دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"
دوره چهارم، شماره سوم، پاییز ۹۵
http://jair.gonbad.ac.ir

تأثیر استرس شوری بر میزان رشد، پارامترهای بیوشیمیایی و کورتیزول خون ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi* (Nikolskii, 1897

علیرضا افشاری[۱]، ایمان سوری نژاد*[۲]، حسینعلی شیبک[۳]، سمیه عرب‌نژاد[۳]

[۱]دانشجوی دکتری شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
[۲]استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
[۳]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

تاریخ ارسال: ۹۴/۱۲/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۲

چکیده

خشکسالی‌های مداوم و کاهش کیفیت آب چاه‌ها و افزایش شوری آنها، تنگنای آینده پرورش ماهی سفیدک سیستان (*S. zarudnyi*) می‌باشد. این ماهی بومی منطقه سیستان است. اثر استرس شوری با درجه‌های مختلف (۱، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ قسمت در هزار) بر میزان رشد، برخی از پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی (شامل گلوکز، سدیم، پتاسیم، کلسیم و پروتئین کل) و سطح هورمون کورتیزول به منظور دستیابی به شرایط مناسب رشد و پرورش بررسی شد. بدین‌منظور، ۲۲۵ قطعه ماهی با طول کل ۰/۳۸۷±۱۴/۴۹ سانتی‌متر و وزن ۱/۴۱±۲۴/۸۹ گرم طی ۳۰ روز پرورش یافتند. میزان رشد در روزهای اول، پانزدهم و سی ام بررسی شد و میزان هورمون کورتیزول و پارامترهای بیوشیمیایی خون در پایان دوره آزمایش سنجیده شد. با افزایش شوری نسبت به تیمار شاهد (با شوری یک قسمت در هزار)، میزان رشد کاهش یافت به‌طوری‌که در تیمارهای با شوری‌های ۳، ۶ و به‌ویژه ۹ و ۱۲ قسمت در هزار میزان رشد منفی بود ولی در هیچکدام از تیمارها تلفاتی مشاهده نگردید. مقدار هورمون کورتیزول و گلوکز با افزایش میزان شوری در خون ماهیان افزایش یافت. بیشترین و کمترین میزان کورتیزول و گلوکز به‌ترتیب در شوری ۱۲ و تیمار شاهد مشاهده شد. براساس نتایج حاصله، تمامی پارامترهای بیوشیمیایی خون به استثنای مقادیر سدیم و پتاسیم در تیمارهای مختلف به‌طور معنی‌داری با تیمار شاهد متفاوت بود. بنابراین، با توجه به کاهش رشد و افزایش سطوح کورتیزول و گلوکز با افزایش شوری و علائم استرس مشاهده شده در ماهی به نظر می‌رسد آب شیرین بهترین شوری برای پرورش ماهی سفیدک سیستان باشد.

***واژه‌های کلیدی*: *S. zarudnyi*، استرس شوری، کورتیزول، رشد، سیستان.**

*نویسنده مسئول: sourinejad@hormozgan.ac.ir

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

مقدمه

ماهیان، در محیط‌های طبیعی و پرورشی با شرایط مختلفی مواجه می‌شوند که ممکن است منجر به بروز استرس اختلال در شرایط هموستازی آن‌ها شود (Koakoski and Abreu, 2013). انواع مختلف تنش‌ها شامل تنش‌های شیمیایی (مانند آلاینده‌ها، کاهش اکسیژن محلول، اسیدی شدن و شوری)، تنش‌های فیزیولوژیکی (مانند حمل و نقل، صید و دستکاری) و تنش‌های ادراکی (مانند روبرو شدن با صیاد و پاسخ‌های مربوط به ایجاد وحشت) سه سطح پاسخ به استرس را در ماهیان ایجاد می‌کنند (Barton, 2002). سطح اول شامل فعال شدن مراکز مغزی و آزاد شدن حجم زیادی از کاتکول آمین‌ها و کورتیکواستروئیدها می‌باشد، در حالی‌که پاسخ‌های سطح دوم یا ثانویه معمولاً به عنوان اثرات و عمل فوری و چندگانه این هورمون‌ها در خون و سطوح بافتی تعریف می‌گردد و شامل افزایش در عملکرد قلب، جذب اکسیژن و فعال سازی لایه‌های انرژی و همچنین اختلال در تعادل هیدرومینرال می‌باشد. پاسخ‌های سطح سوم در سطح خود جاندار و جمعیت بوده و شامل کاهش رشد و تولید مثل و پاسخ‌های ایمنی و کاهش ظرفیت تحمل محرک‌های تنش‌زای دیگر می‌شود (Bonga, 1997).

