



دانشگاه گوارن کوهزن و سمنج میس کت

نشریه بهره برداری و پرورش آبزیان  
جلد اول، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۱  
<http://japu.gau.ac.ir>

## تغییرات شاخص کورتیزول – گلوکز و رشد در پاسخ به تراکم ذخیره در تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*)

علی رضا حسنعلی پور اربوسرا<sup>۱</sup>، سهیل ایگدری<sup>۲</sup>، محمود بهمنی<sup>۳</sup> و هادی پورباقر<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانش آموخته گروه شیلات، دانشگاه تهران، استادیار گروه شیلات، دانشگاه تهران،

<sup>۲</sup> استادیار انیستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۱۷

### چکیده

تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) یکی از گونه های مناسب تاس ماهیان برای اهداف آبی پروری می باشد که برای این منظور به ایران وارد شده است. با توجه به این که سازگاری گونه پرورشی به سیستم های پرورشی رایج به ویژه میزان تراکم آن از ضروریات پژوهش برای پرورش تجاری می باشد بنابراین این پژوهش با هدف بررسی امکان سازگاری این گونه با نرم های تراکمی مورد استفاده برای تاس ماهیان ایران، از طریق سنجش شاخص های فیزیولوژیک استرس (کورتیزول و گلوکز) و رشد (طول و وزن) انجام گرفت. برای این منظور تعداد ۹۰ تاس ماهی سیبری ۲ ساله با میانگین وزن  $342 \pm 30$  گرم و طول  $45/3 \pm 1$  سانتی متر در سه تیمار ۶، ۱۲ و ۱۸ عدد ماهی انتخاب شدند. در طول دوره ۵ ماهه آزمایش به طور ماهانه زیست سنجی و خون گیری به منظور سنجش رشد و سطوح کورتیزول و گلوکز انجام شد. نتیجه های اثرات متقابل معنی داری بین دو عامل تراکم و زمان (دوره پرورش) با شاخص های فیزیولوژیک استرس اندازه گیری شده را نشان نداد ( $P > 0/05$ ). در آنالیز جداگانه هر کدام از عوامل تراکم و دوره پرورش بر این شاخص ها، عکس العمل های معنی دار تنها در مورد زمان مشاهده شد ( $P < 0/05$ ). شاخص های رشد بر خلاف شاخص های فیزیولوژیک استرس، در برابر عوامل تاثیرگذار آزمایش (تراکم و زمان) اثرات معنی داری را نشان دادند ( $P < 0/05$ ). روند رشد مطلوب این گونه طی ۵ ماه دوره پرورش

\*مسئول مکاتبه: [soheil.eagderi@yahoo.com](mailto:soheil.eagderi@yahoo.com)

و نبود تغییر معنی‌دار کورتیزول و گلوکز به‌عنوان شاخص‌های استرس در تراکم‌های مورد آزمایش، امکان‌پذیری سازش این‌گونه به تراکم‌های بالا (تا ۷۲ عدد در مترمکعب) و مقاومت در برابر استرس تراکم را پیشنهاد می‌کند.

**واژه‌های کلیدی:** شاخص‌های فیزیولوژیک استرس، تراکم، تاس‌ماهی سیبری، *Acipenser baerii*

#### مقدمه

آبزی‌پروری موفق، به فراهم نمودن یک محیط پرورشی مناسب برای گونه پرورشی بستگی دارد زیرا که شرایط نامناسب محیطی با ایجاد استرس مزمن سبب کاهش راندمان تولید خواهد شد (رامسای و همکاران، ۲۰۰۶). از جمله عوامل استرس‌زای محیطی در آبزی‌پروری تراکم می‌باشد (الیس و همکاران، ۲۰۰۲). تراکم به‌عنوان یک فاکتور کلیدی در آبزی‌پروری مطرح می‌باشد (رفعت‌نژاد و همکاران، ۲۰۰۸)، چرا که بسیاری از پرورش‌دهندگان به‌منظور افزایش تولید، مایل به افزایش میزان ذخیره‌سازی در یک سیستم متراکم پرورشی هستند (ایکوچی و همکاران، ۲۰۰۳) و این امر می‌تواند سبب بروز استرس حاد در آن‌ها گردد.

تراکم به‌عنوان یک عامل استرس‌زا در بسیاری از گونه‌های ماهیان مانند تیلایپای نیل (*Oreochromis niloticus*) (یوسفی، ۲۰۰۲)، زبرای دانیو (*Danio rerio*) (رامسای و همکاران، ۲۰۰۶)؛ قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (نرت و همکاران، ۲۰۰۶)، تاس‌ماهی پوزه کوتاه (*Acipenser brevirostrum*) (وورتر و همکاران، ۲۰۰۶) و تاس‌ماهی آدریاتیک (*Acipenser naccarii*) (کاتالدی و همکاران، ۱۹۹۸) مورد مطالعه قرار گرفته است. در ضمن، مطالعاتی نیز پیرامون استرس در تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) انجام شده است (بهمنی، ۱۹۹۹؛ بهمنی و همکاران، ۲۰۰۵).

اندازه‌گیری دو شاخص کورتیزول و گلوکز در مطالعات استرس ماهیان به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد (مام‌سن و همکاران، ۱۹۹۹). در این مطالعات کورتیزول به‌عنوان شاخص استاندارد استرس و گلوکز به‌عنوان شاخص پاسخ ثانویه به استرس مطرح می‌باشند (بارسلوس و همکاران، ۲۰۰۶؛ بای‌نوا و همکاران، ۲۰۰۲). بیش‌تر مطالعات انجام گرفته در رابطه با اثر کورتیزول در ماهیان با تکیه بر میزان گلوکز پلاسما بوده است و از جمله این مطالعات می‌توان به بررسی استرس در دو گونه تاس‌ماهی روس و

ازون‌برون طی دوره هچری با استفاده از شاخص کورتیزول و گلوکز به‌منظور مطالعه می‌توان اشاره نمود (مام‌سن و همکاران، ۱۹۹۹؛ بای‌نوآ و همکاران، ۲۰۰۲).

