



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"

دوره هفتم، شماره چهارم، زمستان ۹۸

<http://jair.gonbad.ac.ir>

تأثیر ۲-فنوکسی اتانول (2-phenoxyethanol) به عنوان ماده بیهوش کننده بر شاخص‌های

استرسی، خون‌شناسی و آنزیم‌های کبدی تاس‌ماهی سبیری *Acipenser baerii* Brandt,

1869

سعیده یمرعلی^۱، سکینه علی‌جان‌پور^{۲*}، عبدالرضا جهانبخشی^۳، رحمان پاتیمار^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد زیست‌شناسی جانوران دریا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

^۲ استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

^۳ دکتری شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

^۴ دانشیار، گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

تاریخ ارسال: ۹۶/۸/۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۲

چکیده

در تحقیق حاضر تأثیر غلظت‌های مختلف ۲-فنوکسی اتانول (۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷، ۰/۹ و ۱/۱ میلی‌لیتر در لیتر) بر شاخص‌های استرسی، خون‌شناسی و آنزیم‌های کبدی تاس‌ماهی سبیری (*A. baerii*) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که قرار گرفتن ماهی سبیری در غلظت‌های پایین دارو سبب بیهوشی عمیق در مدت زمان بیشتری می‌شود، ولی مدت زمان لازم برای ریکاوری ماهی به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد. در غلظت‌های پایین ۲-فنوکسی اتانول (۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌لیتر در لیتر) سطوح کورتیزول پلاسما به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد افزایش یافت اما در غلظت‌های بالاتر (۰/۹ و ۱/۱ میلی‌لیتر در لیتر) سطح کورتیزول نسبت به گروه شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد. در سطح گلبول‌های سفید در غلظت‌های مختلف دارو اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد، اما سطح گلبول‌های قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت خون در غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۳ میلی‌لیتر در لیتر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین سطوح املاح مختلف پلاسمای خون در غلظت‌های مختلف ۲-فنوکسی اتانول تفاوت معناداری با گروه شاهد نشان نداد. سطوح MCV، MCH و MCHC در غلظت‌های مختلف دارو، تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد نداشت. سطوح ALP و AST در غلظت‌های ۰/۹ و ۱/۱ میلی‌لیتر در لیتر از ماده بیهوشی دارای اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد نبود، اما در

*نویسنده مسئول: salijanpour@gmail.com

غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۳ میلی‌لیتر در لیتر مقادیر آن‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد غلظت‌های ۰/۹ و ۱/۱ میلی‌لیتر در لیتر ۲- فنوکسی اتانول غلظت‌های مناسبی برای بیهوش کردن تاس‌ماهی سبیری است زیرا که کمترین اثر را بر سیستم فیزیولوژیک ماهی دارد. *واژه‌های کلیدی: A. baerii*، ۲-فنوکسی اتانول، کورتیزول، آنزیم‌های کبدی

مقدمه

امروزه پیشرفت در صنعت آبی‌پروری دنیا نیاز به‌کارگیری و استفاده از مواد شیمیایی جدید را افزایش داده است. به‌گونه‌ای که در سال‌های اخیر از بسیاری از مواد شیمیایی به‌عنوان بیهوش‌کننده آبی‌زیان استفاده می‌شود. با توجه به کاربرد وسیع داروهای بیهوشی در آبی‌پروری، نیاز به داروی بیهوشی مناسب و قابل دسترس احساس می‌شود. از طرفی غلظت مصرفی داروی بیهوشی برای هر ماهی متفاوت است. نکات مهمی را هنگام استفاده از داروی بیهوشی بایستی مد نظر داشت که از جمله می‌توان به حفظ سلامت ماهیان، تأثیر دارو بر فیزیولوژی طبیعی ماهی و راه‌های از بین بردن اثرات نامطلوب احتمالی دارو اشاره نمود. با توجه به این نکات و به‌منظور شناسایی داروی بیهوشی مناسب با کمترین اثرات جانبی، در سال‌های اخیر تحقیقات وسیعی در این زمینه، طرز استفاده از آن‌ها و ارزیابی داروها بر فیزیولوژی و فعالیت‌های حیاتی ماهی انجام شده است. با توجه به گزارش‌های ریباس و همکاران (Ribass et al., 2007) و همچنین ویلز و همکاران (Wills et al., 2006)، نحوه بیهوش-کردن ماهی قبل از مرگ و یا کشتن ماهی بدون بیهوشی اثر معنی‌داری بر خواص شیمیایی بدن پس از مرگ دارد. برای بیهوش کردن ماهی با داروهای بیهوشی، پس از تهیه غلظت مورد نظر از ماده بیهوش-کننده و حل کردن آن در آب، ماهی را در آب غوطه‌ور می‌کنند تا ماده بیهوشی از طریق رشته‌های آبششی ماهی جذب شده و پس از ورود به خون و تأثیر بر سیستم عصبی مرکزی بتواند ماهی را بیهوش کند (Ross and Ross, 1999). آبی‌زیان در مراحل مختلف تکثیر و پرورش از جمله حمل و نقل، تکثیر مصنوعی، اندازه‌گیری‌های مختلف زیستی و یا انجام آزمایش‌های گوناگون دچار استرس شدید می‌شوند که این استرس بر مراحل مختلف رشد تأثیر منفی دارد و می‌تواند بر نتایج آزمایش‌ها و تحقیقات تأثیرگذار باشد. امروزه در آبی‌پروری مدرن، استفاده از ماده بیهوش‌کننده بسیار متداول است که در مواردی مانند رقم‌بندی، تکثیر مصنوعی، اندازه‌گیری‌های زیستی و آزمایش‌های خون‌گیری کاربرد دارد، که باعث کاهش استرس و کاهش مشکلات ناشی از استرس و کاهش جراحات‌های فیزیکی می‌شود (Weber et al., 2011). اگرچه مواد بیهوش‌کننده پاسخ به استرس را کاهش می‌دهند، اما موجب کم کردن عملکرد سیستم ایمنی می‌شوند. بنابراین عواملی مانند نوع مواد بیهوش‌کننده، زمان در معرض قرارگیری ماهی و مقدار مصرفی ماده بیهوش‌کننده می‌تواند بر فیزیولوژی ماهی تأثیر بگذارد

