

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Συνθήκες αναπαραγωγής του είδους *Pelvicachromis pulcher* (kribensis) σε
συνθήκες αιχμαλωσίας σε ενυδρεία».**

**ΚΑΛΟΥΔΑ ΓΕΩΡΓΙΑ
ΤΣΟΜΠΙΑΝΟΓΛΟΥ ΜΑΡΙΑ**

ΒΟΛΟΣ 2019

**«Συνθήκες αναπαραγωγής του είδους *Pelvicachromis pulcher* (kribensis) σε
συνθήκες αιχμαλωσίας σε ενυδρεία»**

Διμελής Εξεταστική Επιτροπή

Νικόλαος Βλάχος, Μέλος ΕΔΠ, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Φυσιολογία θρέψης διακοσμητικών ψαριών σε ενυδρεία, **Επιβλέπων**.

Αθανάσιος Εξαδάκτυλος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Γενετική Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, **Μέλος**.

Στις οικογένειές μας

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρουμε σε πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, τον κύριο Νικόλαο Βλάχο για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και το μέλος της εξεταστικής επιτροπής, κύριο Αθανάσιο Εξαδάκτυλο για τις χρήσιμες συμβουλές του και την καθοδήγησή του καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Τέλος, θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας στις οικογένειές μας για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη των συνθηκών αναπαραγωγής σε συνθήκες αιχμαλωσίας του είδους *Pelvicachromis pulcher*. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν 6 άτομα *kribensis*, τα οποία μοιράσθηκαν ανά 3 σε δύο διαφορετικά ενυδρεία 60 L και σε θερμοκρασία 26°C, με αναλογία 2:1 (δύο αρσενικά και ένα θηλυκό άτομο *kribensis*).

Για το χρονικό διάστημα του πειράματος μετρούνταν δυο φορές εβδομαδιαίως οι παράμετροι του νερού TAN, NO₂⁻, NO₃⁻, pH, T °C. Η διατροφή των ψαριών περιλάμβανε δύο διαφορετικές τροφές (ξηρή και κατεψυγμένη) οι οποίες χορηγούνταν τρεις φορές ημερησίως ανά τέσσερις ώρες.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αναπαραγωγή του είδους *Pelvicachromis pulcher* εξαρτάται από παράγοντες όπως η ποιότητα του νερού η οποία ρυθμίστηκε να είναι TAN <0,2 mg/L, τα νιτρώδη ιόντα να είναι μικρότερα από 0,1mg/L και τα νιτρικά ιόντα να είναι μεγαλύτερα από 60 mg/L. Το pH ήταν στο 8 και η θερμοκρασία ρυθμίστηκε στους 26°C.

Λέξεις κλειδιά: Αναπαραγωγή, *kribensis*, *P.pulcher*, Cichlidae, ποιότητα νερού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1 Εμπόριο Διακοσμητικών Ψαριών	8
1.2 Περιγραφή του είδους <i>P. Pulcher</i>	9
1.3 Προέλευση και οικολογία του <i>P. Pulcher</i>	9
1.4 Διατροφή.....	11
1.5 Σεξουαλικός διμορφισμός και αναπαραγωγή	11
1.5.1 Εκλεκτική αναπαραγωγή	12
1.6 Σκοπός της εργασίας.....	13
2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	14
2.1 Προμήθεια ατόμων <i>Pelvicachromis pulcher</i>	14
2.2 Σύστημα εκτροφής – Συνθήκες αναπαραγωγής και ανάπτυξης	14
2.3 Επιλογή γεννητόρων	17
2.3 Σιτηρέσιο και χορήγηση τροφής.....	19
2.4 Μετρήσεις μορφομετρικών παραμέτρων.....	20
2.5 Μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων	21
2.5.1 Προσδιορισμός ολικής αμμωνίας-αζώτου (T.A.N.)	21
2.5.2 Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων (NO_2^-).....	22
2.5.3 Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων (NO_3^-).....	23
2.6. Δείκτες υπολογισμού λειτουργικών χαρακτηριστικών φίλτρου.....	24
3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	25
3.1 Πειραματικές συνθήκες εκτροφής	25
3.2 Τεχνικά-λειτουργικά χαρακτηριστικά ενυδρείων - προγραμματισμός εργασιών	25
3.3 Φυσικοχημικές παράμετροι νερού	26
3.4 Αποτελέσματα Αναπαραγωγής.....	29
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	33
4.1 Ποιότητα νερού.....	33
4.2 Αναπαραγωγή του είδους <i>P.pulcher</i> (kribensis).....	33
4.3 Συμπεράσματα	35
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	36
5.1 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	36
5.2 Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία	38
5.3 Διαδικτυακή Βιβλιογραφία.....	38
6.ABSTRACT	39

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εμπόριο Διακοσμητικών Ψαριών

Η ανάπτυξη του εμπορίου των διακοσμητικών ψαριών στηρίζεται κυρίως σε τεχνικές που εφαρμόζονται κατά κόρον στη μείωση της υπεραλίευσης και στην ανάπτυξη της εκτροφής τους σε ελεγχόμενες συνθήκες αιχμαλωσίας (Bartley 2005, Olivotto et al. 2011).

Η άνθηση του εμπορίου των διακοσμητικών ψαριών ήταν ραγδαία το 2010 αυξάνοντας κατά πολύ την εκτιμώμενη αξία των ειδών η οποία ανήλθε στα 900 εκατομμύρια δολάρια (Roberts 2010). Οι Ασιατικές χώρες συμβάλουν με περισσότερο από 50% στην παγκόσμια παραγωγή των διακοσμητικών ψαριών, ενώ το υπόλοιπο 40% προέρχεται από αναπτυσσόμενες χώρες (Knop & Moorhead 2012).

Ο Nelson (2006), αναφέρει ότι το ετήσιο εμπόριο διακοσμητικών ψαριών περιλαμβάνει 4000 είδη που προέρχονται από τα γλυκά νερά και 1400 είδη από τα θαλασσινά νερά, ενώ το 80-90% περίπου των διακοσμητικών ψαριών που προέρχεται από τα γλυκά νερά εκτρέφεται.

Ο Helfman (2007) αναφέρει ότι από τα 700 είδη των διακοσμητικών ψαριών, μόνο τα 30-40 είδη είναι αυτά που συμβάλουν στην αύξηση του εμπορίου των διακοσμητικών ψαριών. Από τα είδη των θαλασσινών ειδών εκτιμάται ότι 100 είδη από τα 1400 που διακινούνται στη βιομηχανία του εμπορίου, εκτρέφονται σε συνθήκες αιχμαλωσίας (Doves 1999). Στα γλυκά νερά το 95% των ειδών (1300 είδη) που διακινούνται στο εμπόριο, προέρχεται από τα είδη της οικογένειας Cichlidae (Erdogan et al. 2012).

Ο αριθμός των χωρών που εισάγουν διακοσμητικά ψάρια το 2004 έφθασε στις 120 από 32 που ήταν το 1974, με την Ευρώπη να κατέχει το 51% και τη Νότια Αμερική το 26% (το 87% εισάγεται από τις Η.Π.Α).

Τα είδη *Pterophyllum scalare*, *Archocentrus nigrofasciatus*, *Symphysodon aequifasciatus*, *Astronomus Ocelatus* και *Pelvicachromis pulcher* είναι μερικά από τα είδη της οικογένειας Cichlidae που παρουσιάζουν αυξημένο εμπορικό ενδιαφέρον λόγω των έντονων ελκυστικών χρωμάτων τους αλλά και των σχημάτων τους (Bahadir Koca et al. 2009, Kasiri et al. 2011b).

1.2 Περιγραφή του είδους *P. Pulcher*

Στην άγρια φύση, το αρσενικό άτομο *P. Pulcher* φτάνει σε μήκος περίπου 12,5 cm και βάρος 9,5 gr. Τα θηλυκά είναι μικρότερα με το μέγιστο μήκος φτάνει τα 8,1 cm. και το μέγιστο βάρος τα 9,4 gr. Το *kribensis* ανήκει στις κιχλίδες με σώμα επίμηκες και πλευρικά πεπλεγμένο με μικρό αλλά ψηλό ουραίο μίσχο και στρογγυλεμένη κεφαλή. Το μεγάλο σε μήκος ραχιαίο πτερύγιο ξεκινάει από το μπροστινό τμήμα της κεφαλής, ενώ το ουραίο πτερύγιο έχει ένα κυρτό οπίσθιο άκρο (Drennan 2003).

Τα άκρα του ραχιαίου και ουραίου πτερυγίου είναι επιμηκυμένα και μυτερά στο αρσενικό και στρογγυλεμένα στο θηλυκό. Ο χρωματισμός ποικίλλει πολύ. Παρόλα αυτά αναφέρεται ότι το ραχιαίο πτερύγιο είναι καφετί ή μπλε ή με βιολετί αποχρώσεις και το κοιλιακό είναι άσπρο με μπλε περίγραμμα. Και στις δύο πλευρές της κοιλιάς υπάρχει μια εξαιρετικά κόκκινη περιοχή η οποία διαφοροποιείται από ροζ σε κόκκινο χρώμα ιδιαίτερα κατά την διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου. Στα ενήλικα θηλυκά άτομα το ραχιαίο πτερύγιο αποτελείται από μια σκούρα κηλίδα. Στο σύνολό τους τα θηλυκά άτομα είναι πιο χρωματισμένα σε σχέση με τα αρσενικά άτομα, κάτι που δεν είναι καθόλου συνηθισμένο γι' αυτά τα είδη ψαριών (Βλάχος 2010).

1.3 Προέλευση και οικολογία του *P. Pulcher*.

Το *P. Pulcher* είναι ενδημικό είδος που απαντάται στη νότια Νιγηρία και στις παράκτιες περιοχές του Καμερούν. Αρέσκεται να ζει σε θερμά νερά (24-26°C) όξινα έως ουδέτερα (pH: 5.6-6.2) και μαλακά νερά (12-22 mg/L CaCO₃). Το υπόστρωμα είναι ένας σημαντικός παράγοντας, που λαμβάνεται υπόψη από το είδος, για τη δημιουργία ενός ενδιαιτήματος. Προτιμούν υπόστρωμα που περιλαμβάνει λεπτόκοκκο σκούρο χαλίκι, ενώ η δεξαμενή θα πρέπει να φυτεύεται καλά με φυσικά ή τεχνητά φυτά.

Το είδος κατοικεί σε νερά με κυματισμό και βρίσκεται μόνο σε περιοχές με πυκνή βλάστηση. Αλλά είδη ψαριών που μοιράζονται το ενδιαιτήμα του *P. pulcher* περιλαμβάνουν τα είδη *Pelvicachromis taeniatus*, *Chromidotilapia guntheri*, *Hemichromis cristatus*, *Tilapia Mariae* και *T.zilli*.

Η θερμοκρασία είναι ένας από τους πιο σημαντικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες που επηρεάζει την ανάπτυξη αλλά και την επιβίωση όπως για παράδειγμα τα διακοσμητικά είδη *Pomacanthus semicirculatus* και *Chaetodontoplus septentrionalis* (Leu et al. 2010).