تاس‌ماهی سبیری (*Acipenser baerii*) یک گونه آب شیرین غیرمهاجر است که در بخش‌های میانی و پایین‌دست رودخانه‌ها ساکن می‌باشد. تخم‌ریزی آن‌ها در رودخانه و بر روی بسترهای سنگی-سنگریزه‌ای و یا سنگریزه‌ای-ماسه‌ای انجام می‌گیرد (هالکیک، ۱۹۸۹). در این گونه، نرها در سنین ۱۵-۹ و ماده‌ها ۲۰-۱۶ سالگی به بلوغ جنسی می‌رسند و تخم‌ریزی دوباره در این ماهیان منوط به گذشت یک دوره ۲ تا ۳ ساله در نرها و ۳ تا ۵ ساله در ماده‌ها است (کاتلت و فری‌هاف، ۲۰۰۷؛ هالکیک، ۱۹۸۹). تاس‌ماهی سبیری به‌علت دارا بودن خصوصیات ارزشمندی مانند قابلیت زندگی در آب شیرین، مقاومت نسبت به تغییرات ویژگی‌های محیط‌زیست، سازگاری با دماهای پایین و پذیرش طیف وسیعی از مواد غذایی به‌عنوان گونه مناسب پرورشی موردنظر قرار گرفته است (کاک‌سل و همکاران، ۲۰۰۲؛ هالکیک، ۱۹۸۹). این گونه با هدف توسعه آبی‌پروری و فراهم نمودن بانک ژنی برای تاس‌ماهیان در سال ۱۳۸۵ از کشور مجارستان وارد ایران شد. امکان سازگاری این گونه به سیستم‌های پرورشی رایج در ایران از اولویت‌های مطالعه بر روی این گونه در قالب یک پروژه پژوهشی می‌باشد.

از آن‌جایی‌که مطالعه آثار سوء استرس مزمن بر جنبه‌های رشدی ماهیان در محیط‌های پرورشی از ضروریات پرورش گونه موردنظر قبل از پرورش انبوه آن می‌باشد (بارسلوس و همکاران، ۲۰۰۶) و با توجه به این‌که هیچ‌اطلاعاتی در زمینه اثرات استرس‌زایی تراکم پرورشی در مورد گونه تاس‌ماهی سبیری در دسترس نمی‌باشد. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی امکان سازگاری این گونه با نرم‌های تراکمی مورد استفاده برای تاس‌ماهیان ایران با استفاده از دو شاخص کورتیزول و گلوکز و بررسی میزان رشد در این تراکم‌های پرورشی به اجرا در آمد. تعیین تراکم بهینه این گونه در سیستم‌های پرورشی می‌تواند به درک بهتر و ارایه توصیه‌های مدیریتی به پرورش‌دهندگان از حداکثر میزان ذخیره‌سازی آن‌ها منجر گردد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در انیستیتو پژوهش‌های بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان از تیر تا آبان ۱۳۸۷ به اجرا درآمد. ماهیان مورد مطالعه در شروع پژوهش به‌ترتیب با میانگین وزن و طول  $30 \pm 342$  گرم و  $11 \pm 45/3$  سانتی‌متر به تانک‌های فایبرگلاس مدور ۳۰۰ لیتری (با حجم ۲۵۰ لیتر آب) منتقل گردیدند و دبی آب ورودی نیز به‌طور تقریبی ۱۰ لیتر بر ثانیه بود. روزانه (حدود ۱/۳ حجم کل آب تانک‌ها)

در دو نوبت (صبح و عصر) به وسیله سیستم خروجی مرکزی تعویض می‌شدند. قبل از آغاز دوره سازگاری دو هفته‌ای به شرایط سالن پرورش (بر اساس ترنزادو و همکاران، ۲۰۰۶)، عملیات سورت‌بندی (برای انتخاب ماهیان با طول و وزن به‌طور تقریبی برابر) و نشان‌گذاری (به‌منظور تسریع در عملیات زیست‌سنجی و خون‌گیری) انجام شد. با توجه به فرم‌های مختلف تراکم (تراکم تعداد در واحد سطح و تراکم بیوماس در واحد حجم) در مطالعات بر روی تاس‌ماهیان (*Acipenser naccarii*: کاتالدی و همکاران، ۱۹۹۸)؛ *Acipenser brevirostrum*: (وورتز و همکاران، ۲۰۰۶)، بر اساس پیشنهاد فانوراکلی و همکاران (۲۰۰۷) در استفاده از واحد تعداد ماهی در هر تانک به‌جای واحد کیلوگرم بر مترمکعب، تیمارها به‌صورت ۶، ۱۲ و ۱۸ عدد ماهی (به‌ترتیب ۲۴، ۴۸ و ۷۲ عدد در مترمکعب) در تانک‌های پرورشی با ۳ تکرار انتخاب شدند. دو هفته به‌عنوان دوره سازگاری ماهی با شرایط تانک و محیط آزمایش در نظر گرفته شد. از نظر شرایط دوره نوری، آزمایش در محیط بسته و با استفاده از نور مصنوعی به‌صورت ۱۴L/۱۰D اجرا شد. به‌منظور تامین اکسیژن کافی برای ماهیان، سنگ هوا در تمامی تانک‌ها قرار داده شد. اندازه‌گیری دما و اکسیژن محلول آب به‌صورت روزانه بود. هر گونه تغییر در وضعیت آب مانند گل آلودگی ثبت گردید. ماهیان با یک جیره دست‌ساز به‌میزان ۲-۱ درصد وزن بدن بسته به دمای آب، ۴ مرتبه در روز در ساعات ۷ صبح، ۱۲ ظهر، ۵ عصر و ۱۰ شب تغذیه شدند (پیکرینگ و داستن، ۱۹۸۳).

