مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

# تاثیر دوره گرسنگی و غذادهی مجدد بر عملکرد رشد و پلاسمای خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

**عیسی ابراهیمی درچه*، مژگان زارع شهرکی، مهسا برهانی**

*گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان*

**نوع مقاله:**
کوتاه

**تاریخچه مقاله:**
دریافت: ۹۴/۱۰/۱۶
اصلاح: ۹۵/۰۵/۱۳
پذیرش: ۹۵/۰۵/۳۰

**کلمات کلیدی:**
ترکیب لاشه
رشد
قزل‌آلای رنگین‌کمان

**چکیده**

مکانیسم رشد جبرانی ماهی قزل‌آلا در شرایط آزمایشگاهی، به مدت ۵ هفته در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تیمار و ۳ تکرار و یک گروه شاهد مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای ۱ تا ۴ به مدت ۲ هفته به ترتیب با ۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد حد سیری تغذیه شدند. پس از طی مرحله‌ی محرومیت غذایی ماهی‌ها تا سطح اشباع و دو نوبت در روز غذادهی شدند. نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های رشد، ترکیب شیمیایی لاشه و فاکتورهای خونی، نشان دهنده توانایی این ماهی در جبران کمبود رشد ناشی از محرومیت غذایی در حد ۲۵٪ اشباع بود.

## مقدمــه

بسیاری از گونه‌های ماهیان در بخشی از سال در معرض دوره‌های گرسنگی طبیعی قرار می‌گیرند. آنها توانمندی‌های مؤثری را برای مقاومت به دوره‌های طولانی گرسنگی دارا هستند که ذخایر بدنی آنها را برای زنده ماندن بسیج می‌کند. دوره‌های گرسنگی در طبیعت با یک دوره رشد جبرانی همراه است (Boujard *et al.*, 2000). رشد جبرانی در ماهیان نه تنها از نظر تئوری جالب توجه است، بلکه ممکن است در پرورش آنها هم کاربرد داشته باشد. یکی از شیوه‌های غذادهی در سیستم‌های پرورش آبزیان، استفاده از رژیم‌های محرومیت غذایی و غذادهی مجدد است که منجر به رشد جبرانی می‌شود (Wang *et al.*, 1999). تحقیقات نشان داد که سه‌خاره ماهیان با ایجاد یک پاسخ جبرانی همئوستاتیک (خون سازی) قادر به جبران عقب ماندگی رشد پس از یک تا دو هفته محرومیت غذایی می‌باشند (Zhu *et al.*, 2001). در حالی که هیبرید تیلاپیا محروم شده از غذا به مدت طولانی توانایی لازم برای جبرانی عقب ماندگی رشد را ندارد (Zhu *et al.*, 2002). نظریه رشد جبرانی بر این فرض استوار است که جانور پس از طی دوره محرومیت غذایی، به محض قرار گرفتن در شرایط مطلوب تغذیه‌ای یک پاسخ Hyperphagic (افزایش اشتها) از خود نشان می‌دهد. این واکنش در واقع نقش اصلی را در عمل رشد جبرانی و در نتیجه آن رشد سریع‌تر ایفا می‌کند (Tian and Qin, 2004; Jiwyam, 2010). مطالعاتی نیز در زمینه تاثیر گرسنگی بر فاکتورهای خونی انجام شده است که نشان دهنده توانایی ماهی برای سازش با دوره‌های متفاوت گرسنگی است (Nagha and Ikeda, 1971). از آنجایی که در مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، به طور معمول دوره‌های کوتاه مدت گرسنگی تجربه می‌شود (Azodi *et al.*, 2014a)، هدف از مطالعه حاضر بررسی مکانیسم رشد جبرانی پس از یک دوره کوتاه مدت گرسنگی به منظور

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: e_ebrahimi@cc.iut.ac.ir



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.14.9 ]

