magiran.com

اثر محرومیت غذایی و غذادهی مجدد بر هورمونهای تیروئیدی و عملکرد رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

روح‌اله رحیمی [۱]*؛ مهرداد فرهنگی [۲]؛ باقر مجازی امیری [۳]؛ فاطمه رضایی [٤]؛ علی صدوق نیری [٥] و محمد رضا کریمی [٦]

r_rahimi6083@yahoo.com

۱ و ٥ - دانشکده علوم دریایی دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

۲ و ۳ - دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج صندوق پستی: ٤١١١

٤ - پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، اوین، تهران

٦ - دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، صندوق پستی: ٨٣١١١-٨٤١٥٦

تاریخ دریافت: دی ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۸۹

چکیده

در این تحقیق اثر چهار رژیم غذادهی بر غلظت هورمونهای تیروئیدی (T_3 و T_4)، عملکرد رشد و کارآیی تبدیل غذایی در قالب ۴ تیمار در زمستان سال ۱۳۸۵ مورد مطالعه قرار گرفت. در این تحقیق از نمونه‌های ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در هر واحد پرورشی با میانگین وزنی ۰/۴۲± ۴۷/۱۹ گرم استفاده گردید. تیمارها بترتیب عبارت بودند از: تیمار A: شاهد، با غذادهی بطور مداوم، تیمار B: ۴ هفته گرسنگی و ۵ هفته غذادهی مجدد، تیمار C: ۳ هفته گرسنگی و ۵ هفته غذادهی مجدد و تیمار D: ۲ هفته گرسنگی و ۵ هفته غذادهی مجدد. غذادهی در حد سیری و دو بار در روز صورت پذیرفت. شاخص‌های مختلف از جمله هورمونهای تیروئیدی (T_3 و T_4)، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و درصد مصرف غذای روزانه اندازه‌گیری گردید. نمونه‌برداری خون جهت اندازه‌گیری هورمونهای تیروئیدی در ابتدای آزمایش و انتهای گرسنگی و هر ۱۲ روز یکبار انجام شد. در بررسی ضریب رشد ویژه بیشترین میزان متعلق به تیمارهای B و C بود که این دو تیمار با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشتند ($P<0/001$) ولی با یکدیگر تفاوتی را نشان ندادند. در بررسی ضریب تبدیل غذایی، تفاوتی بین تیمارها مشاهده نگردید ($P>0/05$). میزان غلظت هورمون T_3 در تیمارهای گرسنگی پس از اتمام دوران گرسنگی (روز بیست و نهم آزمایش) در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافته بود ($P<0/001$)، اما در دوران غذادهی مجدد روند کلی تغییرات در تیمارهای سیر افزایشی داشت. همچنین هورمون T_4 پلاسما در انتهای دوران گرسنگی کمتر از گروه شاهد بود ($P<0/05$) اما در دوران غذادهی مجدد در تیمارهای گرسنگی روند افزایشی وجود داشت. با توجه به نتایج حاصله مشاهده شد که تیمارهای محرومیت غذایی و غذادهی مجدد بر روی هورمونهای تیروئیدی اثرگذار می‌باشد و موجب کاهش این هورمونها در دوران محرومیت غذایی و افزایش در دوران غذادهی مجدد می‌شود. همچنین سرعت رشد و مصرف غذای روزانه در دوران غذادهی مجدد که از شاخصهای رشد جبرانی است بخصوص در تیمارهای B و C بیشتر از گروه شاهد بود. اما در کارآیی تبدیل غذایی تفاوتی وجود نداشت. نتایج نشان داد که با اندازه‌گیری هورمونهای تیروئیدی نمی‌توان به تنهایی میزان رشد را بین تیمارها ارزیابی کرد و پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی سایر عناصر فیزیولوژیک مرتبط با رشد مورد مطالعه قرار گیرد.

لغات کلیدی: قزل‌آلای رنگین کمان، رشد جبرانی، T_3و T_4، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی

* نویسندهٔ مسئول

magiran.com

مقدمه

یکی از شیوه‌های غذادهی، استفاده از رژیم‌های محرومیت غذایی و غذادهی مجدد است که می‌تواند منجر به ایجاد فرآیندی به نام رشد جبرانی (Compensatory Growth) شود. رشد جبرانی نتیجه رشد سریع پس از گذراندن دوره‌ای از کاهش رشد است که نتیجه محرومیت غذایی است (Ali *et al.*, 2003; Dobson & Holmes, 1984; Nikki *et al.*, 2004). وجود رشد جبرانی در دامنه وسیعی از گروههای جانوری گزارش شده است (Metcalf & Jobling, 1994; Monaghan, 2001). این فرآیند دارای شاخصهایی از قبیل افزایش نرخ رشد، مصرف غذا و بهبود کارآیی تغذیه‌ای می‌باشد (Zhu *et al.*, 2001,2004; Gaylord & GatlinIII, 2001) و می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های جاری در صنعت آبزی‌پروری از طریق افزایش کارآیی تغذیه‌ای، افزایش ضریب رشد و صرفه‌جویی در میزان غذای مصرفی شود (Gaylord *et al.*, 2001; Quinton & Blake, 1990; Zhu *et al.*, 2004). مطالعاتی مرتبط با فرآیند رشد بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در ایران صورت گرفته است. علوی یگانه و همکاران (۱۳۸۶) اثر استفاده از آرد گاماروس دریایی و رودخانه‌ای بعنوان مکمل غذایی بر رشد و بقای لارو ماهی قزل‌آلای رنگین کمان را مورد مطالعه قرار دادند. حسینی نجد گرامی و همکاران (۱۳۸۶) تاثیر تغذیه اولیه بر رشد لارو نورس قزل‌آلای رنگین کمان را بررسی کردند. مطالعات متعدد دیگری نیز بر روی فرآیند رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در ایران انجام گرفته است (صفری و همکاران، ۱۳۸۶؛ Nafisi Bahabadi & Soltani, 2008). اما با وجود مطالعات متعدد بر روی فرآیند رشد، مطالعاتی بر روی فرآیند رشد جبرانی در ایران صورت نگرفته است. این کمبود مطالعاتی فضای باز عرصه تحقیق را در این زمینه نشان می‌دهد.

