



## تعیین دوز مؤثر بیهوشی دو ماده MS-222 و ۲- فنوکسی اتانول و مقایسه اثر آن‌ها بر برخی

### شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهی شیربت (*Barbus grypus*)

محسن عباسی دوبندار<sup>۱</sup>، حدیده معبودی<sup>۱\*</sup>، نرگس جواد زاده<sup>۱</sup>

۱- گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

\*مسئول مکاتبات: mikhak1311@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱/۲۷

#### چکیده

با توجه به عوارض اجتناب‌ناپذیر داروهای بیهوش کننده در آبی‌پروری، بررسی‌های خونی و بیوشیمیایی یکی از راه‌های بسیار مناسب برای شناسایی اثرات جانبی آنها است. هدف از این مطالعه مقایسه اثر غلظت و زمان دو ماده بیهوشی ۲- فنوکسی اتانول و MS-222 بر شاخص‌های استرس (گلوکز و کورتیزول) خون ماهی شیربت (*Barbus grypus*) بود. برای این منظور تعداد ۱۰۰ قطعه ماهی شیربت با میانگین وزن  $50 \pm 5$  گرم برای بیهوشی با ماده ۲- فنوکسی اتانول با غلظت‌های ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میکرو لیتر در لیتر و برای ماده بیهوشی MS222 با غلظت‌های ۴۰، ۵۰ و ۸۰ میلی‌گرم در لیتر و یک گروه نیز به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. برای هر ماده پس از رسیدن ماهیان به مرحله ۴ و ۵ بیهوشی، زمان بیهوشی ثبت و سپس در غلظت مؤثر خون‌گیری در فواصل زمانی ۳ دقیقه، ۶ ساعت، ۱۲ ساعت و ۲۴ ساعت انجام شد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده دوز مؤثر بیهوشی برای ۲- فنوکسی اتانول ۳۰۰ میکرو لیتر/لیتر و برای MS222 ۵۰ میلی‌گرم/لیتر محاسبه شد. همچنین نشان داده شد ماده بیهوشی MS222 و ۲- فنوکسی اتانول از دقایق اولیه پس از بیهوشی ماهی با افزایش هورمون کورتیزول سبب افزایش میزان گلوکز خون می‌شوند این اثرات افزایشی تا ۲۴ ساعت پس از بیهوشی نیز در خون ماهی دیده می‌شود. مقایسه دو ماده بیهوشی بر فاکتورهای استرس نشان داد تأثیر هر دو ماده سبب افزایش فاکتورهای استرس شده اما اثرات افزایشی ۲- فنوکسی اتانول بیشتر است و بین کورتیزول و گلوکز همبستگی مستقیمی وجود دارد. لذا دو ماده بیهوشی بکار رفته سبب القاء استرس در گونه مورد مطالعه شده است.

کلمات کلیدی: ۲- فنوکسی اتانول، MS222، کورتیزول، گلوکز، ماهی شیربت.

#### مقدمه

شرایطی هم چون معاینات دوره‌ای، بیومتری‌ها، حمل و نقل ماهیان بزرگ، خون‌گیری، تکثیر مصنوعی و جراحی‌ها بدون کمک گرفتن از داروهای آرام‌بخش با مشکلات فراوانی روبرو خواهیم شد (۹). بدون بیهوشی، ماهیان واکنش‌های شدیدی به صید و خون‌گیری نشان می‌دهند که می‌تواند باعث تغییر در

یکی از روش‌های ارزیابی وضعیت فیزیولوژیکی در ماهیان بررسی تغییرات شاخص‌های خونی هست و برای مطالعات خون‌شناسی در ماهیان، نیاز به بیهوشی و خون‌گیری از ماهیان است. استفاده از داروهای بی‌هوش کننده در آبی‌پروری در بسیاری موارد اجتناب‌ناپذیر است به عنوان مثال در



برخی مؤلفه‌های خونی به‌خصوص شاخص‌های استرسر شود. این امر باعث ایجاد تفاوت‌هایی در نتایج آزمایش‌های مختلف می‌گردد (۵) و در تمامی این موارد هدف از به‌کارگیری این ترکیبات کاهش آسیب و استرس به ماهیان و نیز سهولت کار هست (۹). روش‌های متفاوت بیهوشی باعث تفاوت در سطوح شاخص‌های استرسر می‌شود (۶). زمان بیهوشی و غلظت ماده بی‌هوش کننده دو عامل مهم در تعیین سطوح شاخص‌های استرسر می‌باشند. درحالی‌که برخی محققین استفاده از دوزهای بالای بی‌هوش کننده در زمان‌های کوتاه یا برعکس را برای کاهش استرس پیشنهاد نمودند (۷، ۱۶). امروزه از داروهای متعددی برای بیهوشی ماهیان استفاده می‌شود که در این راستا می‌توان به داروهایی هم چون متومیدات، فنوکسی اتانول، یوجنیول، MS-222، تری کابین متان سولفات و عصاره میخک اشاره نمود (۱، ۱۱). علاوه بر دوز و زمان، عامل اثرگذار دیگر در عملیات بیهوشی، مراحل بیهوشی هست. مراحل بیهوشی خود متأثر از غلظت ماده بیهوشی و مدت‌زمان قرارگیری در معرض آن است که بر اساس رفتارهای ماهی در خلال بیهوشی تعریف می‌شوند و تابع زمان بیهوشی و غلظت ماده بی‌هوش کننده است (۳).