افزایش میزان کورتیزول و گلوکز پلاسما به عنوان شاخص استرس در ماهیان استفاده می‌شود (Bonga, 1997; Santos and Pachec, 1996). کورتیزول بر متابولیسم کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها مؤثر بوده و عملکرد آن از طریق تحریک گلیکولیز و گلوکوژنز از پروتئین‌ها و چربی‌ها، غالباً با افزایش قند خون همراه می‌شود. این هورمون در ماهیان دامنه فعالیت گسترده‌ای دارد به‌طوری‌که آبشش، روده و کبد اهداف مهم کورتیزول می‌باشند. این اندام‌ها، تنظیم تعادل هیدرومینرال و متابولیسم انرژی را به عنوان دو عملکرد عمده کورتیزول در ماهیان نشان می‌دهند. دیگر عملکردهای کورتیزول عبارت از کاهش نرخ رشد و توقف عملکردهای تناسلی و ایمنی می‌باشد. به عبارتی اگر حیوانی استرس مزمن شدید را تجربه کند، ممکن است پاسخ استرس، ارزش تطبیق پذیری خود را از دست بدهد و غیر کارا گردد که این امر منجر به جلوگیری از رشد، عدم موفقیت در تولید مثل و کاهش مقاومت به عوامل بیماری‌زا می‌گردد (Bonga, 1997). در حالی‌که کاهش مقادیر فاکتورهای کیفی فیزیکوشیمیایی آب بیشتر از حد تحمل ماهیان باشد، آن‌ها جهت غلبه بر این شرایط استرس مجبور به استفاده از ذخیره انرژی خود خواهند بود. ماهیان در طی دوره استرس، از طریق آزاد سازی گلوکز، مقادیر انرژی مورد نیاز برای کارایی بیشتر مغز، آبشش‌ها و دیگر اندام‌ها را تأمین می‌کنند. این فرآیند تا زمانی ادامه می‌یابد که آن‌ها قادر شوند با موقعیت سخت در شرایط بهتری مقابله کنند و این امر موجب آسیب‌های بیشتر به سیستم فیزیولوژیکی می‌شود (Naserizadeh *et al*., 2013).

مطالعات زیادی در خصوص تأثیر استرس شوری بر میزان کورتیزول و گلوکز خون ماهیان مختلف صورت پذیرفته است. مطالعات انجام شده روی ماهی کپور علفخوار نشان داده است که سطوح

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

کورتیزول و گلوکز این ماهی پس از قرار گرفتن در معرض استرس شوری افزایش می‌یابد (Makvandi *et al*., 2012). در مطالعه دیگری محققین نشان داده‌اند که استرس حاصل از شوک الکتریکی و تعقیب باعث افزایش کورتیزول و گلوکز خون در ماهی تیلاپیای نیل می‌گردد (Barreto and Volpato, 2006). کاهش سطح آب در تانک‌های نگهداری فیل ماهی و در معرض هوا قرار دادن آن نیز نشان داد که استرس حاصل باعث افزایش سطوح کورتیزول و گلوکز در این ماهی می‌شود (Falahatkar and Solati, 2007). مطالعات انجام شده در کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) نیز نشان داده است که استرس شوری سبب تغییر در فاکتورهای خونی این ماهی می‌گردد (Hafez Amini and Oryan, 2002). نوسان فاکتورهای بیوشیمیایی خون نیز به عنوان شاخص‌های بیولوژیک که تحت تأثیر عوامل محیطی نظیر صید، حمل و نقل، تراکم بالا، خواص فیزیکوشیمیایی آب و غیره قرار می‌گیرند، دارای اهمیت به سزایی می‌باشند. شاخص‌های بیوشیمیایی خون در فیزیولوژی ماهی بسیار تأثیر گذار هستند و با شناخت صحیح از وضعیت خونی ماهی می‌توان راندمان حفظ و بازسازی و تکثیر و پرورش را افزایش داد (Imanpoor *et al*., 2011).

