فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی و تکوین جانوری
شماره پیاپی ۴۲، جلد ۱۱، شماره۳، تابستان ۹۷، صفحه ۲۷ تا ۴۰

تاثیر تراکم ذخیره سازی بر شاخص های رشد و استرس بچه تاسماهی سیبری (*Acipenserbaerii*) پرورش یافته در مخازن فایبرگلاس

میرحامدسیدحسنی[۱]، علی رضا علی پور[۲]، ایوب یوسفی جوردهی[۳]، هوشنگ یگانه[۱]
۱– کارشناس بخش آبزی پروری مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (Areeo)، رشت، ایران.
۲–مربی پژوهشی بخش آبزی پروری مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی(Areeo)، رشت، ایران.
۳–استادیار بخش فیزیولوژیمؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (Areeo)، رشت، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۹ تاریخ پذیرش:۹۷/۵/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: در کشور بچه‌تاسماهی سیبری تا رسیدن به مرحله پرواربندی در مخازن فایبرگلاس پرورش می‌یابد. تا به حال آزمایشی در خصوص تعیین حد بهینه تراکم این گونه قبل از رسیدن به مرحله پرواربندی انجام نشده است. هدف از این پروژه بررسی تاثیر تراکم‌های مختلف بر شاخص‌های رشد و استرس بچه‌تاسماهی سیبری در مراحل انگشت قد و جوان بود.

روش کار: در فازاول و دوم پرورش به‌ترتیب تعداد ۷۰۰، ۱۰۰۰ و۱۳۰۰ قطعه بچه‌ماهی با میانگین وزنی ۰/۰۸۳ ±۲/۹۳ گرم در تراکم‌های ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱کیلوگرم در متر مربع و تعداد ۳۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ قطعه بچه‌ماهی با میانگین وزن ۰/۱۸ ±۹/۳۱ گرم در تراکم‌های ۰/۸، ۱/۳ و ۱/۹ کیلوگرم در متر مربع در ۹ مخزن فایبرگلاس پرورش یافتند. ماهیان در سه وعده غذایی به میزان ۵ و ٤ درصد وزن بدن تغذیه شدند. در انتهای دوره پرورش از ماهیان به وسیله سرنگ ۲ سی سی خون‌گیری به عمل آمده و سطوح هورمون کورتیزول به روش رادیو ایمنواسی(RIA)،کلسترول و گلوکزبه روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: در فاز اول پرورش(اوزان سه گرم) افزایش تراکم موجب کاهش معنی‌دار شاخص‌های رشد، افزایش ضریب تبدیل غذا و شاخص‌های استرس گردید. در فاز دوم پرورش افزایش تراکم موجب افزایش معنی‌دار شاخص‌های استرس نگردید، اما شاخص‌های رشد ماهی در بالاترین سطح تراکم(۱/۹ کیلوگرم در متر مربع) کاهش یافت.

نتیجه گیری: تاسماهی سیبری در اوزان ۳ تا ۹ گرم به افزایش تراکم ذخیره‌سازی حساس بوده، اما با رسیدن به وزن ۹ گرم تحمل بیشتری نسبت به تراکم از خود نشان می‌دهد و امکان پرورش آن در تراکم‌های بالا وجود دارد.

واژه های کلیدی: تاسماهی سیبری، مخازن فایبرگلاس، تراکم، شاخص‌های رشد، استرس.

مقدمه

در ارزیابی¬های به¬عمل آمده در اجلاس سازمان جهانی حفاظت از منابع طبیعی(IUCN) در سال ۲۰۰۹ وضعیت بقای گونه¬های ماهیان خاویاری وخیم اعلام شد. به طوری¬که، ۸۸ درصد از گونه¬های ماهیان خاویاری در ردیف گونه¬های در معرض خطرمی باشد(۲۸). این در حالی است که در آن بازه زمانی تقاضا جهت مصرف خاویار در جهان رو به افزایش می باشد، در صورتی که ذخایر طبیعی ماهیان خاویاری قادر به تأمین خاویار مورد نیاز بازار(آمریکا، ژاپن، روسیه و چین) نبود(۴۴). در نتیجه ادامه افزایش تقاضا جهت مصرف خاویار و مشاهده دورنمای تولید خاویار که هرساله رو به کاهش است، بسیاری از کشورها را بر آن داشت که با پرورش ماهیان خاویاری در محیط¬های محصور بر این مشکل فائق آیند(۱۲). کشور ایران نیز ازجمله پرورش¬دهندگان ماهی خاویاری به شمار می¬آید و دو گونه فیل¬ماهی(*Husohuso*)و تاسماهی سیبری(*Acipen serbaerii*) گونه¬های عمده پرورشی در استخرهای بتنی در ایران هستند(۳۱). در این میان

تاسماهی سیبری یک گونه وارداتی به کشور محسوب می¬شود(۵). این گونه نخستین کاندید جهت پرورش در اروپا بوده(۵۴) و به دلیل دارا بودن رشد خوب در اندازه¬های مختلف در سیستم¬های پرورشی(۵،۶۱) و توانایی تولید مثل جنسی در اسارت(۴۷،۴۸) گونه پسندیده و مرغوبی برای آبزی¬پروری(۶۲) به شمار می-آید. با وجود موفقیت¬های اولیه در خصوص تولید مولدین تاسماهی سیبری در شرایط آب و هوایی ایران و معرفی گونه¬ای جدید، سریع¬الرشد و با دوره بلوغ جنسی پایین به صنعت آبزی¬پروری کشور، مزارع خصوصی کشور نیاز مبرمی به تولید و پرورش تجاری بچه تاسماهی ماهی به منظور تولید ماهیان پرواری و یا مولد دارند. این در حالی است که عمده بچه ماهی تولید شده از وزن ۳ تا ۲۰۰ گرم در مخازن فایبرگلاس تولید می¬گردد(۵). معمولاً در این سیستم میزان تولید با میزان تراکم ذخیره-سازی که در واقع بیوماس ماهی در واحد حجم یا سطح است ارتباطی مستقیم داشته(۳۲، ۳۱، ۱۸) و بر بقاء، رشد، سلامت، کیفیت آب، بیان ژن و تولید آبزی تاثیرگذار است(۵۱، ۱۹، ۱۸). معمولاً، تراکم پایین صرفه اقتصادی نداشته و تراکم بالا منجر به تغییر شرایط فیزیولوژیک با افزایش معنی¬دار شیوع جراحات فیزیکی(۴۵، ۳۷، ۲۲) و یا بیماری(۱۵) در ماهی می¬شود. از سوی دیگر، تراکم بالا در بسیاری از گونه¬ها به¬عنوان یک عامل استرس¬زا معرفی شده و می¬تواند موجب ایجاد تغییرات درون¬ریز شامل بالا رفتن کورتیزول خون(۱۰،۳۳،۵۸،۵۹) و آزادسازی گلوکوکورتیکوئیدها می گردد و تاثیرات مخربی بر سیستم¬های فیزیولوژیکی بدن ماهی داشته و موجب بروز رفتارهای غیرعادی و کاهش رشد در ماهیان می¬گردد(۱۱). بنابر این، بررسی تاثیر تراکم بر میزان شاخص¬های استرس در تاسماهیان و اثرگذاری آن بر شاخص¬های رشد از اهمیت خاصی برخوردار است. تا به حال آزمایشی در خصوص پرورش تجاری بچه¬تاسماهی سیبری در مخازن فایبرگلاس و تاثیر تراکم بر شاخص¬های رشد و استرس انجام نشده است. بنابر این، این آزمایش به منظور بررسی امکان پرورش بچه تاسماهی سیبری در مراحل انگشت قد وجوان و تعیین تاثیر تراکم¬های مختلف بر شاخص¬های رشد و استرس طی دو فاز پرورشی به مرحله اجرا گذاشته شد.

