

Effect of Deprivation and Re-Feeding Periods on Growth, Feed Utilization and Carcass Composition in Iridescent Shark, *Pangasius sutchi*

Khadije Poormehr¹, Amir Hoshang Bahri²,
Ali Taheri³, Paria Akbary^{4*}

1. M. A. of Fisheries Group, Islamic Azad University, Bandar Abbas, Hormozgan, Iran
2. Assistant Professor of Fisheries Group, Islamic Azad University, Bandar Abbas, Hormozgan, Iran
3. Associate Professor of Fisheries Group, Marine Sciences Faculty, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran
4. Associate Professor of Fisheries Group, Marine Sciences Faculty, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

(Received: Feb. 1, 2017 - Accepted: Nov. 17, 2018)

Abstract

Deprivation and re-feeding periods have a special relationship with possible mechanism of compensatory growth and reduce the cost of feeding fish. The present study investigated different parameters such as feed efficiency, growth and body composition changes in order to compensate for the possible mechanism of growth retardation in *Pangasius sutchi* fry (with an average weight of $1.27 \text{ g} \pm 0.24$). The survey was conducted for 60 days in Ghom, Iran. In this experiment a control group (no period of food deprivation) and treatments with alternating cycles of one day of fasting and 4-day feeding (treatment 1), 3 days of starvation and 12-day feeding (treatment 2), 6 days of starvation and 24-day feeding (treatment 3) were used. Bioassays were repeated every 30 days. At the end of the experimental period, Specific growth ratio (SGR) and protein efficiency ratio (PER) of the experimental period, in the treatments of food deprivation compared to the control group improved ($P < 0.05$). The highest fat ($26.93\% \pm 0.98$) and the lowest protein ($6.43\% \pm 0.44$) were observed in treatment 3, but there was no significant differences were observed between treatments 1 and 2. The results showed that *Pangasius sutchi* fry, has the ability to withstand food deprivation and compensatory growth retardation at 6 days of starvation and leading to improved carcass fat

Keywords: Compensatory growth, Feed Conversion ratio (FCR), *Pangasius sutchi*, Protein Efficiency Ratio (PER), Starvation.

اثر دوره‌های محرومیت غذایی و غذادهی بر رشد، کارایی تغذیه و ترکیب لاشه گربه‌ماهی پنگوسی (*Pangasius sutchi*)

خدیجه پورمه‌ر^۱، امیر هوشنگ بحری^۲، علی طاهری^۳،
پریا اکبری^{۴*}

۱. کارشناس ارشد، گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس
۲. استادیار، گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس
۳. دانشیار، گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار
۴. دانشیار، گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۲۶)

چکیده

محرومیت غذایی و غذادهی مجدد، ارتباط ویژه‌ای با مکانیسم احتمالی رشد جبرانی و کاهش هزینه تغذیه ماهیان دارد. شاخص‌های مختلف نظیر کارایی تغذیه، رشد و تغییرات ترکیب لاشه به‌منظور بررسی مکانیسم احتمالی جبران عقب‌افتادگی رشد در بچه‌ماهی پنگوسی (*Pangasius sutchi*) با وزن متوسط $1.27 \pm 0.24 \text{ g}$ ، در شرایط آزمایشگاهی در شهرستان قم، به مدت ۶۰ روز و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی و با چهار تیمار و سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش، یک گروه کنترل (بدون دوره محرومیت غذایی) و تیمارهایی با سیکل متناوب ۱ روز گرسنگی و ۴ روز غذادهی (تیمار ۱)، ۳ روز گرسنگی و ۱۲ روز غذا دهی (تیمار ۲)، ۶ روز گرسنگی و ۲۴ روز غذا دهی (تیمار ۳) طراحی شد. در پایان دوره آزمایش، ضریب رشد ویژه و ضریب کارایی پروتئین کل دوره آزمایش، در تیمارهای با محرومیت غذایی نسبت به گروه کنترل بهبود یافت ($P < 0.05$). بیشترین میزان چربی ($26.93 \pm 0.98\%$) و کمترین میزان پروتئین ($6.43 \pm 0.44\%$) لاشه در تیمار ۳ مشاهده شد ($P < 0.05$). اما بین تیمارهای ۱ و ۲ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج نشان دادند که بچه‌ماهی پنگوسی، توانایی تحمل محرومیت غذایی و جبران عقب‌افتادگی رشد تا ۶ روز گرسنگی را دارد و منجر به بهبود چربی لاشه شد.

