

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Η επίδραση του μεγέθους στην ανάπτυξη του χρυσόψαρου (*Carassius auratus auratus*) σε εργαστηριακές συνθήκες

ΤΣΑΚΩΝΙΤΗ ΚΑΛΛΙΟΠΗ





**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 7717/1  
Ημερ. Εισ.: 12-11-2009  
Δωρεά: Συγγραφέας  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΙΥΠ  
2009  
ΤΣΑ

Η επίδραση του μεγέθους στην ανάπτυξη του χρυσόψαρου (*Carassius auratus auratus*) σε εργαστηριακές συνθήκες

**Τριμελής Επιτροπή**

**Επιβλέπουσα:** Π. Παναγιωτάκη, Μόνιμη Επίκουρος Καθηγήτρια  
Υδατοκαλλιεργειών, Π.Θ.

**Μέλη:** Χρ. Ν. Νεοφύτου, Καθηγητής Ιχθυολογίας-Υδροβιολογίας, Π.Θ.  
Σπ. Κλαουδάτος, Καθηγητής Υδατοκαλλιεργειών, Π.Θ.

Αφιερωμένη στην οικογένειά μου και  
στη μνήμη του παππού μου

## **Περιεχόμενα**

<b>Εισαγωγή.....</b>	<b>5</b>
Ιστορική αναδρομή.....	5
Μορφολογικά-Μορφομετρικά-Βιολογικά χαρακτηριστικά.....	5
Γεωγραφική Κατανομή.....	7
Παραγωγή και Εμπορική Αξία.....	8
Σκοπός της Εργασίας.....	12
<b>Υλικά και Μέθοδοι.....</b>	<b>13</b>
<b>Αποτελέσματα.....</b>	<b>18</b>
Μήκος.....	19
Βάρος.....	27
Συντελεστής Παραλλακτικότητας (CV%).....	35
<b>Συζήτηση.....</b>	<b>38</b>
<b>Ευχαριστίες.....</b>	<b>44</b>
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>45</b>
Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία.....	47
Εικόνες.....	47
<b>Παράρτημα.....</b>	<b>48</b>

## Εισαγωγή

### Ιστορική αναδρομή

Το είδος που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία είναι το κοινό χρυσόψαρο, *Carassius auratus auratus* (Εικ. 1) της οικογένειας των κυπρινοειδών. Ευρύτερα το είδος αυτό είναι γνωστό ως ψάρι ενυδρείου, με ελάχιστες απαιτήσεις και πάρα πολύ ανθεκτικό.

Στην Κίνα πριν από περίπου 2000 χρόνια, την περίοδο της δυναστείας Tang, η διατήρηση κυπρίνων σε λιμνούλες ήταν πολύ δημοφιλής. Λόγω γενετικής μετάλλαξης κάποιοι εμφάνισαν πορτοκαλί-κίτρινο χρωματισμό. Το 1162 η αυτοκράτειρα διέταξε την κατασκευή μιας δεξαμενής με άτομα κίτρινου χρώματος, που θεωρούνταν το βασιλικό χρώμα. Άτομα εκτός της βασιλικής οικογένειας απαγορευόταν να διατηρούν κίτρινους κυπρίνους και ίσως γι' αυτό υπάρχουν περισσότερα πορτοκαλί απ' ό τι κίτρινα χρυσόψαρα (Κλαουδάτος, 2006).



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

Το 1502, τα χρυσόψαρα εισήχθησαν στην Ιαπωνία και το 1611 στην Πορτογαλία και από εκεί σε άλλες περιοχές της Ευρώπης. Στη βόρεια Αμερική εισήχθησαν για πρώτη φορά το 1874 και γρήγορα έγιναν δημοφιλή στις Ηνωμένες Πολιτείες (<http://en.wikipedia.org>).

### Μορφολογικά-Μορφομετρικά-Βιολογικά χαρακτηριστικά

Η συστηματική κατάταξη του *C. auratus auratus* έχει ως εξής:

Βασίλειο: Animalia

Φύλο: Chordata

Κλάση: Actinopterygii

Τάξη: Cypriniformes

Οικογένεια: Cyprinidae

Γένος: *Carassius*

Είδος: *C. auratus*

(Πηγή: <http://en.wikipedia.org>)

Υποείδος: *C. auratus auratus*

Το μέγιστο μήκος στο οποίο μπορούν να φθάσουν είναι τα 59 cm. Συνήθως, όμως, είναι πολύ μικρότερα με μέσο μήκος τα 20 cm, στον 5<sup>ο</sup>-6<sup>ο</sup> χρόνο της ζωής τους. Το μέγιστο βάρος που έχει καταγραφεί είναι τα 3 kg και η μέγιστη αναφερόμενη ηλικία τα 41 χρόνια. Στο σώμα του υπάρχουν 3-4 ραχιαίες άκανθες, 14-20 μαλακές ραχιαίες ακτίνες, 2-3 εδρικές άκανθες, 4-7 μαλακές εδρικές ακτίνες και 30 σπόνδυλοι.

Είναι ανθεκτικό ψάρι και προτιμά κρύο νερό με ουδέτερη οξύτητα (pH 6-8) και μέτρια σκληρότητα (dH 5-19), ενώ αντέχει σε νερό αλατότητας 17 ppt για μικρό χρονικό διάστημα. Αυτοί είναι οι λόγοι για τους οποίους επιλέγεται συχνά ως πειραματόζωο. Είναι εδωδιμο αλλά σπάνια τρώγεται. Στα ενυδρεία φιλοξενείται σε ομάδες συνήθως των πέντε ατόμων και το ελάχιστο απαιτούμενο μήκος του ενυδρείου πρέπει να είναι 100 cm.

Είναι ψάρι του γλυκού νερού, βενθικό, ποταμόδρομο και το συναντούμε σε υποτροπικές περιοχές (53<sup>ο</sup>N-22<sup>ο</sup>N). Αντέχει σε θερμοκρασίες 0-41<sup>ο</sup>C και βάθος 0-20 m. Ζει σε ποτάμια, λίμνες και άλλων ειδών υγροτόπους, όπως αυλάκια με λιμνάζοντα νερά, πάντα όμως με μικρή ροή νερού (Πίν. 1). Η τροφή του ποικίλλει και περιλαμβάνει φυτά, μικρά όστρακα, έντομα και φυτικά υπολείμματα ([www.fishbase.gr](http://www.fishbase.gr)). Πληροφορίες σχετικά με την αναπαραγωγή του είδους δίνονται στο Παράρτημα.

Πίνακας 1: Οικοσυστήματα όπου συναντάται το *Carassius auratus auratus* ([www.fishbase.gr](http://www.fishbase.gr))

Οικοσύστημα	Τύπος
Λίμνη Taal	Λίμνη
Laguna de Bay	Λίμνη
Λίμνη Biwa	Λίμνη
Λίμνη Bosten	Λίμνη
Ombrone	Ποτάμι
Albegna	Ποτάμι
Ποτάμι Equishi	Ποτάμι
Ποτάμι Yili	Ποτάμι
Fiora	Ποτάμι

Οικοσύστημα	Τύπος
Kizilirmak	Ποτάμι
Tigris	Ποτάμι
Amudarya	Ποτάμι
Zambezi	Ποτάμι
Tarim	Ποτάμι
Caspian Sea	Θάλασσα
Kabul	Ποτάμι
Yangtze	Ποτάμι
Mekong	Ποτάμι

## Γεωγραφική κατανομή

Το χρυσόψαρο το συναντούμε σε πολλές περιοχές του κόσμου (Εικ. 2). Σε λίγες από αυτές ζούσε εξ' αρχής. Στις περισσότερες εισήχθη με την πάροδο του χρόνου για εκτροφή καθώς το *C. auratus auratus* είναι εμπορικό είδος και έχει ζήτηση κυρίως ως διακοσμητικό ψάρι σε ενυδρεία (Πίν. 2).



Εικόνα 2: Παγκόσμιος χάρτης παρουσίας χρυσόψαρου (www.fishbase.gr)

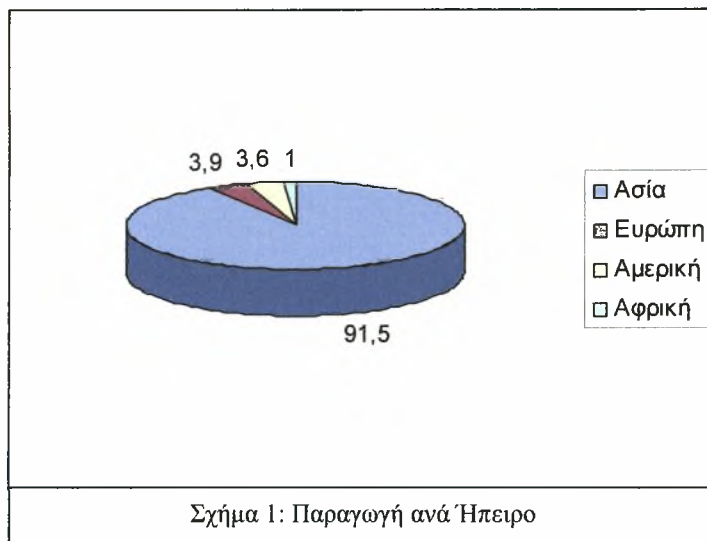
Πίνακας 2: Χώρες στις οποίες συναντάται το *Carassius auratus auratus* (www.fishbase.gr)

Χώρα	Χώρα	Χώρα	Χώρα
Αιθιοπία	Ινδία	Μαδαγασκάρη	Πορτογαλία
Αλβανία	Ινδονησία	Μαλαισία	Πουέρτο Ρίκο
Αργεντινή	Ιράκ	Μαυρίκιος	Ρουμανία
Αυστραλία	Ιράν	Μεξικό	Ρωσία
Αυστρία	Ισπανία	Μιανμάρ	Σαμόα
Αφγανιστάν	Ισραήλ	Μολδαβία	Σαουδική Αραβία
Βέλγιο	Ιταλία	Ναμίμπια	Σερβία-Μαυροβούνιο
Βιετνάμ	Καζακστάν	Νέα Ζηλανδία	Σεϋχέλλες
Βολιβία	Καναδάς	Νέα Καληδονία	Σιγκαπούρη
Βραζιλία	Κεμπέκ	Νορβηγία	Σλοβακία
Γαλλία	Κίνα	Νότια Αφρική	Σουηδία
Γερμανία	Κολομβία	Ολλανδία	Ταϊβάν
Δανία	Κορέα	Ουγγαρία	Ταϊλάνδη
Ελλάδα	Κόστα Ρίκα	Ουζμπεκιστάν	Τουρκία
Εσθονία	Κροατία	Ουκρανία	Τσεχία
Ζιμπάμπουε	Κύπρος	Ουρουγουάη	Φιλιππίνες
Ηνωμένες Πολιτείες	Λάος	Πακιστάν	Χαβάη
Ηνωμένο Βασίλειο	Λευκορωσία	Περού	Χιλή
Ιαπωνία	Λιθουανία	Πολωνία	Χονγκ Κονγκ



## Παραγωγή και Εμπορική Αξία

Η παγκόσμια παραγωγή υδρόβιων οργανισμών έχει αυξηθεί κατά πολύ τα τελευταία 50 χρόνια. Από μία παραγωγή μικρότερη του 1.000.000 t στις αρχές της δεκαετίας του '50 έφτασε το 2004 τους 59.400.000 t. Αυτό το επίπεδο παραγωγής είχε μια αξία περίπου 70,3 δισεκατομμυρίων δολαρίων. Η παγκόσμια παραγωγή καταναμημένη ανά ήπειρο φαίνεται στο Σχήμα 1.



Στην Ασία η παραγωγή των υδατοκαλλιεργειών αποτελείται κυρίως από κυπρινοειδή. Σε παγκόσμιο επίπεδο το 97,5% των κυπρινοειδών προέρχεται από αυτή την περιοχή ([www.fao.org](http://www.fao.org)).

Η παραγωγή διακοσμητικών ψαριών συχνά δεν θεωρείται μέρος της λεγόμενης «κύριας υδατοκαλλιεργητικής παραγωγής». Για αυτό το λόγο, πολλές χώρες δεν κρατούν στατιστικά στοιχεία για την παραγωγή αυτών των ειδών. Μια δυσκολία, στο να συμπεριληφθούν αυτά τα είδη στους καταλόγους καταγραφής των εκτρεφόμενων οργανισμών, είναι ότι σαν προϊόντα λαμβάνονται υπ' όψη, όχι με το βάρος, αλλά με τον αριθμό ατόμων που πωλούνται. Έτσι, ο καλύτερος τρόπος, να υπολογιστεί η σημασία τους, είναι μέσω της χρηματικής τους αξίας, η οποία για το 2000 υπολογίστηκε σε 900 εκατομμύρια δολάρια.

Όπως με την παραγωγή των εδώδιμων ψαριών, έτσι και η παραγωγή διακοσμητικών ψαριών είναι υψηλότερη στην Ασία. Από την ανάλυση των δεδομένων του FAO Database on Introductions of Aquatic Species (DIAS) προκύπτει ότι το χρυσόψαρο κατέχει τη 10<sup>η</sup> θέση στη λίστα των ειδών που «εισάγονται» συνήθως στην Ασία (FAO, 2007).

Η παγκόσμια παραγωγή του χρυσόψαρου περιλαμβάνει πολλές περιοχές του κόσμου, αλλά όπως φαίνεται και στους Πίνακες 3 και 4, την τελευταία δεκαετία παρουσιάζει μια σταθεροποιημένη τάση ([www.fao.org](http://www.fao.org)).

Πίνακας 3: Παγκόσμια παραγωγή χρυσόψαρου από το 1997-2006 σε t (www.fao.org).

Στοιχεία		Έτος										
Περιοχή	Χώρα	Περιοχή	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Ασία	Κίνα, Χονγκ Κονγκ	Εσωτερικά νερά	139	136		168	188	190	125	174	66	72
	Κορέα	Εσωτερικά νερά	181	238	85	33	35	26	44	34	46	59
	Βουλγαρία	Εσωτερικά νερά								28	8	1
Ευρώπη	Γαλλία	Εσωτερικά νερά	6	7	7	7	7					
	Λετονία	Εσωτερικά νερά		11	29	47	6	9	22	4	9	17
	Λιθουανία	Εσωτερικά νερά				47	22	38	48	26	10	18
	Ρουμανία	Εσωτερικά νερά	1847	1800	1457	1299	1744	1545	1705	1249	1139	1268
	Σλοβακία	Εσωτερικά νερά		5	2	23	18	18	29	4	4	45
	Ουκρανία	Εσωτερικά νερά		132	1900	188	173	118	400	1255	791	887
<b>Σύνολο</b>			<b>2173</b>	<b>2329</b>	<b>3480</b>	<b>1812</b>	<b>2193</b>	<b>1944</b>	<b>2373</b>	<b>2774</b>	<b>2073</b>	<b>2367</b>

Πίνακας 4: Παγκόσμια κέρδη από την παραγωγή χρυσόψαρου από το 1997-2006 σε χιλιάδες δολάρια (www.fao.org).

Στοιχεία		Έτος										
Περιοχή	Χώρα	Περιοχή	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Ασία	Κίνα, Χόνγκ Κονγκ	Εσωτερικά νερά	126	123		168	350	318	196	282	128	144
	Κορέα	Εσωτερικά νερά	1874	1296	831	417	269	272	491	388	627	938
	Βουλγαρία	Εσωτερικά νερά								28	6	1
Ευρώπη	Γαλλία	Εσωτερικά νερά	15	18	18	11	11					
	Λετονία	Εσωτερικά νερά		7	20	31	4	3	8	2	5	18
	Λιθουανία	Εσωτερικά νερά				36	17	27	44	30	11	20
	Ρουμανία	Εσωτερικά νερά	2586	2520	2040	1949	2442	1653	1824	1336	1515	1266
	Σλοβακία	Εσωτερικά νερά		3	2	21	16	18	44	6	6	68
	Ουκρανία	Εσωτερικά νερά		356	4750	489	458	313	1060	3326	2096	2324
<b>Σύνολο</b>			<b>4601</b>	<b>4323</b>	<b>7661</b>	<b>3122</b>	<b>3567</b>	<b>2604</b>	<b>3667</b>	<b>5398</b>	<b>4394</b>	<b>4779</b>

Για παράδειγμα στις Η.Π.Α. τα περισσότερα διακοσμητικά χρυσόψαρα που παράγονται έχουν πολύ χαμηλή τιμή (π.χ. τα Black Moors, Shibunkins, Fantails, Calicos, Comets, κτλ.). Οι ακριβότερες ποικιλίες (π.χ. Orandas, Ryunkins, Bubble Eyes) εισάγονται κυρίως από την Κίνα. Ωστόσο, ένας αυξανόμενος αριθμός παραγωγών στις Η.Π.Α. εξειδικεύονται στις εξωτικές ποικιλίες, όπου πωλούν τα χρυσόψαρα σε τιμή 5\$ το ένα. Όσο αυξάνεται η ζήτηση των χρυσόψαρων για διακοσμητικές λιμνούλες, τόσο οι παραγωγοί εκτρέφουν ακριβότερα και σπανιότερα είδη, που πωλούν προς εκατοντάδες δολάρια το ένα. Όσο αυξάνονται οι τιμές, τόσο μειώνεται το μέγεθος της αγοράς (Watson *et al.*, 2004).

Στην Ινδία, οι παραγωγοί, εξαιτίας της αυξανόμενης ζήτησης, μετέτρεψαν τις μικρής κλίμακας καλλιέργειες σε δεξαμενές, σε μεγάλης κλίμακας καλλιέργειες σε χωμάτινα υδροστάσια. Με αυτό τον τρόπο μετέτρεψαν τις μονοκαλλιέργειες σε πολυκαλλιέργειες κυπρινοειδών, με κύρια εκτρεφόμενα είδη τον κυπρίνο και τα χρυσόψαρα, βελτιστοποιώντας τη χρήση των διαθέσιμων πηγών τροφής. Σήμερα η πολυκαλλιέργεια χρησιμοποιείται σε μερικά διακοσμητικά είδη (Jha *et al.*, 2006).

Τέλος, στο Ισραήλ η καλλιέργεια διακοσμητικών ψαριών ψυχρού νερού, όπως το *C. auratus auratus*, εξελίσσεται σε αναπτυσσόμενη βιομηχανία. Ό,τι ξεκίνησε σαν παραπροϊόν σε μονάδες παραγωγής εδωδιμων ψαριών, μετατράπηκε σε μια κύρια οικονομική δραστηριότητα τεσσάρων μεγάλων ιχθυογεννητικών μονάδων και άλλων μικρότερων μονάδων εκτροφής. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής εξάγεται σε ορισμένες χώρες της Ευρώπης, με ένα κέρδος που υπολογίζεται σε 15 εκατομμύρια δολάρια το χρόνο (Feldite and Milstein, 1999).