فرآیند رشد جبرانی ممکن است به خاطر تغییرات سیستم درون‌ریز ایجاد شود (Hornick *et al.*, 2000). اهمیت نقش هورمونها در کنترل رشد مشخص گردیده است (Jones & Clemmons, 1995). نقش هورمونهای تیروئیدی در فرآیند رشد مشخص می‌باشد. در طول دوره محرومیت غذایی توأم با کاهش رشد هورمونهای تیروئیدی نیز کاهش می‌یابند، اما با غذادهی مجدد همراه با افزایش رشد روند صعودی پیدا می‌کنند (Navarro & Gutierrez, 1995; MacKenzie *et al.*, 1998).

مباحث فوق نشان می‌دهد که غلظت هورمونهای تیروئیدی متاثر از وضعیت تغذیه‌ای است و همچنین نشاندهندهٔ ارتباط با فرآیند رشد می‌باشد. از اینرو می‌توانند با سرعت رشد همبستگی داشته باشد. بنابراین ممکن است پروتکل‌های رشد جبرانی منجر به تغییرات در هورمونهای تیروئیدی شود (MacKenzie *et al.*, 1996; Yambayamba *et al.*, 1998). مطالعات پیشین پیرامون رشد جبرانی هیچگونه بحثی را پیرامون ارتباط این هورمونها در فرآیند رشد جبرانی نشان نمی‌دهد. همچنین کمبود مطالعه ارزیابی فرآیند رشد جبرانی با استفاده از عناصر فیزیولوژیک از جمله هورمونهای متابولیکی مانند هورمونهای تیروئیدی به چشم می‌خورد.

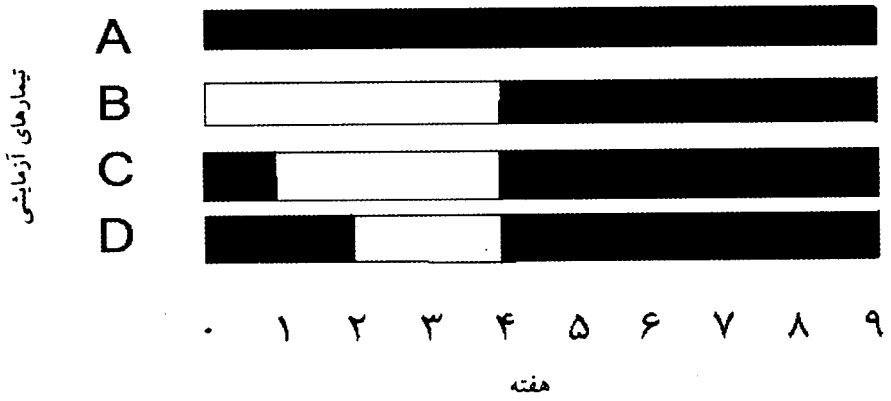
بنابراین در این مطالعه تغییرات هورمون‌های تیروئیدی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در طول دوران‌های مختلف گرسنگی و محرومیت غذایی اندازه‌گیری شده تا به امکان ارزیابی تیمارهای مختلف محرومیت غذایی و رشد جبرانی با اندازه‌گیری هورمونهای تیروئیدی پرداخته شود.

مواد و روش کار

ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان مورد استفاده در این مطالعه از مزرعه پرورشی معتمد واقع در کرج تهیه و به کارگاه پژوهشی تغذیه آبزیان واقع در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شدند. دوره تطبیق‌پذیری ماهیان با شرایط جدید، ۲ هفته به طول انجامید. سپس آزمایش با میانگین وزنی ۰/۴۲±۴۷/۱۹ گرم و تعداد ۲۳ عدد در هر تانک آزمایشی آغاز گردید. طول دوره آزمایشی ۹ هفته به طول انجامید. برای انجام آزمایش از یک سیستم نیمه مدار بسته که شامل ۱۲ تانک به حجم ۱۴۰ لیتر که حاوی ۹۰ لیتر آب بود، استفاده گردید. غذادهی ۲ بار در روز در حد اشتها و رژیم نوری مورد استفاده در این آزمایش شامل ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود. شرایط انجام آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی شامل ۴ تیمار و ۳ تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل دوره‌های مختلف محرومیت غذایی و غذادهی مجدد است که در شکل ۱ و جدول ۲ ارائه شده است.

magiran.com



شکل ۱: تیمارهای گرسنگی و غذادهی مجدد آزمایش. تیمار شاهد (A)، تیمار ٤ هفته گرسنگی (B)، تیمار ۳ هفته گرسنگی (C)، تیمار ۲ هفته گرسنگی (D). (رنگ سیاه: هفته‌های غذادهی و رنگ سفید: هفته‌های گرسنگی)

جدول ۱: شرایط محیطی اجرای آزمایش (میانگین± انحراف معیار)

عامل	pH	اکسیژن (میلیگرم در لیتر)	دبی (لیتردر دقیقه)	تعویض روزانه آب (درصد)	دمای آب (درجه سانتیگراد)
مقدار	۷/٦±۰/۰۷	۸/۲۲±۰/۲۲	۳± ۰/۰۱۵	۳۰	۱۵/۱۷±۰/۲۷

جدول ۲: رژیم‌های غذایی بکار رفته در این مطالعه

تیمار	رژیم‌های غذایی
A	غذادهی در حد اشتها (۹ هفته)
B	٤ هفته گرسنگی+ ٥ هفته غذادهی در حد اشتها
C	۳ هفته گرسنگی+ ٥ هفته غذادهی در حد اشتها
D	۲ هفته گرسنگی+ ٥ هفته غذادهی در حد اشتها

شاخصهای ضریب رشد ویژه ($SGR\%\ day^{-1}$)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و درصد مصرف غذای روزانه FI% براساس روابط زیر مورد بررسی قرار گرفتند (Farhangi & Carter, 2000).

