Απελευθέρωση μη γηγενών ψαριών από σταθμό παραγωγής γόνου σε φυσικό ή τεχνητό οικοσύστημα.
2. Απελευθέρωση γηγενών ψαριών από σταθμό παραγωγής γόνου σε φυσικό ή

τεχνητό οικοσύστημα όπου μπορούν να επιβιώσουν μόνα τους.

3. Απελευθέρωση γηγενών ψαριών από σταθμό παραγωγής γόνου σε φυσικό ή τεχνητό οικοσύστημα με συγκεκριμένες ιδιαιτερότητες.

Κατά τη παράδοση των ιχθυδίων από το σταθμό παραγωγής γόνου στον τόπο απελευθέρωσης, πρέπει να συνοδεύονται από τα ακόλουθα πιστοποιητικά σύμφωνα με τον FAO (2001):

1. Τη πηγή προέλευσης και την κατάσταση της υγείας τους
2. Το πλήθος των ιχθυδίων
3. Την κατάσταση τους κατά την άφιξη
4. Την ημερομηνία και την ημέρα παράδοσης, καθώς και το άτομο που είναι υπεύθυνο για τη παραλαβή
5. Την ημερομηνία την ώρα και τον προορισμό του πληθυσμού κατά την έξοδο από το σταθμό παραγωγής γόνου.

2.3 Σήμανση και μαρκάρισμα

2.3.1 Μαρκάρισμα

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι μαρκαρίσματος που χρησιμοποιούνται στους εμπλουτισμούς. Οι κυριότερες είναι:

A) Κόψιμο πτερυγίου κα τρύπημα βραγχιακού επικαλύματος: Η κοπή πτερυγίου γίνεται σε μεγάλης κλίμακας μαρκάρισμα αλλά δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε ιχθύδια μικρού μεγέθους (Εικ. 2.2) (Basavaraju *et al.*, 1998). Η ολική αφαίρεση πτερυγίου είναι μια μέθοδος που έχει αναγνωριστεί ως πολύ καλή για μαρκάρισμα ολόκληρης παρτίδας ή ως προειδοποίηση ότι υπάρχει εξωτερική ετικέτα (Harvey, 1987). Στο σημείο κοπής παρουσιάζεται αναγέννηση του ιστού γι' αυτό θεωρείται

προσωρινή (Basavaraju *et al.*, 1998).

Οι τρύπες στο βραγχιακό επικάλυμμα αποτελούν και αυτές προσωρινή μορφή μαρκαρίσματος (Harvey, 1987). Για πιο μόνιμα αποτελέσματα εφαρμόζεται κοπή-αφαίρεση του pre-opercular με τη βοήθεια ενός χάρακα. Η διαδικασία είναι απλή καθώς γίνεται μια νοητή γραμμή από τη γωνία του στόματος και του βραγχιακού επικαλύμματος. Στο μέσο αυτής της απόστασης τοποθετείται ο χάρακας και γίνεται η κοπή (Appelberg, 2000).

Β) Μαρκάρισμα φθορισμού: Αποτελεί μια μέθοδο εισαγωγής ουσιών που στα κόκκαλα των ψαριών φωσφορίζουν στην υπεριώδη ακτινοβολία (Harvey, 1987). Χρησιμοποιούνται μόρια οξυτετρακυκλίνης, καλσεΐνης, αλιζαρίνης ερυθρού S και άλλων χημικών ουσιών με τις ίδιες ιδιότητες. Η δέσμευση τους γίνεται στο Ca των οστών. Αρνητικό αποτελεί ότι σε περίπτωση χρωματισμού του ωτόλιθου, το ψάρι πρέπει να «θυσιαστεί» για να επιβεβαιωθεί ο φθορισμός (Basavaraju *et al.*, 1998).

Γ) Εισαγωγή παρασίτων: Αποτελεί μια μέθοδο όπου γνωστά προς τον ερευνητή παράσιτα εισέρχονται εντός των ιχθυδίων σε διαφορετικά στάδια της ζωής των ιχθυδίων και μπορούν να συνυπάρχουν με τον ξενιστή τους για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα (Templeman, 1983).

Δ) Έγχυση χρωστικών ουσιών και ψεκασμός: Χρώσεις και βαφές εφαρμόζονται με ικανοποιητικά αποτελέσματα στην εξωτερική επιφάνεια των ιχθυδίων (Εικ 2.2). Οι ψεκασμοί χρησιμοποιούνται σε μεγάλης κλίμακας και επαναλαμβανόμενο μαρκάρισμα. (Harvey, 1998). Πρωτοεφαρμόστηκαν από τον Jackson το 1959 και πλέον εφαρμόζονται επιτυχώς σε πολλά είδη ψαριών (Leskelä *et al.*, 2004).

Ε) Φθορισμός ελαστομερούς: Αποτελεί μια από τις μεθόδους εσωτερικής πολύχρωμης σήμανσης η οποία και είναι ορατή εξωτερικά. (Εικ. 2.2) Η ουσία

διοχετεύεται στον ιστό με υποδόρια ένεση. Κάτω από την επιδερμίδα σκληραίνει, γίνεται εύπλαστη, μόνιμη, βιοσυμβατή μάρκα (Morgan and Bull, 2005).



Εικόνα 2.2: Διάφορες μορφές μαρκαρίσματος. Α) Στιγματισμός, Β) Κοπή πτερυγίων Γ) Φθορισμός ελαστομερούς, Δ) Κοπή βραγχιακού επικαλύματος, Ε) και ΣΤ) Έγχυση χρωστικών (Rubin *et al.*, XXXX)

ΣΤ) Μοριακό μαρκάρισμα: Η ανάπτυξη της μοριακής τεχνολογίας έχει δώσει τη δυνατότητα ανάπτυξης πολλών μοριακών δεικτών (Liao *et al.*, 2003). Αποτελεί μια σπάνια μέθοδο όπου οι γενετικές μάρκες εισάγονται σε τμήμα του άγριου πληθυσμού (Morgan and Bull, 2005). Στα πλαίσια του μοριακού μαρκαρίσματος εφαρμόζονται ορμόνες φύλου και vitellagenin για να καθοριστεί το φύλο και η ωρίμανση των γονάδων σε μυϊκά δείγματα ψαριών (Bridges *et al.*, 2000). Για τη διεξαγωγή του μοριακού μαρκαρίσματος γίνεται χρήση συγκεκριμένων γονιδίων, σπάνιων

παραλλαγών του DNA και απαιτείται η χρήση προγράμματος μαζικής παραγωγής. Πλέον πιο διαδεδομένη τεχνική στον τομέα μαζικής παραγωγής είναι αυτή της ηλεκτροφόρισης (Liao *et al.*, 2003).

Z) Στιγματισμός: Είναι μια μέθοδος στιγμάτων με τη χρήση ασημένιου μολυβιού ή με εργαλείο παγωμένο σε υγρό άζωτο (Harvey, 1987), ξηρό πάγο, συμπιεσμένο CO₂, freon και ακτίνες λέιζερ (Εικ 2.2) (Morgan and Bull, 2005). Αρνητικό αποτελεί πως κωδικοί των ψαριών που αναγράφονται, υφίστανται στρεβλώσεις με τη πάροδο του χρόνου.

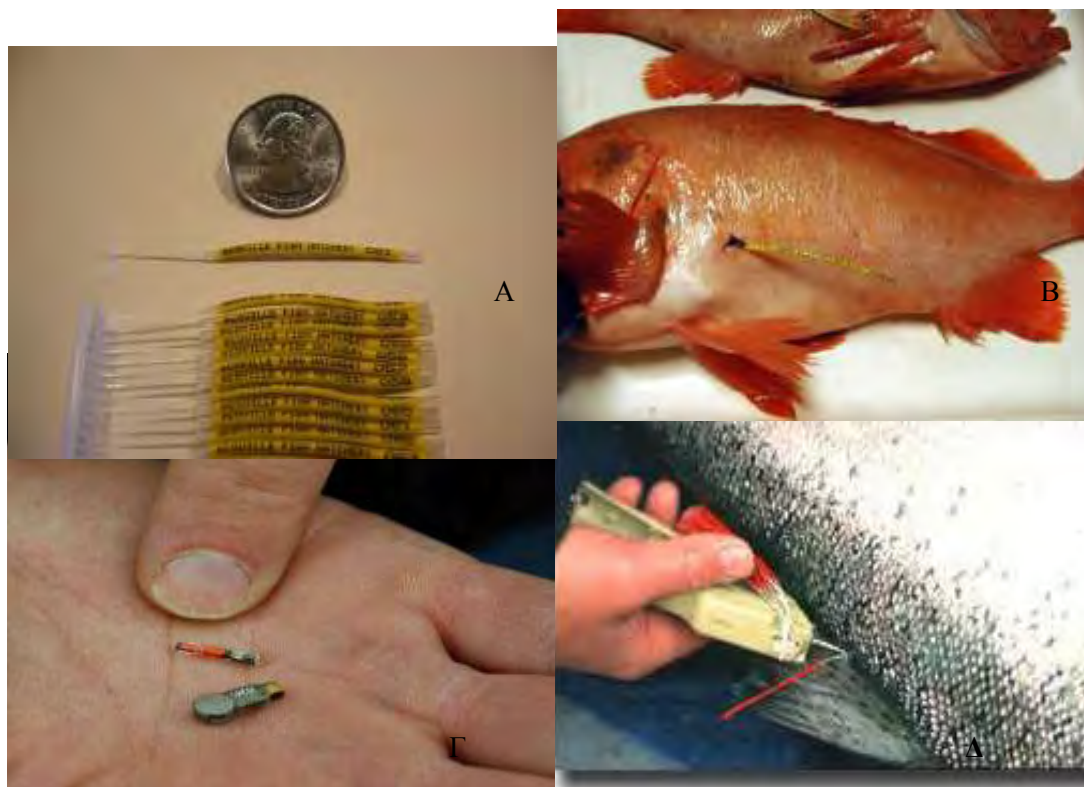
2.3.2 Είδη σήμανσης

Η σήμανση είναι μια μέθοδος που δίδει ποικίλες πληροφορίες για το ιχθύδιο ή για τη παρτίδα του. Κυριότερες μέθοδοι σήμανσης είναι οι ακόλουθες:

A) Άγκιστρα ή βέλη: Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν οι ετικέτες σε σχήμα T (floy tags) με αλφαριθμητικό κωδικό που εισάγονται στο ιχθύδιο με τη βοήθεια πιστολιού (Basavaraju *et al.*, 1998). Τα άγκιστρα έχουν σχήμα V στην κεφαλή τους και η ουρά τους φέρει κωδικό (Harvey, 1987). Ανιχνεύονται εύκολα, μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα υγείας λόγω της λανθασμένης τοποθέτησης τους (Morgan and Bull, 2005).

B) Δίσκοι και κλιπ: Υπάρχει μια πληθώρα τέτοιων σημάνσεων (Εικ 2.3), με κυριότερους στην κατηγορία των δίσκων, τους δίσκους Peterson, οι οποίοι είναι πλαστικοί δίσκοι κρεμάμενοι από τα πλάγια του ιχθύος (Harvey, 1987). Οι ετικέτες Carling αποτελούνται από την ειδική χαλύβδινη ταυτότητα που συνδέεται με το σώμα του ιχθύος με σύρμα από ανοξείδωτο χάλυβα. Εφαρμόζονται με ζεύγος υποδόριων βελόνων και αποτελούν χρονοβόρα διαδικασία (Basavaraju *et al.*, 1998). Οι ετικέτες

γνάθου είναι μεταλλικά δαχτυλίδια οι οποίες αν εφαρμοστούν σωστά δεν προκαλούν προβλήματα στη πρόσληψη της τροφής (Harvey, 1987). Τέλος ο όρος ετικέτες «σπαγγέτι» χρησιμοποιείται κοινά για ετικέτες που φέρουν σωληνωτή ουρά βινυλίου (Morgan and Bull, 2005).



Εικόνα 2.3: Διάφορες μορφές σήμανσης. Α και Β) T-Bar tags, Γ)PIT Δ)Spaghetti tag (Rubin *et al.*, XXXX)

Γ) Παθητική Αναμετάδοση (PIT): Αποτελούν κάψες γυαλιού που περιέχουν μικρό αναμεταδότη χωρίς εσωτερική μπαταρία (Εικ. 2.3). Ένας αναγνώστης δίνει ενέργεια στο σημαντή με κύκλωμα ραδιοσυχνότητας επαγωγής και λαμβάνει τον κώδικα πίσω από τη σήμανση (Morgan and Bull, 2005). Οι κάψουλες είναι σε μέγεθος

ρυζιού και εισέρχονται ενδομυϊκά χωρίς να επηρεάζουν τη συμπεριφορά του ψαριού (Harvey, 1987). Οι ηχητικές ετικέτες μας επιτρέπουν να καταγράφουμε συνεχείς κινήσεις ψαριών κατά τη διάρκεια μιας σύντομης περιόδου. Η τεχνική απαιτεί έναν πολύ μικρό σε μέγεθος πληθυσμό ως δείγμα (Bach *et al.*, 2000).

Δ) **Μαγνητισμένο σύρμα ατσάλινου χάλυβα (wire tag):** Πρόκειται για μαγνητισμένο σύρμα ατσάλινου χάλυβα που αναγράφει πάνω κωδικό χαραγμένο με λέιζερ. Μπορούν να εισαχθούν στο χόνδρο του ψαριού, στο συνδετικό ιστό ή απ' ευθείας στη μυϊκή μάζα. Έχουν 0.25 mm διάμετρο και 1.1 mm μήκος (Morgan and Bull, 2005).

2.4 Αναισθησία

Η χρήση των αναισθητικών παίζει σπουδαίο ρόλο στα πλαίσια της έρευνας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς χρησιμοποιούνται για ένα πλήθος εφαρμογών όπως η μέτρηση του βάρους των ιχθύων, η διαλογή τους, η συλλογή σπέρματος και ωαρίων, το μαρκάρισμα, τη μεταφορά στις περιοχές εμπλουτισμού και πολλές άλλες τεχνικές ρουτίνας ή πιο εξεζητημένες (Hajek *et al.*, 2006).

Για πολλά αναισθητικά υπάρχουν πολύ λίγες πληροφορίες που έχουν επίσημα δημοσιευθεί (Browser, 2001) και ακόμα περισσότερα είναι σε πειραματικό στάδιο (Gomulka *et al.*, 2008).

Τα αναισθητικά χωρίζονται σε χημικά ή μη χημικά και η επιλογή του κατάλληλου αναισθητικού εξαρτάται από μια πληθώρα παραγόντων. Τέτοιοι θεωρούνται η οικονομική δυνατότητα, τα νομικά πλαίσια, η αντίδραση του ιχθυδίου στο εν λόγω αναισθητικό, η εκπαίδευση του προσωπικού και η ύπαρξη υλικοτεχνικής υποδομής (Davenport *et al.*, 1999 : Inoue *et al.*, 2003).

2.4.1 Χημικά αναισθητικά

Η πιο διαδεδομένη χρησιμοποιούμενη μέθοδος για αναισθησία είναι αυτή της χρήσης των χημικών (Hajek *et al.*, 2006). Σύμφωνα με αυτήν χημικές ουσίες σε συγκεντρώσεις που ποικίλλουν εφαρμόζονται στα ψάρια (Davenport *et al.*, 1999). Αν και πολλά είδη ψαριών μπορούν να υποστούν ενέσιμη αναισθησία, ωστόσο προτιμάται η εμβάπτιση σε λουτρό με τρεχούμενο ή στάσιμο ύδωρ (Browser, 2001). Τα χημικά που εισπνέονται από τα ψάρια σε μικρές ποσότητες είναι δυνατόν να περάσουν μέσα από το δέρμα. Η ποσότητα του αναισθητικού εξαρτάται από το μέγεθος των ιχθύων ενώ η απορρόφηση και η απέκκριση τους εξαρτώνται από τα βράγχια, τον όγκο του σώματος, το πάχος του επιθήλιου, το είδος του αναισθητικού, τη δοσολογία και τη θερμοκρασία (Davenport *et al.*, 1999). Ελάχιστα είναι τα αναισθητικά που είναι αδιάλυτα στο νερό. Τα ψάρια εκτίθενται στο διάλυμα συγκεκριμένης πυκνότητας για προκαθορισμένο χρονικό διάστημα όπως αυτό ορίζεται για κάθε αναισθητικό. Το στάδιο της αναισθησίας σχετίζεται με το χρόνο παραμονής στη δεξαμενή (Browser, 2001), με την αλλαγή συμπεριφοράς, έλλειψη ισορροπίας και κίνησης (Inoue *et al.*, 2003), όπως φαίνεται στο Παράρτημα.

Τα αναισθητικά υπολογίζονται σε ppm, mg/l, ή gr/m³ νερού. Κατά τη διαδικασία αναισθητοποίησης τα ψάρια εισέρχονται στη δεξαμενή με το διαλυμένο αναισθητικό και παραμένουν εκεί έως ότου φτάσουν στο επιθυμητό στάδιο αναισθησίας (Browser, 2001 : Inoue *et al.*, 2003 : Hajek *et al.*, 2006 : Gomulka *et al.*, 2008). Για να συνέλθουν από την αναισθησία εισέρχονται σε δεξαμενή με καθαρό νερό (Browser, 2001).

Τα περισσότερα εκ των χημικών αναισθητικών ανήκουν στην ομάδα των βαρβιτουρικών, τα οποία, οδηγούν σε απώλεια της συνείδησης, αναστολή της αίσθησης

του πόνου, απώλεια μυϊκού τόνου και αντανακλαστικών (Davenport *et al.*, 1999).

Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στη μειωμένη αγγειακή δραστηριότητα και αναπνοή τα οποία μπορούν να οδηγήσουν σε υποξία (Davenport *et al.*, 1999 : Browser, 2001). Αποτελέσματα της υποξίας είναι αλλοιώσεις στο αίμα, μείωση pH, μειωμένη αρτηριακή πίεση, αυξημένα επίπεδα γλυκόζης και εγκεφαλική βλάβη στα ψάρια (Davenport *et al.*, 1999).

2.4.2 Κύρια χημικά αναισθητικά

Tricaine methane sulphonate (MS 222): Χημικά ονόματα : methane sulfonate salt of alkylaminobenzoate. Το πιο διαδεδομένο αναισθητικό για ψάρια. Αποτελεί εξ' αρχής αραιωμένο διάλυμα σε νερό το οποίο εισέρχεται στα ιχθύδια από τα βράγχια. Η δοσολογία κυμαίνεται από 15 mg/l έως 330 mg/l και εξαρτάται από το είδος, το μέγεθος, τη θερμοκρασία του ύδατος και τη σκληρότητα του (Gomulka *et al.*, 2008). Γίνεται τοξικό όταν το θαλασσινό νερό εκτίθεται στον ήλιο. Επίσης γίνεται όξινο διάλυμα και δόση 75 mg l⁻¹ προκαλεί πτώση του pH στο 4.0 σε μαλακό νερό (Davenport *et al.*, 1999). Είναι ισχυρό σε ζεστό νερό με χαμηλή σκληρότητα. Η συγκέντρωση του αναισθητικού εντός του ιχθυδίου φτάνει στο 0% μετά από 24 ώρες (Browser, 2001).

Πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε ιχθύδια *Acipenser baerii* με συγκεντρώσεις 25 mg l⁻¹ τα οποία αν και δεν παρουσίασαν θνησιμότητα, η πρωτεΐνη, η συνολική γλοβουλίνη, η συγκέντρωση της τριακυλγλυκερόλης και η λειτουργία της αμινοτρανσφεράσης αλανίνης στο αίμα ήταν ιδιαίτερα αυξημένες (p<0.01) όπως επίσης παρουσιάστηκε αιμόλυση χωρίς αυτό να καταστεί επικίνδυνο (Gomulka *et al.*, 2008).

Γαρυφαλέλαιο (Clove Oil): Χημικό όνομα eugenol. Προέρχεται από άνθη,

μίσχους και φύλλα του φυτού *Eugenia aromatic*a. Το ενεργό συστατικό βρίσκεται στο έλαιο του φυτού σε ποσοστό 90 – 95% (Browser, 2001). Για χρόνια χρησιμοποιούταν ως μπαχαρικό και οδοντιατρικό τοπικό αναισθητικό. Εφαρμόζονται δοσολογίες 20 – 40 mg/l για ελαφριά αναισθησία και 100 – 120 mg/l για βαριά αναισθησία (Davenport *et al.*, 1999).

Έρευνες στο *Cyprinus carpio* και στο *Common carp* έδειξαν πως είναι απόλυτα ασφαλές σε συγκεντρώσεις 30 με 200 mg l⁻¹ (Hajek *et al.*, 2006). Επιπρόσθετα, πειράματα στο *Brycon cephalus* σε διαφορετικές συγκεντρώσεις αναισθητικού έδειξαν πως η μικρότερη περίοδος αναισθησίας παρατηρείται σε συγκεντρώσεις μικρότερες των 40 mg/l με σιγμοειδή αντίδραση (Inoue *et al.*, 2003).

Ισοευγενόλη (AQUI – S): Χημικό όνομα isoeugenol. Εφαρμόζεται απ' ευθείας σε αλμυρό ή γλυκό νερό με δοσολογία που κυμαίνεται από 5 -10 ml ανά 1.000.000 ml νερού για ελαφριά αναισθησία ή 17 -20 ml ανά 1.000.000 ml νερού για βαριά αναισθησία (Browser, 2001).

Quinaldine: Χημικό όνομα 2 – methylquinoline. Δυσδιάλυτο στο νερό ενώ διαλύεται πιο εύκολα σε αιθανόλη και ακετόνη. Υπάρχουν αρκετές αναφορές ότι ερεθίζει το δέρμα, τις μεμβράνες του βλεννογόνου ενώ θεωρείται και καρκινογόνο (Davenport *et al.*, 1999). Επειδή είναι όξινο πρέπει να δίδεται με τη μορφή 0.45 g NaHCO₃/1g quinaldine sulfate για το οποίο δεν έχουν αναφερθεί παρενέργειες. Είναι ισχυρό αναισθητικό σε υψηλό pH και σκληρό νερό, ενώ μη αποτελεσματικό σε pH 5.0 (Browser, 2001).

Χλωροβουτανόλη (Chlorbutanol): Χημικό όνομα Chlorbutanol, Chorethone, Acetocloroform. Είναι κρυσταλλική άχρωμη σκόνη η οποία διαλύεται σε αιθανόλη. Το κύριο διάλυμα αποτελείται από 30 g με 100 ml 96% αιθανόλης και η δόση είναι 10 ml

διαλύματος με 10.000 ml νερό. Είναι ασφαλές αναισθητικό ελαφριάς μορφής και χρησιμοποιείται κυρίως για το μαρκάρισμα (Davenport *et al.*, 1999).

Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂): Αέριο που διαλύεται στο νερό και έχει ελαφρώς όξινες ιδιότητες. Τυπικά εφαρμόζεται στο νερό με τη μορφή φυσαλίδων. Χρησιμοποιείται για τη μεταφορά ή για το χειρισμό μεγάλου αριθμού ιχθύων (Browser, 2001). Δεν μπορεί να διατηρήσει τις τιμές του pH σταθερές και απαιτεί χρονικό διάστημα τουλάχιστον 5 λεπτών έκθεσης των ιχθύων σε διάλυμα συγκεντρώσεων 120 έως 640 ml/l (Coyle *et al.*, 2004).

Χλωριούχο άλας της μεθομιδόλης (Methomidate chloride): Αποτελεί υπνωτικό και όχι αναισθητικό με λίγες παρενέργειες. Αρνητικός παράγοντας αποτελεί η τιμή του (Davenport *et al.*, 1999). Η ανάρρωση είναι πιο γρήγορη από αυτή του MS-222 (Coyle *et al.*, 2004).

2.4.3 Κύριες μη χημικές μέθοδοι αναισθησίας

Ραγδαία πτώση της θερμοκρασίας: Αποτελεί μέθοδο που μπορεί να εφαρμοστεί σε συνδυασμό με άλλες. Εφαρμόζεται πιο συχνά σε ψάρια αλμυρού παρά γλυκού νερού (Davenport *et al.*, 1999). Δημιουργεί αύξηση του οξυγόνου στο νερό και μείωση της δραστηριότητας και κατανάλωσης οξυγόνου από το ψάρι (Coyle *et al.*, 2004).

Ηλεκτροσόκ: Άμεση μέθοδος φθηνού κόστους. Υπάρχει δυσκολία στην εφαρμογή της σε θαλασσινό νερό όπως επίσης εγκυμονεί κίνδυνος να εφαρμοστούν περισσότερα Volt από τα απαιτούμενα (Davenport *et al.*, 1999). Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου εξαρτάται από τη θέση των ψαριών σχετικά με το ηλεκτρικό πεδίο (Coyle *et al.*, 2004).

2.5 Μέθοδοι μεταφοράς και απελευθέρωσης

Εδώ και πολλά χρόνια διενεργούνται πιλοτικές και πειραματικές απελευθερώσεις ώστε να βρεθούν νέες βελτιωμένες στρατηγικές (Howell *et al.*, 1999). Τα πρώτα χρόνια για να μεταφέρουν τα ιχθύδια από τους σταθμούς παραγωγής γόνου στις περιοχές εμπλουτισμού χρησιμοποιούσαν ατσάλινα δοχεία. Το 1930 για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκε αεροπλάνο με τροποποιημένο φτερό για τη μεταφορά και απελευθέρωση. Το αρνητικό αυτής της μεθόδου ήταν τα υψηλά ποσοστά θνησιμότητας σε σχέση με την δια χειρός απελευθέρωση (Kerr, 2006).

Οι Bannister and Addison (1998), κατά τους εμπλουτισμούς με ιχθύδια αμερικάνικου και ευρωπαϊκού αστακού (*H. gammarus* και *H. americanus*) στην ανατολική ακτή του Bridlington, χρησιμοποίησαν δύτες οι οποίοι απελευθέρωναν τους αστακούς ατομικά, πάνω στο πυθμένα της θάλασσας.

Οι Leber *et al.* (1998) για τους εμπλουτισμούς με *Polydactylus sexfilis*, στις δυο εκ των τριών περιοχών, χρησιμοποίησαν βάρκες που πάνω τους σε μεγάλες δεξαμενές υπήρχαν τα ψάρια και απελευθερώθηκαν μέσω ενός σωλήνα στη θαλάσσια περιοχή. Στη τρίτη περιοχή (ακτή Malaekahana) τα ψάρια απελευθερώθηκαν από έναν βραχώδη λόφο ύψους 2 μέτρων μέσω ενός σωλήνα που έφτανε ως τη παραλία. Ο σωλήνας και στις τρεις περιπτώσεις είχε κλίση 45^0 με την επιφάνεια της θάλασσας ώστε τα εξερχόμενα από αυτόν ψάρια να βουτούν απ' ευθείας εντός του νερού, ενώ το βάθος του νερού στα σημεία απελευθέρωσης κυμαινόταν από 0.5 έως 1 m.

