مجله علوم وفنون دریایی، فصل نامه ی علمی پژوهشی

دوره ۲۲، شماره۱، بهار ۱۴۰۲، صفحات ۸۰ تا ۹۰

مقاله پژوهشی

Available Online: *http://jmst.kmsu.ac.ir*

اثر رنگ تانک و رنگ نور بر پاسخ استرسی بچه فیل ماهی (*Huso huso*) پرورشی

اشکان بنان [۱]، محمدرضا کلباسی مسجدشاهی [۱*]، محمود بهمنی [۲]، محمد علی یزدانی ساداتی [۲]

۱. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور مازندران، ایران.

۲. انستیتو بین المللی تحقیقات ماهیان خاویاری دکتر دادمان»، رشت، ایران.

نویسنده مسئول، پست الکترونیک: kalbassi_m@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۸/۰۷ **تاریخ بازنگری:** ۱۳۸۹/۱۲/۰۵ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۸۹/۱۲/۱۶

شناسه دیجیتال (DOI):10.22113/jmst.2023.171382

چکیده:

در تحقیق حاضر اثر رنگ نور و رنگ تانک بر واکنش استرسی فیل ماهی *Huso huso* بر اساس اندازه گیری برخی از پارامترهای سروهماتولوژی (هموگلوبین، هماتوکریت، کورتیزول، گلوکز و ...) و آنالیز شیمیایی لاشه بررسی گردید. مراحل عملی مطالعه در انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان انجام شد. بدین منظور ۶۴ عدد بچه فیل ماهی با میانگین وزنی (± انحراف معیار) ۱/۴۲ ± ۹۸/۸۳ گرم (در گروه های ۸ تایی) تحت طیف های نوری سفید، قرمز، سبز و آبی و نیز ۴۸ عدد با میانگین وزنی ۱/۱۷ ± ۹۸/۴۶ (در گروه های ۸ تایی) در تانک های سفید، سیاه و آبی بمدت ۱۲ هفته پرورش داده شدند. بر اساس نتایج بدست آمده سطح هورمون کورتیزول سرم خون ماهیان پرورش یافته در شرایط نوری قرمز و سبز در مقایسه با سایر رنگ های نور افزایش معنی داری یافت، بطوری که علاوه بر استرس و رنگ نور، اثر متقابل بین آنها نیز معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). نتایج همچنین نشان داد که میزان کورتیزول در ماهیان پرورش یافته در تانک سیاه در مقایسه با سایر تیمارها کاهش معنی داری داشت، بطوری که علاوه بر استرس و رنگ تانک، اثر متقابل بین آنها نیز معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). در مورد سایر پارامتر های مورد بررسی (هموگلوبین، هماتوکریت و آنالیز لاشه) تغییر معنی داری مشاهده نشد. از این رو رنگ نور آبی و رنگ تانک مشکی با ایجاد حالت آرامش در ماهی تاثیر مثبتی بر شرایط فیزیولوژیک ماهی داشته، پاسخ استرسی بهتری را به همراه داشتند.

لغات کلیدی: طیف نور، رنگ تانک، استرس، آنالیز لاشه

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

۱. مقدمه

ذخایر طبیعی ماهیان خاویاری دریای خزر که از زیستمندان قدیمی نیمکرهٔ شمالی به شمار می‌روند (Billard and Lecointre, 2000)، بدلایلی نظیر صید بی‌رویه، آلودگی‌های زیست‌محیطی و مسدود شدن مسیرهای منتهی به مناطق تولیدمثل طبیعی در حال کاهش بوده (Birstein, 1993; Pourkazemi et al., 1999)، بسیاری از آنها در فهرست ماهیان در معرض خطر انقراض سازمان IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resource) قرار دارند (IUCN, 2004). همچنین عواملی نظیر سن بالای بلوغ (۵ تا بیش از ۲۰ سال) و فاصله زمانی طولانی بین دو تولیدمثل (۲ تا ۵ سال) آسیب‌پذیری این گونه‌ها را افزایش داده است، بطوریکه تقریباً تمامی گونه‌های ماهیان خاویاری دنیا در معرض خطر انقراض قرار گرفته‌اند (Birstein, 1993). پرورش مصنوعی ماهیان خاویاری در جهان به منظور تولید گوشت و استحصال خاویار از سابقه کوتاهی برخوردار است. اولین پرورش موفقیت‌آمیز در ابعاد صنعتی به اواخر سالهای ۱۹۸۰ میلادی بر می‌گردد، اما از آن زمان به بعد مزارع پرورش ماهیان خاویاری در بسیاری از کشورها از جمله آمریکا، ایتالیا، اتریش، اسپانیا، آلمان، لهستان، بلژیک، روسیه و مجارستان احداث و توسعه یافته است (Hung and Deng, 2002). در ایران نیز با توجه به فراهم بودن شرایط و زمینه مناسب برای پرورش ماهی در کشور، تاس‌ماهیان می‌توانند از اولویت‌های صنعت آبزی‌پروری در نظر گرفته شوند. در این میان فیل‌ماهی (*Huso huso*) به دلایل متعدد از جمله اهلی شدن سریع و آسان، پذیرش زندگی در شرایط اسارت، سازگاری بسیار خوب به غذای مصنوعی، سرعت رشد بالاتر، مقاومت بیشتر در مقابل شرایط استرس‌زایی مدیریتی و غیره بیش از سایر گونه‌های خاویاری مناسب جهت پرورش گوشتی و حتی تولید خاویار است (Mohammadi, 2002; Ebrahimi Derche, 2004). بنابراین، نظر به ارزش زیستی و اقتصادی فیل‌ماهی، بررسی عواملی که در میزان کارایی تولید این ماهیان به هنگام پرورش دخیل هستند، ضرورت دارد. اصولا محیط مصنوعی از زیستگاه طبیعی ماهی متفاوت می باشد لذا ممکن است بر تغذیه، سلامت و رشد ماهی به خصوص اگر شرایط برای ماهی تنش زا باشد، تاثیر منفی داشته باشد (Jobling, 1994; Brannas et al., 2001). در میان عوامل محیطی گوناگونی که ممکن است عملکرد ماهی را در محیط پرورش تحت تاثیر قرار دهند، نورهای رنگی و رنگ تانک پرورشی نیز از اهمیت بالایی برخوردارند (Barton, 2002). ماهیان دارای توانایی دید رنگی می باشند (Cheng and Flamarique, 2004) و ماهیان خاویاری نیز از این حقیقت مستثنی نمی باشند. بطوریکه گیرنده های نوری و رنگدانه های بینایی هفت گونه از تاسماهیان و یک گونه از پاروپوزگان با استفاده از SEM و/یا میکرواسپکتروفتومتر مشخص گردیده است (Govardovskii et al., 1991; 1992; Loew and Sillman, 1993; Sillman et al., 1995; 2005). اگرچه دوره های نوری مصنوعی جهت بهبود رشد ماهی و دستکاری تولیدمثل مورد استفاده قرار گرفته اند، اما اطلاعات اندکی در رابطه با خصوصیات کیفی نور وجود دارد. در این میان یکی از اثرات مهم بررسی شده رنگ تانک پرورشی و نورهای رنگی بر پاسخ استرسی ماهیان بوده است، بطوریکه تاکنون تاثیر این دو پارامتر بر پاسخ استرسی گونه های زیادی از ماهیان نظیر کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) (Papoutsoglou et al., 2000)، سیم دریایی قرمز (*Pagrus pagrus*) (Van der Salem et al., 2004)، گربه ماهی نقره ای (*Rhamdia quelen*) (Barcellos et al., 2006; 2009) مورد بررسی قرار گرفته است.

