دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"
دوره هفتم، شماره چهارم، زمستان ۹۸
http://jair.gonbad.ac.ir

تأثیر ۲–فنوکسی اتانول (2-phenoxyethanol) به‌عنوان ماده بیهوش‌کننده بر شاخص‌های استرسی، خون‌شناسی و آنزیم‌های کبدی تاس‌ماهی سیبری *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 گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
[۲] استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گنبدکاووس، 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 گنبدکاووس، 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، ۰/۹و ۱/۱ میلی‌لیتر درلیتر) برشاخص‌های استرسی، خون‌شناسی و آنزیم‌های کبدی تاس‌ماهی سیبری (*A. baerii*) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که قرارگرفتن ماهی سیبری در غلظت‌های پایین دارو سبب بیهوشی عمیق در مدت زمان بیشتری می‌شود، ولی مدت زمان لازم برای ریکاوری ماهی به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد. در غلظت-های 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 کوتیزول 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 به‌طورمعنی‌داری 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

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

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 بیهوش‌کردن تاس‌ماهی سیبری 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 صنت آبزی‌پروری 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 آبزیان استفاده می‌شود. باتوجه به کاربرد وسیع داروهای بیهوشی در آبزی‌پروری، 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. باتوجه 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. باتوجه 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 بیهوش‌کردن 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 جذب‌شده و پس از ورود به خون و تأثیر بر سیستم عصبی مرکزی بتواند ماهی را بیهوش کند (Ross and Ross, 1999). آبزیان 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 آبزی‌پروری 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 جراحت‌های فیزیکی می‌شود (Weber *et al*., 2011). اگرچه مواد بیهوش‌کننده پاسخ به استرس را کاهش می‌دهند، اما موجب کم‌کردن عملکرد سیستم ایمنی می‌شوند. بنابراین عواملی مانند نوع مواد بیهوش‌کننده، زمان در معرض قرارگیری ماهی و مقدار مصرفی ماده بیهوش کننده می‌تواند بر فیزیولوژی ماهی تأثیر بگذارد

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

(Tort *et al*., 2002). مواد مختلفی در آبزی‌پروری 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). درحال حاضر از پرکاربردترین مواد بیهوش‌کننده در صنعت آبزی‌پروری 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 به‌دلیل تأثیرگذاری و ریکاوری سریع و همچنین به‌دلیل دسترسی آسان و قیمت پایین به‌عنوان ماده بیهوش‌کننده در آبزی‌پروری استفاده می‌شود به‌طوری‌که فنوکسی اتانول در بسیاری از کشورها به‌عنوان یک ماده بیهوشی مورد اعتماد در آبزیان 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 طلایی (Kaiser and Vine, 1988)، ماهی سفید (Javadi Moosavi *et al*., 2014)، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (Velisek and Svobodova, 2004b)، ماهی کلمه (Velisek and 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 به‌عنوان ماده مؤثر در بیهوش‌کردن فیل‌ماهی معرفی کردند و نشان دادند که مقادیر بالای این ماده مثل ۰/۷ و ۰/۹ میلی‌لیتر درلیتر، مناسب‌ترین مقدار برای بیهوش‌کردن 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 ذکرشده 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 به‌عنوان داروی بیهوشی مناسب پیشنهاد گردد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۱۰ قطعه تاس‌ماهی سیبری به وزن ۱۰ ±۱۴۰ گرم و طول ۴۰ سانتی‌متر از یک مزرعه پرورشی خصوصی در رشت تهیه شد و جهت گذراندن دوره آداپتاسیون به‌مدت دو هفته به تانک‌های