واژه‌های کلیدی: رشد جبرانی، ضریب تبدیل غذایی، ضریب کارایی پروتئین، گرسنگی، *Pangasius sutchi*.

مقدمه

پرورش ماهی یک صنعت مهم و سود آور بوده واز نظر اقتصادی هزینه مربوط به تغذیه ماهی قسمت اعظم هزینه‌های پرورش را شامل می‌شود (Rahimi et al., 2010). روش‌های متفاوتی برای کاهش این هزینه وجود دارد که از آن میان می‌توان به محرومیت غذایی و غذادهی مجدد که منجر به ایجاد فرایندی به نام رشد جبرانی می‌شود، اشاره کرد (Ali et al., 2003).

در ماهی‌ها نتایج متنوع و جالبی گزارش شده است. به‌عنوان مثال در قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) سه هفته بعد از گرسنگی میزان چربی موجود در کبد و دستگاه گوارش کاهش یافت (Quinton & Blake, 1990). در ماهیانی که ذخیره چربی زیادی نداشته باشند پروتئین ماهیچه سفید در طول گرسنگی کاهش می‌یابد (Hormick et al., 2000). همچنین در مطالعه‌ای بر روی گربه‌ماهی چینی (*Leiocassis longirostris*) میزان پروتئین ماهیچه در زمان گرسنگی، به‌علت تغییرات در سطوح انرژی و پروتئین رژیم غذایی کاهش یافت، اما میزان چربی کاهش را نشان نداد (Zhu et al., 2005).

گونه‌های مختلف ماهی در پاسخ به محرومیت غذایی و غذادهی مجدد واکنش‌های متفاوت فیزیولوژیکی را از خود نشان می‌دهند که موید وضعیت متابولیکی آنها است (Pottinger et al., 2003). بررسی رشد جبرانی با توجه به رابطه مستقیم با میزان مصرف غذا و کارایی تبدیل غذایی می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های غذا، نیروی کار و ... شود که منجر به بازدهی اقتصادی بهتری می‌شود.

رشد جبرانی با توجه به مطالعات متعددی که بر روی گونه‌های مختلف ماهیان از جمله گربه‌ماهی روگاهی (*Ictalurus punctatus*) (Gaylord et al., 2001)، گربه‌ماهی چینی (Zhu et al., 2005)، ماهی سفید (*Coregonus lavaretus*) (Kankanen & Pirhinen, 2009) و ماهی باس

دریایی (*Sparus aurata*) (Bavcevic et al., 2010) انجام گرفته، یک رویداد کاملاً شناخته شده است و معمولاً بعد از یک دوره محدودیت غذایی موقت، میزان رشد، سریع می‌شود تا عقب‌افتادگی رشد جبران شود. توانایی آبری برای جبران رشد از دست رفته، به عوامل مختلفی از جمله گونه، سن، طول دوره محدودیت و شرایط محیطی بستگی دارد (Blyth et al., 1993).

گربه‌ماهی پنگوسی گیاهخوار (*Pangasius sutchi*) در ایران به‌عنوان ماهی زینتی و در بسیاری از کشورها از جمله کشورهای جنوب‌شرقی آسیا به‌عنوان غذا مطرح بوده و دارای ارزش خوراکی با بازارپسندی بسیار بالا است. همچنین با توجه به گوشت خوراکی و لذیذ آن می‌توان این ماهی را به کشورهای مصرف‌کننده صادر و به‌عنوان کالای صادراتی و با ارزش اقتصادی به آن نگریست و مورد بررسی و مطالعه ویژه قرار داد.

لذا هدف این تحقیق، بررسی اثرات احتمالی محرومیت غذایی و غذادهی مجدد بر میزان رشد، روند مصرف غذا و ترکیبات لاشه در بچه‌ماهی پنگوسی است.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط پرورش

این تحقیق در فروردین‌ماه ۱۳۹۲ در سالن تکثیر و پرورش ماهیان زینتی واقع در شهرستان قم صورت گرفت. ۱۴۴ قطعه بچه‌ماهی پنگوسی برای انجام آزمایش با میانگین وزنی 0.24 ± 0.27 گرم از کشور تایلند خریداری و قرنطینه شدند و قبل از شروع آزمایش، به مدت ۱۴ روز با شرایط محیط سازگار شدند. به‌منظور اجرای این تحقیق از ۱۲ عدد آکواریوم ۷۰ لیتری که با آب لوله‌کشی شهری که قبلاً در مخزن ۱۰۰۰ لیتری کلرزایی شده، پر شدند. طی دوره ۶۰ روز آزمایش، میانگین دمای آب 20 ± 0.21 °C و اکسیژن محلول 6.94 ± 0.77 mg/L و pH