چون نور و رنگ تانک در محیط های سرپوشیده پرورش ماهی قابل تنظیم می باشد، از این رو تعیین شرایط بهینه به خصوص در مواجه با عوامل استرس زا برای گونه های پرورشی نه تنها به منظور بهینه سازی موفقیت تولید بلکه جهت تضمین آرمانی شرایط ماهی با اهمیت می باشد. با توجه به مطالب ذکر شده، تحقیق حاضر سعی در یافتن رنگ نور و تانک پرورشی مناسب که بتواند واکنش استرسی را در بچه فیل ماهیان تسهیل نماید، داشت.

۲. مواد و روش‌ها

این بررسی به مدت ۱۲ هفته در بخش تکثیر و پرورش انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان واقع در کنار رودخانه سفیدرود جنب سد سنگر انجام شد. جهت شروع آزمایش، ۱۱۲ قطعه بچه فیل ماهی با وزن اولیه (میانگین ± اشتباه معیار) ۰/۹۳ ± ۹۸/۶۵ گرم ازمجتمع تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید بهشتی رشت تهیه شد. تحقیق حاضر طی دو آزمایش جداگانه و در مدت ۱۲ هفته انجام شد. در آزمایش اول، اثر نورهای رنگی مختلف روی فاکتورهای خونی، بیوشیمیایی خون و ترکیبات لاشه بررسی شد که طی آن بچه فیل ماهیان تحت تابش رنگ های نور سبز، آبی، قرمز و سفید (هر تیمار دارای ۲ تکرار و هر تکرار شامل ۸ عدد بچه ماهی بود) در مدت مورد نظر پرورش یافتند. در آزمایش دوم اثر رنگ تانک مورد بررسی قرار گرفت که طی آن بچه ماهیان درون آکواریوم هایی با رنگ های زمینه سفید، سیاه و آبی در مدت مورد نظر پرورش یافتند. مدت زمان سازگاری بچه ماهیان با تانک های آزمایش که آکواریم هایی با ابعاد ۴۰×۴۵×۹۰ سانتی متر، با تراکم اولیه ۱/۹۵ کیلوگرم در متر مربع و گنجایش حجمی مفید ۱۶۲ لیتر بودند، یک هفته بود. آکواریوم ها دائما در حال هوادهی بودند و دبی جریان آب ورودی و خروجی (با توجه به این نکته که در یکی از دیواره های عرضی هر یک از آکواریوم ها روزنه ای به قطر ۲ سانتی متر تعبیه شده بود) درون آکواریوم ها ۰/۰۲± ۰/۵ لیتر در دقیقه بود. برای تامین رنگ نور مورد نظر از لامپ های رنگی با طول موج های ۶۱۰ نانومتر (نور قرمز)، ۵۳۰ نانومتر (نور

سبز) و ۴۸۰ نانومتر (نور آبی) استفاده شد. همچنین برای ایجاد رنگ مورد نظر دیواره آکواریوم ها، دیواره های خارجی آنها رنگ آمیزی گردید. بمنظور جلوگیری از مداخله نور محیط در شرایط آزمایش، آکواریوم ها بطور کامل با استفاده از پوشش های مشکی محصور گردید. همچنین رژیم نوری ۱۲ ساعت روشنایی (L)، ۱۲ ساعت تاریکی (D) در کلیه آکواریوم ها برقرار و شدت نور ۱۰۰ لوکس تنظیم گردید. پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در طول دوره پرورش به صورت روزانه مورد سنجش قرار می‌گرفت. بطوریکه در طول دوره پرورش میانگین دمای آب ۰/۰۳ ± ۱۷/۶ درجه سانتیگراد، pH آب ۰/۰۲ ± ۷/۸ و اکسیژن محلول در آب بیش از ۵ میلی‌گرم در لیتر حفظ شد.

۴۸ ساعت قبل از پایان دوره آزمایش غذا دهی قطع گردید. سپس نیمی از ماهیان هر تانک (۴ عدد) را بسرعت خارج کرده، عمل خون گیری با استفاده از سرنگ از ناحیه خلفی باله مخرجی به میزان ۴ سی سی صورت گرفت. در مرحله بعد آزمون استرس بمدت ۳ ساعت روی ماهیان باقیمانده (۴ عدد) در هر تانک اعمال شد. آزمون استرس شامل استرس محدودیت (Confinement) و دنبال کردن (Chasing) بود. به منظور اعمال استرس محدودیت ورودی آب به هر تانک قطع گردید و همچنین سطح آب به حدود ۱۰ سانتی متر کاهش یافت. اعمال استرس دنبال سازی شامل تعقیب ماهیان باقیمانده توسط ساچوک بمدت ۱ دقیقه در آب بود. در پایان زمان آزمون، ماهیان هر تانک خارج و عمل خون گیری انجام شد. نمونه های خون بلافاصله به داخل میکروتیوب‌های حاوی هپارین به عنوان ماده ضد انعقاد ریخته و فوراً به آزمایشگاه منتقل گردید. میزان هموگلوبین با استفاده از روش سیان مت هموگلوبین که در پژوهش Houston (1990)، به آن اشاره شد، درصد هماتوکریت از روش Rehulka (2000)، سطح هورمون کورتیزول خون به روش رادیوایمنواسی RIA (Radioimmunoassay)، با کیت Immunotech و با واحد نانوگرم بر میلی لیتر طبق تحقیق .Redding et al (1984)، مقادیر گلوکز، کلسترول و تری گلیسرید توسط دستگاه Auto analyzer (Eurolyser ،Detect 1970) و با استفاده از کیت های بیوشیمیایی پارس آزمون که در پژوهش Rehulka (2000) به آن اشاره شد و آنالیز رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی لاشه (بدون اعماء و احشا) به ترتیب با استفاده از روشهای ۹۳۴/۰۱، ۹۲۰/۱۵۳، ۹۵۴/۰۱ و ۹۹۱/۳۶ ذکر شده در AOAC (2005) انجام گردید.

طرح کلی این تحقیق در قالب طرح کاملا تصادفی (Completely Randomized Design) برنامه ریزی و اجرا شد. تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel نسخه ۲۰۰۷ استفاده گردید. از آزمون آنالیز واریانس دو طرفه (Two-way ANOVA)، جهت وجود یا عدم وجود تفاوت معنی دار در داده های بدست آمده در سطح احتمال ۵ درصد و برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن (Duncan Multiple Range Tests) استفاده شد.

۳. نتایج

بررسی نتایج نشان داد که تیمارهای رنگ نور فاقد تاثیر معنی دار بر میزان هموگلوبین و هماتوکریت می باشند (P>۰/۰۵) (جدول ۱). این در حالی بود که میزان آنها به طور معنی داری بعد از اعمال استرس افزایش یافت که قابل پیش بینی بود.