Τέλος σε μια ανάλογη προσπάθεια στη Νορβηγία για την απελευθέρωση του μπακαλιάρου χρησιμοποίησαν κλουβιά μεταφοράς μέσα στο νερό πλαστικές σακούλες και δεξαμενές (FAO, 2004).

2.5.1 Βασικές αρχές για τη μεταφορά

Κατά τη διαδικασία μεταφοράς πρέπει να ακολουθούνται κάποιες αρχές για την καλύτερη μεταφορά και αποτελεσματικότητα των εμπλουτισμών (Anonymus, 2002) :

1. Οι δεξαμενές μετακίνησης πρέπει να είναι καθαρές και απολυμασμένες σε τακτική βάση.
2. Πρέπει να υπάρχει πρόσβαση στη περιοχή που θα διεξαχθεί ο εμπλουτισμός πριν τη διενέργεια του.
3. Κατασκευή σχεδίου για έκτακτες περιπτώσεις.
4. Ασιτία για ένα διάστημα 48-72 ωρών πριν τη μεταφορά και εμπλουτισμό.
5. Περιορισμός της πρόκλησης άγχος στα ψάρια.
6. Επιλογή της καταλληλότερης μεταφορικής τεχνικής ώστε τα ιχθύδια να φτάσουν το συντομότερο δυνατό στη περιοχή απελευθέρωσης.
7. Περιορισμός των πολλών μεθόδων μεταφοράς.
8. Να μη χρησιμοποιηθεί πάγος από χλωριωμένο νερό.
9. Μέτρηση της ποιότητας του νερού κατά τη μεταφορά και αερισμός μέσα στη δεξαμενή.

2.6 Συλλογή στοιχείων

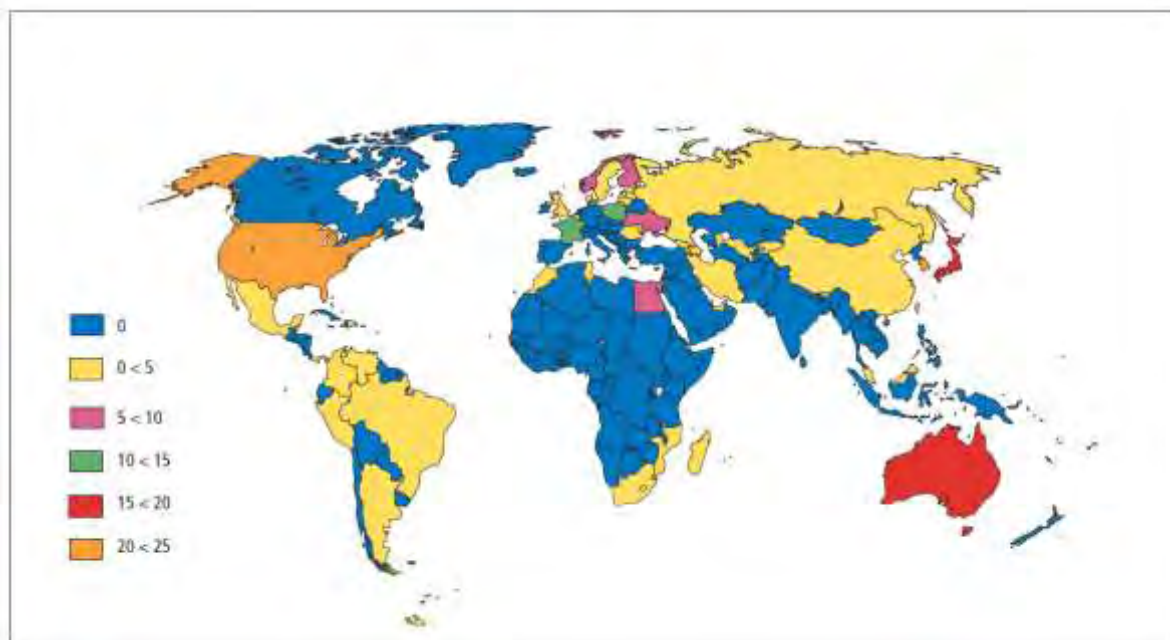
Η συλλογή στοιχείων γίνεται είτε από τους ίδιους τους επιστήμονες (Leber *et al.*, 1998) κατευθείαν με δίκτυα (McEachron *et al.*, 1998 : Stottrup *et al.*, 1998) ή με συσκευές εντοπισμού όταν τα ψάρια έχουν την αντίστοιχη σήμανση (Bach *et al.*, 2000), είτε από ψαράδες της περιοχής (Sanchez-Lamadrid, 2002 : Svåsand, 1998 : Støttrup *et al.*, 2002). Οι τοπικοί ψαράδες ενημερώνονται από τους επιστήμονες με φυλλάδια και έντυπα για τον εμπλουτισμό της περιοχής, τα ψάρια που έχουν απελευθερωθεί και τη

μορφή σήμανσης που φέρουν. Αν κατά την αλίευση βρεθεί κάποιο μαρκαρισμένο ψάρι τότε τους ζητείται να παραδοθεί στον αρμόδιο φορέα της περιοχής η σήμανση. Για όλη αυτήν τη διαδικασία τους δίδεται ένα χρηματικό αντίτιμο ώστε να αυξηθεί το κίνητρο της παράδοσης των σημάνσεων (Sanchez-Lamadrid, 2002).

Στο παράρτημα παρατίθεται φυλλάδιο που καλεί τους αλιείς να παραδώσουν τις σημάνσεις και τα μαρκαρισμένα ιχθύδια έναντι αμοιβής καθώς και κάποιες φόρμες συμπλήρωσης.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Παγκόσμια σύμφωνα με τον FAO (2004) κάθε χρόνο γίνονται επισήμως πολλοί εμπλουτισμοί και εισαγωγές ιχθυδίων (Εικ. 3.1).



Εικόνα 3.1: Ο αριθμός των ειδών που παράχθηκαν σε σταθμούς παραγωγής γόνου με σκοπό τον εμπλουτισμό και δηλώθηκε στον FAO (2004)

Οι Conklin *et al.* (2003), παρουσίασαν το σχεδιασμό και την ολοκληρωμένη διαχείριση ενός σταθμού παραγωγής γόνου στην αναπαραγωγή και την ανάπτυξη του πλατύψαρου, *Paralichthys californicus* (Εικ. 3.2), ενώ σε επόμενο κεφάλαιο ακολουθεί η περιγραφή εμπλουτισμών ιχθυδίων *Paralichthys spp.*.

Πρόκειται για ένα ψάρι με μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον που αποτελεί συγγενές είδος του *Paralichthys olivaceus*, ενός από τα πιο σημαντικά ψάρια στην κίνα. Η *Paralichthys californicus* ανήκει στη Τάξη των Osteichthyes, στην κλάση των Pleuronectiformes και στην Οικογένεια των Bothidae.

Ζει στις ακτές και στις εκβολές της ευρύτερης περιοχής της Καλιφόρνιας (Kucas and Hassler, 1986), κυρίως στα ρηχά νερά αποτελώντας έναν από τους

σημαντικότερους άρπαγες της περιοχής (Allen and Herbinson, 1990) και μπορεί να συμπληρώσει 30 χρόνια ζωής σε ιδανικές συνθήκες.

Για τη διαδικασία παραγωγής ιχθυδίων αρχικά συλλέχθηκαν οι γεννήτορες το χειμώνα και την άνοιξη (5 θηλυκά με 10 αρσενικά), λόγω των ευνοϊκών συνθηκών που επικρατούν και την παύση ωοτοκίας από τα θηλυκά.

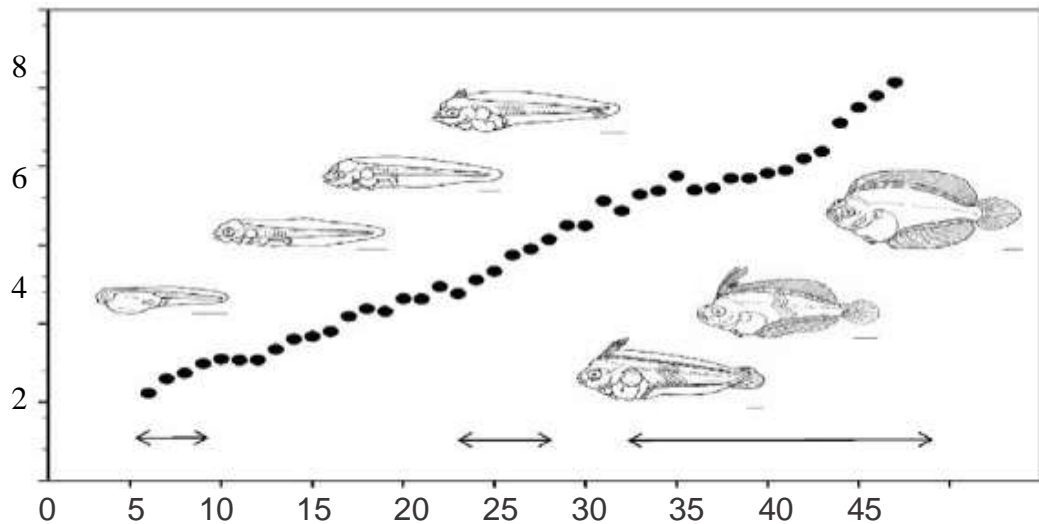


Εικόνα 3.2: *Paralichthys californicus* (Mongabay, 2007)

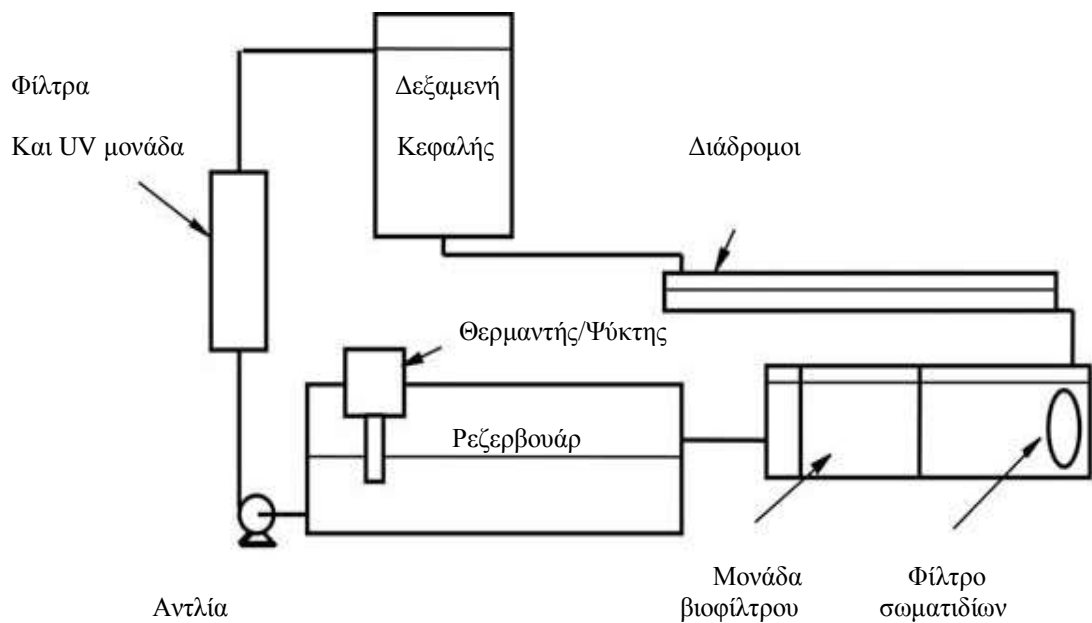
Οι γεννήτορες μεταφέρθηκαν σε δεξαμενή των 150 m³, και σε μια μικρότερη δεξαμενή των 37 m³ τοποθετήθηκαν 4 θηλυκά με 8 αρσενικά. Τα ωά συλλέχθηκαν από το Μάρτιο μέχρι τον Αύγουστο και διαχωρίστηκαν από τα μη γονιμοποιημένα με προσοχή γιατί σε αυτό το στάδιο είναι ευπαθή κατά την επαφή. Τοποθετήθηκαν σε κωνικό εκκολαπτήριο και παρέμειναν εκεί έως ότου φτάσουν στο στάδιο του ιχθυδίου. Η ανάπτυξη τους φαίνεται στο Σχήμα 3.1. Η μεταμόρφωση ολοκληρώθηκε τη 42 μέρα αφού έφτασαν στο σταθμό παραγωγής γόνου.

Τα βενθικά ιχθύδια διατηρήθηκαν σε ένα σύστημα ανακύκλωσης το οποίο αποτελείται από 4 διαδρόμους, μία δεξαμενή, μια μονάδα καθαρισμού του νερού, μια σταθερή δεξαμενή κεφαλής, μια αντλία, έναν συναγερμό και ένα εφεδρικό σύστημα

όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.2. Παρέμειναν στο σταθμό παραγωγής γόνου μέχρι να φτάσουν στο κατάλληλο μέγεθος για εμπλουτισμό.



Σχήμα 3.1: Η ανάπτυξη του *Paralichthys californicus* (Ο οριζόντιος άξονας δείχνει τις ημέρες στο σταθμό παραγωγής γόνου και ο κάθετος το μήκος ανάπτυξης σε mm)



Σχήμα 3.2: Σύστημα ανάπτυξης ιχθυδίων σε κλειστό κύκλωμα

Οι εμπλουτισμοί, πλέον, είναι μια από τις μεγαλύτερες αιφορικές μορφές διαχείρισης των αποθεμάτων. Εκατοντάδες εμπλουτισμοί διεξάγονται ετησίως σε παγκόσμια κλίμακα. Οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, η Ασία και η Ευρώπη είναι πρωτοπόρες στους θαλάσσιους εμπλουτισμούς, και ακολουθεί η Αφρική με μικρά ποσοστά και περισσότερες αναφορές για μελλοντικούς αναγκαίους εμπλουτισμούς (FAO, 2004). Σε αυτό το κομμάτι θα περιγραφούν περιπτώσεις εμπλουτισμού που έχουν πραγματοποιηθεί βοηθώντας την αύξηση της βιομάζας με άμεσα ή μακροπρόθεσμα αποτελέσματα.

Στην Ευρώπη εφαρμόζονται οι εμπλουτισμοί για την αύξηση των αποθεμάτων πάνω από 100 χρόνια. Η Νορβηγία, η Ισπανία, η Δανία, η Γερμανία και η Γαλλία παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά εμπλουτισμών σε θάλασσες, ποτάμια και λίμνες. Τα κυριότερα είδη που έχουν εμπλουτιστεί σε θαλάσσια οικοσυστήματα της Ευρώπης είναι τα *Gadus morhua* (Νορβηγία), *Homarus gammarus* (Σκωτία), *H. Gammarus* (Νορβηγία), και *Sparus auratus* (Ισπανία).

Η Νορβηγία αποτελεί μια χώρα με μεγάλη αλιευτική δύναμη. Τις τελευταίες δεκαετίες δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στα αποθέματα του *Gadus morhua* λόγω της έντονης αλιευτικής δραστηριότητας. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος διεξάγει μια σειρά εμπλουτισμών με επιτυχή αποτελέσματα, για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 100 χρόνων (Hillborn, 1998).

Από τις πρώτες καταγεγραμμένες περιπτώσεις εμπλουτισμού αποτελεί αυτή του *Gadus morhua* στα νησιά Faroes που βρίσκονται μεταξύ της Νορβηγικής θάλασσας και του Ατλαντικού Ωκεανού. Το 1952-1965 απελευθερώθηκαν στη περιοχή 6512 *G. morhua* (Joensen *et al.*, 2005). Ένα χρόνο μετά την απελευθέρωση επανασυλλήφθηκαν 1043 ιχθύδια (16% του αρχικού πληθυσμού) ενώ μετά από τρία έτη είχε

επανασυλληφθεί το 33%. Με τη πάροδο των 13 ετών τα αποθέματα αυξήθηκαν στη περιοχή, ενώ η μελέτη των σημάνσεων έδειξε πως ο αρχικός πληθυσμός μετανάστευσε ανατολικά και δυτικά από τη περιοχή απελευθέρωσης, αλλά όχι σε μεγάλη απόσταση.

Από τον Οκτώβρη έως το Νοέμβριο του 1983 διεξήχθησαν απελευθερώσεις μπακαλιάρου στη περιοχή της Νορβηγίας (Svåsand and Kristiansen, 1990a). Συνολικά απελευθερώθηκαν 20.947 μπακαλιάρους με ποσοστό επανασύλληψης έως το 1988 μεγαλύτερο του 96% . Ο εμπλουτισμός χαρακτηρίστηκε επιτυχής και παρουσίασε ασθενή εξάπλωση, καθώς μόνο ένα σεσημασμένο ιχθύδιο αλιεύτηκε σε απόσταση μεγαλύτερη των 100 km.

Στη συγκεκριμένη μελέτη, στη περιοχή Austevoll της δυτικής Νορβηγίας, απελευθερώθηκαν 19.002 ιχθύδια, εκ των οποίων 3.003 απελευθερώθηκαν σε περιοχή αναπαραγωγής (Svåsand *et al*, 1990). Οι απελευθερώσεις συνέβαλλαν στην αύξηση της αλιευτικής παραγωγής σε ποσοστά που άγγιζαν το 35%. Μελέτες σε επίπεδο γονιδιώματος έδειξαν την απουσία δυο αλληλόμορφων στον εκτρεφόμενο πληθυσμό σε σχέση με τον άγριο.

Στην ίδια περιοχή, κύριες πηγές θνησιμότητας ήταν ο κανιβαλισμός και η αρπακτικότητα (Svåsand and Kristiansen, 1990b). Ο βαθμός θνησιμότητας συσχετίστηκε με το μέγεθος των ιχθυδίων και τη πυκνότητα του πληθυσμού στη περιοχή, καθώς ιχθύες μεγαλύτεροι των 30cm είχαν συντελεστή φυσικής θνησιμότητας 0.22 έτη^{-1} .

Στα Νορβηγικά παράλια μεταξύ το 1983 και 1996 περισσότεροι από 1.000.000 γόννοι μπακαλιάρου *G. Morhua*, από σταθμούς παραγωγής γόνου, σημάνθηκαν με Floy anchor και T bar σημάνσεις, με χημικά τα Oxytetracycline και alizarine Complexone και με γενετικές μάρκες (έναν σπάνιο γενότυπο) ώστε να χρησιμοποιηθούν για

εμπλουτισμούς (Svåsand, 1998).

Οι απελευθερώσεις πραγματοποιήθηκαν από τέσσερεις διαφορετικούς φορείς α) Institute of Marine Research, β) Director of fisheries in Tøndelag σε συνεργασία με το Institute of Marine Research in Bergen γ) *Lofilab A/S* και δ) *Fishery College of Tomsø (University of Tomsø)*. Ως περιοχές απελευθέρωσης ορίστηκαν στη Νότια Νορβηγία η Risør, στη Δυτική Νορβηγία η Austevoll, Sotra και Øygarden, στην κεντρική Νορβηγία η Masfjorden, η Vinka και η Flatager και τέλος στη Βόρεια Νορβηγία η Lofoten, η Nord-Salten, η Stålvikbotn, η Ullsforjen και η Sørvikforjen.

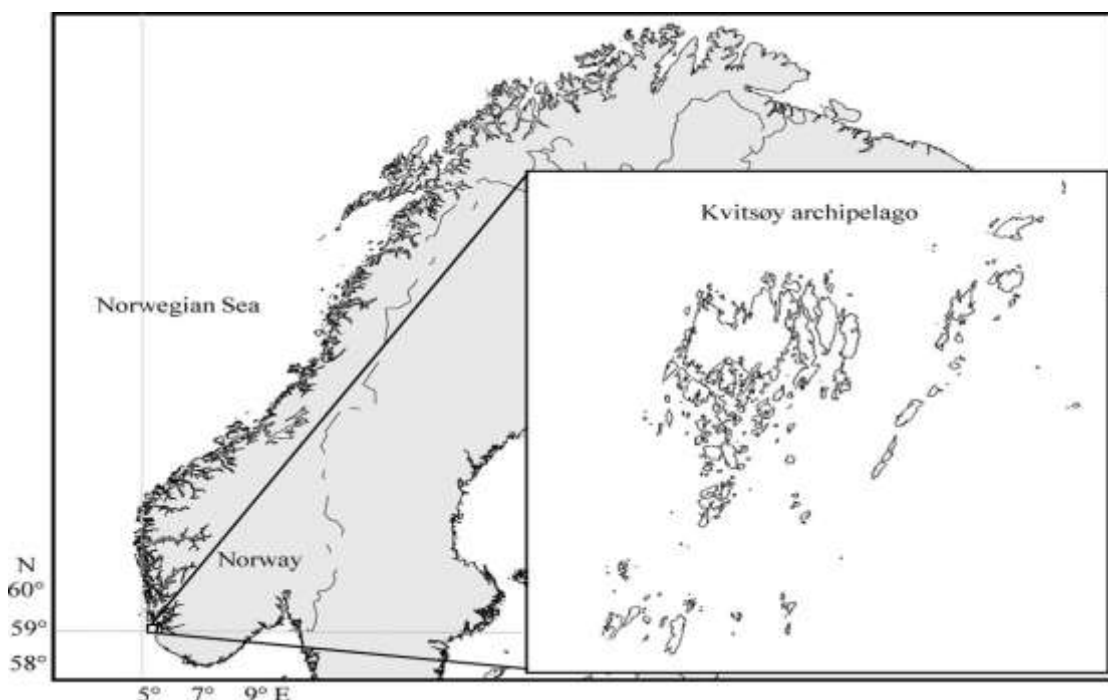
Οι απελευθερώσεις που έγιναν σε μικρά ηλικιακά στάδια πέτυχαν μεγάλα ποσοστά επιβίωσης. Οι κυριότερες αιτίες θανάτου στη Νότια Νορβηγία οφειλόταν στο κανιβαλισμό και στη θήρευση από το κίτρινο μπακαλιάρο (*Pollachius pollachius*). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως μετά από το πρώτο χρόνο του εμπλουτισμού για ιχθύδια 11-17cm δεν υπήρξαν στοιχεία επιβίωσης.

Ένας ακόμα εμπλουτισμός στα φιόρδ της Νορβηγίας με γενετικά μαρκαρισμένα άτομα στο στάδιο του λεκιθικού σάκου του *G. morhua* έλαβε χώρα τον Απρίλιο του 1995 (Kristiansen *et al.*, 2006). 18.000.000 άτομα μαρκαρίστηκαν με το γενότυπο GPI-1, και απελευθερώθηκαν. Οι διαδοχικές μετρήσεις των αναπτυγμένων ιχθυδίων μετά απο διάστημα έως και ενός έτους από τη πρώτη απελευθέρωση (3 συνολικά απελευθερώσεις κατά το 1995), έδειξαν τη παρουσία στη περιοχή <120 *G. morhua* ενώ τα ποσοστά θνησιμότητας το πρώτο μήνα της απελευθέρωσης κυμαινόταν 12% την ημέρα.

Ένα πρόγραμμα εμπλουτισμού του *Homarus gammarus* ξεκίνησε κατά το 1990 στην ευρύτερη περιοχή των νήσων Kvitsøy (Εικ. 3.3) της Νορβηγίας (Agnalt *et al.*, 2007 : Agnalt, 2008). Σε διάστημα 5 ετών είχαν απελευθερωθεί 128.000 αστακοί

ηλικίας 9 μηνών που είχαν σημειωθεί με μαγνητισμένο σύρμα ατσάλινου χάλυβα. Η επιτυχία του προγράμματος σχετίστηκε με την εδραίωση του πληθυσμού και την ικανότητα αναπαραγωγής στο απελευθερωμένο περιβάλλον (Agnalt, 2008).

Το φθινόπωρο του 1996, την άνοιξη και το φθινόπωρο του 1997 επανασυλλήφθηκαν 104 απελευθερωμένα θηλυκά και 111 θηλυκά του άγριου πληθυσμού (Agnalt, 2008), ενώ από την άνοιξη του 1998 έως την άνοιξη του 2000, αλιεύτηκαν 942 άγρια και 480 εκτρεφόμενα θηλυκά τα οποία βρισκόταν σε κατάσταση ωοτοκίας (Agnalt *et al.*, 2007).

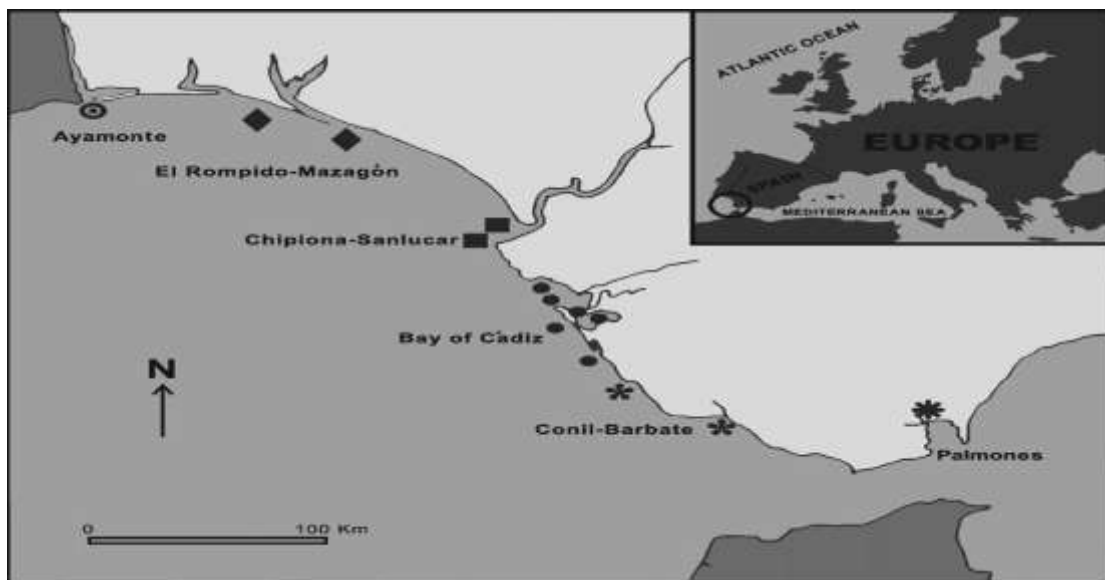


Εικόνα 3.3: Αρχιπέλαγος Kvitsøy της Νορβηγίας

Οι διαφορές μεγέθους που παρατηρήθηκαν στους δυο πληθυσμούς οφειλόταν στο ότι οι απελευθερωμένοι αστακοί είχαν εκ των προτέρων μικρότερη ανάπτυξη σε σχέση με τον άγριο πληθυσμό. Ο αριθμός των ωών που έφερε το κάθε θηλυκό ποίκιλε από 4000 ωά για τα μικρού μεγέθους θηλυκά έως 40.000 ωά για τα μεγαλύτερου

μεγέθους θηλυκά. Οι διαφορές μεταξύ των ωών (βάρος, μέγεθος, ευαισθησία και ανάπτυξη εμβρύου) δεν κρίθηκαν σημαντικές με αποτέλεσμα να θεωρηθεί επιτυχημένος ο εμπλουτισμός στη περιοχή (Agnalt, 2008) και να γίνει κατανοητή η ανάγκη για απελευθέρωση νέων θηλυκών σε κατάσταση ωοτοκίας ώστε να αυξηθεί η βιομάζα (Agnalt *et al.*, 2007).

