

اثر بتائین به عنوان جاذب غذا بر عملکرد رشد، بازماندگی، ترکیب شیمیایی بدن و مقاومت

به استرس در بچه ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*)

اسماعیل جباری^۱، رضا اکرمی^{۱*}، حسین چیت ساز^۱

* akrami.aqua@gmail.com

۱- گروه شیلات، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۴

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۵

چکیده

اثر بتائین به عنوان جاذب غذایی بر شاخص های رشد، بازماندگی و مقاومت در برابر برخی از عوامل محیطی (دما و شوری) در بچه ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) طی یک دور ۸ هفته ای انجام شد. تعداد ۲۲۵ عدد بچه ماهی با وزن متوسط $2/26 \pm 0/2$ گرم و با تراکم ۱۵ عدد در مخازن توزیع و تغذیه شدند. سطوح مختلف بتائین شامل صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد به جیره غذایی تجاری (حاوی ۴۱٪ پروتئین و ۸٪ چربی) افزوده شد. میانگین شاخص های رشد و تغذیه تیمارها در پایان دوره معنی دار نبود ($p > 0/05$). تفاوت معنی داری در بازماندگی ماهیان بین تیمارهای مختلف مشاهده نگردید ($p > 0/05$). نتایج حاصله تفاوت معنی داری را در میزان پروتئین و چربی لاشه در بین تیمارها نشان نداد ($p > 0/05$). همچنین تفاوت معنی داری در میزان مدت زمان زنده مانده ماهیان سفید تغذیه شده با سطوح مختلف بتائین در مقابله با استرسهای محیطی در انتهای دوره پرورش مشاهده نشد ($p > 0/05$). در نتیجه گیری کلی میتوان گفت بتائین به عنوان یک جاذب غذایی فاقد اثر معنادار مثبت بر عملکرد رشد، بازماندگی و مقاومت به استرس در بچه ماهی سفید بود.

کلمات کلیدی: بتائین، رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه، استرس، ماهی سفید

* نویسنده مسئول

مقدمه

در میان ماهیان استخوانی سواحل ایرانی دریای خزر ماهی سفید^۱ به دلیل ارجحیت غذایی برای ساکنین سواحل جنوبی دریای خزر از جایگاه ویژه ای برخوردار بوده و بمنظور حفظ ذخایر این گونه ارزشمند هر ساله میلیونها بچه ماهی حاصل از تکثیر مصنوعیتوسط سازمان شیلات ایران و مراکز تابعه آن به دریا رهاسازی می گردد (Akrami et al., 2014). مدت زمان نگهداری بچه ماهیان سفید در استخرهای خاکی برای رسیدن به اندازه انگشت قد ۶۰ تا ۷۰ روز می باشد و در طول این دوره قسمت اعظم نیاز غذایی بچه ماهیان از طریق غذای کنسانتره تأمین می شود. بنابراین بالابردن توان تولید و با کیفیت بچه ماهیان می تواند موفقیت زندگی آنها را پس از رهاسازی و ورود به دریا تضمین نموده و درصد بازماندگی شان را افزایش دهد. با توجه به زمان رهاسازی بچه ماهیان سفید به رودخانه ها(حدود خرداد ماه)، بدلیل طول کشیدن کل زمان انجام بارگیری و تخلیه و از سوی دیگر فصلی بودن دو رودخانه قره سو و خواجه نفس(که منتهی به دریای خزر می شوند) و خشک شدن آنها در تابستان، نیاز مبرم می باشد که بتوان در مدت زمان فوق بچه ماهیان بالاترین میزان بازماندگی را در رودخانه و دریا داشته باشند.

یکی از عوامل فیزیولوژیک مؤثر در موفقیت رهاسازی ماهیان، توانایی تنظیم اسمزی توسط بچه ماهیان در زمان رهاسازی و نیز در هنگام انتقال از محل رهاسازی به دریاست. تنظیم اسمزی شامل تبادلات پمپ یونی در آبشش ها و سایر اندامهای تنظیم اسمزی نظیر روده و کلیه است که تابع عواملی نظیر درجه حرارت می باشد (Marsha and Singer, 2002). ماهیان استخوانی تحت تأثیر سازگاری با آب شور دستخوش تغییرات فیزیولوژیکی در محور هیپوتالاموس-هیپوفیز کلیوی می شوند و به این ترتیب تغییراتی در غلظت یون ها، تعداد سلول های کلراید و همتوکریست و برخی عوامل دیگر ایجاد می گردد. همچنین روند تنظیم اسمزی در ماهیان پروسه ای استرس زا و انرژی خواه است که می تواند باعث ایجاد تلفات در ماهیان شود (Marsha and Singer, 2002).

