

بررسی اثر موسیقی بر تغییرات رفتاری، درصد تلفات و برخی شاخصهای فیزیولوژیک ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در شرایط آزمایشگاهی و سیستم

مدار بسته پرورشی

بابک عطائی مهر^{۱*}، محبوبه شیریان^۱، ناصر میرازی^۲ و افشین محسنی آراسته^۳

۱- تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، دانشکده علوم و فنون دریایی، گروه شیلات

۲- همدان، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده علوم پایه، گروه زیست‌شناسی

۳- تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، دانشکده علوم و فنون دریایی، گروه فیزیک دریا

تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۲۶

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۲۵

چکیده

در پژوهش حاضر اثر موسیقی بر تغییرات رفتاری، درصد تلفات و برخی شاخصهای فیزیولوژیک ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با میانگین وزن 2 ± 50 گرم، در ۳ مرحله ۱۲۰ ساعته مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله اول به منظور انتخاب نوع موسیقی، ماهیان به طور روزانه در معرض سه نوع موسیقی کلاسیک، اصیل ایرانی و صدای جریان آب در طبیعت قرار گرفتند و در مرحله دوم به منظور تعیین زمان در معرض گذاری، موسیقی برگزیده براساس نتایج مرحله اول، روزانه به مدت ۱، ۳ و ۶ ساعت برای ماهیان پخش گردید. در این راستا بر مبنای بروز علائم آرامش رفتاری شامل شنای آرام و آهسته در کنار بلندگو و تجمع در زیر آن به همراه عدم بروز تلفات و کاهش معنی دار در میزان هورمون کورتیزول خون طی ۲۴ ساعت اولیه از $1/7 \pm 22/41$ به $0/6 \pm 12/48$ نانوگرم بر میلی لیتر ($P < 0/05$) دیده شد. ادامه این روند تا انتهای آزمایش، موسیقی کلاسیک از میان سایر انواع موسیقی مورد بررسی در مرحله اول و بر مبنای بروز همان تغییرات رفتاری و عدم بروز تلفات و کاهش معنی دار در میزان هورمون کورتیزول خون طی ۲۴ ساعت اولیه از $2/1 \pm 30/23$ به $1/2 \pm 16/65$ نانوگرم بر میلی لیتر ($P < 0/05$) و تداوم این روند تا انتهای آزمایش، مدت زمان پخش این نوع موسیقی به مدت ۱ ساعت نسبت به سایر زمانهای در معرض گذاری در مرحله دوم به عنوان مناسب ترین زمان در معرض گذاری انتخاب گردید. بر اساس نتایج مراحل یک و دو آزمایش، مرحله سوم به منظور بررسی کیفیت نتایج حاصل از شرایط آزمایشگاهی در شرایط پرورشی، در مخازن سیستم مدار بسته با پخش موسیقی کلاسیک به مدت یک ساعت برای ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان صورت پذیرفت. تغییرات رفتاری مشابه دو مرحله قبل شامل شنای آرام و آهسته در کنار بلندگو و تجمع در زیر آن به همراه عدم بروز تلفات و کاهش معنی دار در ساعات صفر، ۱۲، ۲۴، ۷۲ و ۱۲۰ پس از شروع آزمایش در مقادیر هورمون کورتیزول خون (به ترتیب: $2/1 \pm 37/80$ ، $2/8 \pm 32/69$ ، $1/3 \pm 20/93$ ، $1/5 \pm 20/13$ و $0/8 \pm 11/62$ نانوگرم بر میلی لیتر)، متابولیت گلوکز (به ترتیب: $1/1 \pm 67/00$ ، $2/2 \pm 60/66$ ، $4/9 \pm 57/11$ ، $3/6 \pm 53/33$ و $1/3 \pm 31/94$ میلی گرم بر دسی لیتر) ($P < 0/05$) و افزایش معنی دار در شاخص وزن کبد (HSI) (به ترتیب: $0/07 \pm 0/96$ ، $0/06 \pm 1/21$ ، $0/06 \pm 1/26$ ، $0/07 \pm 1/27$ و $0/06 \pm 1/28$ درصد) ($P < 0/05$) را می توان به اثر مثبت موسیقی کلاسیک بر افزایش آرامش و بهبود ساز و کار فیزیولوژیک بدن ماهیان مورد بررسی و کاهش استرس در آنها نسبت داد.

واژه های کلیدی: موسیقی، رفتار، کورتیزول، گلوکز، تلفات، HSI، قزل‌آلای رنگین‌کمان

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۹۵۵۱۳۱۶۶، پست الکترونیکی: b_ataeimehr@iau-tnb.ac.ir

مقدمه

موسیقی مانند دما و نور به عنوان یک عامل محیطی غیر زیستی می‌تواند بر رفتار و مکانیزم فیزیولوژیک بدن جانوران مؤثر باشد (۲۳) و موجب تغییر در ساختار و عملکرد آنها و متعاقباً در محیط پرورشی گردد (۳۶). مطالعات نشان داده اند که کاهش استرس و افزایش تولید شیر در گاوهای *Holstein Friesian* (۲۲ و ۳۵)، کاهش استرس و افزایش تولید گوشت در مرغهای گوشتی (۱۴)، کاهش تنش و افزایش تخم‌گذاری در مرغهای تخم‌گذار (۸ و ۱۰)، افزایش توان یادگیری، کاهش استرس و هم‌جنس خواری در موشهای آزمایشگاهی (۱۰)، کاهش استرس در بچه خوکها پس از جداکردن از شیر مادر (۱۱ و ۲۱)، افزایش آرامش و کاهش قابل توجه در میزان پارس کردن ناشی از اضطراب در سگها (۴۰)، از اثرات مثبت کاربرد موسیقی در پرورش دام و طیور می‌باشد.