Η θερμοκρασία του νερού κατά τη διάρκεια της ωοτοκίας και επώασης των αυγών, επηρεάζει το μεταβολισμό, τη δραστηριότητα, το μέγεθος των προνυμφών και τη δομή και ποιότητα του αναπτυσσόμενου εμβρύου και το ρυθμό ανάπτυξης. Η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει επίσης τα ποσοστά εκκόλαψης, το μέγεθος των λαρβών, την εξέλιξη και το χρόνο απορρόφησης των λεκιθικών αποθεμάτων, καθώς και την επιβίωση των λαρβών.

1.4 Διατροφή

Το είδος *P. pulcher* τρέφεται με σκόκληες, καρκινοειδή και έντομα. Η ανάλυση στο περιεχόμενο του στομάχου του άγριου *P. pulcher* υποδηλώνει ότι το είδος είναι παμφάγο. Ο Nwadiaro (1985) αναφέρει ότι τα κύρια είδη διατροφής ήταν διάτομα, πράσινα φύκη, μέρη ανώτερων φυτών, μαζί με μπλε-πράσινα φύκη. Τα ασπόνδυλα, βρέθηκαν να είναι σχετικά ασυνήθιστα είδη διατροφής για άγρια ψάρια.

Η τροφή είναι από τους σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζει την αναπαραγωγή και την ανάπτυξη των ψαριών (Wootton 1982). Η τροφή και η συχνότητα ταΐσματος επηρεάζουν την υγεία των τροπικών ψαριών και τη διατήρηση της ποιότητας του νερού στο ενυδρείο. Ωστόσο, παρόλο που τα υψηλά ποσοστά πρωτεΐνης συμβάλλουν στην ανάπτυξη των ψαριών, αποδεικνύονται ακατάλληλα για τα ψάρια που διατηρούνται σε ενυδρεία καθώς τα υψηλά επίπεδα πρωτεΐνης μπορεί να δημιουργούν προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος στο ενυδρείο από τα προϊόντα διάσπασης του μεταβολισμού των πρωτεϊνών (Sales & Janssens 2003).

Σύμφωνα με τους Bahadir Koka et al. (2009) και Lim et al. (2001) η διατροφή των διακοσμητικών ψαριών, σχετίζεται με τη χορήγηση ζωντανών τροφών και σύμπηκτα (pellets). Η πεπτικότητα και τα θρεπτικά συστατικά, επηρεάζουν την πρόσληψη, την αξιοποίηση, καθώς και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της τροφής (Carter et al. 1991). Επιπλέον, η θερμοκρασία του νερού είναι ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει τη φυσιολογία και την ανάπτυξη των ψαριών (Jobling 1997). Ο Lovell (2000) αναφέρει πως υπάρχει ποσοτική και ποιοτική διαφοροποίηση μεταξύ των σταδίων ανάπτυξης των ψαριών.

Στο φυσικό περιβάλλον, διατηρείται η ικανότητα των ψαριών να προσλαμβάνουν την τροφή τους για να καλύψουν τις διατροφικές τους απαιτήσεις και να μειώσουν με τον τρόπο αυτό την πιθανότητα των διατροφικών ελλείψεων (Velasco-Santamaria & CorredorSantamaria 2011).

1.5 Σεξουαλικός διμορφισμός και αναπαραγωγή

Όπως και σε άλλα είδη *Pelvicachromis*, το είδος *P. pulcher* είναι γονοχωριστικό με αποτέλεσμα ο διαχωρισμός του φύλου να γίνεται με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά (σχήμα, μέγεθος, χρώμα), τη συμπεριφορά (επιθετικότητα, προσέλκυση αντίθετου φύλου) και την προεκβολή της ουρογεννητικής οπής (Βλάχος 2010). Τα αρσενικά έχουν δείξει κοιλιακά, ραχιαία και εδρικά πτερύγια, ενώ στο θηλυκό τα κοιλιακά και ραχιαία πτερύγια

είναι πιο στρογγυλεμένα. Επιπλέον, τα αρσενικά δεν παρουσιάζουν λαμπερό έντονο χρωματισμό στο ραχιαίο πτερύγιο, σε σχέση με τα θηλυκά άτομα.

Στη φύση το είδος επιλέγει να δημιουργεί φωλιές σε περιοχές με έντονη βλάστηση. Σε συνθήκες αιχμαλωσίας χρησιμοποιούνται τεχνητές σπηλιές για χώρους αναπαραγωγής. Η ωοτοκία λαμβάνει χώρα σε μικρές σπηλιές και τα αυγά προστατεύονται και από τους δύο γονείς. Τα αυγά προσκωλώνται σε σειρές, περίπου 10, στην επάνω επιφάνεια της σπηλιάς. Το μέγεθος των αυγών κυμαίνεται σε μέγεθος από 400 έως 100 mm. Τόσο τα αρσενικά όσο και τα θηλυκά άτομα παρουσιάζουν γονική φροντίδα και επωάζουν τα αυγά τους, που συνήθως διαρκεί 21-28 ημέρες. Η γονική φροντίδα εκτός των άλλων περιλαμβάνει εποπτεία φωλιάς, διατροφή ιχθυδίων και προστασία από θηρευτές. Αξίζει να σημειωθεί ωστόσο, ότι τα θηλυκά άτομα είναι κατά κύριο λόγο υπεύθυνα για την φροντίδα του γόνου, ενώ τα αρσενικά ασχολούνται πρωτίστως με την χωροτακτική προστασία της φωλιάς. Όπως συμβαίνει σε όλα τα είδη *Pelvicachromis*, η αναλογία των φύλων μεταξύ των θηλέων και αρσενικών αυξάνεται με το pH. Η αναλογία αυτή, ποικίλει σε διαφορετικές τοπικές τοποθεσίες στο φυσικό περιβάλλον.

Η πολυμορφία στο χρώμα των αρσενικών ατόμων πιθανόν να οφείλεται στην διαφορετική συμπεριφορά που εκδηλώνουν τα αρσενικά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι κόκκινοι χρωματισμοί αρσενικών που υποδηλώνουν την ανθεκτικότητα και την πολυγαμία τους σε σχέση με τα αρσενικά που εντοπίστηκαν στην ίδια περιοχή και έχουν κίτρινες αποχρώσεις. Επιπροσθέτως, το είδος εμπλέκεται σε 'συνεταιριστική' εδαφική άμυνα όπου πολλά αρσενικά υπερασπίζονται μόνο μία περιοχή.

1.5.1 Αναπαραγωγή του είδους

Η αναπαραγωγική δραστηριότητα των ειδών της οικογένειας *Cichlidae* εστιάζεται, σε δύο διαδικασίες που περιλαμβάνουν την στρατηγική επώασης και τη γονική φροντίδα (Fryer & Illes 1972, Jones 1972, Lavery & Keenleyside 1990).

Οι κιχλίδες κατά την αναπαραγωγική τους διαδικασία επωάζουν στοματικά τα γονιμοποιημένα αυγά και διαρκεί έως ότου απορροφηθεί ο λεκιθικός σάκος (Barlow 1991).

Οι Muir & Roberts (1998) αναφέρουν ότι τα είδη της οικογένειας *Cichlidae* αναπτύσσουν διαφορετικά μορφομετρικά χαρακτηριστικά και παρουσιάζουν διαφορετικό χρωματισμό στα αυγά τους. Το χρώμα του αυγού, εξαρτάται από την ποσότητα των κερατονοειδών που περιέχονται στις τροφές των γεννητόρων. Τα αυγά του *kribensis* φέρουν

κολλώδη νημάτια που περιβάλλουν εξωτερικά το χόριο και προέρχονται από τα κύτταρα του θυλακίου (Drennan 2003).

Ο Βλάχος (2014) αναφέρει ότι η αναπαραγωγική διαδικασία των κηλίδων αποτελεί από τα βασικά κριτήρια προσαρμογής του είδους στο περιβάλλον. Το υπόστρωμα εναπόθεσης των αυγών, το διαλυμένο οξυγόνο, η τροφή, το pH, η σκληρότητα του νερού, η αμμωνία, τα νιτρώδη και τα νιτρικά ιόντα επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά τη διαδικασία της αναπαραγωγής του είδους *P. pulcher* (Drennan 2003).

Επίσης για την εμπορική εκμετάλευση του είδους παρήχθησαν άτομα *kribensis* με αλμπινισμό. Ένα χαρακτηριστικό που δεν θεωρείται κληρονομικό στο *P. pulcher* διότι είναι ανεπαρκώς κυρίαρχο. Όπως πολλά αλμπίνο ζώα διατηρούν κόκκινες και κίτρινες αποχρώσεις, ωστόσο το είδος *P. pulcher* παρουσιάζει στρώματα μελανίνης στο ραχιαίο και ουραίο περύγιο. Ο Langhammer (1982) αναφέρει ότι το ζευγάρι μεταξύ ατόμων με αλμπινισμό και άγριου πληθυσμού παράγουν 75% απογόνους με χαρακτηριστικό αλμπινισμού και 25% με φυσικά χαρακτηριστικά.

1.6 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας προπτυχιακής διπλωματικής εργασίας ήταν, να μελετηθούν οι συνθήκες αναπαραγωγής της κηλίδας *P. pulcher* σε συνθήκες αιχμαλωσίας σε ενυδρεία.

Για το σκοπό αυτό διεξήχθη πείραμα 100 ημερών όπου τα ψάρια τοποθετήθηκαν σε δύο διαφορετικά ενυδρεία με αναλογία φύλου 2:1 (2 αρσενικά: 1 θηλυκό).

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Προμήθεια ατόμων *Pelvicachromis pulcher*

Το πείραμα διεξήχθη στο τολ Ενυδρειοπονίας του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βόλο. Τα ψάρια που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα χορηγήθηκαν από το εργαστήριο Ενυδρείων του Τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας –Υδατοκαλλιεργειών του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας στο Μεσολόγγι. Τα ψάρια μεταφέρθηκαν σε ειδικές σακούλες ανά τρία άτομα και τοποθετήθηκαν σε δύο ενυδρεία 79,2 L για μια περίοδο 20 ημερών προκειμένου να εγκλιματιστούν και να προσαρμοστούν σε συνθήκες αιχμαλωσίας. Στη συνέχεια τα ψάρια τοποθετήθηκαν στα ενυδρεία αναπαραγωγής τα οποία είχαν όγκο 46,2 L αντίστοιχα και θερμοκρασία 26° C για όλο το χρονικό διάστημα της αναπαραγωγικής διαδικασίας του ψαριού.

2.2 Σύστημα εκτροφής – Συνθήκες αναπαραγωγής και ανάπτυξης

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 6 άτομα *Kribensis* μέσου ολικού βάρους $6,38 \pm 0,1$ gr και μέσου ολικού μήκους $7,08 \pm 0,5$ cm τα οποία διαμοιράστηκαν και χωρίστηκαν ανα 3 άτομα σε δυο ενυδρεία με βιολογικό φίλτρο βυθού. Οι διαστάσεις των ενυδρείων ήταν 59 x 27 x 29 cm και συνολικού όγκου 46,2 L (Εικ.1) ενώ οι διαστάσεις του δευτέρου ενυδρείου ήταν 80 x 33 x 30 cm και συνολικού όγκου 79,2 L (Εικ.2). Η τοποθέτηση των ψαριών στα ενυδρεία έγινε με σκοπό την παρακολούθηση της αναπαραγωγικής δραστηριότητας του είδους *Pelvicachromis pulcher* για διάστημα 100 ημερών.