بدین جهت نیاز به موادی است که همراه جیره غذایی وارد سیستم گوارشی ماهی گردیده و باعث تحریک جذب غذا و متابولسیم بیشتر آن شده و نیز افزایش وزن و بازماندگی گردد که از جمله این مواد می توان به جاذب های غذایی اشاره کرد. از سوی دیگر استفاده از مواد جاذب در جیره غذایی آبزیان جهت افزایش مطلوبیت غذایی به عنوان یک ضرورت انکارناپذیر در کاهش هزینه های مربوط به تغذیه به ویژه در لاروماهیان دریایی که سختی پذیرش غذای مصنوعی توسط آنها به عنوان یک مشکل اساسی در امر آبری پروری است، مطرح می باشد (Akrami et al., 2014). در سالهای اخیر از مواد جاذب مختلفی مانند فین استیم (مخلوط بتائین و اسید آمینه)، بتائین(تری متیل گلیسین) و انواع اسیدهای آمینه برای خوش خوراک کردن غذا در آبری پروری استفاده شده است (Sudagar et al., 2005). بتائین نیز یک ماده محلول در آب بوده و از نظر مولکولی با ثبات است. بتائین یک آمینواسید اشتقاقی غیرسمی است که به طور گسترده در طبیعت توزیع شده است (Fatahi et al., 2015). بتائین به دلیل خصوصیات همچون تحمل بالای درجه حرارت، خاصیت متیل دهندگی، حمایت کننده اسمزی و افزایش خوش خوراکی غذا در صنعت آبری پروری مورد استفاده قرار گرفته است (Harpaz, 1996). بتائین به دلیل تحریک حس بویایی و چشایی، به عنوان ماده ای جهت تحریک آبزیان به غذا خوردن استفاده می شود. این خاصیت منحصر به فرد بتائین ناشی از ساختمان دو قطبی و فعالیت شیمیایی گروه های متیل آن می باشد که می تواند در واکنش های آنزیمی فعال باشد (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۴). بتائین نه تنها سبب تحریک جانوران آبری به خوردن می شود، بلکه بتائین جذب شده در سلول های ماهیچه ای تجمع می یابد، و ممکن است در ماهیان قرار گرفته در برابر تغییرات شوری، مفید باشد (Clarck et al 1994). بتائین، شکل اکسید شده ویتامین کولین است که تعامل معناداری بین کولین جیره و آمینو اسید ضروری متیونین در جیره وجود دارد (Kasper et al., 2002). بنابراین، ممکن است تعامل بین بتائین جیره، کولین و متیونین و همچنین فسفاتیدیل کولین وجود داشته باشد (Fatahi et al., 2015).

¹ - *Rutilus frisii kutum*

شوری هفته ای ۱ بار مورد اندازه گیری قرار گرفتند به طوری که میانگین اکسیژن آب حدود ۶/۲ الی ۷ میلی گرم بر لیتر، درجه حرارت آب ۲۶ الی ۲۸ درجه سانتی گراد، ۷/۲pH الی ۷/۵ و شوری ۲ الی ۳ گرم در لیتر بود. این تحقیق با استفاده از طرح کاملاً تصادفی شامل سطوح صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد بتائین در هر کیلوگرم جیره تجاری در قالب پنج تیمار با سه تکرار طراحی شد. بتائین مورد استفاده محصول شرکت بیوشم آلمان و به صورت کاملاً پودری بود. در طول دوره آزمایش از غذای پودری استارتر (SFK) کارخانه خوراک دام مازندران استفاده گردید. بدین منظور غذای مذکور به کمک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شده و داخل مخلوط کن با سطوح متفاوت بتائین در هر کیلوگرم جیره مخلوط شد. پس از چند دقیقه هم زدن، به تدریج آب تا حدی که مخلوط حاصل، شکل پذیری مناسبی پیدا کرده و به صورت خمیر نسبتاً منسجمی در آید افزوده شد و در نهایت این خمیر هنگام غذادهی در داخل هر مخزن پرورشی قرار می گرفت (Akrami et al., 2014).

جدول ۱: تجزیه تقریبی غذای کنسانتره بچه ماهیان کپور

استارتر (SFK)

Table 1: Proximate composition in the commercial diet (SFK)

نوع ترکیب	(درصد)
پروتئین خام	۴۱/۱۳
خاکستر	۷/۸۹
چربی خام	۸/۴۲
عصاره عاری از ازت ^۱	۳۵/۷۱
فیبر خام	۱/۲۹
رطوبت	۵/۵۶
انرژی ناخالص (مگاژول در کیلوگرم) ^۲	۱۹/۱۱

از جمله تحقیقات صورت گرفته در مورد اثر بتائین به صورت انفرادی و در ترکیب با سایر مکمل ها می توان به تحقیقات Hughes (۱۹۹۳) در ماهی فوگل^۲، Azimirad و همکاران (۲۰۰۳) در لارو ماهی سوف معمولی^۳، Sudagar و همکاران (۲۰۰۵) در فیل ماهی پرورشی^۴، Tiril و همکاران (۲۰۰۸) در ماهی قزل آلا^۵، Shankar و همکاران (۲۰۰۸) در ماهی روهو^۶، Miri و همکاران (۲۰۰۹) در بچه ماهیان شیپ^۷، Niroomand و همکاران (۲۰۱۱) در ماهی قزل آلا، Luo و همکاران (۲۰۱۱) در ماهی تیلایپیا^۸، Safi Al-Hosseini and Akrami (۲۰۱۳) در بچه ماهی کپور وحشی^۹، Akrami و همکاران (۲۰۱۵) در بچه ماهی کلمه^{۱۰} و Fatahi و همکاران (۲۰۱۵) در بچه ماهی کلمه اشاره کرد. لذا تحقیق حاضر به منظور ارزیابی تأثیر سطوح مختلف بتائین به عنوان جاذب غذا بر عملکرد رشد، بازماندگی، ترکیب شیمیایی و مقاومت به استرس در بچه ماهی سفید انجام شد.