استفاده از این ویژگی در زمان مواجه با عوامل بیماری‌زا، محدودیت دسترسی به غذا، تنش‌های ناشی از کیفیت نامطلوب آب، رقم بندی، حمل و نقل و ... می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در یک سیستم نیمه بسته با آب در حال گردش واقع در مزرعه‌ی آموزشی- تحقیقی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. قبل از شروع آزمایش ۱۵۰ عدد ماهی قزل‌آلای انگشت قد (۲۵/۰±۱۵/۸۷ میانگین وزنی اولیه ± خطای استاندارد) به مدت یک هفته با شرایط محیط آزمایش سازگار شده و به صورت تصادفی در ۵ تیمار، هر یک با ۳ تکرار توزیع شدند. واحدهای آزمایشی شامل مخزن‌های پلاستیکی با حجم آبگیری ۷۰ لیتر بود که به کمک سنگ هوا، هوادهی شدند. جهت تغذیه ماهی‌ها از جیره غذایی FFT قزل‌آلای‌رنگین‌کمان استفاده شد. ماهیان به مدت ۲ هفته در معرض سطوح مختلف محرومیت غذایی قرارگرفتند. به این ترتیب که تیمار یک ۰٪، تیمار دو ۲۵٪، تیمار سوم ۵۰٪ ، تیمار چهارم ۷۵٪ و تیمار شاهد ۱۰۰٪ حد اشباع غذادهی شدند (Tian and Qin, 2004). در پایان این مرحله از آزمایش ماهیان پس از بیهوشی با استفاده از محلول ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر پودر گل میخک (Anderson *et al.*, 1997) زیست‌سنجی شدند. در مرحله‌ی تغذیه مجدد، همه‌ی تیمارها به مدت ۳ هفته در حد سیری تغذیه گردیدند. در طول دوره‌ی آزمایش غذا دهی در دو نوبت (ساعت ۸ و ۱۷) انجام شد. فراسنجه‌های فیزیکوشیمیایی آب شامل درجه حرارت با استفاده از دماسنج جیوه‌ای، اکسیژن محلول با استفاده از اکسی‌متر WTW، مدل ( Oxi320/set)، pH به کمک pH متر WTW، مدل (B3223/set) و آمونیاک با استفاده از دستگاه فتومتر (Tinometer Gm BH, Germany; Model pc22) اندازه‌گیری شد (Mirrasooli *et al.*, 2012). عملکرد رشد ماهیان در پایان آزمایش براساس پارامترهای زیر مورد ارزیابی قرار گرفت (Jahanbakhshi *et al.*, 2012).

شاخص وضعیت (CF) = ۱۰۰×{ طول کل$^{۳}$(سانتی‌متر)/ (وزن(گرم) }، ضریب رشد ویژه (SGR) = ۱۰۰× {زمان(روز) / (لگاریتم طبیعی وزن نهایی- لگاریتم طبیعی وزن اولیه(گرم)}، ضریب تبدیل غذایی (FCR) = افزایش وزن(گرم)/ مقدار غذای مصرف شده (گرم)، بازده پروتئین (PER) = مقدار پروتئین مصرف شده(گرم) / افزایش وزن (گرم)، بازده غذایی (FER) = وزن اولیه(گرم) / میزان افزایش وزن (گرم).

ترکیب شیمیایی لاشه ماهیان (پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت) با استفاده از روش‌های استاندارد (پروتئین با استفاده از روش کجلدال و تعیین مقدار نیتروژن کل و ضرب آن در ضریب ۶/۲۵، چربی به روش سوکسله از طریق حل کردن چربی در N – هگزان، خاکستر از طریق سوزاندن در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت و رطوبت از طریق قرار دادن نمونه در آون با دمای ۱۰۵ درجه تا رسیدن به وزن ثابت) و با ۳ تکرار برای هر تیمار اندازه‌گیری شد (AOAC, 1998). علاوه بر این از محل ساقه‌ی دمی تعدادی از ماهیان هر تکرار به صورت جداگانه خونگیری به عمل آمده و سرم نمونه‌های خون به کمک سانتریفیوژ (۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰دقیقه) جداسازی شد. نمونه‌های سرم تا قبل از انجام آنالیزهای شیمیایی در فریزر ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. کلیه تست‌های بیوشیمیایی شامل اندازه‌گیری گلوکز، تری گلیسرید، کلسترول و پروتئین کل با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر مدل Roche COBAS MIRA در آزمایشگاه تشخیص طبی میلاد در شهر اصفهان انجام شد.

تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری Spss15 انجام شد. ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنف (Kolmogorov-Smirnov) بررسی شد، سپس تفاوت‌های احتمالی بین تیمارها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) بررسی شد. در نهایت برای تعیین تفاوت بین میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد( $P<۰/۰۵$ ) استفاده شد.