اثرات مثبت موسیقی بر ویژگیهای روان‌شناختی و رفتاری انسان شامل کاهش تنش و اضطراب به تأیید رسیده است (۲۶). در مقام مقایسه مطالعات اندکی در خصوص اثر موسیقی بر ساختار و عملکرد فیزیولوژیک ماهیها انجام شده است. مطالعات انجام شده در مقیاس آزمایشگاهی بر تأثیر موسیقی کلاسیک بر افزایش آرامش رفتاری، شنای آرام و آهسته در اطراف بلندگو به همراه افزایش میزان چربی و کربوهیدراتها در اندامهای بدن و افزایش رشد در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) (۲۴، ۳۶)، ماهی طلایی (*Carassius auratus*) (۳۱ و ۳۲) و ماهی شانک طلایی (*Sparus aurata*) (۲۵) دلالت می‌کند. کاهش استرس یکی از اهداف پرورش دهندگان ماهی در جهت تولید بیشتر می‌باشد و به نظر می‌رسد یکی از راهکارهای نوین تعدیل اثرات استرس از طریق ایجاد تغییر در شاخصهای فیزیولوژیک وابسته به خون و بافت‌های بدن ماهیان پرورشی در کنار روش‌های نوین بیوتکنولوژیک، استفاده از موسیقی باشد (۳، ۱۹ و ۳۱).

در این راستا پژوهش حاضر به بررسی اثر موسیقی بر تغییرات رفتاری، درصد تلفات و برخی شاخصهای فیزیولوژیک (هورمون کورتیزول، متابولیت گلوکز و درصد وزن کبد) ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرداخت تا به عنوان هدفی بنیادین الگوی تغییرات شاخصهای فوق را در جهت جبران کمبود اطلاعات علمی معتبر در این خصوص بررسی نماید و به عنوان هدفی کاربردی امکان استفاده از موسیقی را جهت یک ابزار مدیریتی ساده و مقرون به صرفه در راستای کاهش استرس و ایجاد آرامش در ماهیان در سیستمهای مدار بسته پرورشی مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روشها

مراحل میدانی: پژوهش حاضر در تابستان سال ۱۳۸۸ طی ۳ مرحله ۱۲۰ ساعته (۱۹) و هر مرحله با ۳ تکرار در مرکز پرورش مدار بسته ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان هگمتانه واقع در استان همدان (روستای امزاجرد) انجام پذیرفت. ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزن 2 ± 50 گرم پس از یک هفته سازگاری (۳۶)، در مرحله اول آزمایش جهت انتخاب نوع موسیقی با تراکم ۱۵ قطعه ماهی در ۱۲ مخزن پلاستیکی بیضی شکل به حجم ۷۰ لیتر شامل تیمارها و شاهد به همراه یک عدد بلندگو (مدل SONY، به قطر ۱۰ سانتیمتر) به فاصله ۸ تا ۱۰ سانتیمتر از سطح آب در هر مخزن قرار گرفتند و در معرض سه نوع موسیقی کلاسیک (کنسرت ویلن، سبک آندالته، اثر یوهان سباستین باخ)، اصیل ایرانی (آهنگ چهار مضراب مخالف، دستگاه سه‌گانه، اثر سعید فرج‌پوری از آلبوم آسمان عشق استاد محمدرضا شجریان) و صدای جریان آب در طبیعت با فرکانس پخش ۳۰-۳۰۰ هرتز قرار گرفتند و تغییرات رفتاری و درصد تلفات آنها ثبت شد و نمونه برداری جهت اندازه‌گیری هورمون کورتیزول در ساعات صفر، ۲۴ و ۱۲۰ پس از شروع آزمایش صورت گرفت. در مرحله دوم

سوم آزمایش کبد نمونه‌های ماهی که از آنها خونگیری به عمل آمده بود، جهت اندازه‌گیری شاخص وزن کبد (HSI) از طریق فرمول:

$$HSI(\%) = \frac{\text{وزن کبد (گرم)}}{\text{وزن تر بدن (گرم)}} \times 100$$

خارج گردید (۱۳).

تجزیه و تحلیل آماری: از آنالیز واریانس (ANOVA) و آزمون تعقیبی دانکن به ترتیب جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و بررسی اختلافات معنی‌دار استفاده شد (۴۱). پردازش‌های آماری در نرم‌افزار آماری SAS انجام پذیرفت.

نتایج

در مرحله اول آزمایش ماهیانی که در معرض موسیقی کلاسیک و در مرحله دوم آزمایش ماهیانی که به مدت ۱ ساعت در معرض موسیقی مذکور بودند، الگوی آرامش رفتاری به صورت شنای آرام و آهسته در کنار بلندگو و توقف و تجمع در زیر آن را نشان دادند اما در سایر تیمارهای موسیقی و زمانهای در معرض گذاری در هر دو مرحله، شنای سریع و پراکنده ماهیان در نقاط مختلف مخزن و دور از بلندگو و گاهی همراه با پرشهای ناگهانی آنها به خارج از مخازن مشاهده شد. در مراحل اول و دوم آزمایش درصد تلفات ماهیان در کلیه تیمارها برابر صفر بود.