در واقع تغییرات رفتاری می‌توانند مبنای قضاوت برای شروع خون‌گیری باشند؛ زیرا عملاً تا زمانی که ماهی بی‌حرکت نشده باشد، خون‌گیری ساده نخواهد بود و بیهوشی فایده‌ای نخواهد داشت (۴). مراحل مختلف بیهوشی در ماهی از تحریک اولیه تا از دست رفتن تعادل مطالعه و توصیف شده‌اند که بر این اساس می‌توان ماهی را پس از رسیدن به مرحله ۴ (از دست دادن واکنش عضلات و تعادل) و ۵ (از دست دادن کامل واکنش) بیهوشی، خون‌گیری نمود (۱۷). از آنجا که در هر دو مرحله ماهیان بی‌حرکت هستند، بنابراین تفاوتی در سهولت خون‌گیری بین این دو

مرحله وجود ندارد. ولی اثر این مراحل بر پارامترهای خونی مانند شاخص‌های استرسر باید مشخص گردد (۱). ماهی شیربت *Barbus grypus* از ماهیان بومی باارزش و اقتصادی استان خوزستان و متعلق به باربوس ماهیان از خانواده کپور ماهیان هست. در سال‌های اخیر بر روی تکثیر و پرورش این ماهی ارزشمند تلاش‌های بسیار زیادی شده است (۸).

کورتیزول عمده‌ترین کورتیکوستروئیدی است که در اثر تحریکات محیطی-مغزی از بافت بین کلیوی ماهی به داخل جریان خون ماهیان استخوانی آب شیرین و دریا ترشح می‌شود. گزارش شده است که کورتیزول هیپرگلیسمیک (بالابرنده‌ی قند خون) است و گلیکولیز (تجزیه گلیکوژن) و گلیکوژنز از پروتئین‌ها و چربی‌ها و تنظیم اسمزی و رشد را تحریک می‌کند (۲، ۳).

مطالعات متعددی در زمینه غلظت بی‌هوش کننده و کشنده مواد بیهوشی مختلف و اثر دما و غلظت برخی از آن‌ها بر شاخص‌های خونی و بافتی گونه‌های مختلف انجام شده است که می‌توان به بررسی روی گونه ماهی گویی *Poecilia reticulata* (۲۲)، ماهی قرمز *Carassius auratus* (۶)، بافت کبد ماهی شیربت *Barbus grypus* (۲۳)، ماهی کپور علف خوار (۱) و ماهی کلمه خزری *Rytulus caspicus* (۹) اشاره نمود. در بررسی که حسینی و همکاران در سال ۱۳۹۲ بر غلظت‌های مختلف یوجنول بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهی قرمز انجام دادند نتایج نشان داد زمان بیهوشی عامل کلیدی تعیین‌کننده سطوح گلوکز و کورتیزول است و تأثیر بیشتری نسبت به غلظت ماده بیهوشی دارد. در ادامه این مطالعات در پژوهشی که در سال ۱۳۹۵ تجار و همکاران بر اثر سه ماده بیهوشی بر میزان گلوکز و کورتیزول خون ماهی کپور نقره‌ای انجام دادند و نتایج حاکی از اثر استرسر زای ۲-فنوکسی اتانول بود. اما مطالعه‌ای در جهت تعیین دوز مؤثر بیهوشی ۲-فنوکسی اتانول و MS-222 و تعیین اثر این



کنندگی این ترکیبات دارویی در گونه موردنظر به دست آید سپس تیمار بندی انجام شد.