مواد و روش ها

طراحی و آماده سازی مخازن پرورش

جهت بررسی تراکم ذخیره¬سازی بر شاخص¬های رشد، ضریب تبدیل غذا و استرس، مخازن مستطیلی فایبرگلاس ۴ متر مربعی در نظر گرفته شد. این مخازن دارای ۲۱۰ سانتی¬متر طول، ۲۲۰ متر عرض، عمق و حجم آبی معادل ۵۰ سانتی¬متر و ۳۵۰ لیتر داشتند. آب مورد نیاز مخازن از رودخانه سفیدرود تامین می¬گردید، در استخر رسوب¬گیر ذخیره و توسط لوله¬های اصلی انتقال آب به لوله¬های پلاستیکی تعبیه شده روی مخازن انتقال می¬یافت. دبی آب ورودی به مخازن پرورشی۳/۶ لیتر در دقیقه بود. اکسیژن مورد نیاز توسط یک کمپرسور هوا تامین می¬گردید. متوسط اکسیژن محلول در مخازن مورد استفاده ۷ میلی¬گرم در لیتر بود. عمق آب در هر مخزن ۵۰ سانتی¬متر بوده و آب ورودی به طور یکسان با نسبت خاصی از محفظه تعبیه شده در کف مخزن خارج می¬شد.

نحوه تهیه ماهیان، تراکم مورد نظر و نحوه پرورش

بچه¬ماهیان مورد نیاز از تکثیر ۵ مولد تاسماهی سیبری(۳ ماده و دو ماهی نر) متعلق به گله¬های مولد تاسماهی سیبری تشکیل شده در موسسه تحقیقات بین¬المللی تاسماهیان دریای خزربه دست آمد. تعداد ۱۰ هزار قطعه لارو در حال جذب کیسه زرده به ۱۵ تراف با ابعاد طول ۱/۵ متر، عرض ۰/۵ و عمق ۰/۳ متر انتقال یافتند. پس از انتقال لارو، تغذیه در شرایط یکسان پرورشی با آرتمیای یک¬روزه(مرحلهIInstar) و

دافنی(به مدت ۲۰ روز) انجام شد. سپس برای مدت ۱۵ روز دیگر، لاروها با غذای خمیری کنسانتره مخلوط با درصدهای مختلف گاماروس(جیره سازگاری) تغذیه شدند. جیره سازگاری حاوی ۵۰ تا ۵۵٪ پروتئین خام، ۱۵ تا ۱۸٪ لیپید خام بود. بعد از ۱۵ روز و اتمام دوره سازگاری، بچه¬ماهیان از جیره‌های غذایی مخصوص مطابق با اهداف آن فاز تغذیه شدند(۵) در طی این مدت لاروها به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد وزن بدن تغذیه و ۸ بار در شبانه¬روز غذا در اختیار آن ها قرار می¬گرفت(۳۴). در فاز اول تعداد ۷۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۳۰۰قطعه بچه¬ماهی با میانگین وزنی ۰/۰۸۳ ±۲/۹۳ گرم در ۹ مخزن فایبرگلاس درقالب سه تیمار(تراکم¬های ۰/۵، ۰/۷۵ و۱ کیلوگرم در متر مربع) ذخیره شدند. این بچه¬ماهیان ۴ نوبت در روز(ساعات ۸، ۱۳، ۱۸ و ۲۲) با جیره بیومار Inicioplus۱ به ۱میلی¬متر به مدت۳۰ روز تغذیه گردیدند. در فاز دوم پرورش تعداد ماهیان به نصف کاهش و به ترتیب ۳۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ قطعه بچه¬ماهی با میانگین وزن ۰/۱۸ ±۹/۳۱ گرم در قالب سه تیمار(تراکم¬های ۰/۸، ۱/۳ و ۱/۹ کیلوگرم در متر مربع) در ۹ مخزن فایبرگلاس سه نوبت در روز(ساعات ۸، ۱۳، ۱۸) با جیره بیومار Inicio801 ۵/۱میلی¬متر تا رسیدن به وزن ۲۰ گرم و بعد از آن با جیره بیومار Incio 8589/1 ۱میلی¬متربه میزان ۴ درصد وزن بدن در روز به مدت ۶۰ روز تغذیه شدند. دوره تاریکی و روشنایی براساس فتوپریود طبیعی در فصل بهار(۱۴ ساعت روشنایی و۱۰ ساعت تاریکی) تنظیم گردید.

بیومتری، نمونه برداری و آنالیز شاخص¬های خونی

اکسیژن محلول با دستگاه اکسی¬متر(OXi323-B/SET) و pHبا دستگاه(PH330i/SET pHmeter) اندازه¬گیری شد. میزان آمونیاک با اسپکتروفتومتر مدل(CeCII-CE101)با استفاده از روش(American Public Health Association 1989)اندازه¬گیری گردید. در فاز اول پروژه دوره پرورش ۵۰ درصد جمعیت ماهیان هر مخزن جمع¬آوری و به¬طور ناگهانی و با سرعت به مخزن حاوی ppm۱۵۰ پودرگل میخک(۳۴،۳) جهت بیهوش¬شدن و خون¬گیری منتقل شدند. پس از خون گیری ماهیان با استفاده از ترازوی دیجیتال مدل AND-EK2000I وتخته بیومتری به ترتیب با دقت ۰/۱ گرم وزن و طول آن ها با یک متر نواری با دقت یک میلی¬متر مورد زیست¬سنجی قرار گرفتند. در فاز دوم پرورش بیومتری در فواصل یک ماهه و به صورت انفرادی انجام گرفت. به منظور خون¬گیری و تعیین شاخص¬های استرس ۳۰ درصد جمعیت ماهیان در مخزن حاوی ۱۵۰ ppm و در گل میخک(۳۴ ،۳) قرار گرفته و از طریق ساقه دمی از آن ها نمونه خون تهیه گردید. بعد از گرفتن ۲ سی سی خون توسط سرنگ از ساقه دمی، ۱/۵ سی سی به داخل تیوپ¬های اپندروف هپارینه شماره¬گذاری شده منتقل شد. نمونه¬های هپارینه شده در بخش فیزیولوژی و بیوشیمی موسسه در سانتریفوژ در ۴۶۰۰ دوردر دقیقه به مدت۱۰دقیقه(۴)قرار داده شدند، از آن ها پلاسمای خون استحصال و به آزمایشگاه ویرومد جهت اندازه¬گیری کورتیزول، گلوکز و کلسترول منتقل گردید. سطوح کورتیزول به روش رادیوایمونواسی(۴۹)، گلوگز و کلسترول به روش اسپکتروفتومتری و با استفاده از کیت¬های تجاری(Pars Azmun, Co. Ltd, Tehran, Iran) اندازه¬گیری شد(۶۵، ۶۱).

آنالیز آماری

با انجام زیست¬سنجی¬های یک¬ماهه و با توجه به اطلاعات به دست آمده از طول و وزن ماهیان و تشکیل بانک اطلاعاتی، محاسبات آماری شاخص¬های رشد و ضریب تبدیل غذا بر اساس فرمول¬های زیر محاسبه گردید:

I. شاخص چاقی(100 =(CF× (وزن ماهی/ طول کل۳)(۴۸)

II. افزایش وزن(WG) (گرم)= وزن نهایی– وزن اولیه(۴۶)

III. درصد افزایش وزن بدن(BWI) (درصد)=۱۰۰ × (میانگین وزن نهایی– میانگین وزن اولیه)/ (میانگین وزن اولیه)(۴۸)

IV. ضریب رشد ویژه(SGR)(درصد در روز) =۱۰۰× (لگاریتم وزن نهایی– لگاریتم وزن اولیه)/ مدت زمان آزمایش (۴۲)

V. ضریب تبدیل غذایی(FCR) =کل غذای خورده شده (گرم) / افزایش وزن کسب شده (گرم)(۴۸)

VI. نسبت بازده پروتئین(PER)= افزایش وزن کسب شده (گرم) / پروتئین خورده شده (گرم) (۴۶)

داده¬های کسب شده در نرم افزار Excel ثبت و مورد پردازش قرار گرفت. سپس نرمال¬بودن داده¬ها ازطریق آزمونKolmogorov-Smirnov، معنی¬دار بودن داده¬ها از طریق آنالیز واریانس یک-طرفه مورد سنجش و در صورت مشاهده اختلاف، تستTukey برای مقایسه میانگین¬ها به¬عنوان Post-hoc اعمال شد. آنالیز آماری با استفاده ازنرم¬افزارSPSS نسخه۲۰ انجام شد. سطح معنی¬دار بودن برای همه موارد۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