Επειδή οι ρυθμοί αύξησης των ψαριών δεν είναι πάντα ίδιοι αλλά διαφέρουν από άτομο σε άτομο λόγω διατροφής, γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων (Koebele, 1985) ο διαχωρισμός των μεγεθών είναι μια ανάγκη που προκύπτει κατά τη διάρκεια της εκτροφής τους και πραγματοποιείται τουλάχιστον τρεις φορές (Schwedler *et al.*, 1990). Σε εντατικές εμπορικές εκτροφές, ο διαχωρισμός των ψαριών σε κλάσεις μεγέθους γίνεται με σκοπό τη σωστή οργάνωση των μεθόδων εκτροφής και έχει ως αποτέλεσμα συνήθως την ταχεία αύξηση της βιομάζας (Baardvik and Jobling, 1990). Το αρχικό μέγεθος των ψαριών που εκτρέφονται, είναι ένας από τους παράγοντες που συμβάλλουν στη δημιουργία ανταγωνισμού μεταξύ των εκτρεφόμενων ατόμων, με συνέπεια να επηρεάζεται η αύξησή τους (Irwin *et al.*, 1999).

### **Σκοπός της εργασίας**

Στην παρούσα εργασία στόχος ήταν η μελέτη της επίδρασης του μεγέθους στην ανάπτυξη του χρυσόψαρου (*C. auratus auratus*) σε εργαστηριακές συνθήκες.

## Υλικά και Μέθοδοι



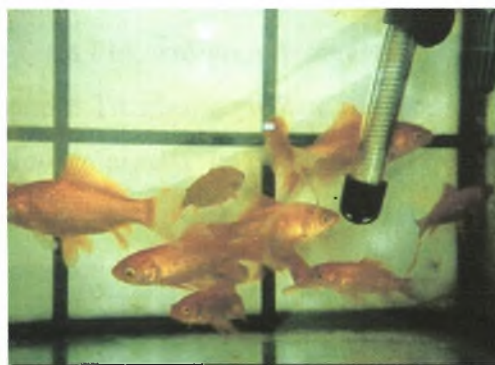
Εικόνα 3: Εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών (Εικ. 3) του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος το καλοκαίρι και το φθινόπωρο του 2007 και συγκεκριμένα για διάστημα 16 εβδομάδων (από 26/8/07 έως 16/12/07).

Αρχικά το πείραμα ήταν προγραμματισμένο να ξεκινήσει το Μάρτιο του 2007, όμως οι θνησιμότητες που παρατηρήθηκαν στα χρυσόψαρα (*C. auratus auratus*), λόγω δυσκολίας προσαρμογής των οργανισμών, καθυστέρησαν την έναρξή του. Μετά την αντικατάσταση των χρυσόψαρων με νέα και την επιτυχή προσαρμογή τους για δύο εβδομάδες, η διεξαγωγή του πειράματος ξεκίνησε χωρίς άλλα προβλήματα.

Τα χρυσόψαρα (μέσου βάρους  $7,608 \pm 2,58$  g και μέσου σταθερού μήκους  $5,97 \pm 0,77$  cm) που χρησιμοποιήθηκαν για το πείραμα καθώς και όλα τα αναλώσιμα που χρειάστηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος (τροφές, βιταμίνες, υλικά αντικατάστασης φίλτρων, κτλ) προήλθαν από κατάστημα ενυδρείων του Βόλου. Ο συνολικός αριθμός ψαριών που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 70.

Τα τρία ενυδρεία (Εικ. 4) στα οποία φιλοξενήθηκαν τα ψάρια είχαν διαστάσεις 100x40x40 cm και συνολικό όγκο 160 cm<sup>3</sup> το κάθε ένα. Με κατάλληλο χώρισμα από διάτρητο Plexi glass δημιουργήθηκαν δύο διαφορετικοί χώροι σε κάθε ενυδρείο όγκου 80 l ο κάθε ένας (Εικ. 5). Σε κάθε χώρο υπήρχε αυξημένη παροχή αέρα από κεντρική αεραντλία, η οποία διοχέτευε ατμοσφαιρικό αέρα σε πωρόλιθο όλο το εικοσιτετράωρο για την επαρκή οξυγόνωση του νερού.



Εικόνα 4: *C. auratus auratus* σε ενυδρείο

Κάθε ενυδρείο ήταν εξοπλισμένο με εξωτερικά φίλτρα, θερμοστάτες και κυκλοφορητές νερού. Συγκεκριμένα, τα εξωτερικά φίλτρα ήταν τύπου Eheim 2213 και το κάθε ένα περιείχε ενεργό άνθρακα για το χημικό φιλτράρισμα, υαλοβάμβακα

για το μηχανικό φιλτράρισμα και πορώδες υλικό για το βιολογικό φιλτράρισμα. Οι θερμοστάτες (200W) χρησιμοποιήθηκαν για τη διατήρηση του νερού στην επιθυμητή μέση θερμοκρασιακή τιμή, κυρίως κατά τους μήνες Νοέμβριο και Δεκέμβριο. Επίσης, σε κάθε ενυδρείο είχε τοποθετηθεί κυκλοφορητής νερού με κυκλοφορία 350 ℓ/h.



Εικόνα 5: Ενυδρείο με χρυσόψαρα. Διακρίνεται το χώρισμα από Plexi-glass

Το νερό, που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή του πειράματος, προερχόταν από το σύστημα ύδρευσης της περιοχής. Για την αποστείρωσή του χρησιμοποιήθηκε συσκευή λαμπτήρων υπεριώδους ακτινοβολίας (UV). Το νερό που εξέρχονταν από αυτή τη συσκευή κατέληγε σε δύο μεγάλες δεξαμενές,

όπου παρέμενε για 3-5 ημέρες. Στις δεξαμενές υπήρχαν αναδευτήρες και συστήματα παροχής αέρα και επίσης χρησιμοποιήθηκαν διάφορα βελτιωτικά νερού, που κυκλοφορούν στο εμπόριο, για απομάκρυνση του χλωρίου και άλλων επικίνδυνων για τα χρυσόψαρα χημικών ουσιών.

Ο φωτισμός ήταν φυσικός. Δε χρησιμοποιήθηκαν λαμπτήρες. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η φωτοπερίοδος ήταν 14L:10D και κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου 8L:16D.

Η τροφή που χρησιμοποιήθηκε ήταν η Tetra Fin, υπό μορφή κόκκων, η οποία είναι τυποποιημένη και κατάλληλη για χρυσόψαρα. Το τάισμα γινόταν μία φορά την ημέρα και η ποσότητα που χορηγούνταν ήταν σύμφωνα με τη βιομάζα και τη θερμοκρασία του κάθε ενυδρείου (1,5% του συνολικού σωματικού τους βάρους ανά χώρο). Ανά δύο εβδομάδες που πραγματοποιούνταν οι μετρήσεις, η ποσότητα της χορηγούμενης τροφής αναπροσαρμοζόταν σύμφωνα με τη νέα βιομάζα των ψαριών. Για την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος των ψαριών ανά τέσσερις εβδομάδες για 4-5 ημέρες, μαζί με την τροφή χορηγούνταν και βιταμινούχα συμπληρώματα διατροφής του εμπορικού οίκου Tetra.

Οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν ανά δύο εβδομάδες. Τα ψάρια απομακρύνονταν από τα ενυδρεία και τοποθετούνταν σε λεκάνη των 12 ℓ. Αυτή περιείχε νερό με παρόμοια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά με αυτό των ενυδρείων για την αποφυγή καταπόνησης (stress) των ψαριών και αναισθητικό με συγκέντρωση 10

ml/10 l. Το αναισθητικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν φαινοξαιθανόλη. Η ανάνηψη των ψαριών γινόταν σε μεγαλύτερες λεκάνες, που περιείχαν καθαρό νερό, καλά οξυγονωμένου με παροχή συμπιεσμένου αέρα.

Για τις μετρήσεις του βάρους χρησιμοποιήθηκε ζυγός τριών δεκαδικών ψηφίων στην οποία εκτός από το βάρος των ψαριών, γινόταν και το ζύγισμα της τροφής.

Για τις μετρήσεις μήκους χρησιμοποιήθηκε ιχθυόμετρο (Εικ. 6) στο οποίο τοποθετούνταν τα ψάρια και γινόταν μέτρηση του σταθερού τους μήκους (S.L.).



Εικόνα 6: Ιχθυόμετρο για μετρήσεις μήκους

### Οργάνωση του πειράματος

Τα ψάρια τοποθετήθηκαν στους πέντε διαμορφωμένους χώρους των ενυδρείων έτσι ώστε οι ιχθυοφορτίσεις να είναι ίσες σε κάθε χώρο, στα μέτρα του εφικτού πάντα. Ως ιχθυοφόρτιση ορίσαμε τη συνολική βιομάζα που περιέχονταν σε κάθε χώρο (g συνολικής βιομάζας/80 l νερού).

Επειδή σκοπός του πειράματος ήταν η διερεύνηση της επίδρασης του μεγέθους των ψαριών στην ανάπτυξή τους, σχηματίστηκε μία ομάδα μικρών σε μέγεθος ψαριών (1MI) και η επανάληψή της (2MI), μία ομάδα μεγάλων σε μέγεθος ψαριών (1ME) και η επανάληψή της (2ME) και μία ομάδα που περιελάμβανε και μικρού και μεγάλου μεγέθους ψάρια (MA) που ήταν ο μάρτυρας (Πίν. 5). Έτσι αρχικά σε κάθε χώρο τοποθετήθηκαν:

Πίνακας 5: Αριθμός χρυσόψαρων ανά χώρο ενυδρείου

Δεξαμενή	Αριθμός ψαριών (N)	Μέσο βάρος $\pm$ SD	Συνολική βιομάζα
1MI	18	6,085 $\pm$ 1,24	109,521
1ME	10	11,082 $\pm$ 1,93	110,824
2MI	18	6,309 $\pm$ 1,33	113,576
2ME	10	11,064 $\pm$ 1,88	110,635
MA	14	7,889 $\pm$ 2,12	110,448



Η πρώτη μέτρηση, προκειμένου να γίνει ο διαχωρισμός των ψαριών με βάση το βάρος τους, έγινε στις 12/8/07 και κατανεμήθηκαν σύμφωνα με τα παραπάνω. Μετά από δύο εβδομάδες προσαρμογής, το πείραμα ξεκίνησε στις 26/8/07. Οι μετρήσεις μήκους-βάρους γίνονταν ανά δύο εβδομάδες για να αποφευχθούν θνησιμότητες λόγω stress (κάθε Κυριακή) και ήταν συνολικά εννέα. Οι μετρήσεις καταγράφονταν σε κατάλληλη φόρμα (Πίν. 6) και στη συνέχεια τα δεδομένα εισάγονταν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Πίνακας 6: Φόρμα καταγραφής μετρήσεων Μήκους-Βάρους

Ημερ/νία	A/A	S.L.(cm)	W(g)
Δεξαμενή			
Σύνολο			
M.O.			

Ανά δύο εβδομάδες γίνονταν όχι μόνο οι μετρήσεις μήκους-βάρους, αλλά και μετρήσεις του pH (Εικ. 7) και της  $\text{NH}_3$ . Επίσης, πραγματοποιούνταν καθημερινές μετρήσεις της θερμοκρασίας και του οξυγόνου κάθε δεξαμενής. Μετά τη λήψη των φυσικοχημικών παραμέτρων, τα δεδομένα καταγράφονταν σε ειδική φόρμα (Πίν. 7) και στη συνέχεια τα στοιχεία εισάγονταν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.



Εικόνα 7: Πεχάμετρο

Πίνακας 7: Φόρμα καταγραφής μετρήσεων pH-NH<sub>3</sub>

Δεξαμενή Ημερ/νία	1A	1B	2A	2B	M

Μετά από κάθε μέτρηση μήκους-βάρους γινόταν επιτόπου επεξεργασία των αποτελεσμάτων ώστε να υπολογιστεί η ποσότητα της τροφής που θα χορηγούνταν

στα ψάρια κατά τη διάρκεια των δύο επόμενων εβδομάδων. Για το ζύγισμά της χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά ακριβείας τριών δεκαδικών ψηφίων.

Οι θνησιμότητες καταγράφονταν καθημερινά καθώς και κάποιες παρατηρήσεις για τη φυσιολογική κατάσταση και συμπεριφορά των ψαριών. Για την αποφυγή θνησιμοτήτων, λόγω παθογόνων μικροοργανισμών, λάβαμε τα εξής μέτρα:

- Ανά δύο ημέρες η συσκευή υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) τοποθετούνταν σε κάθε ένα από τα ενυδρεία, συνδεδεμένη με τους κυκλοφορητές τους. Έτσι όλη η ποσότητα νερού των ενυδρείων αποστειρωνόταν.
- Τον Αύγουστο και το Νοέμβριο πραγματοποιήθηκαν προληπτικά μπάνια με αποστειρωμένο θαλασσινό νερό για την απομάκρυνση εξωπαρασίτων που προσβάλλουν το δέρμα, τα βράγχια κ.ά.

Η καθαριότητα των ενυδρείων ήταν εβδομαδιαία. Αυτή γινόταν με καθαρισμό των τζαμιών των ενυδρείων εσωτερικά και εξωτερικά, σιφωνισμό για απομάκρυνση όλων των οργανικών υπολειμμάτων και μικρή ανανέωση του νερού (περίπου 20%-30%) των ενυδρείων.

Κατά τη διάρκεια των μηνών Αυγούστου και Σεπτεμβρίου, που η εξωτερική θερμοκρασία ήταν αρκετά υψηλή και το σύστημα κλιματισμού του εργαστηρίου λειτουργούσε πλημμελώς, η ανανέωση του νερού ήταν καθημερινή, αλλά η ποσότητα του νερού που ανανεωνόταν ήταν μικρότερη (5%-10%).

Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν t-test, παλινδρόμηση και ANCOVA με τη χρήση των στατιστικών πακέτων Excel και Statgraphics Plus 5,0.

## Αποτελέσματα

Η θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος διατηρήθηκε κατά μέσο όρο σε κάθε ενυδρείο στους  $26,9 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Το οξυγόνο (ppm) κυμάνθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα  $6,76 \pm 0,69$  ppm.

Το pH, λόγω της ποιότητας του νερού του τοπικού δικτύου κυμάνθηκε σε σχετικά υψηλά επίπεδα,  $7,8 \pm 0,2$ .

Η αμμωνία κυμάνθηκε σε επίπεδα  $0,2 \pm 0,1$  ppm χωρίς όμως να επηρεάσει τη θνησιμότητα των ψαριών.

Στο παράρτημα παρουσιάζονται διαγράμματα με την εξέλιξη των τιμών της θερμοκρασίας, του οξυγόνου, του pH και της αμμωνίας ( $\text{NH}_3$ ).

Το αρχικό και τελικό σταθερό μήκος (SL) και βάρος (W) των ψαριών ( $\bar{x} \pm$  τυπική απόκλιση) για όλες τις ομάδες δίνεται παρακάτω (Πίν. 8):

Πίνακας 8: Αρχικά και τελικά μήκη και βάρη ( $\bar{x} \pm \text{t.a.}$ ) όλων των ομάδων

Ομάδα	Αρχικό μήκος (cm)	Τελικό μήκος (cm)	Αρχικό βάρος (g)	Τελικό βάρος (g)
1MI	$5,522 \pm 0,39$	$6,688 \pm 0,54$	$6,085 \pm 1,24$	$10,182 \pm 2,42$
1ME	$6,87 \pm 0,43$	$8,225 \pm 0,56$	$11,082 \pm 1,93$	$18,599 \pm 3,59$
2MI	$5,583 \pm 0,47$	$6,589 \pm 0,73$	$6,310 \pm 1,33$	$9,678 \pm 3,14$
2ME	$6,89 \pm 0,24$	$8,05 \pm 0,57$	$11,064 \pm 1,88$	$17,429 \pm 3,84$
MA	$6,021 \pm 0,61$	$7,583 \pm 0,58$	$7,889 \pm 2,12$	$14,716 \pm 3,11$

Οι επαναλήψεις ομογενοποιήθηκαν καθώς από τα t-tests που έγιναν, δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ( $P > 0,05$ ). Ως εκ τούτου προέκυψαν οι παρακάτω ομάδες:

- μικρά (MI)
- μεγάλα (ME) και
- μάρτυρες (MA).

Οι θνησιμότητες καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος ήταν:

- 2,8% στα μικρά (MI)
- 20% στα μεγάλα (ME) και
- 14,3% στους μάρτυρες (MA).

