



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

**ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**Η επίδραση της εναλλασσόμενης διατροφής στην ανάπτυξη του  
χρυσόψαρου (*Carassius auratus*, Linnaeus 1758).**



**ΕΥΑΓΓΕΛΙΔΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**ΒΟΛΟΣ 2009**

**Η επίδραση της εναλλασσόμενης διατροφής στην ανάπτυξη του  
χρυσόψαρου (*Carassius auratus*, Linnaeus 1758).**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

**Παναγιώτα Παναγιωτάκη**, Μόνιμη Επίκουρη Καθηγήτρια, Υδατοκαλλιέργειες,  
Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών  
Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπουσα**,

**Σπυρίδων Κλαουδάτος**, Καθηγητής, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας  
Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών,  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**,

**Χρήστος Νεοφύτου**, Καθηγητής, Ιχθυολογία-Υδροβιολογία, Τμήμα Γεωπονίας  
Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών,  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.

**Στους γονείς μου και**

**στον αδερφό μου.**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα της εργασίας αυτής, κα Παναγιώτα Παναγιωτάκη για την πολύτιμη βοήθειά της και τη διαρκή υποστήριξή της, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, κ.κ. Σπυρίδων Κλαουδάτο και Χρήστο Νεοφύτου, καθηγητές, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους σε όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Αθανάσιο Γεωργίου για την κατανόηση και την τεχνική υποστήριξή του, καθώς επίσης τους κυρίους Αθανάσιο Εξαδάκτυλο, επίκουρο καθηγητή και Εμμανουήλ Μαλανδράκη, υποψήφιο διδάκτορα για την αμέριστη συμπαράστασή τους και τις πολύτιμες συμβουλές τους κατά τη διάρκεια του πειράματος.

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 μου.

## Περίληψη

Έρευνα διάρκειας 9 εβδομάδων πραγματοποιήθηκε σε ενυδρεία χωρητικότητας 80 λίτρων για να εξεταστεί η επίδραση της εναλλασσόμενης διατροφής στην ανάπτυξη του χρυσόψαρου (*Carassius auratus*). Συνολικά 108 ψάρια, με μέσο βάρος  $6,054 \pm 2,386$  g τοποθετήθηκαν σε 6 ενυδρεία (18 ψάρια ανά ενυδρείο) και ταΐστηκαν σύμφωνα με τα παρακάτω πρωτόκολλα διατροφής: μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου) όπου τα ψάρια τρέφονταν κάθε μέρα με 1,5% του σωματικού βάρους τους, τη μεταχείριση Β όπου τα ψάρια υποβάλλονταν σε εναλλασσόμενη διατροφή 1 εβδομάδα ασιτία-1 εβδομάδα διατροφή και τη μεταχείριση Γ όπου τα ψάρια υποβάλλονταν σε εναλλασσόμενη διατροφή 3 εβδομάδες ασιτία-3 εβδομάδες διατροφή. Επίδραση της εναλλασσόμενης διατροφής παρατηρήθηκε σε όλες της μεταχειρίσεις, αλλά ανάπτυξη μερικής αντιστάθμισης παρουσιάστηκε μόνο στα ψάρια της μεταχείρισης Γ σε σύγκριση με αυτά της ομάδας ελέγχου. Μετά τη διαλογή των ψαριών σε μικρά και μεγάλα άτομα παρατηρήθηκε ανάπτυξη πλήρους αντιστάθμισης στα μικρά άτομα της μεταχείρισης Γ σε σύγκριση με τα μικρά της ομάδας ελέγχου. Τέλος, παρατηρήθηκε επίδραση της εναλλασσόμενης διατροφής στη συμπεριφορά των ψαριών, αφού κατά τη διάρκεια της ασιτίας παρουσιάστηκε μείωση της δραστηριότητας των ψαριών στις μεταχειρίσεις Β και Γ.

**Λέξεις κλειδιά:** εναλλασσόμενη διατροφή, χρυσόψαρο, ανάπτυξη αντιστάθμισης, συμπεριφορά.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>7</b>
1.1. Γενικά.....	7
1.2. Ανάπτυξη αντιστάθμισης.....	7
1.3. Βαθμός αντιστάθμισης.....	9
1.4. Εφαρμογή στην ιχθυοεκτροφή.....	10
1.5. Γενικά χαρακτηριστικά του χρυσόψαρου.....	10
1.6. Βιολογικά χαρακτηριστικά του χρυσόψαρου.....	11
1.7. Γεωγραφική κατανομή και εμπορική αξία του χρυσόψαρου.....	12
1.8. Σκοπός της εργασίας.....	13
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>14</b>
2.1. Γενικά.....	14
2.2. Πειραματικός Σχεδιασμός.....	16
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>20</b>
3.1. Γενικά.....	20
3.2. Μήκος.....	20
3.3. Βάρος.....	23

3.4. Μικρά-Μεγάλα.....	26
3.4.1. Μήκος.....	27
3.4.2. Βάρος.....	30
3.5. Συμπεριφορά.....	34
<b>4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>44</b>
4.1. Ανάπτυξη.....	44
4.2. Συμπεριφορά.....	48
<b>5. Βιβλιογραφία.....</b>	<b>50</b>
5.1. Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	50
5.2. Ηλεκτρονική βιβλιογραφία.....	57
5.3. Εικόνες.....	57
<b>6. Abstract.....</b>	<b>58</b>
7. Παράρτημα.....	59

## **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **1.1. Γενικά**

Λόγω της εποχικής διακύμανσης της προσφερόμενης τροφής στο φυσικό υδάτινο περιβάλλον, τα ψάρια είναι πιθανόν να βιώνουν διάφορους βαθμούς ασιτίας κατά τη διάρκεια της ζωής τους, το οποίο οδηγεί και σε διαφορετικούς ρυθμούς ανάπτυξης (Chappaz *et al.*, 1996: Cavalli *et al.*, 1997: Van Dijk *et al.*, 2005). Όταν η τροφή γίνει ξανά διαθέσιμη σε αφθονία, πολλά είδη παρουσιάζουν πιο γρήγορη ανάπτυξη, κατά την περίοδο της ανάκαμψής τους από την ασιτία, παρά κατά την περίοδο συνεχόμενης προσφοράς τροφής (Jobling, 1994: Hornick *et al.*, 2000). Για την κατανόηση αυτής της ικανότητας των ψαριών να προσαρμόζονται σε περιόδους αφθονίας και έλλειψης της τροφής, πρέπει αυτά να υποβληθούν σε εναλλαγές από ασιτία και επαναδιατροφή κάτω από πειραματικές συνθήκες (Ali & Wootton, 1999: Ali & Wootton, 2001).

### **1.2. Ανάπτυξη αντιστάθμισης**

Το πιο σπουδαίο, όσον αφορά το φαινόμενο της ταχείας ανάπτυξης μετά από μια περίοδο ασιτίας, είναι ότι ψάρια που βίωσαν μια περίοδο πίεσης στην ανάπτυξή τους, μπορούν να πετύχουν το ίδιο μέγεθος στην ίδια ηλικία με τα ψάρια που τρέφονταν συνεχόμενα, καθώς υποβάλλονται σε συγκεκριμένες συνθήκες οι οποίες είναι πιο ευνοϊκές. Η ανταπόκριση, η οποία τείνει να επαναφέρει την κανονική καμπύλη



ανάπτυξης, καλείται ανάπτυξη αντιστάθμισης (Wilson & Osbourn, 1960: Jobling, 1994: Kim & Lovell, 1995: Metcalfe & Monaghan, 2001: Ali *et al.*, 2003).

Σύμφωνα με το μοντέλο των Hubbell (1971) και Calow (1976), για το μηχανισμό της ανάπτυξης αντιστάθμισης, υπάρχει μια γενετικά προαποφασισμένη πορεία ανάπτυξης στα ζώα, τα οποία μπορούν να ανιχνεύσουν πιθανές εκτροπές αυτής της πορείας και να τις αντισταθμίσουν επαναπροσδιορίζοντας την όρεξη και το μεταβολισμό τους. Σε συμφωνία και με το παραπάνω, η πρόσληψη τροφής και μερικές φορές η ικανότητα μετατρεψιμότητας αυτής συνήθως αυξάνονται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης αντιστάθμισης (Russell & Wootton, 1992: Jobling *et al.*, 1993: Hayward *et al.*, 1997).

Η φάση της ανάπτυξης αντιστάθμισης που ακολουθεί μια περίοδο ασιτίας συνήθως οφείλεται στο μηχανισμό της υπερφαγίας, μια μη φυσιολογική αύξηση της όρεξης και της πρόσληψης τροφής, υψηλότερη από αυτή στα συνεχώς ταιζόμενα ψάρια (Miglav & Jobling, 1989: Russell & Wootton, 1992: Hayward *et al.*, 1997: Nicieza & Metcalfe, 1997: Wang *et al.*, 2000: Ali *et al.*, 2003). Εκτός, όμως, από τη διαθεσιμότητα της τροφής, η ανάπτυξη αντιστάθμισης μπορεί να οφείλεται και σε άλλους παράγοντες όπως η μη εποχική χαμηλή θερμοκρασία (Ali *et al.*, 2003), η ποιότητα του νερού (Quinton & Blake, 1990), η κοινωνική συμπεριφορά (Hayward *et al.*, 2000) και η ποιότητα της τροφής (Björnsson *et al.*, 1992: Gaylord & Gatlin, 2001).

### 1.3. Βαθμός αντιστάθμισης

Εξαρτώμενη από το βαθμό αναπλήρωσης, η ανάπτυξη αντιστάθμισης μπορεί να διακριθεί σε τρεις κατηγορίες: α) την υπέρ-αντιστάθμιση, που συμβαίνει όταν τα ψάρια τα οποία έχουν βιώσει ένα περιορισμό στην ανάπτυξη πετυχαίνουν μεγαλύτερο μέγεθος στην ίδια ηλικία με τα άτομα που δεν έχουν υποβληθεί σε περιορισμό (Hayward *et al.*, 1997), β) την πλήρη αντιστάθμιση, κατά την οποία τα άσιτα ψάρια αναπληρώνουν το βάρος που παρουσιάζεται και από τα άτομα που τρέφονται (Kim & Lovell, 1995: Nicieza & Metcalfe, 1997: Jobling *et al.*, 1999) και γ) τη μερική αντιστάθμιση, στην οποία τα άσιτα ψάρια αποτυγχάνουν να αναπληρώσουν τη μάζα στην ίδια ηλικία με τα μη περιορισμένα άτομα, αλλά επιδεικνύουν σχετικά γρήγορους ρυθμούς ανάπτυξης και πιθανόν να έχουν και καλύτερη μετατρεψιμότητα της τροφής κατά την περίοδο της επαναδιατροφής (Weatherley & Gill, 1987: Jobling, 1994: Paul *et al.*, 1995: Ali *et al.*, 2003).

Ο βαθμός ανταπόκρισης στο φαινόμενο της ανάπτυξης αντιστάθμισης είναι στενά συνδεδεμένος με τη διάρκεια και τη δριμύτητα του περιορισμού τροφής (Bull & Metcalfe, 1997: Zhu *et al.*, 2001: Holmgren, 2003: Tian & Qin, 2004: Blake *et al.*, 2006). Επίσης, επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες, όπως είναι το φύλο και η ωριμότητα (Quinton & Blake, 1990). Τέλος, παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη αντιστάθμισης είναι και το αν τα ψάρια είναι σε ομάδες ή μεμονωμένα, αν η ασιτία είναι μερική ή πλήρης και αν ακολουθείται μια απλή περίοδος ασιτίας ή περίοδοι ασιτίας και επαναδιατροφής που εναλλάσσονται κυκλικά (Ali *et al.*, 2003).

#### 1.4. Εφαρμογή στην ιχθυοεκτροφή

Η ανάπτυξη αντιστάθμισης στα ψάρια έχει αποκτήσει ενδιαφέρον εξαιτίας της πιθανής εφαρμογής της ως διαχειριστικό εργαλείο στην ιχθυοεκτροφή (Wang *et al.*, 2005) και ειδικότερα στη επίτευξη αποτελεσματικότερης διατροφής και ανάπτυξης (Turano *et al.*, 2008). Η αποτελεσματικότερη διατροφή με τη σειρά της μπορεί να επιφέρει μείωση του κόστους τροφής και να βελτιώσει τις στρατηγικές οικονομίας. Τέτοιες στρατηγικές είναι η βελτίωση της διαχείρισης του χρόνου εργασίας, της ποιότητας του νερού και γενικότερα η μείωση του κόστους παραγωγής (Lovell, 1998: Sealey *et al.*, 1998: Gaylord & Gatlin, 2001).

#### 1.5. Γενικά χαρακτηριστικά του χρυσόψαρου

Το χρυσόψαρο είναι το πλέον σύνηθες κατοικίδιο στον κόσμο. Δεδομένου ότι υπάρχουν πάνω από 100 είδη, τα χρυσόψαρα ποικίλουν μεταξύ τους σε χρώματα και σχήματα. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το κοινό χρυσόψαρο, *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) (Εικ. 1), του οποίου η συστηματική ταξινόμηση είναι:



**Εικόνα 1:** Κοινό χρυσόψαρο (*C. auratus*) ([www.fishbase.gr](http://www.fishbase.gr)).

Βασίλειο: Animalia

Φύλο: *Chordota*

Κλάση: *Actinopterygi*

Τάξη: *Cyprinoformes*

Οικογένεια: *Cyprinidae*

Γένος: *Carassius*

Είδος: *auratus*

Υποείδος: *auratus*

Τα χρυσόψαρα προέρχονται από την Ασία, όπου και εξημερώθηκαν για πρώτη φορά από τους Κινέζους τουλάχιστον χίλια χρόνια πριν. Στην Ευρώπη εισήχθησαν και έγιναν προσφιλή τον 18<sup>ο</sup> αιώνα, ενώ στην Αμερική πολύ αργότερα. Στη χώρα μας τα χρυσόψαρα εισήχθησαν περίπου τη δεκαετία του 1930, πιθανόν από Ιταλούς και σε πολλά νησιά αναπτύχθηκε μια υποτυπώδης εκτροφή. Η πρώτη οργανωμένη εκτροφή στην χώρα μας, άρχισε μετά το 1990 στον Ιχθυογεννητικό σταθμό της λίμνης των Ιωαννίνων ([www.goldfish.gr](http://www.goldfish.gr)).

#### **1.6. Βιολογικά χαρακτηριστικά του χρυσόψαρου**

Το χρυσόψαρο φτάνει σε μέγιστο μήκος μέχρι τα 59 cm, ενώ συνήθως δεν ξεπερνά τα 30 cm. Το μέγιστο δημοσιευμένο βάρος είναι τα 3 kg και η μέγιστη δημοσιευμένη ηλικία είναι τα 41 χρόνια. Είναι ψάρι του γλυκού νερού, βενθικό και

ποταμιόδρομο. Ζει σε υποτροπικές περιοχές ( $53^{\circ}\text{N} - 22^{\circ}\text{N}$ ) με βάθος 0-20m και αντέχει σε θερμοκρασίες  $0-41^{\circ}\text{C}$ , σε pH 6-8 και σε σκληρότητα νερού 5 – 19 dH (www.fishbase.gr).

### 1.7. Γεωγραφική κατανομή και εμπορική αξία του χρυσόψαρου

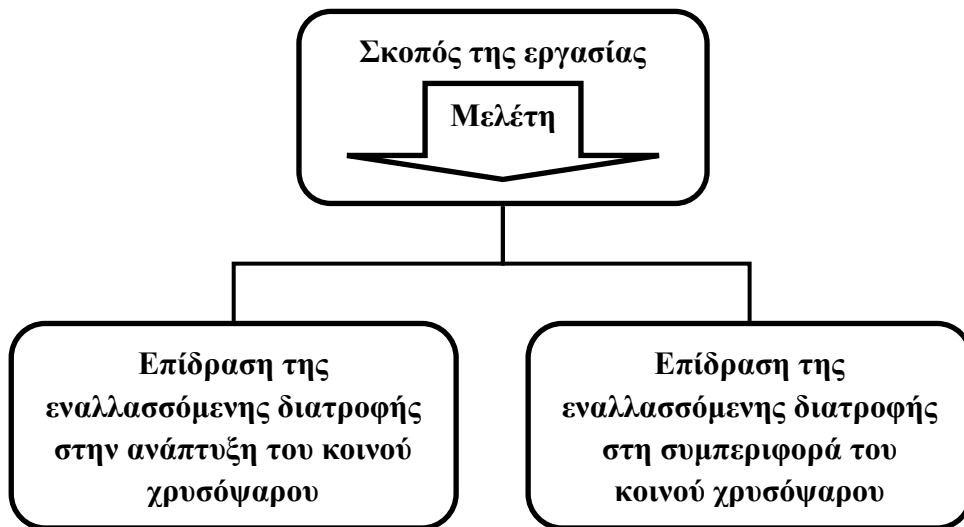
Το χρυσόψαρο εμφανίζεται σε πολλές περιοχές του πλανήτη λόγω της μεγάλης ανθεκτικότητας του στις διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες (Εικ. 2). Επίσης, είναι ένα ψάρι με πολύ μεγάλη εμπορική αξία, καθώς χρησιμοποιείται ως καλλωπιστικό είδος σε όλο τον κόσμο. Είναι ένα από τα πιο κοινά είδη για ενυδρειακή χρήση και το συναντάμε σε όλα τα καταστήματα πώλησης ενυδρειακών προϊόντων.



**Εικόνα 2:** Παγκόσμιος σημειακός χάρτης παρουσίας του *Carassius auratus auratus* (www.fishbase.gr).

### 1.8. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της εναλλασσόμενης διατροφής στην ανάπτυξη και τη συμπεριφορά του χρυσόψαρου (*C. auratus*) (Σχ. 1).

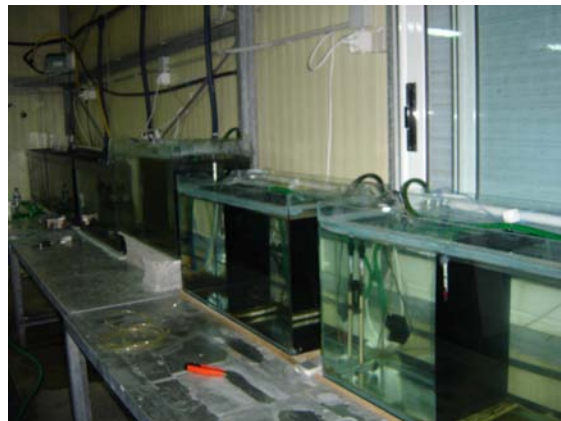


Σχήμα 1: Σχηματική απεικόνιση των σκοπών της εργασίας.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1. Γενικά

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών (Εικ. 3) του τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος της σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βόλο, την άνοιξη του 2006 και συγκεκριμένα από 24/04/2006 έως 28/06/2006. Τα χρυσόψαρα (*C. auratus*), που χρησιμοποιήθηκαν για την ολοκλήρωση του πειράματος, προήλθαν από εμπορικό κατάστημα του Βόλου.



**Εικόνα 4:** Εργαστήριο υδατοκαλλιεργειών.

Χρησιμοποιήθηκαν για το σκοπό αυτό τρία ενυδρεία (Εικ. 4), διαστάσεων 100X40X40, συνολικού όγκου 160 λίτρων το καθένα. Με κατάλληλο χώρισμα



**Εικόνα 3:** Ενυδρείο (στη μέση παρατηρείται το χώρισμα με το διάτρητο plexi glass).

(διάτρητο plexi glass) δημιουργήθηκαν δυο διαφορετικοί χώροι όγκου 80 λίτρων ο καθένας και στα τρία ενυδρεία. Το πίσω μέρος καλύφθηκε εξωτερικά με πλαστικοποιημένο χαρτί, στο οποίο φαινόνταν 9 όμοια τετράγωνα με διαστάσεις 15X15 cm.