Η παροχή του αέρα στα ενυδρεία αναπαραγωγής έγινε διαμέσου μιας φορητής αεραντλίας η οποία διοχέτευε ατμοσφαιρικό οξυγόνο στα ενυδρεία μέσω μια αερόπετρας πωρόλιθου με διαστάσεις 12 x 25 mm. Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται καλύτερη διάχυση του αέρα στο νερό του ενυδρείου. Η ροή του αέρα μετρήθηκε και ήταν 2326,1 L/min και για τα δύο ενυδρεία αναπαραγωγής (Spotte 1992). Η ροή του αέρα μετρήθηκε σύμφωνα με την μέθοδο του αντίστροφου σωλήνα. Τοποθετήθηκε δηλαδή ένας ογκομετρικός κύλινδρος 1000 mL αντίστροφα στο ενυδρείο έτσι ώστε να καλυφθεί όλος ο όγκος με νερό και να διαφύγει κάθε ίχνος οξυγόνου από τον ογκομετρικό κύλινδρο. Έπειτα τοποθετήθηκε η αερόπετρα πωρόλιθου μέσα στον κύλινδρο και υπολογίστηκε ο όγκος του νερού που εκτοπίστηκε από τον κύλινδρο σε 10 sec. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε 3 φορές και μετρήθηκε η ροή του αέρα για κάθε ενυδρείο σε L/h.

Επίσης στα ενυδρεία μετρήθηκε η παροχή του νερού και ήταν, για το πρώτο ενυδρείο $Q_1= 5400 \text{ cm}^3/\text{min}$ και για το δεύτερο ενυδρείο $Q_2= 4900 \text{ cm}^3/\text{min}$ η οποία εξασφάλιζε μια σταθερή ταχύτητα ανακύκλωσης $U_1=3,156 \text{ cm}/\text{min}$ και $U_2=2,042 \text{ cm}/\text{min}$ αντίστοιχα. Η μέθοδος μέτρησης της παροχής του νερού έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφεται στον Spotte (1992), μέσω ογκομετρικού κυλίνδρου των 1000 mL στην μονάδα του χρόνου και μετρήθηκε ο όγκος του νερού που καταλάμβανε ο κύλινδρος σε καθορισμένο χρόνο, για παράδειγμα στα 3 sec. Η διαδικασία επαναλήφθηκε 3 φορές και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος της παροχής για κάθε ενυδρείο. Η μονάδα έκφρασης της παροχής ήταν σε cm^3/min . Για τον υπολογισμό της ταχύτητας φιλτραρίσματος του νερού χρησιμοποιήθηκε ο τύπος: $U=Q/W \text{ cm}/\text{min}$ (Spotte 1992).

Το βιολογικό φίλτρο ήταν εσωτερικό τύπου cartridge με όγκο 20L και ήταν χωρισμένο σε δύο τμήματα. Το μηχανικό φίλτρο αποτελούνταν από ένα παχύ στρώμα υαλοβάμβακα ώστε να κατακρατά τα υπολείμματα της τροφής και τα περιττώματα από τα ψάρια, ενώ το βιολογικό φίλτρο αποτελούνταν από ενεργό άνθρακα και σφουγγάρι. Τέλος στο τρίτο τμήμα του φίλτρου υπήρχε μια βυθιζόμενη αντλία η οποία έστελνε το νερό στο ενυδρείο (Εικ.3).

Η θερμοκρασία αναπαραγωγής στα ενυδρεία ρυθμίστηκε στους $26 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ και διατηρήθηκε σταθερή σε όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Οι μετρήσεις του pH και τον φυσικοχημικών παραμέτρων γινόταν δύο φορές την εβδομάδα. Η σκληρότητα του νερού ήταν του δικτύου ύδρευσης που κυμαίνονταν στους 8-12 °dH. Η φωτοπερίοδος ακολούθησε τον φυσικό κύκλο του Μαΐου-Ιουνίου.



Εικόνα 1. Ενυδρείο αναπαραγωγής που χρησιμοποιήθηκε για την αναπαραγωγική δραστηριότητα του είδους *P. pulcher*. (Πηγή: προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 2. Ενυδρείο αναπαραγωγής που χρησιμοποιήθηκε για την αναπαραγωγική δραστηριότητα του είδους *P. pulcher* συνολικού όγκου 79,2 L. (Πηγή: προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 3. Εσωτερικό φίλτρο τύπου cartridge που χρησιμοποιήθηκε για την αναπαραγωγική δραστηριότητα του είδους *P. pulcher* (Πηγή: προσωπικό αρχείο).

Όπως αναφέρθηκε, τα ενυδρεία που χρησιμοποιήθηκαν για την αναπαραγωγή του *kribensis* είχαν συνολική επιφάνεια 1711 cm² και 2400 cm², αντίστοιχα και πληρώθηκαν με γλυκό νερό ολικής σκληρότητας 12 °dH (214,8 mg/L). Κάθε ενυδρείο καλύφθηκε με 4 Kg πορώδες χαλαζιακό χαλίκι (λάβα) με μέσο διαμέτρημα κόκου 0,45±0,28 cm, προκειμένου να δημιουργηθεί ένα βιολογικό φίλτρο πυθμένα, βάθους 5 cm, αλλά και περιβάλλον κατάλληλο για την αναπαραγωγή των ψαριών και εξαιτίας της χωροτακτικότητας που παρουσιάζουν τα συγκεκριμένα ψάρια (Βλάχος 2010). Η ανακύκλωση του νερού ήταν συνεχής και γίνονταν μέσω μιας αεραντλίας που είχε παροχή νερού 5.400cm³/min και 4.900 cm³/min δημιουργώντας αντίστοιχα μια ταχύτητα φιλτραρίσματος 3,17 cm/min και 2,04 cm/min.

Η ρύθμιση των ενυδρείων έγινε με την διαδικασία που περιγράφηκε από τους Vlahos et al. (2004) και Βλάχο (2014). Αρχικά η μέθοδος συνίσταται στην 24 ώρη λειτουργία των ενυδρείων ώστε να εξατμιστεί κάθε ίχνος χλωρίου και στη συνέχεια σε κάθε ενυδρείο προστέθηκαν 2-3 κόκκοι χαλικιού από ενυδρείο που λειτουργεί ικανοποιητικά ώστε να χρησιμοποιηθεί ως υλικό ανάπτυξης των βακτηρίων στο φίλτρο. Η διαδικασία εκκίνησης του φίλτρου συνίσταται στην προσθήκη 0,2 g NH₄Cl ως πηγή αμμωνίας στο φίλτρο (Vlahos

et al. 2004). Η ολική αμμωνία (Total Ammonium Nitrogen, T.A.N), τα νιτρώδη ιόντα (NO_2^-), τα νιτρικά ιόντα (NO_3^-), το pH και το οξυγόνο μετρούνταν δύο φορές την εβδομάδα.

Στα ενυδρεία αναπαραγωγής του *P. pulcher*, τοποθετήθηκε στο πυθμένα του ενυδρείου ένας πλαστικός σωλήνας (Εικ.4) ώστε να χρησιμοποιηθεί ως φωλιά ούτως ώστε να οριστεί η περιοχή ωοτοκίας από το ζευγάρι και να εναποτεθηθούν τα αυγά τους στο υπόστρωμα αλλά και να ελαχιστοποιηθεί η επιθετικότητα και το stress ανάμεσα στο ζευγάρι (Βλάχος 2010).



Εικόνα 4. Πλαστικός σωλήνας που χρησιμοποιήθηκε ως φωλιά στην αναπαραγωγική διαδικασία του *P. pulcher* (Πηγή: προσωπικό αρχείο).

2.3 Επιλογή γεννητόρων

Οι γεννήτορες προήλθαν από απόθεμα ψαριών που διατηρούνταν σε συνθήκες αιχμαλωσίας σε ενυδρεία στο εργαστήριο και τρέφονταν με σύμπηκτα και νιφάδες σε συνδυασμό με νωπές ή κατεψυγμένες τροφές τρεις φορές ημερησίως. Η θερμοκρασία του νερού διατηρήθηκε στους 26°C ενώ το περιβάλλον που ζει και αναπαράγεται το εν λόγω είδος δεν είναι νερά χαμηλής σχετικά σκληρότητας. Συνεπώς, εφαρμόζοντας τις προϋποθέσεις εκτροφής των γεννητόρων, δημιουργείται ένα υγιές περιβάλλον, που έχει ως αποτέλεσμα μετά από 2 με 3 μήνες οι γεννήτορες να ωριμάζουν γεννητικά και να επιλέγονται εκείνα τα άτομα που θα χρησιμοποιηθούν για την αναπαραγωγή. Στη συνέχεια τα άτομα που επιλέγονται απομονώνονται και τοποθετούνται στα ενυδρεία αναπαραγωγής σε αναλογία 2♂:1♀ Η επιλογή του φύλου στα μελετηθέντα είδη έγινε με βάση τα φαινοτυπικά ή τα γενετικά τους χαρακτηριστικά (Vlachos et al. 2008, Βλάχος 2014).

Τα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά του *Kribensis* είναι:

1. Έντονος χρωματισμός

Έντονα λαμπερά χρώματα και έντονες γκριζόμαυρες κάθετες ραβδώσεις και στα δυο φύλα (Εικ. 6). Ελάχιστη εμφάνιση ερυθρών λαμπερών οφθαλμών. Στα θηλυκά άτομα η περιοχή της κοιλιάς χρωματίζεται με έντονο πορτοκαλί. (Εικ. 5).

2. Σωματότυπος

Τα αρσενικά άτομα είναι μεγαλύτερα σε μήκος (L=5-15 cm, W=10-20 g). Τα θηλυκά άτομα είναι μικρότερα σε μήκος (L=έως 5 cm ,W=10-15 gr).

3. Σαρκώδη χείλη

Τα αρσενικά άτομα έχουν έντονα σαρκώδη χείλη.

Τα θηλυκά άτομα εμφανίζουν λιγότερο σαρκώδη χείλη.

4. Διόγκωση κοιλιακής περιοχής

Τα θηλυκά άτομα έχουν περισσότερο διογκωμένη κοιλιά σε σχέση με τα αρσενικά.

5. Προεκβολή ουρογεννητικού πόρου στην περιοχή της έδρας

Στα αρσενικά άτομα, η προεκβολή της έδρας έχει αιχμηρό κωνικό σχήμα και είναι ελάχιστα ορατή μακροσκοπικά. Στα θηλυκά άτομα η προεκβολή της έδρας έχει κύλινδροκωνικό σχήμα και είναι ορατή μακροσκοπικά. Η γωνία που δημιουργεί η προεκβολή της έδρας με την κοιλιακή περιοχή (180°) βοηθάει το θηλυκό ώστε κατά την εναπόθεση των αυγών να δημιουργεί ωθήσεις προκειμένου το αυγό να προσκολληθεί στο υπόστρωμα.