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

۳۰۰ لیتری که هر تانک حاوی ۱۵ عدد ماهی بود به‌صورت جداگانه در مزرعه شخصی پرورش ماهی محمودآباد گرگان منتقل شد. در دوره آداپتاسیون و آزمایشات بیهوشی پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب (دما، pH و اکسیژن محلول) توسط دستگاههای اکسیژن‌متر، پی-اچ متر، دماسنج قابل حمل وگ تک (انگلستان) اندازه‌گیری شد. همچنین سختی آب در دوره آداپتاسیون و آزمایشات بیهوشی توسط دستگاه فتومتر مدل ۷۱۰۰ اندازه‌گیری شد. در طول دوره، فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب به‌صورت زیر ثبت شد: پی‌اچ: ۰/۰۵± ۷/۲۰ ، اکسیژن‌محلول: ۰/۰۶ ± ۸/۸۲ میلی‌گرم برلیتر، دما: ۱ ± ۱۵ درجه سانتی‌گراد، سختی‌کل: ۲/۳۵ ± ۲۹۰ میلی‌گرم برلیتر. به‌منظور 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 استرس‌های محیطی و عدم تغییر در عوامل فیزیکی و شیمیایی آب نگهداری شود.

فنوکسی اتانول (Ethylene glycol monophenyl ether) با فرمول‌شیمیایی $C_8H_{10}O_2$ (محصول سیگما آمریکا) تهیه و به‌کار برده شد. درجه خلوص این ماده ۹۹/۵ درصد بود. این ماده با چگالی ۱/۱۰۷-۱/۱۰۸ 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.

غلظت‌های ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵ ، ۰/۷ ، ۰/۹ و ۱/۱ میلی‌لیتر درلیتر ۲- فنوکسی اتانول انتخاب شد. این غلظت‌ها درتانک آزمایش حاوی ۱۰ لیتر آب، حل شده و برای انحلال بیشتر، هوادهی شده و ماهیان به تعداد ۱۰ قطعه به‌طور جداگانه در معرض غلظت‌های ذکر شده قرار گرفتند. در حالت بیهوشی بدن ماهی به‌طور کامل چرخیده و به سمت بالا برمی‌گردد به‌طوری‌که سطح زیرین ماهی کاملاً دیده می-شود. برطبق نظر رز و رز (Ross and Ross, 2008)، داشتن علائمی همچون عدم پاسخ به تغییر وضعیت، کاهش تنفس، عدم‌تعادل ماهی، واکنش ندادن به تحریک خارجی و کاهش پیدا کردن تونوس عضلات بیهوشی محسوب می‌شود. بنابراین پس از مشاهده این علائم، زمان موردنیاز برای آن با کرنومتر اندازه‌گیری شد و ماهی‌ها برای ریکاوری به تانک برگردانده شدند. بعد از مدتی حالت طبیعی در ماهی ظاهر شد و مدت‌زمان لازم برای ظهور این علائم و رسیدن به تعادل و شنای فعال در ماهی به‌عنوان مدت‌زمان لازم برای ریکاوری ثبت شد (Yoshikawa *et al*., 1988).

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

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

پاسخگو نبودند، سطح بدن ماهی را خشک کرده از سه قطعه ماهی به‌صورت تصادفی حدود ۲ میلی‌لیتر خون توسط سرنگ از ورید ساقه دمی گرفته شد. مطابق روش به‌کار گرفته شده توسط شالویی و همکاران (Shaluei *et al*., 2012)، یک سری از نمونه‌ها (هپارینه) برای تست‌های خون‌شناسی در مجاورت EDTA به‌عنوان ماده ضد انعقاد و در مجاورت یخ قرار گرفت. نمونه‌های هپارینه برای سنجش شاخصه‌های خونی متوسط هموگلوبین سلولی (MCH)، هماتوکریت (Hct)، هموگلوبین (Hb)، تعداد گلبول‌های سفید (WBC)، تعداد گلبول‌های قرمز (RBC)، (MCHC) و نمونه‌های گروه دوم (غیرهپارینه) که نمونه‌های بدون ماده‌ی ضد انعقاد بودند برای بررسی میزان Mg^{2+}، Ca^{2+}، K^{+}، Na^{+}، Cl^{-}، ALT، AST، ALP، گلوکز و کورتیزول مورد استفاده قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری هماتوکریت از میکروهماتوکریت خوان استفاده شد. اندازه‌گیری میزان هموگلوبین خون با استفاده از روش سیان‌مت‌هموگلوبین (Blaxhall, 1972) و دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۴۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. تعداد کل گلبولهای قرمز و گلبولهای سفید خون با استفاده از پیپت ملانژورهای قرمز و سفید، لام نئوبار و محلولهای رقیق‌کننده گاور و تورک شمارش شدند (Blaxhall, 1972).