در جدول ۱ تغییرات میانگین میزان هورمون کورتیزول خون ماهیان بر حسب نانوگرم بر میلی‌لیتر در سه نوع موسیقی کلاسیک، اصیل ایرانی و صدای جریان آب در طبیعت در ساعات صفر، ۲۴ و ۱۲۰ پس از شروع آزمایش در مرحله اول آزمایش نشان داده شده است.

توجه به جدول ۱ نشان می‌دهد که میزان هورمون کورتیزول خون در تیمار موسیقی کلاسیک در مقایسه با میزان کورتیزول در سایر تیمارهای موسیقی در طی ۲۴

آزمایش، موسیقی برگزیده بر اساس نتایج مرحله اول روزانه به مدت ۳،۱ و ۶ ساعت (۲۴ و ۳۶) بمنظور تعیین زمان در معرض گذاری موسیقی برای ماهیان مورد بررسی در تعداد ۱۲ مخزن شامل تیمارها و شاهد پخش گردید (۲۵) و مانند مرحله اول تغییرات رفتاری و درصد تلفات آنها ثبت شد و نمونه برداری جهت سنجش هورمون کورتیزول خون در ساعات صفر، ۲۴ و ۱۲۰ پس از آغاز آزمایش انجام گرفت (۲۰).

در مرحله سوم موسیقی انتخاب شده از مرحله اول به همراه مدت زمان برگزیده پخش آن از مرحله دوم به مدت ۱۲۰ ساعت به ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزن 2 ± 50 گرم در ۶ مخزن بتونی هشت ضلعی سیستم مدار بسته پرورشی شامل تیمارها و شاهد به حجم ۲۰ متر مکعب و با تراکم ۴۲ کیلوگرم ماهی در هر متر مکعب ارائه گردید (۱۹). فرکانس پخش موسیقی در هر سه مرحله ۳۰ تا ۳۰۰ هرتز بوده است (۱۶ و ۱۷). در ساعات صفر، ۱۲، ۲۴، ۷۲ و ۱۲۰ پس از شروع آزمایش (۱۹) ضمن ثبت تغییرات رفتاری و درصد تلفات، نمونه برداری جهت اندازه‌گیری میزان هورمون کورتیزول خون، متابولیت گلوکز و شاخص وزن کبد (Hepatosomatic index یا HSI) صورت گرفت.

مراحل آزمایشگاهی: در مراحل اول، دوم و سوم آزمایش ۳ قطعه ماهی به طور تصادفی از هر مخزن برداشته شدند و با عصاره گل‌میخک بیهوش گردیدند (۱۲) و پس از خونگیری از طریق قطع ساقه دمی و انتقال سریع نمونه‌ها به آزمایشگاه و انجام سانتریفیوژ با سرعت ۴۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه (۱)، از سرم خون به دست آمده جهت سنجش هورمون کورتیزول خون به روش الایزای رقابتی (۱۵، ۱۶) توسط کیت تجاری (IBL آلمان) و همچنین سنجش میزان متابولیت گلوکز به روش آنزیماتیک (۳۰) به وسیله کیت تجاری (شرکت پارس آزمون ایران) در مرحله سوم آزمایش استفاده گردید. همچنین در مرحله

ساعت اولیه در معرض گذاری، کاهش معنی داری را نشان می‌دهد از $22/41 \pm 1/7$ به $12/48 \pm 0/6$ نانوگرم بر میلی لیتر ($P < 0/05$) که این روند کاهش تا انتهای آزمایش ادامه یافته است. بر این اساس و بر مبنای الگوهای رفتاری مشاهده شده و عدم بروز تلفات، این نوع موسیقی به عنوان موسیقی برگزیده مرحله اول آزمایش به لحاظ کاهش استرس و افزایش آرامش در ماهیان مورد بررسی انتخاب گردید.

جدول ۱- میانگین میزان هورمون کورتیزول خون ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان ۵۰ گرمی بر حسب نانوگرم در میلی لیتر در سه نوع موسیقی کلاسیک، اصیل ایرانی و صدای جریان آب در طبیعت در ساعات صفر، ۲۴ و ۱۲۰ پس از شروع آزمایش در مرحله اول آزمایش ($n=3$). نتایج با $Mean \pm SD$ نشان داده شده است.

نوع موسیقی	زمان نمونه برداری (ساعت)	کورتیزول (نانوگرم بر میلی لیتر)
کلاسیک	۰ (شاهد)	$22/41 \pm 1/7^a$
	۲۴	$12/48 \pm 0/6^b$
	۱۲۰	$11/33 \pm 0/5^b$
اصیل ایرانی	۰ (شاهد)	$22/41 \pm 1/7^a$
	۲۴	$24/11 \pm 1/9^b$
	۱۲۰	$38/87 \pm 2/6^b$
صدای جریان آب در طبیعت	۰ (شاهد)	$22/41 \pm 1/7^a$
	۲۴	$31/22 \pm 2/1^b$
	۱۲۰	$45/16 \pm 3/6^b$

جدول ۲- میانگین میزان هورمون کورتیزول خون ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان ۵۰ گرمی بر حسب نانوگرم بر میلی لیتر در ساعات صفر، ۲۴ و ۱۲۰ پس از شروع آزمایش که در مرحله دوم آزمایش روزانه به مدت یک، سه و شش ساعت در معرض موسیقی کلاسیک قرار گرفتند ($n=3$). نتایج با $Mean \pm SD$ نشان داده شده است.