مرحله اول آزمایش در ماه تیر و مرداد و مرحله دوم در ماه مهر و آبان به اجرا درآمد و در پایان هر ماه عملیات زیست‌سنجی و خون‌گیری انجام شد. ۲، ۴ و ۶ قطعه ماهی نشان‌گذاری شده به‌ترتیب از تراکم‌های پایین، متوسط و بالا براساس طراحی آزمایش، در ماه‌های تیر، مرداد، مهر و آبان خون‌گیری شدند. به‌منظور کاستن اثرات استرس دست‌کاری در زمان خون‌گیری و یکسان‌سازی مدت زمان خون‌گیری در تراکم‌های یاد شده، خون‌گیری در تراکم‌های ۱۲ و ۱۸ توسط دو نفر براساس پیشنهاد فانوراکلی و همکاران (۲۰۰۷) انجام گرفت. در این پژوهش خون‌گیری بدون استفاده از بی‌هوشی انجام گرفت زیرا که برخی پژوهشگران در گزارش‌های خود از بی‌هوشی به‌عنوان یک عامل استرس‌زا یاد کرده و استفاده از روش بی‌هوشی در اندازه‌گیری کورتیزول را مناسب تشخیص نداده‌اند (پاپوت‌سوگلو و همکاران، ۲۰۰۷؛ مارینو و همکاران، ۲۰۰۱؛ بارتون و همکاران، ۱۹۹۸). خون‌گیری بدون استفاده از بی‌هوشی و مطابق پروتکل پیشنهادی ماترنا (۲۰۰۱) و پلنت و همکاران (۲۰۰۳) و در شرایط به‌طور کامل یکسان برای همه نمونه‌ها و با استفاده از سرنگ‌های هپارینه ۲ میلی‌لیتری از بخش ساقه دمی ماهی براساس ترنزادو و همکاران (۲۰۰۳) به‌میزان

۱ میلی‌لیتر انجام شد. نمونه‌های خون بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و پس از عملیات آماده‌سازی، سرم خون توسط دستگاه سانتریفوژ با ۷۰۰۰ (دور در دقیقه) به مدت ۷ دقیقه طبق پروتکل رتلاند و همکاران (۲۰۰۱) استخراج گردیدند و نمونه‌ها با استفاده از پیت پاستور سرم مربوط به میزان ۱۰۰ میکرولیتر به اپندورف‌های شماره‌گذاری شده منتقل و تا زمان اندازه‌گیری کورتیزول و گلوکز، در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سطوح کورتیزول به‌روش ریا (RIA) طبق پروتکل رتلاند و همکاران (۲۰۰۱) و گلوکز به روش آنزیماتیک طبق ویل و همکاران (۲۰۰۱) اندازه‌گیری شد. طول و وزن نمونه‌ها به ترتیب توسط تخته مخصوص زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر و ترازو با دقت ۰/۵ گرم محاسبه گردید. از نرم‌افزار SPSS (ورژن ۱۱/۵) در عملیات تجزیه واریانس دوطرفه و از تست دانکن به‌منظور تعیین اختلاف آماری بین تیمارها استفاده شد.

## نتایج

میانگین تغییرات ماهانه اکسیژن و دما در طول دوره آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به تأثیرپذیری استرس از هر دو عامل تراکم (موضوع مورد پژوهش) و زمان (دوره پرورش)، اثر متقابل این دو عامل مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس اثر متقابل تراکم و زمان بر تغییرات کورتیزول و گلوکز، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ( $P > 0/05$ ) (جدول‌های ۲ و ۳).

آنالیز جداگانه اثرات تراکم و زمان بر کورتیزول و گلوکز، تفاوت معنی‌دار را تنها در مورد زمان نشان داد ( $P < 0/01$ ). میانگین سطح کورتیزول در ماه‌های تیر، مرداد، مهر و آبان به ترتیب  $4/68 \pm 1/8 \text{ ng/ml}$ ،  $23/22 \pm 4/44$ ،  $3/98 \pm 1/66$  و  $11/8 \pm 2/53$  اندازه‌گیری شد (نمودار ۱) که تنها در ماه مرداد افزایش آن معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). میانگین گلوکز نیز طی ماه‌های تیر، مرداد، مهر و آبان به ترتیب  $52 \text{ mg/dl}$   $\pm 3/51$ ،  $30/33 \pm 2/76$ ،  $50/95 \pm 1/80$  و  $50/93 \pm 1/80$  اندازه‌گیری شد (نمودار ۲) که در ماه مرداد کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد ( $P < 0/05$ ). اثر تراکم به‌صورت مجزا بر سطوح کورتیزول و گلوکز در هیچ‌کدام از تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۴).

شاخص‌های رشد (طول و وزن) بر خلاف شاخص‌های فیزیولوژیک استرس، در برابر عوامل تأثیرگذار آزمایش (تراکم و زمان) اثرات معنی‌داری را نشان دادند ( $P < 0/05$ ). روند افزایش طول و وزن در هر سه تیمار در طول دوره آزمایش مشاهده شد که میانگین طول برای ماه‌های تیر، مرداد، مهر و آبان به ترتیب برای تراکم پایین  $51/69 \pm 1/69$ ،  $50/67 \pm 1/69$ ،  $55/50 \pm 0/25$  و  $60/78 \pm 0/86$  و  $64/22 \pm 0/61$  و  $58/33 \pm 0/69$  و  $56/56 \pm 0/44$ ،  $52/29 \pm 0/25$ ،  $51/40 \pm 1/37$  سانتی‌متر، تراکم متوسط  $58/33 \pm 0/69$  و  $56/56 \pm 0/44$  و  $51/40 \pm 1/37$  سانتی‌متر، تراکم

