تاثیر مکمل بتائین جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، شاخص‌های خون شناسی و مقاومت بچه ماهیان شیزوتراکس (*Schizothorax zarudnyi*) در برابر تنش شوری

مصطفی جوانمرد[۱]، جواد میردار هریجانی[*۱]، احمد قرایی[۱و۲]، علی ارشدی[۱]

[*]javadmirdar@uoz.ac.ir

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۲-پژوهشکده تالاب بین المللی هامون، دانشگاه زابل، زابل، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۸

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی اثر بتائین بر عملکرد رشد، شاخص‌های خون شناسی و مقاومت بچه ماهیان شیزوتراکس (*Schizothorax zarudnyi*) به تنش شوری می باشد. بدین منظور، تعداد ۱۲۰ عدد ماهی با میانگین وزنی ۰/۲۹±۶/۵۸ به مدت ۸ هفته با سطوح صفر (شاهد)، ۰/۵ درصد، ۱ درصد و ۲ درصد مکمل بتائین، تا حد سیری، در دو نوبت غذادهی شدند. در انتهای دوره از ماهیان زیست سنجی به عمل آمد و به مدت دو ساعت تحت تنش شوری ۲۰ گرم بر لیتر قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در پارامترهای رشد (میانگین وزن و طول نهایی، نرخ رشد ویژه، شاخص وضعیت و ضریب تبدیل غذایی) بین گروه های تحت تیمار و گروه شاهد وجود داشت ($p<۰/۰۵$). همچنین نتایج به‌دست آمده از بررسی عوامل خونی حاکی از بی‌اثر بودن بتائین بر میزان هماتوکریت، هموگلوبین، گلبول قرمز و گلبول سفید بود و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها و شاهد مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$) . مقاومت بچه ماهیان تحت تأثیر بتائین نسبت به تنش شوری بیشتر از شاهد بود. باتوجه به نتایج حاصل از این تحقیق بنظر می‌رسد، بتائین می‌تواند موجب افزایش رشد و مقاومت بچه ماهی شیزوتراکس شود.

لغات کلیدی: بتائین، تنش شوری، شاخص های رشد، *Schizothorax zarudnyi*

[*]**نویسنده مسئول**

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.2.4.4]

مقدمه

یکی از اقدامات اساسی برای تأمین نیازهای غذایی بویژه پروتئین مورد نیاز انسان، پرورش ماهی است. پرورش آبزیان با سرعت زیادی در نقاط مختلف دنیا رو به توسعه است. تولیدات آبزی پروری حدود ۱۵ درصد در سال رشد داشته است و بنظرمی‌رسد، این روند رو به رشد ادامه داشته باشد (FAO, 2014). همچنین دلیل عمده افزایش تولیدات آبزی‌پروری در سال‌های گذشته شاید مربوط به کاهش قابل ملاحظه‌ای است که در صید دریاها مشاهده می‌شود.

نظر به اینکه امروزه در ایران اهمیت مصرف ماهی شناخته شده و مصرف سرانه آن در حال افزایش است، لذا جهت کاهش قیمت گوشت ماهی و در نتیجه تشویق بیشتر جامعه به مصرف آن، کاهش هزینه‌های تولید ضروری است (نویدپور آقجه مشهد و همکاران، ۱۳۹۴). استفاده از مواد جاذب در جیره غذایی آبزیان جهت افزایش مطلوبیت غذایی به عنوان یک ضرورت انکارناپذیر در کاهش هزینه‌های مربوط به تغذیه مطرح می‌باشد (Hirt-Chabbert *et al*., 2012). همچنین مواد جاذب به عنوان بخش مهمی از جیره طبیعی ماهیان گوشتخوار محسوب می‌شود، ولی در شرایط پرورشی این مواد کمتر در غذاهای مصنوعی وجود دارند که باید با مواد جاذب خارجی تقویت گردند. در گذشته، از مواد جاذب مختلف مانند فین استیم (مخلوط بتائین و اسیدآمینه)، بتائین (تری متیل گلیسین) و انواع اسیدآمینه برای خوش خوراک کردن غذا و افزایش رشد آبزیان استفاده می‌شد (Papatryphon and Soares, 2000). همچنین بسیاری از محققین اعلام کردند، جیره‌هایی که سبب افزایش رشد و بازماندگی می‌شوند، سبب افزایش مقاومت موجود در برابر شرایط استرس‌زای محیطی نیز خواهند شد (Tiril *et al*., 2008). با افزایش مقاومت موجود در برابر شرایط استرس زای محیطی، می‌توان در مدت زمان مشابه، تعداد بیشتری ماهی را در واحد سطح پرورش داد و بدین ترتیب از حداقل فضای موجود در پرورش، حداکثر استفاده را برد و در نتیجه هزینه‌های تولید را کاهش داد (Liu *et al*., 2014). همچنین استفاده از مکمل‌های غذایی که در افزایش رشد و افزایش مقاومت سیستم ایمنی نقش دارند از جمله راهکارهایی می‌باشند که می‌توانند در افزایش سلامت، مقاومت نسبت به استرس و عوامل بیماری‌زا مفید واقع شوند (Akrami *et al*., 2010). بتائین نیز یک ماده محلول در آب بوده و از نظر مولکولی با ثبات است. بتائین یک آمینواسید اشتقاقی غیر سمی است که به طور گسترده در طبیعت توزیع شده است (فتاحی و همکاران، ۱۳۹۴).