## نتایــج

نتایج مربوط به اندازه‌گیری فراسنجه‌های فیزیکوشیمیایی آب در جدول ۱ و نتایج حاصل از برآورد شاخص‌های رشد در جدول ۲ آورده شده است. نتایج مربوط به تجزیه شیمیایی لاشه ماهیان تیمارهای مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج مربوط به تجزیه بیوشیمیایی پلاسمای خون ماهیان تیمارهای مختلف در جدول ۴ ارائه شده است.



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.14.9 ]

جدول ۱. فراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی آب در طی دوره گرسنگی و تغذیه مجدد ماهیان مورد آزمایش (میانگین ± خطای استاندارد)

| عامل | دما (°C) | pH | اکسیژن محلول (ppm) | دبی (ml/min) | تعویض روزانه آب (درصد) | $NH_3$ (ppm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| میانگین±خطای استاندارد | ۱۴/۹±۰/۹ | ۷/۵±۰/۱ | ۷/۵±۰/۸۵ | ۷۰۰ | ۱۰ | ۰/۰۰۷±۰/۰۰۲ |
| دامنه تغییرات | ۱۴-۱۶ | ۷/۲-۷/۶ | ۶/۸-۸/۵ | - | - | - |

جدول ۲. تغییر شاخص‌های رشد در ماهیان مورد آزمایش در طی دوره گرسنگی و تغذیه مجدد (میانگین ± خطای استاندارد)
حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است($P>0/05$).

| شاخص | شاهد | تیمار۱ | تیمار۲ | تیمار۳ | تیمار۴ |
|---|---|---|---|---|---|
| وزن اولیه (گرم) | ۱۶/۰۹±۰/۶۹ | ۱۵/۰۴±۰/۴۶ | ۱۵/۶۸±۰/۱۸ | ۱۶/۰۶±۰/۶۹ | ۱۵/۸۰±۰/۱۲ |
| وزن بعد از گرسنگی | $۲۵/۲۷^{c}$±۱/۰۹ | $۱۴/۸۳^{a}$±۰/۶۹ | $۲۱/۳۶^{b}$±۱/۰۱ | $۲۴/۷۵^{c}$±۱/۰۷ | $۲۳/۴۴^{bc}$±۱/۰۱ |
| وزن نهایی | $۳۹/۲۱^{b}$±۰/۱۱ | $۲۶/۰۷^{a}$±۲/۵۴ | $۳۲/۳۸^{ab}$±۲/۵۰ | $۳۵/۵۶^{b}$±۳/۵۶ | $۳۵/۳۹^{b}$±۱/۱۹ |
| ضریب رشد ویژه(درصد) | $۲/۴۷^{b}$±۰/۱۱ | $۱/۶۸^{a}$±۰/۱۸ | $۲/۱۲^{ab}$±۰/۱۲ | $۲/۱۸^{ab}$±۰/۲۲ | $۲/۲۳^{ab}$±۰/۰۹ |
| ضریب تبدیل غذایی (FCR) | ۱/۲۶±۰/۰۳ | ۱/۱۸±۰/۱۸ | ۱/۱۶±۰/۲۴ | ۱/۱۴±۰/۱۳ | ۱/۳۱±۰/۰۹ |
| نسبت بازده غذایی | $۱۴۴/۵۹^{b}$±۹/۶۲ | $۸۳/۹۷^{a}$±۱۲/۳۵ | $۱۰۵/۵۴^{ab}$±۹/۱۴ | $۱۲۱/۰۹^{ab}$±۱۸/۶۹ | $۱۲۴/۰۱^{ab}$±۷/۲۸ |
| شاخص وضعیت (CF) | ۰/۹۶±۰/۰۲ | ۰/۹۷±۰/۰۳ | ۰/۹۶±۰/۰۱ | ۱/۰۹±۰/۱۲ | ۰/۹۲±۰/۰۱ |
| نسبت بازده پروتئین (PER) | ۲/۳۷±۰/۰۶ | ۲/۶۹±۰/۳۸ | ۲/۸۱±۰/۴۸ | ۲/۵۹±۰/۳۶ | ۲/۳۰±۰/۱۵ |