(Tort et al., 2002). مواد مختلفی در آبی‌پروری جهت بیهوشی ماهیان استفاده می‌شود که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به ۲-فنوکسی اتانول، MS222، بنزوکائین، کینالدین سولفات و پودر گل میخک اشاره نمود (Svobodova et al., 1991). در حال حاضر از پرکاربردترین مواد بیهوش‌کننده در صنعت آبی‌پروری MS222 و پودر گل میخک است که استفاده از این مواد معایبی را در پی دارد. برای مثال، یکی از معایب شاخص درمانی نسبتاً پایین پودر گل میخک، یعنی کم‌بودن نسبت غلظت درمانی به غلظت سمی آن است. قابل ذکر است که ۲-فنوکسی اتانول یا اتیلن مونو فنیل اتر به دلیل تأثیرگذاری و ریکاوری سریع و همچنین به دلیل دسترسی آسان و قیمت پایین به عنوان ماده بیهوش‌کننده در آبی‌پروری استفاده می‌شود به طوری که فنوکسی اتانول در بسیاری از کشورها به عنوان یک ماده بیهوشی مورد اعتماد در آبیان استفاده می‌گردد (Velisek et al., 2007). سودمندی و تأثیر ۲-فنوکسی اتانول روی بسیاری از گونه‌های مختلف ماهیان اثبات شده که از جمله می‌توان کپور نقره‌ای (McCarter, 1992)، ماهی پهن (Guo et al., 1992)، ماهی طلائی (Kaiser and Vine, 1988)، ماهی سفید (Javadi Moosavi et al., 2014)، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (Velisek and Svobodova, 2004b) و ماهی کلمه (Svobodova, 2004a; Velisek et al., 2007) و فیل‌ماهی (Shaluei et al., 2012) را نام برد. مطالعاتی تأثیر این ماده را بر فیزیولوژی ماهی بررسی کرده‌اند (King et al., 2005; Serezli et al., 2012). شالویی و همکاران (Shaluei et al., 2012)، ۲-فنوکسی اتانول را به عنوان ماده مؤثر در بیهوش کردن فیل‌ماهی معرفی کردند و نشان دادند که مقادیر بالای این ماده مثل ۰/۷ و ۰/۹ میلی‌لیتر درلیتر، مناسب‌ترین مقدار برای بیهوش کردن فیل‌ماهی است. مطالعه دیگری نشان داد که غلظت ۰/۹ میلی‌لیتر درلیتر ۲-فنوکسی اتانول، بهترین مقدار این دارو برای بیهوش نمودن تاس‌ماهی ایرانی است (Jahanbakhshi et al., 2012).
باتوجه به مطالب ذکر شده و اهمیت تاس‌ماهی سیبری که از خانواده درحال انقراض ماهیان خاویاری می‌باشد، در تحقیق حاضر به بررسی تأثیر ماده بیهوش‌کننده ۲-فنوکسی اتانول بر پارامترهای خونی و شاخص‌های بیوشیمیایی خون تاس‌ماهی سیبری پرداخته شده است تا غلظتی از این داروی بیهوشی که کمترین اثر را بر فاکتورهای فوق دارد معرفی شود و برای پژوهش‌های مربوط به بررسی فاکتورهای خونی و استرسی ماهی و همچنین برای بیهوش‌سازی این گونه با ارزش به عنوان داروی بیهوشی مناسب پیشنهاد گردد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۱۰ قطعه تاس‌ماهی سیبری به وزن 10 ± 140 گرم و طول ۴۰ سانتی‌متر از یک مزرعه پرورشی خصوصی در رشت تهیه شد و جهت گذراندن دوره آداپتاسیون به مدت دو هفته به تانک‌های

۳۰۰ لیتری که هر تانک حاوی ۱۵ عدد ماهی بود به صورت جداگانه در مزرعه شخصی پرورش ماهی محمودآباد گرگان منتقل شد. در دوره آدپتاسیون و آزمایشات بیهوشی پارامترهای فیزیوشیمیایی آب (دما، pH و اکسیژن محلول) توسط دستگاههای اکسیژن متر، پی-اچ متر، دماسنج قابل حمل و گتک (انگلستان) اندازه گیری شد. همچنین سختی آب در دوره آدپتاسیون و آزمایشات بیهوشی توسط دستگاه فتومتر مدل ۷۱۰۰ اندازه گیری شد. در طول دوره، فاکتورهای فیزیوشیمیایی آب به صورت زیر ثبت شد: پی اچ: 7.20 ± 0.05 ، اکسیژن محلول: 8.82 ± 0.06 میلی گرم برلیتر، دما: 1 ± 15 درجه سانتی گراد، سختی کل: 2.35 ± 2.90 میلی گرم برلیتر. به منظور کاهش استرس و نیاز اکسیژنی ماهیان حین عملیات بیهوشی، غذادهی یک روز قبل از شروع آزمایشات قطع شد (Sattari et al., 2009). همچنین شرایط سلامت ماهی از لحاظ ظاهری و شنای فعال مورد بررسی قرار گرفت تا ماهی در شرایط استاندارد از نظر عدم وجود استرس های محیطی و عدم تغییر در عوامل فیزیکی و شیمیایی آب نگهداری شود.

فنوکسی اتانول (Ethylene glycol monophenyl ether) با فرمول شیمیایی $C_8H_{10}O_2$ (محصول سیگما آمریکا) تهیه و به کار برده شد. درجه خلوص این ماده ۹۹/۵ درصد بود. این ماده با چگالی ۱/۱۰۸-۱/۱۰۷ گرم درلیتر تهیه شد. محلول بیهوشی ۲- فنوکسی اتانول با حل کردن ماده مؤثر و خالص در اتانول ۹۵٪ به نسبت (۱:۱۰) تهیه شد.

غلظت های ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷، ۰/۹ و ۱/۱ میلی لیتر درلیتر ۲- فنوکسی اتانول انتخاب شد. این غلظت ها در تانک آزمایش حاوی ۱۰ لیتر آب، حل شده و برای انحلال بیشتر، هوادهی شده و ماهیان به تعداد ۱۰ قطعه به طور جداگانه در معرض غلظت های ذکر شده قرار گرفتند. در حالت بیهوشی بدن ماهی به طور کامل چرخیده و به سمت بالا برمی گردد به طوری که سطح زیرین ماهی کاملاً دیده می شود. بر طبق نظر رز و رز (Ross and Ross, 2008)، داشتن علائمی همچون عدم پاسخ به تغییر وضعیت، کاهش تنفس، عدم تعادل ماهی، واکنش ندادن به تحریک خارجی و کاهش پیدا کردن تونوس عضلات بیهوشی محسوب می شود. بنابراین پس از مشاهده این علائم، زمان مورد نیاز برای آن با کرنومتر اندازه گیری شد و ماهی ها برای ریکاوری به تانک برگردانده شدند. بعد از مدتی حالت طبیعی در ماهی ظاهر شد و مدت زمان لازم برای ظهور این علائم و رسیدن به تعادل و شنای فعال در ماهی به عنوان مدت زمان لازم برای ریکاوری ثبت شد (Yoshikawa et al., 1988).

