

اثر گرسنگی و تغذیه مجدد بر عملکرد رشد ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

عیسی ابراهیمی، مهسا برهانی^{*}، مژگان زارع
 دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات
^{*}نویسنده مسئول: مهسا برهانی borhanimahsa@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر محرومیت غذایی و تغذیه مجدد بر عملکرد رشد در ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) آزمایشی به شرح زیر طراحی و اجرا شد. تعداد 150 قطعه بچه ماهی با وزن اولیه $15/57 \pm 0/18$ گرم بصورت مساوی بین 15 واحد آزمایشی (تانکهای 100 لیتری) توزیع و آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با 5 تیمار و 3 تکرار برای هر تیمار به مدت 5 هفته انجام شد. تیمارها به ترتیب عبارت بود از: تیمار شاهد (بدون محرومیت غذایی) و تیمارهای 1 تا 4 به ترتیب با تغذیه به میزان 0٪، 25٪، 50٪ و 75٪ حد اشباعی به مدت دو هفته. پس از پایان دوره محرومیت غذایی تمام تیمارها تا حد سیری (اشباع) در دو نوبت در روز غذادهی شدند. در پایان دوره گرسنگی (هفته دوم) و پایان آزمایش (هفته پنجم) برخی پارامترهای رشد و ترکیب لاشه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان دهنده کاهش وزن متناسب با افزایش سطح گرسنگی نسبت به تیمار شاهد بود بطوری که این کاهش در تیمار کاملاً گرسنه (تیمار 1) به حد معنی دار ($P < 0/05$) رسید. میزان پروتئین و چربی لاشه نیز پس از تحمل محرومیت غذایی و میزان چربی در پایان آزمایش اختلاف معنی داری را ($P < 0/05$) در بین تیمارها نشان داد. در مجموع مشاهده تفاوت معنی دار در پارامترهای مورد بررسی بین تیمار کاملاً گرسنه و تیمار شاهد و عدم مشاهده تفاوت معنی دار در بین تیمارها در پایان آزمایش نشان دهنده توانایی انجام رشد جبرانی در ماهی قزل آلائی رنگین کمان پس از تحمل شرایط محرومیت غذایی بدون تاثیر منفی معنی دار بر راندمان رشد و کیفیت لاشه می باشد. این قابلیت می تواند در مدیریت تغذیه این ماهی در مزارع پرورش در زمانهای بحرانی مورد توجه قرار گیرد.

کلمات کلیدی: قزل آلائی رنگین کمان، (*Oncorhynchus mykiss*)، رشد جبرانی، محرومیت غذایی، ترکیب لاشه.

مقدمه

رشد شامل تغییر فزاینده در اندازه و وزن یا تغییر در محتوای انرژی بدن ماهی است و می تواند مهمترین هدف آبی پروری به شمار آید. عوامل بسیاری در نیل به این هدف مؤثر هستند که از جمله آنها می توان به غذا و مدیریت تغذیه اشاره کرد. رشد در بسیاری از جنبه های اساسی نظیر زیست شناسی، مدیریت و حفاظت ذخایر ماهیان دخیل است. بنابراین با توجه به روند رو به رشد آبی پروری در ایران عنایت به مسأله مدیریت تغذیه اثر غیر قابل انکاری بر آینده و توسعه پایدار این صنعت دارد (2).

بسیاری از گونه های ماهیان در بخشی از سال در معرض دوره های گرسنگی طبیعی قرار می گیرند. آنها توانایی مؤثری برای مقاومت در برابر دوره های طولانی مدت گرسنگی دارند که آنها را قادر می سازد ذخایر بدنی خود را برای زنده ماندن