## Μήκος

Το αρχικό και τελικό σταθερό μήκος (SL) των ψαριών ( $\bar{x} \pm SD$ ) καθώς και η συνολική ποσοστιαία αύξηση των νέων πλέον ομάδων δίνεται παρακάτω (Πίν. 9):

Πίνακας 9: Αρχικό, τελικό μήκος ( $\bar{x} \pm SD$ ) και ποσοστιαία αύξηση των νέων ομάδων

Ομάδα	Αρχικό μήκος (cm)	Τελικό μήκος (cm)	Ποσοστιαία Αύξηση
MI	5,553 ± 0,43	6,637 ± 0,64	19,5%
ME	6,88 ± 0,34	8,138 ± 0,55	18,3%
MA	6,021 ± 0,61	7,583 ± 0,58	25,9%

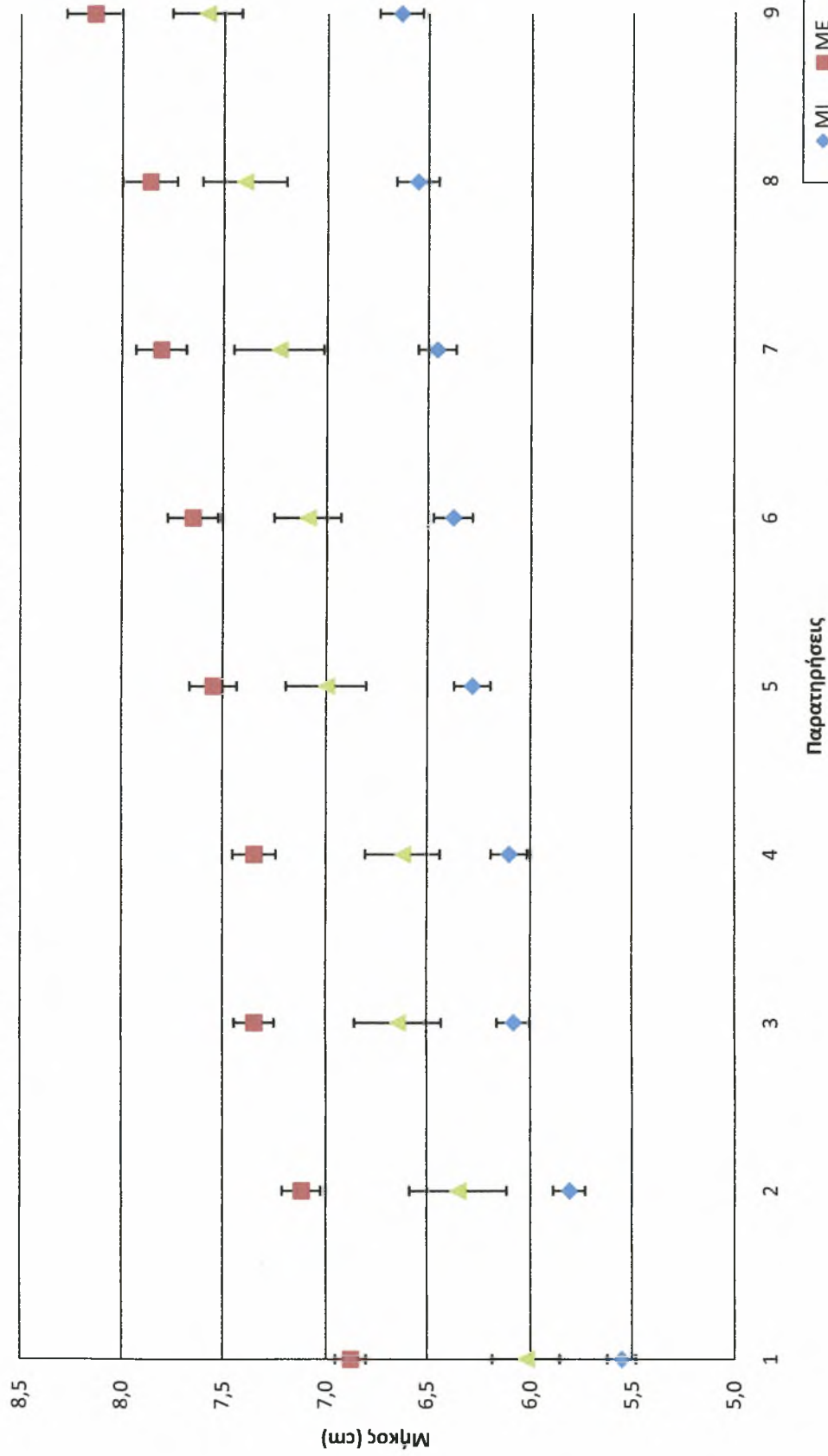
Πιο αναλυτικά τα αποτελέσματα του μήκους, για κάθε ομάδα, δίνονται στον Πίνακα 10, ο οποίος περιλαμβάνει, εκτός από τους μέσους όρους, τις τυπικές αποκλίσεις (SD), τα τυπικά σφάλματα (SE) και το πλήθος των χρυσόψαρων (N).

Πίνακας 10: Τιμές μέσων όρων, τυπικών αποκλίσεων και τυπικών σφαλμάτων του μήκους για όλες τις ομάδες.

Παρατηρήσεις	MI				ME				MA			
	$\bar{x}$	SD	SE	N	$\bar{x}$	SD	SE	N	$\bar{x}$	SD	SE	N
1	5,553	0,43	0,07	36	6,880	0,34	0,08	20	6,021	0,61	0,16	14
2	5,811	0,47	0,08	36	7,120	0,42	0,09	20	6,350	0,88	0,24	14
3	6,081	0,48	0,08	36	7,347	0,42	0,10	19	6,643	0,80	0,21	14
4	6,103	0,52	0,09	36	7,347	0,46	0,10	19	6,621	0,69	0,18	14
5	6,283	0,52	0,09	35	7,547	0,50	0,11	19	7	0,71	0,20	13
6	6,377	0,56	0,09	35	7,647	0,54	0,12	19	7,092	0,58	0,16	13
7	6,457	0,55	0,09	35	7,806	0,53	0,13	18	7,233	0,75	0,22	12
8	6,554	0,62	0,10	35	7,861	0,58	0,14	18	7,4	0,70	0,20	12
9	6,637	0,64	0,11	35	8,138	0,55	0,14	16	7,583	0,58	0,17	12

Στο παρακάτω Σχήμα παρουσιάζεται η εξέλιξη των μέσων όρων του μήκους για κάθε ομάδα με το τυπικό σφάλμα ( $\bar{x} \pm SE$ ) (Σχ. 2).

### Εξέλιξη του μέσου όρου του μήκους ( $\bar{x} \pm SE$ ) για όλες τις ομάδες



Σχήμα 2: Εξέλιξη του μέσου όρου του μήκους ( $\bar{x} \pm SE$ ) για όλες τις ομάδες

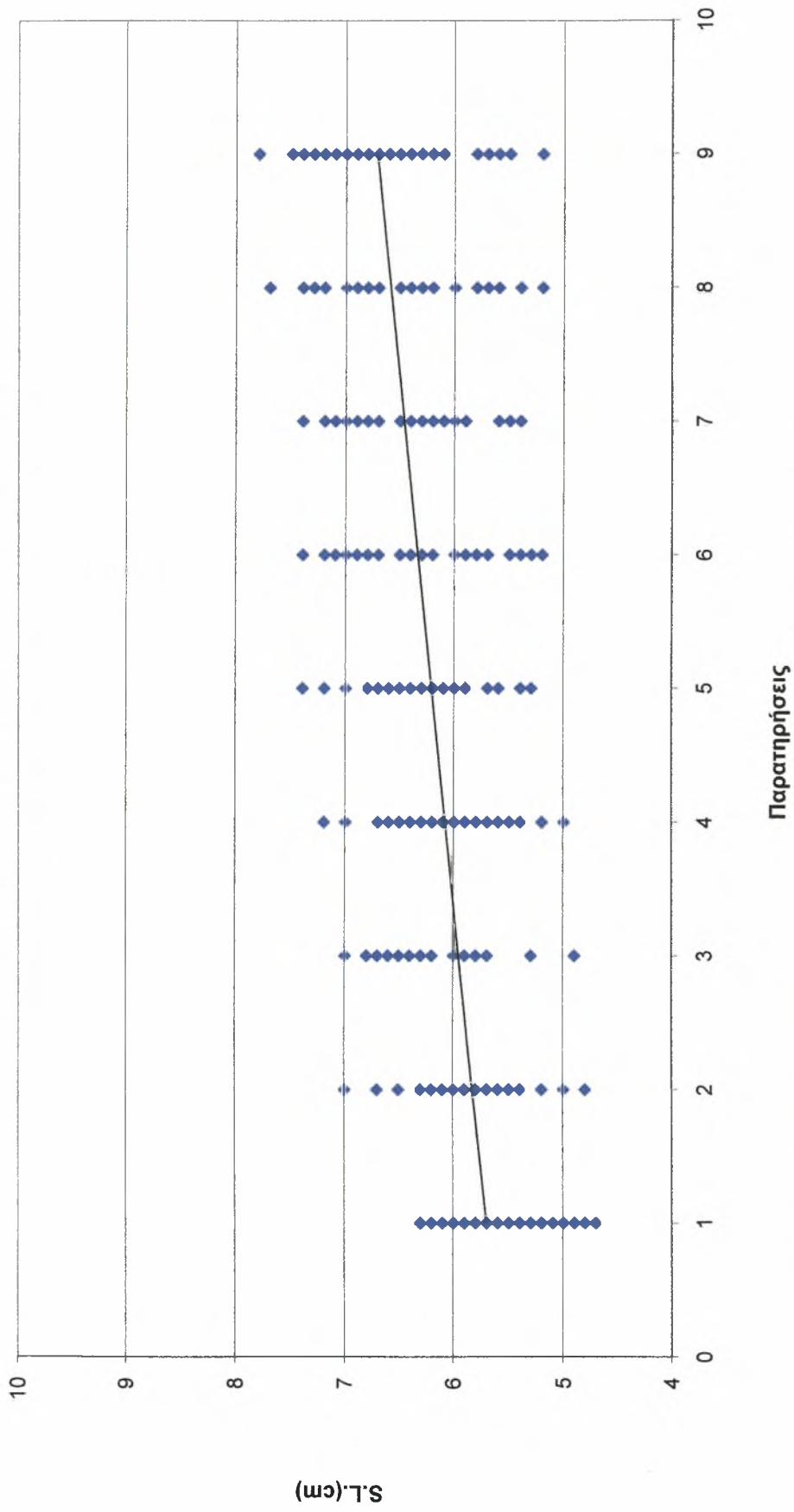
Παρατηρώντας το Σχήμα 2 διαπιστώνουμε τα παρακάτω:

- Το μήκος, στην ομάδα των μικρών (MI), παρουσιάζει μεγάλη τάση αύξησης από την 1<sup>η</sup>-3<sup>η</sup> παρατήρηση και από την 4<sup>η</sup>-5<sup>η</sup> παρατήρηση.
- Το μήκος, στην ομάδα των μεγάλων (ME), παρουσιάζει μεγάλη τάση αύξησης από την 1<sup>η</sup>-3<sup>η</sup> παρατήρηση, από την 4<sup>η</sup>-5<sup>η</sup> παρατήρηση και από την 8<sup>η</sup>-9<sup>η</sup> παρατήρηση.
- Το μήκος, στην ομάδα των μαρτύρων (MA), παρουσιάζει μεγάλη τάση αύξησης από την 1<sup>η</sup>-3<sup>η</sup> παρατήρηση, από την 4<sup>η</sup>-5<sup>η</sup> παρατήρηση και από την 8<sup>η</sup>-9<sup>η</sup> παρατήρηση.
- Όλες οι ομάδες αυξάνονται με ταχύτερους ρυθμούς τα ίδια χρονικά διαστήματα γεγονός που πιθανότατα οφείλεται σε εξωτερικούς-περιβαλλοντικούς παράγοντες και όχι στη σύνθεση των μεγεθών των ομάδων.

Η εξέλιξη του μήκους των χρυσόψαρων κάθε ομάδας εκφράστηκε με γραμμικές εξισώσεις της μορφής  $Y = a + bX$  (όπου  $Y$ : μήκος,  $X$ : χρόνος και  $b$ : ο ρυθμός αύξησης), προκειμένου να διευκολυνθεί η σύγκριση των ρυθμών αύξησης του μήκους των ψαριών για όλη τη διάρκεια του πειράματος.

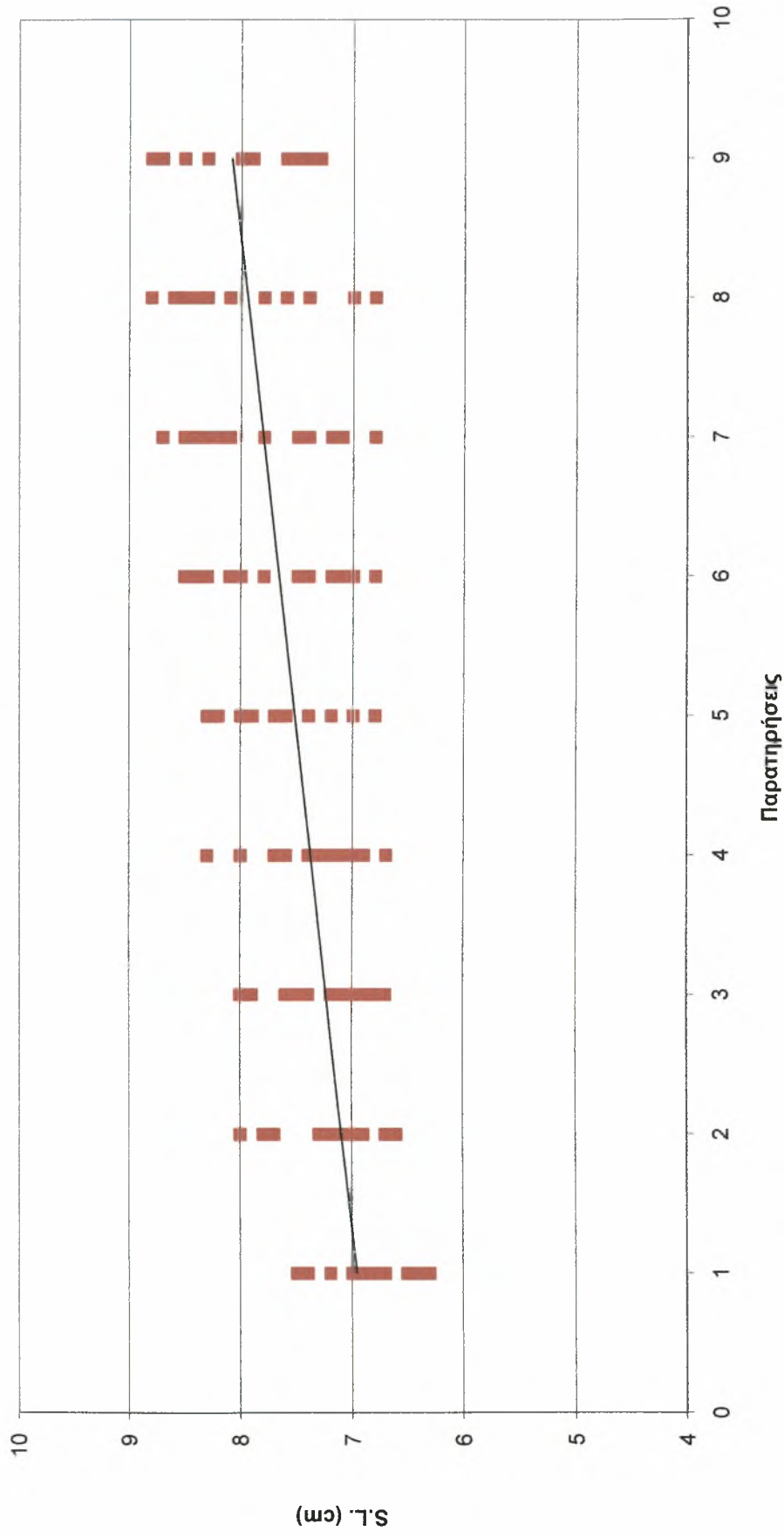
Η αύξηση των ατόμων (μήκος) καθώς και η διασπορά τους παρουσιάζεται στα Σχήματα 3 (MI), 4 (ME) και 5 (MA).

### Τιμές μήκους της ομάδας MI για κάθε παρατήρηση



Σχήμα 3: Εξέλιξη του μήκους, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, για την ομάδα των μικρών ψαριών

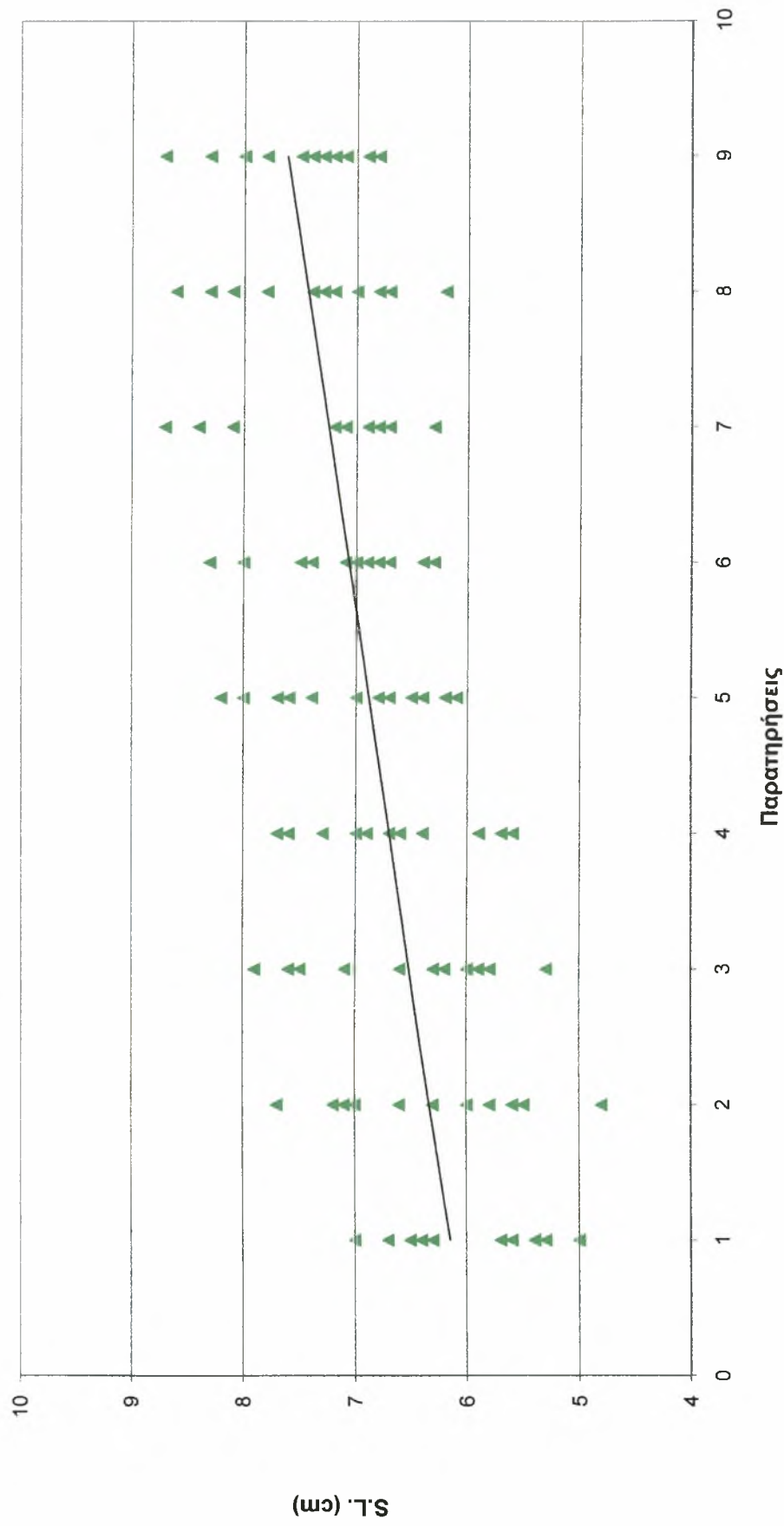
### Τιμές μήκους της ομάδας ΜΕ για κάθε παρατήρηση



Σχήμα 4: Εξέλιξη του μήκους, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, για την ομάδα των μεγάλων ψαριών



### Τιμές μήκους της ομάδας MA για κάθε παρατήρηση



Σχήμα 5: Εξέλιξη του μήκους, καθ' όλη τη διάρκεια του περάματος, για την ομάδα των μαρτύρων

Οι γραμμικές εξισώσεις του μήκους παρουσιάζονται στον Πίνακα 11.