فاز اول پرورش

۱-کیفیت فیزیکی وشیمیایی آب در فاز اول پرورش

بر اساس جدول ۱ میانگین درجه حرارت آب در طی دوره پرورش تقریباً یکسان و برابر با ۰/۹۴ ±۲۳/۱ درجه سانتی¬گراد بود، میانگین اکسیژن محلول با افزایش تراکم از ۰/۷۵ کیلوگرم به بالا به طور معنی¬داری کاهش یافت و به ۵/۸۴±۰/۱ میلی¬گرم در لیتر رسید. در طی دوره پرورش میزان pH آب از تیمارهای پرورشی تاثیر نپذیرفت و میانگین کل آن ۷/۰۲±۰/۱ مشاهده شد. میزان آمونیاک مخازن پرورش از تراکم ذخیره¬سازی تاثیر پذیرفت و در تراکم ۱ کیلوگرم در متر مربع میزان آمونیاک آب ۰/۰۷۳±۰/۰۲ میلی¬گرم در لیتر ثبت شد که به طور معنی¬داری بالاتر از مقدارآمونیاک ثبت شده در تراکم¬های پرورش ۰/۵ و ۰/۷۵ کیلوگرم در متر مربع(۰/۰۴۸±۰/۰۰۳ و ۰/۰۶۷±۰/۰۰۳ میلی¬گرم در لیتر) بود.

جدول ۱- شرایط فیزیکی و شیمیایی آب در فاز اول آزمایش

تراکم(Kg/m^2) / شاخص‌ها	۰/۵ (شاهد)	۰/۷۵	تراکم ۱
درجه حرارت (سانتی‌گراد)	۲۳/۰۹±۱/۰۲[a]	۲۲/۹±۰/۹۳[a]	۲۳/۲۹±۰/۸۶[a]
اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)	۶/۵۳±۰/۲[a]	۶/۲۴±۰/۲۲[a]	۵/۸۴±۰/۱۰[b]
pH	۷/۰۹±۰/۱۱[a]	۷/۰۰±۱۱/۰۸۳[a]	۶/۹۷±۰/۰۸۲[a]
آمونیاک(NH_3)(میلی‌گرم در لیتر)	۰/۰۴۸±۰/۰۰۳[a]	۰/۰۶۷±۰/۰۰۳[a]	۰/۰۷۳±۰/۰۲[b]

اعداد با حروف مختلف دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P< ۰/۰۵).

جدول ۲- ترکیب شیمیایی جیره‌های مصنوعی به کار رفته در تغذیه بچه‌تاسماهی سیبری

جیره غذایی	پروتئین(٪)	چربی(٪)	سلولز(٪)	خاکستر(٪)	فسفر(٪)
Inicio plus	۵۶	۱۸	۰/۰۲	۱۲/۱	۱/۷
Inicio 801	۵۴	۱۸	۰/۴	۹/۱	۱/۳
Inicio805	۴۸	۱۴	۱	۷/۳	۱/۱

تاثیر تراکم‌های مختلف پرورش بر شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذایی ماهیان انگشت قد

با افزایش تراکم وزن انفرادی ماهیان به طور معنی-داری کاهش یافته و در تراکم یک کیلوگرم در متر مربع به کمترین میزان خود(۰/۱۱±۶/۰۲ گرم) رسید(۰/۰۵ >P). افزایش تراکم به یک کیلوگرم در متر مربع موجب گردید تا ضریب چاقی ماهیان از ۰/۰۲±۰/۳۰۴ به ۰/۰۱۱±۰/۲۳ به طور معنی‌داری کاهش یابد(۰/۰۵ >P). میزان افزایش وزن در تیمارهای ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱کیلوگرم در مترمربع به ترتیب ۲۳/۰۸±۶/۲، ۰/۰۸±۵/۲ و ۰/۱۶±۳/۰۹۱ گرم و ماهیان پرورش‌یافته در تراکم‌های فوق به‌ترتیب دارای افزایش وزنی معادل ۱۱/۸۲±۲۰۸/۵، ۳/۱۵±۱۷۹/۶۴ و ۷/۹۹ ±۱۰۵/۵۷ درصد بودند(۰/۰۵ >P). با افزایش تراکم پرورش، ضریب رشد ویژه ماهیان به طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین وکم ترین ضریب رشد ویژه در ماهیان پرورش یافته در تراکم‌های ۰/۵ و ۱ کیلوگرم در مترمربع به ترتیب ۰/۱۲±۳/۷۵ و ۰/۱۲±۲/۴ درصد در روز ثبت گردید(۰/۰۵ >P). با وجود افزایش ضریب تبدیل غذایی ماهیان پرورش یافته در تراکم‌های ۰/۵ و ۰/۷۵ کیلوگرم در متر مربع، آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه(Oneway Anova) اختلاف معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی ماهیان نشان نداد(۰/۰۵ >P)، اما ضریب تبدیل غذا در ماهیان پرورش یافته در تراکم ۱ کیلوگرم در متر مربع در مقایسه با تیمارهای ۰/۵ و ۰/۷۵ گرم در متر مربع به طور معنی‌داری افزایش یافت(۰/۰۵>P). کارایی غذا به طور مستقیم از تراکم‌های پرورش تاثیر پذیرفت، به این معنی که با افزایش تراکم، کارایی غذا به طور معنی‌داری کاهش و کم ترین آن در تراکم ۱ کیلوگرم در متر مربع به مقدار ۵/۳۴±۷۰/۳۸ درصد ثبت گردید. هم چنین افزایش تراکم موجب کاهش نسبت بازده پروتئین و در واقع بهره‌وری ماهی از پروتئین موجود در جیره غذایی می باشد. نسبت بازده پروتئین برای ماهیان پرورش یافته در تراکم‌های ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ کیلوگرم در متر مربع به ترتیب برابر با ۰/۱۷۵±۳/۰۸، ۰/۰۴۷±۲/۶۶ و ۰/۱۱±۱/۵۶ بود(۰/۰۵>P)(جدول ۳).

تاثیرتراکم‌های مختلف پرورش بر میزان کورتیزول و گلوکز پلاسمای خون ماهیان انگشت قد

افزایش تراکم در سطح ۰/۷۵ کیلوگرم در متر مربع موجب افزایش معنی‌دار کورتیزول پلاسمای خون ماهیان نگردید(۰/۰۵ <P). امااافزایش تراکم به یک کیلوگرم در متر مربع باعث افزایش معنی دار میزان کورتیزول در مقایسه با تراکم‌های پیشین به ng/ml ۰/۴±۹/۷ رسید. اختلاف معنی‌داری در میزان گلوگز پلاسمای خون ماهیان در تراکم‌های پرورش ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ کیلوگرم در متر مربع مشاهده نگردید، هرچند که بیشترین مقادیر در تیمار یک کیلوگرم درمتر مربع ثبت شد(۰/۰۵ <P)(جدول ۳).