برای هر کدام از گروه های شاهد (۰)، ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷، ۰/۹ و ۱/۱ میلی لیتر در لیتر (Jahanbakhshi et al., 2014)، ۱۰ قطعه ماهی و برای هر تیمار ۳ تکرار (۳۰ قطعه ماهی برای هر غلظت دارویی) در نظر گرفته شد. ۱۰ قطعه ماهی در هر گروه به طور جداگانه در معرض هریک از غلظت های ذکر شده قرار گرفتند. وقتی ماهیان به مرحله بیهوشی عمیق رسیدند و دیگر به محرک

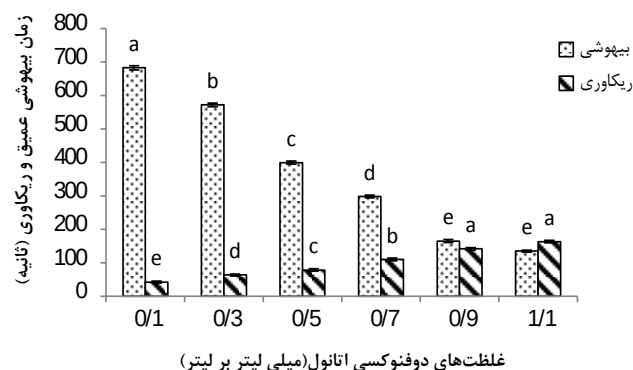
پاسخگو نبودند، سطح بدن ماهی را خشک کرده از سه قطعه ماهی به صورت تصادفی حدود ۲ میلی لیتر خون توسط سرنگ از ورید ساقه دمی گرفته شد. مطابق روش به کار گرفته شده توسط شالویی و همکاران (Shaluei et al., 2012)، یک سری از نمونه ها (هپارینه) برای تست های خون شناسی در مجاورت EDTA به عنوان ماده ضد انعقاد و در مجاورت یخ قرار گرفت. نمونه های هپارینه برای سنجش شاخصه های خونی متوسط هموگلوبین سلولی (MCH)، هماتوکریت (Hct)، هموگلوبین (Hb)، تعداد گلبول های سفید (WBC)، تعداد گلبول های قرمز (RBC)، (MCHC) و نمونه های گروه دوم (غیرهپارینه) که نمونه های بدون ماده ی ضد انعقاد بودند برای بررسی میزان Na^+ ، K^+ ، Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، ALP، AST، ALT، Cl^- ، گلوکز و کورتیزول مورد استفاده قرار گرفت.

برای اندازه گیری هماتوکریت از میکروهماتوکریت خوان استفاده شد. اندازه گیری میزان هموگلوبین خون با استفاده از روش سیان مت هموگلوبین (Blaxhall, 1972) و دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۴۰ نانومتر اندازه گیری شد. تعداد کل گلبول های قرمز و گلبول های سفید خون با استفاده از پیت ملائورهای قرمز و سفید، لام نئوبار و محلول های رقیق کننده گاور و تورک شمارش شدند (Blaxhall, 1972).

میزان آنزیم های کبدی با دستگاه اتوآنالایزر با کیت تشخیصی پارس آزمون سنجش شد. روش شعله سنجی برای تعیین میزان یون های سدیم و پتاسیم استفاده شد و برای مقادیر هورمون کورتیزول سرم از روش الایزا استفاده شد (King et al., 2005). به منظور بررسی اثر غلظت های ۲- فنوکسی اتانول بر القای بیهوشی و زمان ریکاوری و همچنین بررسی تغییرات ایجاد شده در شاخص های خونی از آزمون ANONA یکطرفه و تست توکی در سطح معنی داری ۵ درصد استفاده شد و همه نتایج به دست آمده به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار بیان شد و آنالیزهای آماری در نرم افزار SPSS-18 بررسی شد.

نتایج

در این آزمایش تأثیر غلظت های مختلف ۲- فنوکسی اتانول بر زمان بیهوشی و ریکاوری تاس ماهی سیبری مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که هر یک از غلظت های ماده بیهوشی ۲- فنوکسی اتانول می تواند بیهوشی کامل ایجاد کند. همچنین مرگ و میر و عوارض نامطلوبی در طول آزمایش یا ۲۴ ساعت پس از ریکاوری مشاهده نشد (شکل ۱). با افزایش غلظت ۲- فنوکسی اتانول زمان بیهوشی به صورت معنی داری کاهش و زمان هوشیاری افزایش یافت (شکل ۱).



شکل ۱ - تأثیر غلظت های متفاوت ۲- فنوکسی اتانول بر زمان بیهوشی و ریکاوری تاس ماهی سیبری (A. baerii)، مقادیر با حروف متفاوت دارای اختلاف آماری معنی دار می باشند. تفاوت حروف بالای میله ها نشان دهنده تفاوت بین غلظت های مختلف در مدت زمان بیهوشی عمیق و ریکاوری است.

در این مرحله از آزمایش اثر غلظت های مختلف ۲-فنوکسی اتانول بر شاخص های خونی تاس ماهی سیبری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده که در جدول ۱ ارائه شده است، اختلاف معنی داری را در سطح گلبول های سفید در ماهی های تیمار شده با غلظت های مختلف ۲-فنوکسی اتانول نشان نداد. در غلظت ۰/۱ و ۰/۳ میلی لیتر در لیتر ۲-فنوکسی اتانول، سطح گلبول قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت به طور معنی داری افزایش یافت. سطح MCH و MCHC در غلظت های مختلف مورد آزمایش تفاوت معنی داری با گروه شاهد نشان ندادند. در غلظت های پایین دارو افزایش معنی دار سطح گلبول قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت مشاهده شد (جدول ۱).