ماهی سفیدک سیستان (*S. zarudnyi*) متعلق به خانواده کپور ماهیان و در ایران بومی حوضه سیستان می‌باشد. خشکسالی‌های متوالی در منطقه سیستان علاوه بر تهدید حیات تالاب‌هامون و تخریب زیستگاه این ماهی منجر به تغییر کیفیت منابع آب در عرصه طبیعی و پرورشی و ایجاد استرس‌های با منشاء زیست‌محیطی در این ماهی شده است. در مطالعه حاضر سعی شده است تا اثر استرس شوری بر ماهی سفیدک سیستان با ارزیابی میزان رشد و تعیین فاکتورهای خونی شامل سطوح هورمون کورتیزول، کلوگز، سدیم، پتاسیم، کلسیم و پروتئین کل مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان اقدامات مؤثرتری در راستای حفظ و بازسازی دخایر و تکثیر و پرورش این گونه مهم بومی در شرایط استرس‌زای فعلی منطقه انجام داد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق از شهریور تا مهر ۱۳۹۳ در مرکز تکثیر و به وزن رسانی ماهیان گرمابی و بومی زهک استان سیستان و بلوچستان انجام شد. بدین منظور ماهیان سفیدک سیستان از استخرهای پرورشی، صید و به مخازن فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری منتقل شدند. این مخازن قبل از انتقال ماهیان با استفاده از پرمنگنات پتاسیم شستشو و ضد عفونی شدند. بچه‌ماهیان به منظور سازگار شدن با شرایط پرورشی، به مدت یک ماه در مخازن فایبرگلاس داخل سالن که با آب چاه‌نیمه‌های سیستان (منبع آب مرکز تکثیر) آبگیری شده بودند تحت درجه حرارت آب ۲۲ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد و pH=۷/۵-۸/۳ نگهداری شدند. طی این مدت تغذیه ماهیان با غذای پودری و خمیری شده شرکت بتا به صورت دو بار در روز و به

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

میزان ۳٪ وزن بدن صورت گرفت. به‌منظور تأمین اکسیژن در حد اشباع (۰/۹۰±۹۵/۲۳٪)، هوادهی در تمام مخازن با کمک پمپ هوا انجام می‌شد و تعویض آب مخازن به میزان ۶۰-۷۰ درصد به صورت هفتگی و سیفون‌کشی جهت حذف باقیمانده‌های غذایی و مدفوع به صورت روزانه صورت می‌گرفت.