$SGR = (\log_e W2 - \log_e W1)/t \times 100$

$FCR = g\ feed\ intake / g\ live\ weight\ gain$

$\%FI = g\ feed\ intake / g\ biomass.\ day^{-1} \times 100$

که در آن: W1 وزن اولیه، W2 وزن ثانویه و t دوره زمانی می‌باشند.

نمونه‌برداری برای خونگیری در ابتدای آزمایش، انتهای گرسنگی و پس از آن هر ۱۲ روز یکبار بصورت کاملاً تصادفی انجام گردید. نمونه‌برداری از گروه شاهد همزمان با خونگیری از گروههای دیگر بود. از هر مخزن ۳ عدد ماهی جدا گردید و پس از بیهوشی در عصاره گل میخک، طول و وزن آنها اندازه‌گیری شد و سپس از ناحیه ساقه دمی با استفاده از سرنگ ۲/۵ سی‌سی آغشته به محلول EDTA خونگیری صورت گرفت و در میکروتیوب ۱/۵ سی‌سی ریخته شد و در دمای صفر درجه نگهداری گردید. سپس خون را سانتریفیوژ کرده و پلاسما جدا گردید و در دمای ۸۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد.

غلظت هورمونهای تیروئیدی در نمونه‌ها براساس روش

magiran.com

رادیو ایمونواسی و کیت‌های اندازه‌گیری انسانی صورت گرفت (Vander Geyten *et al.*, 1998)

به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگراف – اسمیرنف استفاده شد. کلیه داده‌های درصدی بصورت $\arcsin\sqrt{x}$ تبدیل شدند. از تجزیه واریانس یکطرفه برای مقایسه واریانس تیمارها و از آزمون Tukey's multiple range test برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها استفاده شد. به منظور بررسی اثر متغیرهای همسو از آزمون کوواریانس در نرم‌افزار Minitab 13 استفاده گردید. رسم نمودار نیز در نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج

نتایج مربوط به وزن پس از گرسنگی، وزن نهایی (FW)، ضریب رشد ویژه (SGR)، نرخ بقا (S)، ضریب تبدیل غذا (FCR) و درصد مصرف غذای روزانه (FI%) در جدول ۳ ارائه شده است.

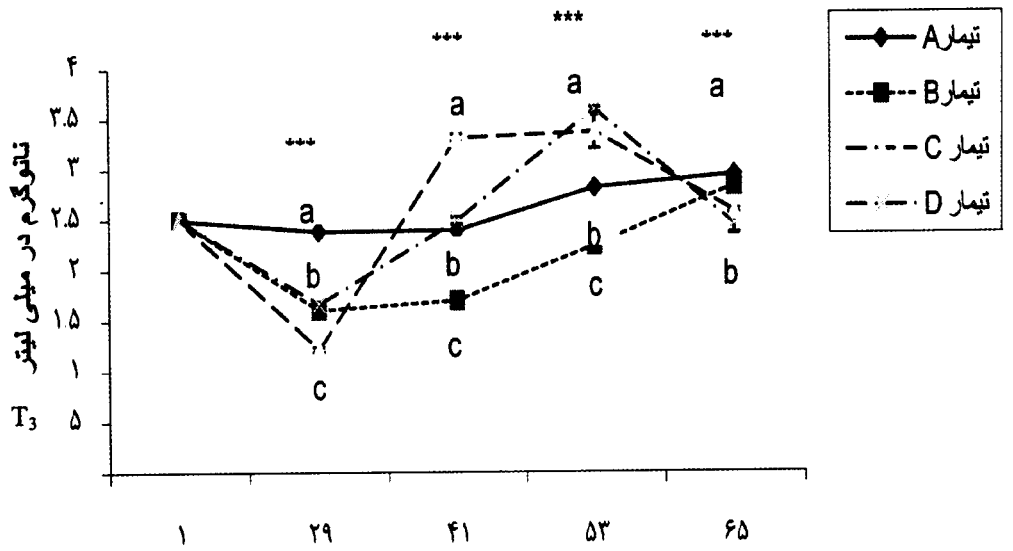
همانگونه که در این جدول مشاهده می‌شود، نتایج وزن پس از گرسنگی، وزن نهایی، ضریب رشد ویژه، درصد مصرف غذا اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان می‌دهند ($P<0/05$). در بررسی ضریب رشد ویژه بیشترین میزان متعلق به تیمارهای B و C و اختلاف این دو تیمار با سایر تیمارها معنی‌دار بود ($P<0/05$) اما با یکدیگر تفاوتی را نشان ندادند ($P>0/05$). مقادیر ضریب تبدیل غذایی با توجه به بهبود جزیی در تیمارهای با سابقه محرومیت غذایی تفاوتی را با گروه شاهد نشان نداد ($P>0/05$)، اما درصد غذای مصرفی روزانه طی دوره غذادهی مجدد اختلاف معنی‌داری را میان تیمار A در مقایسه با تیمارهای B و C نشان داد ($P<0/05$) اما تیمار D با هیچکدام از تیمارها اختلاف معنی‌دار نداشت ($P>0/05$). روند تغییرات هورمون T_3 پلاسما در طول دوره آزمایش در تیمارهای مختلف برحسب plasma (نانو گرم در میلی‌لیتر) در نمودار ۱ ارائه شده است.