فاز دوم پرورش

۱-کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب محیط پرورش در فاز دوم پرورش (مرحله جوانی)

بر اساس جدول ۴ میانگین درجه حرارت آب در طول دوره پرورش تقریباً یکسان (۰/۸۱۷ ±۲۳/۲۱ درجه سانتی‌گراد) و دارای اختلاف معنی‌دار نبود. اختلاف معنی‌داری در میزان اکسیژن محلول مخازن که ماهیان در آن با تراکم ۰/۸ و ۱/۳ کیلوگرم در متر مربع پرورش یافتند، مشاهده نشد(۰/۰۵ <P)، اما اکسیژن محلول در مخازنی که در آن ماهی با تراکم ۱/۹ کیلوگرم در متر مربع پرورش یافته بود، به طور معنی‌داری از میزان اکسیژن محلول مخازن با تراکم پرورش ۰/۸ کیلوگرم در متر مربع کمتر بود(۰/۰۵ >P). pHآب در طول دوره پرورش تغییر معنی‌داری نداشت و میانگین کل آن ۰/۰۷ ±۷/۱۵ مشاهده گردید(۰/۰۵ >P). میزان آمونیاک مخازن با افزایش تراکم به‌طور نسبی افزایش یافت، اما اختلاف معنی‌دار در میزان آمونیاک آب در تراکم‌های مختلف پرورش مشاهده نشد(۰/۰۵ <P).

جدول ۳- تاثیر تراکم‌های مختلف پرورش بر شاخص‌های رشد تاسماهی سیبری در مرحله انگشت قد

تراکم(Kg/m^2) / شاخص‌ها	۰/۵ (شاهد)	۰/۷۵	۱
وزن اولیه (W_1)(گرم)	۲/۹۸± ۰/۱۳^a	۲/۸۹±۰/۰۳۵^a	۲/۹۲± ۰/۰۶۶^a
وزن نهایی(W_2) (گرم)	۹/۱۸±۰/۰۷^a	۸/۱± ۰/۱^b	۶/۰۲±۰/۱۱^c
طول اولیه(TL_1)(سانتی‌متر)	۸/۶±۰/۱^a	۸/۵±۰/۰۵۷^a	۸/۳۶±۰/۲۵^a
طول نهایی(TL_2) (سانتی‌متر)	۱۴/۴۶±۰/۳۵^a	۱۳/۷±۰/۲۵^b	۱۳/۷۶±۰/۲۵^b
ضریب چاقی (K)	۰/۳۰۴±۰/۰۲^a	۰/۳۱±۰/۰۱۸^a	۰/۲۳±۰/۰۱۱^b
در صد افزایش وزن بدن (BWI)	۲۰۸/۵±۱۱/۸۲^a	۱۷۹/۶۴±۳/۱۵^b	۱۰۵/۵۷ ±۷/۹۹^c
افزایش وزن (WG) (گرم)	۶/۲±۲۳/۰۸^a	۶/۲±۰۲/۰۸^b	۳/۰۹۱±۰۱/۱۶^c
ضریب رشد ویژه(SGR)	۳/۷۵±۰/۱۲^a	۳/۴۲±۰/۰۳۷^b	۲/۴±۰/۱۲^c
ضریب تبدیل غذا(FCR)	۰/۷۲±۰/۰۴^a	۰/۸۳±۰/۰۱^a	۱/۴۲± ۰/۱^b
کارایی غذا (FE)	۱۳۹/۰۰±۷/۸۸^a	۱۱۹/۷±۲/۱^b	۷۰/۳۸±۵/۳۴^c
نسبت بازده پروتئین (PER)	۳/۰۸±۰/۱۷۵^a	۲/۶۶±۰/۰۴۷^b	۱/۵۶±۰/۱۱^c
کورتیزول (ng/ml)	۸/۳۳±۰/۱۵^a	۸/۹۳±۰/۳۷^a	۹/۷±۰/۴^b
گلوکز(میلی‌گرم/دسی لیتر)	۶۶/۶۶±۸/۰۲^a	۶۷/۱۳±۶/۰۳^a	۷۴/۱۷±۶/۹۹^a

اعداد با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P< ۰/۰۵).

۲-تاثیر تراکم‌های مختلف پرورش بر شاخص‌های رشد ، ضریب تبدیل غذایی ماهیان جوان

در طی۶۰ روز پرورش با افزایش تراکم به ۱/۳ کیلوگرم در مترمربع، وزن نهایی ماهیان به طور معنی-داری کاهش نیافت(P> ۰/۰۵). بر اساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه(Oneway Anova)، بیشترین وزن نهایی در ماهیان پرورش‌یافته در تراکم ۰/۸ کیلوگرم در متر مربع به مقدار۰/۹±۶۶/۳۹ گرم و کم ترین آن در ماهیان پرورش یافته در مخازن با تراکم ۱/۹ کیلوگرم در متر مربع به میزان ۱/۲۶±۵۱/۰۷ گرم ثبت شد(P< ۰/۰۵).اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های ضریب چاقی، افزایش وزن و درصد افزایش وزن و شاخص ضریب رشد ماهیان در تراکم‌های ۰/۸ و ۱/۳ کیلوگرم در متر مربع مشاهده نشد(P> ۰/۰۵). اما شاخص‌های فوق با افزایش تراکم به ۱/۹ کیلوگرم در متر مربع به طور معنی-داری کاهش یافتند(P< ۰/۰۵). هم چنین ماهیان پرورش یافته در تراکم‌های ۰/۸ و۱/۳ کیلوگرم در متر مربع دارای ضریب تبدیل و کارایی غذای نزدیک به هم بودند و آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه(Oneway Anova) اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های فوق‌الذکر در تراکم-های پرورش مورد نظر نشان نداد(P> ۰/۰۵). اما ضریب تبدیل غذا در ماهیان پرورش یافته در تراکم ۱/۹ کیلوگرم در متر مربع(۰/۰۱۹ ±۰/۸۹) به طور معنی‌داری از ضریب تبدیل غذا در ماهیان پرورش‌یافته در تراکم۱/۳ کیلوگرم در متر مربع(۰/۰۰۲±۰/۷۹) کمتر بوده و کم-ترین کارایی غذا در تراکم ۱/۹ کیلوگرم در متر مربع به مقدار(۱/۰۶±۱۱۰/۴۱) درصد ثبت گردید(P< ۰/۰۵)(جدول ۵). افزایش تراکم موجب افزایش معنی‌دار کورتیزول پلاسمای خون ماهیان نشد(P> ۰/۰۵).کم‌ترین و بیشترین میزان کورتیزول در پلاسمای خون ماهیان پرورش یافته در تراکم‌های ۰/۸ و ۱/۹ کیلوگرم در متر مربع به میزان ۸/۷±۰/۳ و ۹/۴۶±۰/۵۶ نانوگرم در میلی لیتر(ng/ml)گزارش گردید(P< ۰/۰۵). هم چنین اختلاف معنی‌داری در میزان گلوکز پلاسمای خون ماهیان در تراکم‌های پرورش ۰/۸، ۱/۳ و ۱/۹ کیلوگرم در متر مربع مشاهده نشد(P> ۰/۰۵)(جدول ۵).

جدول ٤- شرایط فیزیکی وشیمیایی آب در فازدوم پروژه (مرحله جوانی)

تراکم(Kg/m^2)	۰/۸ (شاهد)	۱/۳	۱/۹
شاخص‌ها			
درجه حرارت (سانتی‌گراد)	۲۲/۸±۱/۰۲^{a}	۲۳/۳۳±۰/۸۳^{a}	۲۳/۵±۰/۵۸^{a}
اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)	۶/۴۷±۰/۰۴۶^{a}	۶/۲۸±۰/۱۶۷^{ab}	۶/۲۵±۰/۰۶^{b}
pH	۷/۲±۰/۱^{a}	۷/۱۳±۱۱/۰۵۷^{a}	۷/۱۳±۰/۰۶۸^{a}
آمونیاک (NH_3) (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۰۴۷±۰/۰۰۳^{a}	۰/۰۵۰±۰/۰۰۱۵^{a}	۰/۰۵۲±۰/۰۰۲^{a}