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان (۱)، شماره (۴) زمستان ۱۳۹۱

بالا  $۵۷/۴۶ \pm ۱/۵۴$  و  $۵۴/۷۹ \pm ۰/۶۲$ ،  $۵۲/۳۴ \pm ۰/۷۷$ ،  $۴۸/۲۵ \pm ۱/۳۵$ ،  $۴۶۰/۵۰ \pm ۴۰$ ،  $۵۱۸/۵۰ \pm ۴۳$ ،  $۸۱۰/۲۸ \pm ۶۰$  و  $۱۰۳۴/۷۸ \pm ۳۵$  گرم، تراکم متوسط  $۴۷۰/۸۷ \pm ۴۰$ ،  $۴۸۴/۵۰ \pm ۳۷$ ،  $۶۹۰ \pm ۲۳$  و  $۷۸۲/۵۶ \pm ۴۲$  گرم، تراکم بالا  $۴۱۳/۱۰ \pm ۳۳$ ،  $۴۷۹/۷۲ \pm ۱۲$  و  $۶۵۲/۹۲ \pm ۳۴$  به دست آمد (نمودارهای ۳ و ۴).

جدول ۱- میانگین تغییرات ماهانه اکسیژن و دما در طول دوره آزمایش

شخص	تیر	مرداد	مهر	آبان
اکسیژن (میلی‌گرم بر لیتر)	$۵/۹۹ \pm ۰/۰۵^b$	$۶/۰۷ \pm ۰/۰۴^b$	$۶/۸ \pm ۰/۱۲^a$	$۶/۶۷ \pm ۰/۱۲^a$
دما (درجه سانتی‌گراد)	$۲۴/۴۲ \pm ۰/۱۱^b$	$۲۶/۶۳ \pm ۰/۲۶^a$	$۲۰ \pm ۰/۲۵^c$	$۱۷/۵۷ \pm ۰/۳۶^d$

حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد. داده‌ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف خطا بیان شده است.

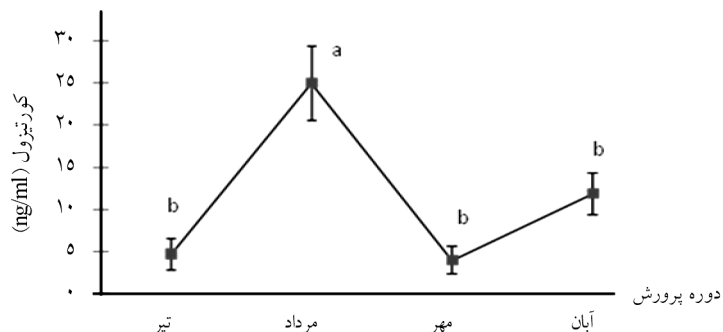
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تراکم و زمان بر کورتیزول

اثرات	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	F	P
تراکم	۲	۱۰۱	۵۰	۰/۶۹	$۰/۵۱^{ns}$
زمان (دوره پرورش)	۳	۱۷۰۷	۵۶۹	۷/۷۵	$۰/۰۰۱$
تراکم $\times$ زمان	۶	۱۲۸	۲۱	۰/۲۹	$۰/۹۳^{*ns}$
خطای آزمایش	۱۹	۱۳۹۵		۷۳	

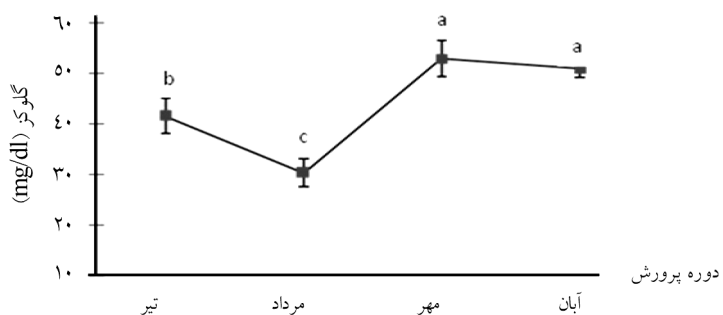
$^{*ns}$ : غیر معنی‌دار

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثرات تراکم و زمان بر گلوکز

اثرات	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	F	P
تراکم	۲	۳۲۰	۱۶۰	۲/۸۸	$۰/۰۸^{ns}$
زمان (دوره پرورش)	۳	۲۲۵۹	۷۵۳	۱۳/۸۸	$۰/۰۰۰۱$
تراکم $\times$ زمان	۶	۴۲۶	۷۱		$۰/۳^{ns}$
خطای آزمایش	۱۹	۱۰۴۵		۵۵	



نمودار ۱- تغییرات کورتیزول در تاس‌ماهیان سیبری در طول دوره آزمایش (علامت‌های مشابه در نمودار نشان‌دهنده تغییرات یکسان از نظر آماری است. به‌عنوان مثال تغییرات کورتیزول در ماه‌های تیر، مهر و آبان از نظر آماری یکسان است که با علامت b نشان داده شده است. مقادیری که با حرف a نشان داده شده از نظر مقدار بیش‌تر از b و آن نیز بیش‌تر از c است).