زمان پخش موسیقی کلاسیک (ساعت)	کورتیزول (نانوگرم بر میلی لیتر)	زمان نمونه برداری (ساعت)
۱	۰ (شاهد)	$30/23 \pm 2/1^a$
	۲۴	$16/65 \pm 1/2^b$
	۱۲۰	$14/36 \pm 1/1^b$
۳	۰ (شاهد)	$30/23 \pm 2/1^a$
	۲۴	$39/35 \pm 2/6^b$
	۱۲۰	$45/66 \pm 3/1^b$
۶	۰ (شاهد)	$30/23 \pm 2/1^a$
	۲۴	$58/00 \pm 2/4^b$
	۱۲۰	$58/92 \pm 2/5^b$

در جدول ۲ تغییرات میانگین میزان هورمون کورتیزول خون ماهیان قزل‌آلای مورد بررسی بر حسب نانوگرم بر میلی لیتر که در مرحله دوم آزمایش روزانه به مدت یک، سه و شش ساعت در معرض موسیقی کلاسیک قرار گرفتند، در ساعات صفر، ۲۴ و ۱۲۰ پس از شروع آزمایش آورده شده است.

بر اساس نتایج مراحل اول و دوم، در مرحله سوم آزمایش تغییرات رفتاری مشابه مراحل اول و دوم شامل شنای آرام و آهسته در کنار بلندگو، توقف و تجمع در زیر آن مشاهده گردید و همچنین درصد تلفات در طول این مرحله نیز صفر بود. در جدول ۳ تغییرات میانگین میزان کورتیزول خون بر حسب نانوگرم بر میلی لیتر، گلوکز بر حسب میلی گرم بر دسی لیتر و شاخص وزن کبد بر حسب درصد در ماهیان قزل آلابی رنگین کمان مورد بررسی در ساعات صفر، ۱۲، ۲۴، ۷۲ و ۱۲۰ پس از پخش موسیقی کلاسیک به مدت روزانه یک ساعت در مخازن سیستم مدار بسته پرورشی، آورده شده است.

توجه به جدول ۲ نشان می‌دهد که میزان هورمون کورتیزول خون در ماهیانی که روزانه به مدت یک ساعت در معرض موسیقی کلاسیک بوده اند در مقایسه با سایر زمانهای در معرض گذاری، کاهش معنی داری را در طی ۲۴ ساعت اولیه پس از شروع آزمایش از $(2/1 \pm 23/30)$ به $(1/2 \pm 65/16)$ نانوگرم بر میلی لیتر ($P < 0/05$) نشان می‌دهد که این روند کاهش تا انتهای آزمایش ادامه می‌یابد. بر این اساس و بر مبنای الگوهای رفتاری مشاهده شده و عدم بروز تلفات، این مدت زمان در معرض گذاری به عنوان مدت زمان برگزیده مرحله دوم آزمایش به لحاظ مدت زمان مؤثر پخش موسیقی بر ایجاد آرامش و کاهش استرس در ماهیان مورد بررسی انتخاب گردید.

جدول ۳- میانگین میزان کورتیزول (نانوگرم بر میلی لیتر)، گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر) و شاخص وزن کبد (درصد) ماهیان قزل آلابی رنگین کمان ۵۰ گرمی در ساعات صفر، ۱۲، ۲۴، ۷۲ و ۱۲۰ پس از پخش موسیقی کلاسیک به مدت روزانه یک ساعت در مخازن سیستم مدار بسته پرورشی ($n=3$ ، نتایج با $Mean \pm SD$ نشان داده شده است).

شاخصهای فیزیولوژیک مورد بررسی در مرحله سوم آزمایش			زمان نمونه برداری (ساعت)
وزن کبد (درصد)	گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر)	کورتیزول (نانوگرم بر میلی لیتر)	
$0/96 \pm 0/07^a$	$67/00 \pm 4/1^a$	$37/80 \pm 2/1^a$	۰ (شاهد)
$1/21 \pm 0/06^b$	$60/66 \pm 2/2^b$	$32/69 \pm 2/8^b$	۱۲
$1/26 \pm 0/06^b$	$57/11 \pm 4/9^b$	$20/93 \pm 1/3^b$	۲۴
$1/27 \pm 0/07^b$	$53/33 \pm 3/6^b$	$20/13 \pm 1/5^b$	۷۲
$1/28 \pm 0/06^b$	$31/94 \pm 1/3^b$	$11/62 \pm 0/8^b$	۱۲۰

$(P < 0/05)$ و افزایش معنی دار را در شاخص وزن کبد (HSI) (به ترتیب: $0/96 \pm 0/07$ ، $1/21 \pm 0/06$ ، $1/26 \pm 0/06$ ، $1/27 \pm 0/07$ و $1/28 \pm 0/06$ درصد) ($P < 0/05$) نشان می‌دهد.