جدول ۳. تغییرات ترکیب شیمیایی لاشه ماهی‌قزل‌آلای رنگین کمان در طی یک دوره کوتاه مدت گرسنگی و تغذیه مجدد (میانگین ± خطای استاندارد)

| شاخص | | شاهد | تیمار۱ | تیمار۲ | تیمار۳ | تیمار۴ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| پروتئین | بعد از گرسنگی | $۱۶/۲۷^{a}$±۰/۲۵ | $۱۴/۲۷^{ab}$±۰/۳۲ | $۱۳/۷۵^{a}$±۰/۳۵ | $۱۵/۷۹^{cd}$±۰/۱۶ | $۱۴/۹۶^{bc}$±۰/۱۶ |
| | پایان آزمایش | ۱۴/۲۵±۰/۲۵ | ۱۳/۳۹±۰/۵۲ | ۱۴/۴۲±۰/۶۷ | ۱۴/۴۸±۰/۴۶ | ۱۳/۴۴±۰/۸۰ |
| چربی | بعد از گرسنگی | $۷/۸۵^{b}$±۰/۵۵ | $۶/۳۶^{A}$±۱۴ | $۷/۷۱^{b}$±۰/۰۶ | $۸/۱۶^{b}$±۰/۱۹ | $۷/۷۳^{b}$±۰/۴ |
| | پایان آزمایش | $۷/۸۵^{b}$±۰/۷۲ | $۵/۷۶^{a}$±۰/۴۵ | $۷/۱۴^{Ab}$±۰/۳۱ | $۷/۱۲^{ab}$±۰/۲۵ | $۷/۱۵^{ab}$±۰/۶۹ |
| خاکستر | بعد از گرسنگی | ۰/۶۷±۰/۰۴ | ۰/۷۱±۰/۰۲ | ۰/۵۴±۰/۱۴ | ۰/۶۸±۰/۰۱ | ۰/۶۰±۰/۰۳ |
| | پایان آزمایش | ۰/۶۱±۰/۰۶ | ۰/۵۰±۰/۰۳ | ۰/۷۰±۰/۰۴ | ۰/۶۹±۰/۰۸ | ۰/۶۸±۰/۰۶ |
| رطوبت | بعد از گرسنگی | ۷۳/۴۰±۰/۹۹ | ۷۵/۰۳±۰/۱۶ | ۷۴/۲۰±۰/۲۵ | ۷۳/۴۲±۰/۳۶ | ۷۴/۲۳±۰/۸۰ |
| | پایان آزمایش | $۷۴/۳۱^{a}$±۰/۸۳ | $۷۷/۶۲^{b}$±۰/۹۵ | $۷۵/۳۲^{ab}$±۰/۱۹ | $۷۴/۹۰^{ab}$±۰/۷۰ | $۷۶/۵^{ab}$±۱/۳۴ |

حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است ($P>0/05$).

جدول ۴. تغییر پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در طی دوره گرسنگی و تغذیه مجدد (میانگین ± خطای استاندارد)
حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است ($P>0/05$)

| شاخص | شاهد | تیمار۱ | تیمار۲ | تیمار۳ | تیمار۴ |
|---|---|---|---|---|---|
| پروتئین کل (میلی‌گرم بردسی لیتر) | ۲/۲۶±۰/۰۸ | ۲/۱۱±۰/۲۲ | ۲/۳۲±۰/۱۵ | ۲/۲۰±۰/۹۷ | ۲/۳۲±۰/۲۴ |
| کلسترول (میلی‌گرم بردسی لیتر) | $۳۲۳/۶۶^{ab}$±۱۳/۸۶ | $۲۶۹^{a}$±۱۵/۱۷ | $۳۱۰^{ab}$±۳۳/۵۰ | $۳۰۹^{ab}$±۱۸/۸۲ | $۳۶۵/۳۳^{b}$±۲۷/۲۶ |
| تری گلیسرید (میلی‌گرم بردسی لیتر) | ۳۴۲/۵۰±۱۸ | ۲۹۷/۳۳±۳/۹۳ | ۳۰۵±۲۴ | ۲۸۳/۶۶±۱۸/۵۵ | ۲۹۹/۳۳±۶۰/۳۳ |
| گلوکز (میلی‌گرم بردسی لیتر) | ۱۰۱/۶۶±۱۳/۲۲ | ۹۹/۶۶±۷/۲۱ | ۱۱۷/۳۳±۱۰/۵۸ | ۱۰۰±۷/۲۳ | ۱۲۹±۱۱/۶۷ |