جدول ۱- تأثیر غلظت‌های مختلف ۲- فنوکسی اتانول بر شاخص‌های خونی تاس‌ماهی سبیری (*A. baerii*)، داده‌ها در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف آماری معنی‌دار هستند.

تیمارهای آزمایشی	تیمار شاهد	تیمار ۰/۱	تیمار ۰/۳	تیمار ۰/۵	تیمار ۰/۷	تیمار ۰/۹	تیمار ۱/۱
WBC (mm ³)	۲۱/۶۷±۰/۸۴ ^a	۲۰/۹۶±۰/۵۷ ^a	۲۱/۱۴±۰/۸۶ ^a	۲۱/۰۶±۰/۹۳ ^a	۲۱/۴۹±۰/۵۲ ^a	۲۱/۶۶±۰/۹۳ ^a	۲۰/۹۹±۰/۹۰ ^a
RBC (mm ⁶)	۰/۴۳±۰/۰۰ ^a	۰/۶۵±۰/۰۰ ^b	۰/۶۱±۰/۰۰ ^c	۰/۵۸±۰/۰۰ ^d	۰/۵۳±۰/۰۰ ^e	۰/۴۲±۰/۰۰ ^a	۰/۴۳±۰/۰۰ ^a
Hb (g/dL)	۳/۱۶±۰/۰۶ ^a	۴/۶۶±۰/۱۴ ^b	۴/۷۶±۰/۱۵ ^b	۴/۶۳±۰/۱۵ ^b	۴/۲۳±۰/۲۰ ^c	۳/۲۳±۰/۱۵ ^a	۳/۲۰±۰/۱۰ ^a
Hct (%)	۱۸/۴۶±۰/۲۰ ^a	۲۲/۲۳±۰/۷۷ ^b	۲۲/۴۳±۰/۳۷ ^b	۱۹/۲۶±۰/۴۹ ^a	۱۹/۱۶±۰/۳۷ ^a	۱۸/۸۳±۰/۱۷ ^a	۱۸/۴۳±۰/۴۱ ^a
MCV (fl)	۴۳۵/۹±۰/۸۵ ^a	۴۳۲/۷±۰/۸۴ ^a	۴۳۲/۸±۱/۳۵ ^a	۴۳۳/۱±۲/۳۶ ^a	۴۳۳/۰±۲/۸۴ ^a	۴۳۲/۹±۳/۳۱ ^a	۴۳۶/۵±۱/۴۹ ^a
MCH (Pg)	۱۳۹/۸±۰/۲۶ ^a	۱۳۹/۴±۰/۱۵ ^a	۱۴۰/۰±۰/۱۶ ^a	۱۳۹/۱±۰/۰۳ ^a	۱۳۸/۸±۰/۶۳ ^a	۱۳۸/۸±۰/۷۱ ^a	۱۳۹/۲±۰/۸۴ ^a
MCHC (gdL ⁻¹)	۲۸/۶±۰/۴۴ ^a	۲۷/۲±۱/۵۹ ^a	۲۷/۲±۱/۰۹ ^a	۲۸/۸±۰/۰۱ ^a	۲۹/۲±۰/۳۰ ^a	۲۸/۵±۰/۸۰ ^a	۲۹/۱±۰/۳۰ ^a

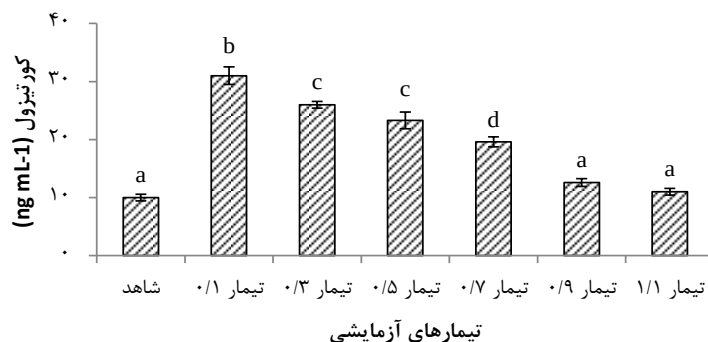
اثر غلظت‌های مختلف ۲-فنوکسی اتانول بر شاخص‌های بیوشیمیایی تاس‌ماهی سبیری در جدول ۲ آمده است. طبق این جدول در غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۳ میلی‌لیتر در لیتر از ماده بیهوشی سطح ALP به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در غلظت ۰/۵ و ۰/۷ میلی‌لیتر در لیتر افزایش سطح ALT و AST در غلظت‌های بالاتر تفاوت معنی‌داری در سطح ALP مشاهده نشد ($p < 0.05$). سطح ALT در تیمار ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌لیتر در لیتر به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داد ($p < 0.05$). سطح AST در غلظت‌های ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌لیتر در لیتر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و در غلظت‌های بالاتر از ۰/۷، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($p < 0.05$). سطح املاح از جمله پتاسیم، سدیم، کلسیم، منیزیم و کلر، در غلظت‌های مختلف ۲-فنوکسی اتانول تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد نداشت. سطح ALT، AST و ALP در غلظت‌های پایین داروی مورد آزمایش به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($p < 0.05$) (جدول ۲).

تأثیر ۲-فنوکسی اتانول (2-phenoxyethanol) به عنوان ماده بیهوش کننده بر ...

جدول ۲- غلظت‌های ۲- فنوکسی اتانول بر شاخص‌های بیوشیمیایی تاس‌ماهی سیبری (*A. baerii*).. داده ها در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف آماری معنی‌دار هستند.