Το νερό που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του πειράματος προερχόταν από το τοπικό σύστημα ύδρευσης. Για την αποστείρωση του νερού χρησιμοποιήθηκε συσκευή λαμπτήρων υπεριώδους ακτινοβολίας (UV). Στη συνέχεια το νερό παρέμενε για δυο μέρες σε δεξαμενές, στις οποίες υπήρχε αναδευτήρας και παροχή συμπιεσμένου αέρα, για την απομάκρυνση του περιεχομένου χλωρίου. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν και διάφορα βελτιωτικά νερού που κυκλοφορούν στο εμπόριο (stress coat, accu clear).

Σε κάθε ενυδρείο υπήρχε αυξημένη παροχή αέρα από κεντρική αεραντλία, η οποία διοχέτευε ατμοσφαιρικό αέρα σε πωρόλιθο όλο το εικοσιτετράωρο. Επίσης, κάθε ενυδρείο ήταν εξοπλισμένο με εξωτερικό φίλτρο, θερμοστάτη και κυκλοφορητή νερού. Αναλυτικότερα, τα εξωτερικά φίλτρα ήταν τύπου Eheim 2213 και στο κάθε ένα υπήρχε υαλοβάμβακας για μηχανικό φιλτράρισμα, ενεργός άνθρακας για χημικό φιλτράρισμα και πορώδες υπόστρωμα για βιολογικό φιλτράρισμα. Σε κάθε ενυδρείο είχε τοποθετηθεί θερμοστάτης 200 Watt για τη διατήρηση της μέσης θερμοκρασίας στα επιθυμητά επίπεδα. Τέλος, σε κάθε ενυδρείο είχε τοποθετηθεί κυκλοφορητής νερού με ρυθμό ανανέωσης 350 l/h.

Ο φωτισμός ήταν τεχνητός και προερχόταν από ένα λαμπτήρα φθορισμού T8 σε κάθε ενυδρείο (Sylvania Gro-lux F30W/Gro). Η φωτοπερίοδος είχε ρυθμιστεί σε 12ώρες φως:12ώρες σκοτάδι. Η τροφή που χρησιμοποιήθηκε ήταν τυποποιημένη (Tetra fin), κατάλληλη για χρυσόψαρα, υπό μορφή πελέτας. Το τάισμα των ατόμων γινόταν δυο φορές την ημέρα (10:30 και 16:30), σύμφωνα με τη βιομάζα του κάθε ενυδρείου (1,5%).

Για την αναισθητοποίηση των ατόμων χρησιμοποιήθηκε διάλυμα φαινοξυαιθανόλης με συγκέντρωση 10 ml/10 l. Σε κάθε μέτρηση τα ψάρια



απομακρύνονταν από το ενυδρείο και μετά την αναισθητοποίησή τους μετρούνταν το βάρος και το μήκος του κάθε ατόμου. Η αναισθητοποίηση γινόταν σε λεκάνες 12 λίτρων και η ανάνηψη σε μεγαλύτερες λεκάνες με καθαρό νερό και παροχή συμπιεσμένου αέρα.

Για τις μετρήσεις του βάρους χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά ακριβείας τριών δεκαδικών ψηφίων, ενώ για τις μετρήσεις του μήκους χρησιμοποιήθηκε ιχθυόμετρο, στο οποίο τοποθετούνταν τα ψάρια και γινόταν η ανάγνωση του σταθερού (SL) και ολικού (TL) μήκους (Εικ. 5).



**Εικόνα 5:** Ζυγαριά και ιχθυόμετρο για τις μετρήσεις των ψαριών.

## 2.2. Πειραματικός Σχεδιασμός

Αφού τα ψάρια μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο, ζυγίστηκαν και μετρήθηκε το βάρος και το μήκος τους. Το μέσο βάρος τους ήταν  $6,054 \pm 2,386$  g και το μέσο σταθερό μήκος τους ήταν  $5,7 \pm 0,7$  cm. Στη συνέχεια τα ψάρια τοποθετήθηκαν στα ενυδρεία έτσι ώστε σε κάθε ενυδρείο να υπάρχουν 18 άτομα με ομοιόμορφη συνολική βιομάζα ( $109,971 \pm 3,642$  g).

Οι μεταχειρίσεις, στις οποίες υποβλήθηκαν τα ψάρια, ήταν τρεις και μαζί με την επανάληψη της κάθε μεταχείρισης χρησιμοποιήθηκαν συνολικά έξι ενυδρεία. Ως μεταχείριση ορίσαμε την εναλλαγή διατροφής – ασιτίας των ατόμων. Στη πρώτη μεταχείριση τα άτομα ταΐζονταν καθημερινά από την αρχή μέχρι το τέλος του πειράματος. Στη δεύτερη μεταχείριση τα άτομα υποβάλλονταν σε εναλλαγές διατροφής-ασιτίας ανά εβδομάδα. Τέλος, στην τρίτη μεταχείριση τα άτομα

υποβάλλονταν σε εναλλαγές διατροφής-ασιτίας ανά τρεις εβδομάδες. Στον Πίνακα 1 φαίνεται η οργάνωση της κάθε μεταχείρισης ανά ενυδρείο.

**Πίνακας 1:** Πειραματικό πρωτόκολλο

		Μεταχείριση		
		A (ομάδα ελέγχου) (διατροφή κάθε μέρα)	B (μια εβδομάδα διατροφή, μια εβδομάδα ασιτία)	Γ (τρεις εβδομάδες διατροφή, τρεις εβδομάδες ασιτία)
<b>Ενυδρείο</b>	A1	***		
	A2	***		
	B1		***	
	B2		***	
	Γ1			***
	Γ2			***

Οι μετρήσεις του μήκους και του βάρους ήταν εβδομαδιαίες (κάθε Τετάρτη) και ήταν συνολικά δέκα. Μετά από κάθε μέτρηση και αφού γινόταν η επεξεργασία των δεδομένων, προσδιοριζόταν η εβδομαδιαία ποσότητα χορηγούμενης τροφής. Οι καθημερινές θνησιμότητες καταγράφονταν και στα νεκρά ψάρια γινόταν μέτρηση του σταθερού (SL) και του ολικού (TL) μήκους, καθώς και του βάρους.

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων υπολογίστηκαν ο συντελεστής ευρωστίας ( $K = W \times 100/L^3$ , όπου  $W$  = βάρος και  $L$  = μήκος) και ο συντελεστής παραλλακτικότητας ( $CV = sd/x \times 100$ , όπου  $sd$  = τυπική απόκλιση και  $x$  = μέσος όρος του βάρους).

Παράλληλα με τις εβδομαδιαίες μετρήσεις του μήκους και του βάρους, πραγματοποιούνταν και καθημερινές μετρήσεις των φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού της κάθε δεξαμενής. Σε καθημερινή βάση μετρούνταν το οξυγόνο και η θερμοκρασία, ενώ τρεις φορές την εβδομάδα (Δευτέρα, Τετάρτη, Παρασκευή) το pH και η αμμωνία.

Η καθαριότητα των ενυδρείων πραγματοποιούνταν εβδομαδιαία (κάθε Τετάρτη). Τη στιγμή που απομακρύνονταν τα ψάρια για τις μετρήσεις, καθαρίζονταν τα τζάμια του ενυδρείου. Παράλληλα, γινόταν σιφωνισμός και μερική ανανέωση νερού (20% - 25%) του ενυδρείου. Μια φορά το μήνα πραγματοποιούνταν καθαρισμός των φίλτρων (αλλαγή του υαλοβάμβακα και του ενεργού άνθρακα).

Με τη βοήθεια ρυθμιζόμενου συστήματος κινηματογράφησης (Εικ. 6), το οποίο κατέγραφε καθ' όλη τη διάρκεια που τα φώτα ήταν αναμμένα, από 20/05/2006 έως 26/06/2006 έγινε η παρατήρηση

της συμπεριφοράς των ψαριών. Τα δεδομένα συλλέγονταν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και στη συνέχεια γινόταν εγγραφή σε DVD. Για την καταγραφή πίσω



**Εικόνα 6:** Σύστημα καμερών.

από κάθε ενυδρείο τοποθετήθηκε πλαστικοποιημένο χαρτί στο οποίο οριζόντιες και κατακόρυφες γραμμές οριοθετούσαν εννέα τετράγωνα 15X15 cm το κάθε ένα (Πίν. 2).

**Πίνακας 2:** Τα εννέα τετράγωνα του κάθε ενυδρείου

Πάνω αριστερά (Π.Α.)	Πάνω κέντρο (Π.Κ.)	Πάνω δεξιά (Π.Δ.)
Μέση αριστερά (Μ.Α.)	Μέση κέντρο (Μ.Κ.)	Μέση δεξιά (Μ.Δ.)
Κάτω αριστερά (Κ.Α.)	Κάτω κέντρο (Κ.Κ.)	Κάτω δεξιά (Κ.Δ.)

Από τα δεδομένα της συμπεριφοράς εξετάστηκε η αναζήτηση τροφής ως στοιχείο της δραστηριότητας των ψαριών στο χώρο του κάθε ενυδρείου. Ειδικότερα εξετάστηκε:

1. Η ταχύτητα κολύμβησης των ψαριών: αριθμός τετραγώνων που κάλυπτε το κάθε ψάρι στη μονάδα του χρόνου (1 λεπτό).
2. Η αλλαγή φοράς πλεύσης: στροφές του σώματος του ψαριού στη μονάδα του χρόνου (1 λεπτό).

Τυχαία επελέγησαν χρόνος και άτομα των οποίων καταγράφηκαν οι παράμετροι συμπεριφοράς. Παρατηρήθηκαν 1620 ψάρια για διάρκεια ενός λεπτού, 6 φορές την ημέρα (10:00, 11:00, 13:00, 15:00, 17:00, 19:00) για κάθε επανάληψη και σε κάθε μεταχείριση.

Για την ανάλυση των δεδομένων έγινε σύγκριση μέσων όρων (t-test) και ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (One-way Anova).

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1. Γενικά

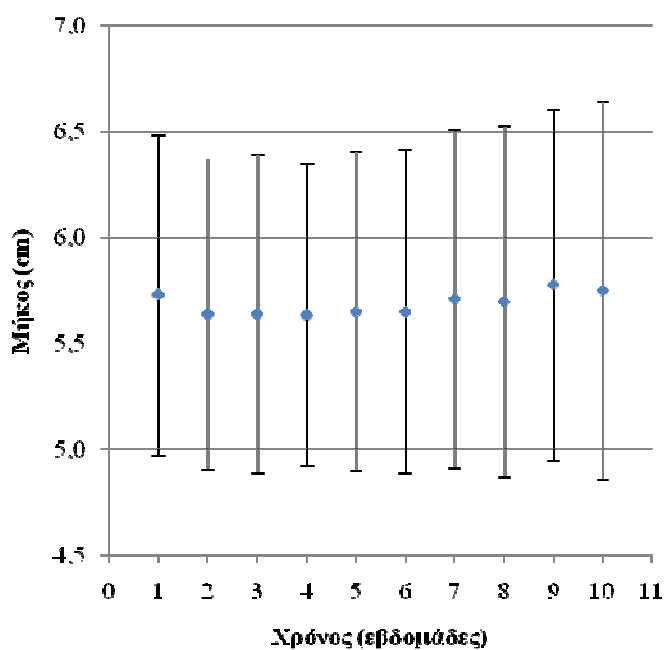
Το πείραμα είχε διάρκεια 64 ημερών και παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τις φυσικοχημικές παραμέτρους του νερού, τις μετρήσεις του μήκους και του βάρους καθώς και τα αποτελέσματα από τη μελέτη της συμπεριφοράς των ψαριών. Οι θνησιμότητες κατά τη διάρκεια του πειράματος ήταν συνολικά 25 [7 άτομα στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου), 6 άτομα στη μεταχείριση Β και 12 άτομα στη μεταχείριση Γ]

Η θερμοκρασία του νερού καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος ήταν στο ενυδρείο Α στους  $23,6 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ , στο ενυδρείο Β στους  $23,7 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$  και στο ενυδρείο Γ στους  $23,5 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ . Το pH κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα εξαιτίας της ποιότητας του νερού του τοπικού δικτύου ύδρευσης. Στο ενυδρείο Α ήταν  $8,35 \pm 0,11$ , στο ενυδρείο Β  $8,55 \pm 0,06$  και στο ενυδρείο Γ  $8,51 \pm 0,09$ . Η συγκέντρωση του οξυγόνου κυμάνθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα. Στο ενυδρείο Α ήταν  $7,04 \pm 0,68$  mg/l, στο ενυδρείο Β  $7,11 \pm 0,67$  mg/l και στο ενυδρείο Γ  $6,97 \pm 0,67$  mg/l. Τέλος, η συγκέντρωση της αμμωνίας ήταν σε μηδενικά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος και στις τρεις μεταχειρίσεις. Αναλυτικά οι μετρήσεις των φυσικοχημικών παραμέτρων δίνονται στο παράρτημα.

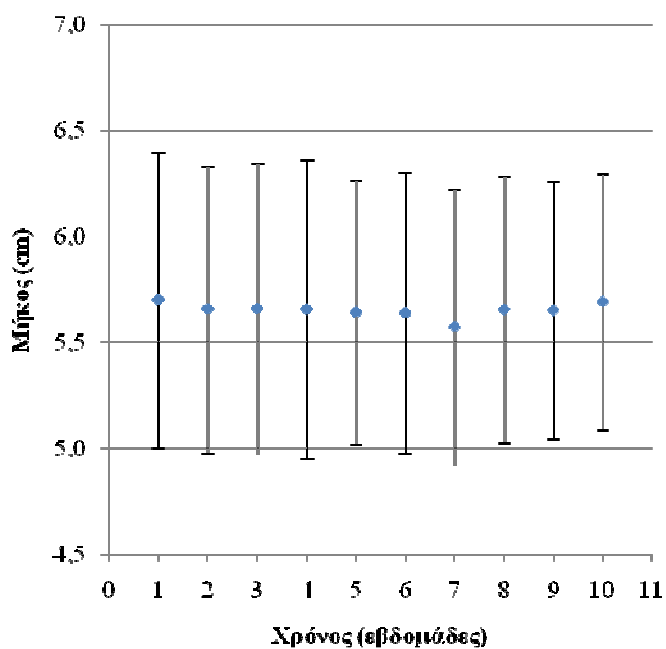
#### 3.2. Μήκος

Εφόσον δε διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων, οι μετρήσεις του μήκους ομαδοποιήθηκαν. Οι αρχικοί μέσοι όροι του

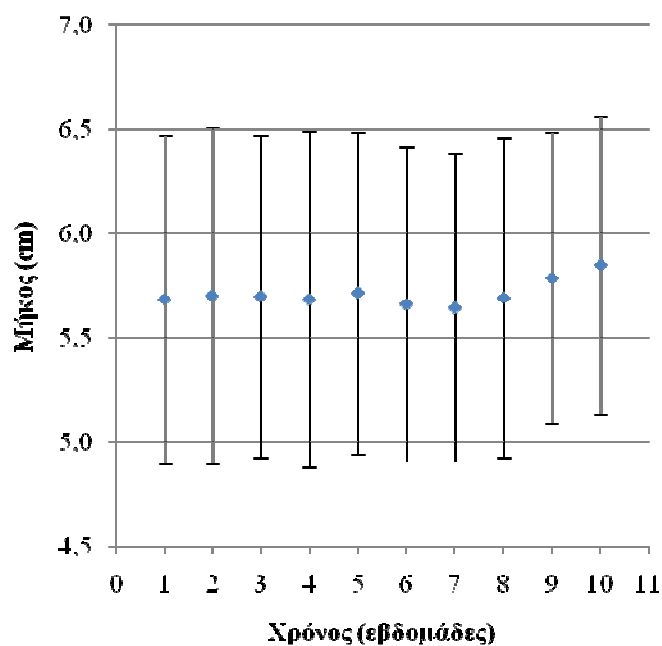
σταθερού μήκους (SL) ήταν  $5,7\pm 0,8$  cm στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου),  $5,7\pm 0,7$  cm στη μεταχείριση Β και  $5,7\pm 0,8$  cm στη μεταχείριση Γ. Στο τέλος του πειράματος οι μέσοι όροι του σταθερού μήκους (SL) ήταν  $5,8\pm 0,9$  cm στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου),  $5,7\pm 0,6$  cm στη μεταχείριση Β και  $5,9\pm 0,7$  cm στη μεταχείριση Γ. Το μήκος όλων των ατόμων για κάθε μεταχείριση δίνεται αναλυτικά στο παράρτημα. Η εξέλιξη των μέσων όρων του σταθερού μήκους (SL) καθώς και οι τυπικές αποκλίσεις αυτών κατά τη διάρκεια του πειράματος για όλες τις μεταχειρίσεις παρουσιάζονται στα Σχήματα 2, 3 και 4.



**Σχήμα 2:** Εξέλιξη του σταθερού μήκους (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Α κατά τη διάρκεια του πειράματος.



**Σχήμα 3:** Εξέλιξη του σταθερού μήκους (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Β κατά τη διάρκεια του πειράματος.



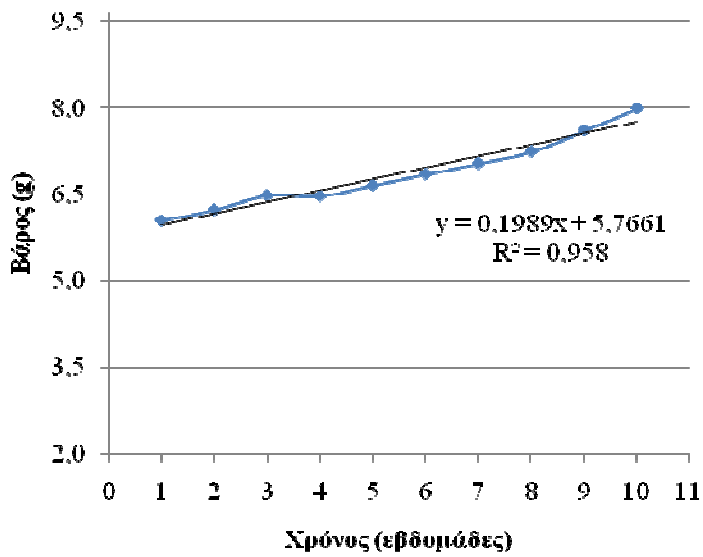
**Σχήμα 4:** Εξέλιξη του σταθερού μήκους (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Γ κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Η ανάλυση της διακύμανσης του σταθερού μήκους (SL) ως προς την επίδραση του χρόνου στην ανάπτυξη των ψαριών δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις [μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου):  $F=0,140$ ,  $P>0,05$ , μεταχείριση Β:  $F=0,089$ ,  $P>0,05$ , μεταχείριση Γ:  $F=0,158$ ,  $P>0,05$ ]. Επίσης, δε βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με την ανάλυση της διακύμανσης του σταθερού μήκους (SL) ως προς την επίδραση της μεταχείρισης στην ανάπτυξη των ψαριών καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος (ανάλυση στην αρχή του πειράματος:  $F=0,033$ ,  $P>0,05$ , ανάλυση στο τέλος του πειράματος:  $F=0,297$ ,  $P>0,05$ ).