بحث

در پژوهش حاضر اثر موسیقی بر تغییرات رفتاری، درصد

توجه به جدول ۳ کاهش معنی دار را در ساعات صفر، ۱۲، ۲۴، ۷۲ و ۱۲۰ پس از شروع آزمایش در مقادیر هورمون کورتیزول خون (به ترتیب: $2/1 \pm 37/80$ ، $2/8 \pm 32/69$ ، $1/3 \pm 20/93$ ، $1/5 \pm 20/13$ و $0/8 \pm 11/62$ نانوگرم بر میلی لیتر) ($P < 0/05$) و متابولیت گلوکز (به ترتیب: $4/1 \pm 67/00$ ، $2/2 \pm 60/66$ ، $4/9 \pm 57/11$ ، $3/6 \pm 53/33$ و $1/3 \pm 31/94$ میلی گرم بر دسی لیتر) ($P < 0/05$)

شاخصهای فیزیولوژیک مورد بررسی اشاره دارد. پایین بودن دامنه تغییرات کورتیزول خون در ماهیان مورد بررسی در مراحل اول، دوم و سوم آزمایش می‌تواند بر اثرات آرامش بخش هر سه نوع موسیقی مورد بررسی بر ماهیان قزل آلا دلالت داشته باشد اما در این میان اثر کاهنده استرس در موسیقی کلاسیک و با دوره در معرض گذاری یک ساعت به لحاظ کاهش میزان کورتیزول خون مشخص تر بوده است که نتایج سایر مطالعات مؤید این امر است (۲۰).

در مرحله سوم آزمایش مشابه دو مرحله قبل علاوه بر آرامش رفتاری، عدم بروز تلفات و کاهش معنی دار در میزان کورتیزول، در مقادیر گلوکز و شاخص وزن کبد به ترتیب کاهش و افزایش معنی دار رخ داد. در شرایط استرس زا جهت تأمین انرژی با افزایش هورمون کورتیزول و به دلیل اثرات کاتابولیک ناشی از آن بر ذخایر گلیکوژنی کبد (تحریک گلیکوژنولیز و گلیکوژنولیز) میزان گلوکز در خون افزایش می‌یابد (۳۹).

بروز پدیده هایپرگلاسمیا (افزایش قند خون) تحت اثر افزایش کورتیزول ناشی از استرس نگهداری در محیطهای پرورشی و شرایط حاکم بر آن به سبب تأمین انرژی در بافتهای مختلف بدن می‌باشد (۲۱ و ۳۴). هنگام مواجهه ماهیان با استرس پدیده تجزیه و تخلیه گلیکوژن کبدی و کاهش وزن آن به منظور افزایش قند خون و تأمین انرژی برای بافتها روی می‌دهد که این روند در هیپوتوسیتهای ماهی قزل آلا رنگین کمان به هنگام تنش و استرس به اثبات رسیده است (۳۷ و ۳۸).

در آزمایش حاضر میزان متابولیت گلوکز در ماهیانی که روزانه به مدت یک ساعت در معرض موسیقی کلاسیک بودند، در طول آزمایش کاهش یافت. هماهنگی میان تغییرات هورمون کورتیزول و متابولیت گلوکز را می‌توان بر اثرات مثبت موسیقی در کاهش تنش در ماهیان دانست که دلیل فیزیولوژیک آن را می‌توان در کاهش هورمون

تلفات و نیز شاخصهای فیزیولوژیک شامل هورمون کورتیزول و متابولیت گلوکز خون و شاخص وزن کبد در ماهی قزل آلا رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در مرحله اول آزمایش، تیمار موسیقی کلاسیک و در مرحله دوم تیمار زمان در معرض گذاری ۱ ساعت و همچنین در مرحله آخر تیمار موسیقی نسبت به سایر تیمارها به لحاظ رفتاری آرام تر بوده و به همراه عدم بروز تلفات، میزان کورتیزول پایبندی را به خود اختصاص داده بودند. بروز الگوهای رفتاری آرام می‌تواند ناشی از اثر موسیقی بر تعدیل و بهبود شرایط محیط و متعاقباً ایجاد آرامش در ماهیان باشد (۳۶). با توجه به اینکه هورمون کورتیزول مهمترین هورمون در هنگام مواجهه با استرس در ماهیان می‌باشد و تغییرات آن معیاری از نحوه مقابله و سازوکار فیزیولوژیک ماهیان با عوامل و شرایط استرس زای محیط است (۶، ۷ و ۸)، کاهش معنی دار این هورمون در طی ۲۴ ساعت ابتدایی پس از شروع آزمایش و ادامه آن تا انتهای آزمایش می‌تواند مؤید این امر باشد که تحت اثر موسیقی، مکانیزم فیزیولوژیک بدن ماهیان قادر به سازگاری لازم از طریق کاهش سطح کورتیزول خون به منظور رفع استرس و کنترل اثرات سوء شرایط محیط بر عملکرد فیزیولوژیک بدن ماهیان شده است که عدم بروز تلفات در ماهیان مورد بررسی در دو مرحله اول و همچنین در مرحله سوم آزمایش می‌تواند این امر را تأیید نماید. موسیقی مانند دما و نور می‌تواند به عنوان یک عامل محیطی غیر زیستی بر عملکرد فیزیولوژیک بدن ماهی مؤثر باشد (۹). همچنین موسیقی با تأثیر بر کاهش کورتیزول خون می‌تواند موجب کاهش استرس در ماهیان و تغییرات مثبت در عملکرد ماهی در محیط پرورشی گردد (۲۷). نتایج به دست آمده در خصوص تغییرات این هورمون در مرحله سوم آزمایش نیز مؤید مطالب فوق می‌باشد و بر تطابق نتایج به دست آمده در شرایط آزمایشگاهی، با نتایج به دست آمده در شرایط پرورشی به لحاظ تغییرات مشاهده شده در

کورتیزول و متعاقباً در کاهش اثرات کاتابولیک آن بر ذخایر گلیکوژنی بدن و در نتیجه کاهش میزان گلوکز خون جستجو نمود که همگی می‌تواند مؤیدی بر تعدیل شرایط استرس زای محیط در اثر موسیقی باشد (۲۹ و ۴).