تیماهای آزمایشی	تیما شاهد	تیما ۰/۱	تیما ۰/۳	تیما ۰/۵	تیما ۰/۷	تیما ۰/۹	تیما ۱/۱
آلکالین فسفاتاز (unit/L)	۳۲۶/۵± ۱/۲۳ ^a	۳۴۳/۹± ۲/۷۲ ^b	۳۴۰/۳± ۳/۳۷ ^b	۳۳۷/۳± ۲/۷۷ ^c	۳۳۳/۹± ۲/۳۷ ^d	۳۲۷/۰± ۱/۸۶ ^a	۳۲۶/۷± ۱/۹۲ ^a
آلانین ترانس‌میناز (unit/L)	۴۷/۱± ۰/۸۳ ^a	۴۹/۲± ۰/۱۶ ^b	۴۹/۷± ۰/۲۲ ^b	۴۹/۱± ۰/۲۱ ^b	۴۷/۱± ۰/۲۳ ^a	۴۷/۱± ۰/۹۸ ^a	۴۷/۹± ۰/۲۳ ^a
آسپارات آمینوترانسفراز (unit/L)	۲۸۷/۳± ۱/۰۶ ^a	۳۶۱/۰± ۲/۱۸ ^b	۳۵۰/۴± ۳/۸۱ ^b	۳۴۶/۳± ۲/۵۵ ^c	۳۳۶/۲± ۵/۲۹ ^c	۲۹۳/۷± ۴/۲۳ ^a	۲۸۶/۶± ۰/۵۹ ^a
کلر (mmol/L)	۱۰۱/۶± ۱/۵۳ ^a	۱۰۴/۱± ۰/۷۷ ^b	۱۰۴/۸± ۰/۷۶ ^b	۱۰۳/۳± ۱/۴۵ ^a	۱۰۳/۶± ۰/۴۵ ^a	۱۰۱/۲± ۱/۲۳ ^a	۱۰۱/۵± ۱/۶۷ ^a
سدیم (mmol/L)	۱۲۸/۲± ۰/۸۵ ^a	۱۲۶/۹± ۰/۶۵ ^a	۱۲۶/۶± ۰/۲۰ ^a	۱۲۷/۵± ۰/۳۷ ^a	۱۲۷/۴± ۰/۹۰ ^a	۱۲۹/۱± ۰/۷۱ ^a	۱۲۸/۱± ۰/۳۵ ^a
پتاسیم (mmol/L)	۹/۵± ۰/۶۸ ^a	۹/۴± ۰/۸۳ ^a	۹/۳± ۰/۴۳ ^a	۹/۶۷± ۰/۹۳ ^a	۹/۵± ۰/۸۳ ^a	۹/۴± ۰/۸۷ ^a	۹/۵± ۰/۶۵ ^a
کلسیم (mmol/L)	۸/۰۹± ۰/۰۸ ^a	۸/۱۹± ۰/۰۳ ^a	۸/۲۳± ۰/۰۴ ^a	۸/۱۴± ۰/۰۸ ^a	۸/۲۱± ۰/۰۲ ^a	۸/۰۵± ۰/۰۵ ^a	۸/۰۲± ۰/۰۱ ^a
منیزیم (mmol/L)	۳/۲۴± ۰/۰۲ ^a	۳/۵۸± ۰/۰۴ ^a	۳/۵۱± ۰/۰۷ ^a	۳/۳۹± ۰/۰۴ ^a	۳/۴۲± ۰/۰۲ ^a	۳/۳۴± ۰/۰۳ ^a	۳/۲۱± ۰/۰۱ ^a

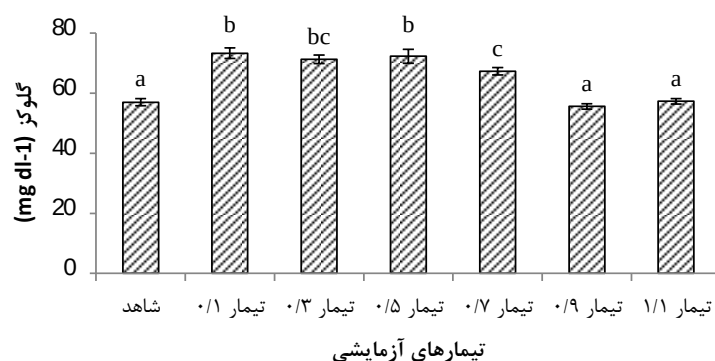
در شکل ۲ تأثیر غلظت‌های مختلف ۲-فنوکسی اتانول بر میزان کورتیزول آورده شده است. طبق این نمودار در غلظت ۰/۱ این ماده بیهوشی سطح کورتیزول پلاسما به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد افزایش پیدا کرد ($p < 0.05$) و در غلظت‌های بالاتر سطح کورتیزول شروع به کاهش کرد. در غلظت پایین ۲-فنوکسی اتانول سطح کورتیزول افزایش پیدا کرد (شکل ۲).



شکل ۲- تأثیر غلظت‌های مختلف، ۲- فنوکسی اتانول بر میزان کورتیزول پلاسما خون تاس‌ماهی سیبری (*A. baerii*)، مقادیر با حروف متفاوت دارای اختلاف آماری معنی‌دار است.

تأثیر غلظت‌های مختلف ۲-فنوکسی اتانول بر میزان گلوکز خون در شکل ۳ آورده شده است. نتایج در این بخش نشان داد که در غلظت‌های پایین ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌لیتر درلیتر ۲-فنوکسی اتانول

سطح گلوکز خون به طور معنی داری افزایش یافت و در غلظت های بالاتر این ماده تغییر چندانی با گروه شاهد نداشت. غلظت های پایین این ماده بیهوش کننده باعث افزایش گلوکز خون می شود که خود استرس زاست.



شکل ۳- تأثیر غلظت های مختلف، ۲- فنوکسی اتانول بر میزان گلوکز پلاسما ی خون تاس ماهی سیبری (A. baerii)، مقادیر با حروف متفاوت دارای اختلاف آماری معنی دار است.

بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر نشان داد که ۲- فنوکسی اتانول یک ماده مؤثر بیهوشی برای تاس ماهی سیبری است. این ماده باعث القای بیهوشی کامل و ریکاوری سریع در ماهیان شد. همه غلظت های مورد استفاده از ماده بیهوش کننده ۲- فنوکسی اتانول مؤثر بود و بیهوشی کامل را ایجاد کرد. هیچ مرگ و میری در طول آزمایش مشاهده نشد. طبق نتایج به دست آمده، هرچه قدر غلظت ماده بیهوشی کمتر باشد، بیهوشی عمیق در مدت زمان بیشتری رخ می دهد و زمان ریکاوری آن کمتر خواهد شد ولی هرچه قدر غلظت ماده بیهوش کننده بیشتر باشد، بیهوشی عمیق در مدت زمان کمتری رخ می دهد و زمان ریکاوری آن بیشتر خواهد شد. برای بررسی شرایط فیزیولوژیکی بدن جانداران معمولاً از شاخص های خونی (تعداد کل گلبول های قرمز خون، گلبول های سفید خون، هموگلوبین هماتوکریت میانگین هموگلوبین گلبول، میانگین غلظت هموگلوبین گلبول) و شاخص های بیوشیمیایی سرم (آلکالین فسفات، آسپاراتات ترانس آمیناز، آلانین ترانس آمیناز، کلراید سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گلوکز و کورتیزول) استفاده می شود (Akbari et al., 2016).