Εικόνα 5. Θηλυκό *P.pulcher*. (Πηγή: www.Wikipedia.org)



Εικόνα 6. Ζευγάρι *P.pulcher* , στα αριστερά βλέπουμε το θηλυκό ενώ στα δεξιά το αρσενικό. (Πηγή: www.aquaportall.com)

2.3 Σιτηρέσιο και χορήγηση τροφής

Η ποιότητα, η συχνότητα χορήγησης και ο τύπος της τροφής (Πίν.1), παίζουν καθοριστικό ρόλο, τόσο στην αναπαραγωγική διαδικασία των γεννητόρων όσο και στην ποιότητα και βιωσιμότητα των αυγών. Οι γεννήτορες σιτίζονταν σε ημερήσια βάση από μείγμα ξηρών (σύμπηκτα-νιφάδες) και κατεψυγμένων τροφών (cichlid mix food). Η χορήγηση της τροφής γίνονταν 3 φορές ημερησίως κάθε τέσσερις ώρες σύμφωνα με τα πρωτόκολλα που έχουν περιγραφεί σε άλλες μελέτες με άτομα της ίδιας οικογένειας (Βλάχος 2014). Το πρόγραμμα διατροφής εφαρμοζόταν από Δευτέρα έως Σάββατο.

Το πρώτο γεύμα αποτελούταν από ξηρή τροφή, το δεύτερο από κατεψυγμένη τροφή και το τρίτο από ανάμειξη ξηρής και κατεψυγμένης τροφής. Η ξηρή τροφή (pellets) είναι μία εξαιρετικά ελκυστική τροφή για τα τροπικά ψάρια θαλασσινού και γλυκού νερού (tetrabits). Η τροφή είναι πλούσια σε πρωτεΐνη και πλούσια σε βιταμίνες προκειμένου να ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα των ψαριών.

Η συγκεκριμένη τροφή έχει δοκιμαστεί σε καλλιέργειες διακοσμητικών ψαριών και έχει αποδειχθεί ότι δεν θολώνει το νερό (Βλάχος 2014). Κύρια συστατικά της ξηρής τροφής (pellets), ήταν τα απαραίτητα αμινοξέα (Αργινίνη, Λυσίνη, Μεθειονίνη, Βαλίνη, Τρυπτοφάνη) και βιταμίνες (C, H, B12, B2, B1, B5, K3, B9, D3, A1, B6).

Οι κατεψυγμένες τροφές ήταν τριών ειδών, Daphnia, Cyclops, Cichlid mix περιείχαν μαλάκια και μαλακόστρακα (Εικ.7). Με αυτό τον τρόπο γίνεται καλύτερη διαχείριση της τροφής από τους γεννήτορες με αποτέλεσμα να περιορίζονται οι απώλειές τους και η πιθανή επιβάρυνση του ενυδρείου και να προκαλείται μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού (αύξηση αμμωνίας και νιτρωδών ιόντων). Για το λόγο αυτό, η συχνή παρατήρηση των γεννητόρων κατά τη διάρκεια της τροφοληψίας τους για όλο το διάστημα της αναπαραγωγικής διαδικασίας, ήταν σχολαστική. Ο αριθμός των γευμάτων, η ώρα τροφοληψίας διατηρήθηκαν σταθεροί σε όλη τη διάρκεια της αναπαραγωγικής διαδικασίας, ενώ η ποσότητα της χορηγούμενης τροφής προσαρμόζονταν σύμφωνα με την ανάπτυξη του *kribensis*.



Εικόνα 7. Κατεψυγμένες τροφές που χορηγήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος στο *P.pulcher*. (πηγή: προσωπικό αρχείο)

Πίνακας 1: Ποσοστιαία σύσταση τροφής που χρησιμοποιήθηκε στην πειραματική διαδικασία.

	Σύμψηκτα*	Νιφάδες*
Ολική πρωτεΐνη (%)	55,4	52,5
Ολικά λίπη (%)	10,8	11,4
Τέφρα (%)	6	5,6
Υγρασία (%)	7,3	8,1
Ίνες (%)	0,9	1,1
Υδατάνθρακες (%)	27,8	30,5
Ενέργεια (joule/kg)	439,1	426,7

*απαραίτητα αμινοξέα: Αργινίνη, Λισίνη, Μεθειονίνη, Betaine, Τρυπτοφάνη, βιταμίνες: C, H, B12, B2, B1, E, B5, K3, B9, D3, B3, A1, B6

Οι υδατάνθρακες και η ενέργεια εκτιμήθηκαν από τις σχέσεις:

$$\text{Υδατάνθρακες (\%)} = 100 - (\text{Ολική Πρωτεΐνη} + \text{Ολικά λιπίδια} + \text{Τέφρα})$$

$$\text{Ενέργεια (\%)} = 5,64 * \text{P (\%)} + 9,44 * \text{L (\%)} + 4,11 * \text{C (\%)}$$

Η ημερήσια ποσότητα τροφής που χορηγούνταν στα *Kribensis* υπολογίστηκε σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο: $F = [\text{ΑρχΜΒ} * \text{ΕΔ (5\%)} * \text{Αριθμός ψαριών}] / 2$, ο παραπάνω τύπος χρησιμοποιήθηκε για κάθε ενυδρείο,

Όπου:

F: η ποσότητα της ημερήσιας τροφής (gr)

Αρχ.ΜΒ: το αρχικό μέσο βάρος των ψαριών (gr)

ΕΔ: επίπεδο διατροφής που στην προκειμένη περίπτωση ισούται με 0,05 (5%)

Συνεπώς για κάθε ενυδρείο υπολογίστηκε η ποσότητα τροφής

$$\text{E1: } F_1 = (20,39 * 0,05 * 3) / 2 = 1,525 \text{ gr/ημέρα}$$

$$\text{E2: } F_2 = (17,88 * 0,05 * 3) / 2 = 1,34 \text{ gr/ημέρα}$$

2.4 Μετρήσεις μορφομετρικών παραμέτρων

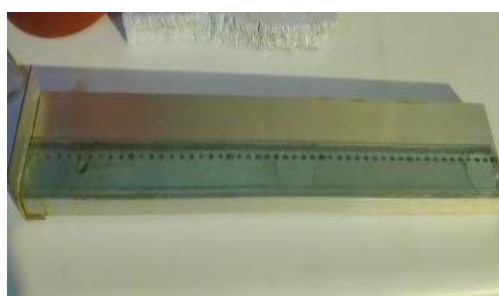
Το ολικό βάρος (W, g) και ολικό μήκος (L, cm) (Πιν.2) των ατόμων *P. pulcher* μετρήθηκε με ζυγό ακριβείας (ADAM) (Εικ.8α) σε ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού ψηφίου, ενώ το ολικό μήκος (L, cm) έγινε με ιχθυόμετρο (Εικ.8β). Το μήκος και το βάρος των ψαριών έγινε κατόπιν αναισθητοποίησής τους με φαινοζεθανόλη σε πυκνότητα 0,25 mL/L.

Πίνακας 2. Ολικό βάρος (W) και ολικό μήκος (cm) των γεννητόρων *P.pulcher*

Ζευγάρι 1		Ζευγάρι 2	
W (gr)	L (cm)	W (gr)	L (cm)
7,51	7,5	6,00	7,5
6,68	7,5	6,46	7
6,20	7	5,42	6



(α)



(β)

Εικόνα 8. (α) Ζυγαριά ακριβείας που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση του ολικού βάρους και (β) ιχθυόμετρο που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση του ολικού μήκους (Πηγή: προσωπικό αρχείο)

2.5 Μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων

Οι φυσικοχημικοί παράμετροι που μετρήθηκαν στα ενυδρεία αναπαραγωγής με κιτ χρωματομετρίας (kits Api) ήταν η ολική αμμωνία (TAN), τα νιτρώδη ιόντα (NO_2^-), τα νιτρικά ιόντα (NO_3^-), η ολική (GH) και ανθρακική (KH) σκληρότητα του νερού, το pH και η θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$). Η μέτρηση γίνονταν τρεις φορές την εβδομάδα και πριν τη χορήγηση του πρώτου γεύματος (Βλάχος 2017).

2.5.1 Προσδιορισμός ολικής αμμωνίας-αζώτου (T.A.N.)

Η μέτρηση της ολικής αμμωνίας (T.A.N) (mg/L) γίνονταν όπως αναφέρθηκε χρωματομετρικά με test kits (API) (Εικ.8) με τη μέθοδο αντιδραστηρίων φαινόλης αλκοόλης σε οξειδωτικό διάλυμα και σιδηρούχο καταλύτη (Liddicoat et al.1975)

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν για τη μέτρηση της αμμωνίας ήταν τα εξής:

- Προσθήκη 5 mL νερό του ενυδρείου σε υάλινη κυψελίδα
- Προσθήκη 8 σταγόνων από το αντιδραστήριο Ammonia #1

- Ανακίνηση για 5 sec
- Προσθήκη 8 σταγόνων από το αντιδραστήριο Ammonia #2
- Ανακίνηση για 5 sec
- Αναμονή για 5 min μέχρι το δείγμα να χρωματιστεί ανάλογα
- Σύγκριση του χρώματος του δείγματος με αντίστοιχη κλίμακα.

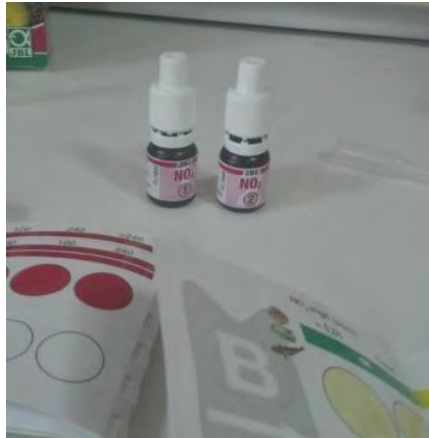


Εικόνα 9. Μέθοδος μέτρησης αμμωνίας (πηγή προσωπικό αρχείο)

2.5.2 Προσδιορισμός νιτρωδών ιόντων (NO_2^-)

Τα νιτρώδη ιόντα (NO_2^-) (mg/L) μετρούνταν δύο φορές την εβδομάδα χρωματομετρικά με test kits (API) (Εικ.9). Η μέθοδος συνίσταται στη χρησιμοποίηση αντιδραστηρίων φαινόλης αλκοόλης σε οξειδωτικό διάλυμα και σιδηρούχο καταλύτη (Liddicoat et al.1975) ακολουθώντας την παρακάτω διαδικασία:

- Προσθήκη 5 mL με νερό του ενυδρείου σε υάλινη κυψελίδα
- Προσθήκη 5 σταγόνων από το αντιδραστήριο Nitrite
- Ανακίνηση για 5 sec
- Αναμονή για 5 min έως το δείγμα να χρωματιστεί ανάλογα
- Σύγκριση του χρώματος του δείγματος με την αντίστοιχη κλίμακα.