Μια ακόμα χώρα της Ευρώπης που δραστηριοποιείται στον τομέα των θαλάσσιων εμπλουτισμών είναι η Ισπανία. Οι εμπλουτισμοί έγιναν κατά τη χρονική διάρκεια 1993-1997, στα ΝΔ παράλια της Ισπανίας με ιχθύδια τσιπούρας (*Spraurus aurata*, L.) (Sanchez-Lamadrid, 2002). Ιχθύδια τεσσάρων διαφορετικών βαρών 15 gr, 100 gr, 316 gr και 854 gr αντίστοιχα, εισήχθησαν σε έξι περιοχές : α) Ayamonte, β) El Rompido-Mazagon, γ) Chiplona-Sanlucar, δ) Bay of Cadiz, ε) Conil-Barbate και στ) Palmones (Εικ. 3.4).



Εικόνα 3.4: Περιοχή ΝΔ Ισπανίας που διεξήχθησαν οι εμπλουτισμοί

Συνολικά στις περιοχές απελευθέρωσης εισήχθησαν 30.323 ιχθύδια,

προερχόμενα από τοπικό σταθμό παραγωγής γόνου, τα οποία προηγουμένως είχαν μαρκαριστεί. Η μεταφορά τους έγινε με φορτηγά και χρησιμοποιήθηκε ποικιλία μεθόδων εισαγωγής των ιχθυδίων στο θαλάσσιο περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα: α) με κατευθείαν απελευθέρωση στις περιοχές Palmones και Bay of Cadiz, β) στη περιοχή Colin Barbate χρησιμοποιήθηκαν ιχθυοκλωβοί και γ) στις υπόλοιπες περιοχές δεξαμενές που μεταφέρθηκαν πάνω σε πλοία.

Για τη διεξαγωγή των εμπλουτισμών πρωτίστως είχαν ενημερωθεί όλοι οι αλιείς ώστε να πληροφορούν τον αρμόδιο φορέα για κάθε σύλληψη μαρκαρισμένου ψαριού.

Μετά τη τριετή προσπάθεια και την επαναλαμβανόμενη διοχέτευση ιχθυδίων στο οικοσύστημα, αποκαλύφθηκε πως η Bay Cadiz μετατράπηκε σε παράδεισο της τσιπούρας. Χρήσιμο συμπέρασμα από την μακρόχρονη διαδικασία ήταν πως η επίδραση του τόπου, της ηλικίας και της εποχής απελευθέρωσης έγινε εμφανής κατά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων, καθώς μεγαλύτερη επιτυχία είχε ο εμπλουτισμός με ιχθύες βάρους 100gr στα τέλη του καλοκαιριού ενώ η Cadiz Bay παρείχε στον απελευθερομένο πληθυσμό καλύτερες συνθήκες επιβίωσης με αφθονία τροφής.

Κατά τα έτη 2003 και 2004 πραγματοποιήθηκαν εμπλουτισμοί στη Δανία, με ιχθύδια *Psetta maxima* (Støttrup and Sparrevohn, 2007). Στη Begtrum Vig η πρώτη απελευθέρωση περιελάμβανε ένα πληθυσμό με δυναμικότητα 5000 ιχθυδίων *P. maxima* μήκους 17.1 cm και ένα δεύτερο πληθυσμό ίσο σε αριθμό με το πρώτο αλλά μικρότερο σε μήκος (11.8 cm). Η δεύτερη απελευθέρωση (2004), αποτελούνταν από 5000 ιχθύδια μήκους 9.8 cm, και παραγματοποιήθηκε με 2 διαφορετικές μεθόδους: α) με απευθείας απελευθέρωση και β) με τη χρήση των ιχθυοκλωβών.

Τα επόμενα έτη ο πληθυσμός του *P. maxima* αυξήθηκε. Οι επανασυλλήψεις αποκάλυψαν τη μεγάλη διαφορά στη πρόσληψη τροφής. Το 2003, τα ιχθύδια που

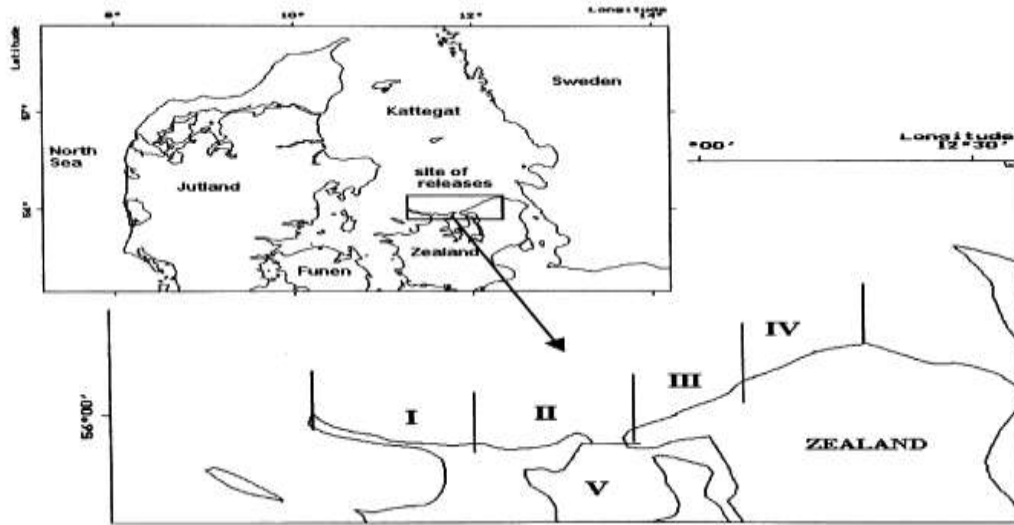
επανασυλλήφθηκαν λάμβαναν μικρότερες ποσότητες τροφής σε σχέση με αυτά της επόμενης χρονιάς. Κύρια αιτία αποτέλεσαι ο μεγάλος απελευθερωμένος πληθυσμός και η υπέρβαση της φέρουσας ικανότητας του οικοτόπου, με αποτέλεσμα τη μειωμένη ικανότητα εύρεσης τροφής, ωστόσο ο εμπλουτισμός στέφθηκε από επιτυχία.

Στις περιοχές Vilamoura και Faro/Ancão, της Algarve στη νότια Πορτογαλία, πραγματοποιήθηκαν εμπλουτισμοί των *Sparus aurata* και *Diplodus sargus* με τη χρήση των τεχνητών υφάλων. Οι απελευθερώσεις έγιναν από το Νοέμβριο του 2001 έως τον Ιούλιο του 2004 σε αποστάσεις 2.5-4.8 km από την ακτογραμμή και αφέθηκαν συνολικά 6.100 *S. aurata* και 7.500 *D. sargus*. Μετά από διάστημα 3 ετών από την πρώτη απελευθέρωση παρατηρήθηκε πως τα ιχθύδια μετανάστευσαν από τους τεχνητούς υφάλους προς ρηχότερα βάθη (<10 m) ενώ η εξάπλωση της *S. aurata* ήταν μικρότερη από του *D. sargus*.

Στη νότια Ζηλανδία από το 1991 έως το 1998, 10.000 ιχθύδια *Psetta maxima* με μέγεθος 11-16cm (γκρουπ Ι) και από το 1993 έως το 1995 γύρω στις 100.000 ιχθύδια *Psetta maxima* 4-6cm (γκρουπ 0) απελευθερωνόταν ετησίως στη περιοχή της Kattegat (Støttrup *et al*, 2002) (Εικ. 3.5).

Τα ψάρια προερχόταν από 6 διαφορετικούς σταθμούς παραγωγής γόνου και τα μεγαλύτερα (περίπου 10.000) με μήκος >10 cm σημάνθηκαν με T-bar σημάνσεις ενώ τα υπόλοιπα (100.000-150.000) με το χημικό αλιραζίνη.

Η μεταφορά τους έγινε με ειδικά φορτηγά και ο χρόνος που απαιτήθηκε να φτάσουν στη περιοχή απελευθέρωσης κυμάνθηκε από 8 έως 12 ώρες. Λόγω της πολύωρης μεταφοράς και της ανάγκης για διατήρηση σε άριστη κατάσταση των ιχθυδίων, τα φορτηγά εφοδιάστηκαν με ειδικός μηχανισμός αερισμού στο πάτο της δεξαμενής τους.



Εικόνα 3.5: Η περιοχή απελευθέρωσης και ο διαχωρισμός της σε πέντε φιόρδ

Η απελευθέρωση έγινε κατευθείαν από το φορτηγό με μια μάνικα καθώς αυτό βρισκόταν πάνω σε ένα φέρρυ. Η περιοχή απελευθέρωσης αποτελούνταν από βραχώδεις υφάλους με ενδιάμεσες περιοχές καλυμμένες από άμμο. Επαναλαμβανόμενη απελευθέρωση έγινε μόνο στο φιόρδ III (Εικ. 3.5), ενώ και στα πέντε φιόρδ απελευθερώσεις έγιναν μόνο κατά το έτος 1995. Για τις επανασυλλήψεις χρησιμοποιήθηκαν τράτες με δίκτυα και οι αλειείς έναντι αντιτίμου 4€ επέστρεφαν κάθε σήμανση.

Συνολικά 456 *P. maxima* που είχαν σημειωθεί με αλιζαρίνη επανασυλλήφθηκαν κατά τη διάρκεια 1994-1997 και 2986 ψάρια με T-bar έως τα τέλη του 1998. Οι περισσότερες επανασυλλήψεις πραγματοποιήθηκαν κοντά στη περιοχή απελευθέρωσης, με ακτίνα μετανάστευσης μικρότερη των 10 km. Η ανάπτυξη των ιχθυδίων που σημάνθηκαν με αλιζαρίνη ήταν ανάλογη με εκείνη του άγριου πληθυσμού, ενώ τα ιχθύδια με την εξωτερική σήμανση παρουσίασαν πιο αργή αύξηση. Η θνησιμότητα επίσης ήταν ανάλογη με του άγριου πληθυσμού. Τα παραπάνω αποτελέσματα έδειξαν ότι ο εμπλουτισμός ήταν επιτυχής.

Η απελευθέρωση του *Scophthalmus maximus* στα παράλια της Δανίας διεξήχθη κατά τη χρονική περίοδο 1993-1997 και τα ιχθύδια προερχόταν από σταθμούς παραγωγής γόνου της Νότιας Νορβηγίας (Stottrup *et al.*, 1998). Πριν την εισαγωγή τους στο θαλάσσιο περιβάλλον είχαν περάσει μια περίοδο προσαρμογής και ως κύρια πηγή τροφής τους ήταν το ζωοπλαγκτόν. Σημάνθηκαν με πορτοκαλί χρώμα και εισήχθησαν σε διάφορες περιοχές της Δανίας όταν έφτασαν σε μήκος των 0.5 cm.

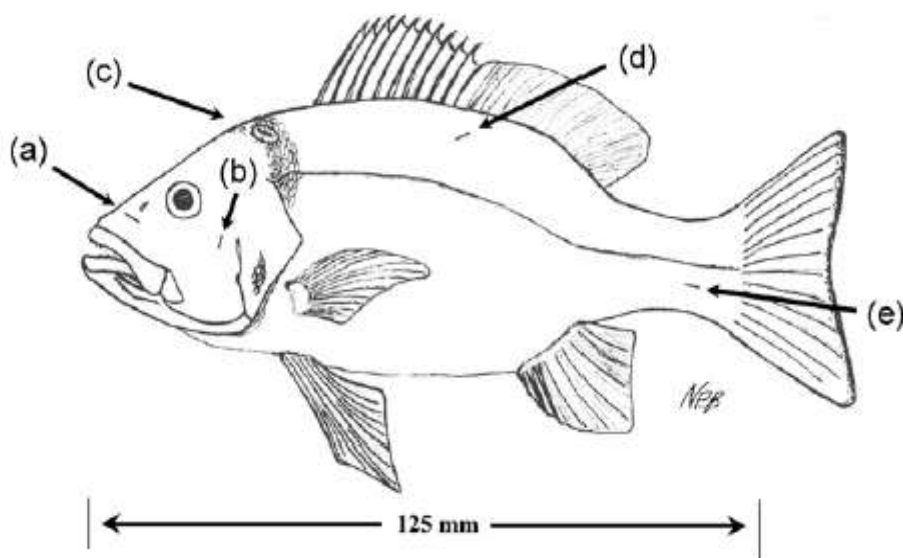
Πολλές φορές η επιτυχία ενός εμπλουτισμού δεν γίνεται αμέσως αντιληπτή αλλά μετά από μερικά χρόνια. Το ίδιο συνέβη και σε αυτή τη περίπτωση καθώς 3 χρόνια μετά τον εμπλουτισμό είχε συλλεχθεί από ψαράδες μόνο το 1% από τα ιχθύδια που είχαν απελευθερωθεί. Επακόλουθο αυτής της κατάστασης είναι η δυσκολία εξαγωγής συμπερασμάτων για τον εμπλουτισμό μιας και τα στοιχεία δεν επαρκούν.

Το 2005, στη νοτιοανατολική Σικελία, πραγματοποιήθηκαν εμπλουτισμοί του *Epinephelus marginatus* με τη χρήση των τεχνητών υφάλων (La Mesa *et al.*, 2008). Στις 4 και 5 Οκτωβρίου του 2005 απελευθερώθηκαν 95 σεσημασμένα, με T-bar, ιχθύδια (47 μικρά και 48 μεγάλα) ηλικίας 3 και 4 ετών. Οι δυο τεχνητοί ύφαλοι αν και διέφεραν ελάχιστα μεταξύ τους, ως προς το μέγεθος, παρείχαν στα ιχθύδια τροφή και προστασία. Η απελευθέρωση τους έγινε σταδιακά σε γκρούπ με ενδιάμεσο χρονικό διάστημα 2 λεπτών. Σε χρονικό διάστημα 14 ημερών 2 ιχθύδια αλιεύτηκαν από τοπικούς ψαράδες, ενώ ύστερα από 45 μέρες ακόμα ένα ιχθύδιο αλιεύτηκε από αλιευτικό σκάφος. Τέλος το τελευταίο μαρκαρισμένο ιχθύδιο αλιεύτηκε ύστερα από 98 μέρες σε απόσταση 13 km από το σημείο απελευθέρωσης γεγονός που υποδυναμίζει την επιτυχία του εμπλουτισμού.

Η επιτυχής σήμανση συμβάλλει ουσιαστικά στην επιτυχή εφαρμογή του εμπλουτισμού και η αποτελεσματικότητα της έχει μελετηθεί στο παρελθόν. Από τις πιο

πρόσφατες δημοσιευμένες έρευνες είναι των Brennan *et al.* (2007), οι οποίοι μελέτησαν λυθρίνια που αιχμαλωτίστηκαν στον Κόλπο του Μεξικού και αναπαράχθηκαν σε αλμυρό νερό σε κλειστές δεξαμενές στο Gulf Coast Laboratory, Oceans Springs, Mississippi, USA.

Η σήμανση εφαρμόστηκε σε ιχθύδια 45-125mm στάνταρ μήκους (SL) με χρήση του MS-222 αναισθητικού για 1-4 λεπτά ενώ ταυτόχρονα μετρήθηκε το μήκος και το βάρος τους. Για τη σήμανση χρησιμοποιήθηκε ειδικό μηχανήμα εισχώρησης του κωδικοποιημένου μαγνητισμένου σύρματος (CWT) και μια βελόνα ώστε να επιτευχθεί το κατάλληλο βάθος εισχώρησης του CWT και για την αναγνώριση τους ένας ανιχνευτής μαγνητικού πεδίου. Τα εμφυτεύματα τοποθετήθηκαν σε πέντε διαφορετικές περιοχές όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.6.

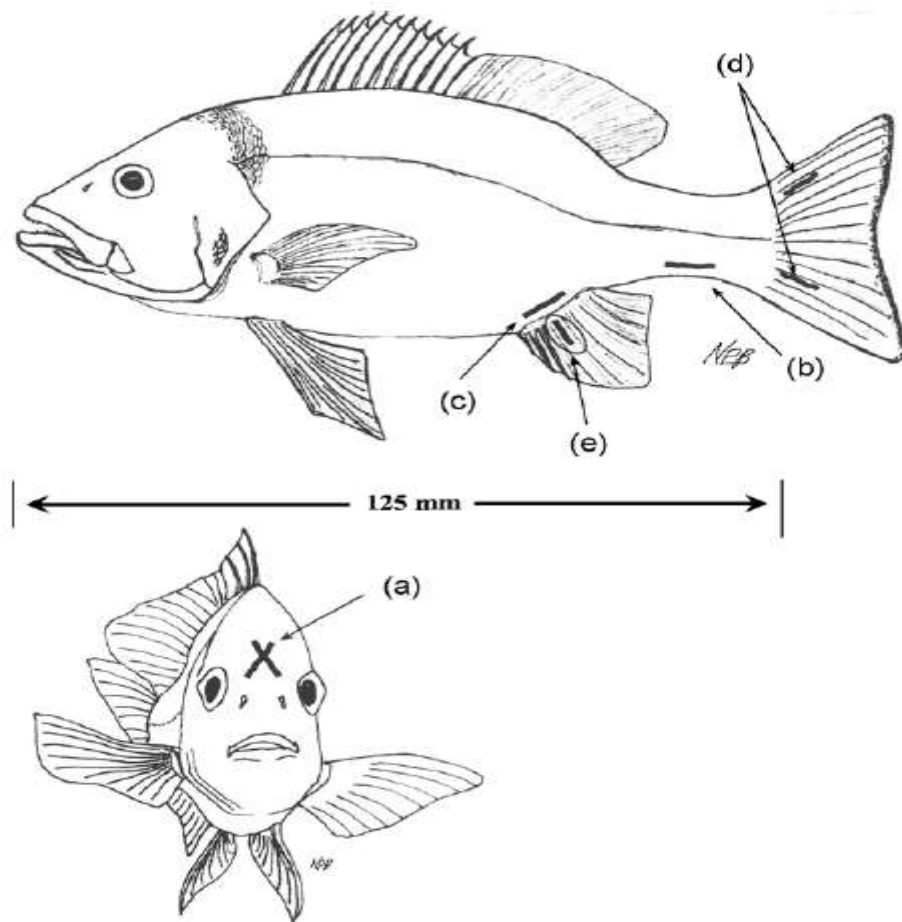


Εικόνα 3.6: Σημεία τοποθέτησης εμφυτευμάτων CWT

Οι ομάδες τοποθετήθηκαν όλες σε δεξαμενές 400 lt με ανακυκλούμενο θαλασσινό νερό έως το πέρας 3-8 εβδομάδων και τον επανελέγχο της παραμονής της

σήμανσης.

Τα ορατά εμφυτεύματα ελαστομερούς εισήχθησαν στα ψάρια (48-107mm) με βελόνες είτε μέσω σύριγγας είτε μέσω πνευματικών μηχανών. Και σε αυτήν της περίπτωση το μαρκάρισμα έγινε σε τρία διαφορετικά σημεία (a, b, c), όπως φαίνεται στην Εικόνα. 3.7.



Εικόνα 3.7: Σημεία εφαρμογής μαρκαρίσματος

Σε ένα άλλο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν ιχθύδια τριών διαφορετικών μεγεθών: α) μικρά (46-65mm SL), β) μεσαία (55-83mm SL) και γ) μεγάλα (75-111mm SL) και τους εισήχθη κόκκινος, κίτρινος και πορτοκαλής φθορισμός ελαστομερούς στα σημεία

d και e όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.7. Και σε αυτήν τη περίπτωση τοποθετήθηκαν σε δεξαμενές ανά μέγεθος και χρώμα σήμανσης διαφορετικά και παρέμειναν εκεί μέχρι να επανεξεταστούν.

Οι απελευθερώσεις έγιναν το 1999-2001 και αποτέλεσμα ήταν η επιτυχής αναγνώριση των σημάνσεων για ένα παρατεταμένο διάστημα μετά τον εμπλουτισμό. Αρχικά τρεις έως έξι εβδομάδες μετά τη σήμανση η φθορά των σημάνσεων των CWT ήταν ελάχιστη και έφτανε μόνο το 3%, ενώ έξι μήνες μετά ο φθορισμός του ελαστομερούς ήταν ακόμα εμφανής κατά 99%. Μετά τον εμπλουτισμό δύτες που βούτηξαν σε βάθος 17-20m διαπίστωσαν πως ο φθορισμός ελαστομερούς ήταν καλά ορατός (εκτός από αυτόν στην περιοχή της μύτης) ενώ τα πιο ευκρινή χρώματα ήταν το κόκκινο και το πορτοκαλί.

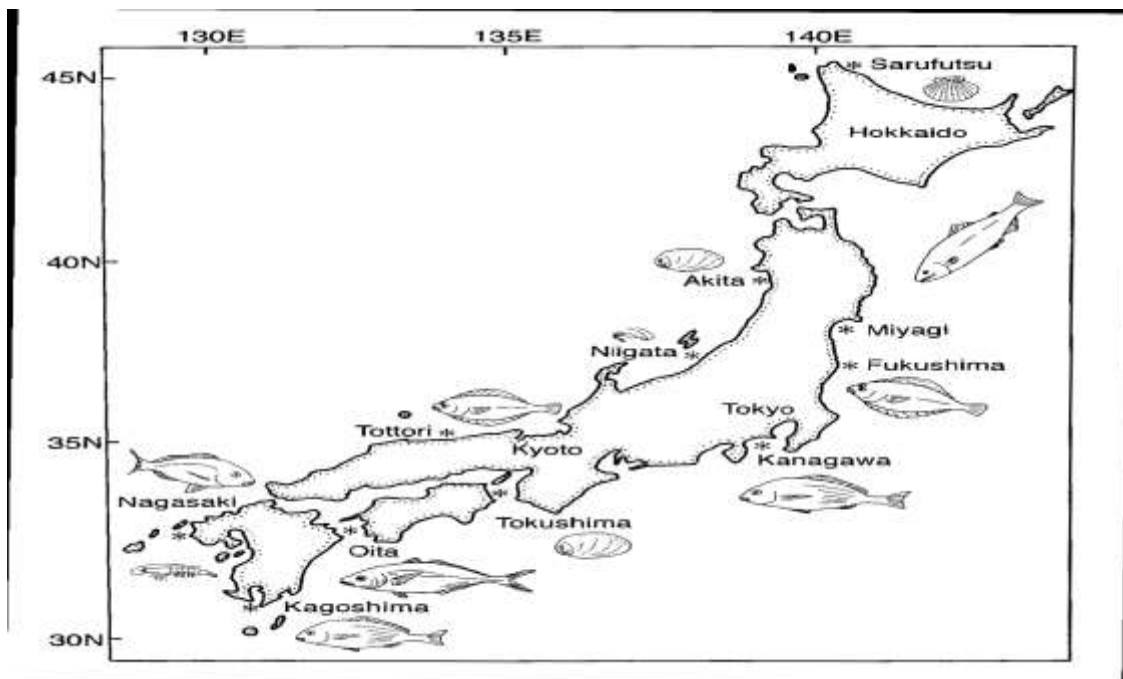
Η Ελλάδα σε αντίθεση με τις υπόλοιπες χώρες δεν έχει επιστημονική βιβλιογραφία στον τομέα των θαλάσσιων εμπλουτισμών. Απελευθερώσεις σε εσωτερικά ύδατα έχουν καταγραφεί από το 1920, με κυριότερες την απελευθέρωση του κουνουπόψαρου (*Gambusia affinis*) για την καταπολέμηση των κωνοποειδών (Οικονομίδης, 2000), με είδη πέστροφας (*Onchorynchus spp.*) στις αρχές του 1950 και 1980, με σολωμό (*Salmo salar*) στην Πελοπόννησο, Κρήτη και Κεντρική Ελλάδα, με κυπρίνο (*Cyprinus caprio*) στις λίμνες Παμβότιδα, Καστοριάς, Μικρής Πρέσπας και στον ταυρωπό (Economidis, 2000).

Οι εμπλουτισμοί στο θαλάσσιο περιβάλλον της Ασίας ξεκίνησαν από τα μέσα του προηγούμενου αιώνα. Δυστυχώς δεν υπάρχουν πολλές επιστημονικές αναφορές για όλες τις περιοχές της (π.χ. Κορέα) και η μεγαλύτερη βιβλιογραφική πληροφόρηση εστιάζεται στην Ιαπωνία (FAO, 2004).

Το ενδιαφέρον της Ιαπωνίας στράφηκε προς τους θαλάσσιους εμπλουτισμούς

στις αρχές του 1960, όταν απελευθερώθηκαν για πρώτη φορά ιχθύδια του *Pargus major* στην περιοχή Kanagawa (Masuda and Tsukamoto, 1998). Μαζικές απελευθερώσεις του *Paralichthys olivaceus* ξεκίνησαν το 1977 από την περιοχή Hokkaido (Murai and Koshiishi, 1997), το 1996 απελευθερώθηκαν συνολικά 9.000.000 ιχθύδια *Acanthopargus schlegelii* (Gonzales *et al.*, 2008) και μετέπειτα ακολούθησαν πολλοί εμπλουτισμοί, σε διάφορες περιοχές της Ιαπωνίας (Εικ. 3.8), που το μέγεθος του πληθυσμού των απελευθερωμένων ιχθυδίων ξεπέρασε τα 22.6 εκατομμύρια ιχθύδια (Murai and Koshiishi, 1997).

Το 1981 ξεκίνησε ο πρώτος εμπλουτισμός στο Hokkaido, της Ιαπωνίας, με ιχθύδια *Paralichthys olivaceus* (Spoul and Tominaga, 1992). Ως το 1989 απελευθερώθηκαν περισσότερα από 1.000.000 ιχθύδια, με κύρια περιοχή απελευθέρωσης την Ishikary Bay που δέχθηκε >36% των απελευθερωμένων γόνων.