بر اساس نتایج آزمون اول میزان کورتیزول در ماهیان پرورش یافته تحت رنگ نور قرمز (۹۶/۹۶ نانوگرم بر میلی لیتر) و سبز (۹۳/۸۷ نانوگرم بر میلی لیتر) در مقایسه با سایر تیمار ها افزایش معنی داری داشت، بطوری که علاوه بر استرس و رنگ نور، اثر متقابل بین آنها نیز معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) (شکل ۱). میزان گلوکز (شکل ۳)، کلسترول (شکل ۵) و تری گلیسرید (شکل ۷)، در ماهیان پرورش یافته تحت نور قرمز افزایش معنی داری داشت (P<۰/۰۵) و به طور کلی در ماهیان پرورش یافته تحت تیمار های مختلف رنگ نور بعد از اعمال استرس افزایش معنی داری در پارامتر های فوق مشاهده شد (P<۰/۰۵)، هر چند اثر متقابل آنها اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۱).

بررسی نتایج نشان داد که تیمارهای رنگ تانک نیز فاقد تاثیر معنی دار بر میزان هموگلوبین و هماتوکریت بودند (P>۰/۰۵) (جدول ۳). هر چند میزان آنها به طور معنی داری بعد از اعمال استرس افزایش یافته بود که باز هم این افزایش قابل انتظار بود. نتایج همچنین نشان داد که میزان کورتیزول در ماهیان پرورش یافته در تانک سیاه در مقایسه با سایر تیمار ها کاهش معنی داری داشت، بطوری که علاوه بر استرس و رنگ تانک، اثر متقابل بین آنها نیز معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) (شکل ۲). در مورد میزان گلوکز نتایج تنها حاکی از افزایش معنی دار آن بعد از اعمال استرس بدون داشتن رابطه ای مشخص با تیمارهای رنگ تانک بود (P<۰/۰۵) (شکل ۴). رنگ تانک فاقد هرگونه معنی دار بر میزان کلسترول (شکل ۶) و تری گلیسرید بود (شکل ۸) (P>۰/۰۵).

نتایج تاثیر تیمارهای مختلف رنگ نور و رنگ تانک بر آنالیز شیمیایی لاشه بچه فیل ماهیان نشان داد که تیمار های رنگ نور و نیز اعمال استرس تاثیر معنی داری بر شاخص های آنالیز لاشه نداشتند (P>۰/۰۵) (جداول ۲ و ۴).

٤. بحث و نتیجه گیری:

یکی از شاخص های مهم و قابل اطمینان در بررسی وضعیت سلامتی و فیزیولوژی ماهیان سنجش پارامترهای خون آنهاست که از تغذیه، عوامل محیطی و سن نیز اثر می پذیرد (Fanourak et al., 2007). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در خصوص شاخص-های هماتولوژیک شامل هماتوکریت و هموگلوبین تیمارهای

مختلف رنگ نور و رنگ تانک پرورشی فاقد تاثیر معنی دار بودند که بیانگر عدم تاثیر تیمار های مورد بررسی بر این دسته از شاخص های وضعیت سلامت ماهی می باشد. بطور کلی هدف از سنجش این دسته از شاخص های خونی و همچنین آنالیز لاشه در این مطالعه بعنوان یک تحقیق پایه ای، به دست آوردن دورنمایی از وسعت تاثیر تیمار های مورد مطالعه بر این شاخص ها بود.

Karakatsouli et al. (2008) به بررسی تاثیرات نورهای رنگی بر عملکرد رشد و واکنش استرسی بچه ماهی قزل آلا رنگین کمان پرداختند. ماهیان بمدت ۱۱۱ روز تحت نورهای سفید (طیف کامل)، قرمز (۶۰۵ نانومتر) و آبی (۴۸۰ نانومتر) پرورش یافتند. در انتهای دوره آزمایش و برای هر تیمار نوری، یک گروه از ماهیان بمدت یک ساعت تحت استرس محدودیت قرار گرفتند در حالیکه گروه دیگر بدون تغییر باقی ماندند (گروه شاهد). نتایج تحقیق آنان در زمینه میزان هماتوکریت و هموگلوبین قبل و بعد از استرس با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت.

جدول ۱- نتایج تاثیر تیمارهای مختلف رنگ نور بر پارامترهای سروهماتولوژیک مورد بررسی در بچه فیل ماهیان در پایان هفته دوازدهم و بعد از اعمال استرس

Table 1- The results of the effect of different light color treatments on serohematological parameters investigated in baby elephant fish at the end of the twelfth week and after applying stress.

شاخص/ رنگ نور	پیش از استرس				پس از استرس				آنالیز واریانس دو طرفه		
	سفید	قرمز	سبز	آبی	سفید	قرمز	سبز	آبی	S	LC	S× LC
هموگلوبین	۶/۶۵ ±۰/۲	۶/۸۶ ±۰/۱۲	۶/۵۱ ±۰/۱۶	۶/۷۲ ±۰/۲۱	۷/۷۱ ±۰/۳۸	۹/۸۱ ±۰/۹۱	۹/۵۵ ±۰/۹۹	۹/۹۳ ±۰/۸۲	*	NS	NS
هماتوکریت	۲۵/۵۰ ±۱/۲۵	۲۶/۳۳ ±۱/۶۵	۲۶ ±۰/۸۵	۲۵ ±۱/۵۹	۲۶/۵۷ ±۰/۸۷	۲۸/۵ ±۰/۸۵	۲۸/۵ ±۰/۸۱	۳۰/۲۵ ±۰/۸۴	*	NS	NS
گلوکز	۳۵/۳۶ ±۱/۳۶	۴۵/۳۸ ±۱/۴۲	۳۶/۴۳ ±۲/۱۲	۳۴/۸۱ ±۲/۰۶	۹۰/۸۲ ±۸/۰۹	۹۶/۹۶ ±۸/۱۱	۹۳/۸۷ ±۸/۳۴	۸۱/۰۷ ±۶/۲۰	*	*	NS
کورتیزول	۰/۲۷ ±۰/۰۱	۰/۴۴ ±۰/۰۲	۰/۲۲ ±۰/۰۲	۰/۲۱ ±۰/۰۲	۳۰/۶۰ ±۳/۵۳^{ab}	۳۶/۳۰ ±۴/۶۶^{b}	۳۵ ±۳/۶۰^{b}	۲۲/۳۳ ±۴/۰۵^{a}	*	*	*
کلسترول	۵۷/۱۶ ±۳/۸۰	۷۳/۹۷ ±۴/۷۰	۵۳/۴۰ ±۴/۷۱	۵۱/۳۱ ±۳/۷۲	۷۴/۹۹ ±۸/۰۳	۸۵/۳۷ ±۴/۹۸	۷۳/۳۸ ±۷/۴۷	۷۳/۶۱ ±۷/۶۳	*	*	NS
تری گلیسرید	۲۷۵/۲۱±۲۱/۴۸	۴۷۷/۴۰ ±۳۹/۳۶	۲۵۰/۳۴ ±۳۷/۱۰	۲۹۳/۶۰ ±۱۱/۸۵	۳۸۹/۳۴ ±۵۸/۰۸	۴۹۴/۹۸ ±۵۰/۰۷	۴۰۴/۷۳ ±۴۶/۳۰	۳۸۰ ±۴۱/۷۴	*	*	NS

میانگین±انحراف معیار چهار تکرار. مقادیر فاقد حرف لاتین مشترک دارای اختلاف معنی دارهستند؛

*: P<۰/۰۵، NS: P>۰/۰۵، LC: تیمارهای رنگ نور، S: اثر استرس، S × LC: اثر متقابل استرس و تیمارهای رنگ نور

جدول ۲- نتایج تاثیر تیمارهای مختلف رنگ نور بر آنالیز شیمیایی لاشه در بچه فیل ماهیان در پایان هفته دوازدهم و بعد از اعمال استرس

Table 2- The results of the effect of different light color treatments on the chemical analysis of the carcass in baby elephant fish at the end of the twelfth week and after applying stress.