جدول ٥- تاثیر تراکم‌های مختلف پرورش بر شاخص‌های رشد تاسماهی سیبری در مرحله جوانی

تراکم(Kg/m^2)	۰/۸ (شاهد)	۱/۳	۱/۹
شاخص‌ها			
وزن اولیه (W_1)(گرم)	۹/۱۸± ۰/۰۷۶^{a}	۹/۵±۱^{a}	۹/۲۶± ۰/۲^{a}
وزن نهایی(W_2) (گرم)	۶۶/۳۹±۰/۹^{a}	۶۶/۳۲± ۰/۸^{a}	۵۱/۰۷±۱/۲۶^{b}
طول اولیه(TL_1)(سانتی متر)	۱۵/۲±۰/۱^{a}	۱۵/۵۶±۰/۲۵^{a}	۱۵/۵±۰/۳۶^{a}
طول نهایی(TL_2) (سانتی متر)	۳۰/۴۰±۰/۶۹^{ab}	۳۱/۴±۰/۵۲^{a}	۳۰/±۰/۵۳^{b}
ضریب چاقی (K)	۰/۲۳۷±۰/۰۱۵^{a}	۰/۲۱۴±۰/۰۰۸^{a}	۰/۱۸۹±۰/۰۱^{b}
رشد روزانه (gr)	۰/۹۵±۰/۰۱۴^{a}	۰/۹۴±۰/۰۱^{a}	۰/۶۹ ±۰/۰۱۸^{b}
در صد افزایش وزن بدن (BWI)	۶۲۲/۹۹±۹/۶^{a}	۵۹۸/۲۸±۱۵/۷^{a}	۴۵۱/۱۶ ±۷/۵۶^{b}
افزایش وزن (WG)	۵۷/۱۲±۰/۸۷^{a}	۵۶/۸۲±۰/۹^{a}	۴۱/۸۰±۱/۰۹۶^{b}
ضریب رشد ویژه(SGR)	۳/۳۹±۰/۰۲۲^{a}	۳/۲۳±۰/۰۳۷^{a}	۲/۸۴±۰/۰۲۲^{b}
ضریب تبدیل غذا(FCR)	۰/۸۶±۰/۰۰۱^{ab}	۰/۷۹±۰/۰۰۲^{a}	۰/۹۰± ۰/۰۱۹^{b}
کارایی غذا (FE)	۱۱۵/۶۶ ± ۱/۶۳^{ab}	۱۲۶/۳۳±۳/۹۲^{a}	۱۱۰/۴۱±۱/۰۶^{b}
نسبت بازده پروتئین (PER)	۲/۸۹±۰/۰۴^{ab}	۳/۱۵±۰/۰۹۸^{a}	۲/۶۵±۰/۱۶^{b}
کورتیزول (ng/ml)	۸/۷±۰/۳^{a}	۹/۳۶±۰/۳۷^{a}	۹/۴۶±۰/۵۶^{a}
گلوکز(میلی‌گرم/ دسی لیتر)	۶۲/۰۰±۶/۰۸^{a}	۶۷/۰۰±۲/۶۴^{a}	۶۹/۰۰±۱/۷۲^{a}

اعداد با حروف مختلف دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P< ۰/۰۵$).

بحث و نتیجه گیری

مطالعات زیادی در مورد تراکم ذخیره‌سازی در گونه‌های مختلف به انجام رسیده و نشان می‌دهد که در کنار تغذیه، تراکم ذخیره‌سازی از مهم ترین ارکان مهم پرورش است که بر تولید، سودآوری و از همه مهم‌تر بهداشت و سلامت ماهی تاثیرگذار است(۶۰). در آزمایش اول، تراکم ذخیره سازی تأثیر معنی‌دار بر شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذا و کورتیزول پلاسمای خون بچه ماهیان ۳ گرمی در طول دوره پرورش داشت و با افزایش تراکم به ۰/۷۵ و ۱ کیلوگرم در متر مربع شاخص‌های وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه، کارایی غذا و نسبت بازده پروتئین به طور معنی‌داری کاهش و ضریب تبدیل غذا و میزان کورتیزول در تراکم یک کیلوگرم در متر مربع افزایش یافت($P< ۰/۰۵$). دربسیاری از گونه‌های پرورشی، رابطه‌ای معکوس میان شاخص‌های رشد ماهی و شدت تراکم مشاهده می‌شود که محققین آن را به دلایلی نظیر روابط متقابل بین ماهیان، رقابت بر سر منابع غذایی و

فضای مورد نیاز زیست و استرس مزمن ایجاد شده در اثر تراکم نسبت می‌دهند(۵۶). مطالعات به عمل آمده در تاسماهی آمور(۵۳) رابطه میان تراکم ذخیره‌سازی بالا و کاهش رشد را به عواملی چون کاهش کیفیت آب(۱۵)، کاهش مصرف غذا(۵۵) و استرس ناشی از تراکم(۳۶) نسبت دادند. در طی دوره آزمایش میزان درجه حرارت، اکسیژن محلول و آمونیاک در تراکم‌های ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ کیلوگرم در متر مربع به ترتیب(۰/۲±۲۲/۳۵،۰/۶±۶/۲۴ و۰/۱۰±۵/۸۴ میلی‌گرم در لیتر) و (۰/۰۰۳ ±۰/۰۴۸، ۰/۰۰۳±۰/۰۶۷، و۰/۰۲±۰/۰۷۳ نانوگرم بر میلی لیتر) گزارش شد که میزان شاخص‌های فوق‌الذکر در تراکم ۱ کیلوگرم در متر مربع به طور معنی‌داری نسبت به تراکم های دیگر بالاتر بود($P< ۰/۰۵$). Pickeringو Pottinger (۱۹۸۷)بیان نمودند که در مبحث استرس تراکم، بیش از این‌که میزان تراکم مطرح باشد، کیفیت آب مخازن نگهداری ماهی که با بالا رفتن تراکم سبب بحرانی شدن شرایط زیست شده و می‌تواند سبب استرس شود و این امر با اعمال مدیریت صحیح قابل پیشگیری خواهد بود(۳۸). North و همکاران(۲۰۰۶) وPottinger و همکاران (۱۹۹۷) در گونه قزل‌آلای رنگین کمان(*Onchorhyn chusmykiss*) کاهش اثرات استرس‌زایی تراکم و کاهش سطوح کورتیزول را در یک سیستم جریان‌دار با تعویض مناسب آب را تأیید نمودند(۳۸، ۳۷). باید توجه داشت که طی دوره پرورش از هیچ گونه اقدامات مدیریتی اضافی در تراکم‌های بالا، هوادهی، تعویض آب و غذای اختصاصی استفاده نگردیده و شرایط پرورش برای تمام تراکم‌ها کاملاً یکسان در نظر گرفته شده بود. Rafatnezhad و همکاران(۲۰۰۸) تاثیر تراکم‌های ۱، ۲، ۴ و۶ کیلوگرم در متر مربع را بر شاخص‌های هماتولوژیک، رشد و میزان پوسیدگی باله دمی در فیل‌ماهی نوجوان با میانگین وزن ۱/۰۴±۹۳/۱۳ گرم به مدت ۸ هفته در مخازن فایبرگلاس۵۰۰ لیتری مورد آزمایش قرار داده و اذعان نمودند که میزان جریان آب در تمامی مخازن یکسان و برابر با ۱±۳۳/۶ لیتر در ثانیه با هوادهی خوب و دارای افزایش غلظت NH_3 از طریق افزایش تراکم ذخیره‌سازی نبود(۴۳). در مطالعه حاضر منبع آب ورودی، آب رودخانه سفیدرود بوده و آب در یک حوضچه رسوب-گیر ته نشین می‌شده و دارای فیلتر میکانیکی و بیولوژیکی نبود، اما آب دارای چرخش و میزان آب ورودی و خروجی در حد متعادلی بوده و احتمال این که عدم جریان آب موجب بالا رفتن آمونیاک آب شود در سطح پایینی قرار داشت، اما تراکم بالای ذخیره-سازی(یک کیلوگرم در متر مربع) موجب کاهش اکسیژن محلول آب شد، سطوح پایین اکسیژن محلول با افزایش هورمون استرس(کورتیزول) می‌تواند با تاثیر بر وظایف فیزیولوژیک منجر به کاهش رشد و حتی مرگ و میرشود(۲۶، ۱۶، ۱۵). نتایج تحقیقات در خصوص پرورش تاسماهی آمور(*Acipenser schrenckii*) با متوسط وزن ۲/۰۵ ±۱۷/۳۱ در ۵ تراکم پرورش(۵۰ ، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ عدد در متر مکعب) بر این نکته دلالت داشت که در سطوح تراکم بالا، ماهی به صرف انرژی بیشتر برای حرکت نیاز دارد که نتیجه آن افزایش وزن پایین‌تر بوده(۵۱، ۲۱) و افزایش تراکم پرورش بدون اختلال در رشد تنها با صرف هزینه یعنی افزایش غلظت اکسیژن در آب از طریق تزریق اکسیژن به آب و یا پمپاژ آب امکان‌پذیر است(۶۳). از سوی دیگر صرف نظر از تامین اکسیژن و درجه حرارت مناسب برای پرورش ماهی، خود تراکم ذخیره‌سازی عاملی مهم در رشد ماهی است که بر شاخص‌های رشد تاثیرگذار است(۶۴، ۲۵) به گونه‌ای که در بسیای از ماهیان پرورشی رشد رابطه معکوس با تراکم ذخیره‌سازی دارد که این امر تا حد زیادی به رفتار اجتماعی(۲۴،۲۵،۲۶،۳۵) و گونه ماهی وابسته است(۶۰). در آزمایش حاضر تلفاتی مشاهده نشد،