Εικόνα 3.8: Περιοχές με τους κυριότερους εμπλουτισμούς στην Ιαπωνία (Masuda and Tsukamoto, 1998)

Τα αποτελέσματα των επαναλαμβανόμενων εμπλουτισμών έγιναν εμφανή από τα πρώτα χρόνια των απελευθερώσεων αφού ο λόγος «Κόστος/Όφελος» ανήλθε σε 3.15.

Κατά τα έτη 1989-1997 πραγματοποιήθηκαν διαδοχικές απελευθερώσεις του *Sebastes schlegeli* στην Yamata Bay της Ιαπωνία (Nakagawa *et al*, 2006). Στο διάστημα 1989-1991 και 1993-1997 συνολικά απελευθερώθηκαν 447.400 ιχθύδια. Ο βαθμός επιτυχίας του προγράμματος εμπλουτισμού κρίθηκε από τα ποσοστά επανασύλληψης από τους τοπικούς αλιείς. Συνολικά επανασυλλέχθηκαν 51.512 ιχθύδια. Η ηλικιακή κατανομή των επανασυλλήψεων ποικίλε, με περισσότερες επανασυλλήψεις σε ψάρια από 1 έως 3 έτη και με μεγαλύτερα ποσοστά επανασύλληψης στη μικρότερη ηλικία που άγγιζαν το 61.2%. Ο επιτυχής εμπλουτισμός σκιάστηκε από το αυξημένο κόστος, καθώς η αναλογία πώλησης τους στη τοπική αγορά προς το κόστος ανάπτυξης τους στο σταθμό αναπαραγωγής γόνου κυμαινόταν από 0.68 έως 1.25.

Κατά τα έτη 2000-2002, στην περιοχή Daio Bay της Ιαπωνίας, διενεργήθηκαν εμπλουτισμοί του *Acanthopargus schlegelii* (Gonzalez *et al.*, 2008). 20.000 ιχθύδια, μήκους 4 cm, προερχόμενα από από το σταθμό παραγωγής γόνου Hiroshima City Marine Products Promotion Center (HCMPPC) απελευθερώθηκαν σταδιακά στη Daio Bay. Τα στοιχεία για το μέγεθος των επανασυλλήψεων προήλθαν από τους αλιείς της περιοχής. Κατά την περίοδο αναπαραγωγής του 2003 επανασυλλήφθηκαν 70 ενήλικα και αντίστοιχα 104 ενήλικα το 2004, αποτελώντας το 12.5% και το 13.5% αντίστοιχα των ετήσιων εκφορτώσεων. Η επιτυχία του εμπλουτισμού αποδείχθηκε από την επανασύλληψη ιχθυδίου σε κατάσταση ωοτοκίας, γεγονός που αυξάνει τις πιθανότητες διασταύρωσης του απελευθερωμένου πληθυσμού με τον άγριο.

Στη Miyako Bay της Ιαπωνίας, από το 1987 έως το 1995 πραγματοποιήθηκαν 9

απελευθερώσεις με 1.038.000 ιχθύδια *P. olivaceus* με συνολικό μήκος 100 mm (Okouchi *et al.*, 2004). Ο εμπλουτισμός χωρίστηκε σε τρεις φάσεις: α) Η πρώτη φάση (1982-1984) αποσκοπούσε στο προσδιορισμό της καταλληλότερης περιοχής απελευθέρωσης και τη μελέτη της μετακίνησης και εξάπλωσης του είδους. β) Στη δεύτερη φάση (1986-1988) μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα του εμπλουτισμού. Τα αποτελέσματα σχετίστηκαν με τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο (εποχή με μεγάλη αλιευτική παραγωγή) και γ) Η τρίτη φάση (1989-1995) αποτελεί την περίοδο απογραφής των ιχθύων ώστε να εκτιμηθεί ακριβώς η αποτελεσματικότητα του εμπλουτισμού.

Τα στοιχεία που αναλύθηκαν αφορούσαν τη χρονική περίοδο 1988-1999. Σε όλο αυτό το διάστημα οι συνολικές εκφορτώσεις ανήλθαν σε μέγεθος 368.986 ιχθυδίων (εκ των οποίων 106.332 εκτρεφόμενων ή το 28.8% του απελευθερωμένου πληθυσμού). Ο εμπλουτισμός κρίθηκε επιτυχημένος καθώς στήριξε τη τοπική αλιεία χωρίς να εκτοπίσει τον άγριο γηγενή πληθυσμό.

Εμπλουτισμός ιχθυδίων *Pagrus major* διεξήχθει στην περιοχή News Bay της Oita Prefecture της Ιαπωνίας (Εικ. 3.8) (Tsukamoto *et al.*, 2006). Απελευθερώθηκε πληθυσμός τριών διαφορετικών μεγεθών (10, 20 και 40 mm συνολικού μήκους) κατά τα έτη 1987 και 1988. Κατά την πρώτη απελευθέρωση 267.000 σεσημασμένα ιχθύδια απελευθερώθηκαν απ'ευθείας στη θάλασσα εκ των οποίων 10.618 επανασυλλήφθηκαν μέχρι το καλοκαίρι του 1989. Το μήκος των μεγαλύτερων έφτασε τα 200 mm σε διάστημα ενός έτους και ο ρυθμός ανάπτυξης, για τα ιχθύδια που απελευθερώθηκαν με μήκος 40 mm, ήταν πιο υψηλός από των δυο άλλων γκρουπ.

Το 1988 απελευθερώθηκαν 756.000 ιχθύδια και επανασυλλήφθηκαν συνολικά 4.413. Τα μικρότερα ποσοστά επανασύλληψης από τη δεύτερη απελευθέρωση

οφείλονται στην λήξη του προγράμματος καταγραφής, χωρίς να μαρτυρούν πιθανή αποτυχία του εμπλουτισμού.

Αυξημένα ποσοστά θνησιμότητα παρουσίασε το γκρουπ των 20 mm ενώ το ποσοστό επιβίωσης των ιχθυδίων, με συνολικό μήκος 10 mm, μετά από ένα μήνα από την απελευθέρωση ήταν 0.0 %. Η εξάλειψη τους θεωρήθηκε αποτέλεσμα καννιβαλισμού από τα μεγαλύτερα (40 mm), καθώς 2 μέρες μετά την πρώτη απελευθέρωση του (Ιούλιο του 1987), βρέθηκαν μαρκαρισμένοι ωτόλιθοι ιχθυδίων *P. major* των 10 mm σε στομάχια *P. major* των 40 mm.

Τα ιχθύδια παρέμειναν στην περιοχή απελευθέρωσης όπου και αναπαράχθηκαν με αποτέλεσμα η βιομάζα της να αυξηθεί. Δεν παρατηρήθηκαν μεγάλες μετακινήσεις εκτός από τη μετακίνηση τους μετά το τέλος του καλοκαιριού προς την ανοιχτή θάλασσα.

Το 2000 απελευθερώθηκαν 6.966 ιχθύδια *Arctoscopus japonicus*, με μέσο μήκος 10.4 cm, στις περιοχές Nanao Bay της Ishikawa Prefecture και Toyama Bay της Toyama Prefecture (Tsutomu *et al.*, 2006). Σε διάστημα 5 ετών επανασυλλήφθηκαν 123 σεσημασμένα ιχθύδια και η επιτυχία του εμπλουτισμού επιβεβαιώθηκε από την παρουσία ενήλικων σεσημασμένων ατόμων. Τα περισσότερα *A. japonicus* που επανασυλλήφθηκαν από την Toyama Bay βρισκόταν σε κατάσταση ωοτοκίας, γεγονός που μαρτυρά την εδραίωση του πληθυσμού στην περιοχή και την ομαλή “συγχώνευση” του με τον άγριο γηγενή πληθυσμό. Τέλος παρουσιάστηκε μικρή μετανάστευση προς την περιοχή Niigata, νότια της περιοχής απελευθέρωσης.

Το 2002 και το 2003 απελευθερώθηκαν, 145.000 ιχθύδια *Scomberomorus niphonius*, συνολικού μήκους 40 mm και 160.068 συνολικού μήκους 100 mm, στην ανατολική περιοχή του Seto inland sea (Εικ. 3.9) (Obata *et al.*, 2008).



Εικόνα 3.9: Seto inland sea (Wikipedia, 2004)

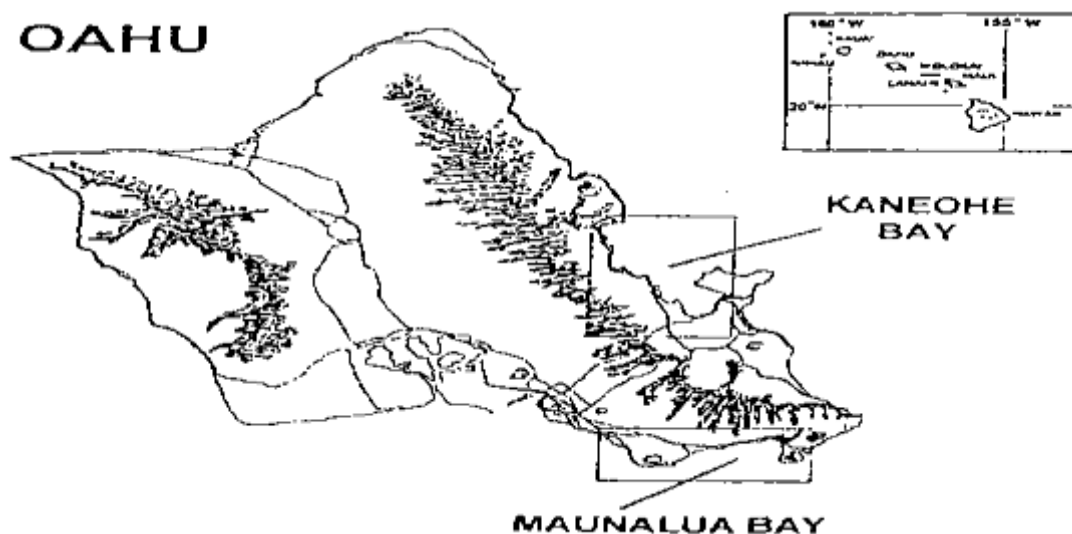
Από το 2002 έως το 2004 παραδόθηκαν από τους αλιείς 2.761 άτομα. Τα αποτελέσματα έδειξαν την επιτυχία του εμπλουτισμού στην περιοχή και την αύξηση της βιομάζας. Μέγιστη βιωσιμότητα και εδραίωση παρατηρήθηκε στα μεγαλύτερου μεγέθους ιχθύδια.

Οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής διεξάγουν ετησίως πολλούς εμπλουτισμούς κυρίως σε ποτάμια και λίμνες. Τα κύρια θαλάσσια είδη που έχουν εισαχθεί στην Αμερική είναι τα *Mugil cephalus*, *Sciaenops ocellatus*, *Homarus gammarus*, *Gadus morhua* και *Gambusia gaigei* (FAO, 2004).

Κατά την προηγούμενη 20ετία μια σειρά εμπλουτισμών με *Mugil cephalus* πραγματοποιήθηκε στο Oahu της Χαβάης.

Από τον Ιούνιο έως τον Ιούλιο του 1990 απελευθερώθηκαν συνολικά 85.848 *M. cephalus* (42.822 στη Kaneohe Bay και 43.026 στη Maunaloa Bay του Oahu (Εικ. 3.10), προερχόμενα από τον Oceanic Institute, σταθμό αναπαραγωγής γόνου (Leber,

1995).



Εικόνα 3.10: Περιοχή μελέτης στο Oahu της Χαβάης

Ως μέθοδο σήμανσης χρησιμοποιήθηκε το σύρμα δυαδικού κώδικα το οποίο τοποθετήθηκε στο ρύγχος των ιχθυδίων. Το πρόγραμμα περιελάμβανε 5 γκρουπ μεγεθών (45-60 mm συνολικό μήκος, 60-70 mm, 70-85 mm, 85-110 mm, 110-130 mm) τα οποία απελευθερώθηκαν ταυτόχρονα. Σε διάστημα 10 μηνών 733 *M. cephalus* επανασυλλήφθηκαν (277 στην Kaneohe Bay και 456 στην Maunaloa Bay) που αποτελούσαν το 4.6 % και 15.5% της συνολικής εκφόρτωσης *M. cephalus*. Έως την 23^η εβδομάδα τα ποσοστά και στις δυο περιοχές έφταναν 2.09% των μηνιαίων εκφορτώσεων *M. cephalus*. Στην Kaneohe Bay οι εκφορτώσεις άγριου *M. cephalus* ήταν μεγαλύτερες σε σχέση με την άλλη περιοχή έρευνας ενώ το μέγεθος κρίθηκε αδύνατο να μελετηθεί λόγω των φτωχών αποτελεσμάτων από την Maunaloa Bay σε ιχθύδια που είχαν μέγεθος κατά την απελευθέρωση μικρότερο των 70mm.

Σε έναν μεταγενέστερο εμπλουτισμό, 90.817 ιχθύδια *M. cephalus* που αναπύχθηκαν ως το στάδιο του γόνου από το σταθμό παραγωγής γόνου Oceanic

Institute και σημάνθηκαν με coded wire tag απελευθερώθηκαν στην ευρύτερη περιοχή της Χαβάης (Leber *et al.*, 1997). Οι πέντε ομάδες αποτελούνταν από ψάρια μήκους 45-60 mm, 60-70 mm, 70-85 mm, 85-110 mm και 110-130 mm. Οι απελευθερώσεις έγιναν στην Kaneohe Bay, κοντά στους Kahaluu Stream και Kaneohe Stream.

Οι απελευθερώσεις διήρκησαν από τον Μάιο έως τον Ιούλιο του 1991. Οι ανοιξιάτικες έγιναν στις 1, 3 και 10 Μαΐου ενώ οι καλοκαιρινές στις 12, 19 και 26 Ιουλίου και διεξαγόταν μεσημεριανές και απογευματινές ώρες κοντά στην ακτή (0.5-1.5 m βάθος).

Συνολικά επανασυλλήφθηκαν 2.642 ιχθύδια από το παρόν πρόγραμμα. Από τις απελευθερώσεις του 1992 στην περιοχή Kaneohe Stream δεν υπήρχε ουδεμία επανασύλληψη και το 1.3% από τις σημάνσεις καταστράφηκαν κατά την προσπάθεια εξαγωγής τους.

Ένα ακόμα είδος προς εξαφάνιση στη Χαβάη αποτελεί το *Polydactylus sexfilis*. Προσπάθειες για αύξηση των αποθεμάτων του έγιναν το 1993 (Leber *et al.*, 1998) και το 1996 (Zeiman *et al.*, 2004). Ο εμπλουτισμός του 1996 αποτέλεσε μια μακροχρόνια προσπάθεια με την απελευθέρωση συνολικά περισσότερων από 340.000 ιχθυδίων *P. sexfilis*.

Τα περισσότερα στοιχεία για την αποτελεσματικότητα του εμπλουτισμού δόθηκαν από τους αλιείς με την παράδοση των σεσημασμένων ιχθυδίων κατά τα έτη 1998-1999. Το 8.7% της παραγωγής, του συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος, αποτελούνταν από σεσημασμένα άτομα. Η αλίευση τους έγινε στον τόπο απελευθέρωσης τους ενώ τα πιο απομακρυσμένα *P. sexfilis* αλιεύτικαν σε απόσταση 11.5 km από το σημείο απελευθέρωσης.

Στον Κόλπο του Τέξας μεταξύ 16 Απριλίου και 15 Ιουλίου 1995, 3.3, 1.5, 1.8

και 1.9 εκατομμύρια ιχθύδια του *Sciaenops ocellatus* με μέγεθος 25-30mm απελευθερώθηκαν στις παραλιακές περιοχές Matagorda, San Antonio, Aransas και Corpus Christy (McEachron *et al.*, 1998). Τα παραπάνω ιχθύδια αποτελούσαν το 57% των εμπλουτισμών κατά το 1995 στη Matagorda Bay, 69% στην San Antonio Bay, 75% στην Aransas Bay και 100% στη Corpus Christy Bay. Τα υπόλοιπα εισήχθησαν μεταξύ 30 Αυγούστου και 15 Δεκεμβρίου του ίδιου έτους. Ως περιοχή μάρτυρας επιλέχθηκε η Cedar Lakes γιατί δεν είχε υποστεί κανέναν εμπλουτισμό για διάστημα μεγαλύτερο των 9 ετών.

Σε αυτήν την περίπτωση η επιτυχία των εμπλουτισμών υπολογίστηκε με βάση το μήκος των ιχθυδίων κατά την επανασύλληψη και τη συχνότητα επανασύλληψης των ιχθυδίων σε δίχτυα, την Άνοιξη του 1996.

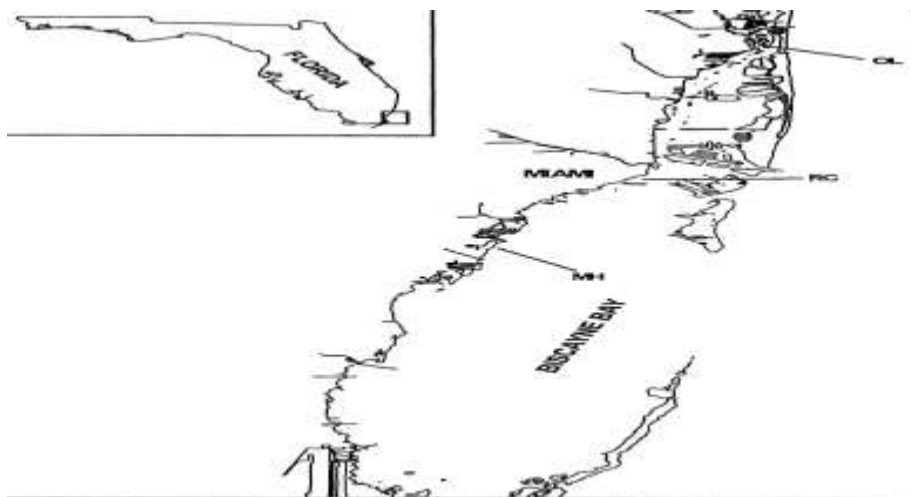
Η επεξεργασία έγινε με το μοντέλο ανάπτυξης του Von Bertalanffy και βάση των συλλήψεων ανά μονάδα προσπάθειας (catch per unit effort- CPUE) υπολογίστηκε ο μέσος όρος των ατόμων κάθε κατηγορίας τα οποία αλιεύθηκαν σε κάθε ακτή κατά τη διάρκεια της Άνοιξης. Το χ^2 test χρησιμοποιήθηκε για να συγκρίνει τη διακύμανση των μεγεθών σε σχέση με την ακτή μάρτυρα. Αποτέλεσμα ήταν πως ο $p < 0,05$ (σημαντικός) μιας και όλα τα ιχθύδια ήταν άνω των 400mm, άρα οι εμπλουτισμοί θεωρήθηκαν επιτυχημένοι.

Στις 10 Ιουλίου του 2002 έλαβε χώρα ένας νέος εμπλουτισμός στη Corpus Christi Bay του Τέξας, με ιχθύδια *S. ocellatus* (Saillant *et al.*, 2009). 192.500 ιχθύδια με μέσο βάρος 42 gr και σε χρονικό διάστημα 1 ώρας απελευθερώθηκαν σε ακτίνα 100 m από την ακτογραμμή. Μετά από μικρό χρονικό διάστημα το σύνολο των επανασυλληφθέντων ιχθυδίων ανήλθε σε 310 ενώ τα επόμενα χρόνια η βιομάζα αυξήθηκε.

Στην Biscayne Bay της Φλόριντας, των Ηνωμένων Πολιτειών, πραγματοποιήθηκε εμπλουτισμός με ιχθύδια *S. ocellatus* το Μάιο του 1994 (Serafy *et al.*, 1999) (Εικ. 3.11)

Τα ιχθύδια με μήκος 50 mm απελευθερώθηκαν σε απόσταση 25 m από την ακτή σε τρεις διαφορετικές περιοχές (Εικ. 3.11).

Μέσα σε διάστημα 6 ημερών τα ιχθύδια είχαν σχεδόν “εξαφανιστεί” από τη περιοχή απελευθέρωσης.



Εικόνα 3.11: Biscayne Bay

Παράγοντες που επηρέασαν τη μαζική εξαφάνιση των ιχθυδίων θεωρήθηκε το στρες κατά τη μεταφορά και η παρουσία των θηρευτών *Spyraena barracuda* και *Strongylura notata*.

Ένα από τα δημοφιλή είδη της θαλάσσιας αλιείας στην περιοχή του Κόλπου του Μεξικού αποτελεί το *Lutjanus campechanus* (Svedlmayer *et al.*, 2004). Η συνεχόμενη μείωση των αποθεμάτων του, οδήγησε στη διεξαγωγή εμπλουτισμού με τη χρήση των τεχνητών υφάλων στην ακτή της Alabama.

Η μέθοδος του εμπλουτισμού στηρίχθηκε στη δημιουργία τεχνητών υφάλων, που παρείχαν στα ιχθύδια προστασία από τους θηρευτές. Από το Μάιο του 1990 έως τον Οκτώβριο του 1991, σημάνθηκαν και απελευθερώθηκαν 1155 *L. campechanus* και τοποθετήθηκαν 100 τεχνητοί ύφαλοι.

Από τα απελευθερωμένα ιχθύδια επανασυλήφθηκαν 146 *L. campechanus* και η θνησιμότητα εξ' αιτίας της αλιείας υπολογίστηκε $F=0.18$.

Το πρόγραμμα συνεχίστηκε από το 1998-2002 με την προσθήκη 220 νέων υφάλων. Οι μετρήσεις από το 1999-2004, έδειξαν την επιτυχία του εμπλουτισμού καθώς 3557 *L. campechanus* αλιεύτηκαν εκ των οποίων 3413 ενήλικα άτομα ικανά για αναπαραγωγή.

4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Σταθμοί παραγωγής γόνου

Οι σταθμοί παραγωγής γόνου αποτελούν έναν σχετικά νέο, αλλά πολλά υποσχόμενο τομέα της εμπορικής βιομηχανίας για τις επόμενες δεκαετίες (León *et al.*, 2006). Η πρακτική τους στη σύγχρονη μορφή ξεκίνησε το 1733 όταν ένας γερμανός αγρότης κατάφερε να μαζέψει αυγά πέστροφας και να τα γονιμοποιήσει (Πολυχρονίδης, 2005). Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Οκτώβρη του 2002 σχεδίασε μια στρατηγική (COM,2002,511 final) για την αειφορική ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών στην Ευρώπη. Ως σκοπό της είχε να δυναμώσει το ρόλο των υδατοκαλλιεργειών αυξάνοντας τις θέσεις εργασίας και των αποθεμάτων των ψαράδων με τέτοιο τρόπο ώστε να μην βλάπτει το περιβάλλον.

Ο FAO με τη σειρά του υποστηρίζει την υδατοκαλλιέργεια υδρόβιων οργανισμών όπως ψάρια, μαλάκια και φύκια για εμπλουτισμούς, τροφή, προστασία γεννητόρων και λοιπά (FAO, 1995 : Lorenzen, 2005). Από την αρχή της ίδρυσης του ξεκίνησε μια μεγάλη προσπάθεια για τη συλλογή στοιχείων από σταθμούς παραγωγής γόνου ώστε να έχει αντιπροσωπευτικά δείγματα για την παραγωγή ιχθυδίων που προορίζονται για εμπλουτισμούς. Αρχικά πολλές χώρες δεν παρείχαν τα απαραίτητα στοιχεία, αλλά με το πέρας των ετών προστίθενται όλο και νέα (FAO, 2004).

Ο σχεδιασμός και η ολοκληρωμένη παραγωγή ιχθυδίων αντιμετωπίζουν δυο κύρια προβλήματα α) το αυξημένο κόστος παραγωγής και β) τους αυστηρούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς (Conklin *et al.*, 2003). Παρόλα αυτά το 2001 48.413.635t ψαριών παράχθηκαν για διάφορους σκοπούς. Η Ασία ως πρωτοπόρος για πολλά χρόνια παρουσιάζει αυξημένες παραγωγές ιχθυδίων για θαλάσσιους εμπλουτισμούς. Από το 1984 έως το 1997 5.894.232.000 ιχθύδια παράχθηκαν με

κυριότερα τα *Patinopecten yessoensis* (5.656.216.000), *Pargus major*, *Acanthopgrus schlegeli* και *Ebynynis japonica* (105.019.000), *Paralichthys olivaceus* (55.878.000) και *Tridacna maxima* (25.020.000) (FAO, 2004). Αξιοσημείωτο αποτελεί ότι τα τελευταία επτά χρόνια παρουσιάζει μεγάλη ανάπτυξη ο τομέας των ιχθυοκαλλιεργειών και εκτός της Κίνα (FAO, 2006).

Σε αντίθεση με την ανάπτυξη που παρουσιάζει στον τομέα της παραγωγής ιχθυδίων γλυκών νερών, αποτελεί μεγάλη πρόκληση ο τομέας των θαλάσσιων ιχθυδίων λόγω του μικρού μεγέθους πολλών εκ των λαρβών (Conklin *et al.*, 2003). Πρέπει να σημειωθεί πως δεν είναι δυνατόν οι σταθμοί παραγωγής γόνου να μπορέσουν να καλύψουν όλες τις ανάγκες για θαλάσσιους εμπλουτισμούς καθώς δεν μπορούν να αναπαραχθούν ψάρια βενθοπελαγικής αλιείας (Bell *et al.*, 2006).

4.1.1 Τα κυριότερα προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι σταθμοί παραγωγής γόνου

Ένα από τα βασικά προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει ένας σταθμός παραγωγής γόνου είναι η δημιουργία ιχθυδίων απαλλαγμένα από ασθένειες και παράσιτα (Liao *et al.*, 2003).

Οι σταθμοί παραγωγής γόνου μερικές φορές παρέχουν τις κατάλληλες συνθήκες ώστε να αναπτυχθούν παράσιτα, παθογόνα, μύκητες και ιοί, που σε φυσιολογικές συνθήκες δεν θα υπήρχαν στον άγριο πληθυσμό (Bunkley-Williams and Williams, 2006). Μερικές φορές υπάρχει η παρουσία τους, αλλά σε μικρό βαθμό, ώστε τα ψάρια να μπορούν να θεωρηθούν υγιέστατα (Seng *et al.*, 2006). Οι επιδράσεις των ασθενειών στους άγριους πληθυσμούς έχουν ως εξής σύμφωνα με τους Bondad-Raentaso *et al.*, (2005):

- Αλλοίωση στη δομή της κοινωνίας μέσω αλλαγών στους άρπαγες και πληθυσμούς στόχους.
- Αλλαγές στο μέγεθος του πληθυσμού του ξενιστή. Σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνονται η μεταβολή της συμπεριφοράς, η αύξηση της θνησιμότητας, η μειωμένη αναπαραγωγή και η αυξημένη ευαισθησία στη θήρευση
- Μείωση της ενδοειδικής γενετικής παραλλακτικότητας
- Τοπική εξαφάνιση των ευαίσθητων στοιχείων μιας κοινωνίας
- Πιθανή εξαφάνιση ειδών.