شاخص/ رنگ نور	پیش از استرس				پس از استرس				آنالیز واریانس دو طرفه		
	سفید	قرمز	سبز	آبی	سفید	قرمز	سبز	آبی	S	LC	S × LC
رطوبت	۷۴/۸۲ ±۰/۶۴	۷۵/۲۸ ±۰/۶۷	۷۵/۱۱ ±۰/۴۶	۷۵/۶۷ ±۰/۵۶	۷۵/۴۱ ±۰/۳۹	۷۴/۱۵ ±۰/۴۵	۷۶/۰۳ ±۰/۵۴	۷۴/۸۷ ±۰/۳۸	NS	NS	NS
پروتئین	۱۶/۷۴ ±۰/۹۲	۱۶/۴۳ ±۰/۹۰	۱۶/۴۶ ±۰/۳۱	۱۶/۷۱ ±۰/۴۷	۱۶/۰۱ ±۰/۶۸	۱۶/۷۸ ±۰/۶۷	۱۶/۲۹ ±۰/۲۶	۱۶/۴۳ ±۰/۳۷	NS	NS	NS
چربی	۵/۹۵ ±۰/۱۳	۶/۱۲ ±۰/۰۶	۵/۸۷ ±۰/۱۸	۵/۹۸ ±۰/۱۸	۵/۴۱ ±۰/۲۳	۵/۷۵ ±۰/۱۶	۵/۰۷ ±۰/۱۰	۵/۵۸ ±۰/۲۱	NS	NS	NS
خاکستر	۱/۹۵ ±۰/۰۵	۱/۸۹ ±۰/۰۷	۱/۹۸ ±۰/۱۱	۲/۰۱ ±۰/۱۴	۲/۰۱ ±۰/۰۷	۱/۷۹ ±۰/۱۰	۱/۸۳ ±۰/۱۶	۱/۹۹ ±۰/۰۳	NS	NS	NS

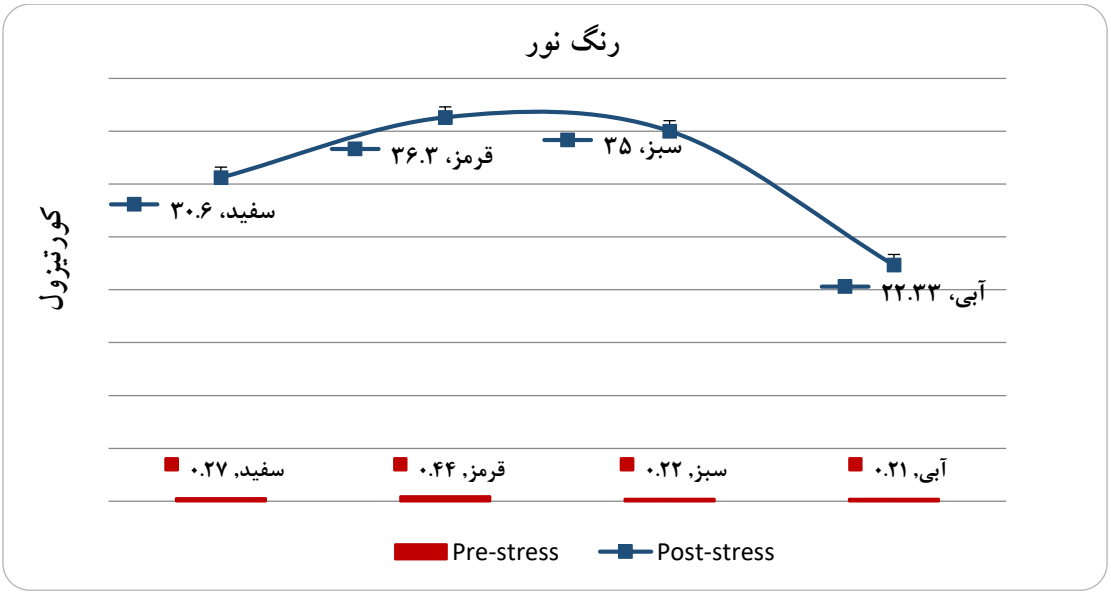
میانگین±انحراف معیار سه تکرار. NS: P>۰/۰۵، LC: تیمارهای رنگ نور، S: اثر استرس، S × LC: اثر متقابل استرس و تیمارهای رنگ نور

جدول ۳. نتایج تاثیر تیمارهای مختلف رنگ تانک بر پارامترهای هماتولوژی مورد بررسی در بچه فیل ماهیان در پایان هفته دوازدهم و بعد از اعمال استرس

Table 3. The results of the effect of different tank color treatments on the hematological parameters investigated in baby elephant fish at the end of the twelfth week and after applying stress.

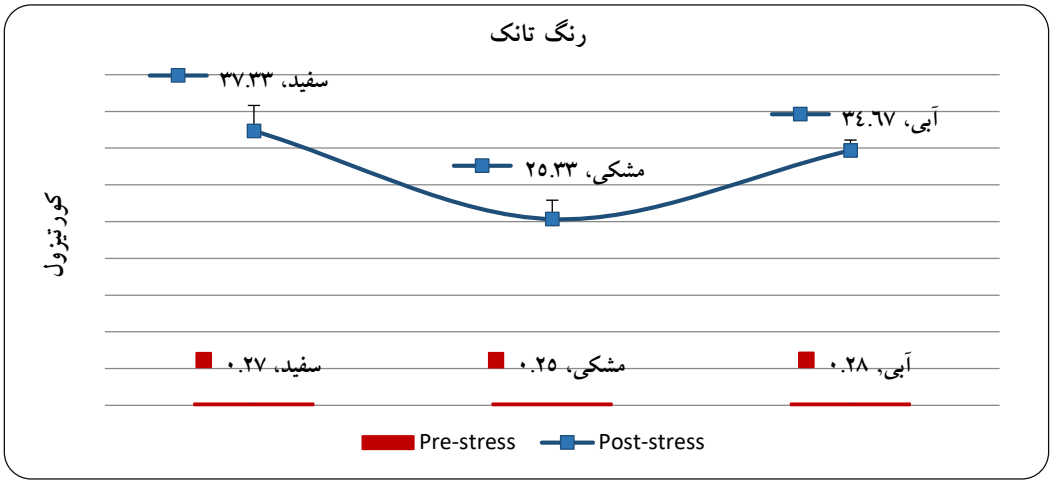
شاخص/ رنگ نور	پیش از استرس			پس از استرس			آنالیز واریانس دو طرفه		
	سفید	سیاه	آبی	سفید	سیاه	آبی	S	TC	S×TC
هموگلوبین	۶/۵۳ ±۰/۲۱	۶/۵۵ ±۰/۲۹	۶/۴۳ ±۰/۲۲	۹/۲۱ ±۰/۴۵	۷/۶۰ ±۰/۳۱	۸/۰۶ ±۰/۱۳	*	NS	NS
هماتوکریت	۲۵/۱۳ ±۱/۱۴	۲۵/۶۳ ±۱/۸۹	۲۴/۵ ±۱/۳۴	۳۱/۸۷ ±۱/۱۷	۲۸/۶۷ ±۰/۹۵	۲۸/۸۳ ±۰/۹۵	*	NS	NS
گلوکز	۴۴/۶۵ ±۱/۷۷	۳۳/۱۳ ±۲/۱۹	۴۳/۵۸ ±۳/۱۰	۹۰/۷۳ ±۸/۴۳	۷۹/۰۵ ±۸/۲۷	۸۱/۵۱ ±۱۳/۹۵	*	NS	NS
کورتیزول	۰/۲۷ ±۰/۰۳	۰/۲۵ ±۰/۰۲	۰/۲۸ ±۰/۰۳	۳۷/۳۳ ±۳/۴۸^{b}	۲۵/۳۳ ±۲/۶۰^{a}	۳۴/۶۷ ±۱/۴۵^{b}	*	NS	*
کلسترول	۶۲/۶۰ ±۹/۳۸	۵۴/۳۳ ±۳/۵۳	۶۷/۰۶ ±۲/۳۱	۶۳/۴۲ ±۵/۶۸	۵۷/۰۲ ±۵/۰۲	۶۲/۵۸ ±۷/۶۲	NS	NS	NS
تری گلیسرید	۳۱۷/۶۵ ±۴۸/۸۴	±۴۶/۸۰ ۲۶۶/۹۴	±۲۰/۹۵ ۲۰۸/۴۵	±۳۹/۱۰ ۳۲۷/۶۲	±۴۱/۰۷ ۳۱۳/۵۸	۳۰۱ ±۴۳/۶۵	NS	NS	NS