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که ۲- فنوکسی اتانول در غلظت‌های پایین‌تر (۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷) موجب افزایش میزان گلبول‌های قرمز، همتوکریت، هموگلوبین، کورتیزول و گلوکز خون در مقایسه با تیمار کنترل می‌شود که نتایج حاصل با نتایج به‌دست آمده از تحقیق جهان‌بخشی و همکاران (Jahanbakhshi et al., 2012) مطابقت دارد. در مطالعه‌ای که در مورد اثرات استرس بر قزل‌آلای رنگین‌کمان توسط کاسیلاس و همکاران (Casillas and Smitt, 1974) انجام شد، مشاهده شد که غلظت هموگلوبین و همتوکریت و گلبول قرمز افزایش پیدا می‌کند. در مطالعه حاضر غلظت گلوکز به‌طور قابل ملاحظه‌ای در غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۳ قسمت در میلیون ۲-فنوکسی اتانول افزایش یافت. همچنان که در تحقیق اورتون و همکاران (Ortun et al., 2002)، برای ماهی سیم سرطلایی (*Sparus aurata*) مشابه همین نتیجه به‌دست آمده است. در مورد کورتیزول نیز در غلظت ۰/۱ و ۰/۳ میلی‌لیتر درلیتر ۲-فنوکسی اتانول افزایش دیده شد که همین نتیجه در مطالعه شالویی و همکاران (Shaluei et al., 2012) برای فیل‌ماهی گزارش شد. وبر و همکاران (Weber et al., 2011)، با بررسی تأثیر ۲-فنوکسی اتانول در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم برلیتر، در *Senegalese sole* پس از ۲۰ دقیقه افزایش قابل ملاحظه‌ای در غلظت پلاسمای کورتیزول مشاهده کردند. مولینرو و گونزالز (Molinero and Gonzalez, 1995)، نشان دادند که ۲-فنوکسی اتانول موجب القای پاسخ کورتیزول در ماهی سیم سرطلایی می‌شود. افزایش مقادیر گلبول قرمز، هموگلوبین، همتوکریت، گلوکز و کورتیزول خون از مهم‌ترین شاخص‌های استرس است. شاخص‌های استرس در ماهیان چند دسته هستند که همتوکریت، هموگلوبین، کورتیزول، گلوکز و افزایش مقادیر گلبول قرمز از مهم‌ترین آن‌هاست (Wenderlaar, 1993). پاسخ آبی به استرس، افزایش سطح کورتیزول است که دلیل آن فعالیت محور هیپوتالاموس-هیپوفیز می‌باشد. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که استفاده از ماده بیهوشی خروج اطلاعات از هیپوتالاموس را مهار نموده و در نتیجه از پاسخ هورمون کورتیزول جلوگیری می‌کند (Iversen et al., 2003; Jahanbakhshi et al., 2012). در برخی موارد ماده بیهوش کننده فعالیت محور هیپوتالاموس-هیپوفیز را کاهش می‌دهد و حتی متوقف می‌کند (Iversen et al., 2003). هنگامی که ماهی تحت استرس قرار می‌گیرد سطح کتکول‌آمین‌ها افزایش یافته و به طبع آن سطح گلوکز خون افزایش می‌یابد. به افزایش گلوکز پلازما پدیده هایپرگلیسمی گفته می‌شود که از مهم‌ترین پاسخ‌های ثانویه به افزایش کورتیزول است. عوامل ایجاد کننده هایپرگلیسمی هورمون‌های آدرنالین، کورتیزول و کتکول‌آمین‌ها هستند (Weber et al., 2011). علاوه بر هایپرگلیسمی، تغییر میزان گلبول قرمز و همتوکریت و هموگلوبین از پاسخ‌های ثانویه ماهی به استرس است. شاخص‌های مربوط به خون مانند گلبول‌های قرمز و گلبول‌های سفید از جمله لنفوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها یکی از بخش‌های سیستم ایمنی غیراختصاصی سلولی هستند و تغییر در تعداد آن‌ها می‌تواند به عنوان

شاخص مناسبی در رابطه با پاسخ ماهیان به عوامل استرس زا مطرح باشد (Svobodova et al., 1991). هنگامی که ماهی تحت شرایط استرس زا قرار می گیرد، گلبول های قرمز نابالغ از طحال آزاد می شوند و در پی افزایش متابولیک، اکسیژن رسانی به بافت ها نیز افزایش پیدا می کند و به دنبال آن تعداد گلبول های قرمز، غلظت هموگلوبین و سطح همتوکریت افزایش می یابد. نتایج مشابه این در ماهیان دیگر نیز گزارش شده است (Molinero and Gonzalez, 1995; Shalvei et al., 2012). در راستای نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر، جهان بخشی و همکاران (Jahanbakhshi et al., 2014) با بررسی اثر غلظت های مختلف ۲-فنوکسی اتانول بر شاخص های خونی و سطوح مختلف هورمونی ماهی کلمه مشاهده کردند که در غلظت های پایین این ماده ی بیهوشی (۰/۱ و ۰/۳ میلی لیتر درلیتر) تغییراتی در سیستم فیزیولوژیکی و استرسی ماهی کلمه ایجاد می شود. همچنین جوادی موسوی و همکاران (Javadi Moosavi et al., 2014) گزارش نمودند که ۲-فنوکسی اتانول ماده مناسبی جهت بیهوش ساختن ماهی سفید خزری است و غلظت ۰/۷ میلی لیتر درلیتر کمترین اثر استرسی را بر این ماهی دارد. همچنین هنگامی که گلوکز خون کاهش پیدا می کند، کورتیزول از ناحیه قشری فوق کلیه ترشح و باعث افزایش کورتیزول خون می شود و سپس با تأثیر بر سایر ذخایر بدن باعث افزایش گلوکز خون می شود. بدینوسیله گلوکز خون در درازمدت حفظ می شود. وجود همبستگی منفی و معنی دار بین این دو عامل نیز حاکی از همین مسئله است (Lehninger, 1975).