جدول ۳: نتایج مربوط به شاخصهای رشد و تغذیه (میانگین± انحراف معیار)

شاخص	تیمار A	تیمار B	تیمار C	تیمار D	p
وزن اولیه	٤٦/٥٦ ±٠/٠٥٦^{a}	٤٧/٥٨±٠/١١^{a}	٤٧/٧٩±٠/٧٦^{a}	٧/٥٢±٠/٣٣^{a}	٠/٠٩
وزن پس از گرسنگی	٨٩/٣٦±١/١٦^{a}	٤٣/٢٢±٠/٢٢^{d}	٥٣/٤٨±١/٠٧^{c}	٦٢/٥٥±٠/٣١^{b}	٠/٠٠٠
وزن نهایی	١٤٨/٦١±٦/٦١^{a}	١٠١/١١±٤/٢٢^{c}	١١٥/٩١±٧/٢٨^{b}	١٢٤/٥٩±٢/٧٦^{b}	٠/٠٠٠
ضریب رشد ویژه	١/٥٣±٠/٠٧٦^{c}	٢/٤٧±٠/٠٤٦^{a}	٢/٣٤±٠/١٤^{a}	٢/٠٨±٠/٠٤٦^{b}	٠/٠٠٠
درصد مصرف غذای روزانه	١/٦٦ ±٠/٠٨^{b}	٢/١٥±٠/٢٧^{a}	٢/٣٤±٠/١٤^{a}	٢/٠٨±٠/٠٤٦^{ab}	٠/٠٢
ضریب تبدیل غذایی	١/٢٩±٠/٠٨^{a}	١/٠٨±٠/٠١^{a}	١/٢٤±٠/٢٧^{a}	١/١٥±٠/٠٢^{a}	٠/٣٢

*: حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار است.

magiran.com



روزهای نمونه برداری

نمودار ۱: روند تغییرات هورمون T_3 در طول آزمایش در تیمارهای مختلف (میانگین± خطای معیار)

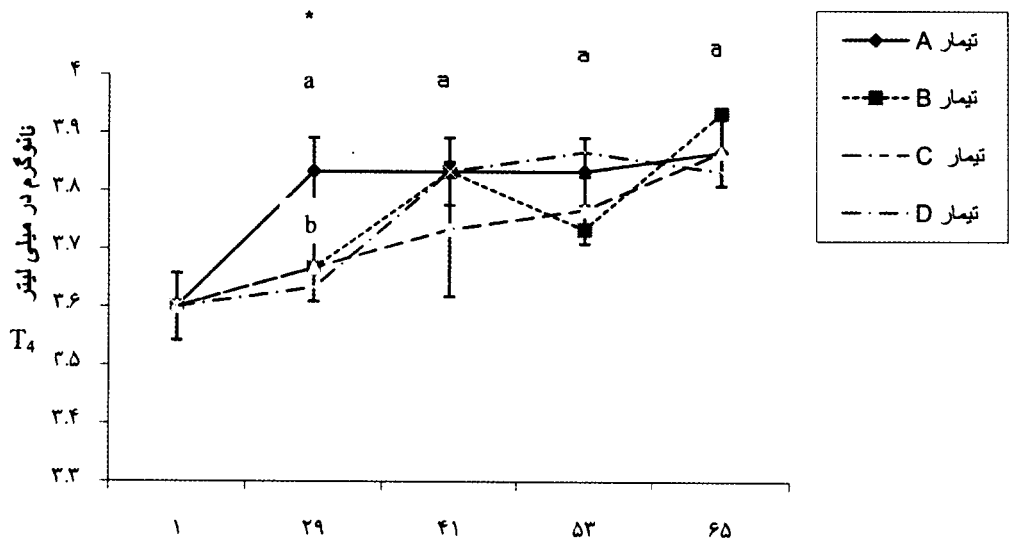
*** (P<۰/۰۵)، ** (P<۰/۰۱) و *** (P<۰/۰۰۱) است.**

حروف متفاوت در نمودار نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در هر مقطع زمانی است.

با توجه به نمودار ۱ مشاهده می‌شود که رژیمهای گرسنگی موجب کاهش هورمون T_3 پلاسما شده است. میزان این هورمون در تیمارهای گرسنگی در روز بیست و نهم بطور معنی‌داری کمتر از گروه A (شاهد) بود (P<۰/۰۰۱). اما در نمونه‌برداری روز چهل و یکم میزان T_3 پلاسما در تیمار C به بالاتر از گروه شاهد رسید و اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۰۱). ولی تیمار D با تیمار A اختلاف معنی‌دار نداشت، اما تیمار B بطور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود. در روز پنجاه و سوم، تیمار C و D با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان دادند و میزان T_3 پلاسمای آنها بالاتر از تیمارهای A (شاهد) و تیمار B قرار گرفت (P<۰/۰۰۱)، اما هنوز میزان T_3 پلاسما در تیمار B بطور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود (P<۰/۰۰۱). میزان این هورمون در نمونه‌برداری آخر یا روز شصت و پنجم آزمایش در تیمارهای A و B بطور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای C و D بود (P<۰/۰۰۱) ولی بین تیمارهای A و B و همچنین C و D بطور جداگانه اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. در کل روند تغییرات این هورمون در تیمارهای گرسنگی پس از اتمام دوران گرسنگی رو به افزایش بود. روند افزایش T_3 پلاسما در تیمار B کندتر از سایر تیمارها بود ولی دو تیمار C و D با سرعت بالایی افزایش یافتند اما ما بین دو نمونه‌برداری آخر کاهش سریعی داشتند. روند تغییرات هورمون T_4 پلاسما در طول دوره آزمایش در تیمارهای مختلف برحسب plasma (نانو گرم در میلی‌لیتر) در نمودار ۲ ارائه شده است.