میانگین± SE ۴ تکرار. مقادیر فاقد حرف لاتین مشترک دارای اختلاف معنی دارهستند؛ *: P<۰/۰۵، NS: P>۰/۰۵ ، TC: تیمارهای رنگ تانک، S: اثر استرس، S × TC: اثر متقابل استرس و تیمارهای رنگ تانک



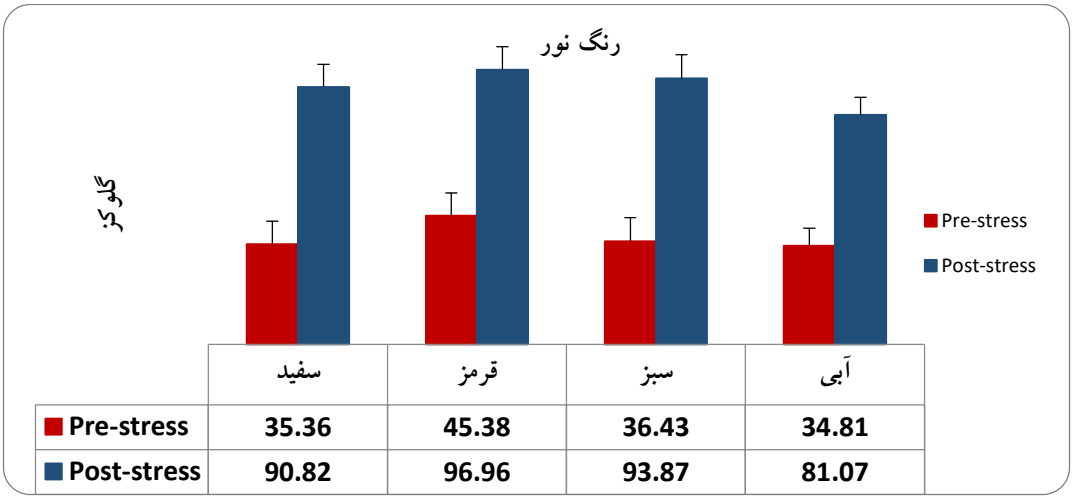
شکل ۱- مقایسه میزان کورتیزول تیمارهای مختلف رنگ نور پیش و بعد از اعمال استرس

Fig. 1- Comparison of cortisol levels of different light color treatments before and after stress



شکل ۲- مقایسه میزان کورتیزول تیمارهای مختلف رنگ تانک پیش و بعد از اعمال استرس

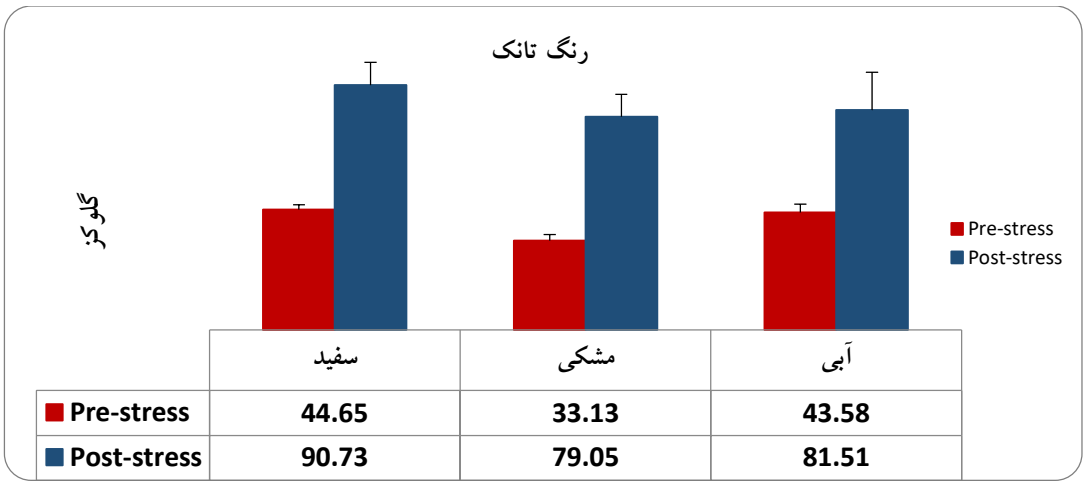
Fig. 2- Comparison of cortisol levels of different tank color treatments before and after stress



	سفید	قرمز	سبز	آبی
Pre-stress	35.36	45.38	36.43	34.81
Post-stress	90.82	96.96	93.87	81.07

شکل ۳- مقایسه میزان گلوکز تیمارهای مختلف رنگ نور پیش و بعد از اعمال استرس

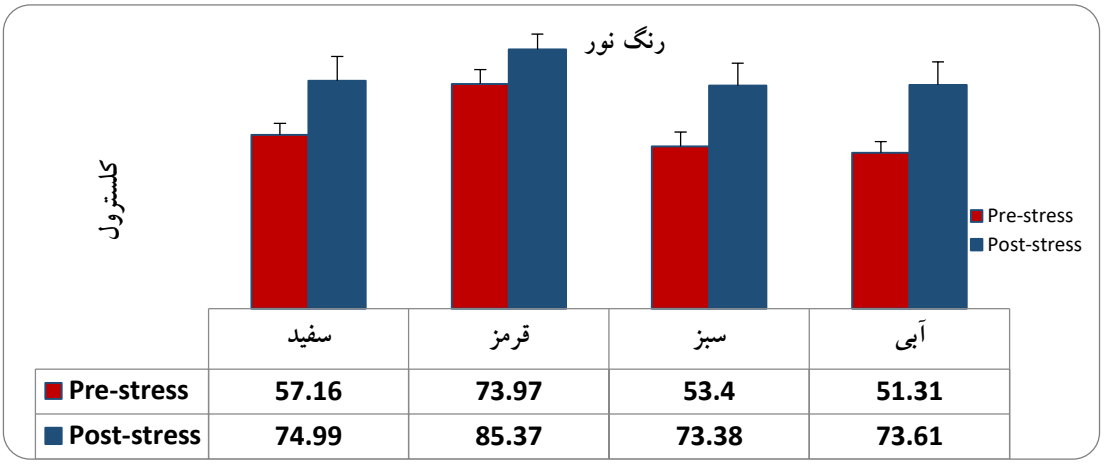
Fig. 3- Comparison of glucose levels of different light color treatments before and after stress