اثر بتائین به عنوان جاذب غذایی بر رشد، ضریب تبدیل غذایی، نرخ بازده پروتئین، نرخ رشد ویژه و بقاء ماهی روهو (*Labeo rohita*) مورد بررسی قرار گرفت که نتایج این تحقیق وجود اختلاف معنی‌دار بین نرخ رشد ویژه و نسبت کارایی پروتئین را با تیمار شاهد نشان داد (Shankar *et al*., 2008). در مطالعه‌ای دیگر، با هدف بررسی اثر جاذب غذایی، چند ماده جاذب غذایی از جمله بتائین بر گونه *Oxyeleotris marmoratus* مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بتائین در این گونه می‌تواند به عنوان یک محرک تغذیه‌ای مناسب عمل کند (Lim *et al*., 2016).

ماهی شیزوتراکس (*Schizothorax zarudnyi*) متعلق به خانواده کپور ماهیان و یکی از با ارزش‌ترین گونه‌های اقتصادی بومی آبهای جاری و ساکن، تالاب‌های سه‌گانه هامون و چاه‌نیمه‌های سیستان است (ذبیحی و همکاران، ۱۳۸۲). تنش ناشی از افزایش شوری آبهای منطقه سیستان که حاصل وجود تبخیر بسیار بالای حاکم بر این منطقه می‌باشد، می‌تواند نقش بسزایی بر میزان بقاء ماهی شیزوتراکس ایفاء نماید. خشکسالی‌های پی در پی و ورود گونه‌های غیر بومی مانند کپورماهیان چینی به تالاب هامون سبب شد تا بتدریج از جمعیت این ماهی کاسته شود و هم‌اکنون پراکنش آن محدود به مخازن چاه نیمه‌های سیستان می‌باشد (قرایی و همکاران، ۱۳۹۰).

این تحقیق به منظور بررسی تاثیرات ماده بتائین بر شاخص‌های رشد و خون‌شناسی ماهی شیزوتراکس و

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.2.4.4]

تعیین غلظت مناسب استفاده از مکمل بتائین درجیره غذایی این ماهی انجام شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در آزمایشگاه پژوهشکده تالاب بین‌المللی هامون به مدت ۸ هفته انجام گردید. برای انجام این مطالعه از ۱۲ آکواریوم شیشه‌ای به حجم ۲۰۰ لیتر (حجم آب موجود در آکواریوم ها در طول دوره آزمایش دو سوم ظرفیت آکواریوم بود) استفاده شد. داخل هر آکواریوم یک سنگ هوا برای تأمین اکسیژن قرار داده شد. دوره نوری بر اساس شرایط طبیعی روز انجام شد.

تعداد ۱۲۰ قطعه بچه ماهی شیزوتراکس از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی و بومی شهرستان زهک (وابسته به اداره کل شیلات سیستان) تهیه و با استفاده از کیسه‌های پلاستیکی به سالن پرورش پژوهشکده تالاب بین‌المللی هامون دانشگاه زابل منتقل گردید. به منظور ضد عفونی کردن، بچه ماهیان در مخزن ۳۰۰ لیتری رها سازی شده و بوسیله فرمالین با غلظت ppm ۱۰۰ به مدت یک ساعت ضد عفونی شدند. سپس ماهیان به مدت چهار هفته درون تانک‌های۳۰۰ لیتری ذخیره و در طول این مدت با غذای پایه، دو وعده در روز، تغذیه شدند. پس از پایان دوره سازگاری، ماهیان جهت شروع دوره‌ی آزمایش در قالب چهار تیمار و سه تکرار شامل ۱۰ عدد ماهی با میانگین وزنی ۰/۵± ۷/۵۸ گرم به ازاء هر تکرار به صورت کاملاً تصادفی توزیع شدند. از مایع ظرفشویی و فرمالین برای ضد عفونی و شست و شوی مخازن پرورشی استفاده شد و سپس هر تانک با آب شیر کلرزدایی و شست شو داده شده و به مقدار دو سوم حجم مخزن آبگیری شد.

آب مورد استفاده در طول دوره آزمایش از آب شرب شهری تأمین گردید. طی روز دو بار و هر مرتبه ۵۰ درصد از آب تانک‌ها جهت بهبود کیفیت آب، خارج کردن مدفوع باقیمانده و غذای مصرف نشده تعویض شد. همچنین جهت اندازه‌گیری عوامل فیزیکی و شیمیایی آب تانک‌ها از جمله اکسیژن محلول، pH، دما از دستگاه OAKON ساخت کشور مالزی استفاده گردید. طی دوره آزمایش میانگین دما ۱±۱۶ درجه سانتی‌گراد، میزان اکسیژن محلول ۱±۶ میلی‌گرم در لیتر و میزان pH برابر با ۰/۲±۸/۳ ثبت شد.