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که ۲- فنوکسی اتانول در غلظت های ۰/۹ و ۱/۱ میلی لیتر برلیتر موجب تغییر چندانی در فعالیت آنزیم های کبدی تاس ماهی سبیری نمی شود و این مقادیر دارای اختلاف معنی داری با گروه کنترل نیست اما در غلظت های پایین تر (۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷) موجب افزایش میزان فعالیت آنزیم های کبدی در مقایسه با تیمار کنترل گردید که نتایج حاصل با نتایج به دست آمده از تحقیق شالویی و همکاران (Shalvei et al., 2012) مطابقت دارد. در افراد سالم، سطح ALT در خون پایین است که با آسیب کبدی- معمولاً قبل از بروز علائم بارزتر آسیب کبدی مانند زردی- موادی مانند ALT در جریان خون آزاد می شود. در اکثر بیماری های کبدی، سطح ALT بالاتر از AST است و در نتیجه نسبت AST/ALT پایین خواهد بود. صدمه به اندام هایی نظیر عضلات قلبی و اسکلتی، سبب افزایش اندک سطح ALT می شود.

مطالعه حاضر نشان داد غلظت های پایین ۲-فنوکسی اتانول سبب افزایش سطح ALT در خون می شود و نتایج قبلی که نشان دهنده افزایش ALT در آسیب کبدی است، می توان پیشنهاد داد که غلظت های کم ۲-فنوکسی اتانول بیشترین تأثیر را بر کبد داشته است. همچنین می توان گفت عوامل استرس زا با تأثیر بر هیپوتالاموس- هیپوفیز- غده فوق کلیوی و تحریک ترشح هورمون های کورتیزول و کتکول آمین ها سبب فعال کردن مسیرهای متفاوت متابولیکی و در نتیجه تغییرات پارامترهای خون-

شناسی و پارامترهای بیوشیمیایی می شوند (Iwama, 1998). اکبری و همکاران (Akbari et al., 2016) نشان دادند که استفاده از ۲-فنوکسی اتانول با غلظت ۰/۹ میلی لیتر در لیتر دارای کمترین اثر منفی بر آنزیم های کبدی ماهی سرگنده (*Hypophthalmichthys nobilis*) است که نتایج این مطالعه با نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر در تاس ماهی سیبری مطابقت دارد.

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که ۲- فنوکسی اتانول در غلظت های مختلف اثر معنی داری بر برخی از فاکتورهای خونی شامل MCH، MCHC و MCV و همچنین اثر معنی داری بر میزان یونها ندارد که نتایج به دست آمده همراستا با نتایج شالویی و همکاران (Shaluei et al., 2012) در فیل ماهی بود. همچنین تا به امروز اطلاعاتی در مورد نحوه اثر و مکانیسم ۲- فنوکسی اتانول بر یونها به دست نیامده است. علاوه بر این طبق نظر مارکینگ و مایر (Marking and Meyer, 1985) مناسب ترین غلظت ماده بیهوش کننده برای بیهوشی ماهی غلظتی است که سبب بیهوشی عمیق زیر ۳ دقیقه و بهبودی کامل یا ریکاوری زیر ۵ دقیقه شود. باتوجه به این مطلب غلظت بهینه مورد استفاده داروی بیهوشی ۲-فنوکسی اتانول در مطالعه حاضر بر تاس ماهی سیبری غلظت های ۰/۹ و ۱/۱ میلی لیتر در لیتر است. در تحقیق حاضر، بیهوشی تاس ماهی سیبری با ۲-فنوکسی اتانول در غلظت های پایین باعث تغییر در برخی از فاکتورهای خونی و افزایش سطح گلوکز و کورتیزول در آن شد که باتوجه به نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر می توان پیشنهاد کرد که غلظت های ۰/۹ و ۱/۱ میلی لیتر در لیتر ۲- فنوکسی اتانول، غلظت های مناسب جهت بیهوش کردن تاس ماهی سیبری است، زیرا کمترین اثرات منفی را بر شاخص های خون شناسی و استرسی این ماهی دارد.

منابع

- Akbari P., Pirbeigi A., Jahanbakhshi A. 2016. Analysis of primary and secondary stress responses in bighead carp (*hypophthalmichthys nobilis*) by anesthetization with 2-phenoxyethanol. Journal of Environmental Sciences and Technology, 13: 1009-1016.
- Blaxhall P. 1972. The haematological assessment of the health of freshwater fish: areview of selected literature. Journal of Fisheries and Biology, 4: 593- 604.
- Casillas E., Smitt L.S. 1974. Effects of stress on blood coagulation and hematology in rainbow trout exposed to hypoxia, Journal of Fisheries and Biology, 60: 340-347.
- Guo F., Teo L., Chen T. 1992. Effects of an aesthetics on plasma cortisol and lactic acid-levels in platys (*Xiphophorus maculatus*). Bulletin Faculty of Science, National University, Singapore 12: 30-33.
- Iversen M., Finstad B., McKinley E.R. 2003. The efficacy of metomidate, clove oil, aqui-s and benzoak anaestheticsin Atlantic salmon (*Salmo alar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity, Aquaculture, 221: 549-566.

- Iwama G.K. 1998. Stress in fish. Annals of the New York Academy of Sciences, 851: 304-310.
- Jahanbakhshi A., Baghfalaki M., Imanpour M. R., Nodeh A.J., Shalvei F. 2012. Effects of different concentration of 2-phenoxyethanol on primary and secondary stress responses in Persian sturgeon, *Acipenser persicus*. Journal of Applied Ichthyology, 29(3): 499-502.
- Jahanbakhshi A., Hedayati A.A., Javadi Mousavi M.S. 2014. Effect of 2-phenoxyethanol as an anesthetic on blood parameters of *Rutilus rutilus Caspicus*. Journal of Animal Research (Iranian Biological Quarterly), 27(3): 347-338.
- Javadi Moosavi M., Salahi Ardekani M., Pirbeigi A., Ghazi S. 2014. The effect of exposure duration to optimal concentration of 2-phenoxyethanol on primary and secondary stress responses in kutum (*Rtilus frisii kutum*). Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 99: 661-667.
- Kaiser H., Vine N. 1988. The effect of 2-phenoxyethanol and transport packing density on the post-transport survival rate and metabolic activity in the goldfish (*Carassius auratus*). Aquarium Science and Conservation, 2: 1-7.
- King W.V., Hooper B., Hillsgrove S., Benton C., Berlinsky D. 2005. The use of clove oil, metomidate, tricaine, methanaeulphonate and 2-phenoxyethanol for inducing anaesthesia and their effect on the cortisol stress response in black sea bass (*Centropristis striata* L.). Aquaculture Research, 36: 1442-1449.
- Lehninger A. 1975. Biochemistry, the molecular basis of cell structure and function: Albert L. Lehninger. Second Edition, Worth Publishers, Incorporation, New York, USA. 1104 P.
- Marking L.L., Meyer F.P. 1985. Are better anesthetics needed in fisheries? Fisheries, 10: 2-5.
- McCarter N. 1992. Sedation of grass carp and silver carp with 2-phenoxyethanol during spawning. Program. Fish Culture, 54: 263-265.
- Molinero A., Gonzalez J. 1995. Comparative effects of MS222 and 2-phenoxyethanol on Gilthead Sea bream (*Sparus aurata* L.) during Confinement. Comparative Biochemistry and Physiology A-Comparative Physiology, 111(3): 405-414.
- Ortun O.J., Esteban M.A., Meseguer J. 2002. Effects of four anesthetics on the innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Fish and Shellfish Immunology, 12: 49-59.
- Ribass L., Flos R., Reig L., Mackenzie S., Barton B.A., Tort L. 2007. Comparison of methods for anaesthetizing Senegal Sole (*Sola senegalensis*) before slaughter: stress responses and final product quality. Aquaculture, 269: 250-258.
- Ross L.G., Ross B. 1999. Anesthetic and sedative techniques for Aquatic Animals. 2 nd ed. Blackwell Science 1edition, oxford, UK. 240 P.