Πίνακας 11: Εξισώσεις που περιγράφουν την εξέλιξη του μέσου όρου του μήκους για κάθε ομάδα

ΟΜΑΔΑ	ΕΞΙΣΩΣΗ	$r^2$
MI	$Y=5,6999+0,009X$	0,95
ME	$Y=6,9569+0,0101X$	0,98
MA	$Y= 6,146+0,013X$	0,97

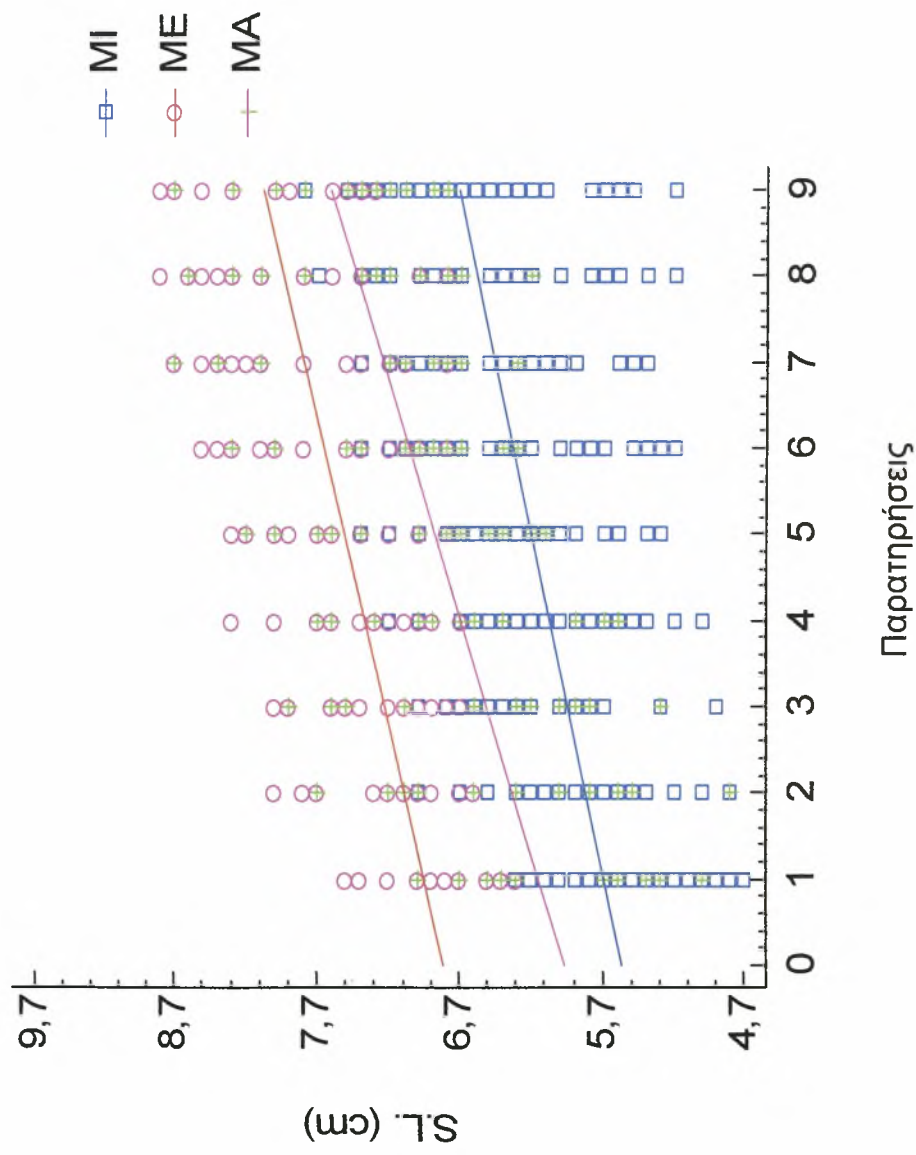
Από τον πίνακα παρατηρούμε ότι το  $r^2$  είναι ισχυρό.

Οι ρυθμοί αύξησης ( $b$ ) του μήκους, συγκρίθηκαν μεταξύ των τριών ομάδων με το τεστ Analysis of Covariance (ANCOVA).

Οι τρεις ευθείες τοποθετήθηκαν στο ίδιο Σχήμα (Σχ. 6) και συγκρίθηκαν οι κλίσεις τους. Συγκρίνοντας τους ρυθμούς αύξησης του μήκους, βρέθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μήκος μεταξύ των τριών ομάδων (ANCOVA,  $F=3,13$ ,  $P<0,05$ ).

Ως προς το μήκος, δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ του ρυθμού αύξησης,  $b$ , των μικρών (MI) και των μεγάλων ατόμων (ME). Ωστόσο, ο ρυθμός αύξησης των μαρτύρων (MA) είναι μεγαλύτερος της ομάδας των μικρών (MI) με στατιστικά σημαντική διαφορά. Άρα η ομάδα MA αυξάνεται ταχύτερα σε μήκος σε σχέση με τις άλλες δύο ομάδες (TUCKEY TEST,  $q_{MIvsME}=1,05$   $q_{MIvsMA}=3,37$   $q_{MEvsMA}=2,29$   $q_{0.05}=3,32$ ).

## Τιμές μήκους όλων των ομάδων για κάθε παρατήρηση



Σχήμα 6: Εξέλιξη του μήκους, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, για όλες τις ομάδες

## Βάρος

Το αρχικό και τελικό βάρος των ψαριών ( $\bar{x} \pm SD$ ) καθώς και η συνολική ποσοστιαία αύξηση των νέων πλέον ομάδων δίνεται παρακάτω (Πίν. 12):

Πίνακας 12: Αρχικό, τελικό βάρος ( $\bar{x} \pm SD$ ) και ποσοστιαία αύξηση των νέων ομάδων

Ομάδα	Αρχικό βάρος (g)	Τελικό βάρος (g)	Ποσοστιαία Αύξηση
MI	6,197 ± 1,28	9,923 ± 2,78	60,1%
ME	11,073 ± 1,85	18,014 ± 3,64	62,7%
MA	7,889 ± 2,12	14,716 ± 3,11	86,5%

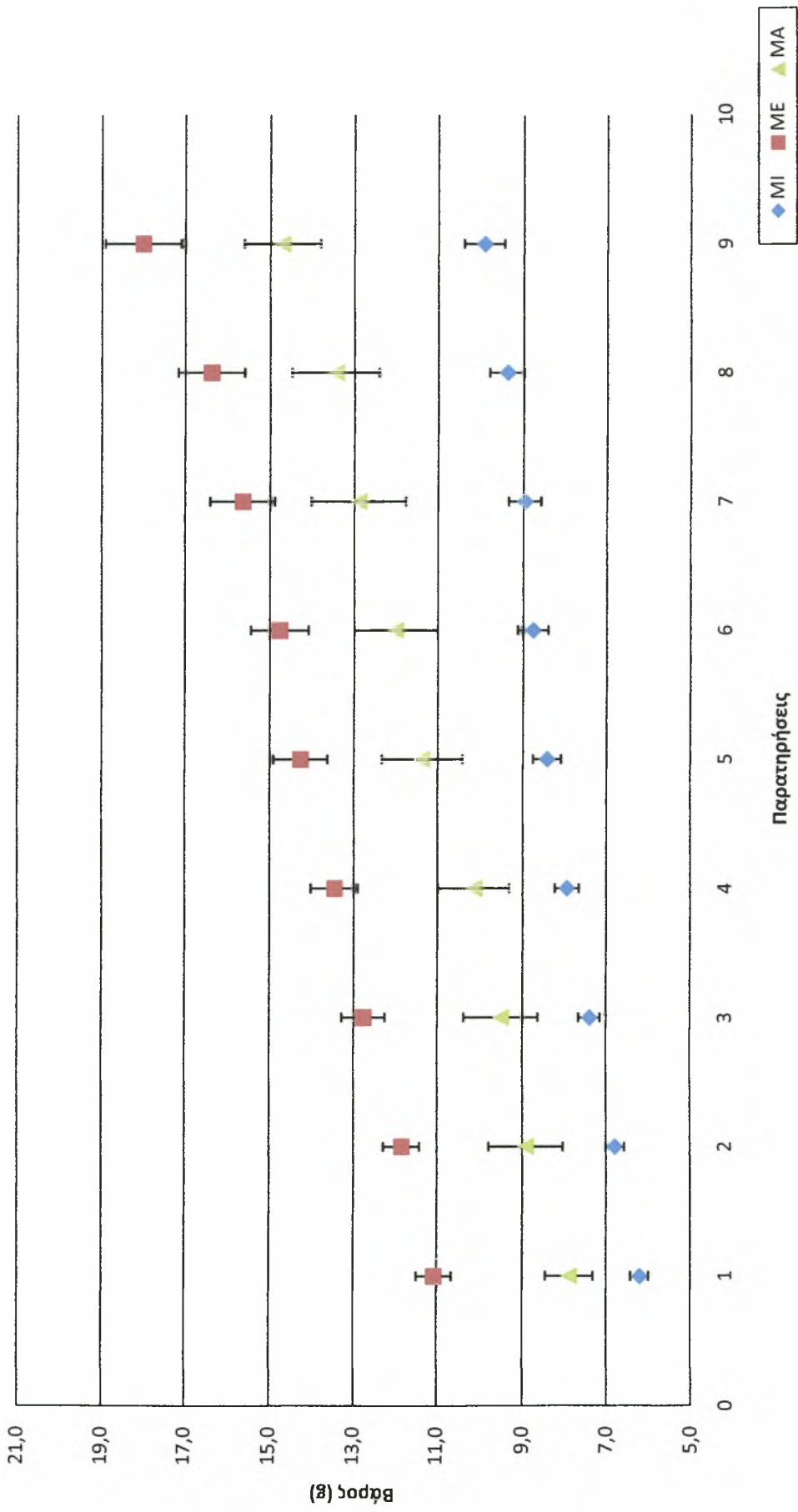
Πιο αναλυτικά τα αποτελέσματα του βάρους, για κάθε ομάδα, δίνονται στον Πίνακα 13, ο οποίος περιλαμβάνει, εκτός από τους μέσους όρους, τις τυπικές αποκλίσεις (SD), τα τυπικά σφάλματα (SE) και το πλήθος των χρυσόψαρων (N).

Πίνακας 13: Τιμές μέσων όρων, τυπικών αποκλίσεων και τυπικών σφαλμάτων του βάρους για όλες τις ομάδες.

Παρατηρήσεις	MI				ME				MA			
	$\bar{x}$	SD	SE	N	$\bar{x}$	SD	SE	N	$\bar{x}$	SD	SE	N
1	6,197	1,28	0,21	36	11,073	1,85	0,41	20	7,889	2,12	0,57	14
2	6,783	1,35	0,22	36	11,848	1,93	0,43	20	8,916	3,28	0,88	14
3	7,406	1,55	0,26	36	12,770	2,27	0,52	19	9,510	3,27	0,87	14
4	7,948	1,72	0,29	36	13,466	2,43	0,56	19	10,142	3,09	0,83	14
5	8,431	1,96	0,33	35	14,275	2,78	0,64	19	11,373	3,45	0,96	13
6	8,768	2,13	0,36	35	14,763	2,97	0,68	19	12,000	3,53	0,98	13
7	8,966	2,26	0,38	35	15,649	3,23	0,76	18	12,894	3,91	1,13	12
8	9,377	2,47	0,42	35	16,380	3,33	0,78	18	13,443	3,59	1,04	12
9	9,923	2,78	0,47	35	18,014	3,64	0,91	16	14,716	3,11	0,90	12

Στο παρακάτω Σχήμα παρουσιάζεται η εξέλιξη των μέσων όρων του βάρους για κάθε ομάδα με το τυπικό σφάλμα ( $\bar{x} \pm SE$ ) (Σχ. 7).

### Εξέλιξη του μέσου όρου του βάρους ( $\bar{x} \pm SE$ ) για όλες τις ομάδες



Σχήμα 7: Εξέλιξη του μέσου όρου του βάρους ( $\bar{x} \pm SE$ ) για όλες τις ομάδες

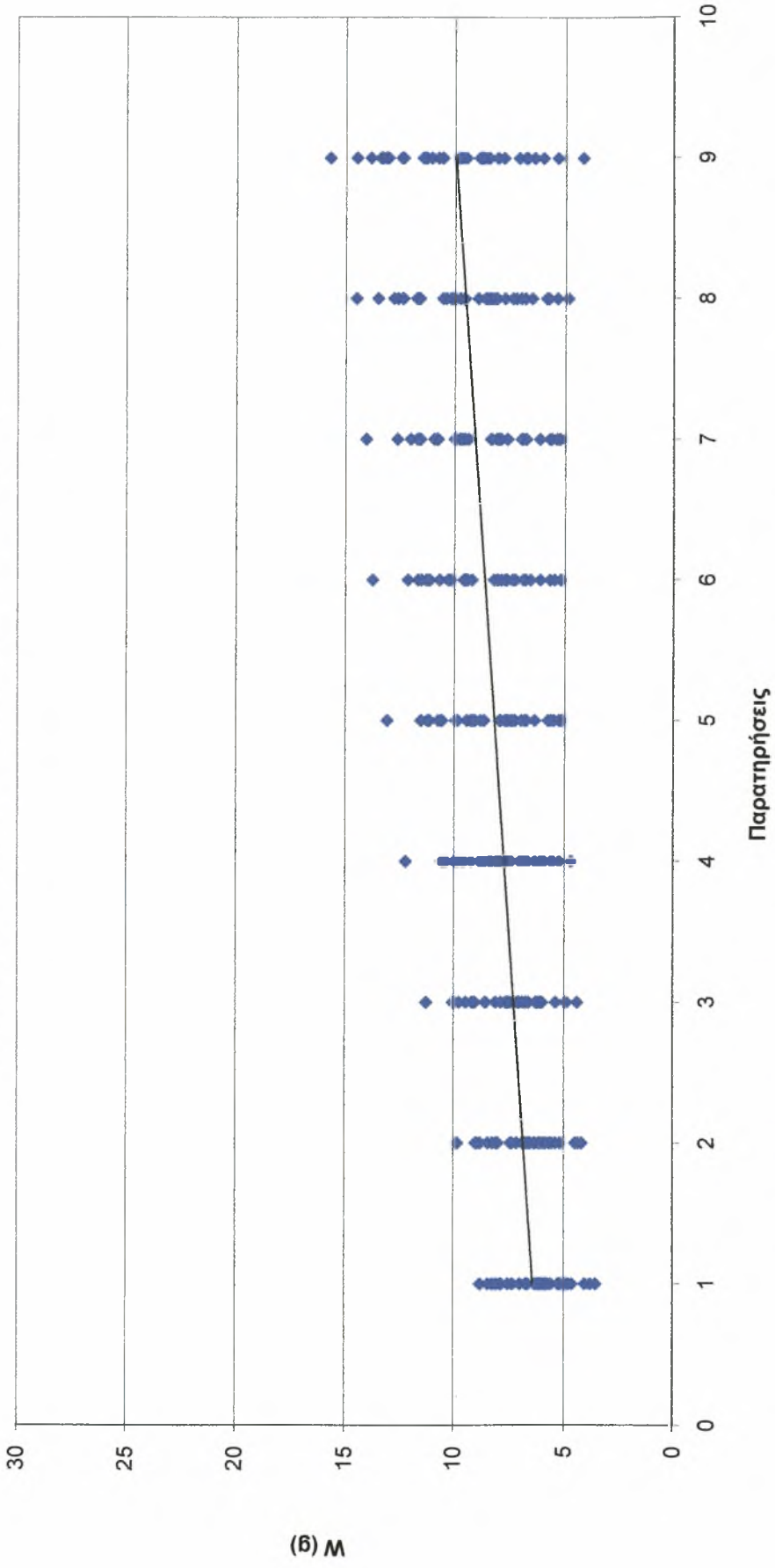
Παρατηρώντας το Σχήμα 7 διαπιστώνουμε τα παρακάτω:

- Το βάρος, στην ομάδα των μικρών (MI), παρουσιάζει μεγάλη τάση αύξησης από την 1<sup>η</sup>-5<sup>η</sup> παρατήρηση.
- Το βάρος, στην ομάδα των μεγάλων (ME), παρουσιάζει μεγάλη τάση αύξησης από την 1<sup>η</sup>-3<sup>η</sup> παρατήρηση και από την 8<sup>η</sup>-9<sup>η</sup> παρατήρηση, διάστημα κατά το οποίο αυξήθηκαν εξαιρετικά πολύ.
- Το βάρος, στην ομάδα των μαρτύρων (MA), παρουσιάζει μεγάλη τάση αύξησης από την 4<sup>η</sup>-5<sup>η</sup> παρατήρηση και από την 8<sup>η</sup>-9<sup>η</sup> παρατήρηση.
- Όλες οι ομάδες αυξάνονται με ταχύτερους ρυθμούς περίπου τα ίδια χρονικά διαστήματα γεγονός που πιθανότατα οφείλεται σε εξωτερικούς-περιβαλλοντικούς παράγοντες και όχι στη σύνθεση των μεγεθών των ομάδων.

Η εξέλιξη του βάρους των χρυσόψαρων κάθε ομάδας εκφράστηκε με γραμμικές εξισώσεις της μορφής  $Y = a + bX$  (όπου  $Y$ : βάρος,  $X$ : χρόνος και  $b$ : ο ρυθμός αύξησης), προκειμένου να διευκολυνθεί η σύγκριση των ρυθμών αύξησης του βάρους των ψαριών για όλη τη διάρκεια του πειράματος.