برای تهیه جیره آزمایشی از غذای EXG1 شرکت کیمیاگران تغذیه استفاده شد که مشخصات غذا در جدول ۱ ارائه شده است. مکمل بتائین به مقدار ۰/۵، ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم توزین گردید و با غذای مربوط به هر تیمار که ابتدا با آسیاب برقی پودر شده، کاملاً مخلوط شد. محلول تهیه شده به آرامی به غذاهای هر تیمار اضافه شد تا غذا شکلی تقریباً خمیری بخود گرفت. سپس خمیر بدست آمده با چرخ گوشت با چشمه ۴ میلی‌متری چرخ شد و پلت‌های بدست آمده به مدت ۲ روز در فضای بسته و به دور از تابش مستقیم آفتاب خشک شدند. در نهایت، غذاها در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی شده و تا زمان استفاده در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. غذای گروه شاهد بدون افزودن بتائین تهیه گردید اما تمامی مراحل انجام شده بر غذای سایر تیمارها، برای گروه شاهد نیز انجام گرفت.

جدول۱: ترکیبات غذای پایه استفاده شده(درصد)

Table 1: Basal Food Compositions (Percentage)

ترکیبات	مقدار
حداقل پروتئین	۳۸
حداقل چربی	۸
حداقل فیبر	۳
حداکثر رطوبت	۱۰
سایز خوراک (میلی متر)	۰/۳±۴

برای آگاهی از عملکرد جیره‌های غذایی و چگونگی رشد، در ابتدا، میانه و انتهای دوره پژوهش تمامی ماهیان مورد زیست سنجی قرار گرفتند. وزن ماهیان با ترازویی با دقت

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.2.4.4]

۰/۰۱±گرم ثبت شد. به منظور اندازه‌گیری طول ماهیان از خط کش با دقت ۱ میلی‌متر استفاده شد.
در طول مدت آزمایش (هشت هفته)، ماهیان ۲ بار در روز در ساعات ۸ صبح و ۱۳ ظهر تا حد سیری تغذیه شدند. به منظور توزیع یکنواخت غذا، کاهش تلاطم آب و افزایش زمان ماندگاری غذا در آب، در طول مدت غذادهی، هوادهی در مخازن قطع گردید و پس از اتمام غذادهی مجدداً هوادهی انجام گرفت.
برای بررسی رشد ماهیان و مقایسه بین تیمارها، شاخص‌های رشد و بازماندگی با استفاده از رابطه‌های ذیل اندازه‌گیری شد (Tacon *et al*., 2002; Singer *et al*., 2007):

۱۰۰ × (وزن اولیه (گرم) / (وزن اولیه - وزن نهایی)) = درصد افزایش وزن
افزایش وزن (گرم) / غذای خشک خورده شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی
۱۰۰ × تعداد روزهای پرورش/ (Ln وزن اولیه − Ln وزن نهایی) = نرخ رشد ویژه (درصد/روز)
۱۰۰ × طول۳ / وزن نهایی= شاخص وضعیت
۱۰۰ × تعداد ماهی اولیه/ تعداد ماهی نهایی = نرخ بازماندگی

فاکتورهای خونی (گلبول سفید و گلبول قرمز) بوسیله لام هموسیتومتر نئوبار، هموگلوبین بوسیله کیت تجاری شرکت پارس آزمون به روش کلرومتریک با طول موج ۵۴۰ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر، درصد هماتوکریت با سانتریفیوژمیکروهماتوکریت محاسبه شدند (Bayram and Kocaman, 2017).
برای انجام آزمایش مقاومت در برابر شوری، پس از پایان دوره پرورش، غذادهی به ماهیان ۲۴ ساعت قبل از انجام آزمایش استرس قطع گردید و از هر تکرار پنج ماهی انتخاب شدند و در معرض تنش قرار گرفتند. با افزودن نمک طعام به آب آکواریوم‌ها، شوری آنها به ۲۰ گرم در لیتر رسانده شد و به طور همزمان ۵ قطعه ماهی شیزوتوراکس از هر تکرار در آب آکواریوم ها رهاسازی شد. آزمایش دو ساعت بطول انجامید. سپس ماهیان به آب تازه منتقل گردیدند و در نهایت میزان زنده‌مانی تیمارها مورد مقایسه قرار گرفت (Krogdahl *et al*., 2004).
این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی برنامه‌ریزی و اجرا شد. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک مورد بررسی قرار گرفت. از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) جهت مقایسه بین تیمارها استفاده شد و سپس به کمک آزمون Tukey مقایسات چندگانه و در سطح خطای کمتر از ۰/۰۵ صورت گرفت. آزمون‌ها در نرم افزار SPSS ویرایش ۲۲ محاسبه شد. همچنین برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel ۲۰۱۰ استفاده‌گردید.