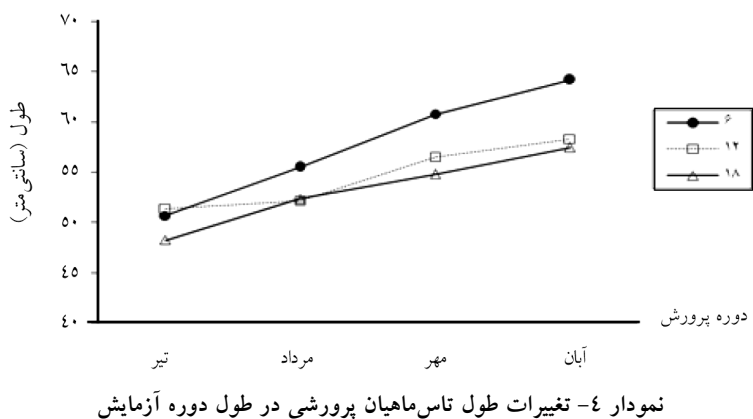


نمودار ۲- تغییرات گلوکز در تاس‌ماهیان سیبری در طول دوره آزمایش (علامت‌های مشابه در نمودار نشان‌دهنده تغییرات یکسان از نظر آماری است. به‌عنوان مثال تغییرات کورتیزول در ماه‌های تیر، مهر و آبان از نظر آماری یکسان است که با علامت b نشان داده شده است. مقادیری که با حرف a نشان داده شده از نظر مقدار بیش‌تر از b و آن نیز بیش‌تر از c است).

جدول ۴- تغییرات کورتیزول و گلوکز در پاسخ به تراکم‌های مورد آزمایش

شاخص استرس	تراکم پایین	تراکم متوسط	تراکم بالا
کورتیزول (ng/ml)	۷/۷۶±۲/۸۱	۱۲/۹۴±۳/۱	۱۰/۷۶±۲/۵۳
گلوکز (mg/dl)	۴۰/۵۲±۳/۵۲	۴۶/۷±۲/۷۶	۴۶/۴۲±۳/۵۱

داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف خطا بیان شده است.



### بحث

در این پژوهش با افزایش تراکم تاس ماهی سیبری، سطوح کورتیزول در طول دوره پرورش تغییرات معنی‌داری را نشان نداد. این برخلاف نتیجه تاثیر تراکم بر تغییرات کورتیزول در تاس ماهی پوزه کوتاه *Acipenser brevirostrum* (وورتز و همکاران، ۲۰۰۶) و مشابه نتایج به دست آمده در مورد تاس ماهی آدریاتیک *Acipenser naccarii* (کاتالدی و همکاران، ۲۰۰۶) بود. دلیل اول تفاوت نتایج این مطالعه با نتایج وورتز و همکاران (۲۰۰۶) می‌تواند تاثیرگذاری زمان قرارگیری در معرض استرس باشد. مامسن و همکاران (۱۹۹۹) بیان داشتند که باید بین تیمارهای کوتاه‌مدت و درازمدت تمایز قائل شد. از این رو با توجه به کوتاه بودن دوره در معرض قرارگیری استرس در مطالعه وورتز و



همکاران (۲۰۰۶) و دوره طولانی پرورش در این پژوهش (۵ ماه) به‌نظر می‌رسد در شرایط استرس مزمن ماهی با استرس سازگار شده و سطح کورتیزول پلاسما در یک محدوده نرمال باقی‌مانده است. گالاک و همکاران (۲۰۰۵) با طرح نظریه سازگاری با استرس به‌دلیل عدم حساسیت تاس‌ماهی آدریاتیک، بیان می‌دارند که این ماهیان به استرس‌های دوره‌ای پس از گذشت مدت زمان طولانی عادت می‌کنند.

دلیل دوم می‌تواند حساسیت کم تاس‌ماهی سیبری به استرس باشد. تاثیر زمینه‌های ژنتیکی ماهیان در نوع و شدت پاسخ به یک عامل استرس‌زای خاص در مطالعه بارتون (۲۰۰۲) مورد توجه قرار گرفته است و در این بررسی، بر خلاف این‌که سه گونه استورژن پالید (*Scaphirhynchus albus*)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در معرض یک عامل استرس‌زای مشابه بودند (۳۰ ثانیه در معرض هوا بودن) ولی سطوح کورتیزول آن‌ها به‌ترتیب افزایش ۱، ۱۰ و ۲۵ برابری را نشان دادند. در گونه‌های دیگر مانند تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) (یوسف، ۲۰۰۲)، زبرای دانیو (*Danio rerio*) (رامسای و همکاران، ۲۰۰۶) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (نرث و همکاران، ۲۰۰۶)، افزایش معنی‌دار سطوح کورتیزول در پاسخ به تراکم طولانی مدت گزارش شده است که این می‌تواند به‌دلیل حساسیت کم‌تر تاس‌ماهیان به استرس نسبت به ماهیان استخوانی باشد (بارتون، ۲۰۰۲).

دلیل بعدی می‌تواند به شرایط آزمایش ارتباط داشته باشد. پیکرینگ و پوتین‌گر (۱۹۸۷) بیان نمودند که در بحث استرس تراکم بیش‌تر از این‌که میزان تراکم مطرح باشد، کیفیت آب مخازن نگهداری ماهی که با بالا رفتن تراکم سبب بحرانی شدن شرایط زیست می‌گردد، می‌تواند سبب استرس شود. مدیریت صحیح سیستم‌های پرورش ماهیان همراه با دبی و هوادهی مناسب در سطح تمام تیمارها، همان‌طور که در این پژوهش به اجرا درآمد، در کاهش قابل ملاحظه و حتی حذف آثار احتمالی استرس تراکم به‌دلیل کیفیت آب متمرکز بوده است. نتایج مطالعات نرث و همکاران (۲۰۰۶) و پیکرینگ و پوتین‌گر (۱۹۸۷) نیز کاهش اثرات استرس‌زایی تراکم و در نتیجه سطوح کورتیزول را در یک سیستم جریان‌دار با تعویض مناسب آب تأیید نموده است.

علاوه‌بر دلایل بالا، در سیستم‌های پرورشی تاس‌ماهیان افزایش دما و در نتیجه کمبود اکسیژن می‌تواند سبب افزایش سطح معنی‌دار کورتیزول شود (کاتالدی و همکاران، ۱۹۹۸؛ ماکسیم و همکاران، ۲۰۰۶). از این‌رو بر خلاف هوادهی و جریان مناسب آب در تمامی تیمارها، افزایش معنی‌دار کورتیزول در ماه

مرداد (نمودار ۱) احتمالاً به دلیل افزایش دمای آب و در نتیجه کاهش میزان اکسیژن محلول در آب به دلیل اثرات سینرژیک آن در پایداری وضعیت استرس باشد.