Η αναγνώριση των ασθενειών στα αρχικά στάδια σύμφωνα με τον FAO (2001) γίνεται με ελέγχους σε:

1. Συμπεριφορά: Κάθε αλλαγή της συμπεριφοράς από το φυσιολογικό μπορεί να υποδηλώνει κάποια προσβολή. Περιπτώσεις αλλαγής συμπεριφοράς θεωρούνται για παράδειγμα το κολύμπι κοντά στην επιφάνεια, η βύθιση, η έλλειψη σταθερότητας ή ακόμα και αυξημένη θνησιμότητα.
2. Επιδερμίδα και πτερύγια: Αν παρουσιάζουν οποιαδήποτε αλλοίωση μπορεί να υποδηλώνει ασθένεια ή προσβολή από παθογόνο. Η διάγνωση μπορεί να γίνει από τα πρώτα στάδια (λεκιθικό σάκο). Σε αυτήν την κατηγορία ανήκει η παρατήρηση των ματιών που είναι εξίσου σημαντική.
3. Βράγχια: Η ωχρότητα, η διάβρωση των βραγχίων και οι ερυθρές κηλίδες αποτελούν ενδείξεις ανησυχίας.
4. Σώμα: Κάθε αλλαγή του σώματος από φυσιολογικό αποτελεί ένδειξη προβλήματος

Αν κάποιος από τους παραπάνω ελέγχους συμπεραίνει ότι υπάρχει υποψία ασθένειας ή παρασίτου τότε συνιστάται εσωτερική παρατήρηση των οργάνων και των

ιστών ώστε να διαπιστωθεί η αιτία του προβλήματος και να εφαρμοστεί στον υπόλοιπο πληθυσμό η κατάλληλη θεραπεία.

Οι Kennedy *et al.* (1998), μελέτησαν την ανάπτυξη των βακτηρίων σε δύο τύπους αναπαραγωγής γόνου (κλειστό-ανακυκλούμενο σύστημα και ανοιχτό σύστημα-συνεχούς ροής) του *Centropomus undecimalis*. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως τα βακτήρια αναπτύσσονται σε μεγαλύτερη πυκνότητα στο ανοιχτό σύστημα ενώ η πτώση της αλατότητας επιδρά θετικά στη μείωση της προσβολής.

Η αντιμετώπιση των ιδιαιτεροτήτων των κάθε ιχθυδίων αποτελούν ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι σταθμοί παραγωγής γόνου. Για παράδειγμα, ο FAO (1996), αναφέρει τις δυσκολίες κατά τα πρώτα στάδια σίτισης της τσιπούρας. Η τσιπούρα δεν φέρει λειτουργικό στομάχι κατά την διάρκεια της μεταμόρφωσης, αλλά λειτουργικά ενζυμικά συστήματα, όπως συκώτι και πάγκρεας που διαλύουν τις τροφές (Abol-Munafi *et al.*, 2006). Για τον λόγο αυτό η τροφή που θα προσφερθεί θα πρέπει να είναι τέτοιας μορφής ώστε α) να είναι εν μέρει εύπεπτο β) να βοηθάει την αυτόλυση και γ) να παρέχει όλα τα θρεπτικά συστατικά.

Εντεταμένη προσπάθεια καταβάλλεται για την αποφυγή της γενετικής αλλοίωσης του άγριου πληθυσμού από το νεοεισαχθέν (COFI:AQ/II/2003/7). Η προσπάθεια των βιολόγων για βελτίωση του προς εμπλουτισμό πληθυσμού έγκειται στο να δημιουργηθούν υβρίδια με επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως η ευκολότερη μεταφορά, η αυξημένη ανάπτυξη, έναν συνδυασμό επιθυμητών χαρακτηριστικών δύο ειδών, να αυξήσουν την ανοχή του περιβάλλοντος ή ακόμα και να ελέγξουν την περίοδο αναπαραγωγής (Bartley *et al.*, 2001). Οι βελτιώσεις που υφίστανται τα ψάρια κληρονομούνται στις επόμενες γενιές και λόγω της φυσικής επιλογής και της διασταύρωσης τους με τον άγριο πληθυσμό, θα μειώνονται οι μεταξύ τους αρχικές

γονιδιακές διαφορές και δημιουργούνται νέες επιτυχημένες μελλοντικές γενιές (Lorenzen, 2005).

Η γονιδιακή μελέτη της *Acantopargus schegellii*, που απελευθερώθηκε στις Ninoshima, Atatajima, Miyajima, Oonasamijima και Kurahashi της Hiroshima Bay έδειξε την επίδραση των περιοχών απελευθέρωσης στην γονιδιακή ποικιλότητα (Gonzales and Umino, 2009). Στην περιοχή της Ninoshima, όπου έγιναν οι περισσότερες απελευθερώσεις, ο αριθμός των αλληλομόρφων ήταν μειωμένος σε σχέση με των άλλων περιοχών αλλά η απόκλιση μειώθηκε όταν η σύγκριση βασίστηκε σε επίπεδο ηλικιακής κατανομής.

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες επιτυχίας του εμπλουτισμού είναι η ικανότητα των ιχθυδίων να προσαρμοστούν άμεσα στο περιβάλλον απελευθέρωσης. Οι Fairchild and Howell (2004), καταγράφουν μια σειρά πειραμάτων, εντός του σταθμού παραγωγής γόνου, που σχετίζονται με την προσαρμογή του εκτρεφόμενου *Pseudopleuronectes americanus* σε περίπτωση απελευθέρωσης. α) Η ικανότητα ταφής, β) η αλλαγή του χρώματος, γ) η επιλογή του υποστρώματος, δ) η αρπακτικότητα από πουλιά και ε) η αντίδραση τους στις *Crangon septemspinosa*, ήταν οι παράμετροι που εξετάστηκαν.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως α) η ικανότητα ταφής στο υπόστρωμα αυξήθηκε με την πάροδο του χρόνου και έφτασε το 87% του συνολικού πληθυσμού (15 ιχθύδια), β) η αλλαγή του χρώματος δεν ήταν άμεση και η εξάρτηση από την ένταση του φωτός στο πειραματικό χώρο έγινε εμφανής ύστερα από μια σειρά έντονων διακυμάνσεων της, γ) στο σύνολο των 205 διαφορετικών υποστρωμάτων που εξετάστηκαν τα αποτελέσματα έδειξαν πως ιδιαίτερη προτίμηση υπήρξε στο μικρόκοκκο υπόστρωμα αφού η ευκολία ταφής εντός του ήταν μεγαλύτερη, δ) τα ανοιχτόχρωμα ιχθύδια είχαν

αυξημένα ποσοστά θήρευσης από τα πουλιά. Το 100% του πληθυσμού των ανοιχτόχρωμων και το 58% του πληθυσμού με φυσιολογικό χρωματισμό θηρεύθηκαν από *Phalacrocorax auritus*, *Butorides virescens* και *Nycticorax nycticorax*, ε) η αντίδραση των εκτρεφόμενων ιχθυδίων ήταν διαφορετική από αυτή του φυσικού πληθυσμού. Οι γόνοι δεν αντιδρούσαν άμεσα στην παρουσία των γαριδών και δεν τις αντιμετώπιζαν ως θηρευτές.

Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν τη διαφορά της συμπεριφοράς των εκτρεφόμενων πληθυσμών και την ανάγκη έγκαιρης προσαρμογής πριν απελευθερωθούν στο περιβάλλον.

4.2 Σήμανση και μαρκάρισμα ιχθύων

Για να είναι επιτυχημένο ένα πρόγραμμα εμπλουτισμού πρέπει απαραίτητως να αναγνωριστούν τα απελευθερωμένα ψάρια κατά την επανασύλληψη τους (Liao *et al.*, 2003 : Svåsand, 1998 : Liao, 2006). Το ρόλο αυτό τον έχουν η σήμανση και το μαρκάρισμα (Davenport *et al*, 1999). Πριν την εξέλιξη του τομέα της σήμανσης τα συστήματα που χρησιμοποιούνταν δεν ήταν πολύ αποδοτικά όπως επίσης δεν μπορούσε να εφαρμοστεί σε μικρά ιχθύδια που απελευθεωνόταν από σταθμούς παραγωγής γόνου (Blankenship and Leber, 1995).

Πλέον χρησιμοποιείται μια πληθώρα από είδη σήμανσης και μαρκαρίσματος με κάθε ένα από αυτά εξειδικευμένο για συγκεκριμένο οργανισμό (Svåsand, 1998),

Πρέπει να γίνει σαφές ότι σήμανση και μαρκάρισμα δεν είναι συνώνυμα. Το μαρκάρισμα είναι ένας γενικός όρος για κάθε μέσο προσδιορισμού ενός οργανισμού. Τα μαρκαρίσματα δεν φέρουν πληροφορίες και απλά γίνεται αβαθμολόγητη διάκριση μεταξύ των μαρκαρισμένων ή μη ατόμων (Morgan and Bull, 2005) και

χρησιμοποιούνται για την μελέτη της δομής ενός πληθυσμού (Jacobsen and Hansen, 2004). Η σήμανση είναι ειδική μορφή μαρκαρίσματος που περιέχει πληροφορίες για ένα άτομο ή μια παρτίδα (Morgan and Bull, 2005) και αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο που χρησιμοποιούν οι βιολόγοι για πάνω από 100 χρόνια (Simonsen and Treble, 2003).

Για να εφαρμοστεί η σήμανση ή το μαρκάρισμα απαιτείται αναισθησία πλήρης ή μερική ή απλά σκέπασμα των οφθαλμών όταν τα ψάρια είναι ήρεμα (Davenport *et al.*, 1999 : Simonsen and Treble, 2003).

Μέσω αυτών των τεχνικών προσδιορίζεται η ηλικία, η ανάπτυξη, το μέγεθος του πληθυσμού, η θνησιμότητα, η μετατόπιση και η εξάπλωση ενός πληθυσμού (Block *et al.*, 2000 : Bach *et al.*, 2000).

Όλες οι σημάνσεις και τα μαρκάρια απαιτούν διαδικασίες οι οποίες είναι σαφώς ενοχλητικές για τα ψάρια, στα οποία, είτε προκαλούν stress είτε είναι επιζήμιες (Davenport *et al.*, 1999). Προσεκτική διαδικασία είναι ο κυριότερος συντελεστής επιτυχίας καθώς έρευνες έδειξαν ότι τα ψάρια παραμένουν στρεσαρισμένα για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά τη μεταχείριση (Simonsen and Treble, 2003). Μελέτες έδειξαν πως τα ψάρια μπορεί να παρουσιάσουν συμπτώματα stress πριν τη διαδικασία μαρκαρίσματος. Σε αυτήν την περίπτωση καταλυτικό ρόλο έχει η θερμοκρασία, η ροή και η ποιότητα του νερού σε συνδυασμό με την πυκνότητα του πληθυσμού μέσα στη δεξαμενή (Portz *et al.*, 2006).

Δεν είναι τυχαία η επιλογή της κατάλληλης σήμανσης αλλά εξαρτάται από μια πληθώρα παραγόντων όπως το μέγεθος του ιχθυδίου, το μέγεθος του πληθυσμού, το κόστος της σήμανσης, ο βαθμός δυσκολίας για την εφαρμογή της, ο βαθμός θνησιμότητας και τέλος οι σκοποί του εμπλουτισμού (Bell *et al.*, 2005). Τα σημαντικότερα προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπιστούν είναι:

A) *Προβλήματα στη συμπεριφορά*: Πολλά είδη εσωτερικής σήμανσης ή μαρκαρίσματος έχουν μικρή ή καθόλου επιρροή στη συμπεριφορά των ψαριών ενώ οι εξωτερικές σημάνσεις την επηρεάζουν (Davenport *et al.*, 1999). Τα ψάρια παρουσιάζουν εκνευρισμό, αλλαγή στην πλευση ενώ πολλές φορές οι εξωτερικές σημάνσεις δεν είναι τοποθετημένες στο κέντρο βάρους του σώματος το ψαριού (Jacobsen and Hansen, 2004).

B) *Προβλήματα στη λήψη τροφής*: Οι εσωτερικές σημάνσεις που βρίσκονται εντός του γαστρικού σωλήνα μπορεί να δώσουν την αίσθηση πληρότητας στα ψάρια με αποτέλεσμα να μην λαμβάνουν την απαιτούμενη τροφή και να παρουσιάζουν μειωμένη ανάπτυξη και χαμηλό βάρος (Davenport *et al.*, 1999). Επίσης η λανθασμένη εφαρμογή ετικετών γνάθου μπορεί να δυσκολέψει την πρόσληψη τροφής (Basavaraju *et al.*, 1998).

Γ) *Χρόνια προβλήματα, έλκη, οιδήματα*: Πολλές εξωτερικές σημάνσεις προκαλούν έλκη στο σημείο επαφής με την ετικέτα ή μεταδίδουν ασθένειες μέσω των σημείων των τομών στα ψάρια (Harvey, 1987).

Δ) *Πτώση ετικετών*: Η λανθασμένη εφαρμογή των εξωτερικών ετικετών μπορεί να προκαλέσει την πτώση τους με συνέπεια τη μη αναγνώριση του ψαριού (Svåsand, 1998). Απόρριψη σήμανσης συνήθως εμφανίζεται σε εσωτερικές σημάνσεις (Davenport *et al.*, 1999). Ωστόσο είναι αναπόφευκτη η απώλεια των φυσικών ετικετών από τη στιγμή που θα απελευθερωθούν τα ψάρια (Liao *et al.*, 2003).

E) *Κίνδυνος από θηρευτές*: Οι εξωτερικές ετικέτες μπορεί να αυξήσουν το κίνδυνο από τους θηρευτές καθώς κάνουν τα ψάρια πιο ευάλωτα (Svåsand, 1998), για το λόγο αυτό οι ετικέτες πρέπει να καμουφλάρονται (Davenport *et al.*, 1999).

ΣΤ) *Φθορά σήμανσης*: Οι περισσότερες από τις σημάνσεις έχουν περιορισμένο

χρόνο ζωής (Harvey *et al.*, 1987). Μόνο οι γενετικές σημάνσεις επί το πλείστον παραμένουν μόνιμα και κληρονομούνται στους απογόνους (Liao *et al.*, 2003). Για το λόγο αυτό πολλές φορές απαιτείται η διαδικασία επανασήμανσης (Basavaraju *et al.*, 1998).

Z) *Μειωμένη επανασύλληψη*: Πολλές φορές η επανασύλληψη εμφανίζει μικρά ποσοστά (Svåsand, 1998). Αυτό μπορεί να οφείλεται στη μετακίνηση των πληθυσμών σε περιοχές μακρύτερες από τα σημεία έρευνας ή ότι η χρήση των πομπών ως σημαντές παρουσίασε προβλήματα. (Arendt and Lucy, 2000).

H) *Θνησιμότητα*: Οι θάνατοι από τις εσωτερικές σημάνσεις εμφανίζονται εντός λίγων ωρών, ημερών ή εβδομάδων, ενώ αντίθετα στις εξωτερικές σημάνσεις σπάνια λαμβάνουν χώρα εντός λίγων ωρών ή εβδομάδων (Davenport *et al.*, 1999), αν και μελέτες έδειξαν ότι γαστρικοί πομποί έχουν προκαλέσει λιγότερους θανάτους σε σχέση με άλλες μεθόδους.

Οι Simonsen and Treble (2003) μελέτησαν τη θνησιμότητα του *Reinhardtius hippoglossoides* εξαιτίας της T-bar σήμανσης. Το πείραμα έγινε στο Cumberland Sound του Καναδά το Μάιο του 1997. Κατά τη συγκεκριμένη περίοδο η θερμοκρασία του αέρα ήταν 0°C και το νερό παγωμένο σε βάθος 0 – 300m. Τα ψάρια σημάνθηκαν και εισήλθαν σε βάθος 300m μέσα σε κλουβιά. Το καλοκαίρι του επόμενου έτους επαναλήφθηκε το πείραμα στο Upernavik της Γροιλανδίας, το μήνα Αύγουστο του 1998 όπου η θερμοκρασία ήταν πάνω από τους 0°C και το νερό ήταν παγωμένο 60 -200μ. Η θνησιμότητα έφτασε το 4% χωρίς να παίζει ρόλο η εποχή του έτους. Ενώ τα θηλυκά αμέσως μετά τη σήμανση τους είχαν αντοχές για πιο αντίξοες συνθήκες σε σχέση με τα αρσενικά. Η σχηματική απεικόνιση των προβλημάτων που αφορούν τη σήμανση και το μαρκάρισμα δίδεται στο Παράρτημα.

4.3 Επιδράσεις εποχής, περιοχής και τοποθεσίας

Ο κάθε εμπλουτισμός χαρακτηρίζεται από τη μοναδικότητα του. Για το λόγο αυτό πρέπει να εξετάζονται διαφορετικά οι περιπτώσεις κάθε είδους ή ακόμα και πληθυσμών του ίδιου είδους που εμπλουτίζουν διαφορετικές περιοχές (Bell *et al.*, 2006).

Το ίδιο το περιβάλλον είναι αυτό που θα καθορίσει το πώς και το πότε θα γίνουν οι εμπλουτισμοί. Οι βροχοπτώσεις, η θερμοκρασία και η παρουσία άλλων ιχθυδίων επιδρούν άμεσα στην επιτυχία (Baumgartner and Cameron, 2007).

Οι Leber *et al.* (1998), σε πειράματα που έκαναν το 1993, απέδειξαν την επίδραση της περιοχής, της εποχής και του μεγέθους των ιχθυδίων κατά την απελευθέρωση, ως προς την ανάπτυξη και την επανασύλληψη τους. Πιο συγκεκριμένα τρία διαφορετικά μεγέθη του *Polydactylus sexfilis* και δυο περιοχές χρησιμοποιήθηκαν για τρεις επαναλαμβανόμενες απελευθερώσεις, από τις 2 Νοεμβρίου έως τις 8 Δεκεμβρίου. Η πρώτη επιλεγμένη περιοχή της Χαβάης ήταν η Kahana Bay. Μια περιοχή με μεγάλη εισροή γλυκών υδάτων, αλλά με αλατότητα $>30\text{‰}$, που κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων η αλατότητα των υδάτων κυμαίνεται μεταξύ 10 και 32‰ .

Η δεύτερη περιοχή ήταν η Laie Beach (12km βόρεια της Kahama Bay). Σε αυτήν την περίπτωση οι εισροές από γλυκά ύδατα είναι μηδαμινές ενώ η αλατότητα κυμαίνεται από 32 έως 35‰ .

Στους 17 μήνες που διήρκεσε το πρόγραμμα, συνολικά απελευθερώθηκαν 81.225 ιχθύδια. Μετά τις πρώτες επανασυλλήψεις διαπιστώθηκε πως η περιοχή Laie Beach λόγω των χαρακτηριστικών της είχε φτωχά αποτελέσματα, καθώς μόνο 12 ιχθύδια επανασυλλήφθηκαν. Το γεγονός αυτό μαρτυρά την αδυναμία των ιχθυδίων να αναπτυχθούν και να αυξηθούν σε μια περιοχή με τις συγκεκριμένες συνθήκες.

Για την κάλυψη των αναγκών προστέθηκε η ακτή Malaekahana που αντικατέστησε την Laie Beach. Σε αυτήν την περιοχή η αλατότητα έφτανε το 32⁰/100.

Κατά τη διενέργεια των επανασυλλήψεων συνολικά μελετήθηκαν 1705 σεσημασμένα ψάρια. Η συχνότητα σύλληψης των μικρότερων σε μέγεθος κατά την απελευθέρωση ψαριών, ήταν αυξημένη το καλοκαίρι και το φθινόπωρο ενώ μειώθηκε το χειμώνα. Τα περισσότερα ψάρια που από αυτές προέρχονταν από τους εμπλουτισμούς του φθινοπώρου παρά του χειμώνα ενώ τέλος η αύξηση των ιχθυδίων και στις δυο περιοχές ήταν ανάλογη.

Οι Bannister και Addison, (1998), περιγράφουν την αδυναμίας επανασύλληψης μεγάλου αριθμού σεσημασμένων αστακών όταν στο ίδιο περιβάλλον υπάρχει άγριος πληθυσμός. Για το λόγο αυτό συνιστούν πως το κατάλληλο περιβάλλον εμπλουτισμού πρέπει να έχει μικρά ποσοστά άγριου πληθυσμού ώστε να είναι επιτυχής.

Στα πλαίσια εύρεσης κατάλληλης τοποθεσίας και χρονικής στιγμής της απελευθέρωσης, έχουν διεξαχθεί πολλές πιλοτικές έρευνες στον τομέα των θαλάσσιων εμπλουτισμών. Οι Kawataba *et al.* (2007), απελευθέρωσαν συνολικά 9 ιχθύδια του *Choertodon shoelneinii* (5 από σταθμό αναπαραγωγής γόνου και 4 άγριου πληθυσμού προερχόμενα από τη νοτιοανατολική ακτή της νήσου Kohama), στην Urasoko Bay της Ιαπωνίας. Η συλλογή αποτελεσμάτων έγινε με τη χρήση πομπών υπερήχων, σε ημερίσια βάση και ανά 6 ώρες.

Οι μετρήσεις έδειξαν πως τα ιχθύδια παρέμειναν στην περιοχή απελευθέρωσης, με εξαίρεση ενός του άγριου πληθυσμού που μετακινήθηκε. Κάποια από τα μικρότερα ιχθύδια (<50 mm), προερχόμενα από το σταθμό αναπαραγωγής γόνου, θηρεύθηκαν από *Carnax papuensis* σε διάστημα 10 ημερών μετά την απελευθέρωση τους. Συμπέρασμα της μελέτης ήταν πως η περιοχή είναι ιδανική για απελευθερώσεις ιχθυδίων μεγαλύτερα

των 50 mm συνολικού μήκους ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος θήρευσης.

Σε μια ανάλογη έρευνα οι Nakajima *et al.* (2008), κατέγραψαν το βαθμό επανασύλληψης των ιχθυδίων του είδους *Takifugu rubripes* σε τέσσερις περιοχές στην Ιαπωνία. Οι απελευθερώσεις πραγματοποιήθηκαν στις Suruga Bay, Enshu Nada, Ise Bay και Kumano Nada από το 2001 έως το 2005 σε 23 γκρουπ που αποτελούνταν από 40.000 ιχθύδια. Οι επανασυλλήψεις ανήλθαν σε 2%, 2.9%, 13% και 0.7% αντίστοιχα. Το γεγονός αυτό μαρτυρά την επίδραση των περιοχών στην εδραίωση των πληθυσμών και συστάθηκε από τους ερευνητές η διεξαγωγή των εμπλουτισμών να γίνεται σε περιοχές με μεγάλο πληθυσμό του άγριου γηγενές είδους.

Η διασφάλιση τροφής στην περιοχή απελευθέρωσης αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιτυχία της. Οι Tanaka *et al.* (2006), απελευθέρωσαν ιχθύδια του *Paralichthys olivaceus* στη Wada Beach της Ιαπωνίας με σκοπό το προσδιορισμό της κατάλληλης εποχής απελευθέρωσης σε συνδιασμό με την εύρεση τροφής. Τα 40.000 ιχθύδια (50 mm συνολικού μήκους) χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ απελευθέρωσης α) νωρίς τον Μάιο και β) τον Ιούλιο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ως καταλληλότερη στιγμή απελευθέρωσης αυτή του Μαΐου, καθώς ο έλεγχος των στομαχιών τους έδειξε την περίσσεια τροφής στην περιοχή και τη μικρότερη εμφάνιση κενών στομαχιών σε σύγκριση με τον Ιούλιο.

4.3 Κόστος

Για να αντιληφθεί κάποιος την έννοια ενός εμπλουτισμού πρέπει πρώτα να κατανοήσει την δυναμική των πληθυσμών, τις οικολογικές αλληλεπιδράσεις, τη διαχείριση της υγείας, τις κοινωνικοοικονομικές και τέλος τις θεσμικές πτυχές που αναπτύσσονται ραγδαία (Lorenzen, 2008). Μέχρι προσφάτως μια ολόκληρη γενιά από

βιολόγους απέρριπταν τους θαλάσσιους εμπλουτισμούς υποστηρίζοντας τη μέχρι τότε κεντρική ιδέα ότι αποτελούσαν σπατάλη των δημόσιων πόρων (Howell *et al.*, 1999). Με την αλλαγή αυτής της ιδέας και την ανάπτυξη μιας καινούργιας αντίληψης, πλέον η απελευθέρωση σεσημασμένων ιχθυδίων χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο από επιστήμονες για τη διαπίστωση του κόστους απελευθέρωσης και των οικονομικών ωφελειών που θα έχει μια κοινωνία. Μέσω αυτών των απελευθερώσεων μπορεί να ενισχυθεί η ανάπτυξη των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων της υπαίθρου και να βελτιωθεί η οικονομική κατάσταση στους αντίστοιχους τομείς (FAO, 2004).

Η αυξομείωση του κόστους σε ένα πρόγραμμα εμπλουτισμού εξαρτάται από μια πληθώρα παραγόντων (Aprahamian *et al.*, 2004, Travis *et al.*, 1998). Η ίδια η εμπειρία των ατόμων που το διεξάγουν “παίζει” σημαντικό ρόλο στη λήψη αποφάσεων μείωσης του κόστους ή διατήρησης του στα επιθυμητά επίπεδα (Uwate and Shams, 1997). Το κύριο πρόβλημα έγκειται στο φτωχό ή λανθασμένο σχεδιασμό και εκτίμηση του προτεινόμενου εμπλουτισμού (Cowx 1998). Για το λόγο αυτό αναπτύσσονται ολοκληρωμένα σχέδια και μελέτες που εκτιμούν υποθετικά όλες τις παραμέτρους (Cowx 1999). Μετά τη δημιουργία, λοιπόν, των πρώτων μοντέλων υπολογισμού του κόστους ενός εμπλουτισμού, πολλοί εμπλουτισμοί κρίθηκαν ασύμφοροι οικονομικά γιατί δεν είχαν υπολογίσει όλα τα πιθανά έξοδα που θα τους παρουσιαζόταν (Molony *et al.*, 2003).