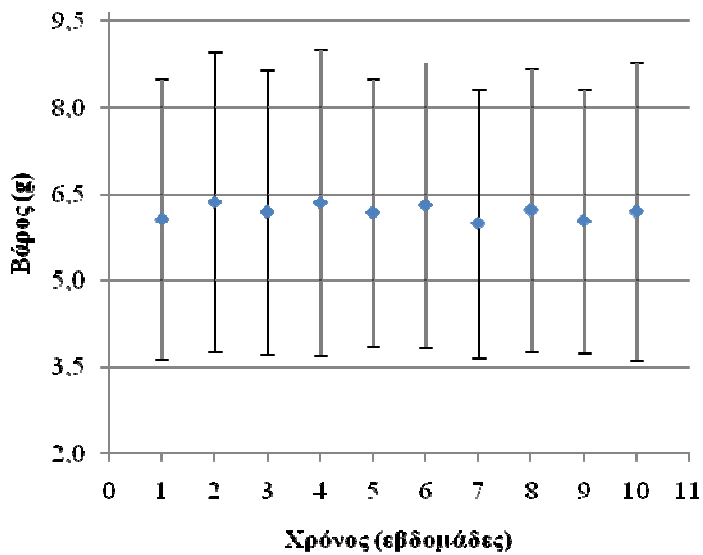
### 3.3. Βάρος

Εφόσον δε διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων, οι μετρήσεις του βάρους ομαδοποιήθηκαν. Οι αρχικοί μέσοι όροι του βάρους ήταν  $6,046\pm 2,435$  g στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου),  $6,064\pm 2,446$  g στη μεταχείριση Β και  $6,052\pm 2,343$  g στη μεταχείριση Γ. Στο τέλος του πειράματος οι μέσοι όροι του βάρους ήταν  $7,988\pm 3,989$  g στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου),  $6,199\pm 2,598$  g στη μεταχείριση Β και  $6,878\pm 2,366$  g στη μεταχείριση Γ. Το βάρος όλων των ατόμων για κάθε μεταχείριση δίνεται αναλυτικά στο παράρτημα. Η εξέλιξη των μέσων όρων του βάρους κατά τη διάρκεια του πειράματος για όλες τις μεταχειρίσεις παρουσιάζεται στα Σχήματα 5, 6 και 7.

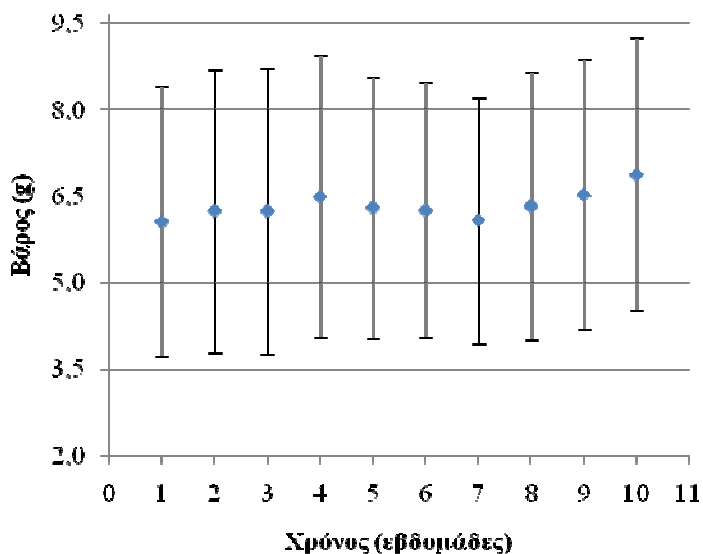




**Σχήμα 5:** Περιγραφή της εξέλιξης του βάρους με γραμμική εξίσωση ( $y = a + bx$ ,  $y$ : βάρος,  $x$ : εβδομάδα) στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου) κατά τη διάρκεια του πειράματος.



**Σχήμα 6:** Εξέλιξη του βάρους (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Β κατά τη διάρκεια του πειράματος.



**Σχήμα 7:** Εξέλιξη του βάρους (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Γ κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Η ανάλυση της διακύμανσης του βάρους ως προς την επίδραση του χρόνου στην ανάπτυξη των ψαριών δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις [μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου):  $F=1,226$ ,  $P>0,05$ , μεταχείριση Β:  $F=0,094$ ,  $P>0,05$ , μεταχείριση Γ:  $F=0,287$ ,  $P>0,05$ ].

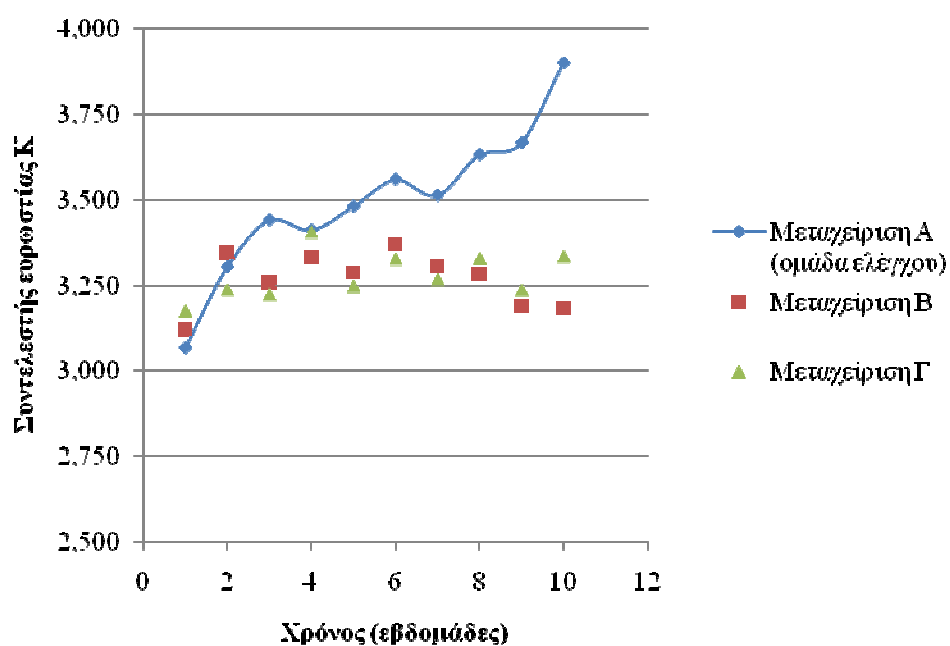
Όσον αφορά την ανάλυση της διακύμανσης του βάρους ως προς την επίδραση της μεταχείρισης στην ανάπτυξη των ψαριών καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων Α (ομάδα ελέγχου) και Β ( $P<0,05$ ), ενώ δε βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων Α και Γ ( $P>0,05$ ).

Από όλα τα παραπάνω φαίνεται ότι υπάρχει σαφής ένδειξη ανάπτυξης μερικής αντιστάθμισης στη μεταχείριση Γ, αφού παρατηρείται ανάπτυξη των ψαριών αλλά όχι ανάλογη με την ανάπτυξη στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου). Από την άλλη μεριά,

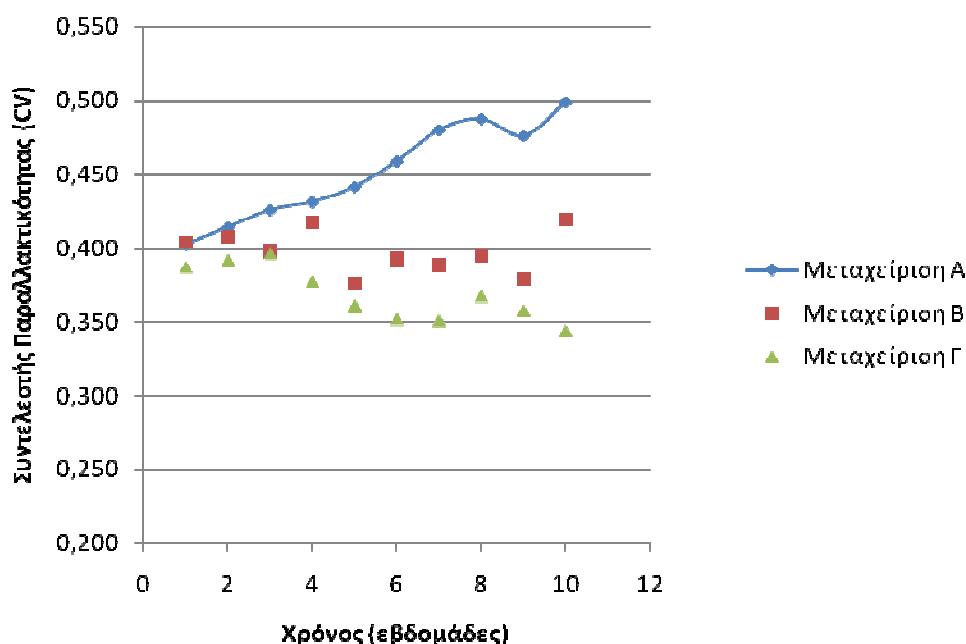
στη μεταχείριση B δεν παρατηρείται το φαινόμενο της ανάπτυξης αντιστάθμισης, αφού βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε σχέση με τη μεταχείριση A (ομάδα ελέγχου).

### 3.4. Μικρά-Μεγάλα

Από τη μελέτη της σχέσης μήκους – βάρους και του συντελεστή ευρωστίας K (Σχ. 8), καθώς και από τη μελέτη του συντελεστή παραλλακτικότητας CV (Σχ. 9) διαπιστώθηκε ότι τα μικρά και τα μεγάλα άτομα της κάθε μεταχείρισης διέφεραν ως προς την ανάπτυξή τους. Για το λόγο αυτό σε κάθε μεταχείριση έγινε διαλογή σε μικρά και μεγάλα άτομα με σημείο διαλογής το μέσο όρο του βάρους για κάθε εβδομάδα.



**Σχήμα 8:** Εξέλιξη του συντελεστή ευρωστίας K κατά τη διάρκεια του πειράματος και για τις τρεις μεταχειρίσεις.



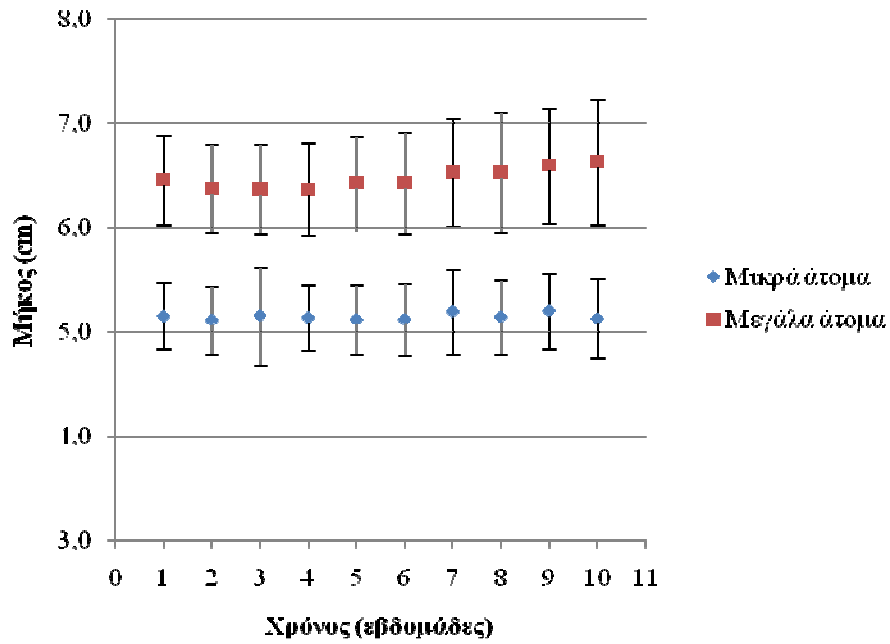
**Σχήμα 9:** Εξέλιξη του συντελεστή παραλλακτικότητας CV κατά τη διάρκεια του πειράματος και για τις τρεις μεταχειρίσεις.

### 3.4.1. Μήκος

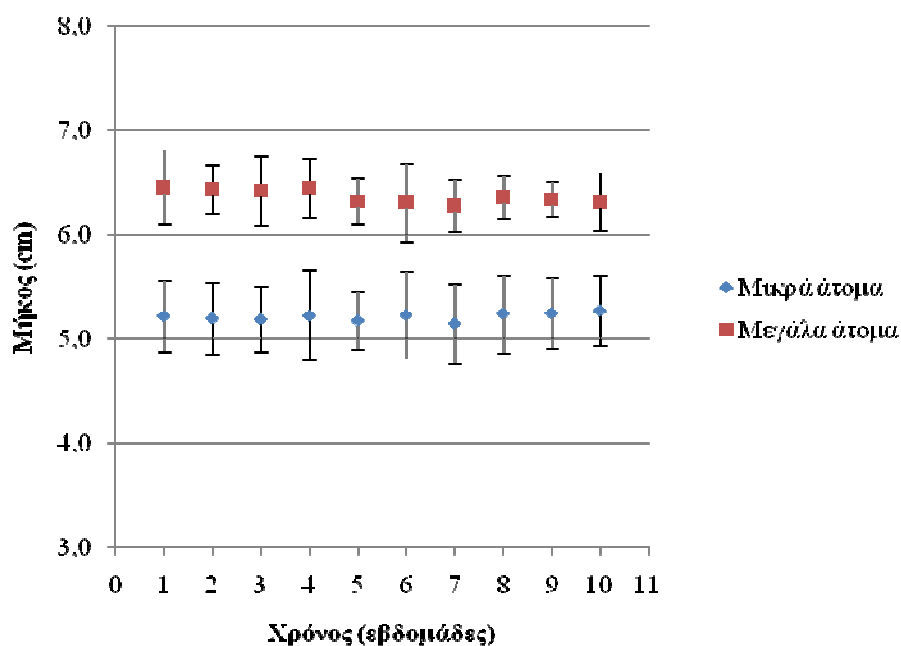
Εφόσον έγινε η διαλογή σε μικρά και μεγάλα άτομα, οι αρχικοί μέσοι όροι του σταθερού μήκους (SL) για τα μικρά άτομα ήταν  $5,2 \pm 0,3$  cm στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου),  $5,2 \pm 0,3$  cm στη μεταχείριση Β και  $5,1 \pm 0,3$  cm στη μεταχείριση Γ. Στο τέλος του πειράματος οι μέσοι όροι του σταθερού μήκους (SL) για τα μικρά άτομα ήταν  $5,1 \pm 0,4$  cm στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου),  $5,3 \pm 0,3$  cm στη μεταχείριση Β και  $5,4 \pm 0,4$  cm στη μεταχείριση Γ.

Από την άλλη, οι αρχικοί μέσοι όροι του σταθερού μήκους (SL) για τα μεγάλα άτομα ήταν  $6,5 \pm 0,4$  cm στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου),  $6,5 \pm 0,4$  cm στη μεταχείριση Β και  $6,5 \pm 0,4$  cm στη μεταχείριση Γ. Στο τέλος του πειράματος οι μέσοι όροι του σταθερού μήκους (SL) για τα μεγάλα άτομα ήταν  $6,6 \pm 0,6$  cm στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου),  $6,3 \pm 0,3$  cm στη μεταχείριση Β και  $6,5 \pm 0,4$  cm στη μεταχείριση Γ.

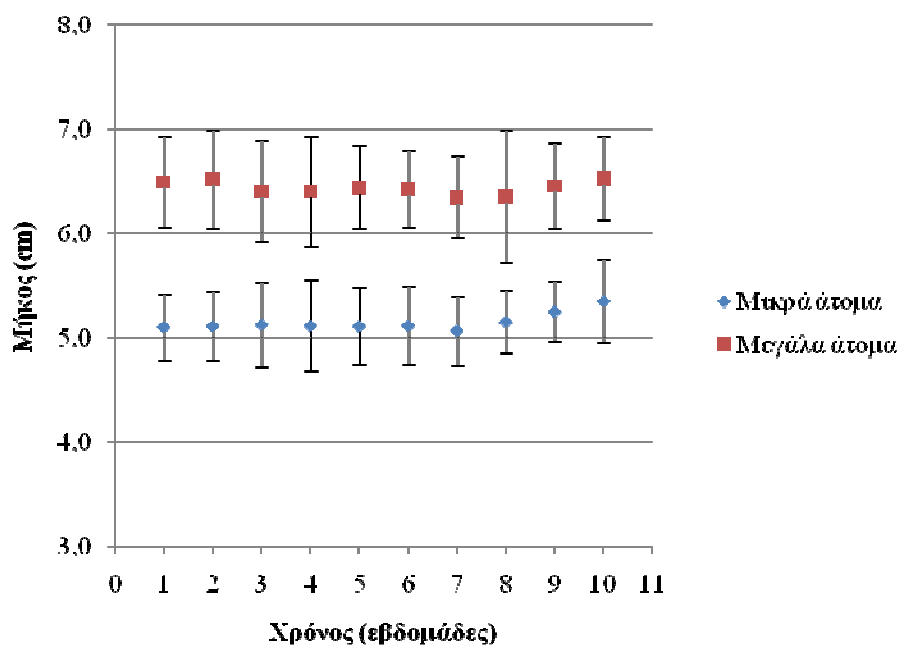
Η εξέλιξη των μέσων όρων του σταθερού μήκους (SL) για τα μικρά κα τα μεγάλα άτομα καθώς και οι τυπικές αποκλίσεις αυτών κατά τη διάρκεια του πειράματος για όλες τις μεταχειρίσεις παρουσιάζεται στα Σχήματα 10, 11 και 12.



**Σχήμα 10:** Εξέλιξη του σταθερού μήκους (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση A (ομάδα ελέγχου) κατά τη διάρκεια του πειράματος.



**Σχήμα 11:** Εξέλιξη του σταθερού μήκους (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Β κατά τη διάρκεια του πειράματος.



**Σχήμα 12:** Εξέλιξη του σταθερού μήκους (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Γ κατά τη διάρκεια του πειράματος.

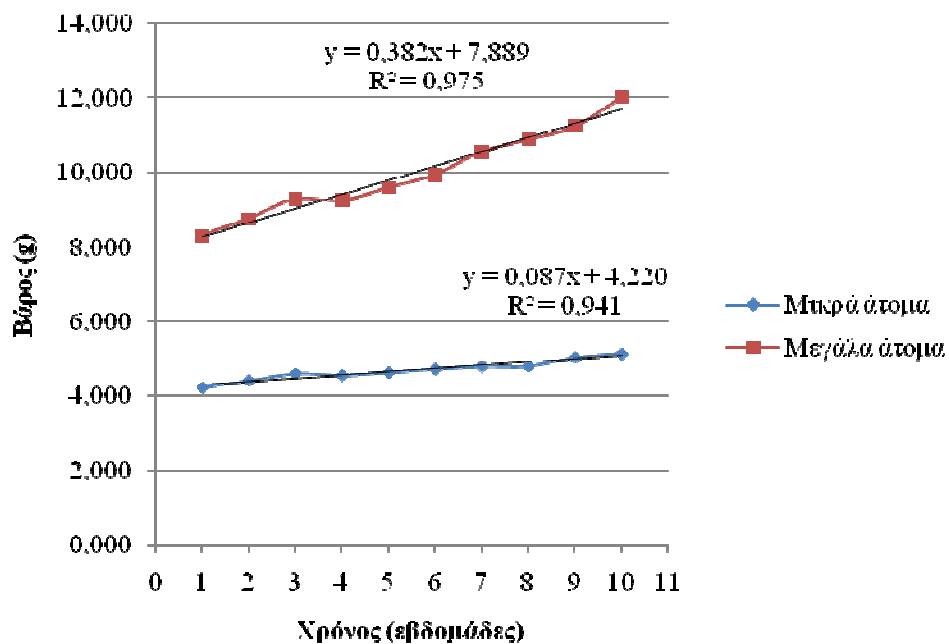
Η ανάλυση της διακύμανσης του σταθερού μήκους (SL) ως προς την επίδραση του χρόνου στην ανάπτυξη των ψαριών δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις, ούτε στα μικρά [μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου):  $F=0,125$ ,  $P>0,05$ , μεταχείριση Β:  $F=0,222$ ,  $P>0,05$ , μεταχείριση Γ:  $F=0,826$ ,  $P>0,05$ ], ούτε στα μεγάλα [μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου):  $F=0,482$ ,  $P>0,05$ , μεταχείριση Β:  $F=0,677$ ,  $P>0,05$ , μεταχείριση Γ:  $F=0,238$ ,  $P>0,05$ ] άτομα. Επίσης, δε βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μετά και την ανάλυση της διακύμανσης του σταθερού μήκους (SL) ως προς την επίδραση της μεταχείρισης στην ανάπτυξη των ψαριών, καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος, ούτε στα μικρά ούτε στα μεγάλα ( $P>0,05$ ) άτομα.