- Ross L.G., Ross B. 2008. Anaesthetic and Sedative techniques for aquatic well science publication, oxford, London, UK. 340 P.
- Sattari A., Mirzargar S.S., Abrishamifar A., Mousavi H.E., Niasari A. 2009. Comparison of electro anesthesia with chemical anesthesia (MS222 and Clove Oil) using plasma cortisol and glucose responses as physiological stress indicators. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4: 306-313.
- Serezli R., Basaran F., Gungor Muhtarglu C., Kaymakci Basaran A. 2012. Effects of 2-phenoxyethanol anesthesia on juvenile meagre (*Argyrosomus regius*). *Journal of Applied Ichthyology*, 28: 87-90.
- Shaluei F., Hedayati A., Jahanbakhshi A., Baghfalaki M. 2012. Physiological responses of great sturgeon (*Huso huso*) to different concentrations of 2-Phenoxyethanol as an anesthetic. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(6): 1627-1634.
- Svobodova Z., Pravda D., Palakcova J. 1991. Unified methods of hematological examination of fish. Research Institute of fish culture and hydrobiology, vodnany, Edition Methods., No. 20, Czech. 31 P.
- Tort L., Piugcerved M., Crespo S., Padros P. 2002. Cortisol and hematological response in sea bream and trout subjected to the aesthetics clove oil and 2-phenoxyethanol. *Aquaculture Research*, 33: 907-910.
- Velisek J., Svobodova Z. 2004a. Anesthesia of Common carp (*Cyprinus carpio* L.) with 2-phenoxyethanol: acute toxicity and effects on biochemical blood profile. *Acta Veterinary*, 73: 247-252.
- Velisek J., Svobodova Z. 2004b. Anesthesia of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with 2-phenoxyethanol: acute toxicity and biochemical blood profile. *Acta Veterinary*, 73: 379-384.
- Velisek J., Svobodova Z., Piakcova V. 2007. Effects of 2-Phenoxyethanol Anesthesia on Hematological Profile on Common Carp (*cyprinus carpio*) and Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Veterinary*, 76: 487-492.
- Weber R.A., Perez-Macera J.J., Peleteiro J.B., Garci a-Martin L., Aldegunde M. 2011. Effects of acute exposure to 2-phenoxyethanol, clove oil, MS-222, and metomidate on primary and secondary stress responses in Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup 1858). *Aquaculture*, 321: 108-112.
- Wenderlaar B.S.E. 1993. Endocrinology. In: Evans DH (Eds.). *The physiology of fishes*. CRC Press, Florida, USA, pp: 305-469.
- Wills C., Zampacavallo G., Poli B.M., Marlene R.M., Proctor Gray T.M. 2006. Nitrogen stunning of rainbow trout. *International Journal of Food Sciences and Technology*, 41: 395-398.
- Yoshikawa H., Ishida Y., Ueno S., Matsudo H. 1988. Changes in depth of anesthesia of the carp anaesthetized with a constant level of carbon dioxide. *Japonica Society Science of Fisheries*, 54: 457-462.

Effect of 2-phenoxyethanol on stress responses, hematological parameters, and hepatic enzymes in Siberian sturgeon *Acipenser baerii* Brandt, 1869

Yamrali S¹., Alijanpour S^{2*}., Jahanbakhshi A.R³., Patimar R⁴

1 M.Sc. Student of Biology of Sea Animals, Faculty of Basic Sciences, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

2 Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

3 PhD Student of Fisheries, Department of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

4 Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

Received: 27-10-2017 ; Accepted: 23-12-2017

Abstract

The present study examined the effects of various concentrations (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, and 1.1 ml L⁻¹) of 2-phenoxyethanol as an anesthetic agent on stress responses, hematological parameters, and hepatic enzymes in Siberian sturgeon (*A. baerii*). The results showed that exposing Siberian sturgeon to low concentrations of 2-phenoxyethanol prolonged deep anesthesia compared to higher concentrations, although the recovery time was significantly decreased. Furthermore, cortisol levels significantly increased at low (0.1- 0.5 ml L⁻¹) and decreased at high (0.9 and 1.1 mg L⁻¹) concentrations compared to the control group. Different concentrations of 2-phenoxyethanol had no effect on the levels of WBC, while significant increments were observed in the levels of RBC, hemoglobin, and hematocrit at 0.1 and 0.3 ml L⁻¹ concentrations. No changes were observed in the blood minerals as well as MCV, MCH, and MCHC. Higher ALP and AST were detected in the low concentrations (0.1 and 0.3 ml L⁻¹) compared to those in the control and high concentrations groups. In conclusion, these findings showed that 2- phenoxyethanol at 0.9 and 1.1 ml L⁻¹ concentrations could be more suitable to use as an anesthetic agent in Siberian sturgeon, characterized by the least impacts on the physiological conditions.

Keywords: *A. baerii*, 2-phenoxyethanol, Cortisol, Liver enzymes.

تأثیر ۲-فنوکسی اتانول (2-phenoxyethanol) به عنوان ماده بیهوش کننده بر ...

*Corresponding author; salijanpour@gmail.com