Οι Uwate and Shames (1997) παρουσίασαν τη δυσκολία διεξαγωγής των εμπλουτισμών λόγω του υψηλού κόστους τους στο Bahrain. Η απύουσα χρηματοδότηση από το κράτος, κατέστησε το Directorate of Fisheries ως τη μόνη πηγή εσόδων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα του μεγάλου κόστους ενός εμπλουτισμού δίνει ο Svåsand (1998), καθώς επαναλαμβανόμενοι εμπλουτισμοί στα Νορβηγικά παράλια για επτά

συναπτά έτη, με μπακαλιάρο του Ατλαντικού, στοίχισαν 200.000.000 Nok ή \$34.000.000 US.

Αρχικά η μελέτη του πληθυσμού προς εμπλουτισμό και η άριστη γνώση της βιολογίας και συμπεριφοράς του στο ενδιαίτημα μπορεί να μειώσει το κόστος κάνοντας έναν εμπλουτισμό επιτυχημένο (Bell *et al.*, 2005).

Οι σταθμοί παραγωγής γόνου παίζουν σημαντικό ρόλο στην αυξομείωση του κόστους. Κοινή επιδίωξη όλων είναι η προμήθεια μεγάλων ποσοτήτων ιχθυδίων σε χαμηλές τιμές και με μεγάλα ποσοστά επιβίωσης μετά την απελευθέρωση (Bell *et al.*, 2005). Για παράδειγμα, οι Bannister and Addison (1998) δηλώνουν πως για την παραγωγή 10.000 με 30.000 ιχθυδίων αστακού σε ηλικιακά στάδια XI και XII ετησίως απαιτούνται 150.000\$ για να στηθεί η όλη διαδικασία και 65.000\$ ετησίως για να λειτουργήσει κατά τα πρώτα έτη. Η τιμή πώλησης του ενήλικα αστακού στο Ηνωμένο Βασίλειο φτάνει τα 7.2\$ αλλά ο σταθμός παραγωγής γόνου που παράγει 15000 αστακούς ανά έτος απαιτεί το λιγότερο 30% ποσοστό επανασύλληψης για πάνω από 25 χρόνια ώστε να έχει θετικά οικονομικά αποτελέσματα. Υπολογίζοντας, όμως, στην τιμή του αστακού και τους φόρους, τότε αυτή πρέπει να είναι στην αγορά τρεις (3) φορές μεγαλύτερη από αυτή που χρειάζεται ο σταθμός παραγωγής γόνου για να τα εκθρέψει, όμως παρόλα αυτά συνεχίζει να είναι οικονομικά ασύμφορο.

Γενικά δεν είναι πάντα εφικτή η παραγωγή μεγάλης κλίμακας γόνων όλων των πληθυσμών από τους σταθμούς παραγωγής γόνου, ενώ μερικές φορές όπως ήδη επισημάνθηκε είναι δυσβάσταχτο το κόστος και η κάλυψη των εξόδων γίνεται σε βάθος χρόνου (Bell *et al.*, 2005). Μερικές οικονομικές προσεγγίσεις για την μείωση του κόστους στους σταθμούς παραγωγής γόνου προτείνουν την αύξηση της παραγωγής με τη μείωση των εξόδων διαχείρισης (Focardi *et al.*, 2005). Ωστόσο στα πλαίσια της

μείωσης του κόστους οι υπεύθυνοι των σταθμών παραγωγής γόνου δεν πρέπει να προβαίνουν σε ακραίες λύσεις, όπως φθηνές τροφές, με τελικό αποτέλεσμα τη μειωμένη ανάπτυξη των ιχθυδίων και τη μικρότερη εμπορική τους αξία (Focardi *et al.*, 2005).

Το κόστος μπορεί να αυξηθεί με την παραμονή των ιχθυδίων στο εκκολαπτήριο έως την κατάλληλη ηλικία για απελευθέρωση συνυπολογίζοντας την προσπάθεια επεξεργασίας των οργανικών αποβλήτων που προκαλούν ευτροφισμό και προβλήματα απορροής (Travis *et al.*, 1998 : Bell *et al.*, 2005). Η ηλικία των ψαριών, όπως ήδη επισημάνθηκε, έχει άμεση σχέση με την επιβίωση τους μετά την απελευθέρωση. Λανθασμένοι εμπλουτισμοί σε ακατάλληλο στάδιο ανάπτυξης έχουν ως αποτέλεσμα την αυξημένη θνησιμότητα και την εκτόξευση του κόστους στα ύψη (Aprahamian *et al.*, 2004). Επίσης, η θήρευση από άλλα ψάρια μπορεί να αυξηθεί όταν ο πληθυσμός προς εμπλουτισμό είναι σε μικρότερη ηλικία (Svåsand, 1998), παρόλα αυτά υπάρχουν πολλές αναφορές για επιλογή μικρότερων σε μέγεθος ιχθυδίων ώστε να μειθούν τα έξοδα (Bell *et al.*, 2005). Οι Masuda and Tsukamoto (1998) δηλώνουν πως αν και πρωταρχικά θεωρούσαν πως ιχθύδια *Bargus major* των 2-3 cm ή 1-4 cm ήταν ικανά να επιβιώσουν, ωστόσο στα επόμενα χρόνια και ύστερα από μια σειρά επαναλαμβανόμενων διοχετεύσεων ιχθυδίων στη θάλασσα, διαπίστωσαν πως το κατάλληλο μέγεθος είναι αυτό των 4 cm παρά αυτό των 2 cm έστω και αν το κόστος απελευθέρωσης ήταν μεγαλύτερο.

Η κατάλληλη τοποθεσία μπορεί να μειώσει το κόστος και τη θνησιμότητα. Εμπλουτισμοί του *Polydactylus sexfilis*, που διεξήχθησαν στη Laie Beach της Χαβάης, μια ημίκλειστην περιοχή, όπου παρουσιάζει αυξημένα ποσοστά αλατότητας είχαν ως αποτέλεσμα μικρά ποσοστά επανασύλληψης και την αναγκαιότητα επαναδιεξαγωγής

του εμπλουτισμού σε *γειτονική* περιοχή το επόμενο έτος (Leber *et al.*, 1998). Επίσης η παράκτια περιοχή του Bangladesh, είναι κατάλληλη για τον εμπλουτισμό με γαρίδες, με κόστος πολύ μικρότερο από άλλες περιοχές (Islam and Haque, 2004).

Ο πληθυσμός πρέπει να σημανθεί πριν λάβει χώρα ο εμπλουτισμός έτσι ώστε να μπορεί να αναγνωριστεί κατά τις επανασυλλήψεις. Για τη διεξαγωγή της σήμανσης αρχικά απαιτείται η εφαρμογή αναισθησίας, μερικής ή ολικής, ώστε να ακινητοποιηθεί το ψάρι. Η εκλογή του κατάλληλου αναισθητικού μπορεί να μειώσει το κόστος. Έτσι οι μη χημικές μέθοδοι είναι φθηνότερες (Coyle *et al.*, 2004), αλλά η μέθοδος του ηλεκτροσόκ εμφανίζει αρκετά αρνητικά στοιχεία (Davenport *et al.*, 1999). Από τις χημικές μεθόδους ακριβό θεωρείται το αναισθητικό Methomidate Chloride με πιο διαδεδομένα τα γαρυφαλλέλαιο και MS-222.

Η διαδικασία της σήμανσης αποτελεί μια χρονοβόρα διαδικασία, με εξειδικευμένο προσωπικό και κατάλληλες εγκαταστάσεις (Davenport *et al.*, 1999 : Simonsen and Treble, 2003). Μπορεί το κόστος για τις ανεπτυγμένες χώρες να μην είναι τόσο μεγάλο, ωστόσο, το κόστος και η διαθεσιμότητα είναι πολύ σημαντικά για τις έρευνες σε τριτοκοσμικές περιοχές (Harvey, 1987).

Η επιλογή του μοριακού μαρκαρίσματος και επομένως, ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός και παραγωγή ιχθυδίων, μπορεί να θεωρηθεί μια από τις καλύτερες και πιο χρονοβόρες μεθόδους, με αρνητικό σημείο ότι δεν γνωρίζουμε τις επιπτώσεις στο περιβάλλον των νεοεισαχθέντων ατόμων με σπάνια αλληλόμορφα. Παραπλήσια είναι η χρήση της πρωτεϊνικής ηλεκτροφόρησης που χρησιμοποιείται ευρέως και είναι φθηνότερη από την ανάλυση του DNA (Liao *et al.*, 2003). Οι Bell *et al.*, (2005) υποστηρίζουν πως η καλύτερη και οικονομικότερη λύση όταν εφαρμόζονται εμπλουτισμοί για αποκατάσταση είναι η γενετική σήμανση γιατί μειώνει το κόστος.

Όταν εφαρμοστεί η σήμανση στην πρώτη F₁ γενιά, τότε μεταφέρεται αυτόματα και στις επόμενες, μιας και είναι κληρονομήσιμο χαρακτηριστικό. Τέλος δεν υφίσταται κίνδυνος απώλειας σημάνσεων (Bert, 2007).

Το μαγνητισμένο σύρμα από ατσάλινο χάλυβα (CWT) με το συναφή εξοπλισμό του, για τον εντοπισμό των ιχθυδίων, αποτελεί δυσβάσταχτο κόστος (Harvey, 1987). Αν και οι μεμονωμένες ετικέτες είναι φθηνές (\$120/1000 ετικέτες) ωστόσο ο ανιχνευτής και ο εγχυτής πολλαπλών σημάνσεων στοιχίζουν \$6.200 και \$7.000 αντίστοιχα. Μια αρχική μείωση επιτυγχάνεται με την εφαρμογή τους σε μαζικές σημάνσεις όπως επίσης και με την ενοικίαση του ανιχνευτή και του εγχυτή, η οποία μειώνει το κόστος σε \$1200 ανά μήνα (Morgan and Bull, 2005).

Η χρήση των κοψιμάτων, ως σήμανση, αποτελεί αδιαμφισβήτητα μια φθηνή και εύκολη λύση, με μόνο αρνητικό ότι δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε μεγάλο πληθυσμό και απαιτεί περιοδικές επανασημάνσεις (Harvey, 1987).

Τα άγκιστρα, όπως δηλώνει ο Svåsand (1998), αποτελούν φθηνή λύση στη Νορβηγία μιας και στοιχίζουν μόνο 30Nok έκαστο. Όταν όμως πρόκειται για μεγάλους πληθυσμούς τότε το κόστος εκτοξεύεται.

Η μεταφορά των ιχθυδίων από τους σταθμούς παραγωγής γόνου στις περιοχές όπου θα διεξαχθούν οι εμπλουτισμοί αποτελούν ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα στον τομέα των εξόδων (Bell and Gervis, 1999). Σε συνδυασμό με τις απελευθερώσεις έχει καταστεί σαφές πως η μείωση του κόστους επιτυγχάνεται μόνο με μαζικές απελευθερώσεις ώστε να αυξηθούν άμεσα τα αποθέματα και οι αποδόσεις των ψαράδων (Bell *et al.*, 2005).

Πλέον χάρη στον εκσυγχρονισμό των υπολογιστών και στη δυνατότητα χρήσης στατιστικών πακέτων για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων, μειώθηκε κατά πολύ το

κόστος και ο χρόνος εξαγωγής των συμπερασμάτων (Bell *et al.*, 2007).

4.3.1 Θεωρητική προσέγγιση του κόστους: a case study

Οι Ye *et al.* (2005), ανέπτυξαν μια βιοοικονομική μέθοδο προσέγγισης του κόστους εμπλουτισμού της *Penaeus esculentus*, στον Exmouth Κόλπο της Αυστραλίας. Ο υπολογισμός περιελάμβανε όλα τα στάδια του εμπλουτισμού, από την αρχή έως το τέλος και θεωρείται ένα ασφαλές και πολύτιμο εργαλείο σε αντίθεση με την διεξαγωγή πειράματος που εν τέλει τα αποτελέσματα θα ήταν αμφίβολα και θα απαιτούσε τη σπατάλη επιπλέον χρημάτων.

Το μοντέλο επικεντρώνεται σε 6 σημεία: α) σταθμό παραγωγής γόνου, β) ανάπτυξη, γ) μεταφορά, δ) επιβίωση, ε) αλίευση και στ) παρακολούθηση.

Αρχικά μελετήθηκε η βιολογία της *Penaeus esculentus* και τα ποσοστά αλίευσης της ανά χρονική περίοδο και έτος ώστε να υπολογιστεί η κατάλληλη εποχή για τον εμπλουτισμό και το μέγεθος του πληθυσμού που θα εισαχθεί, όπως επίσης και σε ποιο σημείο του Κόλπου θα εισαχθεί ώστε να επιβιώσει πιο εύκολα.

Υπολογίστηκε το κόστος παραγωγής γόνου από το σταθμό παραγωγής γόνου και η πυκνότητα των γαρίδων μέσα σε δεξαμενόπλοια με τον τύπο $n = V/W_i \theta$. Όπου V_0 όγκος του δεξαμενόπλοιου, W_i είναι το βάρος της γαρίδας κατά τη στιγμή της μεταφοράς και τέλος θ είναι το ποσοστό του απαιτούμενου θαλασσινού νερού σε κάθε δεξαμενή.

Για την ανάπτυξη των γαρίδων στον τόπο εμπλουτισμού, δημιουργήθηκε ένα μοντέλο το οποίο βασίστηκε στον άγριο και στον εισαχθέντα πληθυσμό. Για να σχεδιαστεί πλήρως έπρεπε να ληφθεί υπ' όψιν πως αν και έχουν την ίδια δομή, ωστόσο η χρονική στιγμή εισαγωγής των νέων ατόμων διέφερε σε αυτούς τους δύο

πληθυσμούς. Το μοντέλο είχε ως αφετηρία την στιγμή της εισαγωγής των νέων ατόμων έως την αλίευση τους.

Το μοντέλο αλίευσης ήταν το ίδιο και για τους δυο πληθυσμούς. Εξετάστηκαν χωριστά τα θηλυκά από τα αρσενικά ενώ ταυτόχρονα υπολογίστηκαν τα ποσοστά από φυσικούς θανάτους. Στα πλαίσια του μοντέλου υπολογίστηκε και το κόστος της αλίευσης α) από τα πάγια καθημερινά έξοδα της βάρκας έως β) τα ετήσια έξοδα.

Η εισαγωγή των γαρίδων εντός του νέου περιβάλλοντος μπορεί να αποτελεί απαρχή για μια σειρά δυσμενών καταστάσεων όπως, μετάδοση ασθενειών ή ακόμα και γενετική αλλοίωση. Το κόστος όλης αυτής της διαδικασίας υπολογίζεται από τον τύπο: $\Omega_m = \eta_m + m_\pi$. Όπου η_m το κόστος των γενετικών ελέγχων και m_π το κόστος των γενετικών αναλύσεων για κάθε γαρίδα.

Το κατάλληλο μέγεθος απελευθέρωσης υπολογίστηκε πως ήταν αυτό του 1γρ και το μέγεθος του πληθυσμού υπολογίστηκε σε 21.000.000 για μια μέση παραγωγή 100t. Το μέσο κόστος ανάπτυξης των γαρίδων υπολογίστηκε σε \$1.200.000.

Τέλος υπολογίστηκε η εμπορική αξία των γαρίδων μεταξύ των \$15 και \$25 σύμφωνα με την κατάσταση της αγοράς των τελευταίων ετών και μια μέση συνολική ενίσχυση από τον εμπλουτισμό εκτιμήθηκε ότι θα φτάνει τα \$1.600.000.

4.4 Εμπλουτισμοί και περιβάλλον

Η αναγνώριση πως το περιβάλλον χρήζει ιδιαίτερης προσοχής ανάγκασε τις κυβερνήσεις και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή να υιοθετήσουν τον όρο «το περιβάλλον προσεγγίζει την αλιεία» ώστε να σχεδιάσουν, να αναπτύξουν και να διαχειριστούν την αλιεία με τέτοιο τρόπο ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες των αλιείων και της κοινωνίας χωρίς να υποβιβάζεται το οικοσύστημα (Defra, 2009).

Ο FAO (2003) χρησιμοποιεί τον όρο «το περιβάλλον προσεγγίζει την αλιεία», θέλοντας με αυτό να δείξει την άμεση σχέση των δυο διαφορετικών παραγόντων. Θέτοντας ως αρχή τη διατήρηση του οικοσυστήματος (μέσω της ορθής διαχείρισης των δράσεων που εστιάζονται στα βασικά συστατικά του) και ολοκληρώνοντας με τη διαχείριση της αλιείας (που ως στόχο έχει την κάλυψη των κοινωνικών αναγκών και την αύξηση των οικονομικών οφελών) συμπληρώνεται ένα αειφορικό πρότυπο. Η αειφορική ανάπτυξη απαιτεί την κατανόηση των μεθόδων απελευθέρωσης των ιχθυδίων οι οποίες επισπεύδουν, ακούσια ή εκούσια, τη τροποποίηση των μεθόδων αλίευσης (Lorenzen, 2008).

Η συσσωρευτική επίδραση του σταθμού παραγωγής γόνου στο ίδιο το περιβάλλον αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα. Η βιομάζα που συγκεντρώνεται παράγει έναν σημαντικό ποσοστό οργανικών αποβλήτων, η απελευθέρωση των οποίων μπορεί να δημιουργήσει ποικίλα προβλήματα απορροής έως και ευτροφικό περιβάλλον (Travis *et al.*, 1998). Τη τελευταία δεκαετία έχει παρουσιαστεί περιορισμός των θρεπτικών και οργανικών αποβλήτων, εξ' αιτίας της χρήσης της αυτόματης σίτισης (FAO, 2006).

Ο Svåsand (1998), διατυπώνει την άμεση εξάρτηση της φέρουσας ικανότητας ενός οικοσυστήματος με την αποτελεσματικότητα ενός εμπλουτισμού. Δηλώνει πως η φέρουσα ικανότητα είναι ευμετάβλητη και παρουσιάζει διακυμάνσεις από έτος σε έτος γιατί με την εισαγωγή στα φιόρδ του ζωοπλαγκτόν μπορεί να μειωθεί ραγδαία η βενθική λεία. Κατά τους Holmlund και Hammer (2004), η οικολογική συμπεριφορά, το στάδιο ηλικίας, ο τόπος, η ώρα, η θερμοκρασία και η μέρα απελευθέρωσης αποτελούν κάποιες από τις επιδράσεις που δέχεται το περιβάλλον αμέσως μόλις ξεκινήσει ένας εμπλουτισμός.

Οι επιπτώσεις της επίδρασης της φέρουσας ικανότητας έγιναν εμφανείς στην Ιαπωνία το 2000. Από τις αρχές της δεκαετίας του 80' περισσότερα από 20.000.000 εκατομμύρια ιχθύδια *Acantopargus schlegelii* έχουν απελευθερωθεί στην Hiroshima Bay. Κατά τη χρονική περίοδο 1985-1996 έγιναν εμφανή τα αποτελέσματα, με τη ραγδαία αύξηση των αποθεμάτων και την αύξηση της αλιευτικής παραγωγής. Το 2000 παρατηρήθηκε η αντιστροφή της πρωτανδρίας του είδους, σε πρωτογονία. Οι Gonzales *et al.* (2008) υποστήριξαν πως η αλλαγή φύλλου οφείλεται στην αυξημένη ένταση των εμπλουτισμών και στην υπέρβαση του ορίου της φέρουσας ικανότητας της περιοχής.

Η επίδραση στο ενδιαίτημα των απελευθερωμένων ιχθυδίων, καθώς επίσης η ραγδαία αύξηση των ατόμων ενός συγκεκριμένου πληθυσμού μπορεί να εξαφανίσει άλλα είδη ή ακόμα και να εξαντλήσει τις πηγές τροφής (Travis *et al.*, 1998), ενώ μερικές φορές μπορεί να είναι κατευθυνόμενη, είτε για τον έλεγχο ενός πληθυσμού είτε για την υδρόβια βλάστηση (FAO, 1999).

Τέλος μπορούν να επανέλθουν τα φυσιολογικά επίπεδα ενός πληθυσμού ακόμα και με απελευθερώσεις μικρής κλίμακας (Leber *et al.*, 1995), ενώ τα επιβιώσαντα από τα απελευθερωμένα ψάρια με την πάροδο του χρόνου γίνονται αναπόσπαστο κομμάτι του οικοσυστήματος και ενσωματώνονται στον άγριο πληθυσμό (Holmluld and Hammer, 2004).

4.5 Μειονεκτήματα

Αν και οι θαλάσσιοι εμπλουτισμοί αρχικά έγιναν δεκτοί με θετικά σχόλια ωστόσο πλέον αντιμετωπίζονται με πιο προσεκτική προσέγγιση (Boehlert, 1996). Το κυριότερο μειονέκτημα έγκειται στον φτωχό ή λανθασμένο σχεδιασμό και εκτίμηση

του προτεινόμενου εμπλουτισμού. Ο ανθρώπινος παράγοντας έχει άμεση σχέση καθώς οι αποφάσεις που πρέπει να παρθούν πολλές φορές στηρίζονται σε θεωρητικά μοντέλα που δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του συγκεκριμένου ενδιαιτήματος (Cox, 1998) με αποτέλεσμα να το διαταράζουν (Booth and Cox, 2003).

Η αλιεία των εκτρεφόμενων ψαριών και οι εμπλουτισμοί έχουν σχεδιαστεί ώστε να μπορούν να προκαλούν οικολογικές επιπτώσεις. Μέσα σε αυτά τα πλαίσια εντάσσονται μερικές αρνητικές επιπτώσεις όπως είναι οι άρπαγες που βρίσκονται εντός του ενδιαιτήματος, ο ανταγωνισμός, η αλλοίωση του ενδιαιτήματος, η μετάδοση ασθενειών και η γενετική ρύπανση (COFI:AQ/II/2003/7).

Η έλλειψη ενός άρπαγα στο σημείο απελευθέρωσης αποτελεί μια από τις επιθυμητές παραμέτρους σε ένα πρόγραμμα εμπλουτισμού (Ruxton *et al.*, 2007). Μια λύση για την αποφυγή από τους άρπαγες είναι η απελευθέρωση των ιχθυδίων σε ένα μόνο σημείο. Αυτό δεν θα δώσει την απόλυτη προστασία που χρειάζεται ο πληθυσμός, αλλά θα μειώσει κατά πολύ τους θανάτους (Støttrup *et al.*, 2002). Πολλές φορές εφαρμόζεται η τεχνική της απομάκρυνσης των ανταγωνιστών ή ενός άρπαγα ώστε να ενισχυθεί η δύναμη του αποθέματος και να δοθεί επιπλέον χρόνος για προσαρμογή (FAO, 2003).

Ήδη εφαρμόζονται μελέτες πρόγνωσης των επιπτώσεων των επικείμενων εμπλουτισμών και καταγραφή των άρπαγων της περιοχής απελευθέρωσης. Σε μια ανάλογη προσπάθεια, οι Tomiyama *et al.* (2009), προσπάθησαν να προσδιορίσουν τους άρπαγες του *Paralichthys olivaceus* στην ακτή της Fukushima. Για τον σκοπό αυτό έλαβαν δείγματα ιχθύων και καβουριών της περιοχής και μελετήθηκε αναλογικά και μοριακά τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης τους με τα ιχθύδια *P. Olivaceus*.

Η εισαγωγή ενός άρπαγα σε ένα οικοσύστημα προκαλεί μια οικολογική

διαταραχή και διατάραξη της τροφικής αλυσίδας (COFI:AQ/II/2003/7). Βάση αυτού μπορεί να προκληθεί εκτοπισμός ή εξόντωση ενός είδους ή ακόμα και να εκλείψει ένα κατώτερο μέρος της τροφικής αλυσίδας ώστε να υπάρξει κίνδυνος για εξαφάνιση και μεγαλύτερων σαρκοφάγων ή φυτοφάγων ψαριών (Molony *et al.*, 2003).

Μέχρι πρόσφατα η προσοχή εστιαζόταν στο κόστος της παραγωγής ιχθυδίων και στην αύξηση της επιβίωσης στο νέο περιβάλλον (Bell *et al.*, 2006). Οι γενετιστές, πλέον, είναι πολύ προσεκτικοί με τη διασταύρωση άγριων με εκτρεφόμενων ιχθύων λόγω της γενετικής αλλοίωσης (Boehlert, 1996).

Η εισαγωγή νέων μη γηγενών ειδών μέσα σε ένα οικοσύστημα μπορεί να προκαλέσει τη μετάδοση παθογόνων και ασθενειών, εκ των οποίων τα περισσότερα είναι αβλαβή για τον γηγενή πληθυσμό (COFI:AQ/II/2003/7). Σε μια ανάλογη περίπτωση στην Αυστραλία, η απελευθέρωση εκατομμυρίων ιχθυδίων της *Perca fluviatilis* είχε σαν αποτέλεσμα την εξάπλωση ενός επικίνδυνου και θανατηφόρου ιού για τον άγριο πληθυσμό (Borg, 2004).

Η εξαγωγή των αποτελεσμάτων μερικές φορές είναι δύσκολη ή ανέφικτη καθώς παρουσιάζεται δυσκολία στην επανασύλληψη των ιχθυδίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχουν για κάποια είδη ιχθύων πολύ λίγα στοιχεία για την επιβίωση τους, τις επιδράσεις του περιβάλλοντος από τις απελευθερώσεις και πως μπορεί να βελτιωθεί μια μέθοδος απελευθέρωσης (Van Der Meeren, 2005).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι εμπλουτισμοί αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο αειφορικής διαχείρισης τόσο για την αλιεία όσο και για τη διατήρηση του τοπίου και των φυσικών αποθεμάτων. Το ότι μπορούν να εφαρμοστούν σε τεχνητά και φυσικά, θαλάσσια ή γλυκά ύδατα, τους κατατάσσει στις σπουδαιότερες μορφές διαχείρισης. Με το πέρασμα του χρόνου συνεχώς περισσότεροι φορείς και κυβερνήσεις ευαισθητοποιούνται και αντιμετωπίζουν με θετικό τρόπο τους εμπλουτισμούς, αποστασιοποιημένοι από την παλαιότερη αρνητική αντίληψη.

Οι αιτίες ενός εμπλουτισμού ποικίλουν, αλλά μερικές φορές ένας εμπλουτισμός εξυπηρετεί περισσότερες από μια. Γίνονται πάντα λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες και τις απαιτήσεις της περιοχής, με προσοχή και σεβασμό προς το περιβάλλον. Βοηθούν στην εξασφάλιση τροφής και οικονομικής ευημερίας ενός τόπου, ενώ ταυτόχρονα προσφέρουν εργασία και νέες δραστηριότητες σε μικρούς και μεγάλους.