بسیج کنند. دوره‌های گرسنگی در طبیعت معمولاً با یک دوره رشد جبرانی همراه است (3). رشد جبرانی در ماهیان نه تنها از نظر تئوری جالب توجه است، بلکه می‌تواند در آبی‌پروری هم کاربرد داشته باشد. یکی از شیوه‌های مدیریت تغذیه در سیستم‌های پرورش آبزیان، استفاده از رژیم‌های محرومیت غذایی و غذادهی مجدد در شرایط خاص است که منجر به رشد جبرانی می‌شود (11). مطالعاتی با هدف بررسی پاسخ رشد جبرانی در ماهی سه خاره نشان از یک پاسخ جبرانی همئوستاتیک در این ماهی داد به طوری که ماهیان با دو هفته محرومیت غذایی کارایی تغذیه‌ای بالاتری در مقایسه با یک هفته محرومیت غذایی و گروه بدون محرومیت نشان دادند. بر این اساس می‌توان گفت که سه خاره ماهیان رشد جبرانی کامل را بعد از یک یا دو هفته محرومیت غذایی نشان دادند (13). این در حالی است که هیبرید تیلاپیا محروم مانده از غذا فاقد توانایی لازم برای رسیدن به وزن ماهیان شاهد است و احتمالاً از ظرفیت نسبتاً ضعیفی برای رشد جبرانی برخوردار است. پس محرومیت غذایی طولانی منجر به پاسخ جبرانی در هیبرید تیلاپیا نخواهد شد (11). نظریه اصلی رشد جبرانی این است که جانور یک دوره محرومیت غذایی را تجربه کرده و به محض برطرف شدن محرومیت غذایی یک پاسخ Hyperphagic (افزایش اشتها) از خود نشان می‌دهد که در واقع شرکت‌کننده اصلی در عمل رشد جبرانی است و در نتیجه آن رشد سریعتر می‌شود (10). در ماهی Barramundi رشد جبرانی همراه با یک پاسخ هایپرفاژی (افزایش اشتها) در طول دوره‌ی تغذیه اشباع همراه است. اگر چه رشد جبرانی در گربه ماهی آسیایی با افزایش جذب غذا همراه است ولی بهبود در راندمان غذایی آنها مشاهده نشد است (6). در این مطالعه سعی شد تا شاخص‌های رشد و ترکیب شیمیایی لاشه جهت بررسی مکانیسم احتمالی رشد جبرانی در مقابل سطوح مختلف محرومیت غذایی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مورد مطالعه قرار گیرد.

مواد و روش کار

این تحقیق در یک سیستم نیمه بسته با آب در حال گردش در مزرعه‌ی منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. دامنه تغییرات پارامترهای فیزیوشیمیایی آب (اکسیژن محلول، دما، pH و آمونیاک) در طول دوره آزمایش به ترتیب برابر 6/8 تا 8/5 میلی‌گرم در لیتر، 14 تا 18 درجه سانتیگراد، 7/6 تا 7/2 و کمتر از 0/01 میلی‌گرم در لیتر اندازه گیری شد. قبل از شروع آزمایش تعداد 150 قطعه ماهی قزل‌آلای انگشت قد با میانگین وزنی $15/57 \pm 0/18$ گرم بطور مساوی و به صورت تصادفی بین 15 وان پلاستیکی 100 لیتری توزیع شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با 5 تیمار و 3 تکرار برای هر تیمار تعریف شد و هر یک از وان‌ها بصورت تصادفی به یک تکرار اختصاص داده شد. پس از یک هفته سازگاری به شرایط آزمایش و تغذیه ماهیان با جیره‌ی یکسان تا حد سیرشدگی (تغذیه با جیره FFT)، بجهت ماهیان به مدت 2 هفته در معرض محرومیت غذایی قرار گرفتند. تیمارها به ترتیب شامل: تیمار یک 0٪، تیمار دو 25٪، تیمار سه 50٪، تیمار چهار 75٪ و تیمار شاهد 100٪ اشباعی غذادهی شدند. در پایان این مرحله ماهیان بیومتری شدند. در مرحله‌ی تغذیه مجدد همه‌ی تیمارها به مدت 3 هفته در حد سیری یا اشباع تغذیه شدند. در طول دوره‌ی آزمایش غذادهی در دو نوبت در روز انجام شد. جهت ارزیابی عملکرد رشد از فاکتورهایی نظیر شاخص وضعیت (CF)، میزان رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، بازده پروتئین (PER) و نسبت بازده غذایی (FER) استفاده شد. آنالیز تقریبی ترکیب شیمیایی لاشه‌ی ماهیان براساس روشهای استاندارد انجام شد. مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان 95٪ انجام گرفت. برای انجام محاسبات آماری از نرم افزار (15) Spss استفاده شد.

نتایج

شاخص‌های رشد

نتایج ارزیابی شاخص‌های رشد در جدول 1 نشان داده شده است، ضریب تبدیل غذایی و شاخص وضعیت بین تیمارها اختلاف معنی داری را نشان نداد ولی میانگین وزن بلافاصله بعد از گرسنگی، وزن نهایی، طول نهایی، طول بعد از گرسنگی، نسبت بازده غذایی و ضریب رشد ویژه بعد از رفع محرومیت غذایی و غذادهی مجدد اختلاف معنی داری بین تیمارها نشان داد ($P < 0/05$).