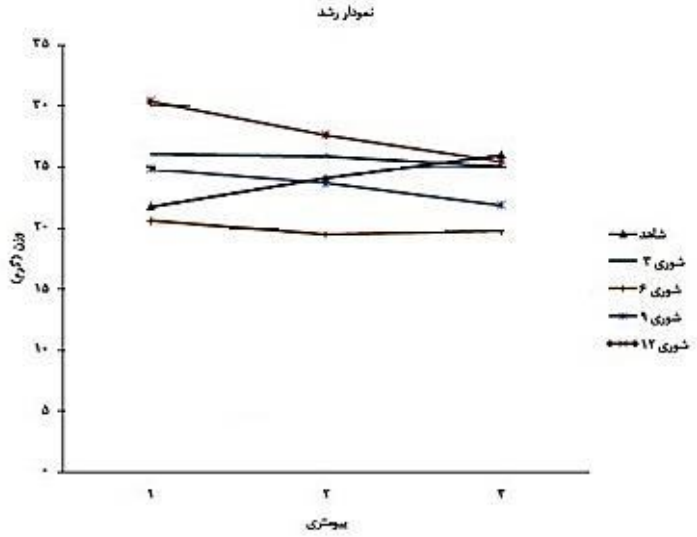
برای تهیه آب شور نیز از آب نمک حاصل از تبخیر آب دریا استفاده شد. بدین منظور روزانه به میزان سه قسمت در هزار شوری افزایش داده شد (Makvandi *et al*., 2012). ماهیان با طول کل ۰/۳۸۷±۱۴/۴۹ سانتی‌متر و وزن ۱/۴۱ ±۲۴/۸۹ گرم در دسته‌های ۱۵ تایی و با سه تکرار به مخازن تیمار آب شور (۳، ۶، ۹ و ۱۲ قسمت در هزار) و مخزن آب شیرین (با شوری یک قسمت در هزار) به عنوان تیمار شاهد انتقال یافته و به‌مدت ۳۰ روز نگهداری شدند. تغذیه ماهیان در طول مدت تحقیق همانند دوره سازگاری انجام شد و تعویض آب نیز به‌صورت هفتگی بود. فاکتورهای کیفی آب مخازن شامل اکسیژن محلول و درجه حرارت به‌صورت روزانه و با استفاده از دستگاه EUTECH- PCD650 اندازه‌گیری شد. میزان رشد نیز طی سه مرحله زیست‌سنجی در روزهای اول، پانزدهم و سی‌ام انجام شد.

پس از پایان دوره پرورش، ماهیان ابتدا با دوز ۱۰۰ ppm پودر گل میخک بیهوش شدند (Makvandi *et* Peyghan *et al*., 2014; *al*., 2010 and 2012). سپس خونگیری از قلب انجام شد و نمونه‌های خون پس از انتقال به ویال‌های سه سی‌سی، به منظور جدا سازی سرم به مدت ۱۰ دقیقه در دور ۳۰۰۰ توسط میکرو سانتریفیوژ (Sigma-14 Germany) سانتریفیوژ شدند. سرم‌ها پس از جداسازی، تا زمان انجام آزمایشات در فریزر در دمای ۲۰- درجه نگهداری شدند. اندازه‌گیری گلوکز سرم خون با روش آنزیماتیک GOD-PAP بر اساس پروتکل توسچر و ریجتریج (Teuscher and Richterich, 1971) سال ۱۹۷۱ انجام شد. بدین منظور با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Vital Scientific- Germany) و کیت گلوکز (پارس آزمون، ایران(Glucose (GOD) میزان گلوکز بر حسب میلی‌گرم در دسی‌لیتر محاسبه شد. هورمون کورتیزول با روش ELISA و با کیت انسانی رادیم ساخت ایتالیا و بر حسب نانوگرم در میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد. در مورد پارامترهای بیوشیمیایی خون، اندازه‌گیری یون‌های سدیم و پتاسیم خون با استفاده از دستگاه فیلم فتومتر Coring Flame Photometer 4110 England و اندازه‌گیری کلسیم و پروتئین کل خون نیز با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Vital Germany -Scientific) انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS-15 و جهت رسم نمودارها از نرم-افراز Excel استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون کولموگورف-اسمیرنف، از تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون دانکن برای مقایسه میانگین متغیرها (میانگین± انحراف معیار) در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده گردید.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

نتایج

نتایج حاصل از زیست‌سنجی ماهیان در روزهای اول (بیومتری ۱)، پانزدهم (بیومتری ۲) و سی‌ام (بیومتری ۳) دوره پرورش، اگرچه معنی‌دار نبود ($p>0/05$) اما نشان داد که به جز در تیمار شاهد در بقیه تیمارها رشد کاهش یافته است (شکل ۱). در طول دوره پرورش در هیچکدام از تیمارها حتی در تیمار با شوری ۱۲ قسمت در هزار تلفاتی مشاهده نشد. علائمی همچون بیقراری و تمایل به بیرون پریدن از مخازن، خونریزی در باله‌ها، سرپوش آبششی و آبشش نیز مشاهده نگردید اما خونریزی در چشم (لکه خون) ماهیان تمامی تیمارها به استثنای تیمار شاهد مشهود بود.