اما میزان رشد ماهیان با افزایش تراکم کاهش یافت که نشان می‌دهد تراکم بیش از حد معمول یک عامل استرس‌زای مزمن در تاسماهی سیبری در اوزان سه گرم بوده و می‌تواند در طولانی مدت موجب بالا رفتن سطوح کورتیزول پلاسما(۴۰، ۷) و تغییر در متابولیسم ماهی-گردد(۵۸، ۳۳، ۱۰). در فاز دوم پرورش شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای ماهیان به ترتیب از تراکم-های(۰/۸ و ۱/۳ کیلوگرم در متر مربع) و میزان کورتیزول، کلسترول و گلوکز ماهیان از تراکم‌های پرورش تاثیر نپذیرفت(P< ۰/۰۵). اما شاخص‌های رشد ماهی در تراکم ۱/۹ کیلوگرم در متر مربع کاهش یافت که هماهنگ با نتایج مطالعات Jodun و همکاران(۲۰۰۲) در تاسماهی آدریاتیک(*Acipenser naccari*) وShi و همکاران(۲۰۰۶) در تاسماهی آمور (*Acipenserschrenckii*)است(۵۳، ۳۰). این مطالعات ثابت کرد که تراکم ذخیره‌سازی می‌تواند بر شاخص‌های رشد تاسماهیان همانند سایر ماهیان حتی اگر کیفیت آب در سطح مطلوبی بوده، تاثیرگذار باشد. اختلال در رشد ماهیان استخوانی ذخیره شده در تراکم بالا اغلب منجر به کاهش مصرف غذا و افزایش ضریب تبدیل غذا می-شود(۵۷، ۳۸). در آزمایش حاضر نیز به نظر می‌رسد که تاسماهی سیبری پرورش یافته در تراکم۱/۹ کیلوگرم در متر مربع غذای کمتری مصرف کرده و کارایی غذا در طی دوره پرورش در تراکم بالا پایین‌تر بود که نشان-دهنده این مطلب است که سطوح بالاتر ذخیره‌سازی تاثیر منفی بر رشد ماهی به دلیل کاهش مصرف غذا دارد. فقدان اختلاف معنی‌دار میزان کورتیزول، گلوکز و کلسترول ماهیان پرورش یافته در تیمارهای نامشابه را می‌توان به اختلاف پاسخ‌دهی به استرس با توجه به گونه(۸) و اندازه ماهی(۱) توضیح داد. Cataldi و همکاران(۱۹۹۸) دریافتندکه سطوح کورتیزول سرم خون تاسماهی آدریاتیک(*Acipen sernacarii*) از استرس ناشی از دستکاری تاثیر نمی‌پذیرد که نشان می‌دهد این تاسماهی مستعد پذیرفتن استرس ناشی از ازدحام و استرس طولانی مدت ناشی از دستکاری نمی‌باشد که احتمالاً مرتبط با شرایط اهلی شدن این گونه در شرایط پرورش در کارگاه‌های تکثیر و پرورش است(۱۳). با این حال بالا رفتن نسبی سطوح کورتیزول در تراکم‌های مورد نظر(۰/۸، ۱/۳ و ۱/۹ کیلوگرم در متر مربع در اوزان ۹ تا ۷۰ گرم) در مطالعه حاضر بر این نکته اشاره دارد که نگهداری تاسماهی سیبری در تراکم بالا که هنوز ماهی به محیط پرازدحام عادت نکرده است، منجر به استرس ناشی از تراکم می‌شود، اما ماهی قادر به سازگارکردن خود با محیط پر ازدحام بوده که طی آن میزان کورتیزول به طور معنی‌داری افزایش نمی یابد، اما ماهی به رشد عادی خود در تراکم‌های ۰/۸ و۱/۳ کیلوگرم‌در متر مربع ادامه می‌دهد. افزایش در گلوکز پلاسما خصوصیتی است که در استرس مزمن دیده می‌شود(۸). درمطالعه انجام شده در اوزان فوق‌الذکر میزان گلوکز در تیمارهای مختلف تراکم تغییر معنی‌داری نشان نداد(P> ۰/۰۵). تراکم ذخیره‌سازی تاثیری بر غلظت گلوکز در فیل‌ماهی نوجوان (۴۲) و کپور معمولی(*Cyprinus carpio*)(۵۰) نداشت. بنابراین، باتوجه به مطالب عنوان شده به‌نظرمی-رسد به‌غیر از دوره پرورش اول(اوزان ۳ تا ۹ گرم)، گونه تاسماهی سیبری یک گونه وابسته به تراکم نیست. تاسماهی سیبری قادر به تحمل تراکم‌های بالا بوده و این گونه بارسیدن به وزن ۷۰ گرم تحمل بیشتری نسبت به تراکم از خود نشان می‌دهد. بنابراین، پرورش آن در اوزان۳ تا ۹ و ۹ تا ۷۰ گرم به ترتیب در تراکم‌های ۰/۵، ۱/۳ کیلوگرم در متر مربع توصیه می‌شود.

منابع

۱–حسنعلی¬پور، ع.، بهمنی، م.، یاوری، و.، محسنی،م.، کاظمی، ر.، پاشا زانوسی، ح. ۱۳۹۰. بررسی اثرات تراکم های مختلف ذخیره¬سازی بر روی سطوح کورتیزول تاسماهی سیبری(*Acipen serbaerii*). مجله پژوهش¬های جانوری (مجله زیست شناسی ایران). سال اول، شماره ۲. ۱۶۲–۱۵۴.

۲–حلاجیان، ع.، کاظمی، ر.، یوسفی، آ. ۱۳۹۰. اثر پودر گل میخک بر مدت زمان بیهوشی و بازگشت از بیهوشی در فیلماهی پرورشی ۴ساله(*Huso huso*) مجله شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزاد شهر، سال پنجم. شماره۲، ۱۴۴–۱۳۴.

۳–رخشان، م.، احمدی، ک.، مجتهدزاده، ر. ۱۳۷۹. خون شناسی، انعقاد و طب انتقال خون(تشخیص و پیگیری بالینی بیماری ها به کمک روش های آزمایشگاهی). تالیف جان برنارد و هنری دیویدسن(۱۹۹۶). انتشارات تیمورزاده، تهران، صفحات۲۱–۱۵.

٤–یزدانی ساداتی، م.ر.، پورکاظمی، م.، شکوریان، م.، پورعلی، ح.م.، پیکران مانا، ن.، سیدحسنی، م.ح. ۱۳۹۰. ترویج و پرورش فیل¬ماهی به منظور تولید گوشت و خاویار. موسسه تحقیقات شیلات ایران.۵۹ صفحه.