میزان آنزیم‌های کبدی با دستگاه اتوآنالایزر با کیت تشخیصی پارس آزمون سنجش شد.

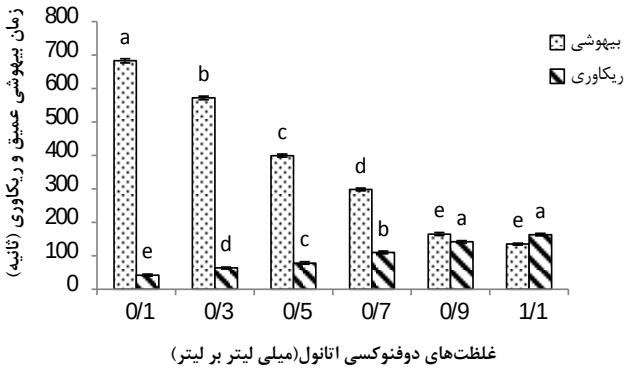
روش شعله‌سنجی برای تعیین میزان یون‌های سدیم و پتاسیم استفاده شد و برای مقادیر هورمون کورتیزول سرم از روش الایزا استفاده شد (King *et al*., 2005).

به‌منظور بررسی اثر غلظت‌های ۲- فنوکسی اتانول بر القای بیهوشی و زمان ریکاوری و همچنین بررسی تغییرات ایجاد شده در شاخص‌های خونی از آزمون ANONA یکطرفه و تست توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده شد و همه نتایج به‌دست آمده به‌صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شد و آنالیزهای آماری در نرم‌افزار SPSS-18 بررسی شد.

نتایج

در این آزمایش تأثیر غلظت‌های مختلف ۲- فنوکسی اتانول بر زمان بیهوشی و ریکاوری تاس‌ماهی سیبری مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که هر یک از غلظت‌های ماده بیهوشی ۲-فنوکسی اتانول می‌تواند 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 به‌صورت معنی‌داری کاهش و زمان هوشیاری افزایش یافت (شکل ۱).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]



شکل ۱ - تأثیر غلظت‌های متفاوت ۲- فنوکسی اتانول بر زمان بیهوشی و ریکاوری تاس‌ماهی سیبری (*A. baerii*)، مقادیر با حروف متفاوت دارای اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند. تفاوت حروف بالای میله‌ها نشان‌دهنده تفاوت بین غلظت‌های مختلف در مدت زمان بیهوشی عمیق و ریکاوری است.

در این مرحله از آزمایش اثر غلظت‌های مختلف ۲-فنوکسی اتانول برشاخص‌های خونی تاس‌ماهی سیبری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده که در جدول ۱ ارائه شده است، اختلاف معنی‌داری را در سطح گلبول‌های سفید در ماهی‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف ۲-فنوکسی اتانول نشان نداد. در غلظت ۰/۱ و ۰/۳ میلی‌لیتر در لیتر ۲-فنوکسی اتانول، سطح گلبول قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. سطح MCH و MCHC در غلظت‌های مختلف مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد نشان ندادند. در غلظت‌های پایین دارو افزایش معنی‌دار سطح گلبول قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت مشاهده شد (جدول ۱).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

جدول ۱- تأثیر غلظت‌های مختلف۲- فنوکسی اتانول بر شاخص‌های خونی تاس‌ماهی سیبری (*A. baerii*)، داده‌ها در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف آماری معنی‌دار هستند.

تیمارهای آزمایشی	تیمار شاهد	تیمار ۰/۱	تیمار ۰/۳	تیمار۰/۵	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± ۰/۰۱^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