	سفید	مشکی	آبی
Pre-stress	44.65	33.13	43.58
Post-stress	90.73	79.05	81.51

شکل ٤- مقایسه میزان گلوکز تیمارهای مختلف رنگ تانک پیش و بعد از اعمال استرس

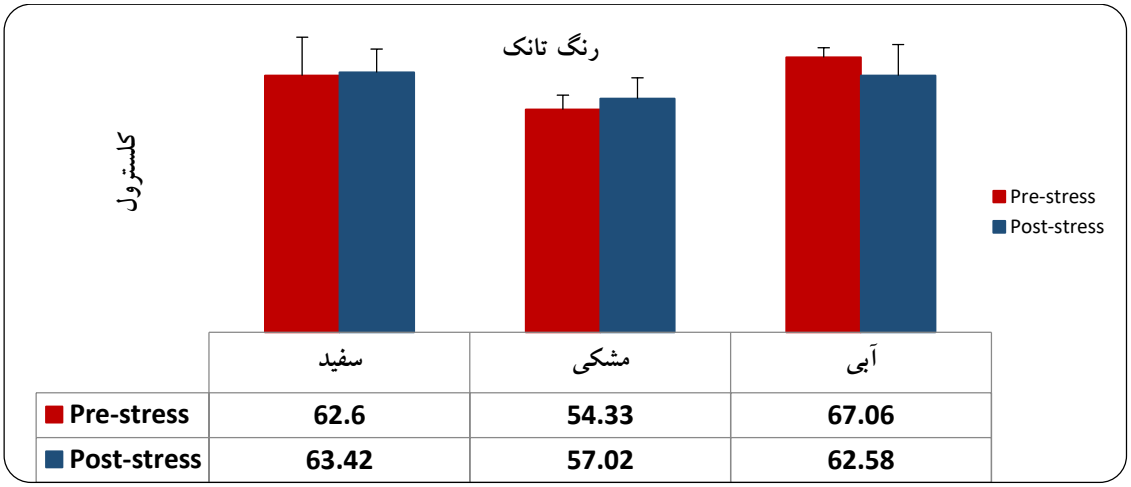
Fig. 4- Comparison of glucose level of different tank color treatments before and after applying stress



	سفید	قرمز	سبز	آبی
Pre-stress	57.16	73.97	53.4	51.31
Post-stress	74.99	85.37	73.38	73.61

شکل ۵- مقایسه میزان کلسترول تیمارهای مختلف رنگ نور پیش و بعد از اعمال استرس

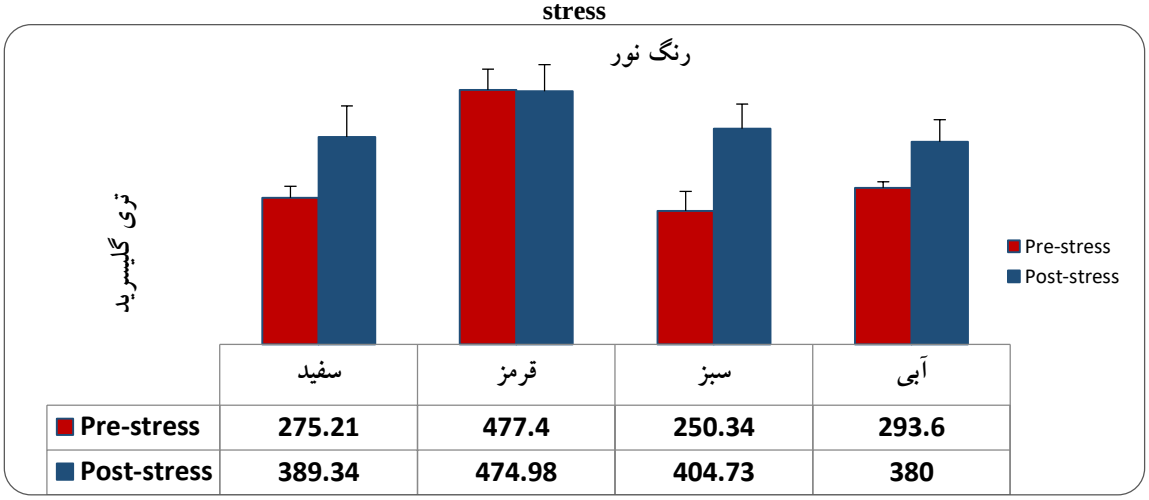
Fig. 5- Comparison of cholesterol levels of different light color treatments before and after applying stress



	سفید	مشکی	آبی
Pre-stress	62.6	54.33	67.06
Post-stress	63.42	57.02	62.58

شکل ٦- مقایسه میزان کلسترول تیمارهای مختلف رنگ تانک پیش و بعد از اعمال استرس

Fig. 6– Comparison of cholesterol levels of different tank color treatments before and after applying stress



	سفید	قرمز	سبز	آبی
Pre-stress	275.21	477.4	250.34	293.6
Post-stress	389.34	474.98	404.73	380

شکل ۷- مقایسه میزان تری گلیسرید تیمارهای مختلف رنگ نور پیش و بعد از اعمال استرس

Fig. 7- Comparison of triglyceride levels of different light color treatments before and after stress

	سفید	مشکی	آبی
Pre-stress	317.65	266.94	208.45
Post-stress	327.62	313.58	301

شکل ۸. مقایسه میزان تری گلیسرید تیمارهای مختلف رنگ تانک پیش و بعد از اعمال استرس

Fig. 8- Comparison of triglyceride levels of different tank color treatments before and after stress

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که شرایط نوری ایجاد شده برای بچه فیل ماهیان پرورش یافته تحت نور آبی و رنگ تانک سیاه با داشتن میزان کمتر هورمون کورتیزول و رشد بیشتر ممکن است توسط آنها طبیعی تر تلقی شود. Volpato و Barreto (2001) به بررسی تاثیرات نورهای سفید، آبی و سبز بر واکنش استرسی تیلاپیای نیل *Oreochromis niloticus* پرداختند. هر رنگ در دو گروه از تیلاپیاهای نیل بالغ مورد آزمایش قرار گرفت.

در نهایت نتایج نشان داد که سطوح کورتیزول پلاسما در ماهیان پرورش یافته تحت نور آبی افزایش نیافت. بنابراین آنها نشان دادند که رنگ آبی از واکنش استرسی تحریک شده بوسیله محدودسازی جلوگیری می نماید. آنها این تاثیر را بطور خاص منطبق بر طیف نوری زیستگاه طبیعی ماهی دانستند. بنابراین زمانی که شرایط طیف نور موجود در محیط پرورش با شرایط طبیعی مطابقت نداشته باشد می تواند بعنوان عامل استرس زا تلقی گردد.