### 3.4.2. Βάρος

Μετά τη διαλογή σε μικρά και μεγάλα άτομα, οι αρχικοί μέσοι όροι του βάρους για τα μικρά άτομα ήταν  $4,231\pm 0,750$  g στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου),  $4,352\pm 0,748$  g στη μεταχείριση Β και  $4,350\pm 0,879$  g στη μεταχείριση Γ. Στο τέλος του πειράματος οι μέσοι όροι του βάρους για τα μικρά άτομα ήταν  $5,138\pm 1,169$  g στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου),  $4,296\pm 0,870$  g στη μεταχείριση Β και  $5,171\pm 0,863$  g στη μεταχείριση Γ.

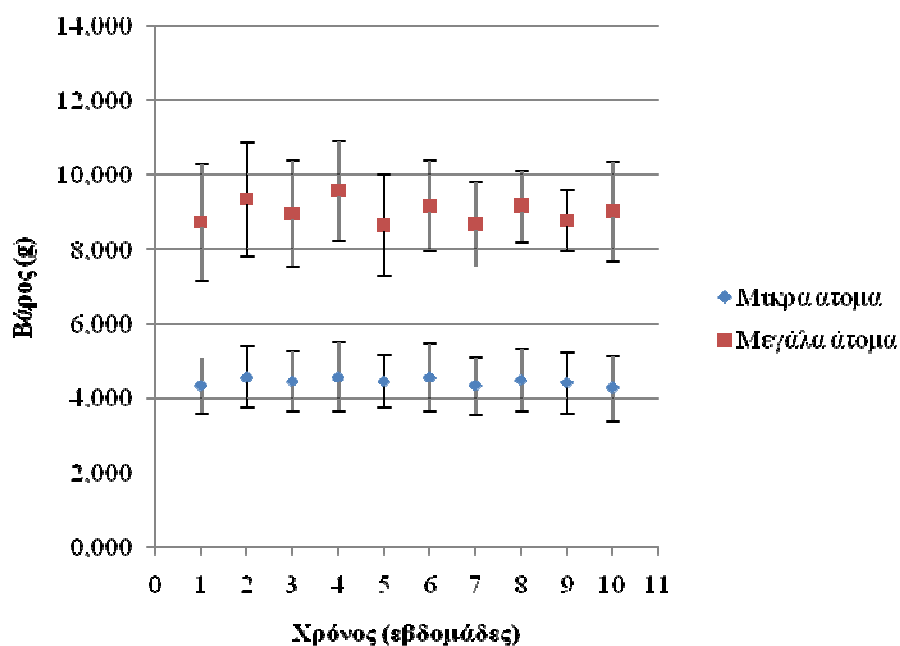
Από την άλλη, οι αρχικοί μέσοι όροι του βάρους για τα μεγάλα άτομα ήταν  $8,315\pm 1,800$  g στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου),  $8,755\pm 1,564$  g στη μεταχείριση Β και  $8,435\pm 1,482$  g στη μεταχείριση Γ. Στο τέλος του πειράματος οι μέσοι όροι του βάρους για τα μεγάλα άτομα ήταν  $12,027\pm 2,858$  g στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου),  $9,055\pm 1,338$  g στη μεταχείριση Β και  $9,267\pm 1,534$  g στη μεταχείριση Γ. Η εξέλιξη των

μέσων όρων του βάρους και για τα μικρά κα για τα μεγάλα άτομα κατά τη διάρκεια του πειράματος για όλες τις μεταχειρίσεις παρουσιάζεται στα Σχήματα 13, 14 και 15.

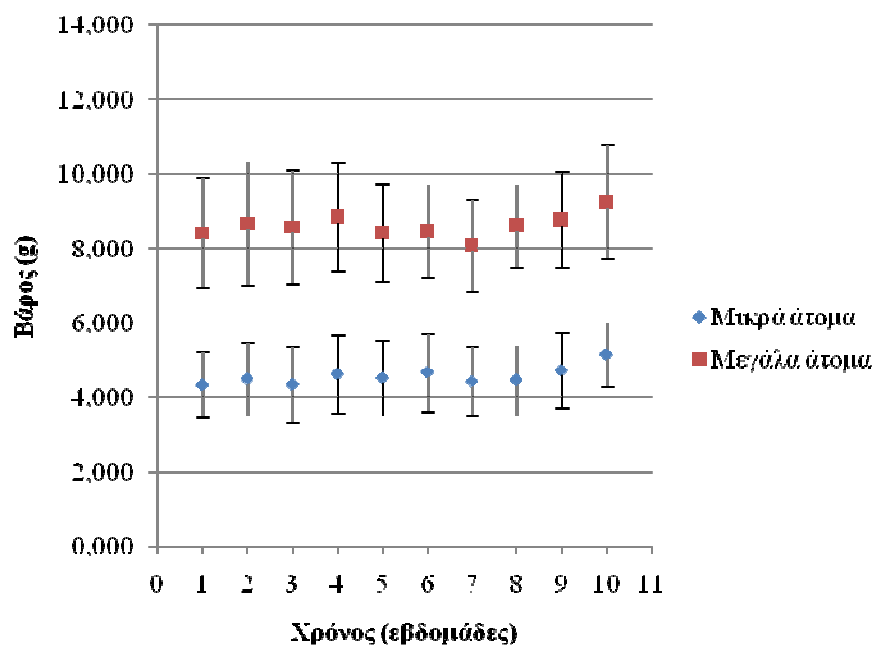


**Σχήμα 13:** Περιγραφή της εξέλιξης του βάρους με γραμμική εξίσωση ( $y = a + bx$ ,  $y$ : βάρος,  $x$ : εβδομάδα) στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου) κατά τη διάρκεια του πειράματος.





Σχήμα 14: Εξέλιξη του βάρους (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Β κατά τη διάρκεια του πειράματος.

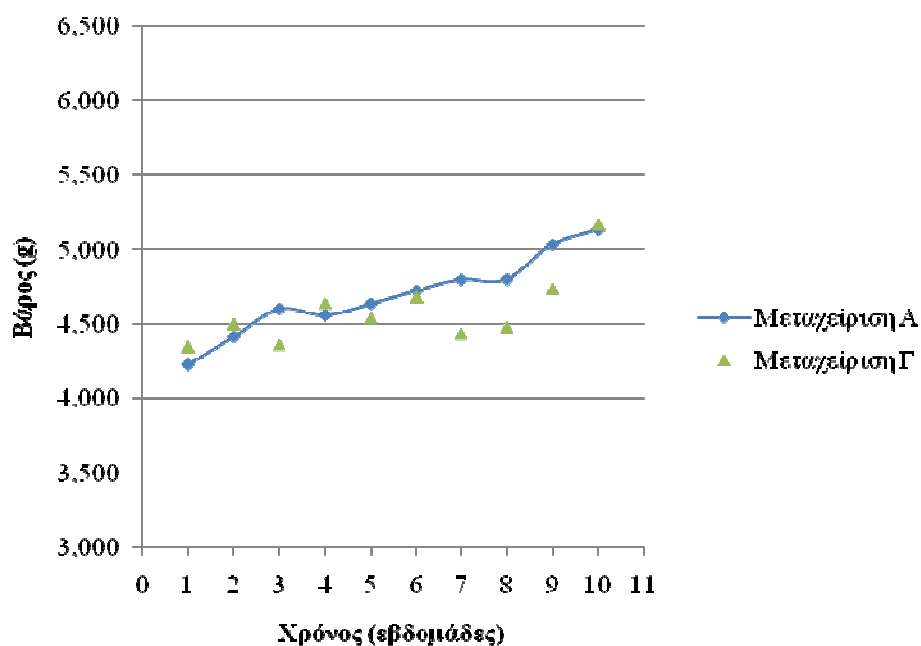


Σχήμα 15: Εξέλιξη του βάρους (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Γ κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Η ανάλυση της διακύμανσης του βάρους ως προς την επίδραση του χρόνου στην ανάπτυξη των ψαριών δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα μικρά άτομα σε καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις [μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου):  $F=1,346$ ,  $P>0,05$ , μεταχείριση Β:  $F=0,344$ ,  $P>0,05$ , μεταχείριση Γ:  $F=0,960$ ,  $P>0,05$ ], ενώ στα μεγάλα άτομα βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μόνο στη μεταχείριση Α [μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου):  $F=3,354$ ,  $P<0,001$ , μεταχείριση Β:  $F=0,688$ ,  $P>0,05$ , μεταχείριση Γ:  $F=0,572$ ,  $P>0,05$ ].

Όσον αφορά την ανάλυση της διακύμανσης του βάρους ως προς την επίδραση της μεταχείρισης στην ανάπτυξη των ψαριών, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα μικρά άτομα της μεταχείρισης Β ( $P<0,05$ ), στα μεγάλα άτομα της μεταχείρισης Β ( $P<0,05$ ) και στα μεγάλα άτομα της μεταχείρισης Γ ( $P<0,05$ ), ενώ δε βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα μικρά άτομα της μεταχείρισης Γ ( $P>0,05$ ).

Από όλα τα παραπάνω φαίνεται ότι υπάρχει σαφής ένδειξη ανάπτυξης πλήρους αντιστάθμισης στα μικρά άτομα της μεταχείρισης Γ, αφού αναπλήρωσαν πλήρως το βάρος τους σε σχέση με τη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου) (Σχ. 16). Τα μικρά άτομα της μεταχείρισης Β, καθώς και τα μεγάλα άτομα των μεταχειρίσεων Β και Γ δεν παρουσίασαν ανάπτυξη αντιστάθμισης, αφού βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε σχέση με τη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου).

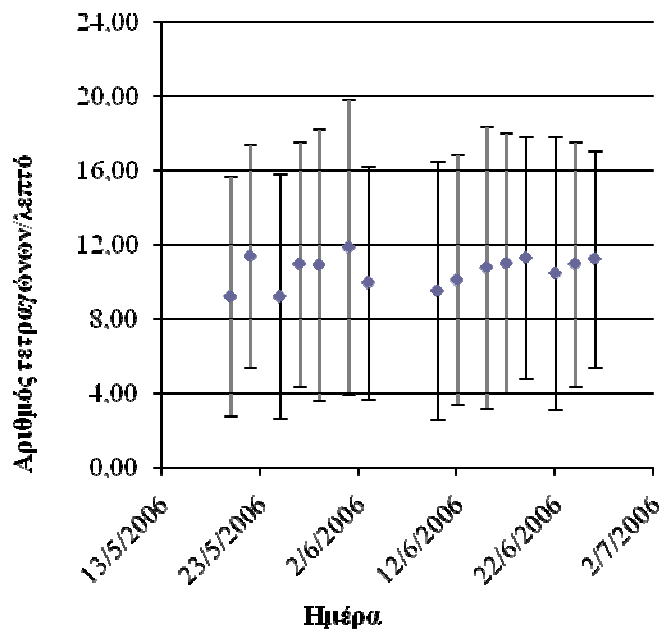


**Σχήμα 16:** Εξέλιξη του βάρους (μέσος όρος) των μικρών ατόμων των μεταχειρίσεων Α και Β κατά τη διάρκεια του πειράματος.

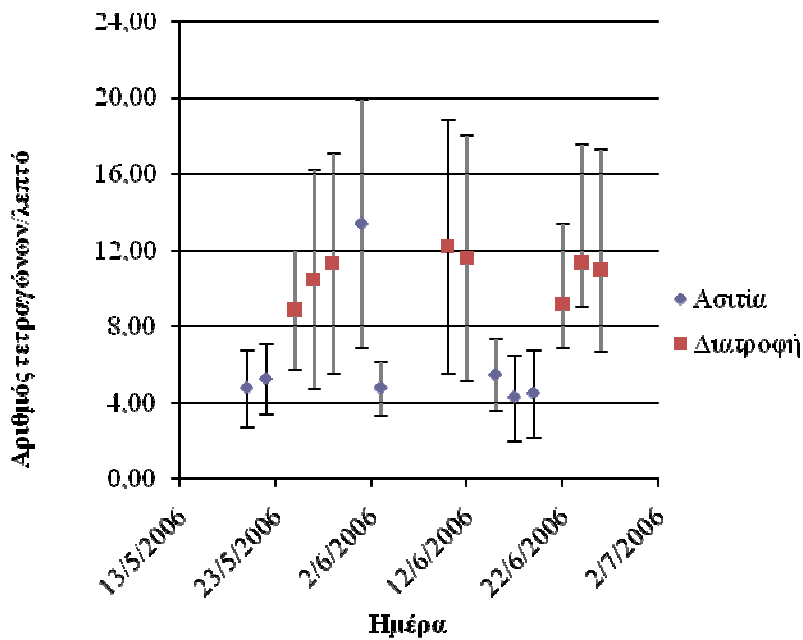
### 3.5. Συμπεριφορά

Κατά την επεξεργασία των δεδομένων της συμπεριφοράς προέκυψαν διάφορα αποτελέσματα όσον αφορά τη δραστηριότητα των ψαριών. Για την καλύτερη παρουσίασή τους, αυτά κατηγοριοποιήθηκαν σε δυο ομάδες (ταχύτητα κολύμβησης και αλλαγή φοράς πλεύσης)

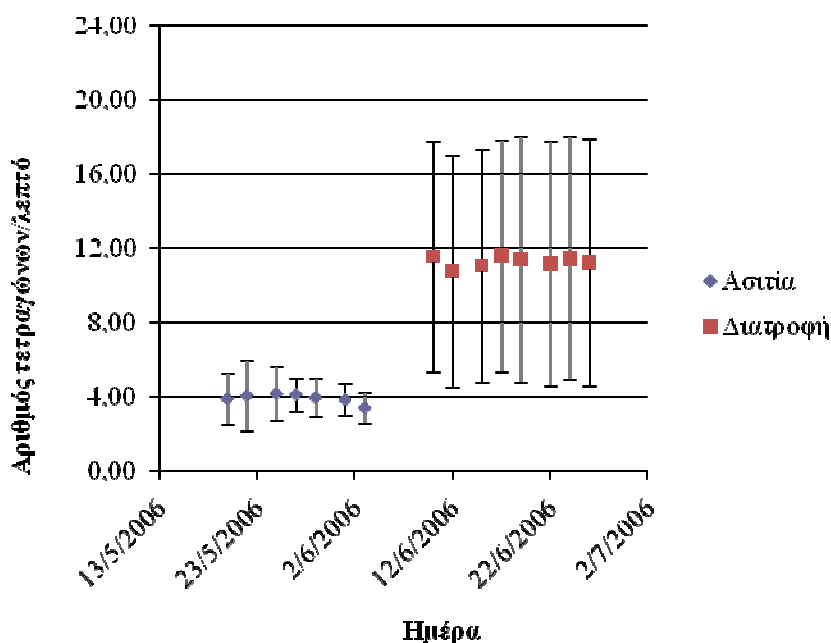
Εφόσον δε διαπιστώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων, όσον αφορά την ταχύτητα κολύμβησης των ψαριών, τα δεδομένα ομαδοποιήθηκαν. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εναλλαγή ασιτίας-διατροφής επηρεάζει την ταχύτητα των ψαριών, αφού αυτή ήταν χαμηλότερη τις ημέρες της ασιτίας. Στα Σχήματα 17, 18 και 19 φαίνεται η διακύμανση της ταχύτητας σε κάθε μεταχείριση στη διάρκεια του πειράματος.



**Σχήμα 17:** Διακύμανση της ταχύτητας (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση A (ομάδα ελέγχου) για κάθε ημέρα παρατήρησης.

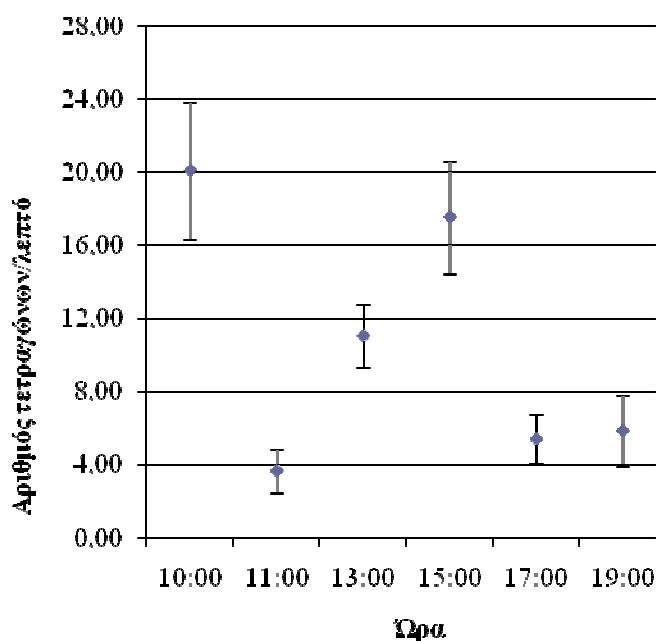


**Σχήμα 18:** Διακύμανση της ταχύτητας (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση B για κάθε ημέρα παρατήρησης.

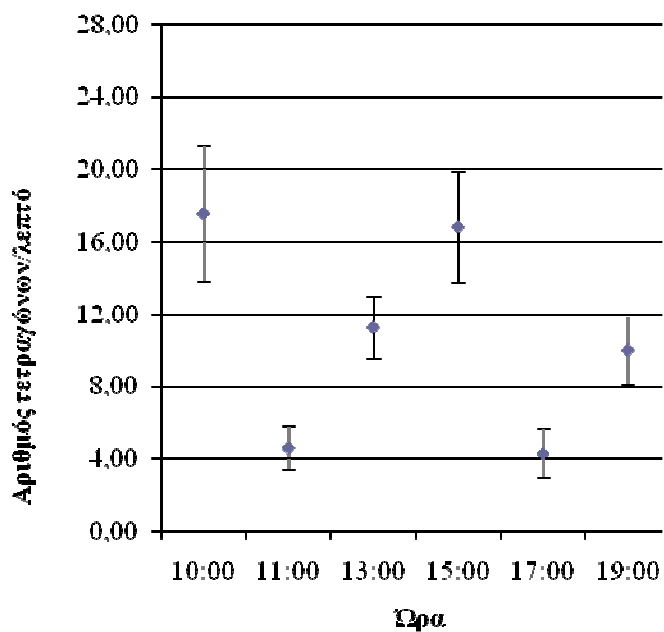


**Σχήμα 19:** Διακύμανση της ταχύτητας (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Γ για κάθε ημέρα παρατήρησης.

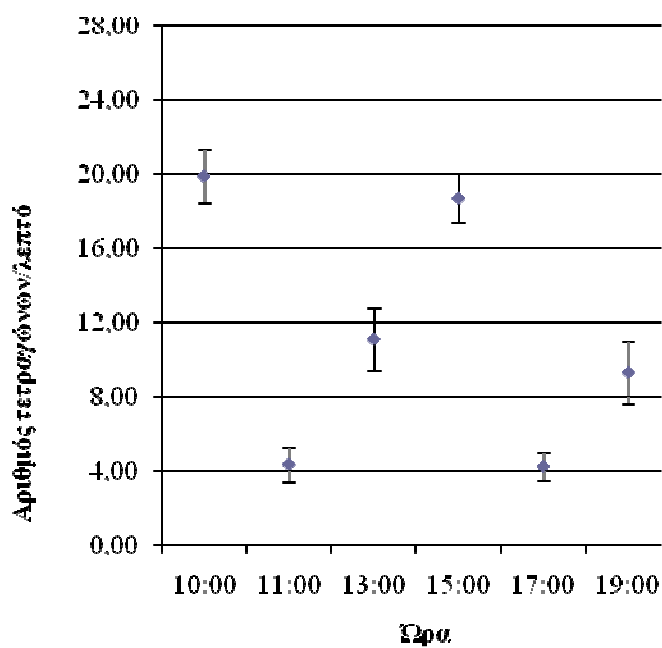
Επίσης, φάνηκε ότι και η ώρα διατροφής επηρεάζει την ταχύτητα των ψαριών, καθώς παρατηρήθηκαν αλλαγές στη ταχύτητα κολύμβησης των ψαριών κατά τη διάρκεια των ημερών χορήγησης τροφής (Σχ. 20, 21 και 22), ενώ τις ημέρες ασιτίας η ταχύτητα κολύμβησης μειωνόταν με το πέρασμα της ώρας (Σχ. 23 και 24).