## بحث

یک روش مناسب برای کاهش هزینه‌های غذا در پرورش ماهی سود بردن از ویژگی رشد جبرانی است که به صورت گسترده در ماهیان گزارش شده است (Azodi *et al.*, 2014a). بهبود مصرف غذا، افزایش نرخ رشد و انعطاف‌پذیری رژیم تغذیه‌ایی از جمله مکانیسم‌های رشد جبرانی در مدیریت تغذیه ماهی‌ها بوده است (Tian and Qin, 2004; Azodi *et al.*, 2014b). در



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.14.9 ]

تحقیق حاضر بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان تحت تأثیر یک دوره کوتاه مدت محرومیت غذایی قرار گرفتند. وزن ماهیان بدون محرومیت غذایی (گروه شاهد) بعد از اتمام دوره گرسنگی به طور معنی داری بالاتر از تیمارهای ماهیان با محرومیت غذایی بود ($P\leq ۰/۰۵$). این وضعیت نشان دهنده اثر منفی محرومیت غذایی بر عملکرد رشد ماهیان تحت آزمایش است که با یافته‌های سایر محققان روی همین ماهی در توافق کلی قرار دارد (Azodi *et al*., 2014a; Imani *et al*., 2007). در حالی که گزارش‌هایی نیز مبنی بر عدم جبران محرومیت غذایی در برخی از گونه‌ها وجود دارد (Tian and Qin, 2004; Eroldogan *et al*., 2006). وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین وزن نهایی ماهیان تیمار ۱ (که شدیدترین محرومیت غذایی را تحمل کردند) و تیمار شاهد، نشان دهنده شدت محرومیت غذایی اعمال شده بر این تیمار بود و ناشی از ناکافی بودن دوره غذادهی مجدد برای جبران عقب ماندگی رشد در این تیمار است.

از آنجایی که سرعت رشد در ماهیان تحت تأثیر شرایط مختلف محیطی به‌خصوص شدت تغذیه قرار دارد، مشاهده اختلاف در ضرایب رشد ویژه بین تیمارهای مختلف آزمایش طبیعی است، زیرا ماهیان تیمارهای مختلف نسبت‌های متفاوتی از محرومیت غذایی را در طی آزمایش تجربه کرده‌اند. به همین دلیل اختلاف معنی‌داری در ضریب رشد ویژه بین ماهیان تیمارهای مختلف مشاهده شده است. این یافته‌ها مشابه نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده روی هیبرید تیلاپیا (Wang *et al*., 1999)، Sparusaurata (Eroldogan *et al*., 2006) Barramundi (Tian and Qin, 2004)، و سه خاره ماهی (*three- spinal stickle back*) (Zhu *et al*., 2002) می باشد. در عین حال اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های FCR، PER و CF بین گروه‌های آزمایشی مشاهده نشد. با توجه به این که این شاخص‌ها بیشتر تحت تأثیر ویژگی‌های وراثتی گونه پرورشی، شرایط پرورش و کیفیت غذا می‌باشد، به نظر می‌رسد دلیل این امر یکسان بودن شرایط پرورش، گونه ماهی، جیره غذایی و همچنین محدود بودن دوره آزمایش باشد. این نتیجه‌گیری با یافته‌های مطالعات مشابه روی قزل‌آلای رنگین‌کمان (Azodi *et al*., 2014a; Imani *et al*., 2007) و هیبرید تیلاپیا (Wang *et al*., 1999) همخوانی دارد.