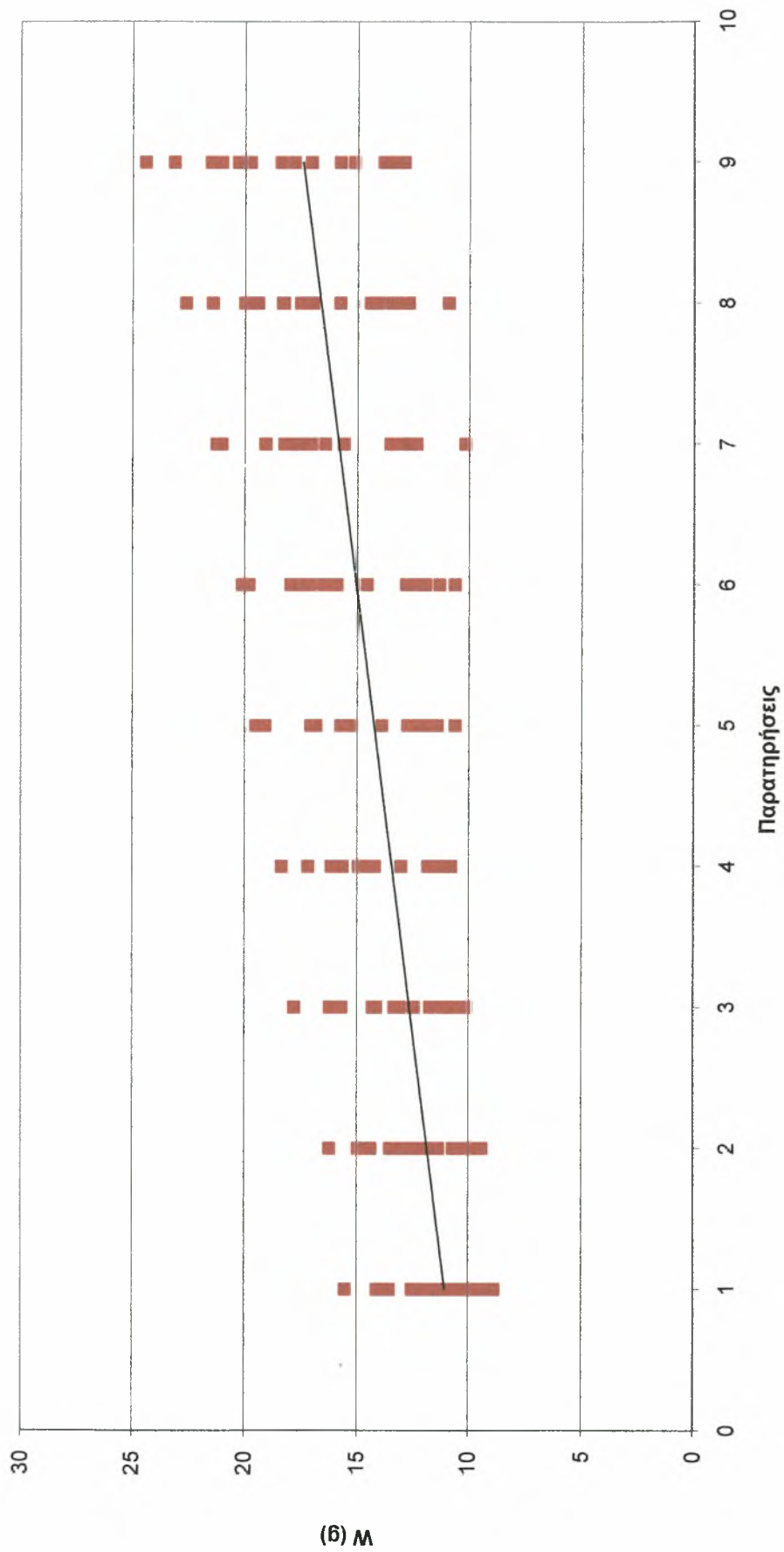
Η αύξηση των ατόμων (βάρος) καθώς και η διασπορά τους παρουσιάζεται στα Σχήματα 8 (MI), 9 (ME) και 10 (MA).

### Τιμές βάρους της ομάδας M1 για κάθε παρατήρηση



Σχήμα 8: Εξέλιξη του βάρους, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, για την ομάδα των μικρών ψαριών

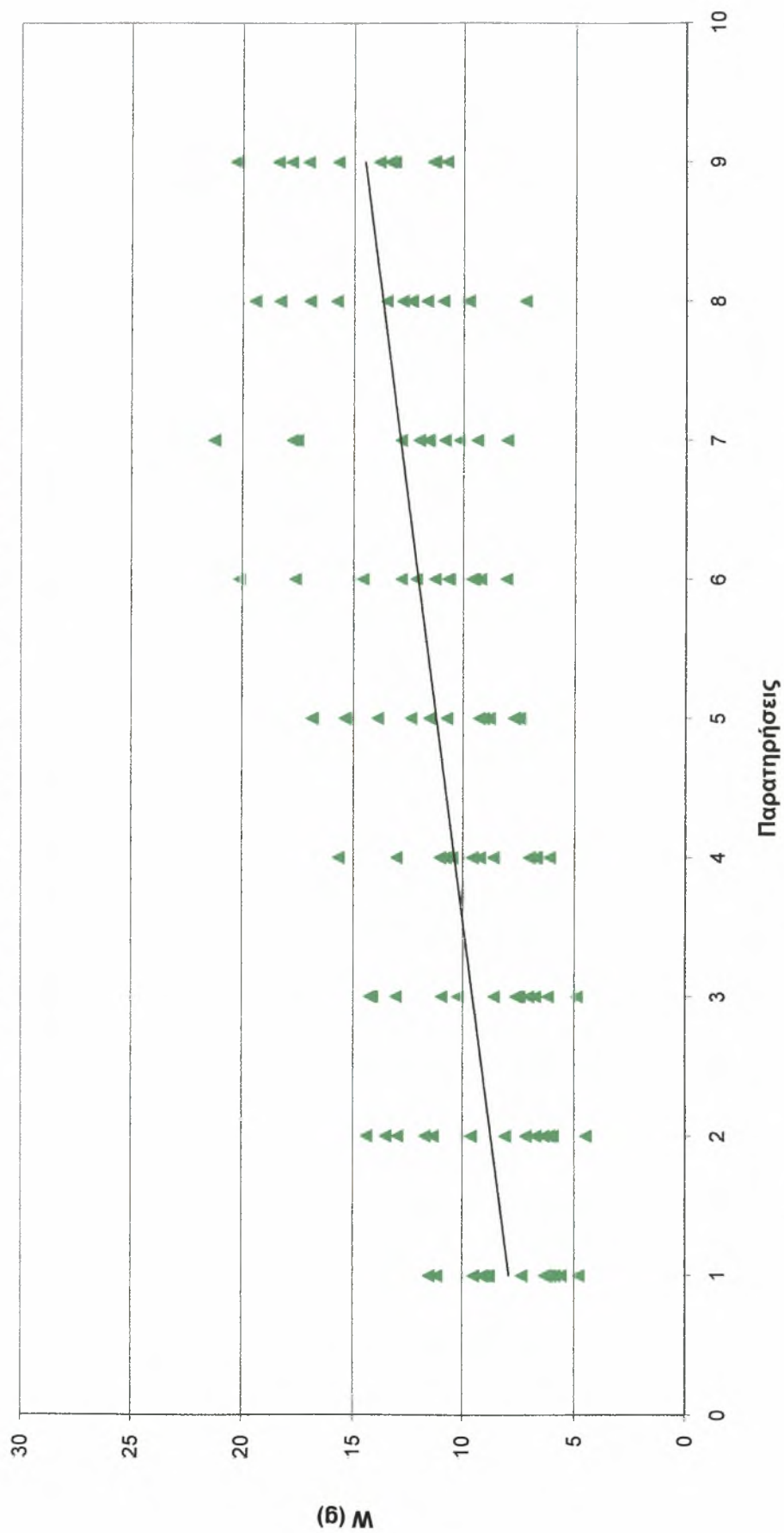
### Τιμές βάρους της ομάδας ΜΕ για κάθε παρατήρηση



Σχήμα 9: Εξέλιξη του βάρους, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, για την ομάδα των μεγάλων ψαριών



### Τιμές βάρους των μαρτύρων για κάθε παρατήρηση



Σχήμα 10: Εξέλιξη του βάρους, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, για την ομάδα των μαρτύρων

Οι γραμμικές εξισώσεις του βάρους παρουσιάζονται στον Πίνακα 14.

Πίνακας 14: Εξισώσεις που περιγράφουν την εξέλιξη του μέσου όρου του βάρους για κάθε ομάδα

ΟΜΑΔΑ	ΕΞΙΣΩΣΗ	$r^2$
MI	$Y=6,425+0,0317X$	0,98
ME	$Y=11,021+0,0576X$	0,99
MA	$Y=7,908+0,058X$	0,99

Από τον πίνακα παρατηρούμε ότι το  $r^2$  είναι ισχυρό.

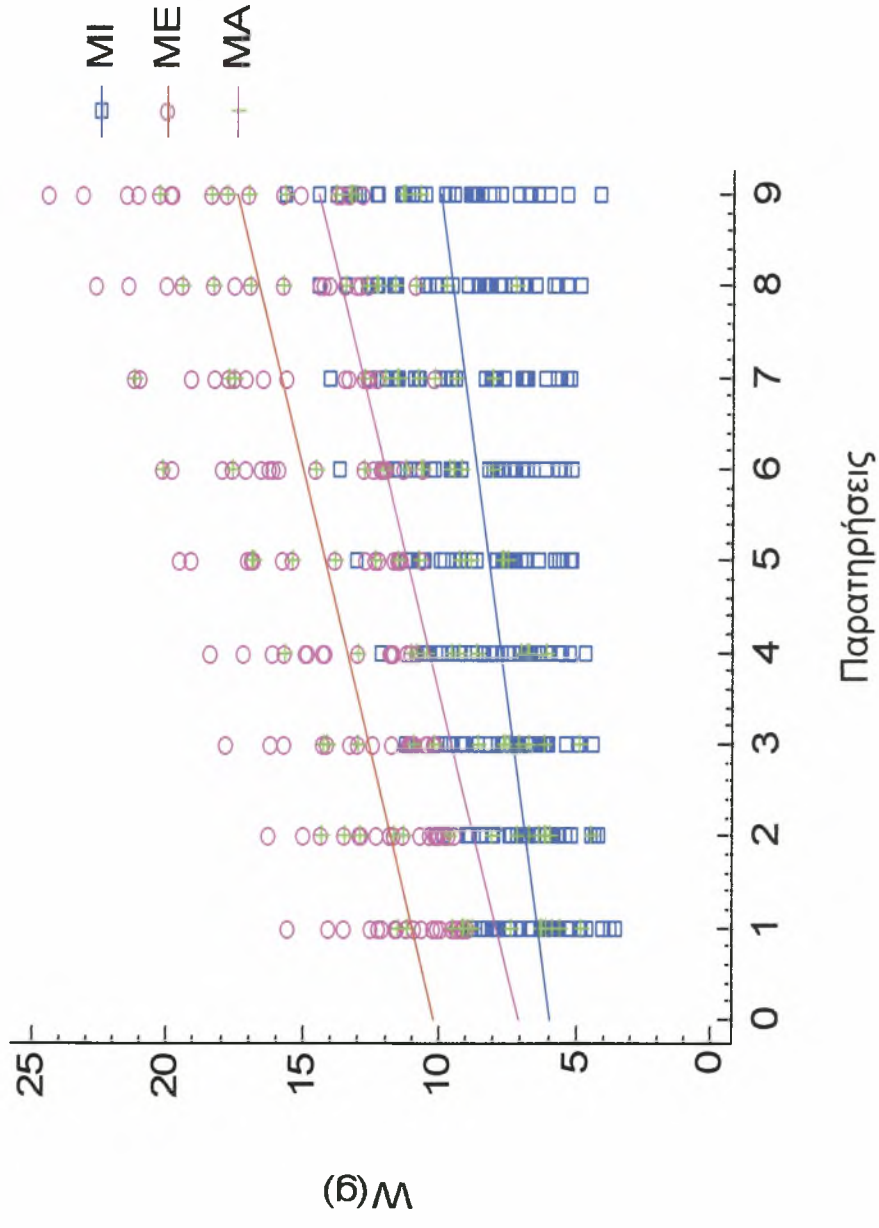
Οι ρυθμοί αύξησης ( $b$ ) του βάρους, συγκρίθηκαν μεταξύ των τριών ομάδων με το τεστ Analysis of Covariance (ANCOVA).

Οι τρεις ευθείες τοποθετήθηκαν στο ίδιο Σχήμα (Σχ. 11) και συγκρίθηκαν οι κλίσεις τους. Συγκρίνοντας τους ρυθμούς αύξησης του βάρους, βρέθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο βάρος μεταξύ των τριών ομάδων (ANCOVA,  $F=11,14$ ,  $P<0,001$ ).

Οι ρυθμοί αύξησης,  $b$ , του βάρους των μαρτύρων (MA) και των μεγάλων (ME) είναι παρόμοιοι ενώ ο ρυθμός αύξησης των μικρών (MI) είναι μικρότερος των MA και των ME. Άρα οι ομάδες MA και ME αυξάνονται ταχύτερα σε βάρος σε σχέση με την ομάδα των MI (TUCKEY TEST,  $q_{MIvsME}=6,05$   $q_{MIvsMA}=5,44$   $q_{MEvsMA}=0,24$   $q_{0,05}=3,32$ ).



### Τιμές βάρους όλων των ομάδων για κάθε παρατήρηση



Σχήμα 11: Εξέλιξη του βάρους, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, για όλες τις ομάδες

### Συντελεστής Παραλλακτικότητας (CV%)

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι τιμές του συντελεστή παραλλακτικότητας ( $CV\% = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100$ ) του μήκους (Πίν. 15) και του βάρους (Πίν. 16) για κάθε ομάδα:

Πίνακας 15: Τιμές συντελεστή παραλλακτικότητας (CV%) του μήκους για κάθε ομάδα

Παρατηρήσεις	MI	ME	MA
1	7,68	4,91	10,14
2	8,10	5,85	13,90
3	7,85	5,75	12,08
4	8,55	6,19	10,43
5	8,34	6,60	10,10
6	8,81	7,02	8,23
7	8,50	6,84	10,40
8	9,43	7,32	9,47
9	9,62	6,77	7,69

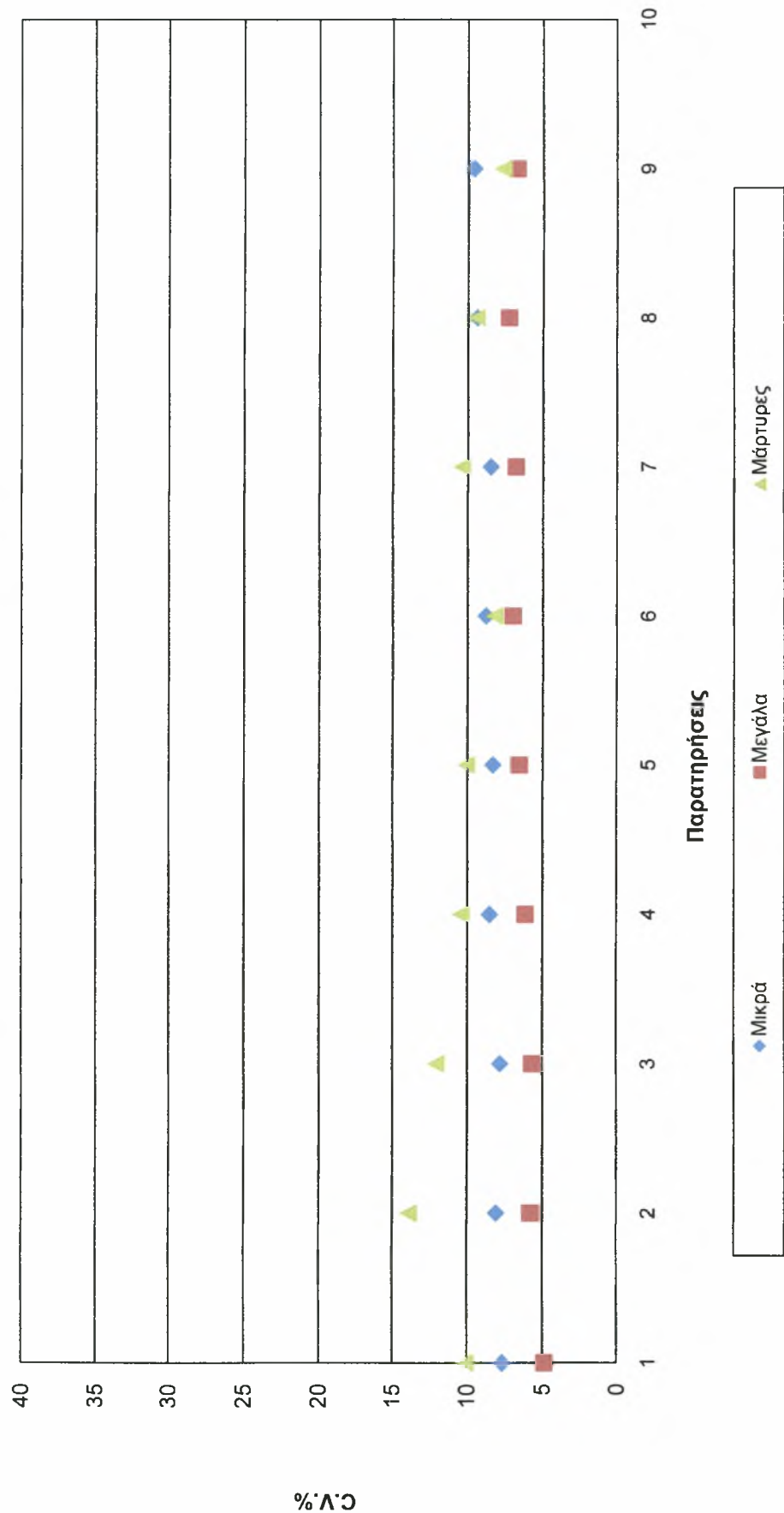
Πίνακας 16: Τιμές συντελεστή παραλλακτικότητας (CV%) του βάρους για κάθε ομάδα

Παρατηρήσεις	MI	ME	MA
1	20,60	16,71	26,93
2	19,87	16,30	36,81
3	20,88	17,75	34,38
4	21,66	18,06	30,46
5	23,26	19,47	30,31
6	24,32	20,09	29,45
7	25,16	20,65	30,36
8	26,39	20,31	26,74
9	28,04	20,21	21,15

Η εξέλιξη του συντελεστή παραλλακτικότητας (CV%) του μήκους (Σχ. 12) και του βάρους (Σχ. 13) για τις τρεις ομάδες ψαριών παρουσιάζεται παρακάτω. Όπως παρατηρούμε από τα Σχήματα, ο συντελεστής παραλλακτικότητας των μικρών (MI) και των μεγάλων (ME) ψαριών ακολουθεί παρόμοια αυξητική τάση, σε σχέση με το χρόνο, τόσο για το μήκος όσο και για το βάρος.