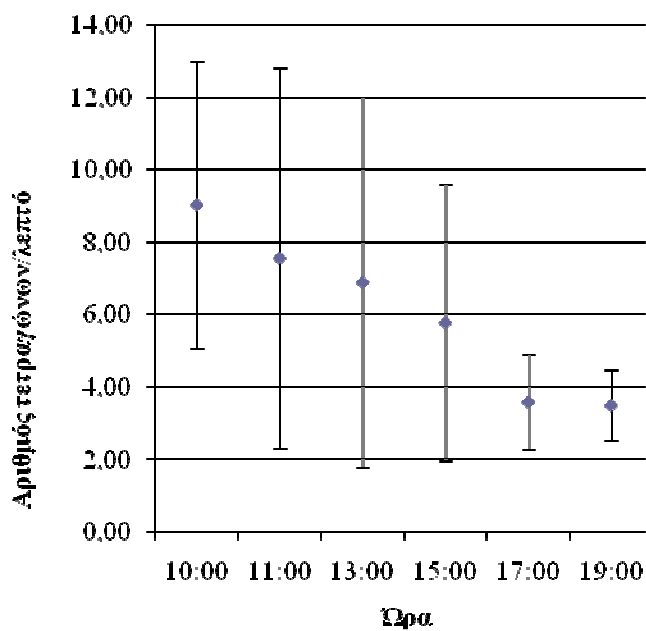
**Σχήμα 20:** Διακύμανση της ταχύτητας (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση A (ομάδα ελέγχου) κατά τη διάρκεια των ημερών χορήγησης τροφής.



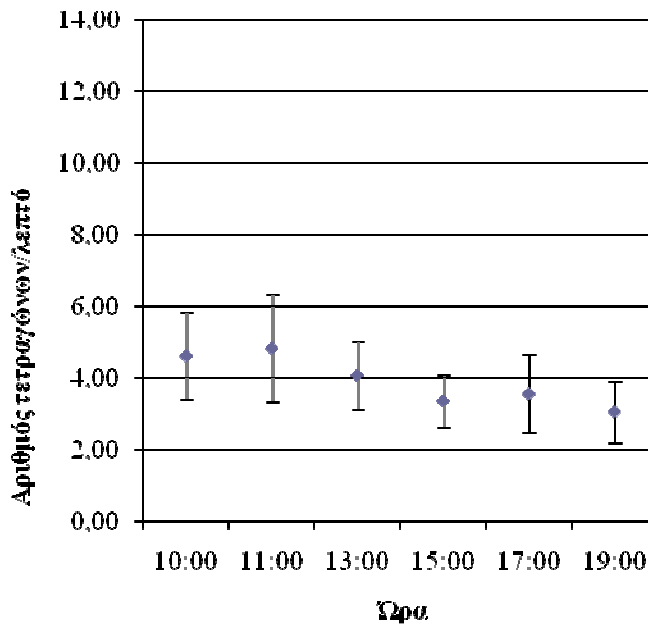
**Σχήμα 21:** Διακύμανση της ταχύτητας (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση B κατά τη διάρκεια των ημερών χορήγησης τροφής.



**Σχήμα 22:** Διακύμανση της ταχύτητας (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Γ κατά τη διάρκεια των ημερών χορήγησης τροφής.



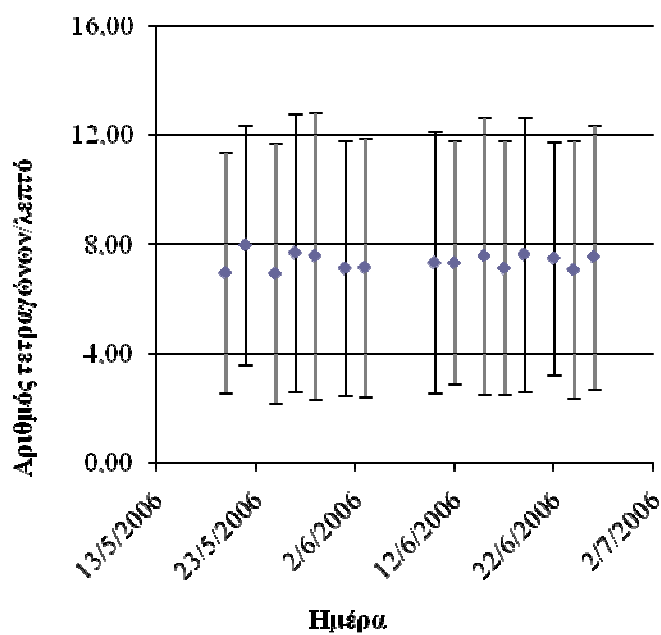
**Σχήμα 23:** Διακύμανση της ταχύτητας (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Β κατά τη διάρκεια των ημερών ασιτίας.



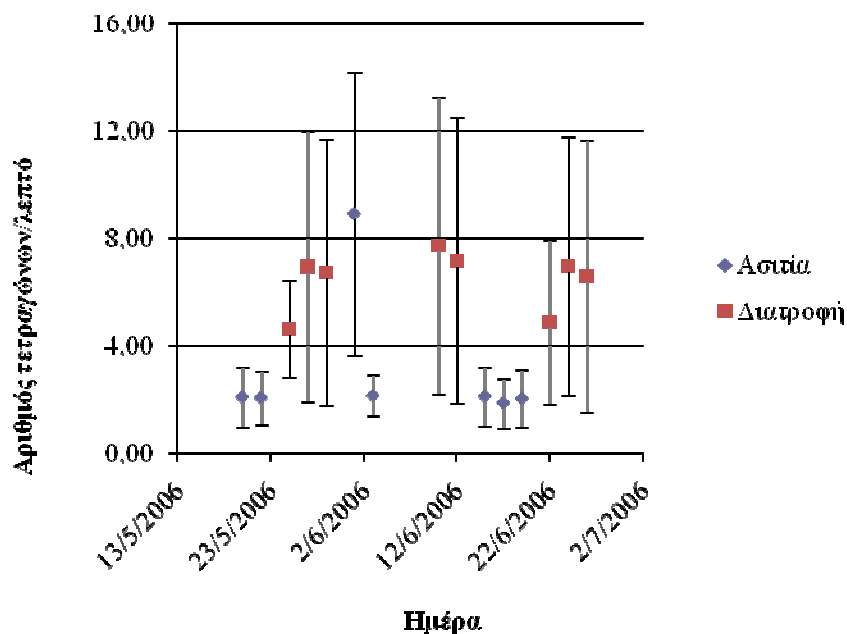
**Σχήμα 24:** Διακύμανση της ταχύτητας (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Γ κατά τη διάρκεια των ημερών ασιτίας.

Εφόσον δε διαπιστώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων, όσον αφορά την αλλαγή φοράς πλεύσης των ψαριών, τα δεδομένα ομαδοποιήθηκαν. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εναλλαγή ασιτίας-διατροφής επηρεάζει την αλλαγή φοράς πλεύσης των ψαριών, αφού αυτή κυμάνθηκε σε χαμηλότερα επίπεδα τις ημέρες ασιτίας. Επίσης, φάνηκε ότι και η ώρα διατροφής επηρεάζει την αλλαγή φοράς πλεύσης των ψαριών, καθώς παρατηρήθηκαν μεταβολές στην αλλαγή φοράς πλεύσης στη διάρκεια των ημερών διατροφής, ενώ τις ημέρες ασιτίας η αλλαγή φοράς πλεύσης μειωνόταν με το πέρασμα της ώρας. Τα διαγράμματα για την αλλαγή φοράς πλεύσης φαίνονται στα Σχήματα 25-32.

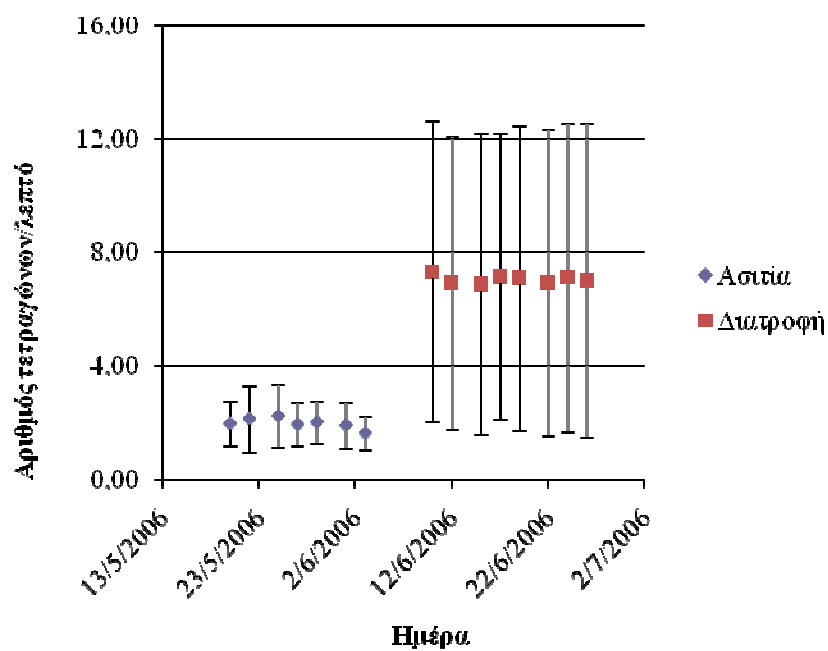




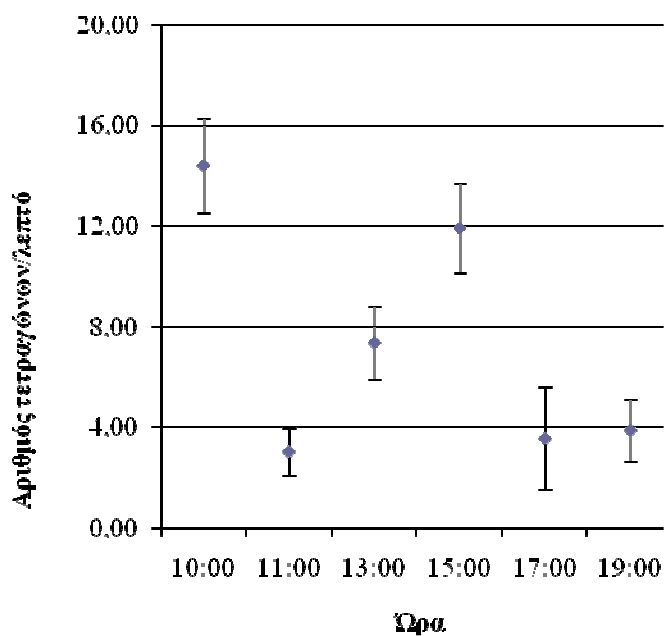
**Σχήμα 25:** Διακύμανση της αλλαγής φοράς πλεύσης (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου) για κάθε ημέρα παρατήρησης.



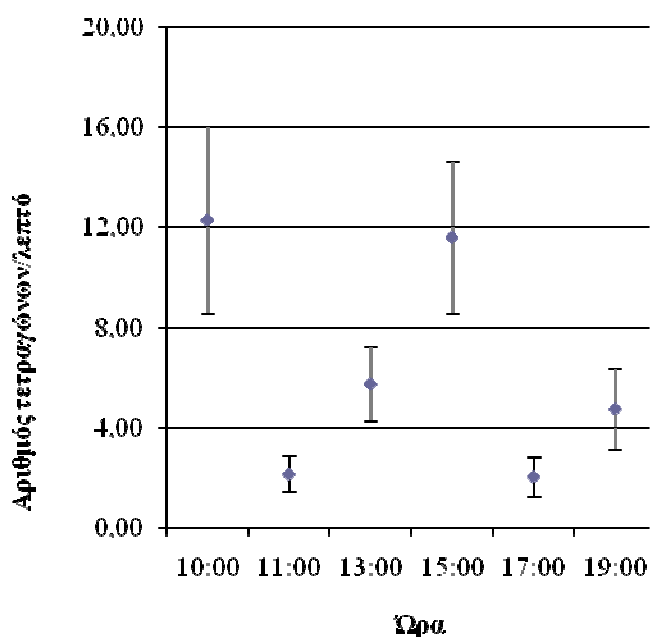
**Σχήμα 26:** Διακύμανση της αλλαγής φοράς πλεύσης (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Β για κάθε ημέρα παρατήρησης.



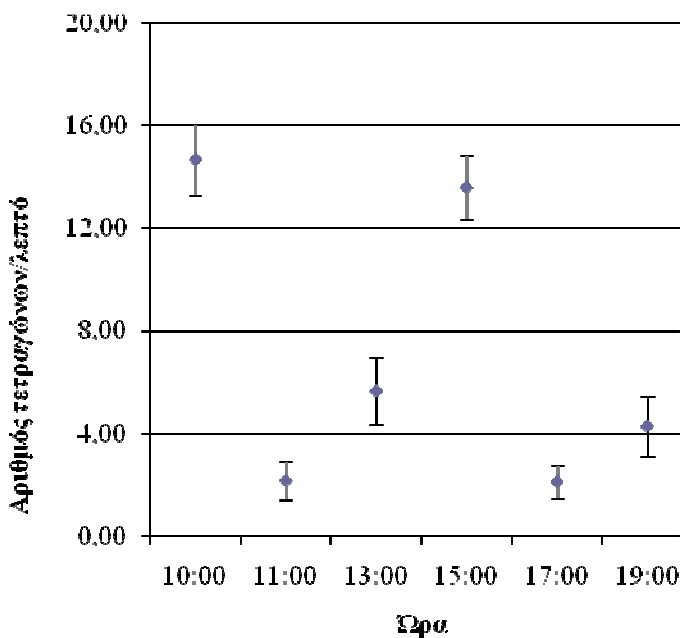
**Σχήμα 27:** Διακύμανση της αλλαγής φοράς πλευσης (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Γ για κάθε ημέρα παρατήρησης.



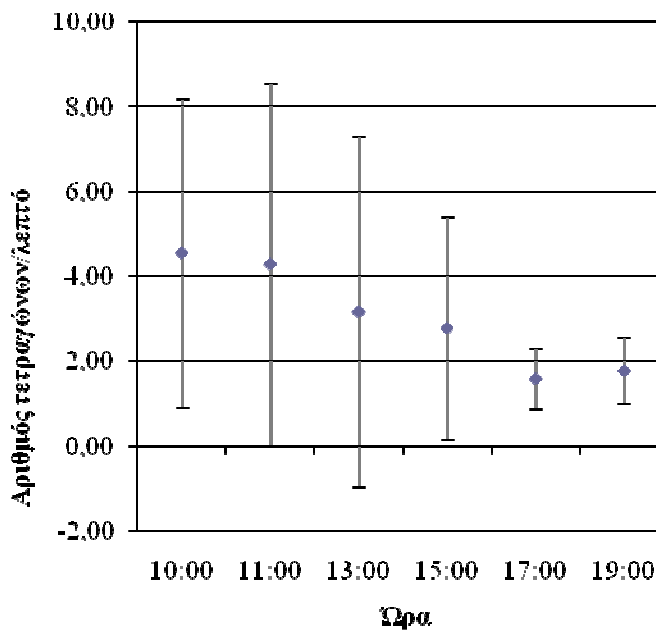
**Σχήμα 28:** Διακύμανση της αλλαγής φοράς πλευσης (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου) κατά τη διάρκεια των ημερών χορήγησης τροφής.



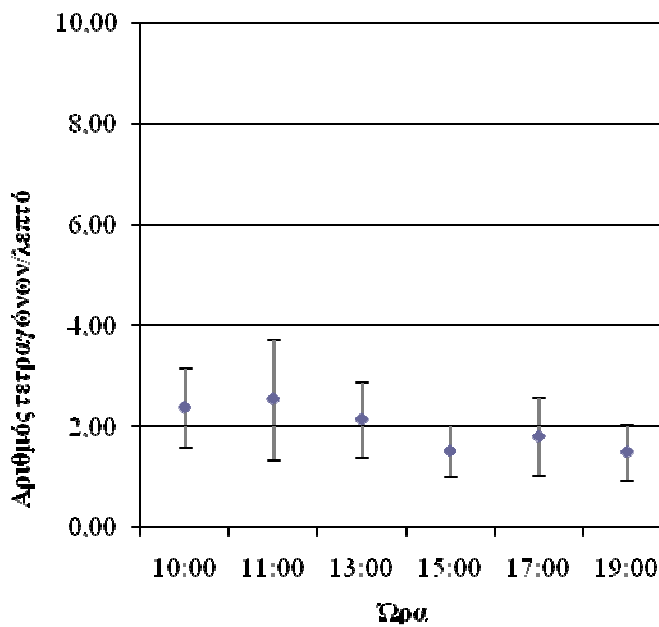
**Σχήμα 29:** Διακύμανση της αλλαγής φοράς πλεύσης (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Β κατά τη διάρκεια των ημερών χορήγησης τροφής.



**Σχήμα 30:** Διακύμανση της αλλαγής φοράς πλεύσης (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Γ κατά τη διάρκεια των ημερών χορήγησης τροφής.



**Σχήμα 31:** Διακύμανση της αλλαγής φοράς πλεύσης (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Β κατά τη διάρκεια των ημερών ασιτίας.



**Σχήμα 32:** Διακύμανση της αλλαγής φοράς πλεύσης (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) στη μεταχείριση Γ κατά τη διάρκεια των ημερών ασιτίας.

## 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 4.1. Ανάπτυξη

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας φάνηκε ότι υπάρχει επίδραση της εναλλασσόμενης διατροφής σε συνάρτηση με το χρόνο στην ανάπτυξη του χρυσόψαρου. Πιο συγκεκριμένα, το βάρος των ψαριών έδειξε να διαφοροποιείται κατά τη διάρκεια του πειράματος σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Πριν τη διαλογή των ψαριών σε μικρά και μεγάλα άτομα φάνηκε ότι υπάρχει ανάπτυξη μερικής αντιστάθμισης στη μεταχείριση Γ αφού δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε σχέση με τη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου). Από την άλλη, η μεταχείριση Β δεν παρουσίασε ανάπτυξη αντιστάθμισης αφού οι διαφορές της με τη μεταχείριση Α (ομάδα ελέγχου) ήταν στατιστικώς σημαντικές.

Μετά τη διαλογή σε μικρά και μεγάλα ψάρια για το λόγο ότι παρουσιάστηκε μεγάλη παραλλακτικότητα μέσα στις μεταχειρίσεις, φάνηκε ότι μόνο τα μικρά ψάρια της μεταχείρισης Γ δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με τα αντίστοιχα της μεταχείρισης Α (ομάδα ελέγχου) και παρουσίασαν ανάπτυξη πλήρους αντιστάθμισης αφού ανέκτησαν πλήρως το βάρος τους. Αντίθετα, τα μεγάλα άτομα της μεταχείρισης Γ, καθώς και τα μικρά και τα μεγάλα άτομα της μεταχείρισης Β παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε σχέση με τα αντίστοιχα της μεταχείρισης Α (ομάδα ελέγχου) και δε φάνηκε να ανταποκρίνονται στο φαινόμενο της ανάπτυξης αντιστάθμισης.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το μέγεθος των ψαριών σε συνδυασμό με το διάστημα ασιτίας και επαναδιατροφής ελέγχει το φαινόμενο της ανάπτυξης αντιστάθμισης.