نتایج

نتایج نشان داد که میانگین وزن در ابتدای دوره در همه تیمارها و گروه شاهد اختلاف معنی داری با هم نداشتند اما میانگین وزن نهایی در گروه‌های تحت تیمار با بتائین (۰/۵، ۱ و ۲ درصد) اختلاف معنی‌داری با شاهد داشتند ($p<0.05$). همچنین افزودن بتائین به جیره غذایی ماهی شیزوتراکس سبب ایجاد اختلاف معنی‌دار در پارامترهای رشد در همه تیمارها نسبت به گروه شاهد شد ($p<0.05$). بیشترین میزان افزایش وزن بدن، درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و شاخص وضعیت در تیمارهای تغذیه شده با ۲ درصد بتائین مشاهده شد، هرچند بین گروه‌های تحت تیمار با بتائین اختلاف معنی‌داری در میزان پارامترهای رشد مشاهده نشد ($p>0.05$). میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۲ درصد و بیشترین میزانFCR در گروه شاهد بود. نرخ بقاء در همه تیمارها یکسان بود و تغییری در طول دوره پرورش نداشت (جدول ۲).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.2.4.4]

جدول۲: نتایج ارزیابی پارامترهای رشد ماهی شیزوتراکس تحت تاثیر سطوح مختلف بتائین (میانگین ± انحراف معیار)

Table 2: Results of growth parameters of *Schizothorax zarudnyi* affected by different levels of Betaine (mean±SD)

شاخص‌های رشد	شاهد	۰/۵ درصد	۱ درصد	۲ درصد
میانگین وزن اولیه (گرم)	۶/۵۴±۰/۱۰	۶/۶۵±۰/۳۸	۶/۴۴±۰/۲۶	۶/۶۸±۰/۴۵
میانگین وزن نهایی (گرم)	۸/۳۷±۰/۲۲^{b}	۱۰/۵۲±۰/۶۶^{a}	۱۰/۸۱±۰/۵۳^{a}	۱۱/۳±۰/۷۷^{a}
افزایش وزن (گرم)	۱/۸۳±۰/۱۸^{b}	۳/۸۷±۰/۳۹^{a}	۴/۳۶±۰/۵۴^{a}	۴/۶۲±۰/۶۵^{a}
درصد افزایش وزن بدن	۲۸/۰۱±۲/۶۷^{b}	۵۸/۱۶±۵/۲۸^{a}	۶۷/۸۸±۹/۵۵^{a}	۶۹/۴۲±۱۱/۳۳^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۳/۳۴±۰/۰۵^{b}	۳/۸۴±۰/۱۲^{a}	۳/۹۱±۰/۱۰^{a}	۳/۹۹±۰/۱۴^{a}
میانگین طول انتهایی (سانتی‌متر)	۱۱/۶۰±۰/۲۶^{b}	۱۳/۹۲±۰/۳۷^{a}	۱۴/۴۳±۰/۳۲^{a}	۱۴/۲۴±۰/۳۹^{a}
شاخص وضعیت	۰/۵۳±۰/۰۳^{a}	۰/۳۸±۰/۰۱^{b}	۰/۳۶±۰/۰۲^{b}	۰/۳۹±۰/۰۱^{b}
ضریب تبدیل غذایی	۳/۸۳±۰/۰۸^{a}	۲/۴۱±۰/۵۱^{b}	۲/۴۲±۰/۴۵^{b}	۲/۱۴±۰/۴۹^{b}
نرخ بقا	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

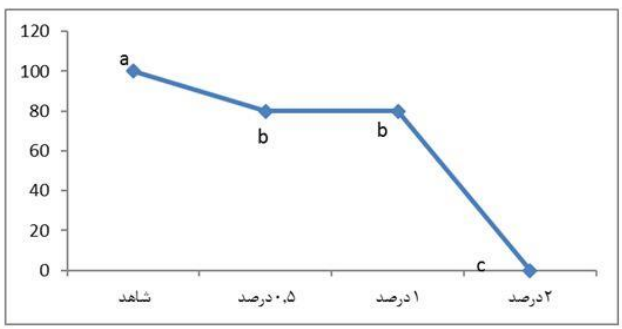
نتایج حاصل از تاثیر سطوح مختلف بتائین بر پارامترهای خون‌شناسی ماهی شیزوتراکس نشان داد که بین تیمارها و گروه شاهد اختلاف معنی‌داری در میزان این پارامترها مشاهده نشد ($p>0.05$). بالاترین میزان هماتوکریت، هموگلوبین، گلبول قرمز و گلبول سفید درتیمار ۲ درصد بتائین مشاهده گردید (جدول ۳).

نتایج بدست آمده از تیمارها و گروه شاهد در مواجهه با تنش شوری (۲۰ گرم بر لیتر) در شکل ۱ نشان داده شد. نتایج نشان داد که در طول مواجهه با شوری بچه ماهیانی که تحت تیمار با بتائین بودند، بالاترین میزان بازماندگی را نشان دادند بطوریکه تلفات در ماهیان گروه شاهد، پس از ۲ ساعت تحت تنش شوری، ۱۰۰ درصد بود در حالیکه در تیمارهای ۰/۵ و ۱ درصد بتائین ۸۰ درصد ماهیان تلف شدند و میزان تلفات در تیمار ۲ درصد بتائین صفر بود.

جدول ۳: نتایج ارزیابی پارامترهای خونشناسی ماهی شیزوتراکس تحت تاثیر سطوح مختلف بتائین (میانگین ± انحراف معیار)

Table 3: Results of hematological parameters of *Schizothorax zarudnyi* affected by different levels of Betaine (mean±SD).