با توجه به نمودار ۲ مشاهده می‌شود که میزان T_4 پلاسمای تیمارهای گرسنگی در انتهای دوران گرسنگی (روز بیست و نهم) در مقایسه با تیمار A (شاهد) بطور معنی‌داری کمتر بود (P<۰/۰۵)، اما میان تیمارهای گرسنگی هیچگونه اختلاف معنی‌دار مشاهد نشد. در نمونه‌برداری‌های بعدی میان هیچکدام از تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). روند تغییرات هورمون T_4 پلاسما نشان داد که در طول دوران غذادهی مجدد میزان این هورمون در تیمارهای گرسنگی رو به افزایش است.

magiran.com



روزهای نمونه برداری

نمودار ۲ : روند تغییرات هورمون T_4 در طول آزمایش در تیمارهای مختلف (میانگین± خطای معیار)

*** (P<۰/۰۵)**

حروف متفاوت در نمودار نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در هر مقطع زمانی است.

بحث

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که میزان ضریب رشد ویژه در تیمارهای با سابقه گرسنگی بیشتر از گروه شاهد بوده است، اما مقایسه ضریب رشد ویژه بین تیمارهای با سابقه محرومیت غذایی نشان می‌دهد که سرعت رشد در طول دوران غذادهی مجدد در گروههای ۳ و ۴ هفته گرسنگی نسبت به ۲ هفته بیشتر بوده است. نتایج حاصل از تاثیر گرسنگی بر سرعت رشد در این تحقیق با نتایج برخی مطالعات محققان در گذشته مطابقت دارد (Quinton & Black, 1990) و با برخی مطالعات همخوانی ندارد (Weber & Bosworth, 2005). علت این تفاوت‌ها در مطالعات می‌تواند ناشی از شدت محرومیت غذایی، شدت سوء تغذیه یا شرایط آزمایشی باشد (Jobling & Koskela, 1996). بسیاری از گونه‌های ماهیان دارای توانایی رشد سریع پس از گذراندن دوره محرومیت غذایی هستند و به میزان زیادی، رشد عقب افتاده خود را با افزایش سرعت در مقایسه با تیمار شاهد می‌توانند جبران کنند این فرآیند را رشد جبرانی گویند (Maclean & Metcalf, 2001; Xie *et al.*, 2001; Zhu *et al.*, 2001; Tian & Qin, 2003; Nikki *et al.*, 2004). می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افزایش سرعت رشد بعنوان یکی از پاسخ‌های رشد جبرانی در این مطالعه مشاهده گردید.

نتایج حاصل از مصرف غذا در مطالعه حاضر نشان داد که تیمارهای ۳ و ۴ هفته گرسنگی موجب افزایش مصرف غذا در دوران غذادهی مجدد در مقایسه با گروه شاهد شده است اما تیمار با سابقه ۲ هفته گرسنگی تفاوتی با هیچکدام از تیمارها نشان نداد. نتایج حاصل از ضریب تبدیل غذایی تفاوتی را بین هیچکدام از تیمارها نشان نمی‌دهد. نتایج مربوط به مصرف غذا و کارآیی تبدیل غذایی نشان از تفاوت‌هایی با مطالعات گذشته دارد. در مطالعه‌ای در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان به رغم افزایش کارآیی تبدیل غذایی، افزایش مصرف غذا مشاهده نشد (Boujard *et al.*, 2000). کارآیی تبدیل غذایی در مطالعه Li و همکاران (۲۰۰۷) بر روی گربه ماهیان روگاهی (*Ictalurus punctatus*) با سابقه گرسنگی کمتر از ماهیان گروه شاهد (غذادهی مداوم) بود. برخی از مطالعات دیگر نشان می‌دهد که نتایج کارآیی تبدیل غذایی هیچگونه تفاوتی بین تیمارهای گرسنگی و شاهد ندارد (Wang *et al.*, 2000; Heide *et al.*, 2006). پاسخ به رشد جبرانی اکثراً همراه با بهبود کارآیی تبدیل غذایی و افزایش مصرف غذاست. کارآیی تبدیل غذایی و افزایش مصرف غذا معمولاً با هم بروز می‌نماید (Russell & Wootton,

magiran.com

Wang *et al.*, 2000 ;Hayward *et al.*, 1997,2000 ;1992 Gaylord *et al.*, 2001;Xie *et al.*, 2001). اما در تحقیق حاضر این مسئله مشاهده نشد. تفاوتهای حاضر بین مطالعات گوناگون می‌تواند به علت تفاوت شرایط آزمایشی، پروتکل آزمایش یا شرایط فیزیولوژیک ماهی باشد (Jobling & Koskela, 1996). علت مشاهده نشدن بهبود کارآیی تبدیل غذا در تیمارهای آزمایشی ممکن است بدلیل وجود رفتار سلسله مراتبی (Heirarchy) در آزاد ماهیان باشد (Mc Intyre *et al.*, 1979 cited in Jobling & Wansvike, 1983). وجود این رفتار موجب افزایش فعالیت‌های متابولیکی و مصرف انرژی، کاهش مصرف غذا در ماهیان غالب بعلت رفتارهای تخریبی در زمان غذادهی و همچنین کاهش مصرف غذا در ماهیان مغلوب بدلیل رفتارهای بازدارنده ماهیان غالب می‌شود که نتیجه آن کاهش کارآیی تبدیل غذایی است (Jobling & Wandsvik, 1983). با توجه به شاخص بودن کارآیی تبدیل غذایی بعنوان یکی از شاخصهای رشد جبرانی(Gaylord & Gatlin III, 2001; Zhu *et al.*, 2004) علتهای احتمالی عدم مشاهده بهبود این شاخص می‌تواند بوجود اثر رفتارهای سلسله مراتبی یا به شرایط آزمایشی، پروتکل آزمایش و شرایط فیزیولوژیکی ماهی برگردد (Jobling & Wandsvik, 1983).

همانطور که اشاره شد فرآیند رشد جبرانی دارای شاخصهایی از جمله افزایش مصرف غذا، افزایش ضریب رشد ویژه و بهبود کارآیی تبدیل غذایی می‌باشد (Gaylord & Gatlin III, 2001; Zhu *et al.*, 2004 ;Nikki *et al.*, 2004). با توجه به بالاتر بودن ضریب رشد ویژه، مصرف غذا می‌توان نتیجه‌گیری کرد که فرآیند رشد جبرانی در ماهیان با سابقه ۳ و ۴ هفته گرسنگی بیشتر از گروه ماهیان با سابقه ۲ هفته گرسنگی نمود پیدا کرده است، اما تفاوتی از این حیث بین گروه ۳ و ۴ هفته گرسنگی وجود نداشت.