**تعیین بهترین غلظت بیهوشی داروهای بیهوشی مورد استفاده و تیمار بندی:** به منظور محاسبه غلظت مؤثر مواد بیهوشی بر اساس منابع و سوابق قبلی (۱، ۸ و ۲۱) و مطالعات اولیه حدود غلظت بیهوشی هر ماده مشخص گردید و سپس غلظت‌های کمتر و بیشتر که دربرگیرنده غلظت‌های مؤثر باشد در مورد هر داروی بیهوشی تعیین شد (۱۱). بر این اساس جهت هر ماده بیهوشی چهار تیمار با سه تکرار در نظر گرفته شد. به منظور مقایسه دقیق‌تر برای هر ماده بیهوشی یک گروه شاهد حاوی حلال در نظر گرفته شد تا اثرات حلال نیز مدنظر قرار گیرد. جهت تیمارها از تانک‌های ۲۰ لیتری فایبرگلاس و در هر مخزن از ۱۰ قطعه ماهی استفاده شد. تیمار بندی در جدول ۱ آورده شده است. تانک‌های بیهوشی برای هر کدام از تیمارها حاوی ۱۰ لیتر آب بوده و ماهیان که از ۲۴ ساعت قبل غذادهی نشده بودند، جداگانه به منظور ثبت مراحل مختلف بیهوشی با روش غوطه‌وری در این ظروف قرار داده شده و واکنش‌های رفتاری آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته شد؛ پس از رسیدن به مرحله ۴ و ۵ بیهوشی زمان بیهوشی ثبت شد. به منظور ریکاوری، ماهیان پس از بیهوشی، به یک تانک ۲۵۰ لیتری حاوی آب تازه (همراه با هوادهی) منتقل شده و واکنش‌های رفتاری آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. زمان بازگشت از بیهوشی نیز بعد از تثبیت کامل تعادل و واکنش به تحریک خارجی ثبت گردید. با توجه به نتایج غلظت القای بیهوشی در ۳ دقیقه و ریکاوری در ۵ دقیقه، به عنوان غلظت مناسب و مؤثر بیهوشی (۱، ۸) دارو مورد استفاده در نظر گرفته شد.

**نمونه برداری و اندازه‌گیری کورتیزول و گلوکز خون:** نمونه‌گیری از ماهیان در غلظت مؤثر (محاسبه شده در مرحله قبل)، در فواصل زمانی ۳ دقیقه - ۶ ساعت -

غلظت در زمان‌های بعد از بیهوشی از دیدگاه فاکتورهای استرس خون بر ماهی شیربت صورت نگرفته است.

از این رو این تحقیق باهدف بررسی و مقایسه دو ماده بیهوشی مذکور که عمدتاً در تکثیر و پرورش ماهیان مورد استفاده قرار می‌گیرند به اجرا درآمد.

نتایج این تحقیق می‌تواند در انتخاب ماده بیهوشی مناسب و حداقل غلظت مورد نیاز با بالاترین حاشیه امنیت در عملیات تکثیر و انتقال ماهی کمک نماید و با تشخیص میزان تأثیر استرس فیزیولوژیک آن‌ها ماده بیهوشی مناسب توصیه گردد.

### مواد و روش‌ها

**تهیه ماهی و آدپتاسیون:** به منظور انجام این بررسی تعداد ۴۰۰ قطعه ماهی شیربت *Barbus grypus* جهت دو مرحله آزمایش با میانگین وزنی  $50 \pm 5$  گرم از کارگاه پرورش ماهیان گرمابی شوشتر تهیه، آماده و مورد آزمایش قرار گرفتند. ماهیان پس از هم‌دما سازی به تانک فایبرگلاس با حجم ۵۰۰ لیتر آب منتقل شدند. ماهیان به مدت ۲ هفته آدپتاسیون شدند و در طول این مدت میزان اکسیژن آب  $6/5 \text{ ppm}$ ، اسیدیته  $7/5$  و دمای آب  $28^\circ \text{C}$  بوده و ماهی‌ها روزانه به میزان  $3\%$  وزن بدن با غذای تجاری شرکت بیضاء شیراز غذادهی شدند. هر روز ۷۵ درصد آب تانک‌ها تعویض گردید.

**آماده‌سازی مواد بی‌هوش کننده MS-222 و ۲- فنوکسی اتانول و آزمایش پایلوت:** پودر MS-222 یا ترکائین متان سولفات بانام تجاری فینکوتل (ساخت شرکت آرژنت آمریکا) (۲۱) و داروی بیهوشی ۲- فنوکسی اتانول با فرمول شیمیایی  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_2$  (ساخت شرکت مرک آلمان) خریداری شد. پس از اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکیوشیمیایی آب، در یک آزمایش اولیه (پایلوت) تعدادی ماهی در غلظت‌های مختلف دو ماده بیهوشی مذکور قرار گرفتند تا وضعیت بی‌هوش



زیست‌شیمی (تهران، ایران) و برحسب میلی‌گرم/دسی لیتر اندازه‌گیری گردید.

**تجزیه و تحلیل آماری:** ترسیم نمودارها به کمک نرم‌افزار Excel و مقایسات آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. به این منظور از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه جهت مقایسات بین تیمارها و آزمون تکمیلی Duncan جهت مشخص نمودن گروه‌های متفاوت استفاده شد. به منظور بررسی ارتباط میان کورتیزول و گلوکز سرم از ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید. سطح اطمینان ۹۵٪ در نظر گرفته شد.