پارامترهای خونشناسی	شاهد	۰/۵ درصد	۱ درصد	۲ درصد
هماتوکریت (درصد)	۳۷/۶۶±۰/۲۸	۳۷/۸۳±۰/۵۷	۳۸/۱۶±۰/۷۶	۳۸/۶۶±۰/۷۶
هموگلوبین (میلی‌گرم)	۸/۴۸±۰/۴۳	۹/۵۶±۰/۲۱	۹/۴۴±۰/۲۶	۱۰/۰۳±۰/۶۰
گلبول قرمز (۱۰^{۶}×میکرولیتر)	۱/۳۴±۰/۰۹	۱/۲۲±۰/۲۹	۱/۴۲±۰/۳۱	۱/۶۵±۰/۲۵
گلبول سفید (۱۰^{۳}×میکرولیتر)	۱۱/۳۷±۰/۲۶	۱۱/۳۶±۰/۲۹	۱۱/۴۵±۰/۲۸	۱۱/۶۰±۰/۳۰



شکل۱: درصد تلفات ماهی شیزوتراکس تحت تاثیر سطوح مختلف بتائین در مواجهه با تنش شوری۲۰ گرم بر لیتر

Figure 1: Mortality percentage of *Schizothorax zarudnyi* affected by different levels of Betaine in exposure to salinity stress (20 g L^{-1})

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.2.4.4]

بحث

استفاده از مواد جاذب در جیره غذایی آبزیان جهت افزایش مطلوبیت غذایی به عنوان یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر در کاهش هزینه‌های مربوط به تغذیه می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های رشد نشان داد که اختلاف معنی‌داری در پارامترهای رشد بین شاهد و تیمارهای حاوی بتائین وجود داشت بطوریکه با افزایش سطح مصرف بتائین در جیره، پارامترهای رشد نیز افزایش یافتند. افزایش وزن بچه فیل ماهیان تغذیه شده با بتائین را احتمالاً به علت تحریک سیستم بویایی فیل ماهی در نتیجه وجود بتائین ذکر نمودند که در تحریک‌پذیری تغذیه موثر بوده و موجب افزایش غذاگیری و افزایش وزن شده است (محسنی، ۱۳۹۶). مشابه با این تحقیق، افزایش بتائین ۰/۵ درصد به جیره فیل ماهیان جوان، موجب ایجاد اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد در عوامل رشد شده است که افزایش عوامل رشد فیل ماهی را به علت خوش خوراک‌تر شدن غذا به علت استفاده از بتائین و متیونین ذکر نمودند (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۴). همچنین محققان گزارش کردند که بالاترین میزان افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و نرخ کارایی پروتئین و همچنین بهترین ضریب تبدیل غذایی در ماهی روهیتو در تیمارهای تغذیه شده با بتائین مشاهده شد (Shankar *et al*., 2008). علاوه بر این، در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بیشترین میزان رشد مربوط به جیره حاوی ۱/۵ درصد بتائین بود. افزایش رشد در گونه‌های تحت تیمار با بتائین احتمالاً ناشی از بهبود مصرف خوراک و دلپذیر بودن طعم و مزه آن می‌باشد که علت آن این است که حس بویایی و چشایی از طریق فعال‌سازی پاسخ‌های مغزی القاء شده، مواد جاذب موجود در جیره را تحت تأثیر قرار می‌دهند .همچنین یکی دیگر از عوامل افزایش رشد در تیمارهای بتائینی می‌تواند افزایش فعالیت آنزیم‌های هضمی باشد (Tiril *et al*., 2008). محققان گزارش کردندکه استفاده مناسب از محرک های تغذیه ای از جمله بتائین در جذابیت غذا درماهی کاراس اثر مثبت دارد و میزان مطلوب بتائین برای این ماهی را ۰/۵٪ ثبت کردند (Xue and Cui, 2001). همچنین دانشمندان گزارش کردند که جایگزینی بتائین به جای کولین در جیره ماهی تیلاپیا نه تنها سبب کاهش رشد نشد بلکه مصرف خوراک را نیز در این ماهی افزایش داد (Kasper *et al*., 2002). بر خلاف نتایج مطالعه حاضر، هیچ تفاوت معنی‌داری در عوامل رشد بچه ماهیان سفید تغذیه شده با سطوح مختلف بتائین مشاهده نشد (جباری و همکاران، ۱۳۹۶).