Εικόνα 10. Μέθοδος μέτρησης των νιτρωδών ιόντων (Πηγή: προσωπικό αρχείο)

2.5.3 Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων (NO_3^-)

Τα νιτρικά ιόντα (NO_3^-) (mg/L) μετρούνταν δύο φορές την εβδομάδα χρωματομετρικά με test kits (API) (Εικ.10) χρησιμοποιώντας αντιδραστήρια φαινόλης αλκοόλης σε οξειδωτικό διάλυμα και σιδηρούχο καταλύτη (Liddicoat et al.1975) σύμφωνα με την παρακάτω διαδικασία:

- Προσθήκη 5 ml με νερό του ενυδρείου σε υάλινη κυψελίδα
- Προσθήκη 10 σταγόνων από το αντιδραστήριο Nitrate #1
- Ανακίνηση για 5 sec
- Προσθήκη 10 σταγόνων από το αντιδραστήριο Nitrate #2
- Ανακίνηση για 5 sec
- Αναμονή για 5 min έως το δείγμα να χρωματιστεί ανάλογα
- Σύγκριση του χρώματος του δείγματος με αντίστοιχη κλίμακα



Εικόνα 11. Μέθοδος μέτρησης των νιτρικών ιόντων (Πηγή: προσωπικό αρχείο)

2.6. Δείκτες υπολογισμού λειτουργικών χαρακτηριστικών φίλτρου

Υπολογίστηκαν η ιονισμένη και μη ιονισμένη αμμωνία και το υδραυλικό φορτίο των ενυδρείων αναπαραγωγής σύμφωνα με του παρακάτω τύπους (Huguenin & Colt 2002):

Η Ιονισμένη και μη ιονισμένη αμμωνία υπολογίστηκαν από την σχέση:

$$\text{T.A.N.} = \text{ιονισμένη μορφή αμμωνίας} + \text{μη ιονισμένη μορφή αμμωνίας} \quad \text{T.A.N.} = (\text{NH}_4^+ - \text{N}) + (\text{NH}_3 - \text{N})$$

$$\text{Μη ιονισμένη αμμωνία} = \alpha \times \text{T.A.N.}$$

$$\text{Ιονισμένη αμμωνία} = \text{T.A.N} - \text{Μη ιονισμένη αμμωνία}$$

Όπου α: το γραμμομοριακό κλάσμα διάσπασης αμμωνίας δίνεται από τον πίνακα 3

Πίνακας 3. Πίνακας εύρεσης γραμμομοριακού κλάσματος διάσπασης αμμωνίας

Temperature (°C)	pH							
	7.0	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	9.0
Salinity = 0 g/kg (freshwater)								
5	0.0012	0.0078	0.0098	0.0123	0.0154	0.0193	0.0242	0.1107
10	0.0019	0.0116	0.0145	0.0182	0.0229	0.0286	0.0357	0.1567
15	0.0027	0.0169	0.0212	0.0266	0.0332	0.0415	0.0516	0.2144
20	0.0039	0.0243	0.0304	0.0380	0.0474	0.0590	0.0731	0.2833
25	0.0056	0.0346	0.0431	0.0537	0.0667	0.0825	0.1017	0.3621
30	0.0080	0.0483	0.0600	0.0744	0.0919	0.1130	0.1382	0.4455
35	0.0111	0.0663	0.0820	0.1011	0.1240	0.1513	0.1833	0.5293
40	0.0153	0.0894	0.1100	0.1345	0.1638	0.1978	0.2367	0.6088
Salinity = 5 g/kg								
5	0.0009	0.0055	0.0070	0.0087	0.0110	0.0138	0.0173	0.0810
10	0.0013	0.0082	0.0103	0.0130	0.0163	0.0204	0.0256	0.1162
15	0.0019	0.0121	0.0151	0.0190	0.0238	0.0297	0.0371	0.1620
20	0.0028	0.0174	0.0218	0.0273	0.0341	0.0426	0.0530	0.2191
25	0.0040	0.0247	0.0310	0.0387	0.0482	0.0599	0.0743	0.2868
30	0.0057	0.0347	0.0433	0.0539	0.0669	0.0828	0.1020	0.3629

Το υδραυλικό φορτίο, ο ρυθμός ανακύκλωσης και ο υδραυλικός χρόνος παραμονής υπολογίστηκαν από τις σχέσεις (Huguenin & Colt 2002) σύμφωνα με τους παρακάτω τύπους:

$$\text{HLR} = \text{παροχή νερού (Q)} / \text{ολική επιφάνεια φίλτρου (W)}$$

Ρυθμός ανακύκλωσης (r) = όγκος ανακύκλωσης/συνολικός όγκος νερού στο ενυδρείο

Υδραυλικός χρόνος παραμονής (t) = επιφάνεια φίλτρου (W) x βάθος νερού x πορώδες υλικού φίλτρου (s)/ παροχή νερού (Q)

3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Πειραματικές συνθήκες εκτροφής

Μελετήθηκαν οι συνθήκες αναπαραγωγής του είδους *Pelvicachromis pulcher* (kribensis), σε συνθήκες αιχμαλωσίας. Δημιουργήθηκαν οι συνθήκες προκειμένου το είδος να αναπαραχθεί σε συνθήκες αιχμαλωσίας. Η θερμοκρασία του νερού διατηρήθηκε σταθερή στους 26°C, και το pH ήταν 8. Η διερεύνηση της αναπαραγωγικής διαδικασίας τους kribensis διήρκησε 100 ημέρες, χωρίς η διαδικασία να στεφθεί με θετικό αποτέλεσμα.

3.2 Τεχνικά-λειτουργικά χαρακτηριστικά ενυδρείων - προγραμματισμός εργασιών

Το υδραυλικό φορτίο (HLR), ο ρυθμός ανακύκλωσης (r), ο χρόνος παραμονής (t) υπολογίστηκαν και στα δύο ενυδρεία αναπαραγωγής (Πιν.4). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4, παρατηρήθηκε ότι το ενυδρείο E1 παρουσίασε μεγαλύτερο υδραυλικό φορτίο (HLR) και ρυθμό ανακύκλωσης (r) του νερού στο φίλτρο σε σχέση με το ενυδρείο E2 στο οποίο ήταν μικρότεροι. Σε αντίθεση με τον χρόνο παραμονής του νερού στο φίλτρο όπου στο E1 ενυδρείο ήταν μικρότερος κατά 0,48. Ο μικρός ρυθμός ανακύκλωσης στο E2 υποδηλώνει ότι το ρυπαντικό φορτίο στο ενυδρείο αυτό θα είναι μεγαλύτερο λόγω της μικρότερης διέλευσης που θα έχει το νερό από το φίλτρο και συνεπώς η αμμωνία που παράγονταν απαιτούσε περισσότερο χρόνο για να μειωθεί.

Ο μικρότερος χρόνος παραμονής του νερού στο φίλτρο φαίνεται να επηρέασε την αποτελεσματικότητα της αναπαραγωγικής διαδικασίας του είδους στο πρώτο ενυδρείο.

Για την καλύτερη λειτουργία των ενυδρείων αναπαραγωγής πραγματοποιούνταν ημερησίως εργασίες διαχείρισης που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 4. Παράμετροι που επηρεάζουν τη λειτουργία των ενυδρείων αναπαραγωγής (n=5).

	E1	E2
Υδραυλικό Φορτίο (HLR) (cm/min)	8,26	6,81
Ρυθμός ανακύκλωσης (r)	0,43	0,25
Χρόνος παραμονής (t) (sec)	1,75	2,23

Πίνακας 5. Πρόγραμμα διαχείρισης των πειραματικών ενυδρείων

Ενέργειες διαχείρισης ενυδρείων αναπαραγωγής	Δ	T	T	Π	Π	Σ
Έλεγχος παροχής νερού, παροχής αέρα	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Καθαρισμός μηχανικών μερών φίλτρου, εσωτερικών επιφανειών με ειδικές βούρτσες και ξύστρες από μικροφύκη	✓			✓	✓	
Αλλαγή νερού 5% -10%	✓		✓		✓	
Καθαρισμός αερόπετρων (πέτρες πορόλιθου) με εμβάπτιση σε διάλυμα οξικού οξέως για καλύτερη διάχυση του αέρα	✓		✓		✓	

3.3 Φυσικοχημικές παράμετροι νερού

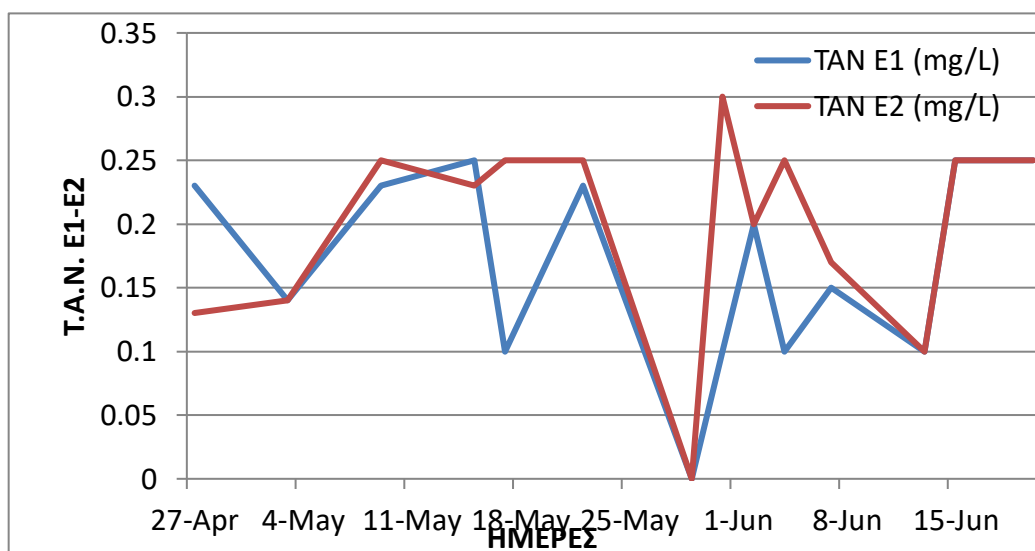
Οι φυσικοχημικοί παράμετροι του νερού (Πιν. 6) (TAN, NO₂⁻, NO₃⁻, pH) μεταξύ των δύο πειραματικών ενυδρείων αναπαραγωγής διατηρήθηκαν σταθεροί σε όλη τη διάρκεια της διαδικασίας αναπαραγωγής. Οι φυσικοχημικές παράμετροι διατηρήθηκαν σε επίπεδα παρόμοια με αυτά που ισχύουν στη φύση για την αναπαραγωγή των *kribensis*. Η ολική αμμωνία κυμάνθηκε από 0,17±0,07 mg/L για το ενυδρείο E1 και 0,20±0,07 mg/L για το E2 (Πιν.6, Σχ. 1).

Το Σχήμα 1 παρουσιάζει τη μεταβολή της ολικής αμμωνίας στα δύο ενυδρεία για όλο το διάστημα που μελετήθηκε η αναπαραγωγή των *kribensis* και φαίνεται να παρουσιάζει αυξομειώσεις. Στο πρώτο ενυδρείο η αμμωνία φαίνεται να ακολουθήσει μια πορεία μείωσης της συγκέντρωσης σε σχέση με το δεύτερο ενυδρείο στο οποίο φαίνεται να εμφανίζει μια τάση αύξησης της τιμής της (Σχ.1). Επίσης υπολογίστηκε η ιονισμένη αμμωνία η οποία διακυμάνθηκε από 0,16 ± 0,07 για το ενυδρείο E1 και 0,19± 0,07 mg/L (Πιν.6)

Πίνακας 6. Φυσικοχημικοί παράμετροι νερού στα ενυδρεία αναπαραγωγής. Οι τιμές εκφράζονται ως MO±STDEV (n=50).