۱۲ ساعت و ۲۴ ساعت پس از بیهوشی به روش قطع ساقه دمی در لوله‌های غیر هیپارینه انجام شد. در هر فاصله زمانی از تعداد ۴ قطعه ماهی خون‌گیری به عمل آمد در مورد تیمار شاهد هم در هر فاصله زمانی از چهار قطعه ماهی خون‌گیری شد. اگرچه این ماهی‌ها بی‌هوش نشده بودند و فقط در آب فاقد داروی بیهوشی غوطه‌ور شدند. سرم نمونه‌های خون به مدت ۱۰ دقیقه با سانتریفوژ ۵۰۰۰ دور در دقیقه تهیه شد و تا زمان اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. هورمون کورتیزول به روش ELISA توسط کیت تجاری (HBL آلمان) و برحسب نانوگرم/میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد. گلوکز به روش GOD/PAP با کیت شرکت

جدول ۱- غلظت‌های به‌کاررفته برای تعیین غلظت مؤثر بیهوشی

ماده بیهوشی	غلظت‌های استفاده‌شده برای بیهوشی
MS-222	شاهد ۴۰ و ۵۰ و ۸۰ میلی‌گرم/لیتر
۲-فنوکسی اتانول	شاهد ۲۰۰ و ۳۰۰ و ۴۰۰ میکرو لیتر/لیتر

## نتایج

**غلظت بی‌هوش کنندگی مواد بیهوشی مورد استفاده:** زمان بی‌هوش کنندگی و ریکاوری دو ماده بیهوشی MS 222 و ۲-فنوکسی اتانول در جداول ۲ و ۳ آورده شده است. بر اساس نتایج دوز مؤثر بیهوشی با MS 222 ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر تعیین شد. بر اساس نتایج جدول ۳ دوز مؤثر بیهوشی با ۲-فنوکسی اتانول ۳۰۰ میکرو لیتر بر لیتر محاسبه گردید.

**شاخص‌های بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده:** نتایج مربوط به اندازه‌گیری هورمون کورتیزول و گلوکز در هر ماده بیهوشی در زمان‌های مختلف در جداول ۴ و ۵ آورده شده است. بررسی‌های آماری نشان می‌دهد میزان کورتیزول سرم در تیمار ۱۲ و ۲۴ ساعت پس از بیهوشی افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد و

سایر تیمارها نشان داد ( $p < 0/05$ ) و در سایر تیمارها اگرچه باگذشت زمان میزان کورتیزول افزایش نشان می‌دهد اما این افزایش معنی‌دار نیست ( $p > 0/05$ ). میزان گلوکز سرم خون در تیمار ۳ دقیقه و ۶ ساعت پس از بیهوشی نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌دار نشان داده و تیمارهای ۱۲ و ۲۴ ساعته نسبت به سایر تیمارها افزایش معنی‌داری نشان داد ( $p < 0/05$ ). بیشترین مقدار کورتیزول و گلوکز در تیمار ۲۴ ساعت پس از بیهوشی به دست آمد. بررسی آماری نتایج نشان می‌دهد در تیمار با ماده بیهوشی ۲-فنوکسی اتانول، میزان کورتیزول و گلوکز سرم در تیمار ۶، ۱۲ و ۲۴ ساعت پس از بیهوشی افزایش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها نشان داد ( $p < 0/05$ ) و در تیمار ۳ دقیقه



در هر یک از مواد بیهوشی مورد استفاده نشان می‌دهد که اگرچه افزایش مختصری در میزان کورتیزول نسبت به گلوکز در هر یک از زمان‌های پس از بیهوشی مشاهده می‌شود اما این تفاوت معنی‌دار نیست ( $p > 0/05$ ). مقایسات در شکل ۱ و ۲ آورده شده است. مقایسه آماری میزان کورتیزول و گلوکز بین دو ماده بیهوشی مورد استفاده نشان می‌دهد که اگرچه افزایش مختصری در میزان دو فاکتور مورد اندازه‌گیری در ۲- فنوکسی اتانول نسبت به MS-222 دیده می‌شود اما معنی‌دار نیست ( $p > 0/05$ ). مقایسات در شکل ۳ و ۴ آورده شده است.

پس از بیهوشی اگرچه باگذشت زمان میزان کورتیزول و گلوکز خون افزایش نشان می‌دهد اما این افزایش معنی‌دار نیست ( $p > 0/05$ ). بیشترین مقدار کورتیزول و گلوکز در تیمار ۲۴ ساعت پس از بیهوشی به دست آمد.