(WG): Weight gain = $W_2 - W_1$

(FCR): Feed Conversion Ratio =

افزایش وزن بدن (g) / مقدار غذای خورده شده (g)

(G%): Growth percent = $W_2 / W_1 \times 100$

Specific Growth Rate (SGR) =

$(\ln W_2 - \ln W_1) /$ دوره پرورش به روز $\times 100$

پروتئین مصرفی (g) / وزن تر تولیدشده (g) = (PER)

آنالیز لاشه

به منظور تعیین ترکیب لاشه، در میان دوره و پایان دوره آزمایش از هر مخزن آزمایش، به صورت تصادفی ۶۳ قطعه ماهی پس از تحمل ۲۴ ساعت گرسنگی، صید شده و به منظور تجزیه ترکیب شیمیایی لاشه به آزمایشگاه شبکه دامپزشکی چابهار منتقل شد. تجزیه شیمیایی ترکیب لاشه بر اساس روش استاندارد AOAC انجام گرفت. میزان پروتئین لاشه از روش کلدال، چربی با استفاده از روش سوکسله و از طریق حل کردن چربی در اتر، رطوبت از طریق قرار دادن نمونه در دمای 105°C و توزین نمونه بعد از خشک شدن و خاکستر از طریق سوزاندن نمونه در دمای 550°C به مدت ۶ ساعت و توزین نمونه پس از خشک شدن محاسبه شدند (AOAC, 1989).

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیب لاشه با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) و آزمون مقایسه LSD، در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارهای مختلف صورت گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 16 در محیط ویندوز XP استفاده شد.

نتایج

شاخص‌های رشد و تغذیه

نتایج حاصل از بررسی اثر محرومیت غذایی در دوره‌های مختلف بر معیارهای رشد در بچه‌ماهی

۸/۰۵±۰/۱۱ برآورد شد. پس از پایان دوره سازش‌پذیری، بچه ماهی‌های پنگوسی با میانگین وزنی $1/27 \pm 0/24\text{g}$ و میانگین طولی $5/5 \pm 0/45\text{cm}$ به صورت تصادفی شمارش شده و با تراکم ۱۲ قطعه به ازای هر آکواریوم، به آکواریوم‌های پرورش منتقل شدند.

طراحی آزمایش و نحوه تغذیه

در این طرح از چهار رژیم غذایی در قالب ۴ تیمار در ۳ تکرار استفاده شد. تیمار بندی این آزمایش تلفیقی از دوره‌های مختلف گرسنگی و غذادهی مجدد و مدت دوره تغذیه مجدد ۴ برابر بلندتر از دوره‌های گرسنگی است (Nikki et al., 2004). رژیم‌های غذایی به کار رفته در این مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. غذادهی به صورت دو نوبت روزانه (۸ صبح و ۴ عصر) صورت گرفت. در طول دوره ۶۰ روزه آزمایش، این رژیم غذایی (جدول ۱) تکرار شد.

جدول ۱. معرفی رژیم غذایی به کار رفته برای تیمارهای

مختلف آزمایش	
تیمار	رژیم غذایی
کنترل	غذادهی کامل (روزانه دو نوبت) در حد اشتها
۱	سیکل متناوب ۱ روز گرسنگی + ۴ روز غذادهی
۲	سیکل متناوب ۳ روز گرسنگی + ۱۲ روز غذادهی
۳	سیکل متناوب ۶ روز گرسنگی + ۲۴ روز غذادهی

زیست‌سنجی و بررسی پارامترهای رشد و تغذیه

به منظور اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، در میان دوره (روز ۳۰) و انتهای آزمایش (۶۰ روز) تمام لاروهای هر مخزن خارج شده و وزن (با دقت ۰/۰۱ گرم) و طول (با دقت ۱ میلی‌متر) آنها ثبت شد. با استفاده از داده‌های حاصل از زیست‌سنجی‌ها، درصد رشد (%G)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، ضریب رشد ویژه (SGR)، میزان رشد (WG)، شاخص وضعیت (CF) و نرخ بازده پروتئین (PER) تعیین شد (Farhangi & Carter, 2001).