۵–محسنی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.،ارشد،آ.، علیزاده،م.،جمالزاد، ف. ۱۳۸۴. تعیین احتیاجات غذایی فیلماهی از مرحله لاروی تا مرحله عرضه به بازار. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، ۲۴۵ صفحه.

6.Arndt, G., Mieske, C. (1994). Further investigations on rearing and culturing of sturgeon and sturgeon hybrids. Jahresh. Fisch Umwelt Mecklenbg Vorpommern, 94; 42-59.

7.Barton, B.A., Iwama, G.K. (1991). Physiological changes in sun shine bass from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. Annu. Rev. of. FishDis., 1; 3-26.

8.Barton, B.A. (1997). Stress in finfish: Past, present, and future- a historical perspective, In G.K.Iwama, A.D.Pickering, J.P.Sumper, and C.B. Schreck (eds.), Fish stress and health in aquaculture, pp.1-34. Cambridge University Press, Cambridge. Animal Health, 9;18-25 .

9.Barton, B.A. (2002). Stress in fishes: A diversityof responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. Integ. Comp.Bio., 42; 517-525.

10. Bayunova, L. V., Barannikova, I.A., Semenkova, T.B. (2002). Sturgeon stress reactions in aquaculture. J. Appli. Ichthyol, 18; 397–404.

11. Belanger, J.M., Son, J.H., Laugero, K.D., Moberg, G.P., Doroshov, S.I., Lankford, S.E. (2001). Effects of short– term management stress and ACTH injection on plasma cortisol levels in cultured white sturgeon (*Acipen sertransmontanus*). Aquac, 203; 165-176

12. Bronzi, P., Rosenthal, H. (2014). Present and future sturgeon and caviar production and marketing: A global market overview. J. Appli. Ichthyol, 30; 1536–1546.

13. Cataldi, E., Di Marco, P., Mandich, A., Cataudella, S.(1998). Serum parameters of Adriatic sturgeon (*Acipen sernaccarii*) (Pisces: Acipenseriformes): effects of temperature and stress. Comp. Bio. Physio, 121; 351-354.

14. Ellis, T., Scott, A.P., Bromage, N., North, B., Porter, M. (2001). What is stocking density? TroutNews, 32;35–37.

15. European commission, farmed fish and welfare. european commission, directorate-general for fisheries.(2004). Research and Scientific Analysis Unit (A4). Brussels, Belgium, 41-56.

16. Emilio, S., Victoria, L.A., Beatriz, M.A., Diego, C., Josep, V., Carlos, I. (2010). Effects of stocking density and feed ration on growth and gene expression in the *Senegalese sole* (Soleasenegalensis): potential effects on the immune response. Fish. Shell. Immuno, 28; 296–302.

17. Frank, K., Emanuel, C.K., Patrick.W. (2006). Feeding experiments with the european atlantic sturgeon,(*Acipen sersturio* L., 1758) to accustom large juveniles to a new feed item and the influence of tank size and stocking density on growth. J. Appli. Ichthyol., 22; 307– 315.

18. Fajfer, S., Meyers, L., Willman, G., Carpenter, T., Hansen, M. (1999). Growth of juvenile lake sturgeon reared in tanksat three densities. North. Americ. J. Aquac, 61;1-335.

19. Gomes, L.C., Baldisserotto, B., Senhorini, J.A. (2000). Effect of stocking density on water quality, survival and growth of larvae of the

Bryconcephalus matrinxa(Characidae) in ponds. Aquac, 183; 73–81.

20. Gornati, R., Terova, G., Vigetti, D., Prati, M., Saroglia, M., Bernardini, G. (2004). Effects of population density on seabass (*Dicentrarchus labrax* L) gene expression. Aquac, 230; 229–239 .

21. Jorgensen, E.H., Christiansen, J.S., Jobling, M. (1993). Effects of stocking density on food intake, growth performance and oxygen consumption in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Aquac, 110; 191–204.

22. Juell, J., Oppedal, E., Boxaspen, F., Boxaspen, K., Taranger, G.L. (2003). Submerged light increases swimming depth and reduces fish density of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in production cages Aquac. Res, 34; 469-477

23. Haylor, G.S. (1991). Controlled hatchery production of (*Clariasgarie pinus*, Burchell 1922): growth and survival of fry at high stocking density. Aquac. Fish.Manag., 22; 405-422.

24. Hengswat, K. F.J. Ward., Jaruratjamorn, P. (1997). The effect of stocking density on yield, growth and mortality of African catfish (*Clarisgarie pinus* Burchell 1822) cultured in cages. Aquac, 152; 67-76.

25. Holm, J.C., Refstie, T., Bo.S. (1990).The effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquac, 89; 3-4.

26. Huang, W.B., Chiu, T.S. (1997). Effects of stocking density on survival, growth, size variation, and production of Tilapia fry. Aquac. Res, 28; 165-173.

27. Ingebrigt, U., Elin, K., Gruven, K., Anders, L. (2009). Behavioral variation in cultivated juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in relation to stocking density and size disparity. App. Anim. Behav. Sci, 117; 201–209.

28.IUCN, (2013). IUCN red list of threatened species. Version 2013.2.< www .Iucnredlist .org> . Downloaded on 12 May 2014.

29. Jobling, M. (1995). Feeding of char in relation to aquaculture. J. Fresh. Res, 71; 102-112.

30. Jodun, W., Millard, M., Mohler, J.(2002). The effect of rearing density on growth, survival, and feed conversion of juvenile Atlantic sturgeon. North. Americ. J. Aquac, 64;10-15.

31. Kalbassi, M.R., Abdollahzadeh, E.A., Salari-Joo, H. (2013). A review on aquaculture development in Iran. J. Ecop, 1; 159-178.

32. LaPatra, S. E., Groff, J.M., Patterson, T.L., Shewmaker, W.D., Casten, M., Siple, J.(1996). Preliminary evidence of sturgeon density and other stressors on manifestation of white sturgeon iridovirus disease. J. Appl. Aquac, 6; 51-58.

33. Leatherland, J.F., Cho, C.Y. (1985). Effect of rearing density on thyroid and interrenal gland activity and plasma hepatic metabolite levels in rainbow trout (*Salmo gairdneri*, Richardson). J. Fish. Bio, 27; 583–592.

34. Li, D., Liu, Z., Xie, C. (2012). Effect of stocking density on growth and serum concentrations of thyroid hormones and cortisol in Amur sturgeon, (Acipenserschrenckii). Fish. Physiol. Biochem. 38; 511–520.

35. Miao, S. (1992). Growth and survival model of red tail shrimp (*Penaeus pencillatus*, Alock) according to manipulating stocking density. Bull.of the Ins. Zoo. Acade, 31; 1-8.

36. Montero, D., Izquierdo, M.S., Tort, L., Robaina, L.,Vergara, J.M. (1999). High stocking density produces crowding stress altering some physiological and biochemical parameters in gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. Fish. Physiol. Biochem, 20; 53–60.

37. North, B.P., Turnbull, J.F., Ellis, T., Porter, M.J., Migaud, H., Bron, J. (2006). The impact of stocking density on the welfare rainbow trout (*Oncorhynchu smykiss*). Aquac,255; 466-479.

38. Papoutsoglou, S.E., Karakatsouli, N., Pizzonia, G., Dalla, C., Polissidis, A., Papadopoulou-Daifoti, Z. (2006). Effects of rearing density on growth, brain neuro transmitters andliver fatty acid composition of juvenile white seabream (*Diplodus sargus* L.). Aquac. Res, 37;87–95.

39. Patriche, N., Pastruga. N. (2001). Biologie si reproducere artificiala. Ed. Ceres, Bucuresti, pp. 112-113.

40. Pickering, A.D., Pottinger, T.G. (1987). Crowding causes prolonged leucopenia insalmonid fish, despite interregnal acclimation. J. Fish. Biol., 30; 701-712.

41. Pottinger, T.G., Pickering, A.D. (1997). Genetic basis to the stress response: Selective breeding for stress-tolerant fish. In: Iwama, G.K., Pickering, A.D., Sumpter, J.P. and Schreck, C.B. (eds), Fish stress and health in aquaculture. Cambridge University Press, Cambridge, Pp;171-193.