نتایج روند تغییرات هورمون T_3 در طول آزمایش نشان داد که گرسنگی موجب کاهش این هورمون شده است. اما در دوران غذادهی مجدد روند کلی تغییرات در تیمارهای گرسنگی افزایشی بوده است. این روند افزایش برای تیمارهای C (۳ هفته گرسنگی) و D (۲ هفته گرسنگی) سریع بوده است. اما روند این تغییرات برای تیمار B (۴ هفته گرسنگی) کند بود. اما روند کلی تغییرات هورمون T_3 افزایشی می‌باشد.

نتایج روند تغییرات هورمون T_4 پلاسما نشان داد که هورمون T_4 پلاسما در انتهای دوران گرسنگی کمتر از گروه شاهد بوده است. اما در دوران غذادهی مجدد در ماهیان با سابقه گرسنگی روند افزایشی بوده است. اثر وضعیت تغذیه‌ای بر روی متابولیسم هورمونهای تیروئیدی در مهره‌داران پیشرفته‌تر از ماهیان، بیشتر مورد مطالعه قرار گرفته است. در مطالعه‌ای، گرسنگی کامل به مدت ۳ روز منجر به کاهش T_3 و T_4 در موش گردیده است (O'Mara *et al.*, 1993). دوره‌های طولانی از محرومیت غذایی منجر به کاهش T_3 در جوجه و موش شده است در صورتیکه T_4 در جوجه افزایش یافته ولی در موش بدون تغییر باقیمانده است (Darras *et al.*, 1995). طول مدت محرومیت غذایی در قزل‌آلای رنگین کمان که منجر به کاهش هورمونهای تیروئیدی می‌شود ۵ تا ۷ روز است (Sweeting & Eales, 1992). در تیلاپیا گرسنگی به مدت ۱ روز موجب کاهش T_4 به کمترین میزان خود شد و هورمون T_3 نیز کاهش یافت. اما با غذادهی مجدد T_4 به حالت عادی برگشت اما در مورد T_3 این چنین نشد (Van Der Geyton *et al.*, 1998). در ماهی قزل‌آلا (Leatherland & Farbridge, 1992) و تیلاپیا (Toguyeni *et al.*, 1996) محرومیت غذایی منجر به کاهش غلظتهای T_3 و T_4 پلاسما شده اما غذادهی مجدد اثر عکس داشته است. اثر گرسنگی بر میزان هورمون‌های تیروئیدی در لای ماهی موجب کاهش و غذادهی مجدد موجب افزایش آن گردید (De Pedro *et al.*, 2003). تمام گزارشات علمی مذکور حاکی از تاثیرات وضعیت تغذیه‌ای بر روی هورمونهای تیروئیدی دارد. نتایج مطالعات گذشته نتایج تحقیق حاضر را تایید می‌کند. تغییرات این هورمونها با مصرف غذا در ارتباط است. سطوح پایین T_3 و T_4 در دوران محرومیت انرژی عامل کاهش متابولیسم به حد پایه می‌گردد (Hornick *et al.*, 2000). علت کاهش هورمونهای تیروئیدی در دوران محرومیت غذایی کاهش حساسیت بافت تیروئیدی به TSH می‌باشد که در نهایت منجر به کاهش T_3 و T_4 می‌شود (Gaylord *et al.*, 2001) اما پس از غذادهی مجدد سطوح T_3 و T_4 به حد طبیعی می‌رسد یا ممکن است پایین‌تر از گروه شاهد قرار گیرد. روند افزایشی T_3 و T_4 پلاسما پس از غذادهی مجدد بستگی زیادی به تغییرات متابولیکی دارد. در این مرحله فعالیتهای آنابولیکی رو به افزایش است (Hornick *et al.*, 2000). تغییرات هورمونهای تیروئیدی در این تحقیق نیز مطابق با تغییر فرآیندهای متابولیکی است. تغییرات در تیمارهای B، C و D در دوران گرسنگی موجب کاهش واکنش‌های آنابولیکی و رسیدن به متابولیسم پایه پایین شده است اما در دوران غذادهی مجدد به علت دریافت غذا و انرژی هورمونهای تیروئیدی افزایش یافته

magiran.com

انرژی دریافتی بیشتری صرف فعالیتهای آنابولیکی بدن می‌شود. این تغییرات نشان می‌دهد که هورمونهای تیروئیدی در پدیده رشد جبرانی دخیل هستند اما هورمونهای تیروئیدی نمی‌توانند بعنوان یک شاخص دقیق برای ارزیابی رشد جبرانی بین تیمارها استفاده شوند زیرا با بررسی روند تغییرات این هورمونها در تیمارهای مختلف نمی‌توان تیمارهای با رشد سریعتر و مصرف غذای بیشتر را مشخص کرد. اما شاخصهای مصرف غذا و SGR نشاندهندهٔ پاسخ مناسب‌تر تیمارهای ۳ و ۴ هفته گرسنگی به غذادهی مجدد می‌باشد.

با توجه به نتایج حاصله پیشنهاد می‌شود مطالعات آتی در این عرصه از تحقیق به سایر فاکتورهای دورن ریز دخیل در رشد پرداخته شود تا شاخص دقیق فیزیولوژیکی جهت ارزیابی رشد جبرانی شناخته شود.

تشکر و قدردانی

بر خود لازم می‌دانیم از آقایان دکتر تورج ولی‌نسب، مهندس سعید حاجی رضایی، مهندس مجید بختیاری و مهندس احمد ایمانی که ما را در انجام این تحقیق و نگارش مقاله یاری کردند، تشکر و قدردانی نماییم.