نتایج مطالعه همبستگی پیرسون میان میزان کورتیزول با گلوکز نشان داد بین این دو فاکتور همبستگی معنی‌داری وجود دارد ( $p < 0/05$ ) و رابطه مستقیمی میان کورتیزول سرم و گلوکز سرم مشاهده می‌شود به طوری که افزایش کورتیزول سبب افزایش گلوکز سرم شده است. مقایسه آماری بین میزان کورتیزول و گلوکز

جدول ۲- نتایج زمان بیهوشی و ریکاوری در MS-222

غلظت (میلی‌گرم / لیتر)	زمان بیهوشی (ثانیه)	زمان ریکاوری (ثانیه)
۴۰	$400 \pm 52$	$240 \pm 35$
۵۰	$170 \pm 20$	$302 \pm 34$
۸۰	$101 \pm 18$	$350 \pm 56$

جدول ۳- نتایج زمان بیهوشی و ریکاوری در ۲- فنوکسی اتانول

غلظت (میکرو لیتر / لیتر)	زمان بیهوشی (ثانیه)	زمان ریکاوری (ثانیه)
۲۰۰	$214 \pm 25$	$300 \pm 32$
۳۰۰	$140 \pm 15$	$245 \pm 28$
۴۰۰	$50 \pm 8$	$180 \pm 19$

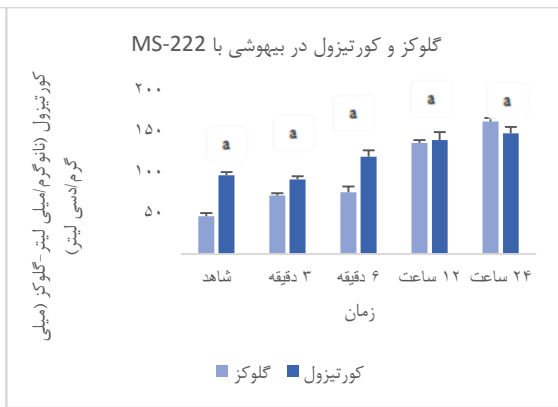
جدول ۴- میزان گلوکز و کورتیزول سرم خون در زمان‌های مختلف خون‌گیری در دوز مؤثر بیهوشی با MS-222

زمان خون‌گیری	گلوکز (میلی‌گرم / دسی لیتر)	کورتیزول (نانوگرم / میلی لیتر)
۳ دقیقه	$71^b \pm 3/7$	$90/8^a \pm 2/9$
۶ ساعت	$75^b \pm 8$	$118/2^a \pm 7/1$
۱۲ ساعت	$135^c \pm 9/5$	$138/5^b \pm 3/6$
۲۴ ساعت	$161^c \pm 8$	$146/5^b \pm 4/2$
شاهد	$46^a \pm 4$	$95/5^a \pm 3/8$



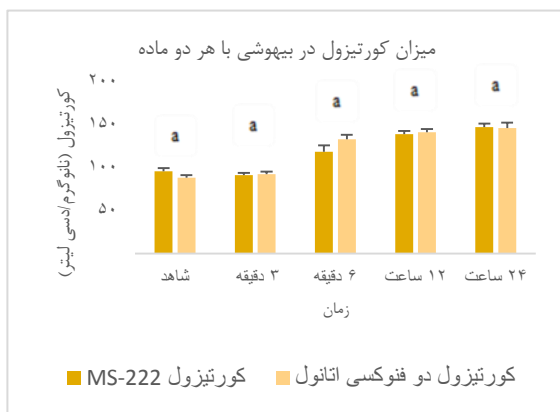
جدول ۵- میزان گلوکز و کورتیزول در زمان‌های مختلف خون‌گیری در دوز مؤثر بیهوشی با ۲-فنوکسی اتانول

زمان خون‌گیری	گلوکز (میلی‌گرم / دسی لیتر)	کورتیزول (نانوگرم / میلی‌لیتر)
۳ دقیقه	$74.7 \pm 4^a$	$92.1 \pm 3.1^a$
۶ ساعت	$122.7 \pm 3.6^b$	$132.5 \pm 5.1^b$
۱۲ ساعت	$128.5 \pm 11.5^b$	$140.6 \pm 3.9^b$
۲۴ ساعت	$145 \pm 4.7^b$	$145.5 \pm 6.4^b$
شاهد	$60.6 \pm 4^a$	$87.8 \pm 3.2^a$

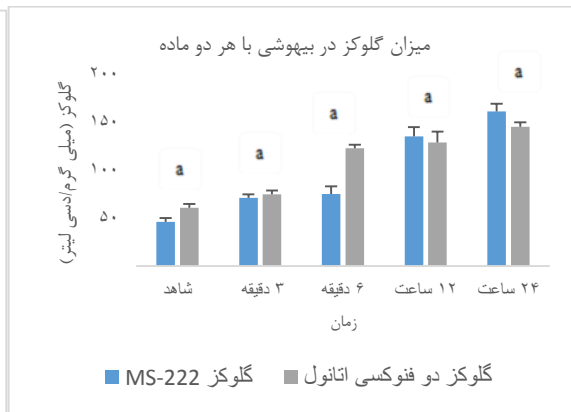


شکل ۲- مقایسه کورتیزول و گلوکز در اثر ۲-فنوکسی اتانول

شکل ۱- مقایسه کورتیزول و گلوکز در اثر MS-222



شکل ۴- مقایسه میزان گلوکز در دو ماده بیهوشی



شکل ۳- مقایسه میزان کورتیزول سرم در دو ماده بیهوشی

### بحث

حاضر هر دو ماده بیهوشی مورد استفاده می‌توانند به‌عنوان ماده بی‌هوش کننده مؤثر در ماهی شیریت استفاده شوند و هر دو ماده در کلیه دوزهای مؤثر بیهوشی برای ماهی شیریت ایمن بوده و هیچ‌گونه