جدول 1- اثر محرومیت غذایی و غذادهی مجدد بر شاخص‌های رشد ماهی

شاخص	شاهد	تیمار 1	تیمار 2	تیمار 3	تیمار 4	p
وزن بعد از گرسنگی (گرم)	16/09 ^b ±0/19	14/21 ^a ±1/34	15/68 ^b ±0/81	16/06 ^b ±0/69	18/88 ^b ±1/12	0/05
وزن نهایی	39/21 ^b ±0/11	26/07 ^a ±2/54	32/38 ^{ab} ±2/50	35/56 ^b ±3/56	35/39 ^b ±1/19	0/05
طول بعد از گرسنگی (cm)	11/47 ^b ±0/13	10/43 ^a ±0/24	11/33 ^{ab} ±0/12	11/65 ^b ±0/25	11/35 ^b ±0/14	0/05
طول نهایی	15/97 ^b ±0/12	13/87 ^a ±0/39	14/98 ^{ab} ±0/63	14/89 ^{ab} ±0/69	15/51 ^b ±0/14	0/05
ضریب رشد ویژه (درصد)	2/47 ^b ±0/11	1/68 ^a ±0/18	12/2 ^{ab} ±0/12	2/18 ^{ab} ±0/22	2/23 ^b ±0/19	0/05
ضریب تبدیل غذایی	1/26 ^b ±0/03	1/18 ^a ±0/18	1/16 ^a ±0/24	1/14 ^a ±0/13	1/31 ^b ±0/09	0/05
نسبت بازده غذایی	144/59 ^b ±9/62	83/97 ^a ±12/35	105/54 ^{ab} ±9/14	121/09 ^{ab} ±18/69	124/01 ^{ab} ±7/28	0/05
شاخص وضعیت	0/96 ^b ±0/02	0/97 ^b ±0/03	0/96 ^a ±0/01	1/09 ^b ±0/12	0/93 ^a ±0/01	0/05
نسبت بازده پروتئین	2/37 ^b ±0/06	2/65 ^a ±0/38	2/77 ^{ab} ±0/48	2/69 ^{ab} ±0/36	2/33 ^a ±0/15	0/05

طول دوره‌ی پرورش / (لگاریتم طبیعی وزن اولیه - لگاریتم طبیعی وزن نهایی) = رشد ویژه
 $100 \times \text{طول کل} / \text{وزن} = \text{شاخص وضعیت}$
 مقدار پروتئین داده شده به هر ماهی / (وزن اولیه - وزن نهایی) = بازده پروتئین
 (وزن اولیه - وزن نهایی) / مقدار غذای مصرف شده = ضریب تبدیل غذایی
 مجموع وزن ابتدایی / (مجموع وزن اولیه - مجموع وزن نهایی) = نسبت بازده غذایی

ترکیب شیمیایی لاشه

نتایج مربوط به تجزیه شیمیایی لاشه تیمارهای مختلف در جدول 2 ارائه شده است. میزان خاکستر بعد از گرسنگی و در پایان آزمایش، میزان رطوبت بعد از گرسنگی و میزان پروتئین نهایی اختلاف معنی داری را بین تیمارها نشان نداد. ولی میزان رطوبت نهایی، میزان پروتئین و میزان چربی خام پس از گرسنگی و چربی نهایی اختلاف معنی داری را بین تیمارها نشان داد ($P < 0/05$). میزان چربی تیمارها به جز تیمار شاهد در پایان آزمایش نسبت به پایان دوره محرومیت غذایی کاهش یافته ولی چربی سایر تیمارها به میزان چربی گروه شاهد رسیده است. این روند در میزان پروتئین لاشه نیز مشاهده می‌شود با این تفاوت که این بار تیمار شاهد هم میزان پروتئین کمتری را در پایان آزمایش نسبت به پایان دوره محرومیت غذایی نشان می‌دهد. در هر صورت همان گونه که مشاهده می‌شود اختلاف معنی داری در میزان پروتئین لاشه بین تیمارهای مختلف در پایان آزمایش مشاهده نمی‌شود.