غذایی (۳ روز گرسنگی + ۱۲ روز غذاهای) (تیمار ۲) در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد ($P < 0.05$). همچنین از نظر عددی ضریب رشد ویژه (SGR) در تیمارهای ۲ و ۳ نسبت به گروه کنترل بیشتر بود و اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$). اما تیمارهای ۲ و ۳ از نظر وزن نهایی و درصد رشد (%G) با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). در روز ۶۰ام، ضریب تبدیل غذایی (FCR) در تیمارهای با محرومیت غذایی نسبت به گروه شاهد کمتر بود، اما تنها تیمارهای ۱ و ۳ اختلاف معنی‌داری را با گروه کنترل نشان دادند ($P < 0.05$). بین تیمارهای با محرومیت غذایی، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$). ضریب کارایی پروتئین (PER) در تیمارهای با محرومیت غذایی اختلاف معنی‌داری را با گروه کنترل نشان دادند ($P < 0.05$). بیشترین ضریب کارایی پروتئین در تیمار ۱ گزارش شد.

پنگوسی در روز ۳۰ ام در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در تیمارهای با محرومیت غذایی، وزن نهایی، طول نهایی، نرخ رشد ویژه (SGR)، درصد رشد (%G)، میزان افزایش وزن (WG) از نظر عددی کمتر از گروه کنترل گزارش شدند و بین تیمارهای ۲ و ۳ با گروه کنترل اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0.05$). اما بین تیمار ۱ با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$). ولی ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای با محرومیت غذایی افزایش یافت و اختلاف معنی‌داری را با گروه کنترل نشان داد ($P < 0.05$), اما بین تیمارهای ۲ و ۳ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$). بین ضریب کارایی پروتئین در تیمارهای مختلف آزمایش تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

نتایج دومین زیست‌سنجی پس از ۶۰ روز در جدول ۳ نشان می‌دهد که افزایش معنی‌دار ضریب رشد ویژه (SGR) در بچه‌ماهی پنگوسی با رژیم

جدول ۲. شاخص‌های رشد حاصل از تیمارهای مختلف در ۳۰ روز اول آزمایش در بچه‌ماهی‌های پنگوسی

تیمار	طول کل (cm)	وزن کل (g)	ضریب رشد ویژه (%)	نسبت رشد (%)	افزایش رشد (g)	ضریب تبدیل غذایی	ضریب کارایی پروتئین
کنترل	۱۰/۶۷±۰/۴۱ a	۱۲/۸۷±۱/۲۱ a	۶/۱۵±۰/۳۲ a	۶۶۳۵/۴±۶۲/۷ a	۱۰/۹۳±۱/۲۱ a	۰/۴۱±۰/۰۱ c	۰/۱۱±۰/۰۲ a
۱	۱۰/۳۲±۰/۳۷ ab	۱۰/۵۸±۱/۰۱ ab	۵/۴۹±۰/۳۳ ab	۵۴۵۸/۳±۵۲/۳۴ ab	۸/۶۴±۱/۰۱ ab	۰/۴۵±۰ b	۰/۰۹±۰/۰۱ a
۲	۹/۵۴±۰/۲۵ b	۹/۱۵±۰/۰۶ b	۵/۱۰±۰/۲۱ b	۴۷۱۸/۸±۳۱/۰۹ b	۷/۲۱±۰/۰۶ b	۰/۵±۰/۰۱ a	۰/۰۹±۰/۰۶ a
۳	۹/۵۷±۰/۲۱ b	۹/۰۵±۰/۰۶۹ b	۵/۰۳±۰/۲۶ b	۴۶۶۷/۳±۳۵/۶۴ b	۷/۱۱±۰/۰۶۹ b	۰/۴۹±۰ a	۰/۰۸±۰/۰۳ a

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها است ($P < 0.05$). کنترل: غذاهای کامل (روزانه دو نوبت) در حد اشتها و تیمارهای ۱ تا ۳ به ترتیب عبارتند از سیکل متناوب (روز گرسنگی + ۴ روز غذاهای، سیکل متناوب ۳ روز گرسنگی + ۱۲ روز غذاهای، سیکل متناوب ۶ روز گرسنگی + ۲۴ روز غذاهای است.