منابع

حسینی نجدگرامی، ا.؛ مناف‌فر، ر.؛ مشکینی، س. و سلیمی. ب.، ۱۳۸۶. بررسی تاثیر تغذیه اولیه بر رشد لارو نورس قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم، شماره ۷، بهار و تابستان ۱۳۸۶، صفحات ۸۴۷ تا ۸۵۴.

صفری، ا.؛ بلداجی، ف.؛ حاجی مرادلو، ع.؛ یغمایی. ف. و علامه، س.ک.، ۱۳۸۶. تاثیر جایگزینی کنجاله کانولا بجای آرد ماهی بر رشد، جذب عناصر مغذی و هورمونهای تیروئیدی در جیره قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آذر ماه ۱۳۸۶، شماره ۱۴، صفحات ۱۲۹ تا ۱۳۹.

علوی یگانه، م.ص.؛ عابدیان، ع. و رضایی.م.، ۱۳۸۶. اثر استفاده از آرد گاماروس دریایی و رودخانه‌ای بعنوان مکمل غذایی بر رشد و بقای لارو ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله پژوهش و سازندگی، زمستان ۱۳۸۶، شماره ۲۰، صفحات ۱۱۳ تا ۱۲۳.

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

Boujard T., Burel C., Medale F., Haylord G. and Moisan A., 2000. Effect of past nutritional in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquatic Living Resource, 13:129-137.

Darras V.M., Cokelaere M., Dewil E., Arnouts S., Decuypere E. and Kühn E.R., 1995. Partial food restriction increases hepatic inner ring deiodinating activity in the chicken and the rat. General and Comparative Endocrinology, 100:334–338.

De Pedro N., Delgado M.J., Gancedo B. and Alonso-Bedate M., 2003. Changes in glucose, glycogen, thyroid activity and hypothalamic catecholamines in tench by starvation and refeeding. Journal of Comparative Physiology and Biochemistry, 173:475-481.

Dobson S.H. and Holmes R.M., 1984. Compensatory growth in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Journal of Fish Biology, 25:649-656.

Farhangi M. and Carter C.G., 2001. Growth, physiological and immunological response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to different dietary inclusion levels of dehulled lupin (*Lupinus angustifolius*). Aquaculture Research, 32(Suppl. 1),329-340.

Gaylord G.T. and Gatlin III D.M., 2001. Dietary protein and energy modifications to maximize compensatory growth of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Aquaculture, 194:337-348.

Gaylord T.G., Mackenzie D.S. and 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 Physiology and Biochemistry, 24:73-79.

magiran.com

Hayward R.S., Wang N. and Noltie D.B., 2000. Group holding imedes compensatory growth of hybrid sunfish. Aquaculture, 163:299-305.

Heide A., Foss A., Stefansson O.S., Mayer I., Norberg B., Roth B., Jenssen M.D., Nortvedt R. and Imsland K.A., 2006. Compensatory growth and fillet composition in juvenile Atlantic halibut; Effect of short term starvation periods and subsequent feeding. Aquaculture, 261:109-117.

Higgs D.A., Fagerlund U.H.M., Eales J.G. and McBride J.R., 1982. Application of thyroid and steroid hormones as anabolic agents in fish culture. Comparative Biochemistry and Physiology, 73B:143-176.

Hornick J.L., Eenaeme C.V., Gerard O. and Dufrance I., 2000. Mechanism of reduced and compensatory growth. Domestic Animal Endocrinology, 19:121-132.

Jobling M. and Koskela J., 1996. Interindividual variation in feeding and growth in rainbow trout during restricted feeding and in a subsequent period of compensatory growth. Journal of Fish Biology, 49:658–667.

Jobling M. and Wandsvik A., 1983. Effect of social interaction on growth rate and conversion efficiency of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. Journal of Fish Biology, 22:577-584.

Jobling M., 1994. Fish Bioenergetics. Chapman and Hall, London, UK.

Jones J.I. and Clemmons D.R., 1995. Insulin-like growth factors and their binding proteins: Biological actions. Endocrinological Reviews, 16:3–34.

Leatherland J.F. and Farbridge K.J., 1992. Chronic fasting reduces the response of the thyroid to growth hormone and TSH, and alters the growth hormone related changes in hepatic 50-monodeiodinase activity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). General and Comparative Endocrinology, 87:342–353.

Li M.H., Peterson B.C., Janes C.L., Edwin H. and Robinson E.H., 2006. Comparison of diets containing various fish meal levels on growth performance, body composition, and insulin-like growth factor-I of juvenile channel catfish *Ictalurus punctatus* of different strains. Aquaculture, 253:628-635.

Mackenzie D.S., Moon H.Y., Gatlin D.M. and Perez L.R., 1993. Dietary effects on thyroid hormones in the red drum, *Sciaenops ocellatus*. Fish Physiology & Biochemistry, 11:329–335.

MacKenzie D.S., VanPutte C.M. and Leiner K.A., 1998. Nutrient regulation of endocrine function in fish. Aquaculture, 161:3–25.

Mclean A. and Metcalfe N.B., 2001. Social status, access to food and compensatory growth in juvenile Atlantic salmon. Journal of Fish Biology, 58:1331-1346.

Metcalfe N.B. and Monaghan P., 2001. Compensation for a bad start: Grow now, pay later? Trends in Ecology and Evolution, 16(5): 54-260.

Nafisi Bahabadi M. and Soltani M., 2008. Effect dietary energy levels and feeding rates on growth and body composition of fingerling rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iranian Journal of Fisheries Sciences, 7(suppl. 2):184-204.

Navarro I. and Gutierrez J., 1995. Fasting and starvation. *In*: Biochemistry and molecular biology of fishes. (Eds. P.W. Hochachka and T.P. Mommsen) Elsevier Science, Amsterdam, Netherland. 4:393–434.

magiran.com

Nikki J., Pirhonen J., Jobling M. and Karjalainen J., 2004. Compensatory growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, held individually. Aquaculture, 235:285-296.