42. Qinghui, A., Kangsen, M., Chunxiao, Z., Qingyuan,D., Beiping, T., Zhiguo, L. (2004). Effect of dietary vitamin C on growth immune response of Japanese Seabass (*Lateolabrax japonicas*). Aquac, 242; 489-500.

43. Rafatnezhad, S., Falahatkar, B., Tolouei, M. (2008). Effects of stocking density on haematological parameters, growth and fin erosion of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles. Aquac. Res, 39; 1506-1513.

.٤٤ Raymakers, C., Hoover, C. (2002). Acipen seriformes: CITES implementation from Range States to Consumer Countries. J. Appl. Ichthyol, 18; 629–638.

45. Refstie, T. (1997). Effect of density on growth and survival of rainbow trout. Aquac, 11; 329–334.

46. Ricker, W.E. (1979). Growth rates and models. Fish.Physiol, 8; 677-743.

47. Ronayi, A., Ruttkay, A., Varadi, L. (1989). Growth of Siberian sturgeon (Acipen serbaeri) and that of it's both hybrids with Sterlet (*Acipen serruthenus*) in recycling system. Actes du Premier Colloque InternationalSur L'estrugeon, Bordeaux, CEMAGREF, p; 423-427.

48. Ronayi, A., Ruttkay, A., Varadi, L. (1990). Growth of Siberian sturgeon (*Acipen serbaerii*) and that of it's both hybrids with Sterlet (*Acipen serruthenus*) in recycling system. Actes du Premier Colloque International Sur L'estrugeon, Bordeaux, 3-6 October 1989; Cemagref, p; 423-427.

49. Rotlland, J., Balm, P.H.M., Perez-Sanchez, J.,Wendelaar-Bongaand, S.E., Tort, L. (2001). Pituitary and internal function in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L., Teleostei) after handling and confinement stress. General.Comp. Endo, 121; 333-342 .

50. Ruane, N.M., Carballo, E.C., Komen, J. (2002). Increased stocking density influences the acute physiological stress response of common carp (*Cyprinus carpio* L.). Aquac.Res, 33;777-784.

51. Sangiao-Alvarellos, S., Guzman, N.J.M. (2005). Interactive effects of high stocking density and food deprivation on carbohydrate metabolism in several tissues of gilthead sea bream (*Sparus auratua*). Experiences Zoology. Part A: Comp. Exp. Bio, 303; 761–775.

52. Schram, E., Van der Heul, J.W., Kamstra, A., Verdegem, M.C.J. (2006). Stocking density–dependent growth of Dover sole (*Soleas olea*). Aquac, 252; 339–347.

53. Shi, X., Li, D., Zhuang, P., Zhuang, X., Nie, F. (2006). Effects of rearing density on digestibility, feeding rate and growth of juvenile amur sturgeon, (*Acipen serschrenckii*). Chinese J. Appl. Eco, (In Chinese),17; 1517–1520.

54. Steffens, W., Jannichen, H., Fredrich, F. (1990). Possibilities of sturgeon culture in central Europe. Aquac, 89;101-122.

55. Suresh, A.V., Lin, C.K. (1992). Effect of stocking density on water quality and production of red tilapia in a recirculates water system. Aquac. Engin, 11;1–22.

56. Tolussi, C.E., Hilsdorf, A.W.S., Caneppele, D., Moreira, R.G. (2010). The effect of stocking density in physiological parameters and growth of the endangered teleost species piabanba(*Brycon insignis* Steindachner, 1877). Aquac, 310; 221–228.

57. Vijayan, M.M., Leatherland, J.F. (1988). High stocking density affects cortisol secretion and tissue distribution in brook charr, (*Salvelinus fontinalis*). J. Endo, 124; 311-318.

58. Vijayan, MM., Ballantyne, J.S., Leatherland, J.F. (1990). High stocking density alters the energy metabolism of brook charr(*Salvelinus fontinalis*). Aquac, 88;371–381.

59. Wedemeyer, G.A. (1976). Physiological response of juvenile Coho salmon (*Oncorhyn chuskisutch*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to handling and crowding stress in intensive fish culture. J. Fish. Res. Board Canadian, 33; 2699-2702.

60. Wedemeyer, G.A. (1997). Effects of rearing conditions on the health and physiological quality of fish in intensive culture. In: Iwama GK, Pickering AD, Sumpter JP, Schreck CB (eds) Society for experimental biology seminar series, Cambridge University Press, Cambridge, 62; 35–71.

61. Weil, L.S., Barry, T.P., Malison, J.A. (2001). Fast growth in rainbow trout is correlated with a

rapid decrease in post-stress cortisol concentrations. Aquac, 193; 373-380

62. Williot, P., Malison, L., Gessner, J., Arlatdi, G., Bronzi, P., Gulyas, T. (2001). Sturgeon farming in western europe: recent developments and perspectives. Aquatic. Living. Res, 14; 367-374.

63. Yang, D.G., Zhu, Y.J., Luo, Y.P., Zhao, J.H., Chen, J.W. (2011). Effect of stocking density on growth performance of juvenile amur sturgeon (*Acipen serschrenckii*). J.Appl. Ichthyol, 27; 541–544.

64. Yi Y., Lin, C.K., Diana, J.S. (1996). Influence of nile tilapia (*Oreocromis niloticus*) stocking density in cages on their growth and yield in cages and in ponds containing the cages. Aquac, 146; 205-215.

65. Yousefi, M., Abtahi, B., Kenari, A. (2011). Hematological, serum biochemical parameters, and physiological responses to acute stress of beluga sturgeon (*Huso huso*, Linnaeus 1785) juveniles fed dietary nucleotide. Comp. Clinic. Patho, 22;1-6 .

.

The Effect of Stocking Density on Growth and Stress Indices of Fingerlings and Juvenile *Acipen serbaerii* Reared in Fiberglass Tanks

M.H Sayed Hassani[1], A Alipour[2], A, YousefiJourdehi[3], H Yeganeh[1]

1.Expert, Aquaculture Department of Caspian Sea international research institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

2.Research Instructor,Aquaculture Department of Caspian Sea international research institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

3.Assistant of professor, physiology department of Caspian Sea international research institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

Received:2018.30. 5 **Accepted: 2018.11.8**

Abstract

Inroduction & Objective: At this time,*Acipen serbaerii* reared in fiber glass tanks to batten period in Iran, while we don't have any study about stocking density optimum beforebatten period for *Acipen serbaerii*. aim of this study determined to survey effect of Stocking density on growth factors and stress hormones of fingerling and juvenile *Acipenserbaerii* reared in fiberglass tanks.

Material and Methods: In first and second study 700, 1000 and 1300 individuals with average weight of 2.93±0.083 gr were released to 9 fiber glass tank with stocking density of 0.5, 0.75 and 1 kg/m^{2}and 350, 500 and 750 individuals with average weight of 9.31±0.18 gr with initial stocking density 0.8, 1.3 and 1.9 kg/m^{2}were released in same tanks with three replicates. Fish fed in 3 feeding time to 5and 4 percent of body weight (BW) daily, respectively. In the end of feeding period, we received blood sample by syringe and measured cortisol hormone by Radioimmunoassay, while cholesterol and Glucose was measured by Spectrophotometry

Results: In first study (3gr), increasing of stocking density had significant decreasing on growth parameters, increasing of feed efficiency ratio and stress hormones, but in second phase increasing of stocking density don't afford significant increase for stress hormones but growth parameters significantly decreased in fish reared in highest stocking density (1.9 kg/m^3).

Conclusion: Result of this study indicated that *Acipenserbaerii*(3-9gr) have a sensitive to increasing of stocking density, but when fish reach to9 gr have higher tolerance against density and therefore possibility rearing of fish in high density were accessible.

Keywords: *Acipen serbaerii*, Fiberglass Tanks, Density, Growth Parameters, Stress Indices

.