جدول ۳. شاخص‌های رشد در تیمارهای مختلف در روز ۶۰ ام آزمایش در بچه‌ماهی پنگوسی

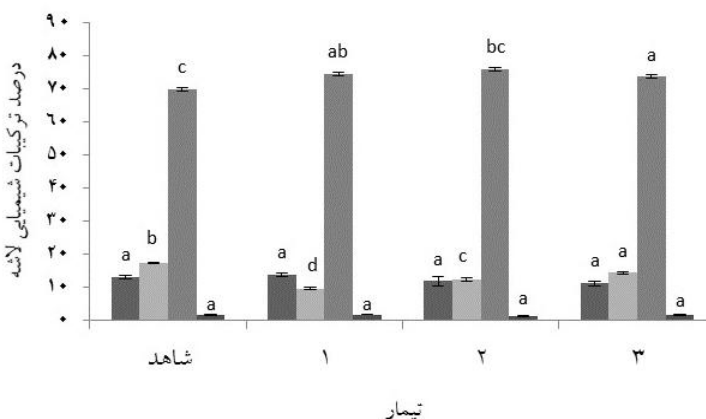
تیمار	طول کل (cm)	وزن کل (g)	ضریب رشد ویژه (%)	نسبت رشد (%)	افزایش رشد (g)	ضریب تبدیل غذایی	ضریب کارایی پروتئین
کنترل	۱۳/۵۰±۰/۳۶ ab	۲۲/۲۰±۱/۷۰ ab	۳/۹۷±۰/۴۶ b	۱۸۷۰/۸±۲۱/۷۳ b	۹/۳۳±۱/۹۸ b	۰/۲۶±۰ a	۰/۰۹±۰/۰۲ d
۱	۱۳/۷۱±۰/۵۷ a	۲۹/۱۳±۲/۶۳ a	۴/۳۷±۰/۳۹ a	۳۲۱۸/۸±۵۷/۳۰ a	۱۸/۵۴±۳/۳۲ a	۰/۲۳±۰ b	۰/۱۴±۰/۰۱ a
۲	۱۳/۲۶±۰/۴۵ ab	۲۶/۵۳±۱/۸۲ b	۴/۰۵±۰/۳۰ a	۲۹۸۲/۶±۲۳/۷۴ ab	۱۷/۳۸±۱/۷۵ a	۰/۲۵±۰/۱ ab	۰/۱۲±۰/۰۶ b
۳	۱۲/۲۰±۰/۵۰ c	۲۱/۶۰±۲/۹۸ ab	۴/۲۶±۰/۳۶ a	۲۴۸۰±۳۶/۴۶ ab	۱۲/۵۴±۲/۹۴ ab	۰/۲۳±۰/۰۵ b	۰/۱۱±۰/۰۳ c

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها است ($P < 0.05$). کنترل: غذاهای کامل (روزانه دو نوبت) در حد اشتها و تیمارهای ۱ تا ۳ به ترتیب عبارتند از سیکل متناوب (روز گرسنگی + ۴ روز غذاهای، سیکل متناوب ۳ روز گرسنگی + ۱۲ روز غذاهای، سیکل متناوب ۶ روز گرسنگی + ۲۴ روز غذاهای است.

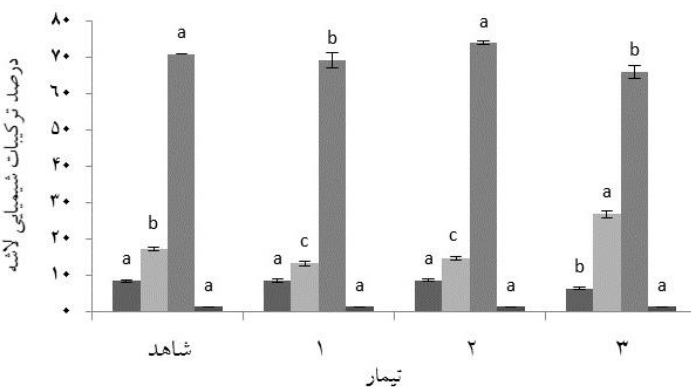
ترکیب شیمیایی لاشه

نتایج حاصل از آنالیز لاشه در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰) در شکل ۲ نشان داده شده است. کمترین میزان پروتئین لاشه در تیمار ۳ مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با بقیه تیمارها و تیمار شاهد نشان داد ($P < 0.05$). بیشترین میزان چربی در تیمار ۳ مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد ($P < 0.05$). کمترین میزان رطوبت در تیمارهای ۱ و ۳ مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با تیمارهای شاهد و ۲ نشان داد ($P < 0.05$). اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از نظر میزان خاکستر مشاهده نشد ($P > 0.05$).