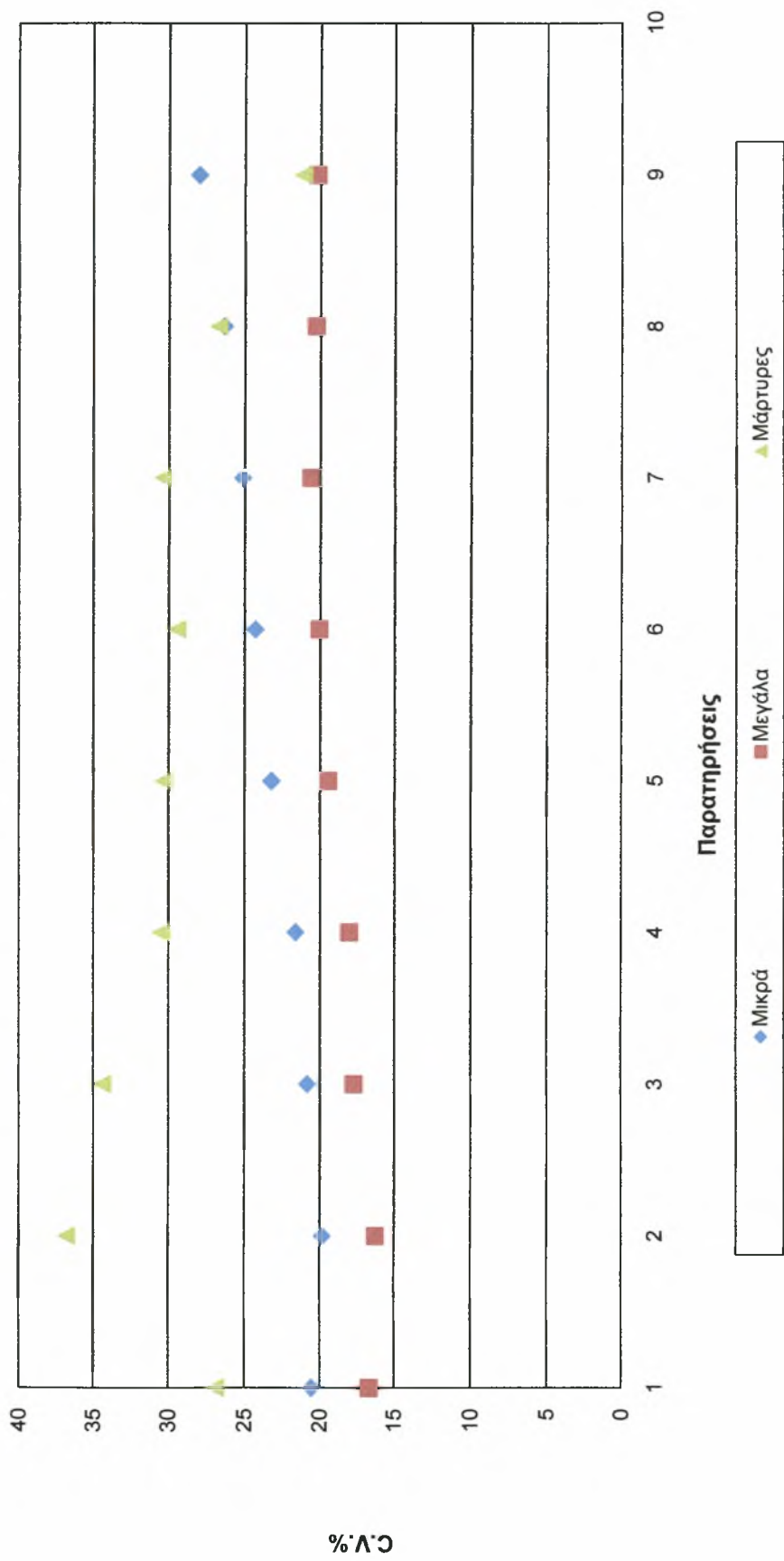
Αντίθετα, στην ομάδα των μαρτύρων (MA) ο συντελεστής παραλλακτικότητας τόσο του μήκους όσο και του βάρους παρουσιάζει σχετικά έντονες αυξομειώσεις.

### Σύγκριση Συντελεστών Παραλλακτικότητας του Μήκους



Σχήμα 12: Εξέλιξη του Συντελεστή Παραλλακτικότητας του μήκους για όλες τις ομάδες

### Σύγκριση Συντελεστών Παραλλακτικότητας του Βάρους



Σχήμα 13: Εξέλιξη του Συντελεστή Παραλλακτικότητας του βάρους για όλες τις ομάδες

## Συζήτηση

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση του μεγέθους στην ανάπτυξη του χρυσόψαρου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνάς μας το μέγεθος επηρεάζει την ανάπτυξη του χρυσόψαρου. Συγκεκριμένα το μήκος των ψαριών διαφοροποιήθηκε κατά τη διάρκεια του πειράματος μεταξύ των τριών ομάδων, όπως επίσης και το βάρος, εκφράζοντας έτσι την επίδραση του μεγέθους στην ανάπτυξή τους. Οι διαφοροποιήσεις μεταξύ των τριών ομάδων, τόσο για το μήκος όσο και για το βάρος, ήταν στατιστικά σημαντικές και καλύτερη ανάπτυξη παρουσίασε η ομάδα των μαρτύρων (ΜΑ) η οποία αποτελείτο από άτομα μικρού και μεγάλου μεγέθους σε σύγκριση με τις άλλες δύο ομάδες των μικρών (ΜΙ) και των μεγάλων (ΜΕ). Όσον αφορά στο μήκος η αύξηση της ομάδας ΜΑ ήταν της τάξης του 25,9% σε αντίθεση με τις ομάδες ΜΙ και ΜΕ που ήταν της τάξης των 19,5% και 18,3%, αντίστοιχα. Όσον αφορά στο βάρος η αύξηση της ομάδας ΜΑ ήταν της τάξης του 86,5% σε αντίθεση με τις ομάδες ΜΙ και ΜΕ που ήταν της τάξης του 60,1% και 62,7%, αντίστοιχα.

Είναι πιθανόν, τα υψηλά επίπεδα αλληλεπίδρασης και ανταγωνισμού μεταξύ ψαριών παρόμοιου μεγέθους να μπορούν να εξηγήσουν τη μειωμένη αύξηση των «μικρών» και «μεγάλων» ψαριών σε σχέση με την ομάδα που περιέχει ψάρια και των δύο μεγεθών, όπως αναφέρεται και στους Baardvik and Jobling (1990), οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση της διαλογής των μεγεθών στην αύξηση της βιομάζας και τους ατομικούς ρυθμούς αύξησης του *Salvelinus alpinus* L., χωρίζοντας τα ψάρια σε ομάδες «μικρών» (<17 cm), «μεγάλων» (>17 cm) και «ατόμων που δεν υπέστησαν διαλογή». Οι επαναλήψεις περιείχαν από 100 ψάρια η καθεμιά. Στο τέλος του πειράματος το μέγεθος διέφερε σημαντικά μεταξύ των τριών ομάδων. Η ομάδα των «ατόμων που δεν υπέστησαν διαλογή» αποτελούνταν από μικρά και μεγάλα ψάρια και αναπτύχθηκε καλύτερα σε σχέση με τις ομάδες των «μικρών» και των «μεγάλων» που αποτελούνταν από συγκεκριμένου μεγέθους ψάρια. Με σκοπό να αξιολογηθεί το πότε τα ψάρια είχαν την τάση να αυξηθούν, μέσα σε ένα περιορισμένο εύρος μεγεθών, η αύξηση των ψαριών, που εκτρέφονταν κάτω από διαφορετικές συνθήκες διαλογής μεγεθών, εξετάστηκε με περισσότερες λεπτομέρειες υποδιαιρώντας αυτές τις ομάδες σε μικρότερες των 10 ατόμων με παρόμοιο αρχικό μέγεθος. Το συμπέρασμα ήταν ότι οι ομάδες που είχαν υποστεί διαλογή, είχαν την τάση να αυξάνονται με μικρότερους ρυθμούς σε σχέση με τις ομάδες που δεν είχαν υποστεί

διαλογή, αλλά σε καμία περίπτωση δεν ήταν στατιστικά σημαντικές αυτές οι διαφορές. Με άλλα λόγια, η αύξηση που παρατηρήθηκε στα ψάρια που υπέστησαν διαλογή δεν οφειλόταν στις συγκεκριμένες κατηγορίες μεγέθους των ψαριών, που εμφάνιζαν πολύ μικρή αύξηση, αλλά προέκυπτε ως το αθροιστικό αποτέλεσμα της ομοιόμορφης επιβράδυνσης της αύξησης σε όλες τις κλάσεις μεγεθών που συμμετείχαν στον πειραματισμό. Στο συγκεκριμένο πείραμα τα ψάρια εκτρέφονταν σε μεγάλες ιχθυοπυκνότητες με άλλα ψάρια, παρόμοιου μεγέθους με αυτά, και το γεγονός αυτό τα ώθησε σε υψηλά επίπεδα αλληλεπίδρασης. Τα υψηλά επίπεδα αλληλεπίδρασης μεταξύ ατόμων ίδιου μεγέθους μπορεί να δρουν συνδυαστικά με το τάισμα και να οδηγούν σε αύξηση της δαπάνης ενέργειας, δίνοντας σαν τελικό αποτέλεσμα μειωμένη αύξηση.

Ακόμη, στη βιβλιογραφία φαίνεται ότι η διαλογή των ψαριών σε κατηγορίες μεγέθους λαμβάνει χώρα κυρίως σε μεγάλης κλίμακας μονάδες παραγωγής ψαριών σε μια προσπάθεια να περιορίσουν το εύρος των μεγεθών και να απλοποιήσουν τις διαδικασίες εκτροφής (Jobling and Reinsnes, 1987). Οι αλληλεπιδράσεις που διαμορφώνουν τη συμπεριφορά μεταξύ ψαριών του ίδιου μεγέθους έχει προταθεί ως μια εξήγηση της μειωμένης ανάπτυξης που παρατηρείται σε κάποια πειράματα διαλογής των μεγεθών. Ωστόσο, υπάρχουν επίσης ενδείξεις ότι όταν σχηματίζονται σταθερές ιεραρχίες, αυτές τείνουν να υπερισχύουν στο χρόνο και ότι τέτοιες ομάδες ψαριών αυξάνονται ταχύτερα σε σχέση με ομάδες στις οποίες δεν έχουν αναπτυχθεί τέτοιες ιεραρχίες (Imsland *et al.*, 2008).

Ακολουθώντας το ίδιο μοτίβο, ο Carmichael (1994) μελέτησε τις επιδράσεις της διαλογής των μεγεθών στην παραλλακτικότητα και την αύξηση του γατόψαρου, *Ictalurus punctatus*, εκτρεφόμενου σε παρόμοιες ιχθυοφορτίσεις. Το *Ictalurus punctatus* διαχωρίστηκε ανάλογα με το μέγεθός του σε τέσσερις ομάδες ( $\bar{x} \pm SE$ ): μεγάλα ( $92,4g \pm 0,9$ ), μεσαία ( $64,2g \pm 0,5$ ), μικρά ( $36,1g \pm 0,5$ ) και μικτά ( $49,0g \pm 2,0$ ), τα οποία ήταν ένας συνδυασμός μικρών, μεσαίων και μεγάλων. Οι εκτρεφόμενες ομάδες τοποθετήθηκαν σε δεξαμενές με αρχική ιχθυοφόρτιση 3,12 g ανά λίτρο νερού για 66 ημέρες λαμβάνοντας καθημερινά τροφή ίση με το 3% της βιομάζας τους. Η τελική ιχθυοφόρτιση κυμάνθηκε στα 9,95 g/l και ήταν ίση σε όλες τις εκτρεφόμενες ομάδες. Η επιβίωση και η μετατρεψιμότητα της τροφής ήταν παρόμοιες μεταξύ των ομάδων. Οι τελικοί συντελεστές παραλλακτικότητας ήταν μεγαλύτεροι από τους αρχικούς για τις ομάδες των μικρών, μεσαίων και μεγάλων και μικρότεροι των αρχικών για την



ομάδα των μικτών. Αυτό δείχνει μια ανακατανομή της παραλλακτικότητας, ίσως εξαιτίας της αυξημένης διατροφικής συμπεριφοράς ή της ιεραρχικής ταξινόμησης, που προέκυψε από αλληλεπιδράσεις που διαμορφώνουν τη συμπεριφορά μεταξύ των ατόμων .

Παρόμοια αποτελέσματα με τους παραπάνω προέκυψαν όταν, μετά από 14 χρόνια, ο Imsland και οι συνεργάτες του (2008) μελέτησαν την επίδραση των διαφορετικών μεγεθών και των διαφορετικών κοινωνικών συνθηκών στην αύξηση των ιχθυδίων του πλατύψαρου *Hippoglossus hippoglossus*. Τα άτομα μετά από μαρκάρισμα χωρίστηκαν σε δύο κλάσεις μεγέθους (μικρά-S και μεγάλα-L) έχοντας ως μάρτυρες τα ψάρια που δεν διαχωρίστηκαν. Έπειτα από 6 εβδομάδες, οι δύο ομάδες χωρίστηκαν καθεμιά σε άλλες δύο ομάδες δημιουργώντας τελικά τέσσερις πειραματικές ομάδες: τα μικρά (SL) και τα μεγάλα (LL) ψάρια των μεγάλων ψαριών, αντίστοιχα, και τα μικρά (SS) και μεγάλα (LS) ψάρια των μικρών ψαριών, αντίστοιχα. Ο διαχωρισμός αυτός ενίσχυσε το ρυθμό αύξησης στο 10% σε σύγκριση με τα ψάρια που δεν υπέστησαν διαλογή, αλλά το αποτέλεσμα επηρεάστηκε επίσης σημαντικά από τις συνθήκες που υπήρχαν στο περιβάλλον των ψαριών, επειδή στο δεύτερο μισό του πειράματος η συνολική αύξηση έφτασε στο 11 και 12% στις δύο ομάδες. Οι σημαντικές απόλυτες συσχετίσεις των μεγεθών, που επιτεύχθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος, ήταν υψηλότερες για τις ομάδες των μαρτύρων, των SS και των LL από ότι σε αυτές των SL και LS. Επιπλέον, οι διαφορές στους ρυθμούς αύξησης μπορεί να είναι προϊόν των διαφορετικών βαθμών αλληλεπίδρασης μεταξύ των ατόμων και, με βάση τους υψηλότερους συνολικούς ρυθμούς αύξησης των ομάδων με τις μεγαλύτερες αποκλίσεις μεγεθών, συμπεραίνεται ότι τα ιχθύδια του *Hippoglossus hippoglossus* δεν θα έπρεπε να διαχωρίζονται ανάλογα με το μέγεθος τόσο εντατικά.

Τα αποτελέσματά μας συμφωνούν απόλυτα με αυτά των Baardvik and Jobling (1990), Carmichael (1994) και Imsland *et al.* (2008). Τα ψάρια των οποίων οι ρυθμοί αύξησης, τόσο του μήκους όσο και του βάρους, αυξήθηκαν ταχύτερα, ήταν αυτά που ανήκαν στην ομάδα που περιείχε άτομα και των δύο μεγεθών, άρα οι αλληλεπιδράσεις που επηρεάζουν τη συμπεριφορά μεταξύ των ψαριών, παίζουν σημαντικό ρόλο.

Αντίθετα αποτελέσματα, από αυτά της παρούσας εργασίας, προέκυψαν στους Jobling and Reinsnes (1987), οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση της διαλογής των μεγεθών στην κατανομή των συχνοτήτων του μεγέθους και στην ανάπτυξη του

*Salvelinus alpinus* L., χωρίζοντας τα ψάρια σε ομάδες «μικρών» (<30g), «μεγάλων» (>30g) και «ατόμων που δεν υπέστησαν διαλογή». Κατά την έναρξη του πειράματος, οι κατανομές της συχνότητας των μεγεθών των «ατόμων που δεν υπέστησαν διαλογή» και των «μικρών» και «μεγάλων» ήταν παρόμοια, αλλά μετά από πέντε μήνες εκτροφής οι κατανομές παρουσίασαν αξιοσημείωτες διαφορές. Υπήρχαν ενδείξεις ότι η ανάπτυξη των «μικρών» ψαριών βελτιώθηκε κατά την απουσία των μεγαλύτερων, αλλά η ταξινόμηση των μεγεθών οδήγησε επίσης σε μειωμένη αύξηση κάποιων «μεγάλων» ψαριών, με συνέπεια η ταξινόμηση αυτή να μην οδηγήσει σε συνολική αύξηση της βιομάζας και των ρυθμών παραγωγής. Διάφοροι παράγοντες μπορεί να καθορίζουν τους ρυθμούς ανάπτυξης που παρουσιάζονται στα «μικρά» ψάρια αλλά οι αλληλεπιδράσεις της συμπεριφοράς φαίνεται να είναι η κύρια αιτία ύφεσης των «μικρών» ατόμων. Στην παρούσα εργασία διαπιστώσαμε ότι η ταυτόχρονη παρουσία μικρών και μεγάλων ατόμων στον ίδιο χώρο ευνοεί το ρυθμό αύξησής τους.

Ο Kamstra (1993), που μελέτησε την επίδραση της διαλογής των μεγεθών στην ατομική αύξηση του χελιού, *Anguilla anguilla*, χρησιμοποιώντας ατομικό μαρκάρισμα, δεν μπόρεσε να ανιχνεύσει σημαντικές μεταβολές στην αύξηση και την επιβίωση των ατόμων. Η διαλογή των μεγεθών δεν είχε σημαντικές επιδράσεις στη συνολική τελική βιομάζα ή στην κατανομή των συχνοτήτων των μεγεθών. Οι ατομικοί ρυθμοί αύξησης δεν επηρεάστηκαν από τη διαλογή των μεγεθών και εμφάνισαν μια κατανομή κοντά στη φυσιολογική.

Ο de March (1997) μελέτησε τις κοινωνικές και γενετικές διαφορές της παραλλακτικότητας των μεγεθών σε δεξαμενές τριών ειδών του *Salvelinus alpinus*. Το πείραμα διήρκεσε 300 ημέρες. Το αρχικό μέσο βάρος κυμαινόταν μεταξύ 21 και 85 g και οι αρχικοί συντελεστές παραλλακτικότητας (CV) μεταξύ 4% και 52%. Οι μεγαλύτερες αυξήσεις του CV παρατηρήθηκαν στις δεξαμενές των μικρών ψαριών με αρχικά μικρούς CV και οι μεγαλύτερες μειώσεις στις δεξαμενές των μεγάλων ψαριών με αρχικά μεγάλους CV. Γενικά, στις ομάδες των αρχικά μικρών ψαριών παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες τιμές CV. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα, προτάθηκε ότι για να μεγιστοποιηθεί η ανάπτυξη και να ελαχιστοποιηθεί η παραλλακτικότητα των μεγεθών, τα ψάρια θα πρέπει να παρουσιάζουν CV μεταξύ 25 και 35% και στη συνέχεια να εκτρέφονται σε υψηλές ιχθυοφορτίσεις (>40 kg m<sup>-3</sup>). Όπως ήταν αναμενόμενο, υπήρχαν σημαντικές διαφορές στους ρυθμούς αύξησης των διαφορετικών ειδών και οικογενειών. Ωστόσο, η σχέση μεταξύ της

παραλλακτικότητας των μεγεθών και του μέσου βάρους δεν διέφερε μεταξύ των ειδών, αλλά διέφερε ελαφρώς αλλά σημαντικά μεταξύ των οικογενειών εντός των ειδών. Αυτές οι επιδράσεις διαπιστώθηκε ότι ήταν αδύναμες σε σύγκριση με αυτές που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ψαριών. Συμπερασματικά οι παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ψαριών είναι οι πιο σημαντικοί στον καθορισμό της αύξησης των ατόμων και μπορεί να συγχέονται με προηγούμενα πειράματα στα οποία εξεταζόταν η γενετική βάση της αύξησης.