Επειδή το φαινόμενο της αντιστάθμισης είναι ένα επιθυμητό χαρακτηριστικό της παραγωγικής διαδικασίας, λόγω του ότι αποφέρει οικονομικά οφέλη, πλήθος δημοσιεύσεων αναφέρονται στην επίδραση της εναλλασσόμενης διατροφής στην ανάπτυξη ειδών από διάφορες οικογένειες τελεόστεων συμπεριλαμβανομένων των *Salmonidae* (Miglav & Jobling, 1989; Quinton & Blake, 1990; Nicieza & Metcalfe, 1997; Maclean & Metcalfe, 2001; Nikki *et al.*, 2004), *Cyprinidae* (Russell & Wootton, 1992; Wieser *et al.*, 1992), *Ictaluridae* (Kim & Lovell, 1995; Gaylord & Gatlin, 2000), *Cichlidae* (Wang *et al.*, 2000), *Sparidae* (Eroldogan *et al.*, 2006), *Pleuronectidae* (Paul *et al.*, 1995; Saether & Jobling, 1999), *Gasterosteidae* (Zhu *et al.*, 2001), *Percidae* (Hayward & Wang, 2001), *Bagridae* (Wu *et al.*, 2002) και *Moronidae* (Turano *et al.*, 2008).

Στα πλαίσια της εργασίας των Qian *et al.* (2000), μελετήθηκε το *Carassius auratus gibelio* και διαπιστώθηκε ανάπτυξη πλήρους αντιστάθμισης μετά από 8 εβδομάδες ακολουθώντας 1 ή 2 εβδομάδες ασιτίας και μετά επαναδιατροφή μέχρι κορεσμού. Η ανάπτυξη αντιστάθμισης επιτεύχθηκε μέσω υπερφαγίας και βελτίωσης της ικανότητας ανάπτυξης και τα ψάρια δε μείωσαν τη δραστηριότητά τους. Οι Xie *et al.* (2001), καθώς και οι Ali *et al.* (2001) μελέτησαν επίσης το *Carassius auratus gibelio* για διάστημα 8 εβδομάδων, ακολουθώντας 1 ή 2 εβδομάδες ασιτίας και μετά επαναδιατροφή μέχρι κορεσμού. Και εδώ επιτεύχθηκε ανάπτυξη πλήρους αντιστάθμισης μέσω του επαναπροσδιορισμού της όρεξης των ψαριών.

Οι Wu *et al.* (2002), καθώς και οι Zhu *et al.* (2004) μελέτησαν το *Carassius auratus gibelio* ακολουθώντας κυκλικές εναλλαγές 1 εβδομάδας ασιτίας με 2 εβδομάδες επαναδιατροφή. Και στις δυο περιπτώσεις τα ψάρια ανταποκρίθηκαν μερικώς στο φαινόμενο της ανάπτυξης αντιστάθμισης μέσω του φαινομένου της υπερφαγίας. Οι Cui *et al.* (2006) μελέτησαν επίσης το *Carassius auratus gibelio* 1, 2, 3 και 4 εβδομάδες ασιτίας και μετά επαναδιατροφή μέχρι κορεσμού. Τα ψάρια της 3 και της 4 μεταχείρισης ανταποκρίθηκαν στο φαινόμενο της αντιστάθμισης αυξάνοντας την πρόσληψη τροφής κατά την επαναδιατροφή.

Στα πλαίσια της εργασίας των Ali *et al.* (2001) εξετάστηκε η ανάπτυξη αντιστάθμισης του *Phoxinus phoxinus* σε πείραμα διάρκειας 8 εβδομάδων. Τα ψάρια υποβλήθηκαν σε 1 και 2 εβδομάδες ασιτίας και μετά ταΐστηκαν μέχρι κορεσμού. Και στις δυο μεταχειρίσεις παρουσιάστηκε ανάπτυξη μερικής αντιστάθμισης μέσω του φαινομένου της υπερφαγίας.

Οι Fu *et al.* (2007) μελέτησαν την πιθανότητα ανάπτυξης αντιστάθμισης στον κοινό κυπρίνο (*Cyprinus carpio*). Το πείραμα είχε διάρκεια 9 εβδομάδων και ακολουθήθηκαν δυο πρωτόκολλα 1 και 2 εβδομάδων ασιτίας και μετά επαναδιατροφή μέχρι κορεσμού. Τα ψάρια παρουσίασαν ανάπτυξη μερικής αντιστάθμισης αφού δε μπόρεσαν να αναπληρώσουν το βάρος τους, αλλά αύξησαν τον ρυθμό ανάπτυξής τους. Επίσης παρουσιάστηκε αύξηση στην πρόσληψη τροφής.

Στα πλαίσια της έρευνας των Blake & Chan (2006) μελετήθηκε η πιθανότητα ανάπτυξης αντιστάθμισης για την ιριδιζουσα πέστροφα (*Oncorhynchus mykiss*) εφαρμόζοντας κυκλικές εναλλαγές ασιτίας και επαναδιατροφής διάρκειας 3 εβδομάδων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρχε ανταπόκριση στο φαινόμενο της

ανάπτυξης αντιστάθμισης. Επίσης φάνηκε ότι κατά τη διάρκεια της ασιτίας τα ψάρια ανέπτυσαν μικρότερη ταχύτητα κολύμβησης.

Οι Erol Dogan *et al.* (2006), εξέτασαν την πιθανότητα ανάπτυξης αντιστάθμισης στην τσιπούρα (*Sparus aurata*) ακολουθώντας 3 πρωτόκολλα μειωμένης διατροφής και ένα πρωτόκολλο ασιτίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε καμία μεταχείριση δεν υπήρχε ανάπτυξη πλήρους αντιστάθμισης αλλά παρουσίασαν μερικώς αυξανόμενη ανάπτυξη. Οι Oh *et al.* (2007) εξέτασαν την ανάπτυξη αντιστάθμισης στο είδος *Pagrus major* για διάστημα 9 εβδομάδων. Ακλούθησαν 3 πρωτόκολλα με 1, 2 και 3 εβδομάδες ασιτίας και στη συνέχεια επαναδιατροφή μέχρι κορεσμού. Και στις τρεις μεταχειρίσεις τα ψάρια παρουσίασαν ανάπτυξη πλήρους αντιστάθμισης βελτιώνοντας τον ρυθμό ανάπτυξης τους.

Στα πλαίσια της εργασίας των Wang *et al.* (2005) εξετάστηκε η ανάπτυξη αντιστάθμισης στο υβρίδιο της τιλάπιας (*Oreochromis mossambicus* X *O. niloticus*). Το πείραμα είχε διάρκεια 8 εβδομάδων και τα ψάρια υποβλήθηκαν σε ασιτία για 1, 2 και 4 εβδομάδες και στη συνέχεια ταΐστηκαν μέχρι κορεσμού. Και στις τρεις μεταχειρίσεις τα ψάρια παρουσίασαν ανάπτυξη μερικής αντιστάθμισης αυξάνοντας την πρόσληψη της τροφής.

Οι Ali *et al.* (2001) και οι Zhu *et al.* (2003) μελέτησαν την ανάπτυξη αντιστάθμισης στο *Gasterosteus aculeatus* σε πειράματα 8 και 9 εβδομάδων αντίστοιχα. Και στις δυο εργασίες τα ψάρια υποβλήθηκαν σε ασιτία για 1 και 2 εβδομάδες και στη συνέχεια ταΐστηκαν μέχρι κορεσμού. Στην πρώτη εργασία τα ψάρια ανέπτυξαν ανάπτυξη πλήρους αντιστάθμισης μετά τη 1 εβδομάδα ασιτίας και μερική αντιστάθμιση μετά τις 2 εβδομάδες ασιτίας. Στη δεύτερη εργασία τα ψάρια παρουσίασαν ανάπτυξη



πλήρους αντιστάθμισης και στις δυο μεταχειρίσεις. Και στις δυο εργασίες το φαινόμενο της ανάπτυξης αντιστάθμισης οφειλόταν στην υπερφαγία και στη βελτίωση του ρυθμού ανάπτυξης.

Στα πλαίσια της εργασίας των Tian & Qin (2003) εξετάστηκε η ανάπτυξη αντιστάθμισης στο είδος *Lates calcarifer*. Το πείραμα είχε διάρκεια 8 εβδομάδων και τα ψάρια υποβλήθηκαν σε ασιτία για 1, 2 και 3 εβδομάδες και στη συνέχεια διατροφή μέχρι κορεσμού. Τα ψάρια της πρώτης μεταχείρισης παρουσίασαν ανάπτυξη πλήρους αντιστάθμισης, ενώ τα ψάρια των άλλων μεταχειρίσεων παρουσίασαν μερική αντιστάθμιση μέσω της εμφάνισης υπερφαγίας.

#### **4.2. Συμπεριφορά**

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε επίσης η επίδραση της εναλλασσόμενης διατροφής στη συμπεριφορά του χρυσόψαρου. Πιο συγκεκριμένα εξετάστηκε η ταχύτητα κολύμβησης και η αλλαγή φοράς πλεύσης των ψαριών ως στοιχεία της αναζήτησης τροφής.

Από τα αποτελέσματα φάνηκε τελικά ότι υπάρχει επίδραση της εναλλασσόμενης διατροφής στην αναζήτηση αφού παρουσιάστηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Πιο συγκεκριμένα, η αναζήτηση φάνηκε να μειώνεται τις ημέρες της ασιτίας, ενώ τις ημέρες διατροφής ήταν σε υψηλά επίπεδα. Επίσης παρατηρήθηκε ότι και η ώρα ταΐσματος επηρεάζει την αναζήτηση των ψαριών καθώς φάνηκε ότι η αναζήτηση ήταν σε υψηλά επίπεδα πριν την συνήθη ώρα σίτισης, ενώ μετά από αυτή την ώρα η αναζήτηση μειωνόταν.

Η αναζήτηση της τροφής των ψαριών είναι σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξή τους. Μείωση της αναζήτησης και συνεπώς μείωση της δραστηριότητας των ψαριών σε μια περίοδο ασιτίας σημαίνει εξοικονόμηση ενέργειας, η οποία με τη σειρά της μπορεί να οδηγήσει σε ανάπτυξη αντιστάθμισης κατά την περίοδο επαναδιατροφής.

Σύμφωνα με την εργασία των Wieser *et al.* (1992) σε κυπρινοειδή, παρατηρήθηκαν τέσσερις φάσεις αντίδρασης των ψαριών κατά την υποβολή τους σε πρόγραμμα ασιτίας-επαναδιατροφής. Στην πρώτη φάση, τα ψάρια εμφανίζουν στρες με τη διακοπή της χορήγησης τροφής και παρατηρείται μια υπερκινητικότητα. Στην συνέχεια προσαρμόζονται στην ασιτία και μειώνουν τη δραστηριότητα κάποιων κολυμβητικών μυών. Στην τρίτη φάση, με τη συνέχεια της ασιτίας μειώνεται η δραστηριότητα όλου του σώματος. Τέλος, στην τέταρτη φάση τα ψάρια αυξάνουν πάλι τη δραστηριότητα τους με την επαναδιατροφή.

Συμπερασματικά λοιπόν, μπορεί να θεωρηθεί ότι η εναλλασσόμενη διατροφή με την προϋπόθεση του σωστού σχεδιασμού ευνοεί την ανάπτυξη των χρυσόψαρων καθώς και οι μετρήσεις του μήκους και του βάρους και τα δεδομένα από τη μελέτη της συμπεριφοράς οδηγούν σε αυτό το συμπέρασμα. Βέβαια το θέμα χρήζει περαιτέρω μελέτης καθώς πολλές πτυχές παραμένουν ανεξερεύνητες ενώ παράλληλα παρουσιάζουν και ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

## 5. Βιβλιογραφία

### 5.1. Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Ali, M. & Wootton, R.J. (1999) Coping with resource variation: effect of constant and variable intervals between feeding on reproductive performance at first spawning of female three-spined sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus*. *Journal of Fish Biology* **55**, 211 – 220.

Ali, M. & Wootton, R.J. (2001) Capacity for growth compensation in juvenile three-spined sticklebacks experiencing cycles of food deprivation. *Journal of Fish Biology* **58**, 1531 – 1544.

Ali, M., Nicieza, A. and Wootton, R.J. (2003) Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries* **4**, 147-190.

Björnsson, B., Sigurthorsson, G., Hemre, G.I. and Lie, O. (1992) Growth rate and feed conversion on young halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) fed six different diets. *Fiskeridirektorates Skrifter Ernaering* **5**, 25-35.

Blake, R.W. & Chan K.H.S. (2006) Cyclic feeding and subsequent compensatory growth do not significantly impact standard metabolic rate or critical swimming speed in rainbow trout. *Journal of Fish Biology* **69**, 818 – 827.

Blake, R.W., Inglis, S.D. and Chan, K.H.S. (2006) Growth, carcass composition and plasma growth hormone levels in cyclically fed rainbow trout. *Journal of Fish Biology* **69**, 807 – 817.

- Bull, C.D. & Metcalfe, N.B. (1997) Regulation of hyperphagia in response to varying energy deficits in over-wintering juvenile Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology* **50**, 498 – 510.
- Calow, P. (1976) *Biological Machines*. London: Edward Arnold.
- Cavalli, L., Chappaz, R., Bouchard, P. and Brun, G. (1997) Food availability and growth of the brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), in a French Alpine lake. *Fish. Manage. Ecol.* **4**, 167 – 177.
- Chappaz, R., Olivart, G. and Brum, G. (1996) Food availability and growth rate in natural populations of the brown trout (*Salmo trutta*) in Corsican streams. *Hydrobiology* **331**, 63 – 69.
- Cui, Z & Wang, Y. (2007) Temporal changes in body mass, body composition and metabolism of gibel carp *Carassius auratus gibelio* during food deprivation. *J. Appl. Ichthyol.* **23**, 215 – 220.
- Cui, Z.H., Wang, Y. and Qin, J.G. (2006) Compensatory growth of group-held gibel carp, *Carassius auratus gibelio* (Bloch), following feed deprivation. *Aquaculture Research* **37**, 313 – 318.
- Eroldoganv, O.T., Kumlu, M., Kiris, G.A. and Sezer, B., (2006) Compensatory growth response of *Sparus aurata* following different starvation and refeeding protocols. *Aquaculture Nutrition* **12**, 203 – 210.
- Fu, C., Li, D., Hu, W., Wang, Y. and Zhu, Z. (2007) Fast-growing transgenic common carp mounting compensatory growth. *Journal of Fish Biology* **71** (Supplement B), 174 – 185.

- Gaylord, T.G. & Gatlin III, D.M. (2000) Assessment of compensatory growth in channel catfish (*Ictalurus punctatus* R.) and associated changes in body condition indices. *Journal of the World Aquaculture Society* **31**, 326 – 336.
- Gaylord, T.G. & Gatlin III, D.M. (2001) Dietary protein and energy modifications to maximize compensatory growth of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture* **194**, 337 – 348.
- Hayward, R.S., Noltie, D.B. and Wang, N. (1997) Use of compensatory growth to double hybrid sunfish growth rates. *Transaction of the American Fisheries Society* **126**, 316 – 322.
- Hayward, R.S., Wang, N. and Noltie, D.B. (2000) Group holding impedes compensatory growth of hybrid sunfish. *Aquaculture* **183**, 299 – 305.
- Hayward, R.S. & Wang, N. (2001) Failure to induce over-compensation of growth in maturing yellow perch. *Journal of Fish Biology* **59**, 126 – 140.
- Holmgren, K. (2003) Omitted spawning in compensatory-growing perch. *Journal of Fish Biology* **62**, 918 – 927.
- Hornick, J.L., Van Eenaeme, C., Gerard, O., Dufranse, I. and Istasse, L. (2000) Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domestic Animal Endocrinology* **19**, 121 – 132.
- Hubbell, S.P. (1971) Of sowbugs and systems: the ecological bioenergetics of a terrestrial isopod. In *Systems and Simulation in Ecology* **1** (Patten, B.C., ed.) 269 – 323. London: Academic Press.

- Jobling, M. (1994) *Fish Bioenergetics*. Chapman and Hall, London.
- Jobling, M., Jorgensen, E.H. and Siikavuopio, S.I. (1993) The influence of previous feeding regimes on the compensatory growth response of maturing and immature Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Journal of Fish Biology* **43**, 409 – 419.
- Jobling, M., Koskela, J. and Winberg, S. (1999) Feeding and growth of whitefish fed restricted and abundant rations: influences on growth heterogeneity and brain serotonergic activity. *Journal of Fish Biology* **54**, 437 – 449.
- Jobling, M., Meloy, O.H., Dos Santos, J. and Christiansen, B. (1994) The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history. *Aquaculture International* **2**, 75 – 90.
- Kim, M.K. & Lovell, R.T. (1995) Effect of restricted feeding regimes on compensatory weight gain and body tissue changes in channel catfish *Ictalurus punctatus* in ponds. *Aquaculture* **135**, 285 – 293.
- Lovell, R.T. (1998) *Nutrition and feeding of fish*, 2<sup>nd</sup> edn. Kluwer Academic Publishers, Boston, London, 267.
- Maclean, A. & Metcalfe, N.B. (2001) Social status, access to food and compensatory growth in juvenile Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology* **58**, 1331 – 1346.
- Metcalfe, N.B. & Monaghan, P. (2001) Compensation for a bad start: grow now, pay later. *Trends in Ecology and Evolution* **16**, 255 – 260.

- Miglavs, I. & Jobling, M. (1989) Effects of feeding regimes on food consumption, growth rates and tissue nucleic acids in juvenile Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, with particular respect to compensatory growth. *Journal of Fish Biology* **34**, 947 – 957.
- Nicieza, A.G. & Metcalfe, N.B. (1997) Growth compensation in juvenile Atlantic salmon: responses to depressed temperature and food availability. *Ecology* **78**, 2385 – 2400.
- Nikki, J., Pirhonen, J., Jobling, M. and Karjalainen, J. (2004) Compensatory growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), held individually. *Aquaculture* **235**, 285 – 296.
- Oh, S.Y., Noh, C.H. and Cho, S.H. (2007) Effect of restricted feeding on compensatory growth and body composition of red sea bream, *Pagrus major*. *Journal of the World Aquaculture Society* **38**, 443 – 449.
- Paul, A.J., Paul, J.M. and Smith, R.L. (1995) Compensatory growth in Alaska yellowfin sole, *Pleuronectes asper*, following food deprivation. *Journal of Fish Biology* **46**, 442 – 448.
- Qian, X., Cui, Y., Xiong, B. and Yang, Y. (2000) Compensatory growth, feed utilization and activity in gibel carp, following feed deprivation. *Journal of Fish Biology* **56**, 228 – 232.
- Quinton, J.C. & Blake, R.W. (1990) The effect of feed cycling and ration level on the compensatory growth response in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Fish Biology* **37**, 33 – 41.

- Russell, N.R. & Wootton, R.J. (1992) Appetite and growth compensation in the European minnow, *Phoxinus phoxinus* (Cyprinidae), following short periods of food restriction. *Environmental Biology of Fishes* **34**, 277 – 285.
- Ryan, W.J. (1990) Compensatory growth in cattle and sheep. *Nutritional Abstract Review of Series B* **60**, 653-664.
- Saether, B.S. & Jobling, M. (1999) The effects of ration level of feed intake and growth, and compensatory growth after restricted feeding, in turbot *Scophthalmus maximus* L. *Aquaculture Research* **30**, 647 – 653.
- Sealey, W.M., Davis, J.T. and Gatlin III, D.M. (1998) Restricted feeding regime increase production efficiency in channel catfish. *Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication* **189**, 5.
- Tian, X. & Qin, J.G. (2003) A single phase of food deprivation provoke compensatory growth in barramundi *Lates calcarifer*. *Aquaculture* **224**, 169 – 179.
- Tian, X. & Qin, J.G. (2004) Effects of previous ration restriction on compensatory growth in barramundi *Lates calcarifer*. *Aquaculture* **235**, 273 – 283.
- Turano, M.J., Borski, R.J. and Daniels, H.V. (2008) Effects of cyclic feeding on compensatory growth of hybrid striped bass (*Morone chrysops* X *M. saxatilis*) foodfish and water quality in production ponds. *Aquaculture Research* **39**, 1514 – 1523.
- Van Dijk, P.L.M., Hardewig, I. and Holker, F (2005) Energy reserves during food deprivation and compensatory growth in juvenile roach: the importance of season and temperature. *Journal of Fish Biology* **66**, 167 – 181.