ترکیب شیمیایی لاشه ماهی پنگوسی در تیمارهای مختلف در میان دوره آزمایش (روز ۲۰) در شکل ۱ نشان داده شده است. میزان پروتئین و خاکستر در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P > 0.05$). بیشترین میزان چربی خام در تیمار شاهد مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد ($P < 0.05$). همچنین کمترین میزان رطوبت در تیمار شاهد مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با تیمارهای ۱ و ۳ نشان داد ($P < 0.05$).



شکل ۱. تغییرات میانگین ترکیبات شیمیایی لاشه بدن ماهی پنگوسی در روز ۳۰ام آزمایش در تیمارهای مختلف (حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$)). شاهد: غذادهی کامل (روزانه دو نوبت) در حد اشتها و تیمارهای ۱ تا ۳ به ترتیب عبارتند از: سیکل متناوب ۱ روز گرسنگی + ۴ روز غذادهی، سیکل متناوب ۳ روز گرسنگی + ۱۲ روز غذادهی، سیکل متناوب ۶ روز گرسنگی + ۲۴ روز غذادهی



شکل ۲. تغییرات میانگین ترکیبات شیمیایی لاشه بدن ماهی پنگوسی در روز ۶۰ام آزمایش در تیمارهای مختلف (حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$)). شاهد: غذادهی کامل (روزانه دو نوبت) در حد اشتها و تیمارهای ۱ تا ۳ به ترتیب عبارتند از: سیکل متناوب ۱ روز گرسنگی + ۴ روز غذادهی، سیکل متناوب ۳ روز گرسنگی + ۱۲ روز غذادهی، سیکل متناوب ۶ روز گرسنگی + ۲۴ روز غذادهی

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از جدول ۳ نشان داد که رشد به‌طور کامل جبران شده و حتی از نظر عددی شاخص‌های رشد نظیر ضریب رشد ویژه و ضریب کارایی پروتئین با محرومیت نسبت به گروه کنترل بیشتر بود و اختلاف معنی‌داری را نشان دادند که نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، با نتایج به‌دست‌آمده بر روی کپور (Wieser *et al.*, 1992)، گربه‌ماهی روگامی (Gaylord *et al.*, 2001) و گربه‌ماهی چینی (Zhu *et al.*, 2005) همخوانی داشت. Gaylord *et al.* (2001) گزارش کردند که گربه‌ماهی روگامی بعد از ۳ روز محرومیت غذایی، در دوره رشد جبرانی بهبود در معیارهای رشد را نشان داد و در کپور بعد از ۶ روز گرسنگی و ۱۲ روز غذادهی مجدد رشد به‌طور کامل جبران شد (Wieser *et al.*, 1992). به نظر می‌رسد که علت بالاتر بودن ضریب رشد ویژه، درصد رشد و افزایش وزن در تیمارهای با محرومیت غذایی در این تحقیق این است که ماهیان پس از گذراندن دوره گرسنگی مجدد غذادهی شدند و در نتیجه ماهی برای جبران کردن دوران گرسنگی دارای سرعت رشد بالاتر از ماهی‌های با تغذیه معمولی (گروه کنترل) هستند. لذا سرعت رشد در مرحله جبران در ماهی‌هایی که دچار سوء تغذیه شدند، بالاتر از ماهی‌های با تغذیه معمولی است (Zhu *et al.*, 2005). Peres *et al.* (2011) گزارش کردند که گرسنگی به‌مدت ۱ یا ۲ هفته باعث از دست رفتن مقدار قابل توجهی از وزن بدن در لارو ماهی باس دریایی شد و در طول ۸ هفته تغذیه مجدد بهبود مشاهده نشد که مؤید آن است که تغذیه مجدد برای مدت کوتاه در استراتژی پرورش ماهی باس دریایی مؤثر به نظر نمی‌رسد که با نتایج این تحقیق همخوانی نداشت. عدم همخوانی نتایج را می‌توان به‌خاطر نوع گونه، شرایط آزمایش و وجود واکنش‌های فیزیولوژیکی متفاوت در ماهی‌ها بیان کرد (Pottinger *et al.*, 2003).