شکل ۱- بررسی روند رشد بچه‌ماهیان سفیدک سیستان (*S. zarudnyi*) در طی دوره آزمایش.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری گلوکز نشان داد که با افزایش شوری میزان گلوکز خون افزایش می‌یابد و بیشترین مقدار در تیمار با شوری ۱۲ قسمت در هزار و به مقدار ۳/۱۱±۱۳۱/۴۲ میلی‌گرم در دسی‌لیتر اندازه‌گیری گردید. کم‌ترین مقدار گلوکز نیز در تیمار شاهد و به میزان ۳/۹۳±۵۳/۲۶ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود (جدول ۱). نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان هورمون کورتیزول نیز نشان داد که با افزایش میزان شوری مقدار این هورمون نیز در خون ماهیان افزایش می‌یابد به‌طوری‌که بیشترین میزان آن در شوری ۱۲ قسمت در هزار و به میزان ۰/۹۵±۶۱/۲۵ نانوگرم در میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد (جدول ۱). همچنین کم‌ترین میزان کورتیزول نیز در تیمار شاهد و به میزان ۱/۳۸±۵۰/۰۱ نانوگرم در میلی‌لیتر به‌دست آمد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

جدول ۱- مقادیر گلوکز و کورتیزول در سرم خون ماهی سفیدک سیستان (*S. zarudnyi*) در تیمارهای تحقیق (انحراف معیار ± میانگین).

تیمار شوری ‰ (قسمت در هزار)	غلظت گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر)	غلظت کورتیزول (نانو گرم در میلی لیتر)
تیمار شاهد	$۵۳/۲۶\pm۳/۹۳^{a}$	$۵۰/۰۱\pm۱/۳۸^{a}$
تیمار ۳	$۸۳/۷۸\pm۲/۳۲^{b}$	$۵۴/۴۱\pm۲/۱۷^{b}$
تیمار ۶	$۹۲/۰۲\pm۴/۳۵^{b}$	$۵۷/۸۹\pm۱/۸۷^{bc}$
تیمار ۹	$۱۱۴/۵۷\pm۷/۸۳^{bc}$	$۵۹/۵۳\pm۱/۴۳^{c}$
تیمار ۱۲	$^{d}۱۳۱/۴۲\pm۳/۱۱$	$^{c}۶۱/۲۵\pm۰/۹۵$

* حروف متفاوت (a, b, c) نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($p< ۰/۰۵$).

پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی سفیدک سیستان دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به تیمار شاهد به جز در مقادیر مربوط به سدیم و پتاسیم بود ($p<۰/۰۵$) (جدول ۲).

جدول ۲- مقادیر سدیم، پتاسیم، کلسیم و پروتئین کل خون ماهی سفیدک سیستان (*S. zarudnyi*) در تیمارهای تحقیق

تیمار شوری ‰ (قسمت در هزار)	سدیم (MEq/L)	پتاسیم (MEq/L)	کلسیم (MEq/L)	پروتئین کل (g/dL)
تیمار شاهد	$^{a}۹۵/۰$	$^{a}۳/۷$	$^{a}۴/۰۳$	$^{a}۱/۵$
تیمار ۳	$^{a}۱۴۶/۲$	$^{a}۵/۷$	$^{ab}۶/۵$	$^{ab}۲/۱$
تیمار ۶	$^{a}۱۴۹/۶$	$^{a}۳/۶$	$^{bc}۹/۶$	$^{b}۳/۳$
تیمار ۹	$^{a}۱۳۵/۶$	$^{a}۳/۲$	$^{bc}۸/۹$	$^{b}۳/۲$
تیمار ۱۲	$^{a}۱۴۸/۶$	$^{a}۳/۰$	$^{c}۱۰/۳$	$^{b}۳/۰۳$