مواد و روش ها

تحقیق حاضر در کارگاه تکثیر و پرورش ماهی کلمه سیجوال بندرترکمن (در فاصله ۳۵ کیلومتری شمال غربی شهرستان گرگان و در فاصله ۴ کیلومتری شرق شهرستان بندر ترکمن) واقع در استان گلستان انجام پذیرفت. در ابتدا ماهیان به مدت ۱۰ روز با غذای مورد استفاده در آزمایش مورد سازگاری قرار گرفتند و سپس تعداد ۲۲۵ عدد بچه ماهی کلمه با میانگین وزنی $2/26 \pm 0/2$ گرم با تراکم ۱۵ عدد در مخازن پلاستیکی ۵۰ لیتری توزیع و بمدت ۸ هفته به میزان ۷ تا ۱۲ درصد وزن بدن (Ahmadifar et al., 2014) در ۳ وعده در ساعات ۸:۳۰، ۱۳:۳۰ و ۱۸:۳۰ غذادهی شدند. میزان اکسیژن آب با استفاده از یک دستگاه هواده مرکزی و یک سنگ هوا در هر حوضچه تحت کنترل بود. فاکتورهای فیزیکی شیمیایی آب از قبیل اکسیژن و درجه حرارت آب هفته ای ۲ بار و pH و

² - Chinook salmon

³ - Sander lucioperca

⁴ - Huso huso

⁵ - Oncorhynchus mykiss

⁶ - Labeo rohita

⁷ - Acipenser nudiventris

⁸ - Oreochromis niloticus

⁹ - Cyprinus carpio

¹⁰ - Rutilus rutilus

(خاکستر + چربی خام + پروتئین خام) - ماده خشک = (NFE) عصاره عاری از ازت (۱)
 (درصد عصاره عاری از ازت × ۱۷) + (درصد چربی × ۳۹/۵) + (درصد پروتئین غذا × ۲۳/۶) = (MJ/kg) انرژی ناخالص (۲)

خشک و سپس مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند. با توجه به اطلاعات اخذ شده از زیست‌سنجی، شاخص‌های رشد و تغذیه بر اساس منابع موجود از معادلات ریاضی محاسبه شد (Hevroy *et al.*, 2005).

برای آگاهی از تاثیر سطوح مختلف بتائین بر عملکرد رشد و تغذیه بچه ماهیها، در طول دوره تحقیق هر ۱۵ روز یکبار ۱۰۰ درصد زیتوده ماهیان با ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شده و با خط کش با دقت یک میلی‌متر، طول کل آنها اندازه‌گیری می‌شد. جهت زیست‌سنجی ابتدا ماهیان با پارچه تنظیف

میانگین وزن ابتدای دوره به گرم - میانگین وزن انتهای دوره به گرم = افزایش وزن بدن
 [میانگین وزن ابتدای دوره به گرم / (میانگین وزن انتهای دوره به گرم) - ۱] × ۱۰۰ = درصد افزایش وزن بدن
 [زمان / (لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه به گرم - لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی به گرم)] × ۱۰۰ = نرخ رشد ویژه (درصد در روز)
 افزایش وزن بدن (گرم) / مقدار غذای خورده شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی
 مقدار مصرف چربی (گرم) / افزایش وزن بدن (گرم) = نسبت کارایی چربی
 مقدار مصرف پروتئین (گرم) / افزایش وزن بدن (گرم) = نسبت کارایی پروتئین
 [زمان / (میانگین وزن اولیه به گرم × میانگین وزن نهایی به گرم)] / (غذای خورده شده به ازای یک ماهی × ۱۰۰) = غذای خورده شده روزانه
 (تعداد بچه ماهیان باقیمانده در ابتدای دوره / تعداد بچه ماهیان انتهای دوره) × ۱۰۰ = درصد بازماندگی
 زیتوده ابتدایی (گرم) / زیتوده نهایی (گرم) = افزایش زیتوده

سپس ۳ ماهی از هر تیمار در غالب سه تکرار در معرض استرس‌های محیطی شامل (شوک حرارتی در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد و شوک شوری ۳۵ گرم در لیتر) قرار گرفتند (Jafaryan *et al.*, 2015). لازم به ذکر است که ماهیان یکبار در محیط استرس‌زا قرار داده شدند و زمانی که آخرین ماهی به صورت کامل در این محلولها کشته شد ثبت گردید.