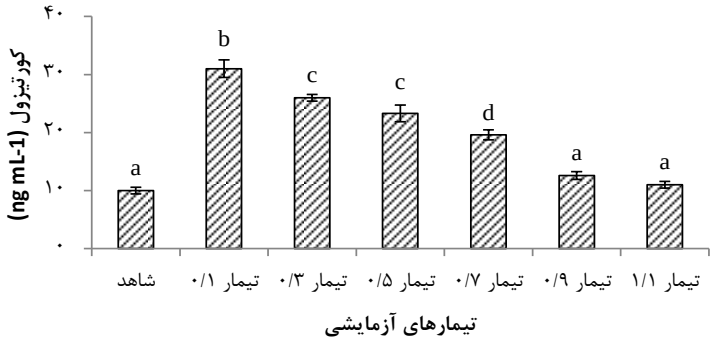
اثر غلظت‌های مختلف ۲-فنوکسی اتانول بر شاخص‌های بیوشیمیایی تاس‌ماهی سیبری در جدول ۲ آمده است. طبق این جدول در غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۳ میلی‌لیتر در لیتر از ماده بیهوشی سطح ALP به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در غلظت ۰/۵ و ۰/۷ میلی‌لیتر درلیتر افزایش سطح ALP اندک بوده و در غلظت‌های بالاتر تفاوت معنی‌داری در سطح ALP مشاهده نشد ($p<۰/۰۵$). سطح ALT در تیمار ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌لیتر درلیتر به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داد ($p<۰/۰۵$). سطح AST در غلظت‌های ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌لیتر درلیتر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و در غلظت‌های بالاتر از ۰/۷، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). 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 درغلظت‌های پایین داروی مورد آزمایش به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$) (جدول ۲).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

جدول۲- غلظت‌های۲- فنوکسی اتانول بر شاخص‌های بیوشیمیایی تاس‌ماهی سیبری (*A. baerii*)، داده ها در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف آماری معنی‌دار هستند.

تیمارهای آزمایشی	تیمار شاهد	تیمار ۰/۱	تیمار ۰/۳	تیمار۰/۵	تیمار ۰/۷	تیمار ۰/۹	تیمار 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}
آسپارتات 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}
منیزیوم (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 ($p<۰/۰۵$) و در غلظت‌های بالاتر سطح کوتیزول شروع به کاهش کرد. در غلظت پایین ۲-فنوکسی اتاتول سطح کورتیزول افزایش پیدا کرد (شکل۲).

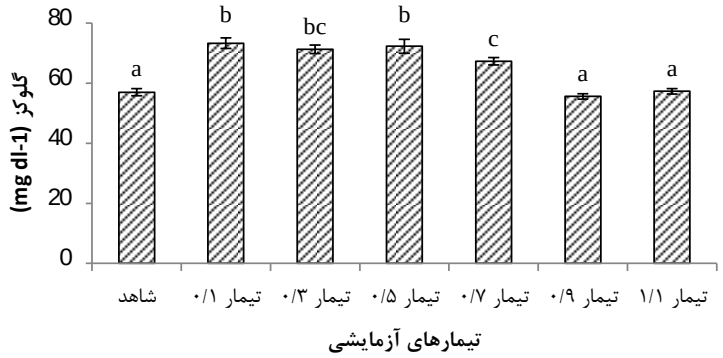


شکل ۲- تأثیر غلظت‌های مختلف، ۲- فنوکسی اتانول بر میزان کورتیزول پلاسمای خون تاس‌ماهی سیبری (*A. baerii*)، مقادیر با حروف متفاوت دارای اختلاف آماری معنی‌دار است.

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

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

سطح گلوکز خون به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و در غلظت‌های بالاتر این ماده تغییر چندانی با گروه شاهد نداشت. غلظت‌های پایین این ماده بیهوش‌کننده باعث افزایش گلوکز خون می‌شود که خود استرس‌زاست.



شکل ۳- تأثیر غلظتهای مختلف، ۲- فنوکسی اتانول بر میزان گلوکز پلاسمای خون تاس‌ماهی سیبری (*A. baerii*)، مقادیر با حروف متفاوت دارای اختلاف آماری معنی‌دار است.