*حروف متفاوت (a, b, c) نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($p<۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان داد که میزان هورمون کورتیزول و گلوکز پلاسما با افزایش شوری افزایش می‌یابد به‌طوری‌که بیشترین میزان آن در تیمار با شوری ۱۲ قسمت در هزار و کم‌ترین میزان در تیمار شاهد مشاهده شد. در واقع افزایش هورمون کورتیزول در پلاسمای خون، به عنوان شاخص عمده در تشخیص استرس ماهی به کار می‌رود. معمولاً سطوح کورتیزول پلاسما چند دقیقه پس از مواجهه با استرس حاد، سریعا افزایش می‌یابد و برگشت به سطوح نرمال نیز یک تا چند ساعت به طول می‌انجامد. در خصوص استرس‌های مزمن نیز سطوح کورتیزول افزایش می‌یابد و ممکن است مدت بیشتری در

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

مقادیر بالا باقی بماند (Bonga, 1997). گلوکز کربوهیدراتی است کـه نقـش مهمـی در ایجـاد انـرژی از طریق تولید ATP دارد. تحت شرایط استرس زا، کاتکول آمین و کورتیزول با تأثیر بر کبد سـبب القـای گلیکولیز و گلوکونئوژنزیز و نتیجتـاً افـزایش گلـوکز پلاسـما مـی‌شـوند (Makvandi *et al*., 2012). در مقایسه با تحقیق حاضر، تأثیر مقادیر مختلف شوری بر هورمون کورتیزول و گلوکز ماهی کپور علفخـوار انگشت‌قد مورد سنجش قرار گرفته است (Makvandi *et al*., 2012). نتایج کار نشان داد که با افـزایش شوری مقدار هورمون کورتیزول و گلوکز افزایش می‌یابد و بیان شد کـه ایـن افـزایش‌هـا نشـان‌دهنـده واکنش فیزیولوژیکی اولیه و ثانویه ماهیان نسـبت بـه شـرایط اسـترس‌زا مـی‌باشـد و افـزایش هورمـون کورتیزول تایید کننده نقش آن به عنوان یک هورمـون سـازگاری بـه آب دریـا اسـت (Bonga, 1997). همچنین دلیل افزایش مقدار گلوکز پلاسما نیز تامین انرژی لازم برای مقابله با استرس بیـان شـد. لازم به ذکر است پاسخ‌های کورتیزولی در خصوص بسیاری از ماهیان و در مورد عواملی همچون آلـودگی بـا مواد آلی، تغییرات سریع درجه حرارت، آب‌های اسیدی، مواجهه با شکارچی، دستکاری و فلزات سـنگین نیز گزارش شده است (Makvandi *et al*., 2012).

مطالعات انجام شده روی فیل‌ماهی (*Huso huso*) قرار گرفته تحـت اسـترس حاصـل از کـاهش آب مخزن نگهداری نیز نشان داد که سطوح کـورتیزول و گلـوکز نسـبت بـه قبـل از قرارگیـری در معـرض استرس افزایش می‌یابد. در این آزمایش پس از نمونه‌گیری از خـون ماهیـان، سـطح آب در تانـک‌هـای مورد آزمایش به نصف کاهش یافت و پس از شش ساعت، دومین نمونه‌گیـری خـون انجـام شـد. نتـایج نشان داد که میانگین غلظت کورتیزول و گلوکز پس از استرس افزایش می‌یابـد امـا افـزایش در میـزان میانگین غلظت گلوکز بیشتر است (Falahatkar and Solati, 2007). مطالعـه انجـام شـده در خصـوص بررسی قابلیت پروبیوتیک پروتکسین در بهبود مقاومت مـاهی صـبیتی (*Sparidentex hasta*) در برابـر استرس دما و شوری نیز نشان داد که افزودن پروبیوتیک پروتکسین در جیره غذایی می‌توانـد بـر میـزان بازماندگی در برابر استرس‌های دما و شوری بالا در بچه ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*) مؤثر باشـد (Khademi *et al*., 2015). تأثیر افزودن ال-کارنیتین به جیره غذایی در میزان مقاومت به استرس‌هـای دما و شوری در ماهی صبیتی نیز نشان داد که افزودن ال کارنتین به جیره غـذایی مـی‌توانـد در میـزان مقاومت در برابر استرس‌های دما و شوری مؤثر باشد (Taheri Kondor *et al*., 2014).