آنالیز آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها: تجزیه و تحلیل بر روی داده‌های مربوط به تغییرات معیارهای رشد، فاکتورهای تغذیه‌ای و مقاومت در برابر تنش‌های محیطی از طریق آزمون تجزیه‌ی واریانس یکطرفه (one-way ANOVA) و مقایسه میانگین بین تیمارها بر اساس آزمون جداساز دانکن (Duncan) استفاده شد. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه‌ی 9.05) و Excel (2003) در محیط ویندوز انجام گرفت و مقادیر $p < 0.05$ معنی‌دار تلقی گردید.

بدین منظور از غذای پودری مورد مصرف در ابتدا دوره و لاشه بچه‌ماهیان در انتهای دوره آزمایش به طور تصادفی نمونه‌گیری به عمل آمد. به منظور تجزیه بافت‌های لاشه، از هر تکرار ۶ ماهی به طور تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شدند. برای آزمایش ترکیب شیمیایی لاشه ۲۵ عدد بچه ماهی به طور تصادفی از هر تیمار انتخاب و در فریزر در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد منجمد و سپس به آزمایشگاه جهت آنالیز لاشه فرستاده شد. جهت آنالیز تقریبی ترکیبات جیره و لاشه ماهیان از روش‌های مندرج در AOAC, 1990 استفاده گردید. پروتئین توسط دستگاه ماکروکجلدال، چربی توسط دستگاه سوکسله، رطوبت توسط آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد و خاکستر توسط کوره الکتریکی با دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شدند.

در پایان دوره آزمایش، ماهیان در برابر استرس‌های محیطی و شیمیایی قرار گرفتند. بدین منظور ۲۴ ساعت قبل از انجام تست‌های استرس غذایی ماهیان قطع گردید و

نتایج

بدن، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، نسبت کارایی چربی، نسبت کارایی پروتئین، غذای خورده شده روزانه (میزان غذاگیری)، بازماندگی و افزایش زیتوده در ماهیان تغذیه شده با سطوح متفاوت بتائین در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده نگردید ($p > 0.05$).

نتایج حاصل از تأثیر سطوح متفاوت بتائین بر معیارهای رشد، تغذیه و بازماندگی در بچه ماهیان سفید در جدول شماره ۲ ارائه گردیده است. بر اساس نتایج تفاوت معنی داری در فاکتورهای رشد و تغذیه از قبیل وزن نهایی، افزایش وزن

جدول ۲: مقایسه برخی از معیارهای رشد، تغذیه و بازماندگی (میانگین و انحراف معیار) بدست آمده در بچه ماهی سفید تغذیه شده با سطوح مختلف بتائین طی مدت ۸ هفته پرورش.

Table 2: Growth performance and survival of fingerling kutum fed diets containing varying levels of betain after 8 week

٪ ۲	٪ ۱/۵	٪ ۱	٪ ۰/۵	شاهد	سطوح متفاوت بتائین	
					شاخص	
$3/1 \pm 0/3$	$3/2 \pm 0/1$	$3/3 \pm 0/5$	$3/1 \pm 0/1$	$3/05 \pm 0/15$	وزن نهایی (گرم)	
$0/9 \pm 0/3$	$0/93 \pm 0/3$	$1 \pm 0/6$	$0/9 \pm 0/4$	$0/8 \pm 0/1$	افزایش وزن بدن (گرم)	
$41/5 \pm 2/2$	$43/86 \pm 2/7$	$46/00 \pm 2/4$	$41/73 \pm 3/32$	$39/86 \pm 2/7$	درصد افزایش وزن بدن	
$0/44 \pm 0/1$	$0/46 \pm 0/6$	$0/49 \pm 0/2$	$0/43 \pm 0/12$	$0/41 \pm 0/16$	نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	
$2/46 \pm 0/1$	$2/40 \pm 0/25$	$2/33 \pm 0/3$	$2/49 \pm 0/2$	$2/7 \pm 0/14$	ضریب تبدیل غذایی	
$6/0 \pm 0/28$	$6/1 \pm 0/6$	$6/2 \pm 0/6$	$5/94 \pm 0/24$	$5/89 \pm 0/3$	نسبت کارایی چربی	
$1/00 \pm 0/05$	$1/09 \pm 0/1$	$1/07 \pm 0/2$	$1/00 \pm 0/4$	$0/95 \pm 0/05$	نسبت کارایی پروتئین	
$6/9 \pm 0/52$	$7/01 \pm 0/63$	$7/3 \pm 0/11$	$6/85 \pm 0/32$	$6/05 \pm 0/2$	غذای خورده شده روزانه (درصد در روز)	
$82/32 \pm 0/3$	$84/52 \pm 1/2$	$87/3 \pm 0/2$	$82/12 \pm 2/7$	$79/26 \pm 4/2$	بازماندگی (درصد)	
$72/3 \pm 0/2$	$74/51 \pm 0/29$	$78/2 \pm 0/37$	$72/28 \pm 0/12$	$69/33 \pm 0/05$	افزایش ب زیتوده (گرم)	

عدم وجود حروف در هر ردیف بیانگر عدم اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد ($p > 0.05$).

پروتئین و چربی لاشه در بین تیمارها از خود نشان نداد ($p > 0.05$).