فاکتورهای خون شناسی، ابزاری ارزشمند جهت بررسی میزان سلامت ماهی می‌باشند و می‌توانند تحت تاثیر تغذیه قرار گیرند (Kumar *et al*., 2005). نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که استفاده از بتائین تاثیر معنی‌داری بر پارامترهای خونی (هماتوکریت، هموگلوبین، گلبول قرمز و گلبول سفید) ماهی شیزوتراکس نداشت اگرچه یک روند افزایشی با افزایش سطح مصرف بتائین در جیره در پارامترهای خونی مشاهده شد اما این اختلاف با گروه شاهد معنی‌دار نبود. احتمالاً سطوح بالاتر مصرف بتائین در جیره دارای عملکرد بهتری بر عوامل خونی این ماهی باشد که اثبات این امر نیازمند انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه می‌باشد. همسو با نتایج حاصله از این گزارش، بابایی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که استفاده از بتائین و سیلی‌مارفین در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تاثیر معنی‌داری بر پارامترهای خونی مورد مطالعه (هماتوکریت، هموگلوبین، گلبول قرمز و گلبول سفید) و اندیس‌های گلبولی (حجم متوسط گلبولی MCV، وزن متوسط هموگلوبین گلبولی MCH و نیز غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول‌های قرمز) نداشتند. بنابراین، بنظر می‌رسد که بتائین تاثیری بر خون‌سازی (تولید گلبول قرمز) نداشت و فاکتورهای خونی وابسته به گلبول قرمز تحت تاثیر بتائین قرار نگرفتند.

نتایج حاصل از بررسی مقاومت بچه ماهیان شیزوتراکس به تنش شوری حاکی از بازماندگی ۱۰۰ درصد بچه ماهیان در تیمار تغذیه شده با ۲درصد بتائین بود در مطالعات تغذیه‌ای ایجاد تنش شوری به منظور ارزیابی و تعیین کیفت بچه ماهیان انجام می‌شود (Le Floc'h and Seve, 2007). مقاومت به تنش شوری به عواملی از جمله میزان

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.2.4.4]

شوری و عوامل محیطی از قبیل دما، سن، گونه، دستکاری، اندازه، مراحل مختلف زیستی و شرایط تغذیه ای بستگی دارد. گونه‌های مختلف، شوری بهینه‌ای برای رشد و تعادل اسمزی دارند که با توجه به میزان تغییرات تنش موجود، عملکرد رشد کاهش می‌یابد. میزان تلفات ماهیان در تیمار شاهد (فاقد بتائین) ۱۰۰ درصد و این میزان در تیمارهای ۰/۵ و ۱ درصد بتائین حدود ۸۰ درصد بوده است. تلفات دسته جمعی در ماهیانی که تحت تنش شوری قرار گرفتند، نشانگر ناتوانی در سازگاری به شرایط محیط است. همچنین بروز تلفات فردی در صورتی که شرایط محیطی یکسان باشد نیز حاکی از ناتوانی فردی در ایجاد سازگاری با شرایط محیطی بوجود آمده است (Imanpoor and Roohi, 2016). نتایج این تحقیق نشان‌دهنده تاثیر مثبت استفاده از بتائین در جیره ماهی شیزوتراکس هنگام مواجهه با تنش شوری می باشد. استفاده از بتائین موجود در چغندر در جیره ماهی تیلاپیا منجر به کاهش مرگ و میر و حفاظت از سلول‌ها در برابر فشار اسمزی و افزایش سازش با آب شور شد (Altun *et al*., 2005). بتائین یکی از مهمترین عوامل موثر در ایجاد مقاومت در شرایط تغییر فشار اسمزی است و یک نقش حفاظتی در برابر سلول‌ها هنگام مواجهه با ایجاد فشارهای اسمزی شدید در ماهیان دارد. همچنین گزارش شده است که در مهره‌داران آب شور افزایش دما و شوری منجر به سنتز میتوکندری بتائینی می‌شود که منجر به افزایش طبیعی بتائین شده و مانع از دست دادن غیرعادی آب از سلول ها می‌شود (Altun *et al*., 2005). استفاده از بتائین در جیره ماهیان دریایی و آب شیرین از جمله ماهی آزاد اقیانوس اطلس، قزل آلای رنگین کمان، ماهی سفید و بعضی از سخت‌پوستان در طول انتقال به آب شور افزایش یافته است. دانشمندان تاکید کردند که تغذیه اسمولت ماهی آزاد با جیره مکمل شده با بتائین به مدت ۸-۵ هفته قبل از انتقال به آب شور سبب افزایش سازگاری و رشد شد. این امر سبب تجمع کافی بتائین عضله شده و منجر به کاهش عواقب ناشی از استرس‌های اسمزی به منظور حفظ تعادل یونی و هومئوستازی می‌شود (Amlund *et al*., 2004).

با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق می‌توان بیان کرد که بتائین به عنوان یک جاذب غذایی با وجود افزایش غذاگیری در بچه ماهیان شیزوتراکس و ایجاد تفاوت معنی‌دار در سایر پارامترهای رشد، تاثیر معنی‌داری بر فاکتورهای خونی این گونه نداشت. اگرچه با افزایش سطح استفاده از بتائین در جیره میزان هماتوکریت، هموگلوبین، گلبول قرمز و گلبول سفید افزایش یافت و بالاترین میزان در تیمار ۲ درصد بتائین مشاهده شد. مقاومت بچه ماهیان شیزوتراکس به تنش شوری نیز نسبت به گروه شاهد در سطح بالاتری قرار داشت.