با توجه به اینکه استفاده از داروهای بی‌هوش کننده در آبیان اجتناب‌ناپذیر است (۵، ۸)، لذا انتخاب یک داروی بیهوشی مناسب ز اهمیت بالایی برخوردار است (۷، ۱۴). با توجه به نتایج حاصل از تحقیق



بیهوشی از سیستم آبششی ماهی مربوطه دانست (۱۷).

نتایج بررسی شاخص‌های بیوشیمیایی نشان می‌دهد بیشترین میزان کورتیزول و گلوکز در دوز مؤثر بیهوشی هر دو ماده بیهوشی در زمان ۲۴ ساعت پس از بیهوشی بوده است و کمترین میزان آنها مربوط به تیمار شاهد هست. بررسی‌ها نشان می‌دهد در ۶ تا ۴۸ ساعت اول استرس، موجود زنده تغییرات شیمیایی را در خون تجربه می‌کند مانند افزایش هورمون کورتیزول و قند خون و غیره که به آن واکنش اختطار عمومی بدن GAR گفته می‌شود (۱۸).

در این مطالعه نیز مطابق موارد گفته‌شده واکنش اختطار عمومی رخ داده است و به تدریج از دقایق اولیه پس از ریکاوری هورمون کورتیزول و گلوکز روند افزایشی داشته است و در ۲۴ ساعت پس از بیهوشی به بالاترین سطح خود رسیده است. بالا رفتن غلظت کورتیزول و گلوکز پلازما به‌عنوان شاخص استرس در ماهیان استفاده می‌شود و برخی از روش‌های بیهوشی می‌تواند باعث افزایش این شاخص‌ها شود که نشان‌دهنده استرس است و این نتیجه با یافته‌های با آبرو و همکاران در سال ۱۳۹۵ در تاس ماهی شیب مطابقت دارد. با توجه به تأثیر هورمون کورتیزول بر گلوکوژنز و گلوکوئوژنز همان‌گونه که انتظار می‌رود در دقایق اولیه بیهوشی قند خون ماهی افزایش معنی‌دار نداشته است اما در ساعات بعدی به علت نیاز به گلوکز در اثر استرس ایجادشده (مانند دست‌کاری، دما و تغییرات محیطی) افزایش یافته است (۱۹).

نتایج مشابه سیر صعودی کورتیزول و گلوکز با افزایش زمان پس از بیهوشی ماهی با همبستگی مستقیمی که در تحلیل داده‌های آن‌ها به دست آمد مطابقت دارد. به‌طوری‌که مطالعه همبستگی پیرسون میان کورتیزول و گلوکز سرم خون ماهی شیربت نشان می‌دهد که بین این دو شاخص در هر دو ماده بیهوشی موردبررسی

تلفاتی مشاهده نشد. نتایج نشان داد ۲-فنوکسی اتانول کارایی بیشتری نسبت به MS-222 داشته زیرا در زمان کمتری توانست سبب بیهوشی ماهی گردد که عکس این نتیجه در مطالعه علیشاهی و همکاران در سال ۱۳۹۵ به دست آمد و علت تفاوت نتایج می‌تواند سن و گونه ماهی مورد آزمایش باشد (۶).

نظر به اینکه منطقه اصلی ورود و خروج مواد بی‌هوش کننده در ماهیان، آبشش‌ها هستند و میزان عبور این مواد از آبشش‌ها و جذب آن‌ها در مغز بستگی زیادی به قابلیت انحلال آن‌ها در چربی دارد، شروع نسبتاً سریع مراحل ۲ و ۳ بیهوشی حاصل از ۲-فنوکسی اتانول نسبت به MS-222 ممکن است به دلیل قابلیت انحلال بیشتر آن در چربی این بافت باشد (۲).

زمان القای بیهوشی و زمان بهبودی در مواد بیهوشی مورد استفاده با افزایش غلظت ماده کاهش می‌یابد و رابطه معکوس دارد که با نتایج حسینی و همکاران (۱۳۹۲)، جواد زاده و همکاران (۱۳۹۴)، علیشاهی و همکاران (۱۳۹۵) و مازندرانی و همکاران (۱۳۹۷) مطابقت دارد. در تحقیقات مشابه دوز مؤثر برای ۲-فنوکسی اتانول ۴۰۰-۳۰۰ میکرو لیتر/لیتر و برای ماده MS-222 حدود ۶۰-۵۰ میلی‌گرم/لیتر در گونه‌های مختلف ذکر شده است. از جمله ماهی سیم خط طلائی توسط هسو و همکاران (۱۹۹۸)، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان توسط ولیسک و همکاران (۲۰۱۱) و در ماهی کپور معمولی توسط علیشاهی و همکاران (۱۳۹۵) این نتایج ذکر شده است و با نتایج به‌دست آمده در تحقیق حاضر مطابقت دارد.