جدول 2- اثر محرومیت غذایی و غذادهی مجدد بر ترکیب شیمیایی لاشه

ترکیب	تیمار	بالفاصله بعد از مرحله گرسنگی	پایان آزمایش	p
پروتئین	شاهد	۱۶/۲۷ ^{ab} ±۰/۲۵	۱۲/۲۵ ^{ab} ±۰/۲۵	۰/۰۵
	تیمار ۱	۱۴/۴۳ ^{ab} ±۰/۲۲	۱۲/۲۹ ^{ab} ±۰/۵۲	
	تیمار ۲	۱۳/۷۵ ^{ab} ±۰/۳۵	۱۴/۴۳ ^{ab} ±۰/۴۷	
	تیمار ۳	۱۵/۷۹ ^{ab} ±۰/۱۶	۱۴/۴۸ ^{ab} ±۰/۴۶	
چربی	شاهد	۷/۸۵ ^{ab} ±۰/۵۵	۷/۸۵ ^{ab} ±۰/۷۲	۰/۰۵
	تیمار ۱	۶/۳۶ ^{ab} ±۰/۱۴	۵/۷۶ ^{ab} ±۰/۳۵	
	تیمار ۲	۷/۷۱ ^{ab} ±۰/۰۴	۷/۱۴ ^{ab} ±۰/۳۱	
	تیمار ۳	۸/۱۸ ^{ab} ±۰/۱۹	۷/۱۲ ^{ab} ±۰/۲۵	
خاکستر	شاهد	۰/۶۷ ^{ab} ±۰/۰۴	۰/۶۱ ^{ab} ±۰/۰۶	۰/۰۵
	تیمار ۱	۰/۷۱ ^{ab} ±۰/۰۲	۰/۵۳ ^{ab} ±۰/۰۳	
	تیمار ۲	۰/۵۴ ^{ab} ±۰/۱۴	۰/۷۳ ^{ab} ±۰/۰۴	
	تیمار ۳	۰/۶۸ ^{ab} ±۰/۰۱	۰/۶۹ ^{ab} ±۰/۰۸	
رطوبت	شاهد	۳۷/۴۰ ^{ab} ±۰/۹۹	۷۴/۳۱ ^{ab} ±۰/۸۳	۰/۰۵
	تیمار ۱	۷۵/۰۳ ^{ab} ±۰/۱۶	۷۳/۶۲ ^{ab} ±۰/۹۵	
	تیمار ۲	۷۴/۲۰ ^{ab} ±۰/۲۵	۷۵/۳۲ ^{ab} ±۰/۱۹	
	تیمار ۳	۳۷/۴۲ ^{ab} ±۰/۳۶	۷۴/۹۹ ^{ab} ±۰/۷	
	تیمار ۴	۷۴/۲۳ ^{ab} ±۰/۸	۷۴/۵۵ ^{ab} ±۰/۳۴	

بحث

از آنجایی که در سالهای اخیر آبی پروری یکی از سریع‌الرشدترین بخش‌های تولید غذا بوده و از سوی دیگر در صنعت آبی پروری هزینه‌های خوراک 50 تا 70 درصد از کل هزینه‌های تولید را بخود اختصاص می‌دهد. تغذیه نقش مهمی در سود آوری، عملکرد سیستم ایمنی، مقاومت به بیماری‌ها و به طور کلی سلامت ماهی دارد. یک روش برای کاهش هزینه‌های تولید در پرورش ماهی سود بردن از رشد جبرانی است که به صورت گسترده‌ای در برخی ماهیان گزارش شده است (7). در تحقیق حاضر بچه ماهیان یکسان تحت تأثیر سطوح مختلف گرسنگی قرار گرفتند. در پایان، وزن ماهیان بدون محرومیت غذایی (گروه شاهد) بطور معنی داری بالاتر از ماهیان با محرومیت غذایی کامل بود. اما اختلاف بین این گروه و سایر گروه‌ها معنی دار نبوده که نشان دهنده توانایی ماهی قزل‌آلا در جبران رشد در صورت قرار گرفتن در شرایط مناسب تغذیه‌ای است. این نتایج با یافته‌های سایر محققین روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (4، 1) و گربه ماهی آسیایی (6) همخوانی دارد. از سوی دیگر این نتایج برخلاف نتایج حاصل از مطالعات صورت گرفته روی ماهی *Barramundi* (10)، *Sparus aurata* (5) و هیبرید تیلپیا پرورش یافته در آب دریا (11) است. بنظر می‌رسد علت این ناتوانی در رسیدن به وزن ماهیان شاهد در تحقیقات فوق، ظرفیت نسبتاً ضعیف این ماهیان برای رشد جبرانی و یا کاهش وزن بیشتر در طول زمان محرومیت غذایی در دماهای بالا و یا عدم وجود زمان کافی برای نمایان شدن قابلیت رشد جبرانی بیان شده است (11). در مطالعه حاضر با توجه به وجود اختلاف معنی دار ($P < 0/05$) بین وزن ماهیان با محرومیت غذایی بعد از دوره گرسنگی و کاهش این اختلاف در انتهای دوره آزمایش (پس از دوره تغذیه مجدد) در بیشتر تیمارها می‌توان چنین استنباط کرد که ماهیان قزل‌آلا توانایی جبران عقب ماندگی رشد در دوره محرومیت غذایی را داشته‌اند. وجود اختلاف معنی دار در پایان آزمایش در تیمار شماره 1 نسبت به گروه شاهد می‌تواند ناشی از کوتاه بودن دوره غذادهی مجدد باشد. چرا که در برخی از گروه‌ها به دلیل تحمل شرایط سخت تر محرومیت هنوز زمان کافی برای جبران کامل عقب ماندگی رشد وجود نداشته است، این نتیجه‌گیری در مورد توان قزل‌آلا در تامین رشد پس از محرومیت غذایی مشابه مطالعات پیشین روی همین ماهی (1) است.