در مطالعه حاضر مقادیر مربوط به پروتئین لاشه بعد از گرسنگی تفاوت معنی‌داری را در بین گروه‌های آزمایشی نشان داد ($P\leq ۰/۰۵$). در حالی که در مطالعات مشابه محرومیت غذایی تاثیر معنی‌دار بر میزان پروتئین لاشه نداشته است (Imani *et al*., 2007). به نظر می‌رسد کاهش مشاهده شده در میزان پروتئین لاشه پس از دوره محرومیت غذایی به دلیل استفاده از پروتئین ذخیره شده در بدن به منظور تأمین انرژی مورد نیاز در زمان محرومیت غذایی (به عنوان یک منبع سهل‌الوصول انرژی) بوده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، هرچه شدت محرومیت غذایی بیشتر شده (تیمار ۱) میزان کاهش پروتئین لاشه نیز بیشتر گردیده است (جدول ۳). در مقابل، عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار در میزان پروتئین لاشه در بین تیمارهای مختلف در پایان آزمایش نشان دهنده جبران کمبود پروتئین لاشه در طی دوره غذادهی مجدد است که توانسته است میزان پروتئین لاشه را در تیمارهای محروم از غذا در حد پروتئین لاشه در تیمار شاهد تأمین کند. بهبود نسبی بازده مصرف پروتئین پس از دوره تغذیه مجدد در تیمارهایی که محرومیت شدیدتری را تحمل کرده‌اند مؤید این وضعیت است (جدول ۲). میزان چربی لاشه نیز پس از دوره گرسنگی و هم در پایان آزمایش تنها در تیمار ۱ تفاوت معنی داری را نسبت به گروه شاهد نشان داد ($P\leq ۰/۰۵$). این پارامتر نیز مانند پروتئین لاشه نشان دهنده محرومیت غذایی شدیدتر اعمال شده در خصوص این تیمار است (جدول۳). علاوه بر این میزان چربی لاشه در ماهیان گروه شاهد در هر دو مرحله اندازه‌گیری (بعد از گرسنگی، و پایان آزمایش) ثابت بود در حالی که در تیمارهایی که شدت‌های مختلف محرومیت غذایی را تحمل کرده‌اند به صورت جزیی کاهش یافته است. نتایج حاصل با یافته‌های حاصل از مطالعات مشابه روی همین ماهی مطابقت خوبی را نشان می‌دهد (Boujard *et al*., 2000). در مجموع کاهش معنی‌دار میزان پروتئین و چربی لاشه در تیمار ۱ که شدیدترین محرومیت غذایی را تحمل نموده است نشان دهنده مصرف پروتئین و به خصوص چربی لاشه در دوره گرسنگی کامل غذایی به عنوان منابع تأمین کننده انرژی است. کاهش معنی‌دار وزن در همین تیمار نسبت به تیمار شاهد و سایر تیمارها دلیل دیگری بر این ادعا است (جدول ۲). میزان چربی لاشه در پایان آزمایش در تمام تیمارها (به جز تیمار شاهد) نسبت به زمان پس از محرومیت غذایی کاهش یافت (جدول ۳). دلیل این امر می‌تواند افزایش نسبی رطوبت لاشه و وزن ماهیان در زمان تغذیه جبرانی باشد که با ابقاء پروتئین و چربی لاشه همراه بوده است. بر خلاف یافته‌های تحقیق حاضر، در مطالعات مربوط به هیبرید تیلاپیا (Wang *et al*.,



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.14.9 ]

1999) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (Imani *et al*., 2007) میزان چربی لاشه در طول آزمایش روند افزایشی نشان داد. با توجه به اینکه رطوبت و چربی در ترکیب لاشه ماهیان ترکیبات مخالف هم هستند (Boujard *et al*., 2000)، این وضعیت کاملا منطقی و توجیه‌پذیر است.