Παρομοίως με τον de March (1997), οι Strand and Øiestad (1997) μελέτησαν την αύξηση και την επίδραση της διαλογής των μεγεθών του *Scophthalmus maximus*. Τα ψάρια βάρους 30 g - 407 g χωρίστηκαν σε ομάδες μικρών, μεγάλων και μεσαίων. Η μικρή αύξηση του CV κατά τη διάρκεια του πειράματος καταδεικνύει ένα χαμηλό επίπεδο αλληλεπιδράσεων σε όλες τις ομάδες. Τα μεγαλύτερα άτομα στην ομάδα των μικρών αυξήθηκαν περισσότερο από τα άτομα παρόμοιου μεγέθους της ομάδας των μεσαίων ψαριών. Παρομοίως, τα μικρότερα άτομα της ομάδας των μεγάλων αυξήθηκαν λιγότερο σε μέγεθος από τα άτομα παρόμοιου μεγέθους της ομάδας των μεσαίων ψαριών. Η αντισταθμιστική αύξηση που παρατηρείται στα μεγαλύτερα άτομα της ομάδας των μικρών, συγκρινόμενη με αυτή της ομάδας των μεσαίων υποδηλώνει ότι αλληλεπιδράσεις, που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ψαριών, όντως εμποδίζουν την πιθανότητα αύξησης ενός συγκεκριμένου τμήματος του πληθυσμού και ότι νέες ιεραρχίες εγκαθίστανται ταχύτατα, ούτως ώστε μόνο ένα μικρό τμήμα του πληθυσμού να επιτύχει την ενδεχόμενη αύξησή του.

Επίσης, ο Barki και οι συνεργάτες του (2000) μελέτησαν τις επιδράσεις των μεγαλύτερων ψαριών και της διαλογής των μεγεθών στην αύξηση και την παραλλακτικότητα του μεγέθους σε άτομα του είδους *Bityanus bityanus*. Στο πρώτο πείραμα, τα ψάρια κοντά στο μέσο μέγεθος του πληθυσμού αυξήθηκαν είτε από την παρουσία είτε από την απουσία των πέντε μεγαλύτερων ψαριών για 60 ημέρες. Ο μέσος ειδικός ρυθμός αύξησης (SGR) και οι αυξήσεις του συντελεστή παραλλακτικότητας ήταν χαμηλότερες λόγω της παρουσίας των μεγαλύτερων ψαριών, δείχνοντας έτσι μια αρνητική επίδραση των μεγάλων ψαριών στην αύξηση των μικρότερων. Στο δεύτερο πείραμα, τα ψάρια διαχωρίστηκαν σε ομάδες ψαριών μικρότερων και μεγαλύτερων από το μέσο μέγεθος του πληθυσμού και αναπτύχθηκαν σε τρεις ομάδες ανάλογα με το μέγεθός τους αποτελούμενες από 60 μεγάλα ή μικρά άτομα και μια ομάδα αποτελούμενη από 30 μικρά και 30 μεγάλα άτομα ψαριών, για 60 ημέρες. Δεν υπήρξαν διαφορές στο μέσο SGR μεταξύ των ομάδων, ούτε μεταξύ

της «μικτής» ομάδας και των άλλων δύο ομάδων όσον αφορά στο μέσο βάρος. Η αύξηση της βιομάζας ήταν μεγαλύτερη για τη μικτή ομάδα σε σχέση με τις ομάδες των μικρών και μεγάλων ψαριών, πιθανόν λόγω της ελαφρώς μικρότερης επιβίωσης των ομάδων που περιελάμβαναν τα μεγάλα ψάρια. Το γεγονός της επίδρασης των μεγάλων ψαριών στην αύξηση των μικρότερων ήταν εμφανές στο πρώτο πείραμα αλλά όχι στο δεύτερο, ίσως λόγω της μεγαλύτερης ανομοιομορφίας των μεγεθών μεταξύ των μεγάλων και των μικρών ψαριών στο πρώτο πείραμα.

Οι de March (1997), Strand and Øiestad (1997) και Barki *et al.* (2000) έρχονται σε συμφωνία με τους Jobling and Reinsnes (1987) με τους οποίους έρχονται σε αντίθεση τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας. Η αντίθεση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας με αυτά των παραπάνω πιθανόν να οφείλεται στο διαφορετικό είδος και στα ηθολογικά χαρακτηριστικά του ψαριού που μελετήθηκε κατά περίπτωση.

Συμπερασματικά λοιπόν, μπορεί να θεωρηθεί ότι το μέγεθος επηρεάζει, κάτω από κάποιες προϋποθέσεις την ανάπτυξη των ψαριών. Στο συγκεκριμένο πείραμα διαπιστώθηκε μεγαλύτερη αύξηση των ψαριών, τόσο σε μήκος όσο και σε βάρος, στην ομάδα των μαρτύρων (MA), που αποτελούνταν και από μικρού και από μεγάλου μεγέθους χρυσόψαρα. Προφανώς οι αλληλεπιδράσεις που διαμορφώνουν τη συμπεριφορά των ψαριών παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο και η ταυτόχρονη παρουσία στον ίδιο χώρο ατόμων μικρού και μεγάλου μεγέθους επηρεάζει το ρυθμό αύξησης και δίνει καλύτερα αποτελέσματα. Απαιτείται ωστόσο περαιτέρω έρευνα για το συγκεκριμένο ζήτημα καθώς η διαλογή των μεγεθών γίνεται σε επίπεδο ρουτίνας στην ιχθυοκαλλιέργεια εντατικής μορφής κι ως εκ τούτου είναι, ίσως σκόπιμο, να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητά της ξεχωριστά για κάθε είδος εκτρεφόμενου οργανισμού.

## Ευχαριστίες

Η πραγματοποίηση και συγγραφή της παρούσας διατριβής δε θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί χωρίς τη βοήθεια και τη συμπαράσταση ορισμένων ανθρώπων τους οποίους ευχαριστώ πραγματικά.

Τον κ. Χ.Ν. Νεοφύτου, Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, του οποίου η βοήθεια και συνεισφορά ήταν καθοριστική για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας.

Την κα. Π. Παναγιωτάκη, Επίκουρο Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος για την πολύτιμη βοήθεια, καθοδήγηση και συνεισφορά της στην πραγματοποίηση της διατριβής.

Τον κ. Σ. Κλαουδάτο, Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, για την βοήθεια και την επίλυση οποιονδήποτε προβλημάτων κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Τον κ. Α. Τσίκληρα, Λέκτορα του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, για την πολύτιμη βοήθειά του κατά την εξαγωγή και συγγραφή των αποτελεσμάτων της διατριβής.

Τον κ. Ν. Νεοφύτου, Π.Ε. Περιβάλλοντος του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, για τη συνεισφορά του στην πραγματοποίηση του πειραματικού μέρους της διατριβής.

Τον κ. Μ. Μαλανδράκη, Υποψήφιο Διδάκτορα του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, για τη βοήθεια κατά τη συγγραφή της παρούσας διατριβής.

Τον κ. Ν. Μητριζάκη, Πτυχιούχο του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, του οποίου η πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση, κατά την έναρξη του πειραματικού μέρους της διατριβής αυτής, ήταν καταλυτική.

Τους γονείς μου και τους φίλους που με τη συμπαράσταση, τη βοήθεια και την υποστήριξή τους βοήθησαν στο να ολοκληρωθεί η διατριβή αυτή.

## Βιβλιογραφία

- Baardvik, B.M. & Jobling, M. (1990). Effect of size-sorting on biomass gain and individual growth rates in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. *Aquaculture*, 90: 11-16.
- Barki, A., Harpaz, S., Hulata, G., Karplus, I. (2000). Effects of larger fish and size grading on growth and size variation in fingerling silver perch. *Aquaculture International*, 8: 391-401.
- Carmichael, G.J. (1994). Effects of size-grading on variation and growth in channel catfish reared at similar densities. *Journal-World Aquaculture Society*, 25 (1): 101-108.
- De March, B.G.E. (1997). Social and genetic determinants of size variation in tanks of Nauyuk, Norwegian, and hybrid Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. *Aquaculture Research*, 28: 305-315.
- Feldlite, M. & Milstein, A. (1999). Effect of density on survival and growth of cyprinid fish fry. *Aquaculture International*, 7: 399-411.
- Imsland, A.K., Jenssen, M.D., Jonassen, T.M., Stefansson, S.O. (2008). Best among unequals? Effect of size grading and different social environments on the growth performance of juvenile Atlantic halibut. *Aquacult. Int.* doi: 10.1007/s10499-008-9193-7.
- Irwin, S., O' Halloran, J., FitzGerald, R.D. (1999). Stocking density, growth and growth variation in juvenile turbot, *Scophthalmus maximus* (Rafinesque). *Aquaculture*, 178: 77-88.
- Jha, P., Sarkar, K., Barat, S. (2006). Comparison of food selection and growth performance of koi carp, *Cyprinus carpio* L., and goldfish, *Carassius auratus* (L.) in mono- and polyculture rearing in tropical ponds. *Aquaculture Research*, 37: 389-397.

- Jobling, M. & Reinsnes, T.G. (1987). Effect of Sorting on Size-Frequency Distributions and Growth of Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* L. *Aquaculture*, 60: 27-31.
- Kamstra, A. (1993). The effect of size grading on individual growth in eel, *Anguilla anguilla*, measured by individual marking. *Aquaculture*, 112 (1): 67-77.
- Koebele, B.P. (1985). Growth and the size hierarchy effect: an experimental assessment of three proposed mechanisms, activity differences, disproportional food acquisition, physiological stress. *Environ. Biol. Fishes*, 12: 181-188.
- Schwedler, T.E., Collier, J.A., Davis, S. A. (1990). Variability of harvest sizes of channel catfish as related to stocking-size variability. *Prog. Fish Cult.*, 52: 185-188.
- Strand, H.K. & Øiestad, V. (1997). Growth and the effect of grading, of turbot in a shallow raceway system. *Aquaculture International*, 5: 397-406.
- Κλαουδάτος, Δ.Σ. (2006). Ιστορική Αναδρομή. Στο: *Ενυδρειολογία*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος: 2-7.

## Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

FAO (2007). The state of world fisheries and aquaculture 2006. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome. <http://www.fao.org>

<http://en.wikipedia.org>

<http://www.fao.org>

<http://www.fishbase.gr>

Watson, C.A., Hill, J.E., Pouder, D.B. (2004). Species Profile: Koi and Goldfish. SRAC Publication No. 7201. <http://www.google.com>

## Εικόνες

Εξώφυλλο: [www.tsamisaquarium.gr](http://www.tsamisaquarium.gr)

Εικόνα 1: [www.tsamisaquarium.gr](http://www.tsamisaquarium.gr)

Εικόνα 2: [www.fishbase.gr](http://www.fishbase.gr)

Εικόνα 3: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 4: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 5: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 6: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 7: Προσωπικό αρχείο

## Παράρτημα:

Εικόνα 1: [www.fishbase.gr](http://www.fishbase.gr)

Εικόνα 2: [www.fao.org](http://www.fao.org)



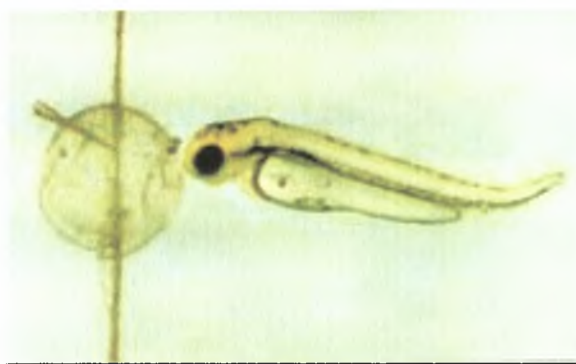
## Παράρτημα

1. Αναπαραγωγή του είδους *Carassius auratus auratus*
2. Σχήμα 1: Διακύμανση του οξυγόνου σε όλα τα ενυδρεία κατά τη διάρκεια του πειράματος
3. Σχήμα 2: Διακύμανση της θερμοκρασίας σε όλα τα ενυδρεία κατά τη διάρκεια του πειράματος
4. Σχήμα 3: Διακύμανση του pH σε όλα τα ενυδρεία κατά τη διάρκεια του πειράματος
5. Σχήμα 4: Διακύμανση της αμμωνίας σε όλα τα ενυδρεία κατά τη διάρκεια του πειράματος

## Αναπαραγωγή

Αν και τα χρυσόψαρα ωριμάζουν αναπαραγωγικά τον πρώτο χρόνο της ζωής τους, τα ψάρια που προορίζονται για γεννήτορες, σε συνθήκες εκτροφής, είναι συνήθως ηλικίας δύο ετών. Όσο μεγαλύτερο είναι το θηλυκό, τόσο περισσότερα αυγά θα παράγει.

Η προέλευση και η επιλογή των γεννητόρων είναι περίπλοκη εξαιτίας του μεγάλου αριθμού ατόμων και των πολλών ποικιλιών που υπάρχουν. Οι γεννήτορες επιλέγονται προσεκτικά με βάση το μέγεθος, το χρώμα, τη φυσική τους κατάσταση, το σχήμα του σώματος, την παρουσία ή απουσία ραχιαίων πτερυγίων, απλών ή



Εικόνα 1: Προνύμφη χρυσόψαρου  
([www.fishbase.gr](http://www.fishbase.gr))

πολύπλοκων ουραίων πτερυγίων κ.ά. Η ποιότητα των απογόνων (Εικ. 1) είναι άμεσα συσχετιζόμενη με την ποιότητα των γεννητόρων.

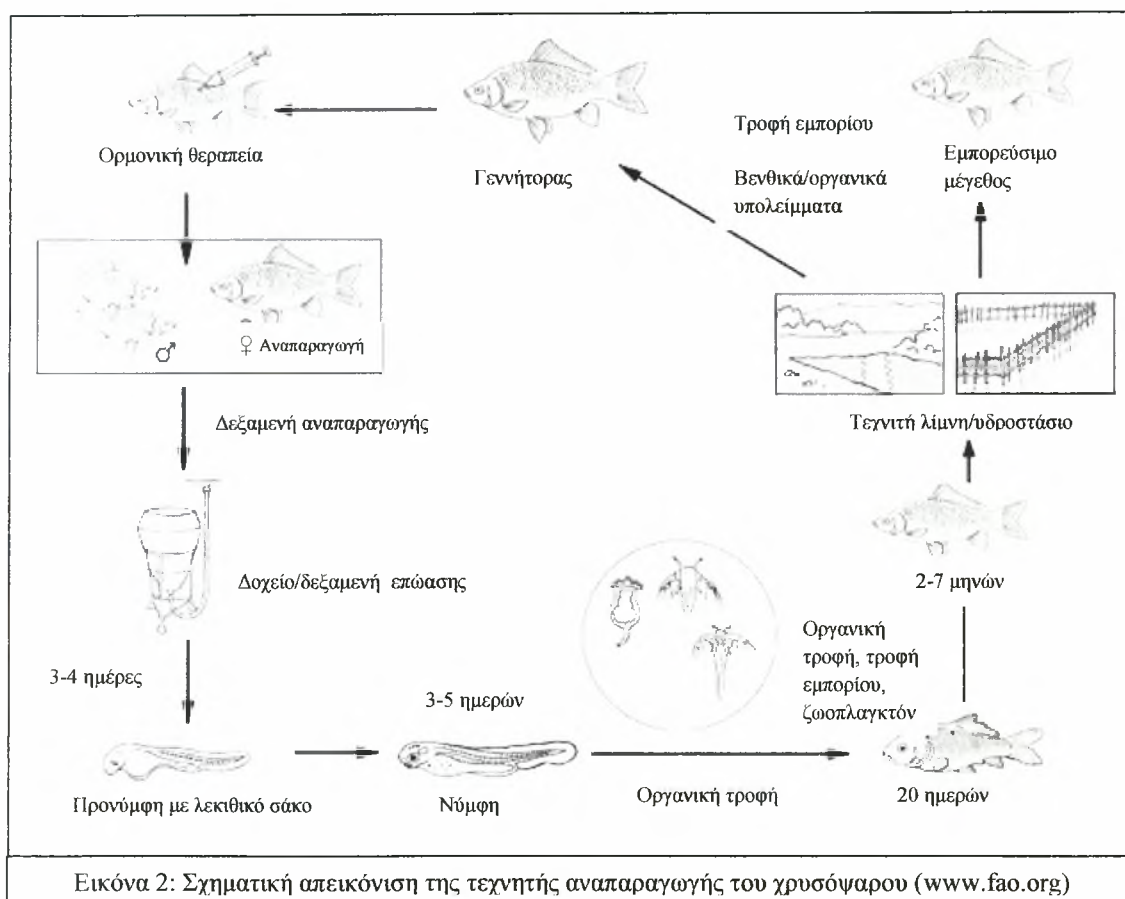
Τα χρυσόψαρα γενικά αναπαράγονται την άνοιξη, αν και μπορούν σε συνθήκες αιχμαλωσίας να αναπαράγονται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, αν οι συνθήκες είναι κατάλληλες. Αναπαράγονται από το Φεβρουάριο έως το Μάιο όταν η θερμοκρασία φθάνει τους 20°C.

Στη φύση, κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής, τα θηλυκά περιτριγυρίζονται από τα αρσενικά σε ρηχά νερά. Μερικά αρσενικά γονιμοποιούν τα αυγά καθώς αυτά απελευθερώνονται. Τα αυγά είναι κολλημένα μεταξύ τους και εναποθέτονται σε φύκη ή άλλα φυτά κατά μήκος της όχθης της υδατοσυλλογής.