افزایش شاخص وزن کبد (HSI) در طول مرحله سوم آزمایش می‌تواند تأکیدی بر عدم تجزیه ذخایر گلیکوژنی آن باشد زیرا به نظر می‌رسد که موسیقی کلاسیک با تعدیل شرایط محیط و کاهش تنش از اتلاف انرژی در ماهیان مذکور جلوگیری کرده باشد (۲۸). بنابراین در اثر موسیقی نیازی به تجزیه ذخایر گلیکوژنی جهت تولید گلوکز و تأمین انرژی جهت مقابله با استرس وجود ندارد. بر اساس مطالب فوق عدم بروز تلفات در مرحله سوم آزمایش نیز می‌تواند منعکس‌کننده روند مناسب و هماهنگ تغییرات در شاخصهای فیزیولوژیک مورد بررسی در سطوح هورمونی و متابولیک باشد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان به دلایلی اشاره نمود که در آن موسیقی کلاسیک در مقایسه با سایر تیمارهای موسیقی در این پژوهش بر عملکرد فیزیولوژیک ماهیان مورد بررسی در جهت کاهش استرس و افزایش آرامش مؤثرتر بوده است که از آن جمله اثرات مثبت قطعه موسیقی کلاسیک نواخته شده است که در اصطلاح موسیقایی آندانته (Andante) یعنی ملایم و روان نام دارد. این قطعه توسط گروه سازهای زهی (شامل ویلن، ویلن سل، کنترباس، ویلن آلتو یا ویولا) نواخته شده است و به دلیل اینکه گروه سازهای زهی دارای وسعت صوتی بسیار وسیعی هستند و در بین انواع سازهای موسیقی، طنین و گرمی صوت آنها حائز اهمیت است، این گروه سازها کیفیت ویژه‌ای از رسا بودن و تأثیرگذاری را از لحاظ موسیقایی ایجاد می‌کنند که به سادگی تأثیر خود را از دست نداده و ملال آور و یا تنش‌زا نمی‌شوند که چنین اثری در سایر گروههای سازهای ارکستری حاصل نمی‌شود (۱۸).

در همین راستا کشش اصوات به صورت ممتد که توسط

سازهای زهی در این قطعه نواخته شده، طیف صوتی ویژه‌ای را ایجاد کرده که شنونده را آرام می‌کند. قطعه موسیقی استفاده شده در گام موسیقایی ماژور ساخته شده است که در فرهنگ موسیقی این گام خاصیت شادی بخش، امیدوارکننده و آرام بخش دارد و بالعکس در آن از گام مینور یا کوچک که حس غم‌انگیز، درون‌گرایانه و در مواردی تنش‌را‌لقاء می‌کنند، کمتر استفاده شده است (۱۸). بنابراین بر مبنای دانش موسیقی فوق‌الذکر و با توجه به این نکته که تغییرات رفتاری منعکس‌کننده تغییرات درونی بدن ماهیان به لحاظ فیزیولوژیک است (۵ و ۳۳)، آنچه که در مراحل مختلف پژوهش حاضر به لحاظ آرامش رفتاری مشاهده شده است، توجیه‌پذیر می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده به لحاظ اثرات مثبت و آرامش‌بخش موسیقی کلاسیک بر تغییرات رفتاری، درصد تلفات و شاخصهای فیزیولوژیک ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در پژوهش حاضر و در راستای معرفی روشی ساده و مقرون به صرفه در جهت کاهش تنش در محیطهای پرورشی به ویژه سیستمهای مدار بسته که در آن ماهیان پرورشی با تأثیر استرس از جنبه‌های مختلف بیولوژیک و محیطی مواجه هستند (۲)، به نظر می‌رسد بتوان از دیدگاه فیزیولوژیک کاربرد موسیقی کلاسیک با دوره در معرض گذاری یک ساعت را جهت پرورش ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در سیستمهای مدار بسته پیشنهاد نمود. اما توجه به این نکته ضروری است که اظهار نظر قطعی در این خصوص مستلزم انجام تحقیقاتی است که در ادامه همین پژوهش و نیز در آینده بر تأثیرات موسیقی بر سایر جنبه‌های فیزیولوژیک در ماهیان قزل‌آلا پردازد و همچنین امکان کاربرد موسیقی در پرورش ماهیان قزل‌آلا در سیستمهای مدار بسته را از دیدگاه مدیریت پرورش بررسی نماید.