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان داد که ۲- فنوکسی اتانول یک ماده مؤثر بیهوشی برای تاس‌ماهی سیبری است. این ماده باعث القای بیهوشی کامل و ریکاوری سریع در ماهیان شد. همه غلظتهای مورد استفاده از ماده بیهوش‌کننده ۲- فنوکسی اتانول مؤثر بود و بیهوشی کامل را ایجاد کرد. هیچ مرگ و میری در طول آزمایش مشاهده نشد. طبق نتایج به‌دست آمده، هرچه قدر غلظت ماده بیهوشی کمتر باشد، بیهوشی عمیق در مدت زمان بیشتری رخ می‌دهد و زمان ریکاوری آن کمتر خواهد شد ولی هرچه قدر غلظت ماده بیهوش‌کننده بیشتر باشد، بیهوشی عمیق در مدت زمان کمتری رخ می‌دهد و زمان ریکاوری آن بیشترخواهد شد. برای بررسی شرایط فیزیولوژیکی بدن جانداران معمولاً از شاخص‌های خونی (تعداد کل گلبول‌های قرمز خون، گلبول‌های سفید خون، هموگلوبین هماتوکریت میانگین هموگلوبین گلبول، میانگین غلظت هموگلوبین گلبول) و شاخص‌های بیوشیمیایی سرم (آلکالین فسفات، آسپارتات ترانسمیناز، آلانین ترانسمیناز، کلراید سدیم ، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گلوکز و کورتیزول) استفاده می‌شود (Akbari *et al*., 2016).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

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، هماتوکریت، 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 هماتوکریت 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 درلیتر۲-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، هماتوکریت، گلوکز و کورتیزول خون از مهم‌ترین شاخص‌های استرس است. شاخص‌های استرس در ماهیان چند دسته هستند که هماتوکریت، هموگلوبین، کورتیزول، گلوکز و افزایش مقادیر گلبول قرمز از مهم‌ترین آن-هاست (Wenderlaar, 1993). پاسخ آبزی 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 بیهوش‌کننده فعالیت محور هیپوتالاموس- هیپوفیز را کاهش می‌دهد و حتی متوقف می‌کند (Iversen *et al*., 2003). هنگامی‌که ماهی تحت استرس قرار می‌گیرد سطح کتکول‌آمین‌ها افزایش یافته و به طبع آن سطح گلوکز خون افزاش می‌یابد. به افزایش گلوکز پلاسما 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 هماتوکریت و هموگلوبین از پاسخ‌های ثانویه ماهی به استرس است. شاخص‌های مربوط به خون مانند گلبول‌های قرمز و گلبول‌های سفید ازجمله لنفوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها یکی از بخش‌های سیستم ایمنی غیراختصاصی سلولی هستند و تغییر در تعداد آن‌ها می‌تواند به‌عنوان

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

شاخص مناسبی در رابطه با پاسخ ماهیان به عوامل استرس‌زا مطرح باشد (Svobodova *et al*., 1991). هنگامی که ماهی تحت شرایط استرس‌زا قرار می‌گیرد، گلبول‌های قرمز نابالغ از طحال آزاد می‌شوند و در پی افزایش متابولیک، اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند و به دنبال آن تعداد گلبول‌های قرمز، غلظت هموگلوبین و سطح هماتوکریت افزایش می‌یابد. نتایج مشابه این در ماهیان دیگر نیز گزارش شده است (Molinero and Gonzalez, 1995; Shaluei *et al*., 2012). در راستای نتایج به‌دست آمده در تحقیق حاضر، جهان‌بخشی و همکاران (Jahanbakhshi *et al*., 2014) با بررسی اثر غلظت‌های مختلف ۲-فنوکسی اتانول بر شاخص‌های خونی و سطوح مختلف هورمونی ماهی کلمه مشاهده کردند که در غلظت‌های پایین این ماده‌ی بیهوشی (۰/۱ و ۰/۳ میلی‌لیتر درلیتر) تغییراتی در سیستم فیزیولوژیکی و استرسی ماهی کلمه ایجاد می‌شود. 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 میلی‌لیتر درلیتر کمترین اثر استرسی را بر این ماهی دارد. همچنین هنگامی که گلوکز خون کاهش پیدا می‌کند، کوتیزول از ناحیه قشری فوق کلیه ترشح و باعث افزایش کورتیزول خون می‌شود و سپس با تأثیر بر سایر ذخایر بدن باعث افزایش گلوکز خون می‌شود. بدینوسیله گلوکز خون در درازمدت حفظ می‌شود. وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین این دو عامل نیز حاکی از همین مسئله است (Lehninger, 1975).