Σε συνθήκες αιχμαλωσίας (Εικ. 2), πολλοί παραγωγοί για να εντείνουν την αναπαραγωγική διαδικασία χρησιμοποιούν διάφορες ορμόνες, όπως η HCG (Human Chorionic Gonadotropin), η CPE (Carp Pituitary Extract) και οι LHRH και GnRH (Releasing Hormones), οι οποίες είναι πολύ αποτελεσματικές. Θηλυκά μετά από χορήγηση αυτών των ουσιών στους 20°C, θα παράγουν ωάρια μέσα σε 12 ώρες. Χρησιμοποιείται η ξηρή μέθοδος γονιμοποίησης των αυγών. Μετά την ανάμιξη του σπέρματος με τα ωάρια, προστίθεται διάλυμα, που αποτελείται από 4 g NaCl και 3 g ουρίας ανά λίτρο νερού.

Για να αποφευχθεί το φαινόμενο της προσκόλλησης των αυγών στα τοιχώματα των δεξαμενών, χρησιμοποιούνται ειδικές κατασκευές εναπόθεσης των

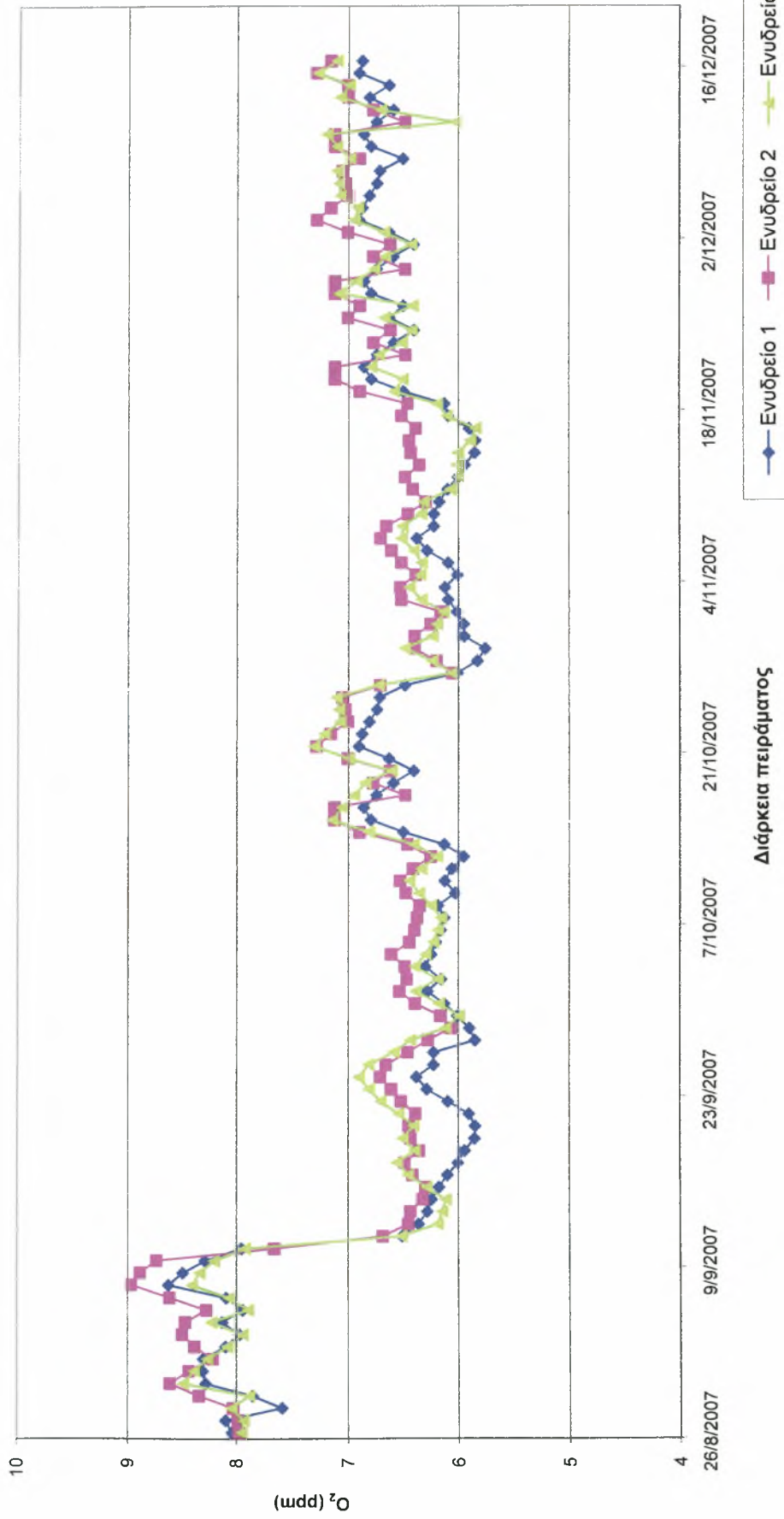
αυγών, που τοποθετούνται περιμετρικά των δεξαμενών εκτροφής. Όταν διαλυθεί η κολλώδης ουσία, τα αυγά πρέπει να «ξεπλυθούν» με διάλυμα 0,5 g τανίνης για 20 sec. Όταν ολοκληρωθεί η αναπαραγωγή (συνήθως τις πρώτες πρωινές ώρες), οι κατασκευές αυτές μεταφέρονται σε άλλες δεξαμενές, όπου επωάζονται, ώστε να αποφευχθούν φαινόμενα κανιβαλισμού.



Τα αυγά εκκολάπτονται μέσα σε γυάλινα δοχεία στα οποία υπάρχει ανοδική ροή νερού, που περνά ανάμεσα από τα αυγά. Σε 2-9 ημέρες ανάλογα με τη θερμοκρασία τα αυγά εκκολάπτονται. Αυτό συμβαίνει σε 46-54 ώρες στους 29°C και σε 5-7 ημέρες σε θερμοκρασία 24°C. Η προνύμφη διαθέτει λεκιθικό σάκο και αρχίζει να προσλαμβάνει τροφή την 2<sup>η</sup>-3<sup>η</sup> μέρα μετά την εκκόλαψη. Τα χρυσόψαρα είναι αρκετά μεγάλα όταν αρχίζουν να τρέφονται για πρώτη φορά και μπορούν να καταναλώσουν αμέσως ναύπλιους της *Artemia salina* ή άλλες τροφές μεγέθους 200-300 μm.

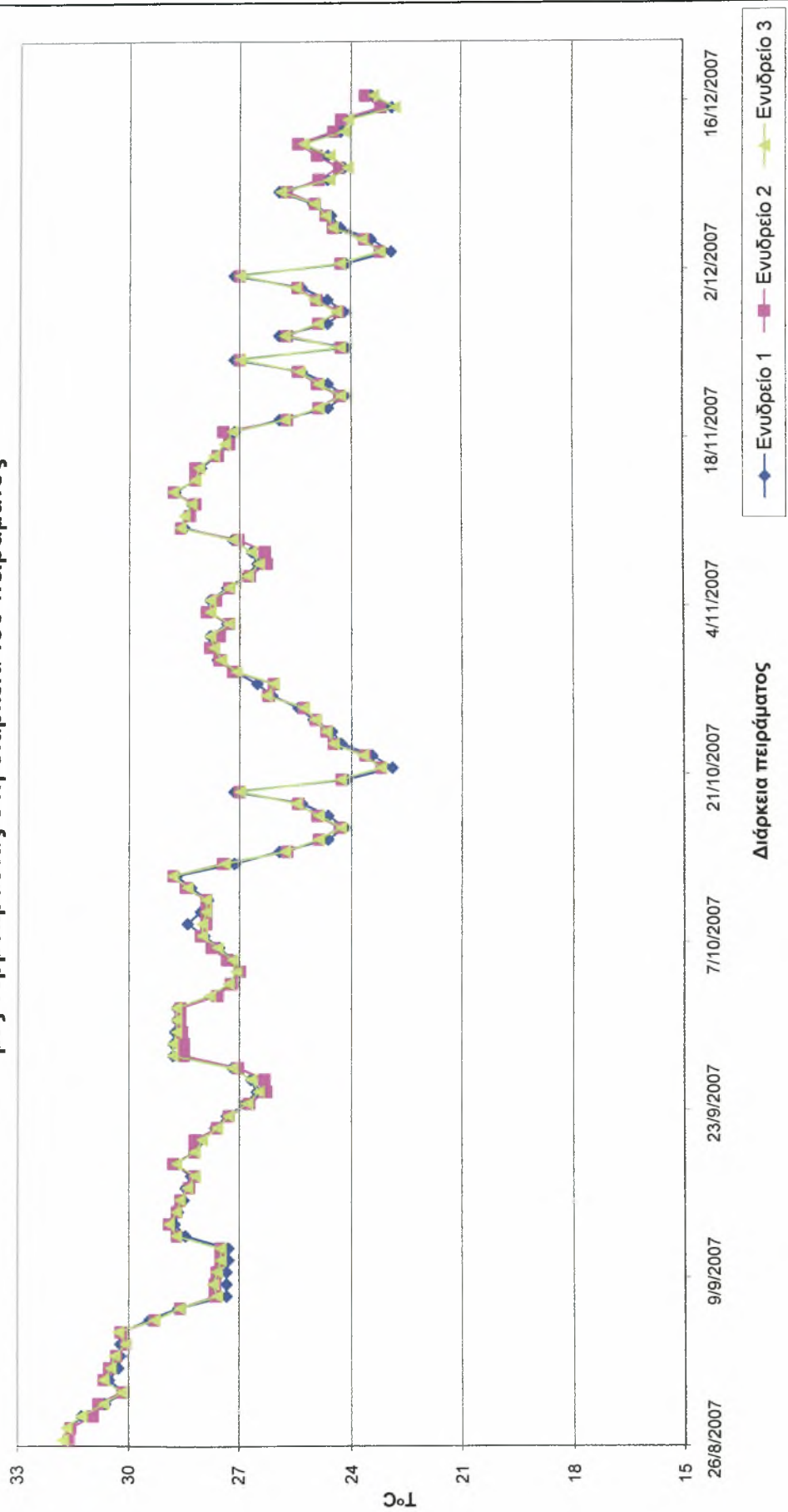
Σε εκτροφή μεγάλης κλίμακας, τα αυγά στις επιφάνειες προσκόλλησης ή στα γυάλινα δοχεία εκκολάπτονται στην ίδια δεξαμενή και οι προνύμφες μεταφέρονται σε άλλες δεξαμενές, όπου είναι διαθέσιμες φυσικές τροφές, όπως πλαγκτόν (Watson *et al.*, 2004).

# Τιμές O<sub>2</sub> στη διάρκεια του πειράματος



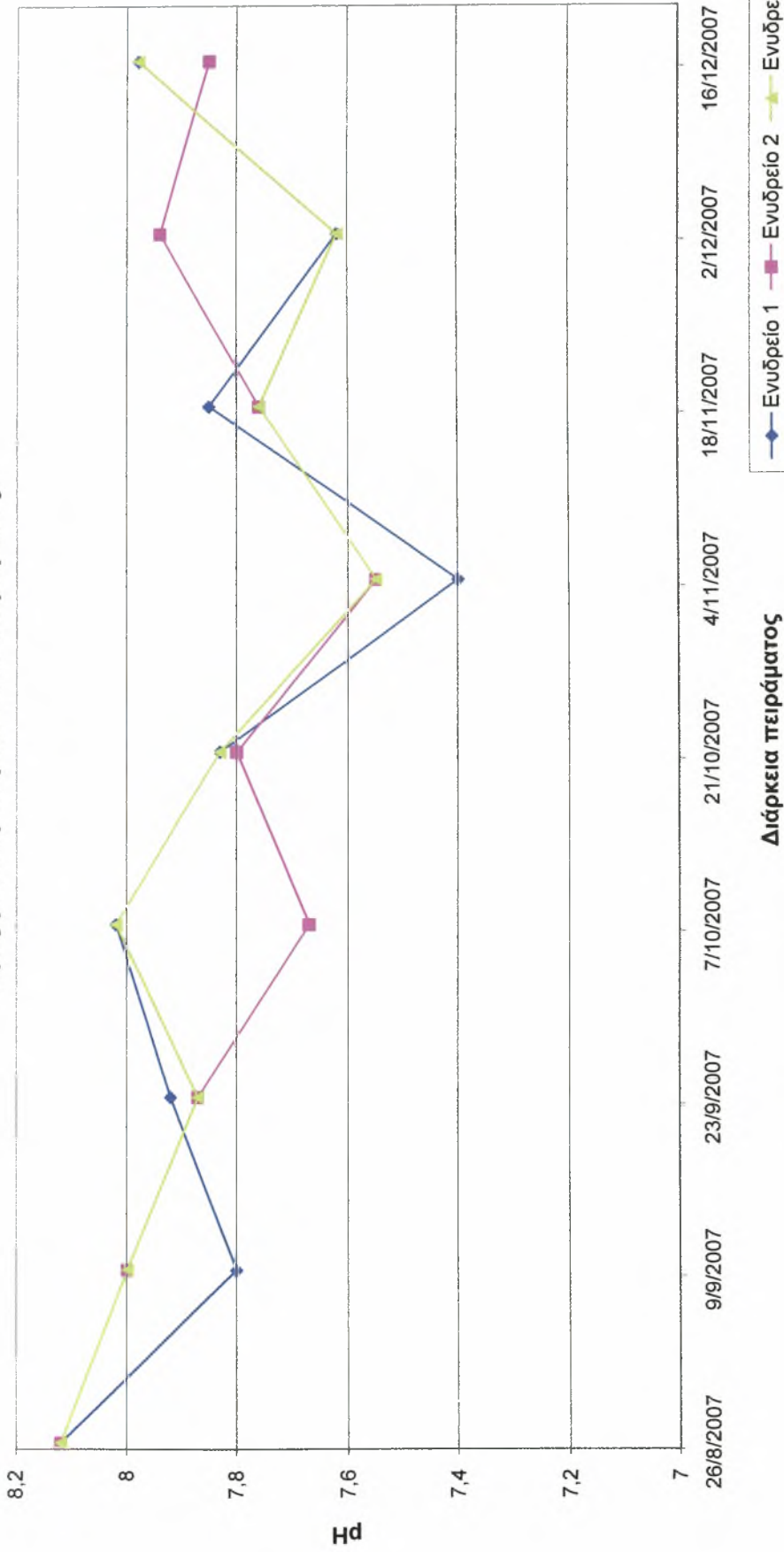
Σχήμα 1: Διακύμανση του οξυγόνου σε όλα τα ενυδρεία κατά τη διάρκεια του πειράματος

# Τιμές θερμοκρασίας στη διάρκεια του πειράματος



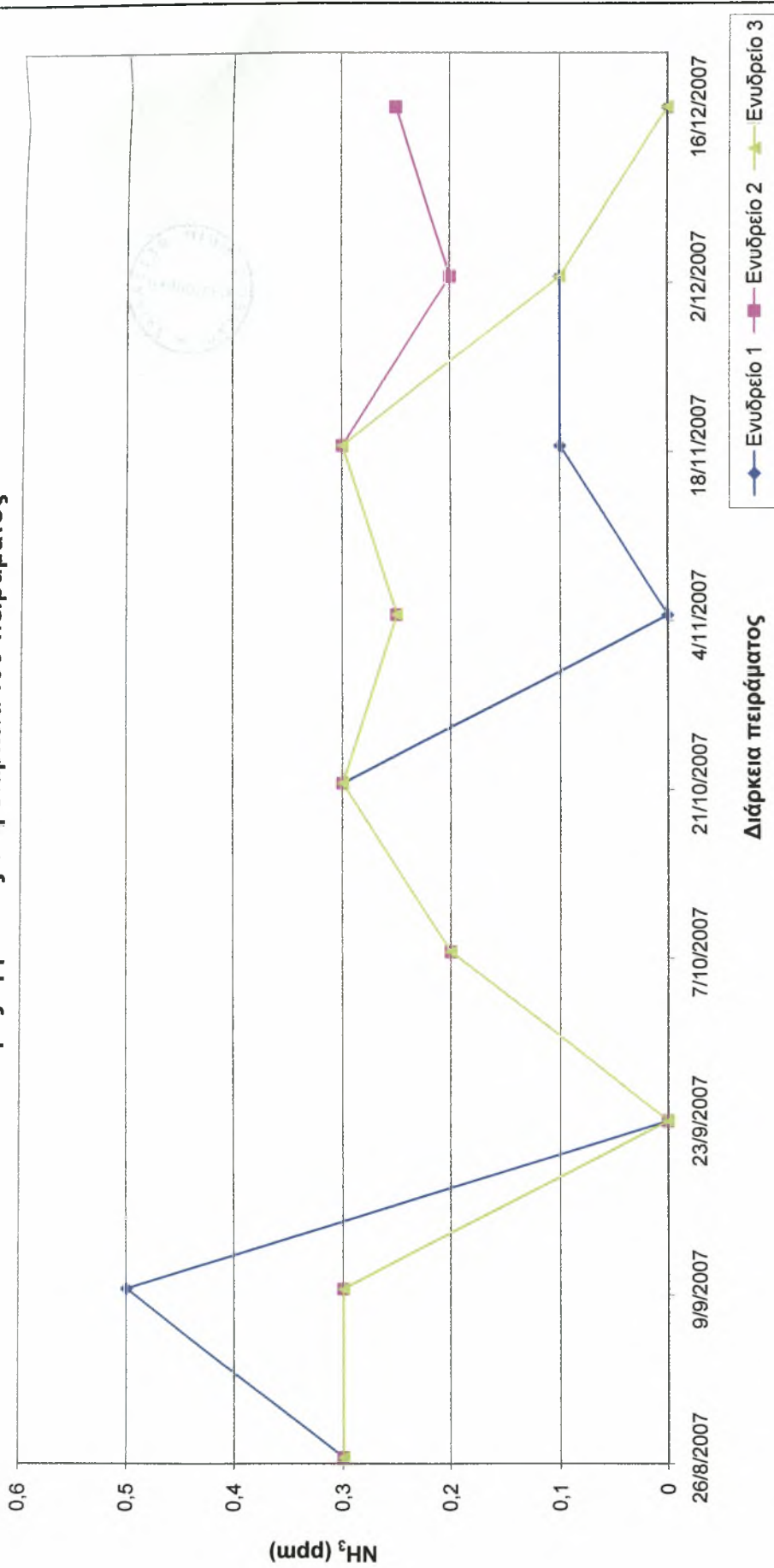
Σχήμα 2: Διακύμανση της θερμοκρασίας σε όλα τα ενυδρεία κατά τη διάρκεια του πειράματος

### Τιμές pH στη διάρκεια του πειράματος



Σχήμα 3: Διακύμανση του pH σε όλα τα ευδρεία κατά τη διάρκεια του πειράματος

### Τιμές αμμωνίας στη διάρκεια του πειράματος



Σχήμα 4: Διακύμανση της αμμωνίας σε όλα τα ενυδρεία κατά τη διάρκεια του πειράματος

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000102060