جدول شماره ۳ نتایج حاصل از تأثیر سطوح متفاوت بتائین را بر برخی از ترکیبات شیمیایی لاشه در بچه ماهیان سفید نشان می دهد. نتایج حاصله تفاوت معنی داری را در میزان

جدول ۳: مقایسه برخی از ترکیبات شیمیایی لاشه (میانگین و انحراف معیار) بدست آمده در بچه ماهی سفید تغذیه شده با سطوح مختلف بتائین طی مدت ۸ هفته پرورش.

Table 3. Body composition of fingerling kutum fed diets containing varying levels of betain after 8 week

٪ ۲	٪ ۱/۵	٪ ۱	٪ ۰/۵	شاهد	سطوح متفاوت بتائین	
					شاخص (درصد)	
$71/1 \pm 0/91$	$72 \pm 0/91$	$71/5 \pm 0/93$	$71/3 \pm 1/4$	$71/09 \pm 0/5$	پروتئین	
$21/86 \pm 1/43$	$21/93 \pm 1/63$	$22/1 \pm 1/21$	$21/7 \pm 1/35$	$21/67 \pm 1/39$	چربی	

عدم وجود حروف در هر ردیف بیانگر عدم اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد ($p > 0.05$).

زنده مانده بچه ماهیان سفید تغذیه شده با سطوح مختلف بتائین در مقابله با استرسهای محیطی در انتهای دوره پرورش مشاهده نشد ($p > 0.05$).

نتایج حاصل از تأثیر سطوح متفاوت بتائین بر مدت زمان زنده مانده بچه ماهیان سفید در جدول شماره ۴ ارائه گردیده است. بر اساس نتایج اختلاف معنی داری در میزان مدت زمان

جدول ۴: تغییرات مدت زمان زنده مانده (ثانیه) بچه ماهیان سفید تغذیه شده با سطوح مختلف بتائین در مقابله با استرسهای محیطی پس از ۸ هفته پرورش.

Table 4: Resistance to environmental stress in fingerling kutum fed with different dietary levels of betain after 8 week based on second

شاخص	شاهد	٪ ۰/۵	٪ ۱	٪ ۱/۵	٪ ۲
دما (۳۵ درجه سانتیگراد)	۸۰/۶۶ ± ۷	۸۵ ± ۶	۹۱/۲۱ ± ۳/۶	۸۷/۳ ± ۸/۱	۸۶/۱۳ ± ۷/۳
شوری (۳۵ گرم در لیتر)	۲۰۷۲ ± ۶۸	۲۱۳۹/۶۶ ± ۱۷۴	۲۲۰۲/۰۶ ± ۹۶/۷	۲۱۸۷ ± ۵۹/۸	۲۱۵۳ ± ۷۶/۵

عدم وجود حروف در هر ردیف بیانگر عدم اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد ($p > 0.05$).

بحث

(*al.*, 1994). برخلاف نتایج حاضر؛ Sudagar و همکاران (۲۰۰۵) با افزودن مواد جاذب بتائین و متیونین به صورت انفرادی و ترکیبی به جیره غذایی فیل ماهیان جوان پرورشی، Miri و همکاران (۲۰۰۹) با مکمل نمودن بتائین به جیره غذایی بچه ماهیان شیپ و Niroomand و همکاران (۲۰۱۱) بر روی لارو ماهی قزل آلی رنگین کمان، Safi Al-Hosseini and Akrami (۲۰۱۳) بر روی بچه ماهی کپور وحشی، Hughes (۱۹۹۳) بر روی ماهی فوگل، Shankar و همکاران (۲۰۰۸) بر روی ماهی روهو و Luo و همکاران (۲۰۱۱) بر روی ماهی تیلایا افزایش معنی داری را در پارامترهای رشد، تغذیه و بازماندگی در ماهیان تغذیه شده با بتائین نسبت به تیمار شاهد مشاهده نمودند. همچنین Mohseni و همکاران (۲۰۱۶) اذعان نمودند استفاده از جیره غذایی دارای حداقل ۱/۵ و حداکثر ۲ درصد بتائین منجر به رشد مطلوب و مناسبی در بچه فیل ماهی پرورشی شده است. که دلیل این اختلاف در نتایج بدست آمده را می توان به تفاوت در نوع گونه، اندازه، سن، شرایط محیطی و بهداشتی، نوع جیره، سطوح مختلف بتائین، نوع جاذب غذایی و قابلیت دسترسی آن برای گونه آبی و طول دوره پرورش نسبت داد. بر اساس نتایج مطالعه حاضر تفاوت معنی داری در محتوای پروتئین و چربی لاشه در بین تیمارها مشاهده نگردید اگرچه بیشترین محتوای پروتئین و چربی بدن در ماهیان تغذیه شده با بتائین مشاهده گردید. در شباهت با یافته تحقیق ما افزودن مواد جاذب بتائین و متیونین به صورت انفرادی و ترکیبی به جیره غذایی فیل ماهیان جوان پرورشی منجر به تفاوت معنی داری را در میزان پروتئین و چربی لاشه در مقایسه با تیمار شاهد نگردید (Sudagar *et al.*, 2005). همچنین