پاسخ گلوکز به اثرات متقابل و جداگانه تراکم و زمان، مشابه با کورتیزول بود، به این معنی که تفاوت معنی‌داری در اثرات متقابل تراکم و زمان بر گلوکز مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ) و نتایج معنی‌داری اثر زمان که روند تغییر آن در طول دوره برعکس تغییرات کورتیزول است را نشان داد. در ماه مرداد که حداکثر میزان کورتیزول ( $23/22 \pm 4/4 \text{ ng/ml}$ ) به ثبت رسید، میزان گلوکز ( $30/33 \text{ mg/dl}$ ) در حداقل مقدار بود. در این زمان رابطه معکوس بین کورتیزول و گلوکز از هم‌بستگی ضعیفی برخوردار بود ( $r = -0.31$ ). روال منطقی گزارش شده در مورد بیش‌تر ماهیان به این نحو است که تیمار کورتیزول از طریق افزایش فرآیند گلیکونوژنز سبب افزایش سطوح گلوکز پلاسما می‌شود تا نیاز به انرژی را جهت تأمین سوخت فرآیندهای سلولی در زمان استرس تأمین کند (مام‌سن و همکاران، ۱۹۹۹). خلاف این روال نیز در دیگر ماهیان گزارش شده است، به این معنی که گلوکز پلاسما بدون تغییر بوده (فزل‌آلای رنگین‌کمان: اندرسون و همکاران، ۱۹۹۱ و پارو پوزه ماهیان جوان: بای‌نوا و همکاران، ۲۰۰۲) و یا حتی کاهش یافته است (مام‌سن و همکاران، ۱۹۹۹). در این پژوهش نیز با افزایش سطح کورتیزول سطوح گلوکز پلاسما کاهش نشان داد. مارتینز-آلوارز و همکاران (۲۰۰۲) دلیل نبود تغییرات معنی‌دار گلوکز در تاس‌ماهیان آدریاتیک را بر خلاف افزایش کورتیزول هم‌زمانی با افزایش شوری محیط و مصرف گلوکز تولیدی در فرآیند گلیکونوژنز برای تنظیم مکانیسم‌های اسمزی نسبت دادند که در آن افزایش گلوکز ناشی از تحریک کورتیزول را می‌پوشاند.

در مردادماه شرایط دمایی حداکثر (میانگین ماهانه ۲۶ درجه سانتی‌گراد، جدول ۱) و شرایط اکسیژنی حداقل (جدول ۱) ثبت شده در این پژوهش برای تاس‌ماهیان سیبری پرورشی بالاتر از شرایط اپتیمم می‌باشد (هالکیک، ۱۹۸۹). این وضعیت احتمالاً استرس‌زا بوده و سبب افزایش فرآیند انرژی‌خواهی و در نتیجه باعث مصرف بیش از حد معمول گلوکز شده و افزایش گلوکز ناشی از تحریک کورتیزول را کاهش داده است. با بهینه شدن شرایط دمایی در مهرماه و کاهش قابل توجه سطح کورتیزول (از  $23/22 \text{ ng/ml}$  مردادماه به  $3/98 \text{ ng/ml}$  مهرماه) که هم‌زمان با افزایش معنی‌دار گلوکز (از  $30/33 \text{ mg/dl}$  مردادماه به  $52/95 \text{ mg/dl}$  مهرماه) همراه می‌باشد، درک این رخداد را ملموس‌تر می‌کند. ماکسیم و همکاران (۱۹۹۵) با قرار دادن تاس‌ماهیان سیبری در معرض کمبود اکسیژن به مدت ۳۰

دقیقه، افزایش گلوکز را گزارش کرده و بیان داشتند که مدت زمان قرارگیری در معرض استرس، در روند تغییرات گلوکز نقش مهمی دارد. بنابراین پاسخ اولیه گلوکز به استرس به صورت افزایشی و با طولانی تر شدن قرارگیری ماهی در وضعیت استرس‌زا به دلیل تأمین نیاز به انرژی برای فرآیندهای سلولی، مصرف گلوکز بر تولید آن غلبه می‌کند و میزان آن کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد (مامسن و همکاران، ۱۹۹۹).