در مطالعه حاضر میزان گلوکز خون در پایان آزمایش اختلاف معنی‌داری را بین شدت‌های مختلف محرومیت غذایی نشان نداد. در حالی که مطالعه صورت گرفته روی همین ماهی توسط Holloway و همکاران (1999) کاهش معنی‌دار گلوکز در پایان ۱۳هفته محرومیت غذایی را نشان داد. ثبات غلظت گلوکز خون در طی دوره‌های گرسنگی کوتاه مدت به علت مصرف گلیکوژن کبد بوده و در مطالعات مشابه روی قزل‌آلا (Hochachka and Sinclair, 1962) به اثبات رسیده است که مطابقت خوبی را با یافته‌های این تحقیق دارد. بر عکس، گزارش‌هایی نیز در خصوص کاهش قند خون در اثر گرسنگی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (Weatherley, 1981) و قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta fario*) (Navarro *et al*., 1992) وجود دارد. به نظر می‌رسد مهم‌ترین دلیل اختلاف در نتایج مطالعات صورت گرفته با مطالعه حاضر تفاوت در چگونگی سازگاری‌های متابولیکی در دوره محرومیت غذایی در گونه‌های مختلف و تحت شرایط مختلف آزمایش باشد. اختلاف در سازگاری‌های درون گونه‌ای نیز می‌تواند متأثر از سن ماهی، ذخایر انرژی در دسترس، پیشینه تغذیه و غیره باشد (Holloway *et al*., 1999). عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار در مقادیر گلوکز، تری‌گلیسیرید و کلسترول خون ماهیان مورد آزمایش در این تحقیق می‌تواند ناشی از کوتاه بودن زمان محرومیت غذایی و کافی بودن زمان تغذیه مجدد برای سازگاری فعل و انفعالات متابولیکی و برگشت به شرایط طبیعی باشد. همین امر باعث گردیده که اختلاف در مقادیر این شاخص‌ها در بین تیمارها در حد معنی‌دار نمایان نشود. براساس مطالعات صورت گرفته روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در زمان گرسنگی، بهره‌گیری از ذخایر پروتئینی برای کسب انرژی در اولویت سوم پس از گلیکوژن و چربی قرار می‌گیرد. در این صورت در طی محرومیت غذایی ذخایر پروتئینی از بافت عضلانی آزاد شده و در مسیر گلوکونئوژنزیز در کبد به گلوکز تبدیل می‌شود. بنابراین انتظار نمی‌رود پس از دو هفته گرسنگی در تیمارهای محروم شده تغییر قابل ملاحظه‌ای در میزان پروتئین پلاسما نسبت به دیگر گروه‌های آزمایشی مشاهده شود. این نتایج همسو با مطالعه صورت گرفته روی همین ماهی (Hajimoradi *et al*., 2006) است. عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار در غلظت پروتئین کل پلاسما در تحقیق حاضر، می‌تواند به دلیل کوتاه بودن زمان محرومیت و همچنین محدود بودن شدت آن در برخی از تیمارها باشد. در مجموع می‌توان اینگونه استنباط کرد که در گرسنگی‌های کوتاه مدت با وجود عدم دریافت پروتئین در جیره، به دلیل آزاد شدن اسیدهای آمینه عضلانی، کاهش محسوسی در میزان پروتئین پلاسما دیده نمی‌شود.

تاثیر دوره‌ی محرومیت و تغذیه مجدد برسطح کلسترول خون ماهیان در این مطالعه معنی‌دار بود ($P\leq 0/05$)، به طوری که بین تیمار کاملاً گرسنه (تیمار ۱) و تیمار تغذیه شده به میزان ۷۵٪ حد اشباع (تیمار۴) تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ($P\leq 0/05$). با این حال درخصوص میزان کلسترول خون در گونه‌های مختلف ماهیان پس از دوران محرومیت غذایی و استفاده از ذخایر چربی گزارش‌های بسیار متفاوتی ارائه شده است؛ به عنوان مثال، Weatherley و همکاران (۱۹۸۱) در قزل‌آلای رنگین کمان کاهش اسید چرب و افزایش میزان کلسترول در اثر اعمال دوره‌های گرسنگی را گزارش کردند.

در مجموع نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر نشان داد که گرسنگی کوتاه مدت اثر نامطلوبی بر ترکیب شیمیایی لاشه، میزان گلوکز، تری‌گلیسیرید و پروتئین پلاسما نداشته است. لذا می‌توان اطمینان داشت که تنش‌های غیرقابل پیش‌بینی از جمله ایجاد شرایط نامطلوب در محیط پرورش، حمل‌ونقل، رقم بندی و غیره که منجر به تحمیل گرسنگی کوتاه مدت به ماهیان می‌شود از طریق توانایی رشد جبرانی در این ماهی قابل جبران است. بعلاوه کنترل رشد به شیوه امن که یکی از روش‌های آن استفاده از مکانیسم رشد جبرانی است می‌تواند در مواجهه با شرایط بحرانی، مدیریت زیست محیطی و کنترل پساب‌های مزارع پرورشی ماهی، افزایش کارایی تغذیه آبزیان، مدیریت اقتصادی و کنترل زمان ارائه محصول به بازار و نیز کاهش هزینه‌های کارگری مزرعه از طریق مدیریت تغذیه نقش اساسی داشته باشد.

## منابـع



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.14.9 ]

Anderson, W.G., McKinley, R.S., Colavecchia, M. 1997. The use of clove oil as an anesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance, North American. Journal of Fisheries Management 17(2): 301-307.