تشکر و قدردانی

نگارندگان بدین وسیله از کلیه عزیزانی که در مراحل

مختلف آزمایشگاهی و میدانی پژوهش حاضر همکاری

نموده اند، صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع

۱. دیوی، ف. و جان برنارد، ه. ۱۹۹۶. خون‌شناسی، انعقاد و طب انتقال خون. ترجمه: احمدی، ک. مجتهد زاده، ر. و رخشان، م. انتشارات تیمور زاده، تهران، صفحات ۱۵-۳۳.
۲. ود میر، گ. آ. ۱۹۹۶. فیزیولوژی ماهی در سیستم‌های پرورش مزارک. ترجمه: مشائی، م. ۱۳۸۸. انتشارات دریا سر، تهران، ۳۰۲ ص.
۳. جوهری، ع. و کلباسی، م. ۱۳۸۵. بررسی برخی تغییرات سلولهای خونی در ماهیان تریپلوتید قول آلابی رنگین کمان. مجله زیست‌شناسی ایران. جلد ۱۹. صفحات ۴۹۲-۴۹۵.
۴. هدایتی، ع. باقری، ط. باوری، و. بهمنی، م. و عزیزده، م. ۱۳۸۷. بررسی برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون فیل ماهیان پرورشی در آب لب شور. مجله زیست‌شناسی ایران. جلد ۲۱. صفحات ۶۵۸-۶۶۶.
5. Adams, S. M. 1990. Status and use of biological indicator for evaluating the effects of stress on fish. In: Adams, S. M. (Ed), biological indicator of stress in fish. American fisheries symposium Bethesda, Maryland. pp: 1-8.
6. Algers, B; Ekesbo, I. & Stromberg, S. 1978. The impact of continuous noise on animal health Acta Vet. Scand. Suppl. 67. pp: 1-26.
7. Belanger, J. M.; Son, J. H.; laugero, K. D.; Moberg, G. P.; Doroshov, S. L.; Lankford, S. E.; Cech Jr. J. J. 2001. Effects of short-term management stress and ACTH injections on plasma cortisol levels in cultured white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. Aquaculture 203. pp: 165-176.
8. Campo, J. L.; Gil, M. G. & Davila, S. G. 2005. Effect of specific noise and music stimuli on stress and fear levels of laying hens of several breeds. Appl. Anim. Behav. Sci. 91. pp: 75-84.
9. Chase, A. R. 2001. Music discriminations by carp (*Cyprinus carpio*). Anim. learn. Behav. 29. pp: 336-353.
10. Chikahisa, S., Sei, H., Morishima, M., Sano, A., Kitaoka, K., Nakaya, Y. 2006. Exposure to music in the perinatal period enhances learning performance and alters BDNF/TrkB signaling in mice as adults. Behav. Brain Res, 169. pp: 312-319.
11. Cloutier, S.; Weary, D. M. Fraser, D. 2000. Can ambient sound reduce distress in piglets during weaning and restraint? J. Appl. Anim. Welfare Sci. 3. pp: 107-116.
12. Curnow, J.; Kling, J.; Partridge, G. & Kolkovski, S. 2006. The effect of reduced Artemia and rotifer use facilitated by a new microdiet in the rearing of barramundi *Lates calcarifer* (BLOCH) larvae. Aquaculture. 257. pp: 204-213.
13. Fay, R. R.; Popper, A. N. 1974. Acoustic stimulation of the ear of the gold fish (*Carassius auratus*), J. Exp. Biol 61. pp: 243-260.
14. Gvoryahu, G., Cunningham, D. L., & Van Tienhoven, A., 1989. Filial imprinting, environmental enrichment, and music application effects on behavior and performance of meat strain chicks. Poult. Sci. 68. pp: 211-217.
15. Haussmann, M. F.; Vleck, C. M. & Farrar, E. S. 2007. A laboratory exercise to illustrate increased salivary cortisol in response to three stressful conditions using competitive ELISA. Advan Physiol Educ. 31. pp: 110-115.
16. Hawkins, A. D., Johnstone, A. D. F., 1978. The hearing of the Atlantic salmon, (*Salmo salar*). J. Fish Biol. 13. pp: 655-673.
17. Hurk, v.; Keaton, M. E.; Klaine, S. J. & Scott, M. C. 2007. A statewide biomarker approach to investigate pollution effects on fish in wadwable streams of south Carolina. Department of biological sciences.
18. Kennan, K. & Grantham, D. 1986. The technique of orchestration. Prentice Hall College Div, 5 Sub edition 1996. 411p.
19. Kubiliary, A. & Ulukoy, G. 2002. The effects of acute stress on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Turk J Zool 26. pp: 249-254.
20. Nelson, D. L. & Cox, M. M. (eds). 2005. Lehninger Principles of Biochemistry. 4th ed.; WH Freeman and Co. New York. 1013p.
21. Newberry, R. C., 1995. Environmental enrichment: increasing the biological relevance of captive environments. Appl. Anim. Behav. Sci. 44. pp: 229-243.
22. North, A. & Mackenzie, L. 2001. Milk yields affected by music tempo. Indian Express. pp: 113-121.
23. Papoutsoglou, S. E. Karakatsouli, N. Louizos, E. Chadio, S. Kalogiannis, D. Dalla, C. Polissidis, A. & Papoutsoglou - Daifoti, Z. 2007. Effect of Mozart's music (Romanze-Andante of "Eine Klein
24. Nacht Musik", sol major, K525) stimulus on common carp (*Cyprinus carpio* L.) physiology under different light conditions. Aquaculture 36. pp: 61-72.
25. Papoutsoglou, S. E. Karakatsouli, N. & Batzina, T. 2008. Effect of music stimulus on gilthead seabream (*Sparus aurata*) physiology