نتایج اندازه‌گیری غلظت سدیم و پتاسیم پلاسمای خون ماهی سفیدک سیستان در بـین تیمارهـای مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p>۰/۰۵$). البته با افـزایش میـزان شـوری میـزان سـدیم نیـز افزایش می‌یابد که با نتایج مطالعه بررسی پاسخ فیزیولوژیکی به افزایش شوری در دو ماهی آب شـیرین *Odontesthes bonariensis* و *Odontesthes hatcheri* از خـانواده Atherinidae همخـوانی دارد (Tsuzuki *et al*., 2000). غلظت سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل کلسیم و پروتئین کل اختلاف

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

معنی‌داری را نشان داد ($p<۰/۰۵$). افزایش پروتئین کل پلاسما با افزایش میزان شوری می‌تواند به علت افزایش نیاز به انرژی ماهی جهت تنظیم اسمزی و کاهش رغبت به غذا در شوری‌های بالا باشد (Martínez-Alvarez *et al*., 2002). این دلایل می‌تواند در خصوص کاهش میزان رشد با افزایش شوری نیز بیان گردد. غلظت کل پروتئین در پلاسما نسبت به محدوده پایه‌ای به‌عنوان یک شاخص بالینی در سنجش میزان سلامتی، استرس و وضعیت بدنی موجودات آبزی به کار برده می‌شود. در مطالعه حاضر مشاهده شد که با افزایش شوری، میزان پروتئین پلاسمای خون افزایش می‌یابد اما در تناقض، قرار دادن ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) به‌مدت ۱۱ روز تحت شوری‌های ۰/۹، ۶ و ۱۲ گرم در لیتر باعث اختلاف معنی‌دار پروتئین خون در بین تیمارها نشد (Imanpoor *et al*., 2011). تحقیق حاضر نشان داد ماهی سفیدک سیستان بر خلاف ماهی کپور علفخوار در شوری ۹ و ۱۲ قسمت در هزار دچار مرگ و میر و تلفات نمی‌شود (Makvandi *et al*., 2010) و از این نظر مشابه نتایج بدست آمده در خصوص ماهی کپور معمولی می‌باشد (Hafez Amini and Oryan, 2002).

در جمع‌بندی، با افزایش میزان شوری، مقدار هورمون کورتیزول و گلوکز در خون ماهی سفیدک سیستان افزایش یافت و بیشترین میزان هورمون کورتیزول و گلوکز در تیمار با شوری ۱۲ قسمت در هزار و کم‌ترین آن در تیمار شاهد با شوری یک قسمت در هزار به دست آمد. پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی سفیدک سیستان شامل کلسیم و پروتئین کل دارای اختلاف معنی‌دار در تیمارهای با استرس شوری نسبت به تیمار شاهد بود ولی مقادیر سدیم و پتاسیم نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار نبود. نتایج حاصل از بررسی میزان رشد نیز نشان داد که با افزایش شوری میزان رشد کاهش می‌یابد ولی در هیچکدام از تیمارها تلفاتی مشاهده نگردید. با توجه به کاهش رشد با افزایش شوری، علائم استرس مشاهده شده در ماهی و افزایش سطوح هورمون کورتیزول و گلوکز با افزایش شوری به نظر می‌رسد بهترین شرایط برای پرورش ماهی سفیدک سیستان استفاده از آب شیرین باشد و پرورش این ماهی در منابع آبی شور و آب حاصل از چاه‌های دارای آب شور به‌علت عدم رشد مناسب توصیه نمی‌گردد.