- Wang, Y., Cui, Y., Yang, Y. and Cai, F. (2000) Compensatory growth in hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus* X *O. niloticus* reared in seawater. *Aquaculture* **189**, 101 – 108.
- Wang, Y., Cui, Y., Yang, Y. and Cai, F. (2005) Partial compensatory growth in hybrid tilapia *Oreochromis mossambicus* X *O. niloticus* following food deprivation. *J. Appl. Ichthyol.* **21**, 389 – 393.
- Weatherley, A.H. & Gill, H.S. (1987) *The biology of fish growth*. Academic Press, London. 443.
- Wieser, W., Krumschnabel, G. and Ojwang-Okwor, J.P. (1992) The energetics of starvation and growth after refeeding in juveniles of three cyprinid species. *Environmental Biology of Fishes* **33**, 63 – 71.
- Wilson, P.N. & Osbourn, D.F. (1960) Compensatory growth after undernutrition in mammals and birds. *Biological Review* **35**, 324 – 363.
- Wu, L., Xie, S., Zhu, X., Cui, Y. and Wootton, R.J. (2002) Feeding dynamics in fish experiencing cycles of feed deprivation: a comparison of four species. *Aquaculture Research* **33**, 481 – 489.
- Xie, S., Zhu, X., Cui, Y., Wootton, R.J., Lei, W. and Yang, Y. (2001) Compensatory growth in gibel carp following feed deprivation: temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. *Journal of Fish Biology* **58**, 999 – 1009.

Zhu, X., Cui, Y., Ali, M. and Wootton, R.J. (2001) Comparison of compensatory growth response of juvenile three-spined stickleback and minnow following similar food deprivation protocols. *Journal of Fish Biology* **58**, 1149 – 1165.

Zhu, X., Wu, L., Cui, Y., Yang, Y. and Wootton, R.J. (2003) Compensatory growth response in three-spined stickleback in relation to feed-deprivation protocols. *Journal of Fish Biology* **62**, 195 – 205.

## **5.2. Ηλεκτρονική βιβλιογραφία**

[www.fishbase.gr](http://www.fishbase.gr)

[www.goldfish.gr](http://www.goldfish.gr)

[www.fao.org](http://www.fao.org)

## **5.3. Εικόνες**

<http://www.fishbase.gr/Photos/PicturesSummary.cfm?ID=271&what=species>

[http://www.obis.org.au/cgi-bin/cs\\_map.pl](http://www.obis.org.au/cgi-bin/cs_map.pl)

<http://www.goldfish.gr>

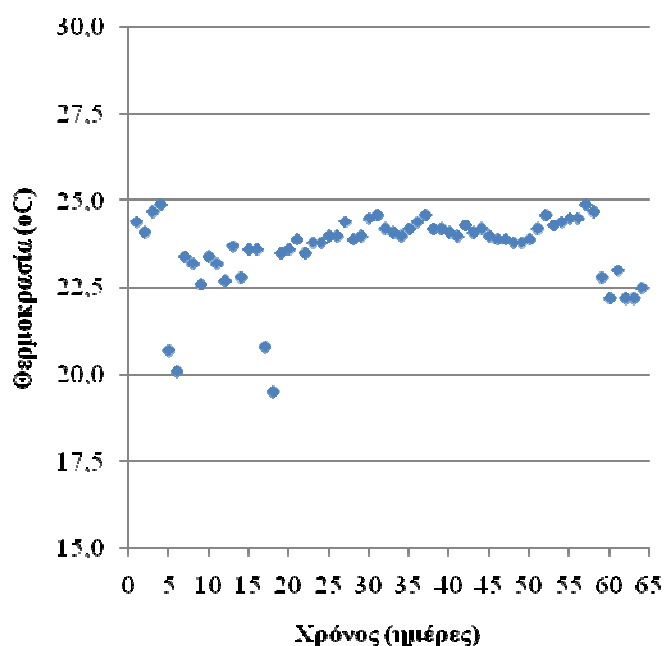
Προσωπικό αρχείο

## 6. Abstract

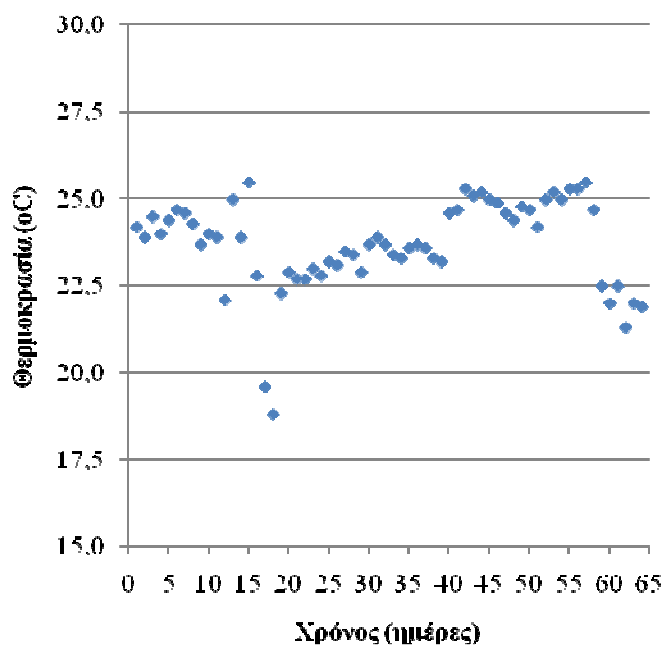
A 9-week study conducted in 80 liter aquariums capacity to examine the effect of cyclic feeding regimes to the growth of Goldfish (*Carassius auratus*). A total of 108 fish with average weight of  $6,054 \pm 2,386$  g were placed in 6 aquariums (18 fish per aquarium) and fed according to one of the maintenance protocols. Maintenance treatment A (control group) where the fish were fed daily with 1.5% of its mass twice a day. Treatment B where the fish have been subject to cyclic feeding diet 1 week starvation-1 week re-feeding. Treatment C where fish treated in cyclic feeding diet 3 weeks starvation-3 weeks re-feeding. Effect of cyclic feeding observed in all treatments, but the response of partial compensation occurred only in treatment C compared with the control group. After sorting the fish to small and large individuals, full compensatory growth was observed in small fish of treatment C compared with small ones of control group. Finally, effects of cyclic feeding observed in behavior of fish, as during starvation reduction in fish activity in treatment B and C presented.

**Keywords:** cyclic feeding, goldfish, compensatory growth, behaviour.

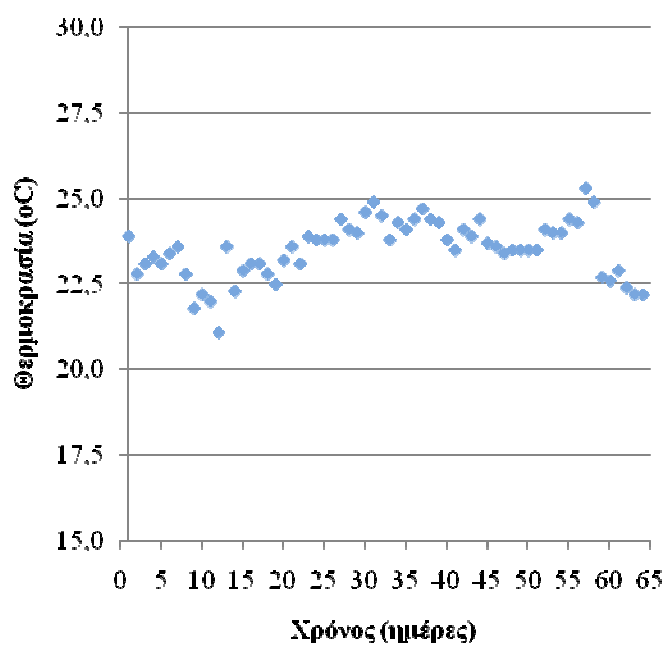
## 7. Παράρτημα



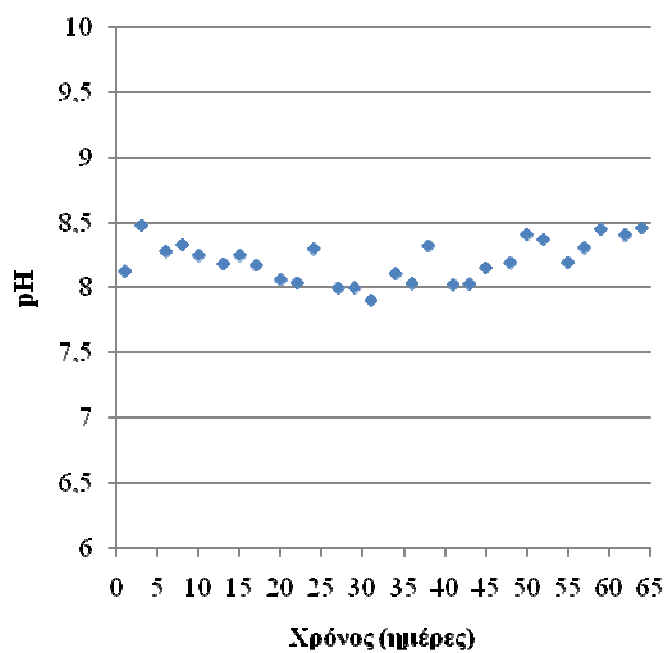
**Σχήμα 33:** Διακύμανση της θερμοκρασίας (°C) στο ενυδρείο Α κατά τη διάρκεια του πειράματος.



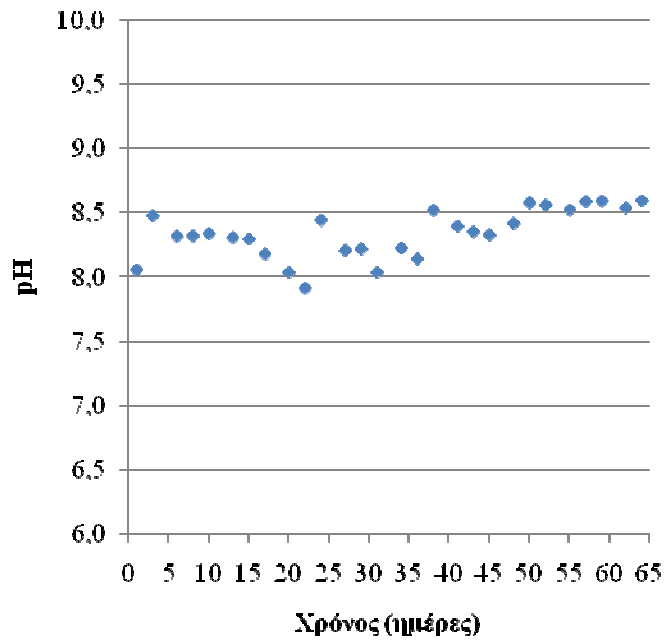
**Σχήμα 34:** Διακύμανση της θερμοκρασίας (°C) στο ενυδρείο Β κατά τη διάρκεια του πειράματος.



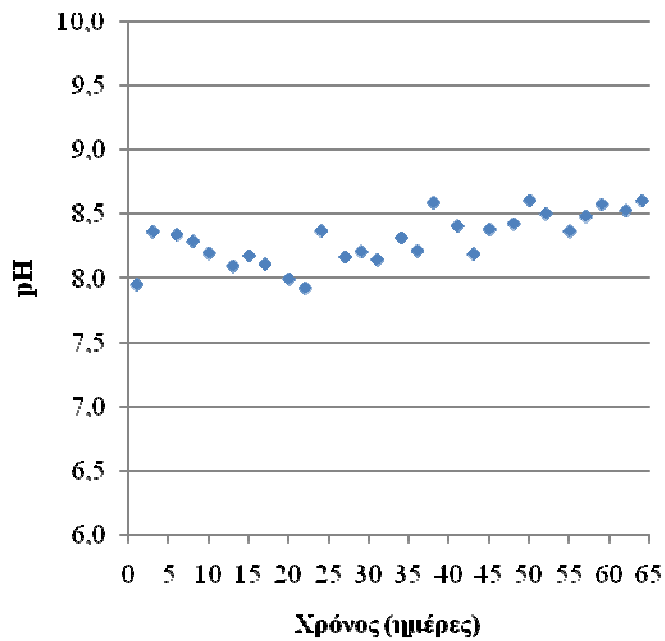
**Σχήμα 35:** Διακύμανση της θερμοκρασίας (°C) στο ενυδρείο Γ κατά τη διάρκεια του πειράματος.



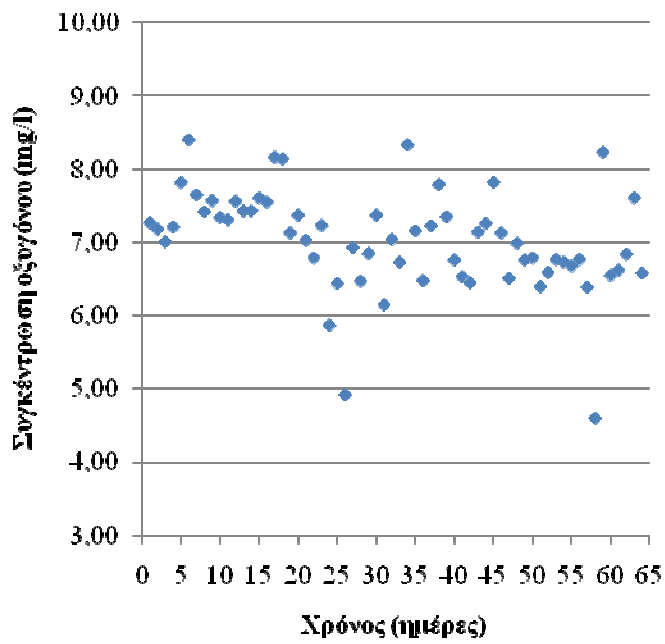
**Σχήμα 36:** Διακύμανση του pH στο ενυδρείο Α κατά τη διάρκεια του πειράματος.



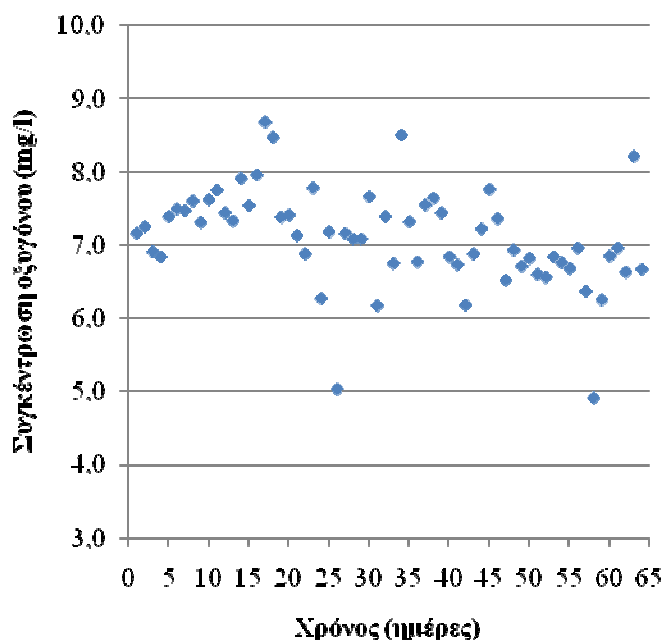
Σχήμα 37: Διακύμανση του pH στο ενυδρείο Β κατά τη διάρκεια του πειράματος.



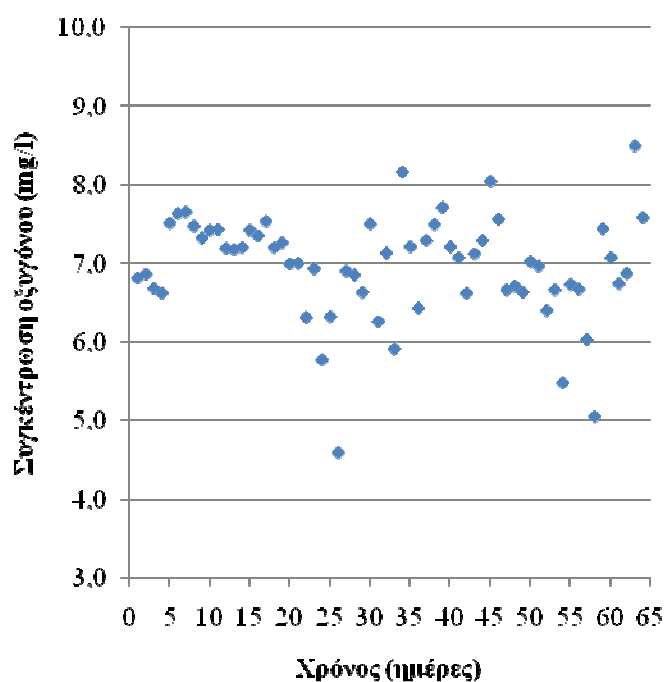
Σχήμα 38: Διακύμανση του pH στο ενυδρείο Γ κατά τη διάρκεια του πειράματος.



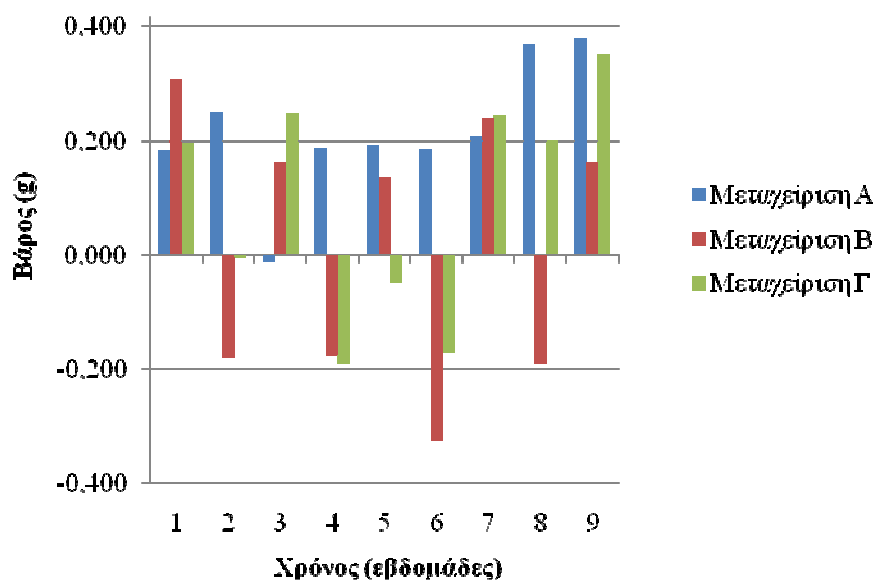
**Σχήμα 39:** Διακύμανση της συγκέντρωσης οξυγόνου στο ενυδρείο Α κατά τη διάρκεια του πειράματος.