- under different light intensity in a recirculating water system. *Fish Biol.* 73. pp:980-1004.
26. Pelliten, J. 2000. The consultant corner : Music therapy in the special education setting. *J Educat and Psycho Consult*, 11. pp:379-392.
 27. Popper, A.N., 2003. Effects of anthropogenic sounds on fishes. *Fisheries* 28. pp: 24–31.
 28. Popper, A.N., Fay, R.R., Platt, C., Sand, O., 2003. Sound detection mechanisms and capabilities of teleost fishes. In: Collin, S.P., Marshall, N.J. (Eds.), *Sensory Processing in Aquatic Environments*. Springer-Verlag, New York, pp:3–38.
 29. Pottinger, T. G. & Carrick, T, R. 1999. A comparison of plasma glucose and plasma cortisol as selection markers for high and low stress-responsiveness in female rainbow trout. *Aquaculture* 175. pp:351-363.
 30. Sacks, D.B. 1999. Carbohydrates. In: Burtis CA, Ashwood ER. Editors. *Tietz textbook of clinical chemistry*. 3rd. Philadelphia: W.B Saunders company. pp:750-808.
 31. Smith, M.E., Kane, A.S., & Popper, A.N., 2004a. Acoustical stress and hearing sensitivity in fishes: does the linear threshold shift hypothesis hold water? *J. Exp. Biol.* 207, pp: 3591–3602.
 32. Smith, M.E., Kane, A.S., & Popper, A.N., 2004b. Noise-induced stress response and hearing loss in goldfish (*Carassius auratus*). *J. Exp. Biol.* 207, pp: 427–435.
 33. Tank, M.W.T.; Vermeulen, K.J.; Bovenhuis, h. & Komen, H. 2001. Heredity of stress-related cortisol response in androgenetic common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture* 199. pp:283-294.
 34. Thomas, S.L. & Piedrahita, R.H. 1998. Apparent ammonia-nitrogen production rates of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) in commercial aquaculture systems. *Aquaculture Engineering* 17. pp:45-55.
 35. Uetake, K., Hurnik, J.F., & Johnson, L., 1997. Effect of music on voluntary approach of dairy cows to an automatic milking system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 53, 175–182. Uetake, K., Hurnik, J.F., Johnson, L., 1997. Effect of music on voluntary approach of dairy cows to an automatic milking system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 53, pp: 175–182.
 36. Vasantha, L.; Jeyakumar, A. & Pitchal, M.A. 2003. Influence of music on the growth of Koi carp (*Cyprinus carpio*). *NAGA, worldfish center quarterly*, 26. pp:2-25.
 37. Vijayan, M. M. & Periera, C. 1997. Metabolic responses associated with confinement stress in tilapia: The role of cortisol. *Comp. Biochem. Physiol.* 116. pp:89-95.
 38. Vijayan, M.M., P.K. Reddy, J.F. Leatherland & Moon, T.W. 1994. The effects of cortisol on hepatocyte metabolism in rainbow trout: a study using the steroid analogue RU486. *Gen. Comp. Endocrinol.* 96, pp: 75-84.
 39. 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 concentration. *Aquaculture* 193. pp:373-380.
 40. Wells, D.L. 2004. A review of environmental enrichment for kennelled dogs, (*Canis familiaris*). *Anim Behave Sci* 85. pp:307-317.
 41. Zar, J. 1999. *Biostatistical Analysis*. (4th ed.) Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall.

Study on effect of music on behavioral changes ,mortality percentage and some of the physiological indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in laboratory condition and in recirculating aquaculture system(RAS)

Ataei Mehr B.¹, Shirian M.¹, Mirazi N.² and Mohseni Araste A.³

¹ Fisheries Dept., North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, I.R. of IRAN

² Biology Dept., BU-ALI SINA University, Hamedan, I.R. of IRAN

³ Marine Physics Dept., North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, I.R. of IRAN

Abstract

The effect of music on behavioral changes, mortality percentage and some of physiological indices of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in weight group of 50 ± 2 g, in three stages with the duration of 120 h was studied. At the first stage, in order to chose the type of music, fishes were exposed to three types of classical , traditional Iranian music and sound of water flow in nature everyday. At the second stage in order to determine the time of exposure, the selected music was played for duration of 1, 3 and 6 hours per day. Based on behavioral parameters, including slow swimming near and under speaker with significant reduction in blood cortisol during the first 24 hours (22.41 ± 1.7 to 12.48 ± 0.6 ng/ml) ($P < 0.05$) and no mortality during the test, classical music was selected at the first stage. At second stage , according to the same changes in behavioral parameters and significant decrease in blood cortisol (30.23 ± 2.1 to 16.65 ± 1.2 ng/ml) ($P < 0.05$) and no mortality , the period of 1 hour for classical music was selected. In the third stage of the test, based on the results of the first two stages, to evaluate the quality of the results in a recirculating system the classical music with duration of one hour per day was played for rainbow trout. Behavior changes, including slow swimming near and under the speaker with no mortality and significant reduction in blood cortisol in hours of 0, 12, 24, 72 and 120 (37.80 ± 2.1 , 32.69 ± 2.8 , 20.93 ± 1.3 , 20.13 ± 1.5 and 11.62 ± 0.8 ng/ml respectively), glucose, (67.00 ± 4.1 , 60.66 ± 2.2 , 57.11 ± 4.9 , 53.33 ± 3.6 and 31.94 ± 1.3 mg/dl respectively) ($P < 0.05$) and a significant increase in Hepatosomatic index (HSI) (0.96 ± 0.07 , 1.21 ± 0.06 , 1.26 ± 0.06 , 1.27 ± 0.07 and 1.28 ± 0.06 % respectively) ($P < 0.05$), is positive effect of classical music on improvement of physiological mechanism and calm increase in the fishes that we can attribute.

Keywords: Music, Behaviour, Cortisol, Glucos, Mortality, HSI, Rainbow trout