نتایج تحقیق Karakatsouli et al. (2008) نشان داد که از میان ماهیانی که تحت محدودیت بودند، آنهایی که تحت نور آبی پرورش یافته بودند، افزایش کورتیزول کمتری در مقایسه با نور سفید از خود نشان دادند.

Barcellos و همکاران (2009) به بررسی اثرات دو رنگ تانک پرورشی سفید و آبی بر پاسخ استرسی Jundia (*Rhamdia quelen*) پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که میزان افزایش کورتیزول در ماهیان پرورش یافته در تانک آبی در مقایسه با تانک سفید کمتر بود. آنها این پاسخ بهتر استرسی را توسط عادات شب فعالی این گونه توجیه نموده، محیط با انعکاس نوری کمتر را توجیحی برای واکنش بهتر ماهی دانستند.

یکی از اعمال متابولیکی کورتیزول، کاهش مصرف گلوکز بوسیله سلول ها و در نتیجه هایپرگلایسمیا می باشد چرا که کورتیکوستروئیدها بیشتر از طریق گلوکونئوژنز منجر به افزایش قند خون می گردند (Thomas, 1990; Kubokawa et al., 1999). از این رو اندازه گیری گلوکز به همراه کورتیزول فاکتور مناسبی جهت ارزیابی شدت پاسخ های نورواندوکرینی و وقوع استرس در ماهیان محسوب می گردد (Pottinger and Carrick, 1999).

Karakatsouli et al. (2007) همچنین مشاهده کردند که در بچه ماهیان قزل آلای پرورش یافته تحت نور آبی که از رشد کمتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند، میزان گلوکز بطور معنی داری کمتر بود که با نتایج مربوط به نوروترنسمیترهای مغزی مطابقت داشته و حاکی از وجود شرایط استرسی در این ماهیان بود که از لحاظ مکانیسم و روابط بین نتایج با نتایج تحقیق حاضر در زمان صفر مطابقت داشت. نتایج مطالعه Karakatsouli et al. (2008)، که به بررسی تاثیرات نورهای رنگی بر عملکرد رشد و واکنش استرسی بچه ماهی قزل آلا رنگین کمان پرداخته بودند، نشان داد که میزان گلوکز بعد از اعمال تست استرس منطبق بر نتایج کورتیزول بطور معنی داری در ماهیان پرورش یافته تحت نور قرمز افزایش یافت.

کورتیزول دارای اثرات لیپولتیک می باشد و از این رو همگام با افزایش آن میزان سطوح تری گلیسرید نیز افزایش می یابد (Bahmani, 1999). سنتز و آزادسازی استروئیدهای غده آدرنال از جمله کورتیزول تحت تاثیر ACTH آزاد شده از هیپوفیز می باشد. مطالعات انجام شده نشان داد که ACTH سنتز و آزادسازی این هورمون را از طریق افزایش تبدیل کلسترول به پرگننولون (Pregnenolone) افزایش می دهد و بدین ترتیب کورتیزول از طریق پروگننولون و طی مجموعه ای از واکنش ها که در میتوکندری یا شبکه اندوپلاسمیک سلول های غده آدرنال صورت

می گیرد از کلسترول ساخته می شود (Bahmani, 1999). از این رو بنظر می رسد که در تحقیق حاضر با توجه به بالا بودن میزان کورتیزول در تیمار رنگ نور قرمز و رنگ تانک سفید و همچنین تاثیر لیپولتیک آن، افزایش میزان کلسترول و تری گلیسرید در این تیمار ها قابل توجیه باشد.

بطور کل از مطالعه حاضر می توان نتیجه گرفت که رنگ نور و رنگ تانک پرورشی بر پارامترهای فیزیولوژیک بچه فیل ماهی تاثیر گذار بوده است که از طریق تحریک غده صنوبری و شبکیه چشم و در نتیجه ترشح ملاتونین و تاثیر آن بر سیستم دوپامینرژیک قابل توجیه می باشد. بر اساس نتایج بدست آمده رنگ نور آبی و رنگ تانک مشکی با ایجاد حالت آرامش در ماهی تاثیر مثبتی بر شرایط فیزیولوژیک ماهی داشته و پاسخ استرسی بهتری را بهمراه داشته اند. در پایان با در نظر گرفتن موارد مثبت کسب شده از این تحقیق مطلوبترین طیف نور و رنگ تانک پرورشی برای فیل ماهی در محدوده وزنی و شرایط ذکرشده به ترتیب طیف آبی و رنگ سیاه پیشنهاد می گردد.

Refrences

Bahmani, M., 1999. Investigating the ecophysiology of stress through the effect on HPG axis, HPI, immune system and reproductive process in Iranian tasmahi (Acipenser persicus). Ph.D Thesis, *Islamic Azad University*, *Tehran Science and Research Unit*, Iran. (In Persian).

Barcellos, L.J.G., Ritter, F., Carlos Kreutz, L., Bolognesi da Silva, L., Cericato, L. and Mezzalira Quevedo, R., 2006. The color of illumination affects the stress response of jundiá (Rhamdia quelen, Quoy & Gaimard, Heptapteridae). *Ci. Rural*.

Barcellos, L.J.G., Kreutz, L.C., Quevedo, R.M., da Rosa, J.G.S., Koakoski, G., Centenaro, L. and Pottker, E., 2009. Influence of color background and shelter availability on jundiá (Rhamdia quelen) stress response. *Aquaculture*, *288*(1-2), pp.51-56. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.11.002.

Barton, B.A., 2002. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integrative and comparative biology*, *42*(3), pp.517-525. DOI: 10.1093/icb/42.3.517.

Billard, R. and Lecointre, G., 2000. Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *10*, pp.355-392. DOI: 10.1023/A:1012231526151.

Birstein, V.J., 1993. Sturgeons and paddlefishes: threatened fishes in need of conservation. *Conservation Biology*, *7*(4), pp.773-787. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1993.740773.x.

Brännäs, E., Alanärä, A. and Magnhagen, C., 2001. The social behaviour of fish. In *Social behaviour in farm animals* (pp. 275-304). Wallingford UK: CABI publishing. DOI: 10.1079/9780851993973.0275.

Cheng, C.L. and Novales Flamarique, I., 2004. New mechanism for modulating colour vision. *Nature*, *428*(6980), pp.279-279. DOI: 0.1038/nature02480.

Ebrahimi Derche, I., Pourreza, J., Panamaryov, s., Kamali, A. and Hosseini, A., 2004. The effect of different amounts of protein and fat on the growth indices and chemical composition of baby elephant fingerlings (*Huso huso*). *Soil and water sciences (agricultural sciences and techniques and natural resources)*, 8, pp.229-241. (In Persian).

Govardovskii, V.I., Byzov, A.L., Zueva, L.V., Pousczuk, N.A. and Baburina, E.A., 1991. Spectral characteristics of photoreceptors and horizontal cells in the retina of the Siberian sturgeon Acipenser baeri Brandt. *Vision research*, *31*(12), pp.2047-2056. DOI: 10.1016/0042-6989(91)90162-X.