**Σχήμα 40:** Διακύμανση της συγκέντρωσης οξυγόνου στο ενυδρείο Β κατά τη διάρκεια του πειράματος.

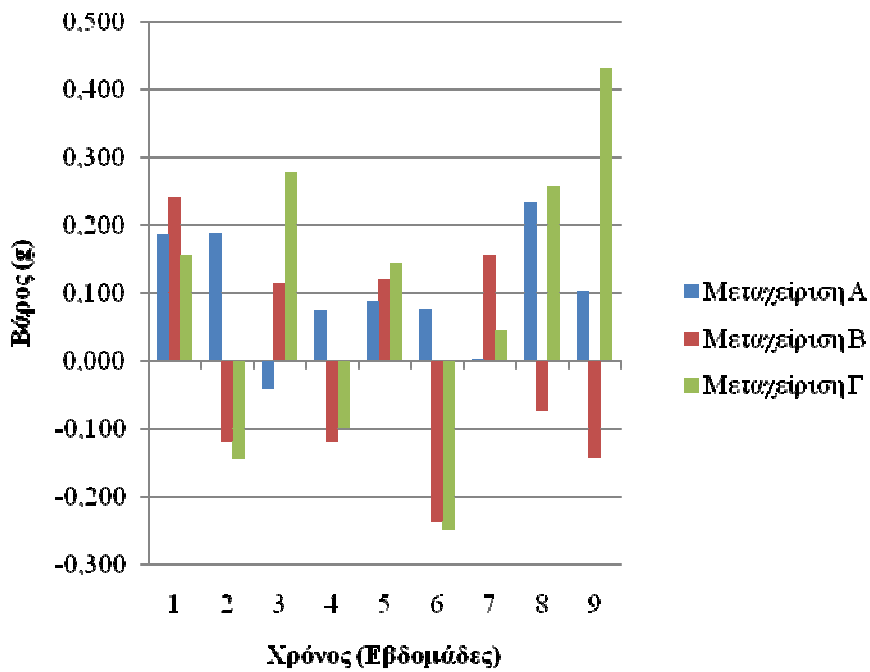


**Σχήμα 41:** Διακύμανση της συγκέντρωσης οξυγόνου στο ενυδρείο Γ κατά τη διάρκεια του πειράματος.

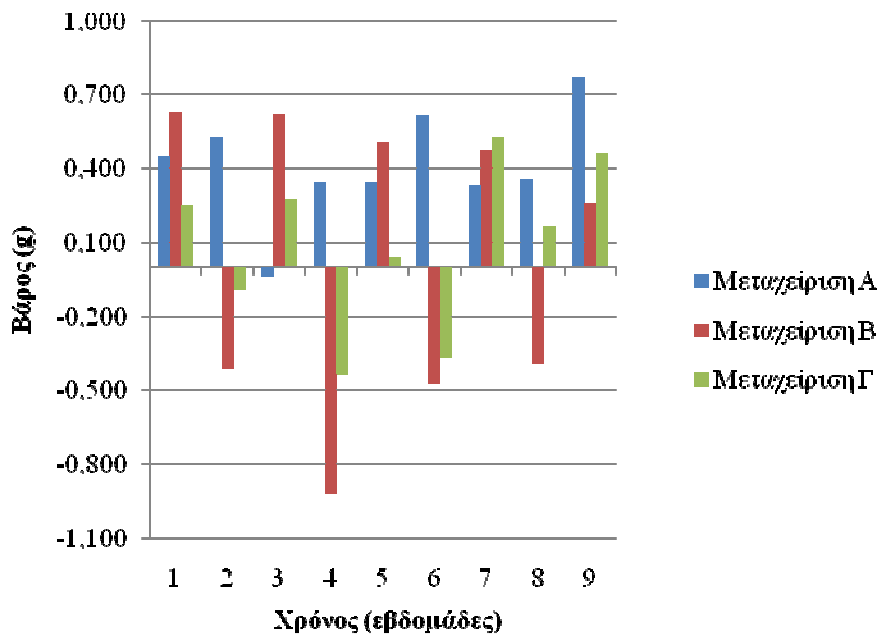


**Σχήμα 42:** Αυξομείωση του βάρους κατά τη διάρκεια του πειράματος και στις τρεις μεταχειρίσεις.





**Σχήμα 43:** Αυξομείωση του βάρους για τα μικρά ψάρια κατά τη διάρκεια του πειράματος και στις τρεις μεταχειρίσεις.



**Σχήμα 44:** Αυξομείωση του βάρους για τα μεγάλα ψάρια κατά τη διάρκεια του πειράματος και στις τρεις μεταχειρίσεις.



**Πίνακας 4:** Αναλυτικές μετρήσεις μήκους (cm) στο ενυδρείο A2.

A/A Ψαριού	Μέτρηση 0	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2	Μέτρηση 3	Μέτρηση 4	Μέτρηση 5	Μέτρηση 6	Μέτρηση 7	Μέτρηση 8	Μέτρηση 9
1	4,6	4,5	4,5	4,7	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,4
2	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,6
3	5,2	5,0	5,0	5,2	5,1	5,1	5,0	4,9	5,0	4,8
4	5,2	5,1	5,2	5,2	5,2	5,2	5,1	5,2	5,2	5,0
5	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
6	5,2	5,2	5,2	5,2	5,3	5,2	5,3	5,2	5,3	5,2
7	5,3	5,2	5,2	5,2	5,3	5,3	5,4	5,2	5,5	5,3
8	5,3	5,2	5,2	5,3	5,3	5,3	5,4	5,4	5,6	5,5
9	5,4	5,2	5,3	5,3	5,3	5,4	5,5	5,5	5,7	5,6
10	5,4	5,3	5,3	5,5	5,4	5,5	5,8	5,5	5,7	5,7
11	5,6	5,3	5,4	5,5	5,4	5,5	5,9	5,5	6,1	6,1
12	5,6	5,5	5,5	5,9	6,1	5,9	6,0	6,1	6,7	7,0
13	6,1	5,9	6,0	6,7	6,6	6,7	6,8	6,8	7,0	7,1
14	6,6	6,4	6,6	6,7	6,7	6,8	7,0	6,9	7,2	7,2
15	6,7	6,6	6,6	6,8	6,7	6,9	7,0	7,0	7,3	7,3
16	6,7	6,6	6,6	7,1	7,1	7,1	7,1	7,2	-	-
17	7,1	6,7	6,8	-	-	-	-	-	-	-
18	7,1	7,2	7,0	-	-	-	-	-	-	-

**Πίνακας 5:** Αναλυτικές μετρήσεις μήκους (cm) στο ενυδρείο B1.

A/A Ψαριού	Μέτρηση 0	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2	Μέτρηση 3	Μέτρηση 4	Μέτρηση 5	Μέτρηση 6	Μέτρηση 7	Μέτρηση 8	Μέτρηση 9
1	4,7	4,5	4,5	4,2	4,5	4,5	4,4	4,5	4,5	4,5
2	5,1	4,7	4,7	4,5	4,7	4,6	4,6	4,6	5,0	5,0
3	5,2	4,9	4,9	5,0	5,0	4,6	4,6	4,9	5,0	5,0
4	5,2	5,0	5,0	5,0	5,1	4,9	4,8	5,2	5,1	5,2
5	5,2	5,1	5,0	5,2	5,2	5,1	4,9	5,2	5,2	5,2
6	5,3	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,3
7	5,3	5,3	5,3	5,2	5,2	5,3	5,2	5,2	5,2	5,3
8	5,3	5,4	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,4	5,3	5,4
9	5,6	5,5	5,4	5,4	5,4	5,5	5,4	5,4	5,4	5,5
10	5,7	5,6	5,5	5,4	5,5	5,5	5,4	5,7	5,5	5,7
11	6,0	5,7	5,6	5,7	5,6	5,7	5,7	6,2	6,2	6,2
12	6,2	6,2	6,0	6,0	6,0	6,1	6,0	6,2	6,2	6,2
13	6,2	6,2	6,0	6,2	6,2	6,2	6,1	6,2	6,2	6,2
14	6,3	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,3
15	6,4	6,3	6,2	6,2	6,4	6,3	6,2	6,6	6,5	6,5
16	6,7	6,4	6,5	6,4	6,4	6,5	6,5	6,6	6,6	6,7
17	6,8	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6	-	-	-
18	7,2	6,9	7,0	7,0	-	-	-	-	-	-



**Πίνακας 7:** Αναλυτικές μετρήσεις μήκους (cm) στο ενυδρείο Γ1.

Α/Α Ψαριού	Μέτρηση 0	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2	Μέτρηση 3	Μέτρηση 4	Μέτρηση 5	Μέτρηση 6	Μέτρηση 7	Μέτρηση 8	Μέτρηση 9
1	4,4	4,4	4,5	4,3	4,4	4,3	4,3	4,7	4,9	4,9
2	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	5,0	5,2	5,2
3	5,1	4,9	5,0	4,9	5,0	4,9	5,0	5,2	5,3	5,3
4	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,3	5,4	5,3
5	5,2	5,2	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,4	5,7	5,7
6	5,3	5,3	5,3	5,3	5,4	5,3	5,4	5,7	5,7	5,8
7	5,3	5,3	5,4	5,4	5,7	5,6	5,7	5,8	6,2	6,3
8	5,3	5,4	5,4	5,8	5,9	5,8	5,7	6,2	6,3	6,3
9	5,7	5,7	5,7	5,8	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,4
10	5,7	5,8	5,8	6,3	6,3	6,2	6,2	6,4	6,4	6,6
11	6,3	6,4	6,3	6,3	6,4	6,2	6,2	6,4	7,2	7,2
12	6,3	6,4	6,4	6,3	6,4	6,2	6,3	7,1	7,2	7,2
13	6,3	6,4	6,4	6,4	6,5	6,4	6,4	7,5	-	-
14	6,4	6,4	6,4	6,4	6,7	7,0	6,9	-	-	-
15	6,5	6,5	6,5	6,7	6,8	7,2	7,2	-	-	-
16	6,8	6,7	6,7	7,0	7,4	-	-	-	-	-
17	7,1	7,1	6,9	7,6	-	-	-	-	-	-
18	7,6	7,7	7,5	-	-	-	-	-	-	-

**Πίνακας 8:** Αναλυτικές μετρήσεις μήκους (cm) στο ενυδρείο Γ2.

A/A Ψαριού	Μέτρηση 0	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2	Μέτρηση 3	Μέτρηση 4	Μέτρηση 5	Μέτρηση 6	Μέτρηση 7	Μέτρηση 8	Μέτρηση 9
1	4,6	4,7	4,5	4,7	4,7	4,7	4,8	4,7	4,8	4,9
2	4,7	4,9	4,8	4,8	4,8	4,9	4,8	4,9	5,0	5,1
3	4,9	4,9	4,9	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	5,1
4	5,0	5,0	5,0	4,9	5,0	5,1	5,0	5,0	5,1	5,2
5	5,1	5,0	5,0	4,9	5,0	5,1	5,0	5,0	5,2	5,3
6	5,1	5,0	5,0	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,3	5,3
7	5,1	5,1	5,1	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,5	5,5
8	5,1	5,1	5,2	5,3	5,3	5,5	5,3	5,2	5,5	6,0
9	5,2	5,1	5,2	5,5	5,5	5,5	5,4	5,3	5,9	6,3
10	5,2	5,3	5,3	5,5	5,5	6,0	5,9	5,6	6,2	6,3
11	5,4	5,5	5,6	5,5	6,0	6,2	6,2	6,2	6,3	6,4
12	5,7	5,6	5,6	6,3	6,3	6,4	6,3	6,4	6,4	6,8
13	6,1	5,9	6,0	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,7	-
14	6,3	6,4	6,3	6,5	6,5	6,8	6,7	6,8	-	-
15	6,4	6,5	6,5	6,8	6,7	-	-	-	-	-
16	6,5	6,5	6,5	-	-	-	-	-	-	-
17	6,6	6,6	6,6	-	-	-	-	-	-	-
18	6,6	6,8	6,8	-	-	-	-	-	-	-





**Πίνακας 10:** Αναλυτικές μετρήσεις βάρους (g) στο ενυδρείο Α2.

<b>A/A Ψαριού</b>	<b>Μέτρηση 0</b>	<b>Μέτρηση 1</b>	<b>Μέτρηση 2</b>	<b>Μέτρηση 3</b>	<b>Μέτρηση 4</b>	<b>Μέτρηση 5</b>	<b>Μέτρηση 6</b>	<b>Μέτρηση 7</b>	<b>Μέτρηση 8</b>	<b>Μέτρηση 9</b>
1	2,701	2,722	2,668	2,520	2,579	2,573	2,496	2,508	2,659	2,676
2	3,099	3,275	3,301	3,172	3,306	3,303	3,363	3,473	3,479	3,617
3	4,088	4,171	3,890	4,098	4,228	4,184	3,919	3,771	4,647	4,337
4	4,152	4,183	4,162	4,221	4,310	4,204	4,334	4,308	5,216	4,620
5	4,212	4,226	4,313	4,390	4,457	4,562	4,673	4,816	5,254	5,519
6	4,477	4,278	4,338	4,626	4,501	4,658	4,741	4,818	5,580	5,589
7	4,564	4,726	4,985	5,004	5,087	5,242	5,270	5,490	5,654	5,935
8	4,694	4,885	5,020	5,029	5,122	5,281	5,292	5,511	6,340	6,570
9	4,841	5,013	5,030	5,393	5,262	5,394	5,683	5,967	6,960	7,123
10	5,155	5,162	5,412	5,717	5,924	6,162	6,485	6,643	8,080	8,294
11	5,169	5,397	5,657	5,904	6,115	6,587	6,923	7,436	8,691	9,155
12	5,475	5,657	5,784	7,336	7,616	7,571	7,872	8,282	11,893	12,767
13	7,022	6,694	5,879	10,449	11,238	11,892	12,782	11,881	14,105	14,939
14	7,212	7,235	7,331	11,319	11,703	12,463	12,853	13,278	14,208	14,991
15	9,214	9,536	9,841	11,885	12,308	12,998	13,286	13,733	14,497	15,175
16	9,426	10,015	10,779	12,526	13,094	13,328	13,331	13,914	-	-
17	10,096	10,700	11,464	-	-	-	-	-	-	-
18	11,456	11,866	12,268	-	-	-	-	-	-	-

**Πίνακας 11:** Αναλυτικές μετρήσεις βάρους (g) στο ενυδρείο B1.

A/A Ψαριού	Μέτρηση 0	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2	Μέτρηση 3	Μέτρηση 4	Μέτρηση 5	Μέτρηση 6	Μέτρηση 7	Μέτρηση 8	Μέτρηση 9
1	3,011	3,184	3,142	3,048	3,084	2,951	2,983	2,912	2,847	2,829
2	3,382	3,347	3,151	3,092	3,190	3,181	3,013	3,593	3,508	3,029
3	3,895	4,031	3,938	4,001	3,852	3,850	3,654	3,819	3,861	3,459
4	4,068	4,103	4,001	4,043	4,061	4,006	3,916	4,052	3,933	3,850
5	4,127	4,180	4,054	4,068	4,110	4,038	3,944	4,123	4,093	4,019
6	4,216	4,409	4,077	4,269	4,128	4,138	4,008	4,255	4,166	4,058
7	4,497	4,709	4,577	4,622	4,538	4,581	4,476	4,464	4,311	4,219
8	4,617	4,770	4,599	4,653	4,596	4,692	4,501	4,576	4,495	4,303
9	4,859	4,860	4,761	4,769	4,700	5,112	4,572	4,915	4,976	4,537
10	5,327	5,456	5,366	5,341	5,317	5,882	5,003	5,718	5,493	5,612
11	6,130	6,206	6,023	5,989	5,944	6,007	5,650	5,725	5,886	5,719
12	6,530	6,525	6,307	6,227	6,237	6,427	5,842	8,152	7,759	8,045
13	7,942	8,280	7,946	8,233	8,143	8,435	7,920	8,435	8,056	8,381
14	8,036	8,395	8,045	8,429	8,305	8,578	8,108	9,635	9,143	9,702
15	9,293	9,811	9,334	9,862	9,335	9,892	9,329	10,212	9,691	10,279
16	9,433	10,161	9,717	10,080	9,933	10,249	9,609	10,247	9,748	10,751
17	9,877	10,267	9,784	10,278	9,942	10,372	9,687	-	-	-
18	12,247	12,829	12,174	12,801	-	-	-	-	-	-



**Πίνακας 13:** Αναλυτικές μετρήσεις βάρους (g) στο ενυδρείο Γ1.

A/A Ψαριού	Μέτρηση 0	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2	Μέτρηση 3	Μέτρηση 4	Μέτρηση 5	Μέτρηση 6	Μέτρηση 7	Μέτρηση 8	Μέτρηση 9
1	2,851	2,910	2,768	2,788	2,699	2,866	2,969	2,764	4,099	4,320
2	3,258	3,323	3,290	3,271	3,192	3,118	3,025	4,101	4,793	4,979
3	4,094	4,094	3,859	3,611	4,450	4,267	4,069	4,724	4,879	4,985
4	4,168	4,149	4,394	4,402	4,848	4,683	4,584	4,857	5,351	5,517
5	4,291	4,386	4,566	5,175	5,167	5,117	4,960	5,191	5,946	6,204
6	4,461	4,616	4,867	5,364	5,198	5,147	4,972	5,991	6,248	6,401
7	4,740	5,127	5,148	5,382	6,218	6,183	5,903	7,464	7,451	6,779
8	4,956	5,205	5,256	6,316	6,419	6,228	6,092	7,630	7,870	7,599
9	5,827	6,156	6,207	6,525	6,437	6,466	6,499	8,187	8,242	8,621
10	5,908	6,210	6,455	6,718	7,537	7,456	7,333	8,276	8,658	9,070
11	6,673	6,750	6,523	7,817	7,576	7,535	7,572	8,470	10,706	11,231
12	7,227	7,152	7,411	7,925	8,209	8,114	7,807	10,579	11,362	12,306
13	7,271	7,262	7,621	8,618	8,627	8,417	8,348	10,693	-	-
14	7,930	8,078	8,467	9,208	9,262	10,276	9,864	-	-	-
15	8,482	8,875	9,306	10,325	10,358	10,791	10,355	-	-	-
16	9,700	10,197	10,430	10,890	10,948	-	-	-	-	-
17	9,869	10,439	10,759	11,435	-	-	-	-	-	-
18	12,178	12,759	11,434	-	-	-	-	-	-	-

**Πίνακας 14:** Αναλυτικές μετρήσεις βάρους (g) στο ενυδρείο Γ2.

A/A Ψαριού	Μέτρηση 0	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2	Μέτρηση 3	Μέτρηση 4	Μέτρηση 5	Μέτρηση 6	Μέτρηση 7	Μέτρηση 8	Μέτρηση 9
1	3,080	3,188	2,734	3,165	3,029	3,051	2,928	3,027	2,250	3,636
2	3,266	3,283	3,063	3,601	3,361	4,144	3,840	3,457	3,629	4,328
3	3,509	3,467	3,078	4,259	4,187	4,185	4,112	3,700	4,202	4,685
4	3,867	3,883	3,636	4,434	4,261	4,208	4,301	4,193	4,628	4,721
5	4,002	4,404	4,356	4,531	4,312	4,681	4,528	4,646	4,651	5,092
6	4,223	4,412	4,399	4,897	4,660	4,882	4,670	4,658	4,972	5,344
7	4,541	4,500	4,475	4,987	4,908	5,292	5,105	5,213	5,261	5,403
8	4,619	4,860	4,902	5,468	5,205	5,655	5,501	5,237	5,448	7,721
9	4,671	4,883	4,970	5,791	5,607	5,951	5,538	5,468	7,735	8,218
10	5,432	5,781	5,553	6,097	5,913	7,571	7,355	7,495	7,900	8,521
11	5,589	5,792	5,727	8,115	7,634	7,949	7,823	7,942	8,306	9,221
12	6,246	6,327	6,383	8,416	8,068	8,501	8,343	8,360	8,885	10,164
13	7,570	7,919	8,036	8,987	8,625	9,174	8,759	9,084	9,730	-
14	7,841	8,245	8,104	9,496	9,012	9,462	9,260	9,471	-	-
15	8,653	8,468	8,383	9,708	9,432	-	-	-	-	-
16	8,696	9,070	9,111	-	-	-	-	-	-	-
17	8,925	9,264	9,435	-	-	-	-	-	-	-
18	9,257	9,512	9,683	-	-	-	-	-	-	-