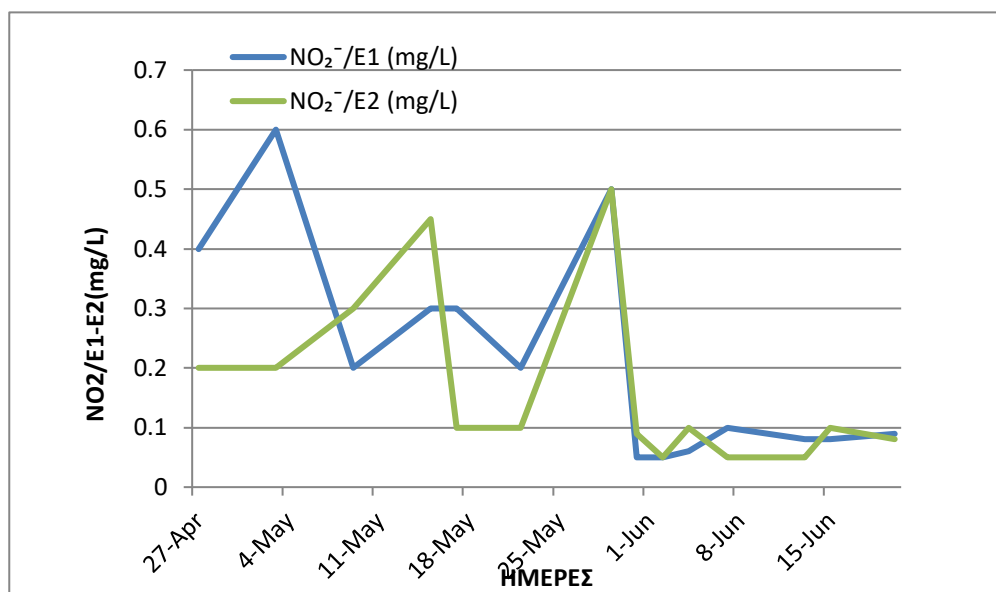
	E1	E2
TAN (mg/L)	0,17±0,07	0,20±0,07
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,22±0,18	0,17±0,15
NO ₃ ⁻ (mg/L)	59±47,99	53,5±47,81
pH	8±0,32	8±0,31
Temp (°C)	26±0,89	26±0,85
α*	0,0615±0,04	0,0332±0,0322
Μη ιονισμένη αμμωνία*	0,0104±0,01	0,0071±0,0075
Ιονισμένη αμμωνία*	0,1596±0,07	0,1943±0,0696

*α: γραμμομοριακό κλάσμα διάσπασης της αμμωνίας, Μη ιονισμένη αμμωνία = α*TAN, Ιονισμένη αμμωνία =TAN - Μη ιονισμένη αμμωνία



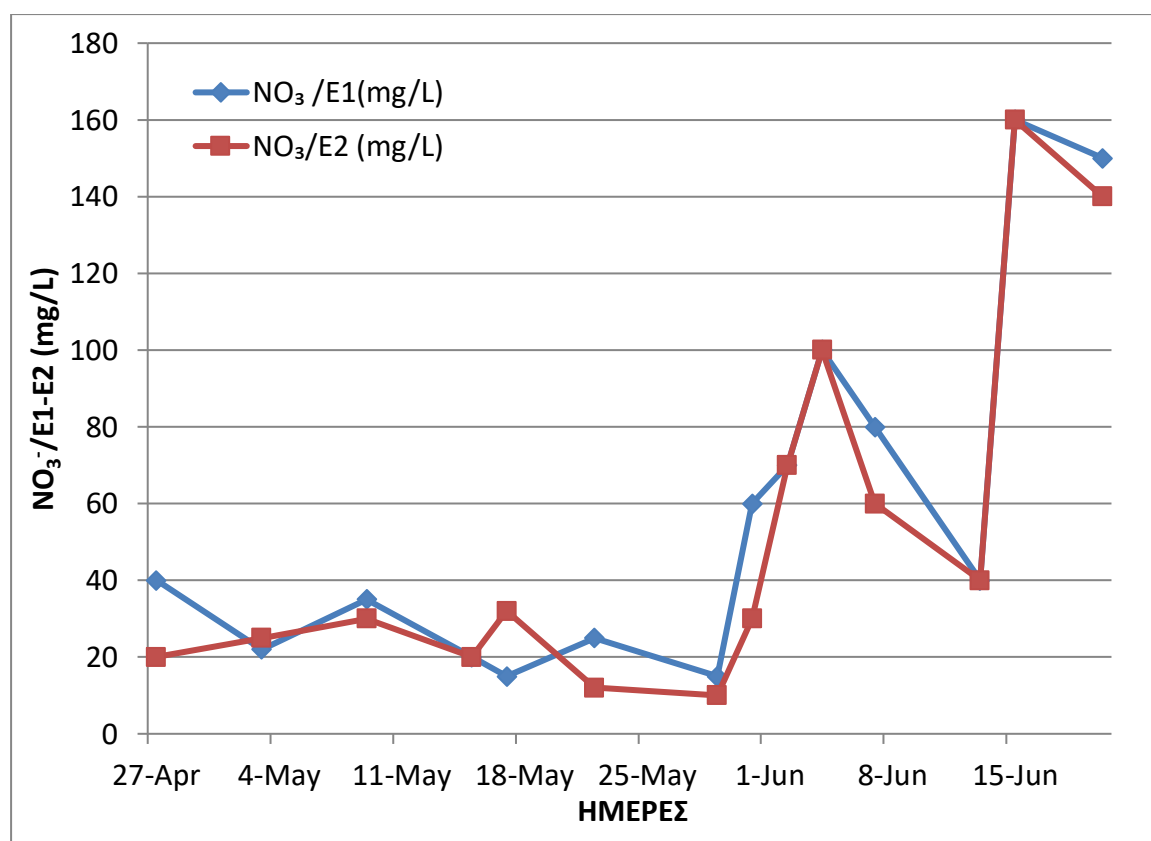
Σχήμα 1. Μεταβολή της αμμωνίας στα δύο ενυδρεία αναπαραγωγής.

Ομοίως οι συγκεντρώσεις των νιτρωδών ιόντων ήταν 0,22±0,18 mg/L για το ενυδρείο αναπαραγωγής E1 και για το ενυδρείο E2 ήταν 0,17±0,15 mg/L, αντίστοιχα (Πιν. 6). Τα νιτρώδη ιόντα παρουσίαζαν αυξομειώσεις και στα δύο ενυδρεία ενώ όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2, τα νιτρώδη ιόντα διατηρούνται σε χαμηλές τιμές <0,1 mg/L μέχρι τη λήξη του πειράματος αναπαραγωγής.



Σχήμα 2. Ρυθμός μείωσης των νιτρωδών ιόντων στα ενυδρεία αναπαραγωγής των *kribensis*.

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών ιόντων στα δύο ενυδρεία αναπαραγωγής των *kribensis* (Πιν.6) αυξήθηκαν από την δεύτερη ημέρα του πειράματος ενώ συνέχισαν να αυξάνονται με γρήγορο ρυθμό και εμφάνισαν μια τάση σταθεροποίησης η οποία ήταν στα επιτρεπτά όρια των νιτρικών ιόντων για το είδος. Η μέγιστη τιμή της συγκέντρωσης των νιτρικών ήταν 160 mg/L και πραγματοποιήθηκε σε διάστημα δύο μηνών περίπου (Σχ.3).



Σχήμα 3. Ρυθμός παραγωγής των νιτρωδών ιόντων στα ενυδρεία αναπαραγωγής των *kribensis*

3.4 Αποτελέσματα Αναπαραγωγής

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την αναπαραγωγική διαδικασία του *kribensis* συνοψίζονται ως εξής (Πιν 7):

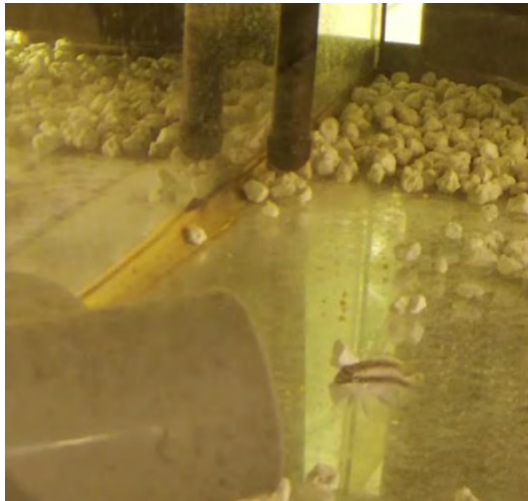
1. αναλογία φύλου
2. συμπεριφορά του είδους σε συνθήκες αιχμαλωσίας
3. χαρακτηριστικά επιλογής του ζευγαριού

Πίνακας 7: Καταγραφή συμπεριφοράς, γεννητικής ωριμότητας και επιλογή φύλου του είδους *Pelvicachromis pulcher*.

	♂	♀
ΤΥΠΟΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ	Canister εσωτερικό βιολογικό φίλτρο	
ΑΝΑΛΟΓΙΑ ♂:♀	2	1
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΓΕΝΝΗΤΟΡΩΝ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Χωροτακτικά 2. Επιθετικά (ως προς τα αρσενικά του είδους) 3. Προσέγκυση αντίθετου φύλου 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Φιλήσυχο 2. Εποπτεία φωλιάς 3. Προσέγκυση αντίθετου φύλου
ΠΡΟΕΚΒΟΛΗ ΕΔΡΑΣ	Μικρή σε μέγεθος (λεπτή)	Μεγάλη σε μέγεθος και κωνική σε σχήμα
ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΕΝΑΠΟΘΕΣΗΣ ΑΥΓΩΝ	ΤΕΧΝΗΤΟ: πλαστικός σωλήνας ΦΥΣΙΚΟ: χαλίκι (φωλιά), πέτρα	
ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΕΡΟΥ	T.A.N= 0,2 mg/L NO ₃ ⁻ = 60 mg/L GH >15 NO ₂ ⁻ = 0,2 mg/L pH = 8 KH >7	
ΓΟΝΙΚΗ ΦΡΟΝΤΙΔΑ	Παρουσιάζουν γονική φροντίδα: 1) θηλυκά στοματική επώαση 2) επιτήρηση φωλιάς και από τα δύο φύλα 3) φροντίδα ιχθυδίων έως την απορρόφηση λεκιθικού σάκου	

Τα *kribensis* ανήκουν στα είδη που παρουσιάζουν αυξημένη γονική φροντίδα (επιτήρηση φωλιάς, φροντίδα ιχθυδίων). Το θηλυκό (Εικ.12) μπορεί μερικές φορές να είναι πιο επιθετικό από το αρσενικό, εκτός από την περίπτωση που το αρσενικό εποπτεύει τη φωλιά (Εικ.13). Οι αρμοδιότητες κατά την διάρκεια της αναπαραγωγικής διαδικασίας φαίνεται να είναι μοιρασμένες ανάμεσα στο αρσενικό και το θηλυκό. Η όλη διαδικασία της αναπαραγωγής συνήθως είναι εύκολη και χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα. Ο χώρος αναπαραγωγής πρέπει να προετοιμαστεί μερικές εβδομάδες πριν, ώστε να είναι κατάλληλος

για το επερχόμενο γεγονός και χρειάζεται το νερό να είναι καθαρό (Εικ.14). Ο σημαντικότερος παράγοντας είναι η ομαλή συνύπαρξη του ζευγαριού και να μην στρεσάρονται από το γύρω περιβάλλον.