وجود ضرایب رشد ویژه متفاوت بین تیمارهای مختلف در این تحقیق با توجه به یکسان بودن شرایط پرورش ناشی از متفاوت بودن شدت محرومیت غذایی در طی آزمایش بوده است. این نتیجه‌گیری مشابه بررسی‌های انجام شده روی

هیبرید تیلایا (11)، Sparusaurata (5)، Barramundi (10)، و سه خاره ماهی (13) است. در عین حال عدم وجود اختلاف معنی داری در شاخص های PER, FCR, CF بین تیمارهای مختلف در پایان آزمایشناشی از توانایی ماهی قزل آلا در انجام فرایند رشد جبرانی است. این نتیجه گیری با یافته های پیشین تایید می شود (1).

مقادیر پروتئین لاشه پس از محرومیت غذایی اختلاف معنی دار ($P < 0/05$) را بین تیمارهای مختلف نشان داد که بر خلاف نتایج مطالعات سایر محققین است (1، 8، 9). در حالی که درصد پروتئین لاشه در گروه های آزمایشی در پایان آزمایش تقریباً مشابه بود که نشان دهنده جبران رشد در تیمارهای محروم شده از غذا است. به نظر می رسد کاهش مشاهده شده در میزان پروتئین لاشه پس از دوره محرومیت غذایی و در مقابل عدم مشاهده اختلاف معنی دار در میزان چربی لاشه، به دلیل استفاده از پروتئین ذخیره شده در بدن به منظور تأمین انرژی مورد نیاز در زمان محرومیت غذایی به عنوان یک منبع سهل-الوصول انرژی است. در مقابل عدم مشاهده تفاوت معنی دار در میزان پروتئین لاشه بین تیمارهای مختلف در پایان آزمایش نشان دهنده جبران کمبودهای پروتئین ذخیره ای در طی دوره غذادهی مجدد می باشد که توانسته است تفاوت بین میزان پروتئین لاشه در تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد را به کمتر از حد معنی دار برساند. میزان چربی لاشه ماهیان مورد آزمایش پس از دوره محرومیت و پس از پایان آزمایش نشان دهنده وجود تفاوت معنی داری ($P < 0/05$) بین تیمارهای است که مشابه نتایج مطالعات پیشین روی ماهی قزل آلا (رنگین کمان (3) است. این بدان معنی است که در دوره محرومیت غذایی چربی به عنوان منبع تأمین کننده انرژی مورد استفاده قرار گرفته و در نتیجه متناسب با شدت گرسنگی در انتهای آزمایش شاهد کاهش میزان چربی لاشه بوده ایم. در حالی که در مطالعات مربوط به هیبرید تیلایا (11) و همچنین مطالعه روی قزل آلا (رنگین کمان (1) روند افزایش در میزان چربی در طول آزمایش مشاهده شد که بر خلاف نتایج فوق است. میزان رطوبت لاشه در پایان آزمایش نسبت به دوره اعمال محرومیت غذایی افزایش عددی داشته که منطبق با مطالعات موجود در این زمینه نیست (3). اما با توجه به اینکه رطوبت و چربی در ترکیب لاشه ماهیان دارا اینسبتهای مخالف هم هستند، با توجه به کاهش میزان چربی افزایش رطوبت کاملاً منطقی و طبیعی است. افزایش مصرف غذا در طول دوره رشد جبرانی برای ماهی Sparusauratus (5)، هیبرید تیلایا (11)، Barramundi (10)، قزل آلا (رنگین کمان (3)، سه خاره و ماهی قنات (12) و گربه ماهی دراز پوزه چینی (14) گزارش شده است. در پژوهش حاضر نیز مصرف غذا در مرحله دو (غذادهی مجدد) ابتدا در تیمار اولو با گذشت زمان در سایر تیمارها افزایش حاصل کرد اما اختلاف معنی داری در پایان آزمایش بین گروه های آزمایشی مشاهده نشد. در مجموع نتایج حاصل نشان داد که ماهی قزل آلا (رنگین کمان در صورت مواجه با محرومیت غذایی دارای توانایی مناسبی جهت رشد جبرانی بوده و در صورت دریافت غذای مناسب و کافی می تواند بخوبی عقب ماندگی رشد خود را جبران نماید. پدیده رشد جبرانی می تواند در مدیریت پساب سیستم های پرورشی، افزایش کارایی تغذیه آبزیان، جابه جایی زمان ارائه محصول به بازار و نیز کاهش هزینه های کارگری مزرعه از طریق مدیریت تغذیه مفید واقع گردد.