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که ۲- فنوکسی اتانول در غلظت‌های ۰/۹ و ۱/۱ میلی‌لیتر برلیتر موجب تغییر چندانی در فعالیت آنزیم‌های کبدی تاس‌ماهی سیبری نمی‌شود و این مقادیر دارای اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل نیست اما در غلظت‌های پایین‌تر (۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷) موجب افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی در مقایسه با تیمار کنترل گردید که نتایج حاصل با نتایج به‌دست آمده از تحقیق شالویی و همکاران (Shaluei *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 می‌شود. در اکثر بیماری‌های کبدی، سطح ALT بالاتر از AST است و در نتیجه نسبت AST/ALT پایین خواهد بود. صدمه به اندام‌هایی نظیر عضلات قلبی و اسکلتی، سبب افزایش اندک سطح ALT می‌شود.

مطالعه حاضر نشان داد غلظت‌های پایین ۲-فنوکسی اتانول سبب افزایش سطح ALT در خون می‌شود و نتایج قبلی که نشان‌دهنده افزایش ALT در آسیب کبدی است، می‌توان پیشنهاد داد که غلظت‌های کم ۲-فنوکسی اتانول بیشترین تأثیر را بر کبد داشته‌است. همچنین می‌توان گفت عوامل استرس‌زا با تأثیر بر هیپوتالاموس– هیپوفیز– غده فوق کلیوی و تحریک ترشح هورمون‌های کورتیزول و کتکول‌آمین‌ها سبب فعال‌کردن مسیرهای متفاوت متابولیکی و در نتیجه تغییرات پارامترهای خون-

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

شناسی و پارامترهای بیوشیمیایی می‌شوند (Iwama, 1998). اکبری و همکاران (Akbari *et al*., 2016) نشان دادند که استفاده از ۲-فنوکسی اتانول با غلظت ۰/۹ میلی‌لیتر درلیتر دارای کمترین اثر منفی بر آنزیم‌های کبدی ماهی سرگنده (*Hypophthalmichthys nobilis*) است که نتایج این مطالعه با نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر در تاس‌ماهی سیبری مطابقت دارد.

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که ۲- فنوکسی اتانول در غلظت‌های مختلف اثر معنی‌داری بر برخی از فاکتورهای خونی شامل MCH، MCHC و MCV و همچنین اثر معنی‌داری بر میزان یون‌ها ندارد که نتایج به‌دست آمده همراستا با نتایج شالویی و همکاران (Shaluei *et al*., 2012) در فیل‌ماهی بود. همچنین تا به امروز اطلاعاتی در مورد نحوه اثر و مکانیسم ۲- فنوکسی اتانول بر یون‌ها به‌دست نیامده است. علاو بر این طبق نظر مارکینگ و مایر (Marking and Meyer, 1985) مناسب‌ترین غلظت ماده بیهوش‌کننده 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 تاس‌ماهی سیبری غلظت‌های ۰/۹ و ۱/۱ میلی-لیتر در لیتر است. در تحقیق حاضر، بیهوشی تاس‌ماهی سیبری با ۲-فنوکسی اتانول در غلظت‌های پایین باعث تغییر در برخی از فاکتورهای خونی و افزایش سطح گلوکز و کورتیزول در آن شد که باتوجه به نتایج به‌دست آمده از مطالعه حاضر می‌توان پیشنهاد کرد که غلظت‌های ۰/۹ و ۱/۱ میلی‌لیتر در لیتر ۲- فنوکسی اتانول، غلظت‌های مناسب جهت بیهوش کردن تاس‌ماهی سیبری است، زیرا کم‌ترین اثرات منفی را بر شاخص‌های خون‌شناسی 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 anaetheticsin Atlantic salmon (*Salmo alar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity, Aquaculture, 221: 549-566.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

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., Shaluei 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 anaethesia 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.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

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-Maceria 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: Evanus 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.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

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

Yamrali S[1]., Alijanpour S[2*]., Jahanbakhshi A.R[3]., Patimar R[4]

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.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

*Corresponding author; salijanpour@gmail.com

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]