بررسی نتایج زمان بازگشت از بیهوشی در دو ماده مورد بررسی نشان می‌دهد زمان در بیهوشی با غلظت‌های بالای MS-222 طولانی‌تر از ۵ دقیقه بود که دلیل آن را می‌توان تأثیر بازدارندگی ماده بیهوشی بر سیستم تنفسی ماهی (۱۵) و کاهش میزان تنفس و به‌تبع آن کاهش توانایی دفع ماده



تأثیر بیشتری نسبت به غلظت ماده بیهوشی دارد. لذا پیشنهاد می‌شود که ماهیان در زمان یکسان خون‌گیری شوند تا داده‌های به‌دست‌آمده متأثر از زمان نمونه‌برداری نباشند برای کاهش استرس ناشی از بیهوشی بهتر است که زمان بیهوشی کوتاه (زیر ۱ دقیقه) باشد، همچنین افزایش مدت زمان مجاورت با ماده بیهوشی و افزایش غلظت ماده بیهوشی نسبت به غلظت مؤثر در این گونه توصیه نمی‌گردد.

#### منابع

1. Alishahi M., Tulabi Dezfuli Z., Mesbah M., 2016. Comparison the effect of Ms-222, clove oil and 2-phenoxyethanol on some blood and immunological parameters in *Cyprinus carpio*. *Journal of Aquatic Usage and Breeding*, 5(3): 31-48. [In Persian]
2. Baabru J., Khara H., Yusefi Jurdehi A., 2016. Impact of anesthesia on some of physiological parameters in *Acipenser nudiventris*. *Journal of Sciences and Technology*, 15(3): 46-53. [In Persian]
3. Beikzadeh Takeri A., Imanpur M.R., Taghizadeh V., 2014. Effect of salinity stress on chloride cells and gill histopathology in *Cyprinus carpio* fingerlings fed with edible cortisol. *Journal of Animal Biology*, 7(2): 13-24. [In Persian]
4. Boijink C.L., Maciel P.O., Tavares-Dias M., Iwashitab M.K.M., Morias M.S., Hidee D.M.V., 2017. Anesthesia by sprinkling method in the gills of tambaqui *Colossoma macropomum* does not influence intensity and morphology of monogeneans. *Brazilian Journal of Biology*, 77(2): 367-371.
5. Diemer O., Hertes N.D., Bittencourt F., Signor A., Rogerio Boscolo W., Feiden A., 2012. Eugenol as anesthetic for silver catfish with different weight. *Journal of semina ciencias agrarias*, 33(4): 1495-1500.
6. Faheem M., Jahan N., Lone K.P., 2016. Histopathological effects of biofenol-A on liver, kidney, and gills Indian major carp,

رابطه مستقیم وجود دارد به این معنی که با افزایش میزان کورتیزول، گلوکز سرم افزایش‌یافته است که اگرچه مشابه این نتیجه در بررسی حسینی و همکاران در سال ۱۳۹۲ در خون ماهی قرمز به دست آمد اما در برخی گونه‌های ماهی عکس این رابطه به‌دست‌آمده است (۱۳) و نشان می‌دهد که احتمالاً اثرات استرس‌زای مواد بیهوشی وابسته به گونه ماهی موردبررسی است. لازم به ذکر است تغییر شاخص‌های بیوشیمیایی کورتیزول و گلوکز در اثر مواد بیهوشی عمومیت نداشته و در برخی مطالعات مانند نتایج تجار و همکاران که بررسی در سال ۱۳۹۵ بر روی ماهی کپور تفره ای انجام دادند عدم‌تغییر معنی‌دار بر این شاخص‌ها گزارش شده است (۲۰) و این امر می‌تواند به علت تفاوت‌های گونه‌ای ماهیان و یا سایر عوامل محیطی مانند دوز و نوع ماده بیهوشی و سایر عوامل محیطی باشد که در مطالعه مصباح و همکاران در سال ۱۳۹۴ بر تأثیر متغیرهای محیطی اشاره می‌شود که شاخص‌های خونی و هورمون کورتیزول تحت تأثیر شوری محیط در ماهی بنی قرار گرفته است و می‌تواند در ماهی شیربت در مطالعه حاضر نیز تطابق داشته باشد. مقایسه میزان کورتیزول و گلوکز بین دو ماده بیهوشی مورد استفاده نشان می‌دهد که هیچ‌گونه افزایش یا کاهش معنی‌داری در میزان دو فاکتور مورد اندازه‌گیری در ۲-فنوکسی اتانول نسبت به MS-222 دیده نمی‌شود و مواد بیهوشی به‌کاررفته تأثیرات مشابهی بر میزان کورتیزول و گلوکز سرم داشته است.

#### نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که قضاوت روی رفتار ماهی می‌تواند مبنای مناسبی برای بیهوشی و شروع خون‌گیری باشد، هر دو ماده بیهوشی تأثیر یکسانی بر فاکتورهای استرس دارند و زمان بیهوشی عامل کلیدی تعیین‌کننده سطوح گلوکز و کورتیزول در ماهی است و





*Biodiversity and Environmental Sciences*, 10(4): 27-37.

15. Pawer H.B., Sanaye S.V., Sreepada R.A., Harish V., Surgavanshi U., Ansari, T.Z.A., 2011. Comparative efficacy of four anesthetic agent in the Yellow sea horse (*Hippocampus kuda*). *Aquaculture*, 311: 155-161.

16. Ross G.L., Ross B., 2008. Anesthetic and sedative techniques for aquatic animals, 3rded. Blackwell Science, Oxford, UK. 222p.

17. Sneddon L.U., 2012. Clinical anesthesia and analgesia in fish. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 21(1): 32-43.

18. Summerfelt R.C., Smith L.S., 1990. Anesthesia, surgery, and related techniques. In: Schreck RC, and Moyle PB (eds) *Methods for fish biology*. American Fisheries Society, Bethesda, MD, USA, 213-272.

19. Tagari M., Azimi A., Kolangi Myandareh H., Izi R., Sharifzadeh E., 2012. Effect of clove oil on anesthesia of *Poecilia reticulata*. *Journal of Animal Biology*, 4(4): 21-26. [In Persian]

20. Tojar S., Khodadadi M., Javaheri M., 2017. Comparison the effects of 2-phenoxyethanol, clove oil and PI-222 as anesthesia substances on glucose and cortisol of *Hypophthalmichthys molitrix*. *Journal of Aquaculture Development*, 10(1): 11-23. [In Persian]

21. Velisek J., Srobodova Z., Plackova V., 2005. Effects of Clove oil anesthesia on Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Veterinarian Brno*, 74: 139-146.

22. Weber R.A., Peleteiro J.B., Garcia M.L.O., Aldegunde M., 2009. The efficacy of 2-phenoxyethanol, metomidate, clove oil and MS-222as anesthetic agents in the Senegalese sole (*Solea senegalensis kaup* 1858). *Aquaculture*, 288: 147-150.

23. Yarmand A., Mabudi H., Javadzadeh N., 2015. Determination of MS-222

*Catla catla*. *The journal of animal and plant sciences*, 26(2): 514-522.

7. Hoseini S.M., Jafar Nodeh A., 2011. Changes in blood biochemistry of common carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus), following exposure to different concentrations of clove solution. *Comparative Clinical Pathology*, [In Persian]

8. Hoseini M., Ghelichpur M., 2013. The effect of different concentrations of eugenol and anesthesia time on some biochemical parameters in *Carassius auratus*. *Journal of Research Applied Ichthyology*, 1(1): 29-40. [In Persian]

9. Hudson J.M., Johnson J.R., Kynard B., 2011. A portable electronarcosis system for anesthezing salmonids and other fish. *Northern American JFM*, 31: 335-339.

10. Javadzadeh N., Teimuri M., Mabudi H., 2015. Survey effect of 2-phenoxyethanol on liver tissue of *Barbus grypus*. *Journal of Animal Biology*, 8(2): 1-9. [In Persian]

11. Mazandarani M., Marzi I., Hedayati A.A., Imanpoor M.R., Jafari V., 2018. Survey on anesthetic effects in different concentrations of Eugenol on fingerlings and broodstocks Caspian Roach (*Rutilus caspicus*). *Animal Physiology and Development Journal*, 43(11): 37-48. [In Persian]

12. Mesbah M., Mohamadian T., Karami A., Molayam Raftar T., Nazari M., 2015. Survey the effect of salinity on some blood parameters and cortisol hormone in *Barbus sharpeyi*. *Journal of Aquatic Ecology*, 2(5): 68-72. [In Persian]

13. Ogrentmen F., Golbasi S., Kutluyer F., 2016. Efficacy of clove oil, benzocaine, eugenol, 2-phenoxyethanol as anesthetics on *Barbus grypus*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15(1): 470-478.

14. Padiyoor B.A., Benno F., Pereira Jayaprakas V., 2017. Assessment of clove oil and benzocaine anesthesia on hematological and histopathological profile of *Haludaria fasciata*. *Journal of*

environment, agriculture and medical  
sciences, Antalya, Turkey, 40-43.

anesthetic dose and its effects on liver and  
kidney tissues of *Barbus grypus*. 2<sup>nd</sup>  
international conference on advances in