Azodi, M., Ebrahimi, E., Farhadian, O., Mahboobi-Soofiani, N., Morshedi, V. 2014a. Compensatory growth response of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* Walbaum following short starvation periods. Chinese Journal of Oceanology and Limnology. 33(4): 928-933.

Azodi, M., Nafisi, M., Morshedi, V., Modarresi, M., Faghih-Ahmadani, A. 2014b. Effects of intermittent feeding on compensatory growth, feed intake and body composition in Asian sea bass (*Lates calcarifer*). Iranian Journal of Fisheries Sciences. 15(1): 144-156.

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*. Aquatic Living Resources. 13(3): 129-137.

Eroldogan, O.T., Kumlum, M., Kriis, G.A., Sezer, B. 2006. Compensatory growth response of *Sparus aurata* following different starvation and refeeding protocols. Aquacultuer Nutrition. 12(3): 203-210.

Hajimoradi, M., Mahbobi sofiani, N., Alameh, K., 2006. Effect of starvation on cholesterol, glucose and plasma levels of rainbow trout blood (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Marine Science and Technology. 6(3,4):23-30.(in Persion)

Hochachka, P.W., Sinclair, A.C. 1962. Glycogen Stores in Trout Tissues Before and After Stream Planting. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 19(1): 127-136.

Holloway. A.C., Reddy. P.K., Sheridan M.A., Leatherland J.F. 1999. Diurnal rhythms of plasma growth hormone, somatostatin, thyroid hormones, cortisol and glucose concentrations in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, during progressive food deprivation. Biological Rhythm Research. 25(4): 415-432.

Imani, A., Farhangi, M., Yazdanparast, R., Bakhtiari, ., Saljoghi, Z., Majazi Amiri, B., 2007. Nutrition and growth indices in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during food deprivation periods and refeeding. Scientific Journal of Fisheries. 18(2):1-9.(in Persion)

Jahanbakhshi, A., Imanpour, M.R., Taghizadeh, V., Shabani, A. 2012. Effects of replacing fish meal with plant protein (Sesame Oil Cake and Corn Gluten) on growth performance, survival and carcass of Juvenile Beluga (*Huso huso*). World Journal of Fish and Marine Science. 4(4): 422-425.

Jiwyam, W. 2010. Growth and compensatory growth of juvenile *Pangasius bocourti* Sauvage, 1880 relative to ration. Aquacultuer. 306(1-4): 393-397.

Mirrasooli, E., Nezami, Sh., Ghorbasni, R., Khara, H., Talebi, M. 2012. The impact of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farm effluents on water quality. World Journal of Fish and Marine Science. 4(4): 330-334.

Nagha, M., Ikeda, S. 1971. Carbohydrate metabolism in fish. 1. Effects of starvation and dietary composition on the blood glucose level and hepatopancreatic glycogen and lipid contents in carp. Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish. 37(5): 404-409.

Navarro, I., Gutierrez, J., Planas, J. 1992. Changes in plasma glucagon, insulin and tissue metabolites associated with prolonged fasting in brown trout (*Salmo trutta fario*) during two different seasons of the year. Comparative Biochemistry and Physiology. 102(2):401-407.

Tian, X., Qin, G.J. 2004. Effects of previous reaction restriction on compensatory growth in barramundi *Lates calcarifer*. Aquaculture. 235(1-4): 273-283.

Wang, Y., Cui, Y., Yang, Y., Cai, F. 1999. Compensatory growth in hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus*×*O. niloticus*, reared in seawater. Aquaculture. 189(1-2): 101-108.

Weatherley, A.H., Gill, H.S. 1981. Recovery growth following periods of restricted rations and starvation in rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. Journal of Fish Biology. 18(2): 195-208.

William, H. 1998. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 1141 p.

Zhu, X., Cui, Y., Ali, M., Wootton, R.J. 2001. Comparison of compensatory growth responses of juvenile *three- spinal stickle* back and *minnow* following similar food deprivation protocols. Journal of Fish Biology. 58(4): 1149-1165.

Zhu, X., Wu, L., Cui, Y., Yang, Y., Wootton, R.J. 2002. Compensatory growth response in *three-spinal stickle back* in relation to feed- deprivation protocols. Journal of Fish Biology. 62(1): 195-205.



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.14.9 ]