منابع

Barton B. 2002. Stress in Fishes: A Diversity of Responses with Particular Reference to Changes in Circulating Corticosteroids. Integrative and Comparative Biology, 42: 517-525.

Barreto R.E., Volpato G.L. 2006. Stress responses of the fish Nile tilapia subjected to electroshock and social stressors. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 39: 1605-1612.

Bonga W.S.E. 1997. The stress response in fish. Physiological reviews, 77(3): 591-625.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

Falahatkar B., Solati N.H. 2007. Stress responses in sub-yearling great sturgeon to the air exposure. Caspian Journal Environmental Science, 5(2): 99-103.

Hafez Amini P., Oryan S. 2002. The effect of NaCl on hematocrit and hemoglobin of *Cyprinus carpio* blood. Iranian Scientific Fisheries Journal, 11(3): 13-22.

Imanpoor M., Enayat gholampoor T., Hosseini S.A., Shabanpoor B. 2011. Effect of different levels of salinity on growth indices, survival rate, food consumption and blood parameters in *Rutilus frisii kutum* (kamensky, 1901) fingerlings. Iranian Journal of Biology, 24(4): 539-549. (In Persian).

Khademi F., Sajjadi M.M., Sourinejad I., Taheri Kondor O. 2015. Investigating the potential of protexin probiotic in improving the resistance of Sobaity Seabream Sparidentex hasta to temperature and salinity stresses. Journal of Applied Ichthyological Research, 1(4): 25-38.

Koakoski G., Abreu M. 2013. Cortisol response in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* following acute exposure to a glyphosate-based herbicide. Environmental Sciences, 1(1): 25-32.

Makvandi H., Khodadadi M., Keyvanshokoh S., 2010. Effect of salinity on growth and survival of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fingerlings. Journal of Wetland Ecobiology, 1(4): 51-57.

Makvandi H., Khodadadi M., Keyvanshokoh S., Mohammadi Makvandi Z. 2012. Effect of salinity stress on cortisol hormone and glucose in Grass carp fingerlings (*Ctenopharyngodon idella*). Journal of Aquatic Animals and Fisheries, 2(8): 77-84.

Martínez-Alvarez R.M., Hidalgo M.C., Domezain A., Morales A.E., García-Gallego M., Sanz A. 2002. Physiological changes of sturgeon *Acipenser naccarii* caused by increasing environmental salinity. Journal of Experimental Biology, 205(23): 3699-3706.

Naserizadeh M., Nematollahi M.A., Hosseini S.V. 2013. The relationship between water quality parameters and response to density stress in Pacu fish (*Piaractus brachypomus*). International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 4(6): 1518-1523.

Peyghan R., Khadjeh G., Enayati A. 2014. Effect of water salinity on total protein and electrophoretic pattern of serum proteins of grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. Veterinary Research Forum, 5(3): 225-229.

Santos M.A., Pacheco M. 1996. *Anguilla Anguilla* L. stress biomarkers recovery in clean water and secondary treated pulp mill effluent. Ecotoxicology and Environmental Safety, 35: 96-100.

Taheri Kondor O., Sajjadi M.M., Sourinejad I., Daryaei A., Khademi F., Mirzadeh Gh. 2014. The effect of dietary supplementation of L-carnitine on resistance to temperature and salinity stresses in Sobaity seabream *Sparidentex hasta*. Fisheries (Journal of Iran Natural Resources), 67(4): 597-585. (In Persian).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

Teuscher A., Richterich P. 1971. Enzymatic method of glucose. Schweizerische medizinische Wochenschrift, 101: 345-390.

Tsuzuki M.Y., Aikawa H., Strussmann C.A., Takashima F. 2000. Physiological responses to salinity increases in the freshwater silversides *Odontesthes bonariensis* and *O. hatcheri* (Pisces, Atherinidae). Revista Brasileira de Oceanografia, 48(1): 81-85.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]