Η εφαρμογή πειραματικών απελευθερώσεων και ο σωστός σχεδιασμός επιτρέπουν σε αυτούς που τους διεξάγουν να μελετήσουν και να σχεδιάσουν ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα που θα προσφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Μερικές φορές το κόστος αποτελεί περιοριστικό παράγοντα στην λήψη αποφάσεων και τις κατευθύνει στην αλλαγή των παραμέτρων.

Μεγάλη είναι η συνδρομή των σταθμών παραγωγής γόνου καθώς προμηθεύουν με ιχθύδια, πολλές φορές κατάλληλα τροποποιημένα, τους επιστήμονες. Η όλη διαδικασία παραγωγής ιχθυδίων πολλές φορές απαιτεί χρόνο και αυξημένο οικονομικό κόστος. Η ανάγκη για παραγωγή ιχθυδίων απαλλαγμένα από ασθένειες και παράσιτα καθώς και γενετικά τροποποιημένα είναι μέσα στα καθήκοντα που αναλαμβάνουν. Το μόνο αρνητικό είναι ότι δεν μπορούν να πολλαπλασιάσουν όλα τα θαλάσσια ψάρια

μειώνοντας με αυτό τον τρόπο το εύρος εφαρμογής των εμπλουτισμών.

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας στη σήμανση και μαρκάρισμα επιτρέπει στην ευκολότερη μελέτη της πορείας των πληθυσμών στο περιβάλλον με πιο άμεσα αποτελέσματα.

Με την εφαρμογή τους στο ενδιαίτημα ένα πλήθος αλληλεπιδράσεων διενεργούνται αυτόματα και πολλές φορές έχουν αρνητικό επακόλουθο. Η παρουσία των αρπακτικών, των ανταγωνιστών και ο περιορισμός εύρεσης τροφής μειώνει τα θετικά αποτελέσματα ενώ μπορεί να αποτελούν την πηγή αποτυχίας ενός εμπλουτισμού. Μέσα σε αυτά τα πλαίσια πρέπει να συμπεριληφθούν τα αρνητικά που μπορεί να επιφέρει ο ίδιος ο εμπλουτισμός καθώς τα απελευθερωμένα ψάρια μπορεί να αποτελούν άρπαγες και ανταγωνιστές εκτοπίζοντας τους άγριους φυσικούς πληθυσμούς από το φυσικό τους περιβάλλον.

Συμπεραίνοντας αναγνωρίζεται η αναγκαιότητα των εμπλουτισμών τόσο για το περιβάλλον όσο και για τον άνθρωπο κρίνεται αναγκαία η μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση των αρμόδιων φορέων τόσο για την παροχή κονδυλίων όσο και για την διεξαγωγή ερευνών ώστε τα μειωμένα αποθέματα να καταφέρουν να επανέλθουν στα φυσιολογικά επίπεδα.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

- **Abol-Munafi, A.B., Liem P.T., Van M.V., Ambak M.A., Effendy A.W.M. and Awang Soh, M. (2006).** Historical ontogeny of the digestive system of marble goby (*Oxyeleotris marmoratus*) larvae. *Journal of Sustainability Science and Management Volume* 1(2): 79-86.
- **Agnalt, A.L. (2008).** Fecundity of the European lobster (*Homarus gammarus*) off southwestern Norway after stock enhancement; do cultured females produce as many eggs as wild females? *ICES Journal of Marine Science*, 65: 164–170.
- **Agnalt, A.L., Kristiansen T.S. and Jørstad K.E. (2006).** Growth, reproductive cycle, and movement of berried Europeanlobsters (*Homarus gammarus*) in a local stock off southwestern Norway. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 2007 64(2): 288-297.
- **Allen, M.J. and Herbinson K. (1990).** Settlement of juvenile California halibut, *Paralichthys californicus*, along the coasts of Los Angeles, Orange, and San Diego Counties in 1989. *California Cooperative Oceanic Fisheries*, 31: 84-96.
- **Aprahamian, M.W., Barnard S. and Faroqi M.A. (2004).** Survival of stocked Atlantic salmon and coarsefish and an evaluation of costs. *Fisheries Management and Ecology*, 11: 153–163.
- **Bannister, R.C.A. and Addison J.T. (1998).** Enhancing lobster stocks: A review of recent European methods, results, and future prospects. *Bulletin of Marine Science*, 62(2): 369-387.
- **Bartley, D.M., Rana K. and Immink A.J. (2001).** The use of inter-specific

hybrids in aquaculture and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10: 325–337.

- **Basavaraju, Y., Renuka Devi B.S., Mukthayakka G., Purushotham Reddy L., Mair G.C., Roderick E.E. and Penman D.J. (1998).** Evaluation of marking and tagging methods for genetic studies in carp. *Journal of Bioscience*, 23(5): 585-593.
- **Bell, J.D. and Gervis M. (1999).** New species for coastal aquaculture in the tropical Pacific – constraints, prospects and considerations. *Aquaculture International*, 7: 207–223.
- **Bell, M.C., Eaton D.R., Bannister R.C. and Addison J.T. (2003).** A mark-recapture approach to estimating population density from continuous trapping data: application to edible crabs, *Cancer pagurus*, on the east coast of England. *Fisheries Research*, 65: 361-368.
- **Bell, J.D., Bartley D.M., Lorenzen K. and Loneragan N.R. (2006).** Restocking and stock enhancement of coastal fisheries: Potential, problems and progress. *Fisheries Research*, 80: 1-8.
- **Bell, J.D., Leber K.M., Blankenship H.L., Loneragan N.R. and Masuda R. (2008).** A new era for restocking, stock enhancement and sea ranching of coastal fisheries resources. *Reviews in Fisheries Science*, 16: 1-8.
- **Bert, T.M. (2007).** Genetic Management of Hatchery-Based Stock Enhancement. In: *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities*, Springer, Netherlands: 123–174.
- **Blankenship, H.K. and Leber K.M. (1995).** A responsible approach to marine stock enhancement. In *Uses and effects of cultured fishes in aquatic ecosystems*.

American Fisheries Society Symposium 15: 165-175.

- **Boehlert, G.W. (1996).** Biodiversity and sustainability of marine fisheries. *Oceanography*, 9 (1): 28-35.
- **Bondad-Reantaso, M.G., Subasinghe R.P., Arthur J.R., Ogawa K., Chinabut S., Adlard R., Tan Z. and Shariff M. (2005).** Disease and health management in Asian aquaculture. *Veterinary Parasitology*, 132: 249-272.
- **Booth, J.D. and Cox O. (2003).** Marine fisheries enhancement in New Zealand: our perspective. *Journal of Marine and Freshwater Research*, 37: 673–690.
- **Brennan, N.P., Leber K.M., Blankenship H.L., Ransier J.M., DeBruler Jr.R. (2005).** An evaluation of coded wire and elastomer tag performance in juvenile common snook under field and laboratory conditions. *North American Journal of Fisheries Management*, 25: 437-445.
- **Brennan, N.P., Leber K.M. and Blackburn B.R. (2007).** Use of coded-wire and visible implant elastomer tags for marine stock enhancement with juvenile red snapper *Lutjanus campechanus*. *Fisheries Research*, 83: 90-97.
- **Brennan, N.P., Walters C.J. and Leber K.M. (2008).** Manipulations of stocking magnitude: Addressing density dependence in a juvenile cohort of common snook (*Centropomus undecimalis*). *Reviews in Fisheries Science*, 16: 228-241.
- **Bridges, C.R., Schröder P., Susca V., Corriero A., Deflorio M. and De Metrio G. (2001).** A new muscle biopsy technique for sex and sexual maturity determination in large pelagic fisheries. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 52(2): 752-758.
- **Conklin, D.E., Piedrahita R.H., Merino G.E., Muguet J.-B., Bush D.E.,**

- Gisbert E., Rounds J. and Cervantes-Trujano M. (2003).** Development of California Halibut, *Paralichthys californicus*, Culture. *Journal of Applied Aquaculture*, 14(3/4): 143-145.
- **Costanza, R., Andrade F., Antunes P., Van den Belt M. , Boersma D., Boesch D.F., Catarino F., Hanna S., Limburg K., Low B., Molitor M., Pereira G., Rayner S., Santos R., Wilson J. and Young M. (1998).** Principles for sustainable governance of the oceans. *Science*, 281: 198-199.
 - **Bunkley-Williams, L. and Williams, E.H. (2006).** New records of parasites for culture Cobia, *Rachycentron canadum* (Perciformes: Rachycentridae) in Puerto Rico. *Reviews in Biology Trop*, 54: 1-7.
 - **Cowx, I.G., (1998).** Stocking and introduction of fish. Fishing News Books, Oxford. ISBN 0-85238-239-1.
 - **Cowx, I.G. (1999).** Population dynamics and potential of fisheries stock enhancement: practical theory for assessment and policy analysis. *Fisheries Management and Ecology*, 6: 21-34.
 - **Cooke, S.T. and Cowx I.G. (2004).** The Role of Recreational Fishing in Global Fish Crises. *Bioscience*, 54(9): 857-859.
 - **DEFRA (Department for Environment Food and Rural Affairs) (2009).** Marine science year book 2008/2009. <http://www.defra.gov.uk/environment/marine/documents/science/marine-fish-year2008-9.pdf>.
 - **Economidis, P.S., Dimitriou E., Pagoni R., Michaloudi E. and Natsis L. (2000).** Introduced and translocated fish species in the inland waters of Greece. *Fisheries Management and Ecology*, 7: 239-250.

- **Enberg, K., Fowler M.S. and Ranta E. (2006).** The impacts of different management strategies and environmental forcing in ecological communities. *Proceedings of Royal Society*, 273: 2491-2499.
- **Fairchild, E.A. and Howell W.H. (2004).** Factors affecting the post-release survival of cultured juvenile *Pseudopleuronectes americanus*. *Journal of Fish Biology*, 65(Supplement A): 69-78.
- **Fairchild, E.A., Fleck J. and Howell W.H. (2005).** Determining an optimal release site for juvenile winter flounder *Pseudopleuronectes americanus* (Walbaum) in the Great Bay Estuary. NH. USA. *Aquaculture Research*, 36: 1374-1383.
- **Fairchild, E.A., Rennels N., Howell W.H. and Wells R.E. (2007).** Gonadal development and differentiation in cultured juvenile winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38(1): 114-121.
- **Fairchild, E.A., Rennels N. and Howell W.H. (2008).** Predators are attracted to acclimation cages used for winter flounder stock enhancement. *Reviews in Fisheries Science*, 16: 262-168.
- **FAO (Food and Aquaculture Organization) (1996).** Precautionary approach to capture fisheries and species introductions, Rome: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/W3592e/W3592e00.pdf>.
- **FAO (Food and Aquaculture Organization) (1999).** The State of World Fisheries and Aquaculture, 1998, Rome: <http://www.fao.org/docrep/W9900e/w9900e00.HTM>.
- **FAO (Food and Aquaculture Organization) (2001).** Product certification and

ecolabelling for fisheries sustainability. Fisheries Technical Paper 422, Rome:
<http://www.fao.org/docrep/005/y2789e/y2789e00.htm>.

- **FAO (Food and Aquaculture Organization) (2003).** Enhancing or restoring the productivity of natural populations of shellfish and other marine invertebrate resources. FAO Fisheries Technical Paper. No. 448, Rome:
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5029e/y5029e00.pdf>.
- **FAO (Food and Aquaculture Organization) (2004).** Marine ranching. FAO Fisheries Technical Paper 429, Rome:
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y4783e/y4783e00.pdf>.
- **FAO (Food and Aquaculture Organization) (2005).** Review of the state of world marine fishery resources. FAO Fisheries Technical Paper 457, Rome: 2005. 213p. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5852e/y5852e00.pdf>.
- **FAO (Food and Aquaculture Organization) (2006).** State of world aquaculture 2006. FAO Technical Paper 500, Rome:
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0874e/a0874e00.pdf>.
- **FAO (Food and Aquaculture Organization) (2007).** Models for an ecosystem approach to fisheries. FAO Technical Paper 477. Rome:
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1149e/a1149e.pdf>.
- **FAO (Food and Aquaculture Organization) (2008).** Capture-based fishery. Global overview. FAO Fisheries Technical Paper No 508. Rome:
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0254e/i0254e.pdf>.
- **FAO (Food and Aquaculture Organization) (2009).** Responsible fish trade. Rome: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0590e/i0590e00.pdf>.
- **Focardi, S., Corsi I. and Franchi E. (2005).** Safety issues and sustainable

development of European aquaculture: new tools for environmentally sound aquaculture. *Aquaculture International*, 13: 3–17.

- **Folkvord, A., Blom G., Dragesand O., Johannessen A., Nakken O. and Nævdal G. (1994).** A conceptual framework for enhancing and studying recruitment of marine fish stock. *Aquaculture and Fisheries Management*, 25 (1): 245-258.
- **Gomulka, P., Wlasow T., Velíšek J., Svobodová Z. and Chmielinska E.(2008).** Effects of Eugenol and MS-222 Anaesthesia on Siberian Sturgeon *Acipenser baerii* Brandt. *Acta Veteriny BRNO*, 77: 447-453.
- **Gonzales, E.B., Murakami T., Yoneji T., Nagasawa K. and Umino T. (2009).** Reduction in size-at-age of black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*) following intensive releases of cultured juveniles in Hiroshima Bay. *Japan Fisheries Science*, 99 (2): 130-133.
- **Gonzales, E.B., Nagasawa K. and Umino T. (2008).** Stock enhancement program for black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*) in Hiroshima Bay: Monitoring the genetic effects. *Aquaculture*, 276 (1-4): 36-43.
- **Gonzales, E.B., Umino T. and Nagasawa K. (2008).** Stock enhancement programme for black sea bream, *Acanthopagrus schlegelii* (Bleeker), in Hiroshima Bay, Japan: a review. *Aquaculture Research*, 39(12): 137-1315.
- **Gonzales, E.B. and Umino T. (2009)** Fine-scale genetic structure derived from stocking black sea bream, *Acanthopagrus schlegelii* (Bleeker, 1854), in Hiroshima Bay, Japan. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(4): 407-410.
- **Hajek G.J., Kyszejko B., Dziaman R. (2006).** The anaesthetic effect of clove oil on common carp, *Cyprinus carpio* L. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 36

(2): 93.97.

- **Hillborn, A. (1998).** The economic performance of marine stock enhancement projects. *Bulletin of Marine Science*, 62(2): 661-674.
- **Holmlund, C.M. and Hammer M. (2004).** Effects of Fish Stocking on Ecosystem Services: An Overview and Case Study Using the Stockholm Archipelago. *Environmental Management*, 33 (6): 799–820.
- **Howell, B.R., Moksness E. and Svasand T. (1999).** Stock enhancement and sea ranching. *Aquaculture*, 196: 199–205.
- **Inoue L.A.K.A., Santos-Neto N.C. and Moraes G. (2003).** Clove oil as anaesthetic for juveniles of matrinxa *Bryconcephalus* (Günther, 1869). *Ciencia Rural*, 33(5): 943-947.
- **Islam, M.S. and Haque M. (2004).** The mangrove-based coastal and nearshore fisheries of Bangladesh: ecology, exploitation and management. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14: 153-180.
- **Joensen, J.S., Steingrund P., Henriksen A. and Mouritsen R. (2005).** Migration of cod (*Gadus morhua*): tagging experiments at the Faroes 1952-1965. Merkingarroyndir við føroyskum toski 1952-1965. *Fróðskaparrit*, 53: 100-135.
- **Kawabata, W., Okuyama J., Mitamura H., Asami K., Yoseda K. and Arai N. (2007).** Post-release movement and diel activity patterns of hatchery-reared and wild black-spot tuskfish *Choerodon schoenleinii* determined by ultrasonic telemetry. *Fisheries Science*, 73: 1147-1154.
- **Kennedy, S.B., Tucker J.W., Neidig C.L., Vermeer J.K., Cooper P.R., Jarrell J.L. and Sennette D.G. (1998).** Bacteria management strategies for stock enhancement of warmwater marine fish: A case study with common snook

(*Centropomus undecimalis*). *Bulletin of Marine Science*, 62(2): 573-588.

- **Kristiansen, T.S., Jorstad K.E., Ottera H., Paulsen O.I. and Svasand T. (2006).** Estimates of larval survival of cod by releases of genetically marked yolk-sac larvae. *Journal of Fish Biology*, 51: 264-283.
- **La Mesa, G., Longobardi A., Sacco F. and Marino G. (2008)** First release of hatchery juveniles of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Serranidae: Teleostei) at artificial reefs in the Mediterranean: results from a pilot study. *Sientia Marina* 72(4): 743-756.
- **Leber, K.M. (1995).** Significance of fish size-at-release on enhancement of striped mullet fisheries in Hawaii. *Journal World Aquaculture Society*, 26(2): 143-153.
- **Leber, K.M., Brennan N.P., and Arce S.M. (1995).** Marine enhancement with striped mullet: are hatchery releases replenishing or displacing wild stocks? In Uses and effects of cultured fishes in aquatic ecosystems. *American Fisheries Society Symposium*, 15: 376-387.
- **Leber, K.M. and Arce S.M. (1996).** Stock enhancement effect in a commercial mullet *Mugil cephalus* fishery in Hawaii. *Fisheries Management and Ecology*, 3: 261-278.
- **Leber, K.M., Arce S.M., Sterritte D.A. and Brennan N.P. (1996).** Marine stock-enhancement potential in nursery habitats of striped mullet, *Mugil cephalus*, in Hawaii. *Fishery Bulletin*, 94: 452-471.
- **Leber, K.M., Brennan N.P. and Arce S.M. (1998).** Recruitment patterns of juvenile, cultured Pacific threadfin, *Polydactylus sexfilis* (Polynemidae), released along sandy marine shores in Hawaii. *Bulletin of Marine Science*,

62(2): 389-408.

- **Leber, K.M. (1999).** Rationale for an Experimental Approach to Stock Enhancement. In: Stock Enhancement and Sea Ranching, Blackwell Scientific Publications, Oxford: 63-75.
- **Leber, K. M. (2002).** Advances in marine stock enhancement: shifting emphasis to theory and accountability. In: Responsible Marine Aquaculture, CABI Publishing, New York: 79-90.
- **Leber, K.M. (2004).** Marine Stock Enhancement in the USA: Status, trends and needs. In Stock Enhancement and Sea Ranching: Developments, Pitfalls and Opportunities, 2nd Edition, Blackwell Scientific Publications, Oxford: 11-24.
- **Leber, K.M., Cantrell R.N. and Leung P.S. (2005).** Optimizing cost effectiveness of size at release in stock enhancement programs. *North American Journal of Fisheries Management*, 25: 1596-1608.
- **Lee, J.S.F. and Berejikian B. (2008a).** Stability of behavioural correlations but instability of individual behaviour: consequences for rockfish stock enhancement. *Envioronmental Biology of Fishes*, 72: 1736-1749.
- **Lee, J.S.F. and Berejikian B.A. (2008b).** Effects of the rearing environment on average behavior and behavioral variation in steelhead. *Journal of Fish Biology*. 72: 1736-1749.
- **Lee, J.S.F. and Berejikian B.A. (2009).** Structural complexity in relation to the habitat preferences, territoriality, and hatchery rearing of juvenile China rockfish (*Sebastes nebulosus*). *Environmental Biology of Fish*. 84: 411-419.
- **Leskelä, A., Jokikokko E., Huhmarniemi A., Siira A. and Savolainen H. (2004).** Stocking results of spray-marked one-summer old anadromous European

whitefish in the Gulf of Bothnia. *Annual of Zoology Fennici*, 41: 171-179.

- **Liao, I.C., Su M.S. and Leano E.M. (2003).** Status of research in stock enhancement and sea ranching. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13: 151–163.
- **Lorenzen, K. (1995).** Population dynamics and management of culture-based fisheries. *Fisheries Management and Ecology*, 2: 61-73.
- **Lorenzen, K. (2000).** Allometry of natural mortality as a basis for assessing optimal release size in fish stocking programmes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57: 2374-2381.
- **Lorenzen, K. (2005).** Population dynamics and potential of fisheries stock enhancement: practical theory for assessment and policy analysis. *Philosophical transactions of the Royal Society*, 360: 171-189.
- **Lorenzen, K. (2006).** Population management in fisheries enhancement: gaining key information from release experiments through use of a size-dependent mortality model. *Fisheries Research* 80: 19-27.
- **Lorenzen, K. (2008).** Understanding and managing enhancement fisheries systems. *Reviews in Fisheries Science*, 16: 10-23.
- **Masuda, R. and Tsukamoto K., (1998).** Stock enhancement in Japan: Review and Perspective. *Bulletin of Marine Science*, 62(2): 337-358.
- **McEachron, L.W., Colura R.L., Bumguardner B.W., and Ward R. (1998).** Survival of stocked red drum in Texas. *Bulletin of Marine Science*, 62: 359–368.
- **Molony, B.W., Lenanton R., Jackson J. and Norriss J. (2003).** Stock enhancement as a fisheries management tool. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13: 409–432.

- **Murai, T. and Kushiishi U. (1997).** Prospects in stock enhancement of Japanese flounder. *UJNR Technical report* No 28: 115-123.
- **Nakagawa, M., Okouchi H., Adachi J., Hattori K. and Yamashita Y. (2006).** Effectiveness of stock enhancement of hatchery-released black rockfish *Sebastes schlegeli* in Yamada Bay — Evaluation by a Fish Market survey. *Aquaculture*, 263 (1-4): 295-302.
- **Nakajima, H., Kai M., Koizumi K., Tanaka T. and Maschida M. (2008).** Optimal releases locations of juvenile ocellate puffer takifu rubripes identified by tag and release experiments. *Reviews in Fishery Science*, 16(1-3): 228-234.
- **Obata, Y., Yamazaki H., Iwamoto A., Hamasaki K. and Kitada S. (2008).** Evaluation of Stocking Effectiveness of the Japanese Spanish Mackerel in the Eastern Seto Inland Sea, Japan. *Reviews in Fisheries Science*, 16(1-3): 235-242.
- **Portz, D.E., Woodley C.M. and Cech J.J. (2006).** Stress-associated impacts of short-term holding on fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 16: 125–170.
- **Rajamani, V. (2005).** Biological management of water on land. *Current Science*, 89 (5): 850-852.
- **Saillant, E., Renshaw M.A., Gatlin III D.M., Neil W.H., Vega R.R. and Gold J.R. (2009).** An experimental assessment of genetic tagging and founder representation in hatchery-reared red drum (*Sciaenops ocellatus*) used in stock enhancement. *Journal of Applied Ichthyology*, 25: 108-113.
- **Sanchez-Lamadrid, A. (2002).** Stock enhancement of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.): assessment of season, fish size and place of release in SW Spanish coast. *Aquaculture*, 210: 187–202.

- **Santos, M.N., Lino P.G., Pousao-Ferreira P. and Montiero C. (2006).** Preliminary results of hatchery-reared seabreams at artificial reefs of the Algarve coast (southern Portugal): A pilot study. *Bulletin of Marine Science*, 78(1): 177-184.
- **Serafy, J.E., Ault J.S., Capo T.R. and Schultz, D.R. (1999).** Red drum, *Sciaenops ocellatus* L., stock enhancement in Biscayne Bay, FL, USA: Assessment of releasing unmarked early juveniles. *Aquaculture Research*, 30: 735-750.
- **Spoul, J.T. and Tominaga O. (1992).** An economic review of the Japanese flounder stock enhancement project in Ishikari Bay, Hokkaido. *Bulletin of Marine Science*, 50(1): 75-88.
- **Støttrup, J.G., Lehmann K. and Nicolajsen H. (1998).** Turbot, *Scophthalmus maximus*, stocking in Danish coastal waters. In: Stocking and introduction of fish, Fishing News Books, Oxford p: 301–318.
- **Støttrup, J.P. and Sparrevohn, C.R. (2007).** Can stock enhancement enhance stocks? *Journal of Sea Research*, 57: 104–113.
- **Sulikowski, J. A., Fairchild E.A., Rennels N., Howell W. H. and Tsang P. CW. (2005).** The effects of tagging and transport on stress in juvenile winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus*: implications for successful stock enhancement. *Journal World Aquaculture Society*, 36: 148-156.
- **Sulikowski, J. A., Fairchild E.A., Rennels N., Howell W. H. and Tsang P. CW. (2006).** The Effects of Transport Density on Cortisol Levels in Juvenile Winter Flounder, *Pseudopleuronectes americanus*. *Journal of the World Aquaculture Society* 37 (1): 107-112.

- **Svåsand, T., Jørstad K.E. and Kristiansen T.S. (1990).** Enhancement studies of coastal cod in western Norway. Part I. Recruitment of wild and reared cod to a local spawning stock. *Journal of Marine Science*, 47(1): 5-12.
- **Svåsand, T. and Kristiansen T.S. (1990a).** Enhancement studies of coastal cod in western Norway. Part II. Migration of reared coastal cod. *Journal of Marine Science*, 47(1): 13-22.
- **Svåsand, T. and Kristiansen T.S. (1990b).** Enhancement studies of coastal cod in western Norway. Part IV. Mortality of reared cod after release. *Journal of Marine Science*, 47(1):30-39.
- **Tanaka, Y., Yamaguchi H., Tominaga O., Tsusaki T. and Tanaka M. (2006).** Relationships between release season and feeding performance of hatchery-reared Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*: In situ release experiment in coastal area of Wakasa Bay, Sea of Japan. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 330(2): 511-520.
- **Taylor, M.D., Palmer P.J., Fielder D.S. and Suthers I.M. (2005).** Responsible estuarine finfish stock enhancement: an Australian perspective. *Journal of Fish Biology*, 67:299–331.
- **Templeman, W., (1983).** Stock discrimination of marine fisheries. *NAFO Science Council Studies*, 6: 57-62.
- **Tomiyama, T., Ebe K., Kawata G. and Fyji T. (2009).** Post-release predation on hatchery-reared Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in the coast of Fukushima, Japan. *Journal of Biology*, 75(10): 2629-2641.
- **Tomiyama, T., Wanabe M. and Fujita T. (2008).** Community-Based Stock Enhancement and Fisheries Management of the Japanese Flounder in

Fukushima, Japan. *Reviews in Fishery Science*, 16(1-3): 146-153.