کاربرد مواد جاذب به صورت مکمل غذایی در جیره غذایی بسیاری از گونه های مختلف آبی مطالعه شده است و نتایج بسیار مطلوبی را در افزایش مصرف غذا، کاهش زمان باقی ماندن غذا در آب، کاهش از هم گسیختگی مواد مغذی حل شدنی در آب و فراهم کردن مواد مغذی پروتئینی در جیره لارو و بچه ماهی در مرحله تغییر عادت غذایی به همراه داشته است (Azimirad *et al.*, 2003). با وجود مطالعات مختلف در مورد مکمل نمودن بتائین با جیره های غذایی در گونه های مختلف ماهی، تاکنون پژوهشی در مورد اثر بتائین بر فاکتورهای رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه و مقاومت به استرس در بچه ماهی سفید دریای خزر صورت نگرفته است. بر اساس نتایج مطالعه حاضر تفاوت معنی داری در فاکتورهای رشد و تغذیه در ماهیان تغذیه شده با سطوح متفاوت بتائین در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده نگردید که شاید این عدم معناداری را بتوان به کوتاهی دوره پرورش و یا تفاوت در نوع و قابلیت دسترسی اسید آمینه مورد نظر برای گونه منتخب نسبت داد. در تایید نتایج مطالعه حاضر، Akrami و همکاران (۲۰۱۴) با افزودن سطوح متفاوت بتائین به جیره غذایی ماهی کلمه، Azimirad و همکاران (۲۰۰۳) در لارو ماهی سوف معمولی و Fatahi و همکاران (۲۰۰۵) در ماهی کلمه نیز تفاوت معنی داری را در پارامترهای رشد و تغذیه در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی بتائین در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده نکردند. بتائین از جمله موادی است که در بسیاری از ماهیان سبب افزایش رشد و بازماندگی می شود. این ماده به عنوان تنها دهنده مستقیم گروه متیل نقش مهمی در متابولیسم پروتئین و انرژی دارد (Virtanen *et*

را احتمالاً میتوان ناشی از داشتن تأثیر معنی دار آن بر روی میزان رشد و افزایش وزن نهایی دانست، اگرچه نقش بتائین در بهبود تنظیم اسمزی در بسیاری از گونه ها به اثبات رسیده است. برخلاف نتایج مطالعه حاضر Niroomand و همکاران (۲۰۱۱) افزایش معنی داری را در میزان بازماندگی بچه ماهیان قزل آلی رنگین کمان در مقابله با استرس شوری و دما در مقایسه با تیمار شاهد گزارش کردند. همچنین تأثیر بتائین در کاهش مرگ و میر در برابر استرس شوری و دما در بچه ماهیان کپور معمولی وحشی (Safi Al-Hosseini and Akrami, 2013) و میگوی سفید هندی (Moezi et al., 2013) به اثبات رسیده است. بر اساس گزارش Fatahi و همکاران (۲۰۱۵)، افزودن بتائین و تریپتوفان به جیره می تواند نقش موثری در کاهش استرس شوری و رشد بچه ماهیان کلمه داشته باشد. با توجه به نتایج تحقیق حاضر می توان استنباط نمود بتائین به عنوان یک جاذب غذایی، با وجود افزایش غذاگیری در بچه ماهیان سفید، اما فاقد اثر معنادار مثبت بر نرخ رشد، ترکیبات مغذی بدن و کاهش استرس های محیطی در این ماهیان بود. لذا پیشنهاد می شود بتائین در ترکیب با سایر مکملهای جاذب غذایی در جیره ماهی سفید و در بازه زمانی طولانی تری استفاده شود تا شاید بتواند نقش موثری در تعدیل استرس های محیطی و رشد این گونه داشته باشد.

تشکر و قدردانی

مولفین از مدیریت کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی سیجوال بندرتراکم به جهت در اختیار گذاشتن امکانات کارگاه در پیشبرد تحقیق تقدیر می نمایند.

منابع

Ahmadifar, E., Akrami, R., Razeghi Mansour, M. and Keramat Amirkolaie, A., 2014. Effect of dietary supplementation of mannan oligosaccharide on growth performance and salinity tolerance in kutum (*Rutilus friisi kutum*) fry. Journal of Applied Ichthyology, 31: 173-176. DOI: 10.1111/jai.12452

Niroomand و همکاران (۲۰۱۱) با افزودن بتائین به جیره غذایی لارو ماهی قزل آلی رنگین کمان و Akrami و همکاران (۲۰۱۵) به جیره غذایی ماهی کلمه تفاوت معنی داری را در میزان چربی لاشه در بین تیمارها مشاهده نکردند که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت. اما مطالعات دیگر در برخی گونه های مختلف حاکی از افزایش معنی دار پروتئین لاشه در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی بتائین در مقایسه با تیمار شاهد بود (Miri et al., 2009; Niroomand et al., 2011; Akrami et al., 2015) که دلیل این امر ممکن است به خاطر خاصیت متیل دهنده گی بتائین باشد. که با توجه به این خاصیت در ساخت موادی نظیر متیونین و اسیدآمینه گلیسین و کارنیتین که باعث پروتئین سازی، رشد و همچنین اکسیداسیون چربیها و عدم تجمع آنها در بدن می شوند، نقش دارند و در نتیجه نسبت ماهیچه به چربی در بدن بالا می رود (Kasper et al., 2002; Eklund et al., 2005).