منابع

- (1) ایمانی، آ، فرهنگی، م، یزدانپرست، ر، بختیاری، م، سلجوقی، ظ، مجازی امیری، ب، 1387، شاخص های تغذیه و رشد در ماهی قزل آلا (رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی دوره های محرومیت غذایی و غذا دهی مجدد، مجله علمی شیلات، دوره هجدهم، شماره دوم، 9-1.
- (2) حاجی مرادی، م، محبویی صوفیانی، ن، علامه، ک، 1386، اثر گرسنگی بر سطوح کلسترول، گلوکز و پروتئین پلاسمای خون قزل آلا (رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*))، مجله ی علوم و فنون دریایی، دوره ی ششم، شماره سوم و چهارم، 23-30.

- (3) Boujard. T, Bured. C, Medale. F, Haylor. G, Moisan. A. (2000), Effect of past nutritional history and fasting on feed intake and growth in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquat*, 13, 129-137.
- (4) Dobson. S.H, Holmes. R.M. (1984), Compensatory growth in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish Bio*, 25, 469-656.
- (5) Eroldogan. O.T, Kumlum. M, Kriis. G.A, Sezer. B. (2005), Compensatory growth response of *Sparus aurata* following different starvation and refeeding protocols. *Aquaculture Nutrition*, 12, 203-210.
- (6) Jiwyam. W. (2010), Growth and compensatory growth of juvenile *Pangasius bocourti* Sauvage 1880 relative to rearing. *Aquaculture*, 306, 393-397.
- (7) Miglav. I, Jobling. M. (1989), Effects of feeding regime on food consumption, growth rates and tissue nucleic acids in juvenile *Arctic charr*, *Salvelinus alpinus*, with particular reference to compensatory growth. *J. Fish Bio*, 34, 947-957.
- (8) Metcalfe. N.B, Thorpe. J.E. (1992), Anorexia and defended energy levels in over-wintering juvenile Salmon. *J. Anim. Ecol*, 61, 175-181.
- (9) Russell. N.R, Wootton. R.J. (1992), Appetite and growth compensation in the *European minnow*, *Phoxinus phoxinus* (Cyprinidae) following short term of food restriction. *Environ. Bio. Fishes*, 34, 277-285.
- (10) Tian. X, Qin. G.J. (2002), Effects of previous rearing restriction on compensatory growth in barramundi *Latescalcarifer*. *Aquaculture*, 235, 273-283.
- (11) Wang. Y, Cui. Y, Yang. Y, Cai. F. (1999), Compensatory growth in hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*, reared in seawater. *Aquaculture*, 189, 101-108.
- (12) Zhu. X, Cui. Y, Ali. M, Wootton. R.J. (2001), Comparison of compensatory growth responses of juvenile *three-spined stickle back* and *minnow* following similar food deprivation protocols. *J. Fish Bio*, 58, 1149-1165.
- (13) Zhu. X, Wu. L, Cui. Y, Yang. Y, Wootton. R.J. (2002), Compensatory growth response in *three-spined stickle back* in relation to feed-deprivation protocols. *J. Fish Bio*, 62, 195-205.
- (14) Zhu. X, Xie. S, Lei. W, Cui. Y, Yang. Y, Wootton. R.J. (2004), Compensatory growth in the Chinese longsnout catfish *Leiocassis longirostris* following feed deprivation: Temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed and body composition. *Aquaculture*, 248, 307-314.