در این پژوهش اثر متقابل تراکم و زمان بر شاخص‌های رشدی بر خلاف شاخص‌های فیزیولوژیک استرس معنی‌دار بود و به عبارت دیگر رشد در تاس ماهیان سیبری پرورشی متأثر از هر دو عامل تراکم و زمان بوده است. بنابراین میانگین افزایش وزن روزانه تاس ماهیان طی مهرماه تا آبان‌ماه بر خلاف شرایط دمایی یکسان در تراکم ۶ و ۱۲ و ۱۸ به ترتیب ۷/۵ و ۳ و ۲/۲ گرم بود و افزایش تراکم، کاهش معنی‌دار وزن را نشان داده است ( $P < 0/05$ ). در مورد اثر زمان و شرایط محیطی نیز می‌توان به تفاوت رشدی ماهیان با تراکم یکسان در دو فاز آزمایش (تیرماه تا مردادماه در مقایسه با مهرماه تا آبان‌ماه) اشاره کرد. به عنوان مثال افزایش وزن روزانه تاس ماهیان تیمار ۶ عدد ماهی در هر تانک پرورشی در فاصله تیرماه تا مردادماه ۲ گرم در حالی که طی مهرماه تا آبان‌ماه ۷/۵ گرم و این رقم در تیمار ۱۸ برای هر دو مرحله ۲/۲ گرم بود. کاکسل و همکاران (۲۰۰۰) در مطالعه بر روی تاس ماهیان سیبری با میانگین وزن ۲۲۵ گرم، افزایش وزن ۲/۴ گرم در هر روز را ثبت کرده‌اند که مشابه با نتایج به دست آمده در تیمار ۱۲ و ۱۸ و کم‌تر از مقدار به دست آمده در تراکم ۶ می‌باشد. روبن (۲۰۰۵) بیان می‌دارد که دو عامل تغذیه و دمای پرورشی اثرات تعیین‌کننده در رشد تاس ماهی سیبری دارد و به نظر می‌رسد که تفاوت معنی‌دار اختلاف وزنی تاس ماهیان مورد مطالعه در مرحله دوم آزمایش (مهرماه تا آبان‌ماه) نسبت به فاز اول (تیرماه تا مردادماه) در تمامی تیمارها به خصوص تراکم پایین، ناشی از شرایط دمایی ایتیم در این فاصله زمانی بوده است زیرا که براساس گزارش هالکیک (۱۹۹۸) این ماهی با شرایط دمایی پایین (۲۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد) سازگارتر است. در این پژوهش نیز میانگین ماهانه دمای مهرماه تا آبان‌ماه ۲۰-۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است (جدول ۱). از این رو افزایش میانگین طول و وزن ماهیان در تمام طول دوره بیانگر مطلوبیت شرایط پرورشی با تراکم مورد مطالعه را نشان داد که بیان‌گر سازگاری این گونه وارداتی به شرایط جدید یا به عبارت دیگر نرم‌های پرورشی تاس ماهیان ایران است.

در نهایت با توجه به نبود تغییر معنی‌دار کورتیزول و گلوکز به‌عنوان شاخص‌های استرس، تراکم ذخیره در شرایط این آزمایش نمی‌تواند به‌عنوان یک عامل استرس‌زا در تاس‌ماهی سیبری مطرح باشد و نتایج این پژوهش می‌تواند پیشنهاد کند که این گونه می‌تواند به شرایط تراکم بالا سازگار شده و رشد مناسبی را داشته باشند.

#### منابع

1. Anderson, D.E., Reid, S.D., Moon, T.W. and Perry, S.F. 1991. Metabolic effects associated with chronically elevated cortisol in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 48: 1811-1817.
2. Bahmani, M. 1999. Survey on ecophysiological stress via HPI and HPG axis of immune system and reproductive process in Iranian sturgeon (*Acipenser persicus*). Phd dissertation, 277p. (In Persian)
3. Bahmani, M., Kazemi, R., Pourdehghani, M., Halajian, A., Mohseni, M., Dezhendian, S., Vahabi, I., Malekzadeh, R. and Mohammadi Porshkouhi, H. 2005. Modern biotechnic in artificial propagation of stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*) in Iran. Iranian Journal of Fisheries 14: 4. 31-48. (In Persian)
4. Barcellos, L.J.G., Kreutz, L.C. and Quevedo, R.M. 2006. Previous chronic stress does not alter the cortisol response to an additional acute stressor in jundia (*Rhamdia quelen*) fingerlings. Aquaculture 253: 317-321.
5. Barton, B.A. 2002. Stress in fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. Integrative and Comparative Biology 42: 517-525.
6. Barton, B.A., Rahn, A.B., Feist, G., Bollig, H. and Schreck, C.B. 1998. Physiological stress responses of the freshwater chondrosteian paddlefish (*Polyodon spathula*) to acute physical disturbances. Comparative Biochemistry Physiology, Part A 120: 355-363.
7. Bayunova, L., Barannikova, I. and Semenkova, T. 2002. Sturgeon stress reaction in aquaculture. Applied Ichthyology 18: 397-404.
8. Bolasina, S., Tagawa, M., Yamashita, Y. and Tanaka, M. 2006. Effect of stocking density on growth, digestive enzyme activity and cortisol level in larvae and juveniles of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) Aquaculture 259: 432-443.
9. Cataldi, E., Di Marco, P., Mandich, A. and Cataudella, S. 1998. Serum parameters of Adriatic sturgeon (*Acipenser naccarii*): effects of temperature and stress. Biochemistry Physiology, Part A 121: 351-354.
10. Ellis, T., North, B., Scott, A.P., Bromage, N.R., Porter, M. and Gadd, D. 2002. The relationships between stoking density and welfare in farmed rainbow trout. Journal of Fish Biology 61: 493-531.

11. Fanouraki, E., Divanach, P. and Pavlidis, M. 2007. Baseline values for acute and chronic stress indicators in sexually immature red porgy (*Pagrus pagrus*). *Aquaculture* 265: 294-304.
12. Gollock, J., R.kennedy, C. and Brown, J.A. 2005. Physiological responses to acute temperature increase in European eels, *Anguilla anguilla*, infected with *Anguillicola crassus*. *Diseases of Aquatic Organisms* 64: 223-228.
13. Holcik, J. 1989. The freshwater fishes of Europe. Aulaverlag Wiesbaden 1: 2. 227-262.
14. Iguchi, K., Ogawa, K., Nagae, M. and Ito, F. 2003. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). *Aquaculture* 220: 515-523.
15. Koksai, G., Rad, F. and Kindir, M. 2000. Growth performance and feed conversion efficiency of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) juvenile reared in concrete raceways. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 24: 435-442.
16. Kottelat, M. and Freyhof, J. 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat. Cornol, Switzerland, 646p.
17. Marino, G., Di Marco, P., Mandich, A., Finoia, M.G. and Cataudella, S. 2001. Changes in serum cortisol, metabolites, osmotic pressure and electrolytes in response to different blood sampling procedures in cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Applied Ichthyology* 17: 115-120.
18. Martinez-Alvarez, R.M., Hidalgo, M.C., Domezain, A., Morales, A.E., Garcia-Gallego, M. and Sanz, A. 2002. Physiological changes of sturgeon *Acipenser naccarii* caused by increasing environmental salinity. *Journal of Experimental Biology* 205: 3699-3706.
19. Materna, E. 2001. Temperature interaction. U.S., Fish and Wildlife Service. EPA, Issue Paper 4. U.S. Environmental Protection Agency, Seattle, Washington. 33p.
20. Maxime, V., Nonnotte, G., Peyraud, C., Williot, P. and Truchot, J.P. 1995. Circulatory and respiratory effects of an hypoxic stress in the Siberian sturgeon. *Respiration Physiology* 100, 203-212.
21. Mommsen, T.P., Vijayan, M.M. and Moon, T.W. 1999. Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation Review in *Fish Biology* 9: 211-268.
22. North, B.P., Turnbull, J.F., Ellis, T., Porter, M.J., Migaud, H., Bron, J. and Bromage, N.R. 2006. The impact of stocking density on the welfare rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 255: 466-479.
23. Papoutsoglou, S.E., Karakatsouli, N., Louizos, E., Chadi, S., Kalogiannis, D., Dalla, C., Polissidis, A. and Papadopoulou-Daifoti, Z. 2007. Effect of Mozart's music (Romanze-Andante of "Eine Kleine Nacht Musik", sol major, K525) stimulus on common carp (*Cyprinus carpio*) physiology under different light conditions. *Aquaculture Engineering* 36: 61-72.