نتایج حاصل از ضریب تبدیل غذایی در این تحقیق

نشان داد که در پایان روز ۳۰ ام، میزان آن در تیمارهای با محرومیت غذایی بیشتر از گروه کنترل بود؛ در حالی‌که در پایان روز ۶۰ ام آزمایش میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای با محرومیت غذایی نسبت به گروه کنترل کاهش یافت و به استثنای تیمار ۱ بین سایر تیمارهای با محرومیت غذایی با گروه کنترل اختلاف معنی‌داری وجود داشت که با نتایج به‌دست‌آمده بر روی گربه‌ماهی روگامی (Gaylord *et al.*, 2001) و ماهی پنگوسی (*Pangasius bocourti*) (Jiwyam, 2010) همخوانی داشت. Gaylord *et al.* (2001) بیان کردند که بعد از سه روز محرومیت غذایی در دوره رشد جبرانی بهبود در بهره‌وری تغذیه در گربه‌ماهی روگامی دیده شد. ضریب کارایی پروتئین در این تحقیق نشان داد که در روز ۳۰ ام آزمایش، در تیمارهای با محرومیت غذایی نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی‌داری را نشان نداد و در روز ۶۰ ام آزمایش، ضریب کارایی پروتئین در تیمارهای با محرومیت غذایی نسبت به گروه کنترل بهبود یافت. می‌توان بیان کرد که در مطالعه حاضر به‌دلیل استفاده از غذای با میزان پروتئین بالا (۵۰٪ جیره)، ماهی پروتئین مورد نیاز بدن را در تمام مراحل تغذیه دریافت کرده و به همین دلیل نیازی به دریافت بیشتر پروتئین نداشته است. همچنین رشد جبرانی منجر به بهبود ضریب کارایی پروتئین در تیمارهای با محرومیت غذایی شده است که با تحقیق صورت گرفته بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان (Imani *et al.*, 2001; Zhu *et al.*, 2005) همخوانی داشت. آنها گزارش کردند که شاخص‌های ضریب کارایی پروتئین و ضریب تبدیل غذایی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با ۳ هفته گرسنگی از نظر عددی بیشتر از گروه کنترل بود. نتایج حاصل از آنالیز ترکیبات شیمیایی لاشه در تحقیق حاضر، نشان داد که در روز ۳۰ ام آزمایش، میزان چربی لاشه در تیمارهای با محرومیت غذایی نسبت به گروه کنترل کاهش یافت و در میزان پروتئین لاشه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. این

ارتباط می‌توان به تفاوت الگوی بازسازی ترکیب و بافت بدن در دوره تغذیه مجدد در بین گونه‌های ماهی اشاره کرد (Peres *et al.*, 2011).

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد بچه‌ماهی پنگوسی توانست ۶ روز محرومیت غذایی را تحمل کند و رشد جبرانی نقش مؤثری در بهبود شاخص‌های رشد، درصد چربی لاشه و کارایی تبدیل غذا بعد از ۶ روز محرومیت غذایی در بچه‌ماهی پنگوسی داشت. درحالی‌که بعد از سه روز محرومیت غذایی در دوره رشد جبرانی بهبود در بهره‌وری تغذیه در گربه ماهی روگاهی مشاهده شده است (Gaylord *et al.*, 2001). لذا رشد جبرانی می‌تواند به‌عنوان یکی از راهکارهای مناسب برای کاهش هزینه‌های جاری پرورش مورد استفاده قرار گیرد. همچنین با توجه به مزایای رشد جبرانی در کاهش هزینه‌های کارگر، غذا، کنترل کیفیت آب و عرضه محصول در زمان مناسب می‌توان از این پدیده برای کاهش هزینه‌های جاری استفاده مطلوب به عمل آورد و شناخت این فرایند می‌تواند منجر به برنامه‌ریزی مناسب مدیریت تغذیه‌ای در مزارع پرورش آبزیان شود.

سپاسگزاری

از مهندس علی مومنی‌نژاد، مسئول کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی شهرستان قم به دلیل فراهم کردن کلیه امکانات و تسهیلات برای اجرای پروژه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

موضوع نشان می‌دهد که در دوران گرسنگی، ذخیره‌های چربی به‌عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. Quinton & Blake (1990) گزارش کردند که در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان سه هفته بعد از گرسنگی میزان چربی موجود در کبد و دستگاه گوارش کاهش یافت که با نتایج حاضر همخوانی داشت. همچنین Peres *et al.* (2011) گزارش کردند که در ماهی باس دریایی درصد ماده خشک و چربی بدن نیز در دوران محرومیت غذایی کاهش یافت؛ درحالی‌که درصد پروتئین بدن حفظ شد. در روز ۶۰ام آزمایش، میزان پروتئین در تیمارهای با محرومیت غذایی به استثنای تیمار ۳ اختلاف معنی‌داری را با گروه کنترل نشان نداد؛ درحالی‌که میزان چربی در تیمارهای با محرومیت غذایی نسبت به گروه کنترل افزایش یافت که با تحقیق صورت‌گرفته بر روی گربه‌ماهی روگاهی (Zhu *et al.*, 2005) همخوانی داشت. در این تحقیق بیان شد که میزان چربی در گربه‌ماهی روگاهی گرسنه در عرض یک هفته تغذیه مجدد بازسازی شد و از نظر میزان پروتئین، چربی و خاکستر با گروه کنترل مشابه بوده و جبران به‌طور کامل صورت گرفت؛ اما در یکی از گروه‌ها میزان پروتئین بالاتر از گروه کنترل گزارش شد (Zhu *et al.*, 2005). در حالی‌که در تحقیق حاضر میزان پروتئین لاشه در تیمار ۳ (۶ روز گرسنگی + ۲۴ روز غذادهی مجدد) کمتر از گروه کنترل بود که در این