نتایج مطالعه حاضر حاکی از عدم تفاوت معنی داری در میزان مدت زمان زنده مانی بچه ماهیان سفید تغذیه شده با سطوح مختلف بتائین در مقابله با استرسهای محیطی دما و شوری در مقایسه با تیمار شاهد بود اگرچه گروههای تغذیه شده با سطوح مختلف بتائین (به ویژه در سطح ۰.۱٪) مقاومت بالاتری در برابر تنش شوری و دما داشتند. با قرار گرفتن ماهی در معرض تنش دمای بالا، شدت سوخت و ساز بدن بالا رفته و نیاز اکسیژنی افزایش می یابد. همچنین با افزایش دمای آب، میزان اکسیژن محلول در آن کاهش می یابد (Niroomand et al., 2011). بالا رفتن کورتیزول خون می تواند سبب افزایش مقاومت ماهی و بالا رفتن قدرت تنظیم اسمزی موجود گردد (Hoseini et al., 2010). همچنین مقاومت در برابر استرس شوری تحت تأثیر عواملی مانند میزان شوری، عوامل محیطی، گونه، دستکاری، اندازه، سن، مراحل مختلف زیستی و شرایط تغذیه ای قرار دارد (Clarke, 1982). در همین راستا Akrami و همکاران (۲۰۱۵) با افزودن بتائین به جیره غذایی ماهی کلمه تفاوت معنی داری را در میزان بازماندگی بچه ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی بتائین در مقایسه با تیمار شاهد در مقابله با استرس شوری و دما گزارش نکردند که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت. عدم بازماندگی بالاتر بچه ماهیان سفید در تیمارهای حاوی بتائین در تنش اسمزی

- Akrami, R., Chitsaz, H., Dashtian, S. and Razeghi, M., 2014.** Single or combined effects of inulin and mannan oligosaccharide supplements on the growth performance, survival, body composition and salinity resistance of Kutum (*Rutilus frisii kutum*) fry. *Fisheries Science and Technology*, 2(3): 17-29 (In Persian).
- Akrami, R., Ghabeli, B., Vahabzadeh-Roudsari, H. and Razeghi, Mansour., 2015.** Effect of betain as a feed Attractant on growth performance, survival, body composition and resistance to stress of Caspian Roach (*Rutilus rutilus*). *Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch*, 3: 47-54 (In Persian).
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1990.** Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th Edition, Current through Revision, AOAC International Suite 500481, Maryland USA, 208772417. [ISBN: 0-935584-77-3]
- Azimirad, M., Farhangi, M., Mojazi-Amiri, B., Effatpanah, I. and Mansouri Tae, H., 2013.** Effects of different levels of betaine supplementation in diet on growth, feed efficiency indices and survival rate of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae, 66(3): 347-358. (In Persian).
- Clarke, W.C., 1982.** Evaluation of the seawater challenge test as a index of marine survival. *Aquaculture*, 28:177-183. DOI:org/10.1016/0044-8486(82)90020-5
- Clarke, W.C., Virtanen, E., Blackburn, J. and Higgs, D.A., 1994.** Effects of dietary betaine/amino acid additive on growth and seawater adaptability in yearling Chinook salmon. *Aquaculture*, 121: 137-145. DOI: 10.1016/0044-8486(94)90015-9
- Eklund, M., Bauer, E., Wanata, J. and Mosenthin, R., 2005.** Potential of nutritional and after social stress in pigs. *Physiology and Behaviour*, 85: 469-478.
- Fatahi, S., Sudagar, M., Mazandarani, M. and Khani, F., 2015.** Growth, feeding factors and the effect of salinity stress on the survival rate on roach (*Rutilus rutilus spicus*) juveniles fed with different levels of betaine and tryptophan. 4(2): 65-77 (In Persian).
- Harpaz, Sh., 1996.** Enhancement of growth in juvenile freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) through the use of a chemoattractant. *Aquaculture*, 156: 225-231. DOI: org/10.1016/S0044-8486(97)00093-8
- Hoseini, S.M., Hosseini, S.A. and Sudagar, M., 2010.** Dietary tryptophan changes serum stress markers, enzyme activity, and ions concentration of wild common carp (*Cyprinus carpio*) exposed to ambient copper. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38: 1419-1426. DOI: 10.1007/s10695-012-9629-x
- Hevroy, E.M., Espe, M., Waagbo, R., Sandness, K., Rund, M. and Hemer, G.I., 2005.** Nutrition utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed increased level of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. *Aquaculture Nutrition*, 11: 301-313. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2005.00357.x
- Hughes, S.G., 1993.** Single-feeding response of chinook salmon fry to potential feed intake modifiers. *Progressive Fish-Culturist*, 55: 40-42. [http://dx.doi.org/10.1577/1548-8640\(1993\)055<0040:SFROCS>2.3.CO;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8640(1993)055<0040:SFROCS>2.3.CO;2)