Govardovskii, V.I., Röhlich, P., Szél, Á. and Zueva, L.V., 1992. Immunocytochemical reactivity of rod and cone visual pigments in the sturgeon retina. *Visual neuroscience*, *8*(6), pp.531-537.DOI: Govardovskii, V.I., Röhlich, P., Szél, Á. and Zueva, L.V., 1992. Immunocytochemical reactivity of rod and cone visual pigments in the sturgeon retina. *Visual neuroscience*, *8*(6), pp.531-537. DOI: 10.1017/S0952523800005629.

Houston, A.H., 1990. Blood and circulation. *Methods for fish biology*, pp.415-488.

Hung, S.S. and Deng, D.F., 2002. Sturgeon, Acipenser spp. In *Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture* (pp. 344-357). Wallingford UK: CABI Publishing. DOI: 10.1079/9780851995199.0344.

JOBLING, M., 1994. Fish bioenergetics. *Fish and fisheries series*, *13*.

Karakatsouli, N., Papoutsoglou, S.E., Pizzonia, G., Tsatsos, G., Tsopelakos, A., Chadio, S., Kalogiannis, D., Dalla, C., Polissidis, A. and

Papadopoulou-Daifoti, Z., 2007. Effects of light spectrum on growth and physiological status of gilthead seabream Sparus aurata and rainbow trout Oncorhynchus mykiss reared under recirculating system conditions. *Aquacultural Engineering*, *36*(3), pp.302-309. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2007.01.005.

Karakatsouli, N., Papoutsoglou, S.E., Panopoulos, G., Papoutsoglou, E.S., Chadio, S. and Kalogiannis, D., 2008. Effects of light spectrum on growth and stress response of rainbow trout Oncorhynchus mykiss reared under recirculating system conditions. *Aquacultural Engineering*, *38*(1), pp.36-42. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2007.10.006.

Kubokawa, K., Watanabe, T., Yoshioka, M. and Iwata, M., 1999. Effects of acute stress on plasma cortisol, sex steroid hormone and glucose levels in male and female sockeye salmon during the breeding season. *Aquaculture*, *172*(3-4), pp.335-349. DOI: 10.1016/S0044-8486(98)00504-3.

Loew, E.R. and Sillman, A.J., 1993. Age-related changes in the visual pigments of the white sturgeon (Acipenser transmontanus). *Canadian Journal of Zoology*, *71*(8), pp.1552-1557. DOI: 10.1139/z93-219.

Mohammadi, M., 2002. *Determining the optimal amount of protein in the diet of baby elephant fish*. M. S Tarbiat Modares University.

Papoutsoglou, S.E., Mylonakis, G., Miliou, H., Karakatsouli, N.P. and Chadio, S.J.A.E., 2000. Effects of background color on growth performances and physiological responses of scaled carp (Cyprinus carpio L.) reared in a closed circulated system. *Aquacultural Engineering*, *22*(4), pp.309-318. DOI: 10.1016/S0144-8609(00)00056-X.

Pottinger, T.G. and Carrick, T.R., 1999. Modification of the plasma cortisol response to stress in rainbow trout by selective breeding. *General and comparative endocrinology*, *116*(1), pp.122-132. DOI: 10.1006/gcen.1999.7355.

Pourkazemi, M., Skibinski, D.F. and A. Beardmore, J., 1999. Application of mtDNA d-loop region for the study of Russian sturgeon population structure from Iranian coastline of the Caspian Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, *15*(4-5), pp.23-28. DOI: 10.1111/j.1439-0426.1999.tb00199.x.

Redding, J.M., Schreck, C.B., Birks, E.K. and Ewing, R.D., 1984. Cortisol and its effects on plasma thyroid hormone and electrolyte concentrations in fresh water and during seawater acclimation in yearling coho salmon, Oncorhynchus kisutch. *General and Comparative Endocrinology*, *56*(1), pp.146-155. DOI: 10.1016/0016-6480(84)90071-6.

Řehulka, J., 2000. Influence of astaxanthin on growth rate, condition, and some blood indices of rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. *Aquaculture*, *190*(1-2), pp.27-47.DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00383-5.

Sillman, A., Sorsky, M. and Loew, E., 1995. The visual pigments of wild white sturgeon (Acipenser transmontanus). *Canadian journal of zoology*, *73*(4), pp.805-809. DOI: 10.1139/z95-093.

Sillman, A.J., Beach, A.K., Dahlin, D.A. and Loew, E.R., 2005. Photoreceptors and visual pigments in the retina of the fully anadromous green sturgeon (Acipenser medirostrus) and the potamodromous pallid sturgeon (Scaphirhynchus albus). *Journal of Comparative Physiology A*, *191*, pp.799-811. DOI: 10.1007/s00359-005-0004-6.

THOMAS, P., 1990. Molecular and biochemical responses of fish to stressors and their potential use in environmental monitoring. In *Am Fish Soc Symp* (Vol. 8, pp. 9-28). DOI: 10.1371/journal.pone.0184341.

Van der Salm, A.L., Martinez, M., Flik, G. and Bonga, S.W., 2004. Effects of husbandry conditions on the skin colour and stress response of red porgy, Pagrus pagrus. *Aquaculture*, *241*(1-4), pp.371-386. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2004.08.038.

Volpato, G.L. and Barreto, R.E., 2001. Environmental blue light prevents stress in the fish Nile tilapia. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *34*, pp.1041-1045. DOI: 10.1590/S0100-879X2001000800011.

Journal of Marine Science and Technology

Spring 2023, Vol. 22, No.1, pp: 80-90.

Available Online: *http://jmst.kmsu.ac.ir*
Original Article

Effects of Colored Light and Tank Color on Stress Response of Juvenile Beluga, *Huso huso*

Ashkan Banan[1], Mohammad Reza Kalbasi Masjidshahi [1*], Mahmoud Bahmani [2], Mohammad Ali Yazdani Sadati[2]

1. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resource and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor Mazandaran, Iran.
2. Dr. Dadman International Sturgeon Research Institute, Rasht, Iran.

Corresponding author: kalbassi_m@modares.ac.ir

Received: 29 October 2010 **Revise Date:** 24 February 2011 **Accepted:** 7 March 2011

DOI: 10.22113/jmst.2023.171382

Abstract

The present study aimed to investigate effects of colored light and tank color on stress response of juvenile beluga, *Huso huso*, including the measurement of some sero-haematological parameters (Hemoglobin, hematocrit, cortisol, glucose, etc.) and carcass chemical analysis. The study was conducted at International Sturgeon Research Institute in Rasht, Gilan, using 64 specimens for colored light treatments with initial weight 98.83 ± 1.42 (mean ± SE) g which were reared (in groups of 8) under white, red, green and blue light and using 48 specimens for tank color treatments with initial weight 98.46 ± 1.17 (mean ± SE) g which were reared (in groups of 8) in white, black and blue tanks, all for 12 weeks. Based on the obtained results, cortisol levels in fish reared under red and green lights were significantly higher so much so that in addition to stress and light color effects, their interaction was also significant ($P< 0.05$). The results also depicted that cortisol levels in fish reared in black tank were significantly lower so much so that in addition to stress and tank color effects, their interaction was also significant ($P< 0.05$). However, in regard to the other parameters- hemoglobin, hematocrit and carcass chemical analysis- no significant differences were observed. Reviewing the obtained results demonstrates that blue light and black tank by establishing comfort in beluga juveniles have positive significant effects on physiological conditions and spell better stress response.

Keywords: Light spectrum; Tank color; Stress; Carcass chemical analysis

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.