O'Mara B.A., Dittrich W., Lauterio T.J. and Germain D.L., 1993. Pretranslational regulation of type I 50-deiodinase by thyroid hormones and in fasted and diabetic rats. Endocrinology, 133:1715–1723.

Quinton J.C. and Blake R.W., 1990. The effect of feed cycling and ration level on the compensatory growth in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Journal of Fish Biology, 37:33-41.

Russel N.R. and Wooten R.J., 1992. Appetite and growth compensation in the European minnow, *Phoxinus phoxinus* (Cyprinidae), following short periods of food restriction. Environmental Biology in Fishes, 34:277-285.

Sweeting R.M. and Eales J.G., 1992. The effects of fasting and refeeding on hepatic thyroxine 50-monodeiodinase activity in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Canadian Journal of Zoology, 70:1516–1525.

Toguyeni A., Baroiller J.F., Fostier A., Lebail P.Y., Kühn E.R., Mol K.A. and Fauconneau B., 1996. Consequences of food restriction on short-term growth and on plasma circulating hormones in *Oreochromis niloticus* in relation to sex. General and Comparative Endocrinology, 103:167–175.

Tian X. and Qin J.G., 2004. Effects of previous ration restriction on compensatory growth in arramundi *Lates calcarifer*. Aquaculture, 235:273-283.

Van Der Geyten S., Mol K.A., Pluymers W., Kuhn E.R. and Daras M., 1998. Change in plasma T_3 during fasting/refeeding in tilapia (*Oreochramis niloticus*) are mainly regulated through changes in hepatic type II idothronine deiodinase. Fish Physiology and Biochemistry, 19:136-148.

Wang Y., Cui Y., Yang Y. and Cai F., 2000. Compensatory growth in hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*, reared in sea water. Aquaculture, 189:101-108.

Weber T.E. and Bosworth G.B., 2005. Effects of 28 day exposure to cold temperature or feed restriction on growth, body composition, and expression of genes related to muscle growth and metabolism in channel catfish. Aquaculture, 246:483-492.

Xie S., Zhu X., Cui Y., Wootton R.J., Lei W. and Yang Y., 2001. Compensatory growth in gibel carp following feed deprivation: Temporal pattern in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. Journal of Fish Biology, 58:999-1009.

Yambayamba E.S.K., Price M.A. and Foxcroft G.R., 1996. Hormonal status, metabolic changes, and resting metabolic rate in beef heifers undergoing compensatory growth. Journal of Animal Science, 74:57–69.

Zhu X., Xie S., Lei W., Cui Y., Yang Y. and Wootton R.J., 2001. Compensatory growth in the Chinese long snout catfish, *Leiocassis longinostris*, following feed deprivation:

magiran.com

Temporal pattern in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. Aquaculture, 248:307-314.

Zhu X., Xie S., Zou Z., Lei W., Cui Y., Yang Y. and Wootton R.J., 2004. Compensatory growth and food consumption in gibel carp, *Carassius auratus* gibelio, and Chinese long snout catfish, *Leiocassis longinostris*, experiencing cycles of feed deprivation and re-feeding. Aquaculture, 241:235-247.

magiran.com

Effect of fasting and re-feeding on thyroidal hormone concentrations and growth performance of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Rahimi R.[(1)*]; Farhangi M.[(2)]; Mojazi Amiri B.[(3)]; Rezaie F.[(4)]; Sadough Nirri A.[(5)] and Karimi M.R.[(6)]

R_rahimi6083@yahoo.com

1 , 5- Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime and Marine Sciences University, Chabahar, Iran

2 , 3- Faculty of Natural Resources, Tehran University, P.O.Box: 31585-4314, Karaj, Iran

4 - Environmental Science Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

6- Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, P.O.Box: 84156-83111 Isfahan, Iran

Received: January 2010 Accepted: May 2010

Keywords: Rainbow Trout, Compensatory growth, T_3, T_4, Special Growth Rate, Food Coefficient Ratio

Abstract

The aim of this study was to show the effect of four feeding regimes on thyroid hormones concentrations, growth performance and food coefficient in Rainbow Trout applied through 4 treatments and 3 replications in winter 2006. In this research, samples of rainbow trout with an initial mean weight (SD) 47.19±0.42 used in each rearing unite. Fish were fed twice a day ad libitum as follows: Treatment A (TA): which was the control treatment; Continues feeding, Treatment B (TB): 4 weeks of starvation and 5 weeks of re-feeding, Treatment C (TC): 3 weeks of starvation and 5 weeks of re-feeding, and Treatment D (TD): 2 weeks of starvation and 5 weeks of re-feeding. Indexes like food coefficient ratio (FCR), specific growth rate (SGR), daily food intake and thyroid hormones (T_3, T_4) were also examined during the experiment. Blood samples were taken for thyroid hormones concentration at the beginning of the experiment and at the end of the starvation and every 12 days in re-feeding periods. TB and TC had significant difference ($P<0.01$) in comparison with other treatments in SGR but no significant difference were observed between TB and TC ($P>0.05$). There were no significant differences between the treatments in FCR ($P>0.05$). T_3 concentration came down in comparison with the control treatment at the end of the starvation (day 29) ($P<0.001$) but increased in the re-feeding periods. T_4 concentrations of fasting groups were lower than the control group at the end of fasting periods ($P<0.05$), but T_4 trend in re-feeding periods increased. According to the results, different treatments of feeding regimes could affect the thyroid hormones concentrations. Fasting periods reduced and re-feeding periods increased thyroid hormones concentrations. TB and TC showed more indexes of CG in comparison with TA and TD. We concluded that thyroid hormones alone are enough to assess CG and we suggest to use other growth relating physiological elements in different feeding diets and regimes in future studies to complete the evaluation.

* Corresponding author