- Jafaryan, H., Soltani, M., Ta'ati, M., Nazarpour, A. and Morovat, R., 2011.** The comparison of performance of isolated sturgeon gut bacillus (*Acipenser persicus* and *Huso huso*) with commercial microbial products on growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae. Journal of Veterinary Research, 66(1): 39–46. (In Persian).
- Luo, Z., Tan, X.Y., Liu, X.J. and Wen, H., 2011.** Effect of dietary betain levels on growth performance and hepatic intermediary metabolism of GIFT strain on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in freshwater. Aquaculture Nutrition, 17: 361-367. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2010.00805.x
- Marshall, W.S. and Singer, T.D., 2002.** Cystic fibrosis transmembrane conductance regulator in teleost fish. Biochimica et Biophysica Acta, 1566: 16–27. PMID: 12421534
- Miri, S., Vahabzadeh rudsari, H., Ershad-Langrudi, H. and Toluei-Guilani, M.H., 2009.** Effect of betafin on growth performance and survival of (*Acipenser nudiventris*) fingerling. Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch, 1: 55-60 (In Persian).
- Mohseni, M., Pourkazemi, M., Seyed Hassani, M. and Pourali, H., 2016.** Effects of different dietary betaine supplementation levels on the growth, carcass compositions and some haematological- biochemical parameters of the blood serum in juvenile beluga (*Huso huso*). 4(3): 65-80. URL: <http://jair.gonbad.ac.ir/article-1-302-fa.html>
- Moezi, M., Asadi, M., Mazarei, S., Surinejad, A. and Dehghani, H., 2013.** Effect of Artemia enriched with betaine and dry food on growth, survival, stress resistance and body composition of Indian shrimp larvae (*Fenneropenaeus indicus*). Journal of Marine Science and Technology, 12(1): 38-48. (In Persian).
- Niroomand, M., Sajadi, M., Yahyavi, M. and Asadi, M., 2011.** Effects of dietary betaine on growth, survival, body composition and resistance of fry rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under environmental stress. isfj. 2011; 20(1) :135-146. URL: <http://isfj.ir/article-1-222-fa.html>
- Safi Al-Hosseini, S.A. and Akrami, R., 2013.** Effect of betaine as a feed attractant on growth, survival and resistance to heat and salinity stressors on wild Common carp (*Cyprinus carpio*) juvenile. Journal of Applied Ichthyological Research, 1(3): 15-24. <http://jair.gonbad.ac.ir/article-1-154-fa.html>. (In Persian).
- Shankar, R., Shivananda Murthy, H., Pavadi, P. and Thanuja, K., 2008.** Effect of betaine as a feed attractant on growth, survival and feed utilization in fingerlings of the Indian major carp (*Labeo rohita*). Journal of Aquaculture, Bamidjeh, 60: 95-99. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12421534>
- Sudagar, M., Azari Takami, Gh., Pnomarev, C.A., Mahmoudzadeh, H., Abedian, A. and Hosseini, S.A., 2005.** The effects of different dietary levels of betaine and

methionine as attractant on the growth factor and survival rate of juvenile beluga (*Huso huso*), Iranian Scientific Fisheries Journal. 14(2): 41-50 (In Persian).

Tiril, S.U., Alagil, F., Yagci, F.B. and Aral, O., 2008. Effects of betaine supplementation in plant protein based diets on feed intake and growth performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of

Aquaculthur, Bamidgeh, 60: 57-64.
<http://hdl.handle.net/10524/19244>

Virtanen, M., Resink, J.W., Slinning, K.E., Junnila, M. and Hole, H., 1994. Betaine/aminoacid additive enhances the salt water performance of rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*) fed standard fish meal based diet. Aquaculture, 24(1-4): 220. DOI:org/10.1016/0044-8486(94)90382-4

Effect of betaine as a feed attractant on growth, survival, body composition and response to environmental stress in kutum (*Rutilus frisii kutum*) fingerling

Jabbari E.¹; Akrami R.^{1*}; Chitsaz H.¹

* akrami.aqua@gmail.com

1- Department of Fisheries, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran

Abstract

An 8- week feeding experiment was conducted to evaluate the effect of dietary betain as a feed attractant on growth, survival, body composition and resistance rate on kutum (*Rutilus frisii kutum*) fingerling. 225 fish by the initial weight of 2.26 ± 0.2 g and density of 15 fish per tank. Five treatments of different levels of betain including 0 (control), 0.5%, 1%, 1.5% and 2% added to diet containing 40% protein and 8% lipid. According to the results of this study, no significant differences in growth performance and feeding parameters observed between fish fed control and betain supplementation diets ($p>0.05$). No significant differences in survival rate among all treatment groups ($p>0.05$). There were no significant differences in body composition among all treatment groups ($p>0.05$). Resistance rate were not influenced by the levels of betain ($P>0.05$). Totally considering betain did not show significant effect on the growth, surviving and resistance to stress in kutum fingerling.

Keywords: Betain, Growth, Survival, Body composition, Stress, kutum (*Rutilus frisii kutum*)

*Corresponding author