تشکر و قدردانی

منابع مالی این تحقیق از محل پژوهانه شماره UOZ-GR-9618-67 معاونت پژوهشی دانشگاه زابل تامین گردیده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

بابایی، م.، جواهری، م.، علیشاهی، م. و شمسایی، م.، ۱۳۹۴. اثربتافین و سیلی مارین بر شاخص‌های خونی،سرمی و رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان. دو ماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۳۱(۳): ۵۰۱-۴۸۹.

Doi: 10.22092/ijmapr.2015.101906

جباری، ا.، اکرمی، ر. و چیت ساز، ح.، ۱۳۹۶. اثر بتائین به عنوان جاذب غذا بر عملکرد رشد، بازماندگی، ترکیب شیمیایی بدن و مقاومت به استرس در بچه ماهی سفید (*Rutilus kutum*)، مجله علمی شیلات ایران. ۲۶(۱): ۸۳-۹۲.

Doi: 10.22092/iSFJ.2017.110332

ذبیحی، م.، پورکاظمی، م.، کاظمی، ر. و کمالی، ا.، ۱۳۸۲. تعیین زمان تخم‌ریزی و تغییرات چرخه تولیدمثلی هامون ماهی (*Schizothorax zarudnyi*)

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.2.4.4]

بر مبنای شاخص وزنی گناد، شاخص وزنی کبد و شاخص چاقی. مجله علمی شیلات ایران. ۴: ۵۶-۴۱.

سوداگر، م.، آذری تاکامی، ق.، پانوماریف، س. آ.، محمودزاده،ه. عابدیان کناری، ع. و حسینی، س.ع.، ۱۳۸۴. بررسی اثرات سطوح مختلف بتائین و متیونین به عنوان جاذب بر شاخص های رشد و بازماندگی فیل ماهیان جوان، مجله علمی شیلات ایران، ۱۴(۲): ۵۰-۴۱.

فتاحی، س.، حسینی، س.ع.، سوداگر،م.، مازندرانی، م. و خانی، ف.،۱۳۹۴ . فاکتورهای تغذیه ای، رشد و اثر تنش شوری بر میزان بقا بچه ماهیان کلمه خزر (*Rutilus rutilus caspicus*) تغذیه شده با سطوح متفاوت بتائین و تریپتوفان، *نشریه* علوم و فنون شیلات، ۴(۲): ۶۵-۷۷.

قرایی، ا.، راهداری، ع. و غفاری، م.، ۱۳۹۰. تکثیر مصنوعی ماهی شیزوتراکس (*Schizothorax zarudnyi*) با استفاده از هورمون های سنتتیک. مجله علوم و فنون دریایی، ۱: ۱۲-۱.

محسنی، م.، ۱۳۹۶. کاربرد بتائین در افزایش رشد و بهبود سیستم ایمنی در تغذیه بچه فیل ماهی، فصلنامه علوم آبزی پروری پیشرفته، ۱(۳): ۱۱-۱.

نویدپورآقجه‌مشهد، ف.، میردار هریجانی، ج.، قرایی، ا. و راهداری، ع.، ۱۳۹۴. تأثیرسطوح مختلف پودر تفاله گوجه فرنگی بر فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون و شاخص های رشد در ماهی کپور معمولی *Cyprinus carpio* Linnaeus,. نشریه علمی پژوهشی پژوهشهای ماهی شناسی کاربردی، ۳(۴): ۱۰۱-۱۱۴.

Akrami, R., Ghelichi, A. and Gharaei, A., 2010. The use of prebiotics in aquaculture. *Azadshahr Fisheries*, 4(1): 77-84.

Altun, T., Çelik, F., Genç, A., Karadağ, H. and Özlüer Hunt, A., 2005. Effects of betaine on acclimination of tilapia (*Oreochromis aureus*) to the sea water. The 7th Balkan Conference on Operational Research "BACOR 2005, 2005-05-25, 2005-05-28, Romanya, Türkiye.

Amlund, H. and Berntssen, M.H. G., 2004. Arsenobetaine in Atlantic salmon (*Salmo salar*L.): influence of sea water adaptation. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C,* 138: 507-514. Doi: 10.1016/j.cca.2004.08.010

Bayram, H. and Kocaman, E.M., 2017. Gökkuşağı Alabalığı'na (*Oncorhynchus mykiss*) Uygulanan Formaldehit Banyosunun Bazı Hematolojik Kan Parametreleri Üzerine Etkisi. *Alınteri Zirai Bilimler Dergisi*, 32(1): 47-53. Doi: 10.28955/alinterizbd.300793

FAO, 2014. FAO statistical databases FAOSTAT. http://faostat3.fao.org/ Accessed 8 Jun 2014.