- **Travis, J., Coleman F. C., Grimes C. B., Conover D., Bert T. M. and Tringali M. (1998).** Critically assessing stock enhancement: An introduction to the Mote Symposium. *Bulletin of Marine Science*, 62: 305-311.
- **Tringali, M.D. (2006).** A Bayesian approach for the genetic tracking of cultured and released individuals. *Fisheries Research*, 77: 159–172.
- **Tringali, M., Leber K.M., Halstead W.G. , McMichael R., O'Hop J., Winner B., Cody R., Young C., Neidig C.N., Wolfe H., Forstchen A., and Barbieri L. (2008).** Marine stock enhancement in Florida: A multi-disciplinary, stakeholder-supported, accountability-based approach. *Reviews in Fisheries Science*, 16: 51-57.
- **Simonsen, C.S. and Treble M.A. (2003).** Tagging mortality of Greenland Halibut *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum). *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science*, 31: 373-385.
- **Tsukamoto, K., Kuwada H., Hirokawa J., Oya M., Fujimoto H. and Imaizumi K. (2006).** Size-dependent mortality of red sea bream, *Pagrus major*, juveniles released with fluorescent otolith-tags in News Bay, Japan. *Journal of Fish Biology*, 35: 59-69.
- **Tsutomu, T., Kazuo H. and Taizo M. (2006).** Growth, spawning and migration of hatchery-reared Japanese sandfish *Arctoscopus japonicus* released in Nanao Bay and Toyama Bay. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 72 (6): 1039-1045.
- **Uwate, K.R. and Shams A.J. (1997).** Bahrain fish stock enhancement: lessons learned and prospects for the future. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin*, 3: 9-13.

- **Van der Meeren, G.I. (2005).** Potential of ecological studies to improve survival of cultivated and released European lobsters, *Homarus gammarus*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 39(2): 399-424.
- **Wegrzynowicz, R. and Zbanyszek, R. (1972).** Tissular respiration of liver and kidney from bream *Abramis Brama* (L.) in reversible anesthesia. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 2(2): 35-39.
- **Welcomme, R.L. and Bartley D.M. (1998).** Current approaches to the enhancement of fisheries. *Fisheries Managment and Ecology*, 5: 351-382.
- **Wilson, J.A., Landton R.W. and Orsdel C.V. (1998).** A model for the preliminary analysis of the economic feasibility of Atlantic cod enhancement in the Gulf of Main (USA). *Bulletin of Marine Science*, 62(2): 675-687.
- **Ye, Y., Loneragal N., Die D., Watson R. and Harch. B. (2005).** Bioeconomic modelling and risk assessment of tiger prawn (*Penaeus esculentus*) stock enhancement in Exmouth Gulf, Australia. *Fisheries Research*, 73: 231–249.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- **Βερεσόγλου, Α.Σ. (2004).** Οικολογία. Εκδόσεις Έλλα, Λάρισα, ISBN: 978-960-7691-69-9
- **Οικονομίδης, Π.Σ. (2000).** Εισαγωγή καλλιεργούμενων υδροβίων οργανισμών στα υδάτινα οικοσυστήματα. Πρακτικά διημερίδας 11-12 Μαΐου, Ζάππειο Μέγαρο. 7-9.
- **Πολυχρονίδης, Α. (2005).** Η επίδραση των υδατοκαλλιεργειών στις τροφικές σχέσεις άγριων πληθυσμών δύο ειδών ιχθύων. Μεταπτυχιακή εργασία, Σχολή Θετικών και Τεχνολογικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Κρήτης :

[http://elocus.lib.uoc.gr/php/pdf_pager.php?filename=/var/www/dlib-portal//dlib/a/4/d/attached-metadata-dlib-2005polychronidis/polychronidis.pdf&lang=el&pageno=1&pagestart=1&width=&height=&maxpage=.](http://elocus.lib.uoc.gr/php/pdf_pager.php?filename=/var/www/dlib-portal//dlib/a/4/d/attached-metadata-dlib-2005polychronidis/polychronidis.pdf&lang=el&pageno=1&pagestart=1&width=&height=&maxpage=)

- **Τσερπές, Γ. (1996).** Συμβολή στη μελέτη της δυναμικής και αλιευτικής εκμετάλλευσης βενθοπελαγικών ιχθυοαποθεμάτων της Κρήτης. Διδακτορική διατριβή, Σχολή Θετικών και Τεχνολογικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Κρήτης : [http://elocus.lib.uoc.gr/php/pdf_pager.php?filename=/var/www/dlib-portal//dlib/8/b/6/attached-metadata-dlib-1996tserpes/1996tserpes.pdf&lang=el&pageno=1&pagestart=1&width=&height=&maxpage=.](http://elocus.lib.uoc.gr/php/pdf_pager.php?filename=/var/www/dlib-portal//dlib/8/b/6/attached-metadata-dlib-1996tserpes/1996tserpes.pdf&lang=el&pageno=1&pagestart=1&width=&height=&maxpage=)

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

- **Anonymous (2002).** Guidelines for stocking fish in inland waters of Ontario. : <http://www.mnr.gov.on.ca/226921.pdf>.
- **Appelberg, M. (2000).** Swedish standard methods for sampling freshwater fish with multi-mesh gillnets. : <https://www.fiskeriverket.se/download/18.1e7cbf241100bb6ff0b8000989/provfi skebeskr.pdf>.
- **Bach, P., Dragorn L., Bertrant A., Jose E. and Misselis C. (2000).** Vertical Distribution of Tuna: Ultrasonic Tagging Versus Instrumented Longline Fishing. : http://www.soest.hawaii.edu/PFRP/pdf/symp_abstracts.pdf.
- **Baumgartner, L. and Cameron L. (2006).** Effectiveness of fish stocking-

research.:

http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0020/122654/effectiveness-of-fish-stocking-research.pdf.

- **Block, B.A., Dewar H., Blackwell S.B., Williams T., Boustany A., Prince E., Farwell C. and Seitz A. (2000).** Archival and Pop-Up Satellite Archival Tags Reveal New Information About Atlantic Bluefin Tuna Migrations, Biology and Oceanographic Preferences. :

http://www.soest.hawaii.edu/PFRP/pdf/symp_abstracts.pdf.

- **Born, A.F., Immink A.J. & Bartley D.M. (1999).** Marine and coastal stocking: global status and information needs. :

<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y4783e/y4783e01.pdf>.

- **Borg, J. (2004).** Fish stock and fishery enhancement in Western Australia. :

<http://www.fish.wa.gov.au/docs/mp/mp175+176/fmp175.pdf>.

- **Browser, P.R. (2001).** Anesthetic options for fish. :

http://www.ivis.org/advances/Anesthesia_Gleed/bowser/ivis.pdf.

- **COFI:AQ/II/2003/7.** Toward responsible practices in culture based fisheries:

<ftp://ftp.fao.org/docrep/FAO/Meeting/013/Y9446e.pdf>.

- **COM (2002) 511 final.** A strategy for the sustainable development of European aquaculture. : [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2002:0511:FIN:EN:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2002:0511:FIN:EN:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2002:0511:FIN:EN:PDF).

- **Coyle, S.D., Durborow R.M. and Tidwell J.H. (2004).** Anesthetics in Aquaculture. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC Publication No. 3900.:

[http://ces3.ca.uky.edu/westkentuckyaquaculture/Data/Harvesting,%20Holding%](http://ces3.ca.uky.edu/westkentuckyaquaculture/Data/Harvesting,%20Holding%20and%20Distribution.pdf)

20and%20Live%20Transport%20of%20Fish/SRAC%203900%20Anesthetics%20in%20Aquaculture.pdf.

- **Davenport, J., Baras E., Fadi G. and Jonsson G. (1999).** Concerted Action "Improvements of Tagging Methods for Stock Assessment and Research in Fisheries"(CATAG).:
<http://www.nal.usda.gov/awic/pubs/Fishwelfare/Thorsteinsson.pdf>.
- **Department of fisheries, Sabah (2009).** Resource management. :
<http://www.fishdept.sabah.gov.my/conservation.asp>.
- **Harvey, B. (1987).** Tagging and marking fish for IDRC research projects. :
<https://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/123456789/15251/1/105022.pdf>.
- **Jacobsen, J.A. and Hansen L.P. (2004).** Conventional tagging methods in stock identification. : internal and external tags.
http://www.frs.fo/ew/media/Ritger%C3%B0ir/2004/ICES_CM2004_EE29.pdf
- **Jesse's hunting and out door (2009).** Lake Elnishore fishery improving. :
<http://www.jesseshunting.com/forums/bass-fishing/178040-lake-elsinore-wiper-plant-lastest-step-effort-make-t.html>.
- **Okouchi, H., Kitada S., Iwamoto A. and Fukunaga T. (2004).** Flounder stock enhancement in Miyako Bay, Japan. :
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y4783e/y4783e08.pdf>.
- **Kerr, S. J. (2006).** An historical review of fish culture, stocking and fish transfers in Ontario, 1865-2004. :
http://www.mnr.gov.on.ca/MNR_E001346.pdf
- **Kitsap sun (2009).** Steelhead recovering, Scientistics learning. Thanks to hood canal program. : <http://www.kitsapsun.com/news/2009/may/21/steelhead->

recovering-scientists-learning-thanks/.

- **Kucas, S.T., and Hassler T.J. (1986).** Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Pacific Southwest)--California halibut. Biological report 82 (11.44). : http://www.nwrc.usgs.gov/wdb/pub/species_profiles/82_11-044.pdf.
- **Mongabay (2007).** Pictures for *Paralichthys californicus*. : <http://world.mongabay.com/greek/travel/files/p11130p.html>.
- **Morgan, S. and Bull C. (2005).** Potential Techniques for Tagging and Marking Seahorses. Project Seahorse Technical Report No.7, Version 1.0. : http://209.85.229.132/search?q=cache:-i84UaTAmOEJ:seahorse.fisheries.ubc.ca/Documents/TechnicalReports/Tagging_Seahorses_Full.pdf+POTENTIAL+TECHNIQUES+FOR+MARKING+AND+TAGGING+SEAHORSES&cd=1&hl=el&ct=clnk&gl=gr&client=firefox-a.
- **Nelson, G.C. (2005).** Drivers of ecosystem change. : <http://www.google.com/books?hl=el&lr=&id=UFVmiSAr-okC&oi=fnd&pg=PA73&dq=%22drivers+of+ecosystem+change%22+Nelson+1995&ots=l6GBNXY2Vg&sig=E4fTyrgel1j0QO-xMDujCgm0JTLI#v=onepage&q=&f=false>.
- **Pitcher, T.J. (1998).** Evaluating the benefits of recreational fisheries. : <http://www2.fisheries.com/archive/publications/reports/7-2.pdf>.
- **Rubin, J.F., Richard A. and Chevallay P.A. (XXXX).** Marking and Radiotracking. : http://www.unil.ch/webdav/site/ee/shared/3_marking.pdf.
- **Ruxton, G.D., Jackson A.L. and Tosh C.R. (2007).** Confusion of predators does not rely on specialist coordinated behavior. :

<http://beheco.oxfordjournals.org/cgi/reprint/arm009v1>.

- **Seng, L.T., Tan Z. and Enright W.J. (2006).** Important parasitic diseases in cultured marine fish in the Asia-Pacific region. :

http://aqua.intervet.com/binaries/Asian%20Parasitology%202%20-%20AquaCulture%20AsiaPacific%20Jan%202006_tcm127-123006.pdf.

- **Svedlmayer, S.T., Moss T. and Maceina M. (2004).** Fishery independent survey of red snapper *Lutjanus campechanus* in the Gulf of Mexico. :

http://www.sefsc.noaa.gov/sedar/download/SEDAR7_DW21.pdf?id=DOCUMENT.

- **Tringali, M.D. and Leber K. M. (1999).** Genetic considerations during the experimental and expanded phases of snook stock enhancement. Bulletin National Research Institute Aquaculture (Japan) Supplment. 1:109-119:

http://www.stockenhancement.org/pdf/snook_stock_enhancement_genetics.pdf

- **Wikipedia (2004).** File: Inland sea. jpg. :

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Inlandsea.jpg>.

- **Zeimann D.A., Kanenaka B. and Cantrell R. (2004).** Stock and Habitat Enhancement: Additional Tools for Managing Coastal Fish Stocks :

http://ccma.nos.noaa.gov/publications/C1851_Fish.pdf#page=186.

7. ABSTRACT

Global capture fisheries production is stagnant, a number of formerly productive stocks have collapsed with only limited evidence of recovery, and ecosystem-level impacts of biomass removal and fishing gear disturbance have become increasingly evident. Managers of fisheries worldwide are searching for sustainable ways to restore depleted stocks and increase production.

Stocking is the release of cultured juveniles into wild population(s) to augment the natural supply of juveniles and optimize harvests by overcoming recruitment limitation.

The first recorded large-scale stocking program recorded in the Roman Empire, with carp fry and continued until the Middle Ages. While freshwater stock enhancement is well developed, marine stock enhancement is still relatively new. The firsts stocking programmes in the marine environment recorded in late 1800's and early 1900's in the U.S. and Norway. For over sixty years many millions of young cod, haddock, pollock, winter flounder, and even lobster were released annually in an effort to augment wild populations. In now days is one of the most important sustainable management of fish stocks with great scientific interest.

Essentially stocking is an intermediary between aquaculture and fisheries, where indigenous and non-native species, reared in hatcheries or transported from other regions, introduced in salt water.

The success of stocking programmes depends on the design and sound decision making by scientists. A number of factors should be considered before the procedure of the selection of the appropriate location and the timing of releasing.

The supply of juveniles, as necessary, must be by a certified hatchery. The

juveniles must be healthy and free from diseases and pests. Also they must pass a period of acclimatization to be prepared for the releasing in the new environment and to be able to survive.

The age and size of juveniles have an important role in the success of stocking programmes. Older fishes with bigger weights are more appropriate, but due to the high cost of rearing, are most preferred the smaller sizes which increases the risk of predation and mortality.

The methods for transfer and release should be made in a short time and with extra care to avoid causing stress to the fry. There are three main releasing strategies for stocking programmes. In coastal areas preferred the direct release from the tank into the marine environment, and for cases in deeper waters, preferred, the transferring in tanks on ships and the subsequent diversion into the sea or the use of cages.

By identifying the best release area and timing of the release two of the most majors' factors of stocking have conduct. The abundance of food and lack of reduced rates of predators contribute positively to the survival of the newly introduced population. Ecosystem has a maximum population level of fish that it can naturally sustain. This is its "carrying capacity". This level is determined by the quality of habitat, the amount of food obtainable, and the space available to the resident fish. If fish populations rise above this natural capacity, either as a result of stocking or natural recruitment, then the ecosystem may be said to be overstocked. Such conditions can upset aquatic plant and invertebrate communities which play an important role in the natural ecology of an ecosystem. More importantly overstocked waters are more prone to poor water quality, reduced growth rates and disease outbreaks.

The results of stocking programmes many times are not immediately visible, and

often require a long time to confirm the success. Data collection is mainly by the recapture of tagging juveniles. Marking and tagging juveniles are lengthy processes. Scientists obtain informations, by them, about age, survival and spread of the released population.

By releasing reared populations in a new environment can bring major changes in native populations. The displacement of species, the introduction of a predator, the genetic diversity and the transfer of diseases are some of the negative consequences that often accompany stocking programmes.

Concluding marine stocking program is the practice of releasing hatchery-reared fishes into coastal waters for the purpose of increasing wild populations and they are applied in complex human–environment systems, involving dynamic interactions between the resource, the technical intervention and the people who use it.

Keywords: stocking program, enhancement, marine, coastal

8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στάδια αναισθησίας

Στάδιο	Βαθμός αναισθησίας	Αντίδραση των ιχθύων στο αναισθητικό
0	Μηδενικός	Αντίδραση σε εξωτερικά ερεθίσματα, ο ρυθμός του βραγχιακού επικαλύματος και ο μυϊκός τόνος είναι φυσιολογικοί
1	Ελαφριά καταστολή	Ελάχιστη μειωμένη αντίδραση στα εξωτερικά ερεθίσματα, κανονική ισορροπία, ρυθμός του βραγχιακού επικαλύματος ελαφρώς αυξημένος
2	Βαθιά καταστολή	Έλλειψη αντίδρασης στα εξωτερικά ερεθίσματα, κανονική λειτουργική ισορροπία, ελαφρώς αυξημένος ρυθμός του βραγχιακού επικαλύματος
3	Μερική απώλεια της ισορροπίας	Μερική έλλειψη μυϊκού τόνου, ακανόνιστη κολύμβηση, αντίδραση μόνο σε κραδασμούς και σε ερεθίσματα αφής, αύξηση ρυθμού του βραγχιακού επικαλύματος
4	Ολική απώλεια της ισορροπίας	Ολική απώλεια μυϊκού τόνου, απώλεια αντανακλαστικών, αργός αλλά φυσιολογικός ρυθμός του βραγχιακού επικαλύματος
5	Απώλεια αντανακλαστικών	Ολική απώλεια αντανακλαστικών, βραδυκαρδία, αργές και ακανόνιστες κινήσεις του βραγχιακού επικαλύματος
6	Μυελώδη κατάρρευση (στάδιο ασφυξίας)	Ανακοπή καρδιακής λειτουργίας, παύση κίνησης του βραγχιακού επικαλύματος

LOOK OUT !!
There are TAGGED
Salmon,
Sea-trout
Brown-trout
& Grayling

in the Tweed and its tributaries

Tagging fish gives immensely useful information on how fish move around the catchment – and outside it. Reporting tagged fish makes a great contribution to the understanding of Tweed's fish and fisheries

THERE ARE THREE DIFFERENT TAGS YOU MIGHT FIND:

Micro-tags – put on very small fish

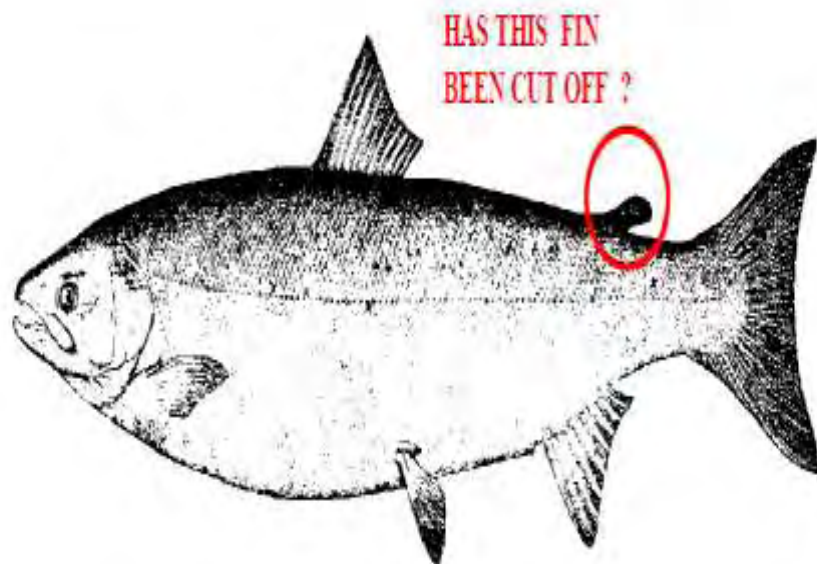
Floy Tags – put on large adult fish

Carlin Tags – put on small adult fish

Please check both sides of the **Dorsal fin and the **Adipose fin** of any fish you catch : That is where tags or their indicators will be found**

1: MICRO - TAGS

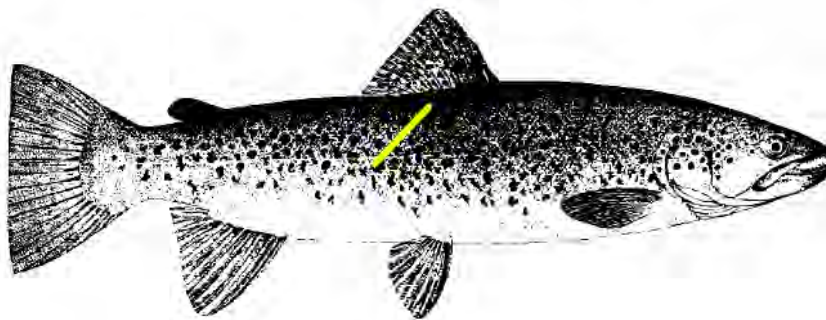
These minute pieces of coded wire are put into the snouts of Trout and Salmon when they are juveniles . Adults carrying the tags can be recognised because their adipose fins have been cut off -



**IF YOU HAVE KILLED A SALMON OR TROUT LIKE THIS,
PLEASE CONTACT THE TWEED FOUNDATION OR YOUR
LOCAL BAILIFF. THESE TAGS HAVE TO BE DISSECTED
OUT UNDER A MICROSCOPE, SO THE SNOUTS WILL
NEED TO BE REMOVED**

2: FLOY TAGS

These are tubes of yellow plastic with a number on them that are inserted just below the dorsal fin of adult Salmon and Sea-trout



IF YOU KILL A FISH LIKE THIS :

or

SEND THE TAG AND THE DETAILS OF CAPTURE (Date & Place) TO THE FOUNDATION'S OFFICE

or

GIVE THE TAG AND THE DETAILS TO YOUR LOCAL BAILIFF

There is a reward of £5 for the return of these tags

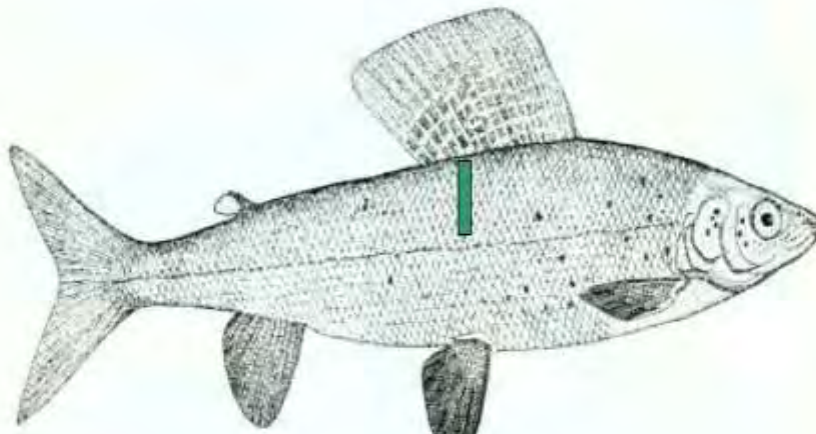
IF YOU RELEASE A FISH LIKE THIS, PLEASE MAKE A NOTE OF THE TAG'S NUMBER AND THEN FOLLOW ONE OF THE ABOVE PROCEDURES.

3: CARLIN TAGS

These are small rectangles of green plastic with a number that are inserted just below the dorsal fins of adult Brown-trout and Grayling



Actual size



**IF YOU CATCH A FISH WITH ONE OF THESE TAGS,
FOLLOW THE SAME PROCEDURES AS FOR CARLING
TAGS**

There is a reward of £5 for the return of these tags

Τετρασέλιδο φυλλάδιο ενημέρωσης των αλιέων για το χρηματικό αντίτιμο της σήμανσης

FISH STOCKING FORM CODES

Mark Type Codes

Code	Mark Type
ADC	Adipose Clip
LPC	Left Pectoral Clip
RPC	Right Pectoral Clip
LVC	Left Ventral Clip
RVC	Right Ventral Clip
BVC	Both Ventral Clip
ANC	Anal Clip
UCC	Upper Caudal Clip
LCC	Lower Caudal Clip
DOC	Dorsal Clip
ADP	Adipose Punch
UCP	Upper Caudal Punch
LCP	Lower Caudal Punch
BRA	Brand
OTM	Other Mark

Tag Type Codes

Code	Tag Type
CAT	Carlin Tag
JAT	Jaw tag
SPT	Spaghetti Tag
STT	Strap Tag
VTT	Vinyl Tubing Tag
ANT	Anchor Tag
DAT	Dart Tag
PDT	Petersen Disc Tag
PIT	Passive Integrated Transponder (PIT) Tag
RTT	Radio Transmitter Tag
OTT	Other Tag

Δισέλιδη Φόρμα συμπλήρωσης του NB Wildlife Council

California Department of Fish and Game

Fisheries Branch

FISH TAG RECOVERY RECORD*** * * This form can be filled out online then printed and mailed * * ***

If no address is indicated on tag, mail completed form with the fish tag to: CDFG - Fisheries Branch

1701 Nimbus Road, C

Gold River, CA 95670

Please provide as much information as you have available. Thank you.

Angler Name: _____

Address: _____

City: _____ State: _____ Zip: _____

Daytime Phone Number with Area Code: _____

Tag Number: _____ Kind of Fish: _____

Length of Fish (measured from front of head to end of longest tip of tail)
_____ inches

Name of water where fish caught or tag found include closest town if known: _____

When was the fish caught? Date: _____ [] Day or [] Night

Was fish [] Kept or [] Released ? Was fish caught on [] lure or [] bait ?

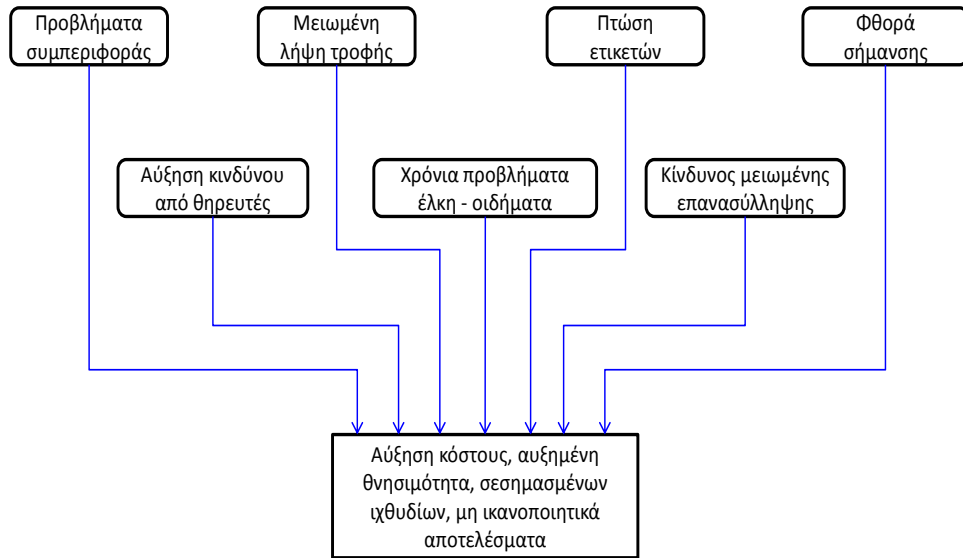
Caught from [] boat or [] shore ?

[] None of the above applies, tag was found. Please explain: _____

Comments: _____

Attach tag here

Φόρμα συμπλήρωσης του Fisheries Branch



Σχεδιάγραμμα 1: Προβλήματα σήμανσης και μαρκαρίσματος