REFERENCES

- Ali, M.; Nicieza, A.; Wootton, R.J. (2003). Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish Biol*; 4(2): 147-190.
- AOAC. (1990). In: W.Harwitz (Ed). *Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists*, (AOAC). 1, 14th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. 1963 pp.
- Bavcevic L.; Klanjscek, T.; Karamarko, V.; Anicic, I.; Legovic, T. (2010). Compensatory growth in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) compensates weight, but not length. *Aquaculture*; 1(1-4): 57-63.
- Blyth, P.J.; Purset, G.J.; Russell, J.F. (1993). Detection of feeding rhythms in sea caged Atlantic salmon using new feeder technology. In *Fish Farming Technology* (eds H. Reinertsen, L.A., Dahle, L., Gorgensen & K. Tvinnereim). 1993.

- A.A.Balkema Rotterdam. 216pp.
- Farhangi, M.; Carter, C.G. (2001). Growth, physiological and immunological response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to different dietary inclusion levels of dehulled lupin (*Lupinus angustifolius*). *Aquacul Res*; 32(1): 329-340.
- Gaylord, T.G.; Mackenzie, D.S.; Gatlin, D.M. (2001). Growth performance, body composition and plasma thyroid hormone status of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) in response to short-term feed deprivation and refeeding. *Fish Physiol Biochem*; 24(1): 73-79.
- Hormick, J.L.; Eenaeme, C.V.; Gerard, O.; Dufrance, I. (2000). Mechanism of reduced and compensatory growth. *Domest Anim Endocrinol*; 19(2): 121-132.
- Imani, A.; Farhangi, M.; Yazdanparast, R.; Bakhtiari, M.; Shekoh Saljoghi, Z.; Majazi, A.B. (2001). Feeding and growth indices in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during different periods of food deprivation and re-feeding. *Iran. Sci Fish J*; 18(2): 1-12.
- Jiwyam, W. (2010). Growth and compensatory growth of juvenile *Pangasius bocourti* Sauvage, 1880 relative to ration. *Aquaculture*; 306 (1-4): 393-397.
- Kankanen, M.; Pirhonen, J. (2009). The effect of intermittent feeding on feed intake and compensatory growth of whitefish *Coregonus lavaretus* L. *Aquaculture*; 288 (1-2): 92-97.
- Nikki, J.; Pirhonen, J.; Jobling, M.; Karjalainen, J. (2004). Compensatory growth in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) (walbaum), held individually. *Aquaculture*; 235 (1-4): 285-296.
- Peres, H.; Santos, S.; Teles, A.O. (2011). Lack of compensatory growth response in gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles following starvation and subsequent refeeding. *Aquaculture*; 318 (3-8): 384-388.
- Pottinger, T.G.; Ran-Weaver, M.; Sumpter, I.P. (2003). Overwinter fasting and re-feeding in rainbow trout: plasma growth hormone and cortisol levels in relation to energy mobilization. *Comp Biochem Physiol*; 136(3): 403-417.
- Quinton, J.C.; Blake, R.W. (1990). The effect of feed cycling and ration level on the compensatory growth in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J Fish Biol*; 37(1): 33-41.
- Wieser, W.; Krumschnalbel, G.; Ojwang-Okwor, J.P. (1992). The energetics of starvation and growth after refeeding in juveniles of three cyprinid species. *Environ Biol Fishes*; 33(1): 63-71.
- Zhu, X.; Xie, S.; Lei, W.; Cui, Y.; Yang, Y.; Wootton, R.J. (2005). Compensatory growth in the Chinese long snout catfish, *Leiocassis longirostris*, following feed deprivation: Temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. *Aquaculture*; 248 (1-4): 307-314.