Hirt-Chabbert, J.A., Skalli, A., Young, O.A. and Gisbert, E., 2012. Effects of feeding stimulants on the feed consumption, growth and survival at glass eel and elver stages in the European eel (*Anguilla Anguilla*). *Aquaculture Nutrition*, 18: 152–166. Doi: 10.1111/j.1365-2095.2011.00883.x

Imanpoor, M.R. and Roohi, Z., 2016. Effects of sangrovit-supplemented diet on growth performance, blood biochemical parameters, survival and stress resistance to salinity in the Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fry. *Aquaculture Research*, 2015: 1-7. Doi: 10.1111/are.12737

Kasper, C.S., White, M.R. and Brown, P.B., 2002. Betaine can replace choline in diets for juvenile Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 205: 119-126. Doi: 10.1016/S0044-8486(01)00658-5

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.2.4.4]

Krogdahl, A., Sundby, A. and Olli, J.J., 2004. Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) digest and metabolize nutrients differently. Effect of water salinity and dietary starch level. *Aquaculture*, 229: 335-360. Doi:10.1016/S0044-8486(03)00396-X

Kumar, S., Sahu, N. P., Pal, A.K., Choudhury, D., Yengkokpam, S. and Mukherjee, S.C., 2005. Effect of dietary carbohydrate on haematology, respiratory burst activity and histological changes in (*Labeo rohita*) juveniles. *Fish and Shellfish Immunology*, 19: 331–344. Doi: .org/10.1016/j.fsi.2005.03.001

Le Floc'h, N. and Seve, B., 2007. Biological roles of tryptophan and its metabolism: Potential implications for pig feeding. *Livestock Science*, 112(1-2): 23-32. Doi: org/10.1016/j.livsci.2007.07.002

Lim, L.S., Lai, S.K.J., Yong, A.S.K., Shapawi, R. and Kawamura, G., 2016. Evaluation on the potential of betaine, taurine, nucleotide and nucleoside as feeding stimulant for juvenile marble goby *Oxyeleotris marmoratus* through behavioural assays. *International Aquatic Research*, 8: 161–167. Doi: org/10.1007/s40071-016-0131-4

Liu, W., Wen, H., Wei, Q.W., Zhou, J., Jiang, M., Wu, F., Shi, Y., Yang, C.G. and Tian, J., 2014. Effects of dietary dextrin on growth, feed utilization and body composition of juvenile Chinese sturgeon, *Acipenser sinensis* Gray, 1835. *Applied Ichthyology*, 30: 1609–1612. Doi: 10.1111/jai.12592

Papatryphon E. and Soares J., 2000. The effect of dietary feeding stimulants on growth performance of striped bass, Morone saxatilis, fed-a plant feedstuff-based diet. *Aquaculture*, 185: 329-338. Doi: 10.1016/S0044-8486(99)00348-8

Shankar R., Murthy H.S., 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. *The Israeli Journal of Aquaculture, Bemidgeh*. 60:95-99. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12421 534

Singer, T.D., Raptis, S., Sathiyaa, R., Nichols, J.W., Playle, R.C. and Vijayan, M.M., 2007. Tissue-specific modulation of glucocorticoid receptor expression in response to salinity acclimation in rainbow trout. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part B. 146: 271-278. Doi:10.1016/j.cbpb.2006.11.010

Tacon, A.G.J., Cody, J.J., Conquest, L.D., Divakaran, S., Forster, I.P. and Decamp, O.E. 2002. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific whiteshrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. *Aquaculture Nutrition*, 8: 121–139. Doi: 10.1046/j.1365-2095.2002.00199.x

Tiril S.U., Alagil F., Yagci F.B. and Aral, O., 2008. Effects of betaine supplementation inplant protein based diets on feed intake

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.2.4.4]

juvenile gibel carp (*Carassius auratus* gibelio), fed diets with or without partial replacement of fish meal by meat and bone meal. *Aquaculture*, 198(3-4): 281-292. Doi: 10.1016/S0044-8486 (00)00602-5

Xue, M. and Cui, Y., 2001. Effect of several feeding stimulants on diet preference by and growth performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Israeli Journal Aquaculture -Bamidgeh*, 60(1): 57-64.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.2.4.4]

Effect of dietary betaine supplementation on growth indices, hematology and resistance of *Schizothorax zarudnyi* to salinity stress

Javanmard M.[1]; Mirdar Harijani J.[1*]; Gharaei A.[1,2]; Arshadi A.[1]

*javadmirdar@uoz.ac.ir

1-Department of fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran
2-International Hamoon Wetland Research Institute, University of Zabol, Zabol, Iran

Abstract

The aim of this study was to investigate of betaine effect on growth performance, hematology and resistance of *Schizothorax zarudnyi* to salinity stress. For this purpose, 120 fish (6.58±0.29 g) were fed with levels of 0 (control), 0.5% (treatment 1), 1% (treatment 2) and 2% (treatment 3) 2 times per day for 8 weeks. At the end of the period, the fish were biometric and exposed to 20 g. L^{-1} salinity stress for two hours. Results of this study showed, significant difference in growth parameters (Mean of final weight and length, SGR,CF and FCR) between fish fed betaine supplementation diets and control group ($p<0.05$). In addition, the results of blood factors indicated that betaine had no effect on hematocrit, hemoglobin, red and white blood cells count and no significant difference was observed between treatments and control($p>0.05$). Resistant to salinity stress in *Schizothorax zarudnyi* were fed to betaine, was more than the control group. Based on the results of this study, it seems that betaine supplementation diets can increase the growth and resistance of *Schizothorax zarudnyi*.

Keywords: Betain, *Schizothorax zarudnyi*, Salinity stress, Growth Indices.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.2.4.4]

*Corresponding author