Εικόνα 12. Θηλυκό kribensis πλησιάζοντας στην φωλιά του. (Πηγή: προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 13. Αρσενικό kribensis προστατεύοντας την φωλιά του. (Πηγή: προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 14. Πλαστικός σωλήνας που χρησιμοποιήθηκε ως φωλιά για τα *kribensis*. (Πηγή: προσωπικό αρχείο)

Η επιλογή ζευγαριού έγινε με αναλογία 2:1 (2 αρσενικά με 1 θηλυκό) για κάθε ενυδρείο. Επιλέχθηκαν γεννήτορες που ήταν υγιή και ανθεκτικοί (Εικ.15). Το *Kribensis* έφτασε σε σεξουαλική ωριμότητα σε μόλις έξι μήνες (τα θηλυκά ωριμάζουν γρηγορότερα από τα αρσενικά). Τα αρσενικά αναπαράγονται μονογονικά ή πολυγαμικά. Για τα αρσενικά άτομα υπάρχουν 2 διαφορετικοί χρωματισμοί και προφανώς προσδιορίζονται γενετικά και αποτελεί παράγοντα διαφοροποίησης στην στρατηγική τους. Πιο συγκεκριμένα το αρσενικό κόκκινου χρώματος επιλέγει 2 ή και περισσότερα θηλυκά για να αναπαραχθεί, ενώ το αρσενικό κίτρινου χρώματος χρησιμοποιεί την αναλογία 1:1 (1 αρσενικό με 1 θηλυκό) και όταν υπάρχουν και οι 2 χρωματικές αποχρώσεις, τότε ίσως τα ψάρια να προτιμήσουν να ζευγαρώσουν εναλλακτικά.



Εικόνα 15. Πιθανή ερωτοτροπία μεταξύ των *kribensis*. (Πηγή: προσωπικό αρχείο)

Τα αγαπημένα σημεία που επιλέγουν τα *kribensis* για να φωλιάσουν τα αυγά τους μοιάζουν με σπηλιές και η συνηθέστερη λύση είναι η προσθήκη στο ενυδρείο κάποιο δοχείο από πυλό με μια είσοδο στενή τόσο που να χωράει απλώς να μπαίνουν τα ψάρια μέσα. Στο παρών πείραμα, τοποθετήθηκαν πλαστικοί σωλήνες όπως φαίνονται στις παραπάνω εικόνες, για δημιουργία φωλιάς αλλά και την ανάπαυση των ψαριών. Η κυριότερη χρησιμότητα των σωλήνων ήταν για την απόθεση και την φύλαξη των αυγών μέχρι και την εκκόλαψή τους. Ενώ στο πείραμα που δημιουργήσαμε είχαμε τις καλύτερες δυνατές συνθήκες για την επιβίωση και την αναπαραγωγή τους, τελικά, δεν πέτυχε η αναπαραγωγή των ψαριών μας σε κανένα από τα 2 ενυδρεία.

Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων το θηλυκό είναι αυτό που ξεκινά την ερωτοτροπία, «χορεύοντας» μπροστά από το αρσενικό. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που το αρσενικό είναι αυτό που θα κυνηγήσει το θηλυκό για να ξεκινήσει την φάση της αναπαραγωγής. Από αυτή την στιγμή και μετά, το θηλυκό είναι αυτό το οποίο θα επιλέξει την φωλιά που θα αποθέσει τα αυγά, στο πάνω μέρος της δομής, έτσι ώστε στην συνέχεια το αρσενικό να τα γονιμοποιήσει. Στην συνέχεια το θηλυκό επιμελείται και φροντίζει τα αυγά,

όσο τα μικρά μένουν μέσα στην φωλιά, ενώ παράλληλα το αρσενικό εποπτεύει την περιοχή και απομακρύνει τους ανεπιθύμητους επισκέπτες, εάν υπάρχουν, κρατώντας τους σε μια απόσταση ασφαλείας. Στην προκειμένη περίπτωση δεν είχαμε κάποιου άλλου είδους ψαριών, οπότε δεν υπήρξε τέτοιο πρόβλημα.

Μετά από 2-3 μέρες γίνεται η εκκόλαψη των αυγών και μετά από ακόμα 4 έως 6 μέρες τα ιχθύδια βγαίνουν από τη φωλιά υπό την προστασία και των δυο γονιών. Στην αρχή, είναι προτιμότερο να ταΐζουμε τα ιχθύδια με ζωντανή τροφή (*Artemia nauplii*), αλλά και με τριμμένη τροφή από φυλλαράκια ή την babyfood κάποιων εταιρειών. Με την πάροδο των ημερών το τάισμα των ιχθυδίων δεν παρουσιάζει κανένα πρόβλημα (Εικ. 16).



Εικόνα 16. Τάισμα γεννητόρων *kribensis* με ξηρή τροφή. (Πηγή: προσωπικό αρχείο)

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1 Ποιότητα νερού

Η ποιότητα νερού συμβάλλει στην θετική εξέλιξη της αναπαραγωγικής περιόδου των διακοσμητικών ψαριών αλλά και στη διατήρηση των γεννητόρων. Σε ότι αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού το *kribensis* έχει ιδιαίτερα αυξημένες απαιτήσεις παρά την ανθεκτικότητα που παρουσιάζει ως προς την συγκέντρωση της ολικής αμμωνίας και των νιτρικών ιόντων και το pH.

Η ποιότητα του νερού διατηρήθηκε σε σταθερά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου αναπαραγωγής του είδους *P.pulcher*, τα οποία ήταν μέσα στα ασφαλή όρια και συμφωνούν με εκείνα που αναφέρουν οι Βλάχο (2014) και Drennan (2003) για το αγγελόψαρο, την κιχλιδόζεμπρα και το *kribensis*, αντίστοιχα.

4.2 Αναπαραγωγή του είδους *P.pulcher* (*kribensis*)

Το *kribensis* είναι ένα διακοσμητικό είδος ψαριού με μεγάλη εμπορική αξία και συγκαταλέγεται ανάμεσα στα πιο διάσημα ψάρια ενυδρείων της οικογένειας Cichlidae. Η αναπαραγωγική του διαδικασία και πιο συγκεκριμένα η επιτυχής αναπαραγωγή του, εξαρτάται από την εποχή και τη συχνότητα της αναπαραγωγικής δραστηριότητας του είδους. Στη φύση το είδος έχει μικρή αναπαραγωγική δραστηριότητα σε αντίθεση με τις ελεγχόμενες συνθήκες ενός ενυδρείου όπου η αναπαραγωγική δραστηριότητα του μπορεί να είναι συνεχόμενη και καθ' όλη την διάρκεια του έτους (Cacho et al. 2007).

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας έδειξαν ότι το *kribensis* χαρακτηρίζεται από μακρά περίοδο ωοτοκίας υπό την προϋπόθεση ότι η θερμοκρασία του νερού δεν μεταβάλλεται.

Το είδος *P. pulcher* (*kribensis*) είναι χωροτακτικό και προσελκύει το αντίθετο φύλο (θηλυκό άτομο) στους χώρους αναπαραγωγής τους (φωλιά). Τα μη χωροτακτικά αρσενικά εκδηλώνουν ένα είδος «παρασιτικής αναπαραγωγής» και πασχίζουν να «χρησιμοποιήσουν» τα γονιμοποιημένα αυγά που προήλθαν από την περιοχή ωοτοκίας. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν με εκείνα των Vlachos et al. (2008) και Βλάχος (2014) όπου τα αγγελόψαρα και η κιχλιδόζεμπρα εκδηλώνουν παρόμοια συμπεριφορά κατά την αναπαραγωγική τους διαδικασία με το είδος *P.pulcher*.

Επίσης, ο Βλάχος (2010) αναφέρει ότι πολλά είδη της οικογένειας Cichlidae παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά με το είδος *P.pulcher* (kribensis), ενώ ο Wisenden (1995), αναφέρει ότι πολύ λίγα είδη διακοσμητικών ψαριών αναπαράγονται περισσότερο από μια φορά στον ίδιο κύκλο αναπαραγωγής, εφόσον οι συνθήκες διατηρούνται σταθερές.

Η οργάνωση της αναπαραγωγής των kribensis σε ελεγχόμενες συνθήκες εξαρτάται από την αναλογία αρσενικού : θηλυκού ατόμου, η οποία στο παρών πείραμα διατηρήθηκε $1♀:2♂$ προκειμένου το αρσενικό να γίνει ανταγωνιστικό έναντι του δεύτερου αρσενικού ατόμου. Η πρακτική αυτή είναι μια συνήθη πρακτική διαδικασία που εφαρμόζεται κατά κόρον στην αναπαραγωγική δραστηριότητα του kribensis, ώστε μεταξύ των δύο αρσενικών ατόμων το κυρίαρχο χωροτακτικό άτομο θα επιλεγεί από το θηλυκό, ώστε να προχωρήσει στην αναπαραγωγική διαδικασία και να γονιμοποιηθούν τα αυγά του. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συμφωνούν με εκείνα που αναφέρονται στον Drennan (2003), ότι δηλαδή στα kribensis, η άριστη και αποτελεσματική αναλογία φύλου είναι $1♀:2♂$. Οι Kokko & Johnstone (2002), αναφέρουν επίσης ότι η αναπαραγωγή στο kribensis είναι επιτυχής, όταν η αναλογία αρσενικού : θηλυκού είναι $1♀:2♂$.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι, η επιλογή ζευγαριού, η αντιστροφή φύλου, η μονογαμία, η γονική φροντίδα και η επικοινωνία συμπεριλαμβάνονται στα βασικά χαρακτηριστικά της φυσικής επιλογής του αντίθετου φύλου. Η επιλογή του φύλου είναι μια σημαντική διαδικασία και αποτελεί μέρος της φυσικής επιλογής και επιτυγχάνεται μακροσκοπικά μέσω της παρατήρησης (Βλάχος 2014).

Σε πολλά είδη διακοσμητικών ψαριών παρατηρείται ότι, η επιλογή δεν πραγματοποιείται μόνο από τα ώριμα θηλυκά άτομα, αλλά και από τα ώριμα αρσενικά άτομα (Drennan 2003).

Στο παρών πείραμα παρατηρήθηκε ότι υπήρξε εμφανή έλξη ανάμεσα στο αρσενικό και το θηλυκό άτομο kribensis. Η παρατήρηση αυτή επιβεβαιώθηκε διαμέσου της επιθετικής συμπεριφοράς του αρσενικού, μέσω των συχνών επιθέσεων (πειράγματα) απέναντι στο θηλυκό, αλλά και τους συχνούς «γαμήλιους χορούς» των δύο φύλων.