24. Pickering, A.D. and Duston, J. 1983. Administration of cortisol to brown trout, *Salmo trutta* L., and its effects on the susceptibility to *Saprolegnia* infection and furunculosis. *Journal of Fish Biology* 23:163-175.
25. Pickering, A.D. and Pottinger, T.G. 1987. Crowding causes prolonged leucopenia in salmonid fish, despite interregional acclimation. *Journal of Fish Biology* 30: 701-712.
26. Plante, S., Audet, C., Lambert, Y. and Deianone, J. 2003. Comparison of stress responses in wild and captive winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus walbaum*) brood stock. *Aquaculture Research* 34: 803-812.
27. Rafatnezhad, S., Falahatkar B. and Gilani, M.H.T. 2008. Effects of stocking density on haematological parameters, growth and fin erosion of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles. *Aquaculture Research* 39: 1506-1513.
28. Ramsay, J.M., Feist, G.W., Varga, Z.M., Westerfield, M., Kent, M.L. and Schreck, C.B. 2006. Whole-body cortisol is an indicator of crowding stress in adult zebrafish, (*Danio rerio*). *Aquaculture* 258: 565-574.
29. Rotllant, J., Balm, P.H.M., Pe´rez-Sa´nchez, J., Wendelaar-Bonga, S.E. and Tort, L. 2001. Pituitary and interregional function in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) after handling and confinement stress. *General and Comparative Endocrinology* 121: 333-342.
30. Ruban, G. 2005. The Siberian sturgeon *Acipenser baerii* Brandt. (species structure and ecology). Moscow. GEOS publisher. 235p.
31. Trenzado, C.E., Carrick, T.R. and Pottinger, T.G. 2003. Divergence of endocrine and metabolic responses to stress in two rainbow trout lines selected for differing cortisol responsiveness to stress. *General and Comparative Endocrinology* 133: 332-340.
32. Weil, L.S., Barry, T.P. and Malison, J.A. 2001. Fast growth in rainbow trout is correlated with a rapid decrease in post-stress cortisol concentrations. *Aquaculture* 193: 373-380.
33. Wuertz, S., Lutz, I., Gessner, J., Loeschau, P., Hogans, B., Kirschbaum, F. and Kloas, W. 2006. The influence of rearing density as environmental stressor on cortisol response of shortnose sturgeon (*Acipenser brevirostrum*). *Journal of Applied Ichthyology* 22: 269-273.
34. Yousif, O.M. 2002. The effects of stocking density, water exchange rate, feeding frequency and grading on size hierarchy development in juvenile Nile tilapia, (*Oreochromis niloticus*) *Journal of Agriculture Science* 14: 45-53.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Utilization and Cultivation of Aquatics*, Vol. 1(4), 2012  
<http://japu.gau.ac.ir>

## **Cortisol-glucose level and growth changes in response to rearing density in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869)**

**A.R. Hasanlipour<sup>1</sup>, \*S. Eagderi<sup>2</sup>, M. Bahmani<sup>3</sup> and H. Poorbagher<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Graduate, Dept. of Fisheries, Tehran University, <sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Tehran University, <sup>3</sup>Assistant Prof., Laboratory of Fish Diseases, International Sturgeon Research Institute, Rasht

Received: 12/26/2011; Accepted: 05/06/2012

### **Abstract**

Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) was introduced to Iranian aquacultural system as a proper and valuable candidate. Since rearing density is considered as an important stressor in aquaculture, this study was conducted to investigate the impacts of rearing densities on chronic stress using blood cortisol-glucoses levels and growth indices (Total length: TL and Body weight: BW). In total 90 specimens (TL: 45.3±1 cm and BW= 342±30 g) were stocked in three densities (24, 48 and 72 specimen/m<sup>3</sup>) during a five-month rearing period. There was no significant interaction between density-time parameters and cortisol-glucose levels (P> 0.05), whereas time solely displayed a significant correlation with cortisol-glucose levels (P<0.05). In contrast to the cortisol-glucose levels, the growth indices showed a significant interaction with density-time parameters (P<0.05). Our study suggests that Siberian sturgeon can tolerate stresses as result of high rearing density (72 specimen/m<sup>3</sup>), which are used for Iranian sturgeons.

**Keywords:** Stress, Rearing density, Cortisol-glucoses levels, Siberian sturgeon

---

\*Corresponding Author; Email: [soheil.eagderi@yahoo.com](mailto:soheil.eagderi@yahoo.com)