Οι λόγοι που πιθανόν να επηρέασαν αρνητικά την αναπαραγωγική δραστηριότητα των kribensis εστιάζονται ως εξής:

- Τα ενυδρεία ήταν τοποθετημένα στο εργαστήριο Τολ Ενυδρειοπονίας όπου πραγματοποιούνταν και άλλες πειραματικές εργασίες και αυτό μπορεί να είχε ως αποτέλεσμα το αυξημένο stress των ψαριών και αυτό να έδρασε αρνητικά στη φυσιολογική λειτουργία του οργανισμού.

- Επίσης το χρονικό διάστημα της αναπαραγωγικής διαδικασίας πραγματοποιήθηκε από τις αρχές Μαΐου και διακόπηκε τέλη Ιουνίου. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να μην πραγματοποιηθεί η αναπαραγωγή των *kribensis*, μιας και το χρονικό διάστημα ρύθμισης των συνθηκών αναπαραγωγής στα ενυδρεία ήταν μικρό.
- Το αλκαλικό pH φαίνεται επίσης να επηρέασε αρνητικά την αναπαραγωγική δραστηριότητα του είδους. Το γεγονός ότι τα ενυδρεία δεν είχαν βλάστηση όπου σύμφωνα με μελέτες (Kokko & Johnstone 2002, Drennan 2003) φαίνεται να συμβάλει στην θετική διεξαγωγή της αναπαραγωγικής δραστηριότητας, των *kribensis*, κάτι που δεν υπήρχε στα πειραματικά ενυδρεία.
- Παρατηρήθηκε έντονη αναπαραγωγική δραστηριότητα στη φωλιά χωρίς να γίνει αντιληπτό το αποτέλεσμα εξαιτίας του αυξημένου κανιβαλισμού που εμφανίζει το συγκεκριμένο είδος.

4.3 Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας προπτυχιακής διπλωματικής πειραματικής εργασίας δείχνουν ότι το *kribensis* είναι ένα διακοσμητικό είδος ψαριού το οποίο παρουσιάζει αυξημένο εμπορικό ενδιαφέρον. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την αναπαραγωγική διαδικασία συνοψίζονται στα εξής:

- τα αρσενικά άτομα *kribensis* ανταγωνίζονται μεταξύ τους για την τελική επιλογή του ώριμου θηλυκού προκειμένου να αναπαραχθούν με επιτυχία.
- η ωριμότητα, ο αναπαραγωγικός κύκλος καθώς και ο σεξουαλικός διμορφισμός είναι από τα βασικά κριτήρια που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη προκειμένου το είδος να αναπαραχθεί με επιτυχία.
- η ποιότητα του νερού για την επιτυχή αναπαραγωγή του είδους είναι $\text{pH} < 8$, $\text{TAN} < 0,2 \text{ mg/L}$, $\text{NO}_2^- < 0,1 \text{ mg/L}$, NO_3^- περίπου 60 mg/L .
- περιορισμός των παραγόντων του stress που επηρεάζουν και δυσχεραίνουν και επιβραδύνουν την αναπαραγωγική διαδικασία του είδους (απομόνωση του ζευγαριού)
- το pH επηρεάζει και η σκληρότητα του νερού και καθορίζει την αναπαραγωγική δραστηριότητα του είδους.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5.1 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Bahadir Koca S., Diler I., Dulluc A., Yigit N.O., Bayrak H. (2009) Effect of different types on growth and Feed Conversion Ratio of Angel Fish (*Pterophyllum scalare* Lichtenstein,1823). *Journal of Applied Biological Sciences*, 3(2):6-10
- Bartley D.M. (2005) Fisheries and Aquaculture topics. Ornamental fish. Topics Fact Sheets. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome,
- Barlow G.W.(1991) Mating systems among Cichlid fishes. In *Cichlid fishes behavior, ecology and evolution*: 173-190. Keenleyside M.H.A. (ed.), London: Chapman & Hall
- Carter C.G., Brafield A.E. (1991) The bioenergetics of grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Val.): Energy allocation at different planes of nutrition. *Journal of Fish Biology*, 39(6): 873–887
- Cacho, M.S.R.F, Chellapa S.,Yamatoto, M.O.(2007).Mating system of the Amazonian cichlid angelfish, *pterophyllus scalare*. *Brazilian journal of biology*, 67(I):161-165
- Drennan (2003). Female Competition and display in *kribensis* (*Pelvicachromis pulcher*), a west African cichlid. B.S., PhD Thesis, California State University, Sacramento, 2003.pp 63.
- Erdogan F., Erdogan M., Gümü E. (2012) Effects of Dietary Protein and Lipid Levels on Growth Performances of Two African Cichlids (*Pseudotropheus socolofi* and *Haplochromis ahli*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 12:635-640
- Fryer G., Illes T.D. (1972) *The Cichlid fishes of the great lakes of Africa: their biology and evolution*. Neptune City, NJ, TFH Publications, pp 250
- Helfman G.S. (2007) *Fish conservation: A guide to understanding and restoring global aquatic biodiversity and fishery resources*. Island Press, Washington, USA.
- Huguenin E, J., and J.Colt. (2002). *Design and operating guide for aquaculture seawater systems*. 2nd edition. Elsevier Science BV. Sara Burgerhartstraat 25., P.O Box 211,1000., Amsterdam. The Netherlands pp.20-24.
- Jobling M. (1997) Temperature and growth: modulation of growth rate via temperature change. In: Wood C.M., McDonald D.G. (Eds.), *Global Warming: Implications for Freshwater and Marine Fish*. Cambridge University Press, Cambridge, p 225- 253
- Jones J.A. (1972) The early development of substrate-brooding cichlids (Teleostei: Cichlidae) with a discussion of a new system of staging. *Journal of Morphology*, 136:255-272
- Kasiri M., Farahi A., Sudagar M. (2011b) Effects of supplemented diets by levamisole and *Echinacea purpurea* extract on growth and reproductive parameters in angelfish

- (*Pterophyllum scalare*). Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation, International Journal of Bioflux Society (AAFL BIOFLUX), 4(1):46- 51
- Knop D., Moorhead J. (2012) Ornamentals. In: Lucas J.S. and Southgate P.C. (eds) Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants. Wiley-Blackwell, Oxford, p 583-605
- Kokko, H. and R.A. Johnstone. (2002). Why is mutual mate choice not the norm? Operational sex ratios, sex roles, and the evolution of sexually dimorphic and monomorphic signaling. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 357:319-330.
- Langhammer, k.J. (1982). "Albinism in *Pelvicachromis pulcher*". *Buntbarsche Bulletin*. **93**.
- Lavery R. J., Keenleyside M. H. A. (1990) Parental investment of a biparental cichlid fish, *Cichlasoma nigrofasciatum*, in relation to brood size and past investment. *Animal Behaviour*, 40:1128–1137
- Leu M.Y., Meng P.J., Huang C.S., Tew K.S., Kuo J., Liou C.H. (2010) Spawning behavior, early development and first feeding of the bluestriped angelfish [*Chaetodontoplus septentrionalis* (Temmick & Schlegel, 1844)], *Aquaculture Research*, 41:39-52
- Lim L.C., Sho A., Dhert P., Sorgeloos P. (2001) Production and application of ongrown *Artemia* in freshwater ornamental fish farm. *Aquaculture Economics & Management*, 5:211–228
- Lovell R.T. (2000) Nutrition of ornamental fish. En: Bonagura J. (Ed.), *Kirk's Current Veterinary Therapy XIII-Small Animal Practice*. Saunders W.B., Philadelphia, USA, p 1191-1196
- Muir J., Roberts J.R. (1988) Recent advances in Aquaculture. Published in Australia By Croom Helm, Australia, p 364-373
- Nelson J. S. (2006) *Fishes of the world*. John Wiley and Sons, Inc. New York. 4th edition, pp 601
- Nwadiaro C.S. (1985). The distribution and food habits of the dwarf African cichlid, *Pelvicachromis pulcher* in the River Sombreiro, Nigeria. *Hydrobiologia* 121,157-164
- Olivotto I., Planas M., Simoes N., Holt J.G., Avella A.M., Calado R. (2011) Advances in Breeding and Rearing Marine Ornamentals. *Journal of The World Aquaculture Society*, 42(2):135-166
- Sales J., Janssens G.P.J. (2003) Nutrient requirements of ornamental fish. *Aquatic Living Resources*, 16(6):533-540
- Spotte S., (1992). *Captive Seawater Fishes*. John Wiley & Sons, New York pp

- Roberts H.E. (2010) Fundamentals of ornamental fish health. Willy-Blackwell, USA, pp 224
- Velasco-Santamaria Y., Corredor-Santamaria W. (2011) Nutritional requirements of fresh water ornamental fish a review. *Revista MVZ Córdoba*, 16(2):1258-2469
- Vlachos N., Hotos G., Kapefonios N.,(2004). The effect of temperature on the conditioning of the filterbed in aquaria. 2nd International Congress on Aquaculture Fisheries Technology and Environmental Management, Athens, 18-19 June 2004.
- Vlachos N., Mente E., Hotos G.N., Kormas K., Tzoganis C., Psoufakis P., Neofitou C. (2008) Commercial production of *Pterophyllum scalare* (Cn: angelfish, Pisces: Cichlidae) in aquarium. 4th International Congress on Aquaculture, Fisheries Technology and Environmental Management Athens, Greece, November 21-22, ISBN 978-960-87795-2-5, p 1-6
- Wootton R. J. (1982). Energy costs of egg production and environmental determinants of fecundity in teleost fishes. *Symposium of Zoological Society of London*, 44:133-159
- Wisenden B.D. (1995). Reproductive behavior of free-ranging convict cichlids, *Cichlosoma nigrofasciatum*. *Environmental Biology of Fishes*, 43 :121-134.

5.2 Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

- Βλάχος Ν., (2017). Εργαστηριακές Ασκήσεις Ενυδρείων. Σημειώσεις Μαθήματος, 5^η Έκδοση, Εκδόσεις Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Μεσολόγγι, 2017. σελ .55.
- Βλάχος Ν., (2010). Καλλιέργειες Διακοσμητικών ψαριών, 2^η Έκδοση, Εκδόσεις Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, Μεσολόγγι σελ229.
- Βλάχος Ν., (2014). Βιολογία και φυσιολογία θρέψης διακοσμητικών ψαριών σε ενυδρεία. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ.338.

5.3 Διαδικτυακή Βιβλιογραφία

www.wikipedia.com

www.aquaportall.com

6.ABSTRACT

The aim of the study was to investigate the breeding conditions of *Pelvicachromis pulcher* in captivity in aquariums. Six *Pelvicachromis pulcher* were distributed into two 60 L aquariums and kept at 26 °C. The pH was kept at 8. In each aquarium a pair *P. pulcher* was added at a ratio of 2 male : 1 female.

Total ammonium nitrogen (T.A.N), nitrite ions (NO₂⁻), nitrate ions (NO₃⁻), pH and T °C and were measured twice a week. Two different types of aquafeeds (pellets and frozen food) were offered three times per day every four hours.

The results showed that water quality affects the reproductive performance of *P. pulcher*. The T.A.N levels need to be less than 0.2 mg / L, the nitrite ions less than 0.1 mg / L and nitrate ions higher than 60 mg / L. Best management practices to maintain water quality requirements per fish species will improve their reproductive performance.

Key Words: Reproduction, kribensis, *P.pulcher*, Cichlidae, water quality criteria