

اثرات ماده بیهوشی لیدوکائین هیدروکلرید و تغییرات ناشی از آن بر خواص فیزیکی و شیمیایی آب در زمان شبیه سازی حمل و نقل بچه ماهیان قزل آلائی رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss*

سید احسان صابری^۱، افشین قلیچی^{۲*}

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، باشگاه پژوهشگران جوان، آزادشهر، ایران، صندوق پستی: ۳۰

۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات، آزادشهر، ایران، صندوق پستی: ۳۰

تاریخ پذیرش: ۲۶ تیر ۱۳۹۲

تاریخ دریافت: ۲۴ فروردین ۱۳۹۲

چکیده

در آبرزی پروری انتقال ماهی از یک مکان به مکان دیگر امری اجتناب ناپذیر است. مهم ترین مشکل در زمان حمل و نقل ماهی کنترل ضایعات متابولیک و تأمین اکسیژن محلول می باشد. امروزه در آبرزی پروری از بیهوش کننده هادر سطح وسیعی جهت کاهش استرس و جلوگیری از آسیب های مکانیکی در زمان دستکاری و حمل و نقل استفاده می شود. در این تحقیق اثرات ماده لیدوکائین هیدروکلراید روی پارامترهای کیفی آب در زمان شبیه سازی حمل و نقل بچه ماهیان انگشت قد قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مورد بررسی قرار گرفته است. غلظت اکسیژن محلول، غلظت یون آمونیوم دفعی بچه ماهیان و میزان pH در ۴ تیمار (۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ ppm لیدوکائین هیدروکلراید) و ۳ تکرار در زمان های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ ساعت پس از شروع آزمایش اندازه گیری شدند. میزان مصرف اکسیژن محلول و همچنین غلظت آمونیوم دفعی در تیمارهای حاوی لیدوکائین هیدروکلراید نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی داری داشت. pH آب در تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها کاهش بیشتری داشت. نتایج حاصل نشان داد که لیدوکائین هیدروکلراید توانایی بالایی به عنوان آرامش دهنده در زمان حمل و نقل بچه ماهی قزل آلائی رنگین کمان دارد.

کلمات کلیدی: قزل آلائی رنگین کمان، لیدوکائین هیدروکلراید، حمل و نقل، اکسیژن محلول، یون آمونیوم، pH.

* عهده دار مکاتبات (✉): afshin.ghelichi@yahoo.com

مقدمه

ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از خانواده آزاد ماهیان (Salmonidae) می‌باشد که زیستگاه اصلی آن‌ها آب‌های شیرین آمریکای شمالی بوده و در کشور ایران با مناطق آب و هوای سرد و معتدل نظیر مناطق هراز و فیروزکوه در استان تهران و قسمت‌های میانی و کوهستانی غرب کشور ایران مثل استان‌های چهارمحال بختیاری و کردستان سازگاری بالاتری دارد. رسیدگی گندهای جنسی این گونه از ماهیان در آب‌های با میانگین دمایی 10°C - ۵ سانتی‌گراد صورت می‌پذیرد، تا فعالیت گندهای جنسی آن‌ها کامل گردد. این گونه از ماهیان به خاطر قابلیت‌های بالای تجاری، اقتصادی و صید تفریحی از دیدگاه آبی‌پروری بسیار با اهمیت می‌باشند. در پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، یکی از مهم‌ترین هزینه‌های جاری دوره پرورشی، خرید بچه‌ماهی است که باید این بچه‌ماهیان از مراکز تکثیر که در فواصل دورتری از مزارع پرورش قرار دارند، تهیه شوند. بطوریکه این فاصله زمانی در طول مدت زمان حمل و نقل بچه‌ماهیان با تلفات بالایی همراه است. بنابراین پرورش دهندگان قزل‌آلای رنگین کمان باید این بچه‌ماهیان را با اطمینان بالایی به مزارع پرورش خود انتقال دهند که این امر با مشکلات زیادی از قبیل استرس بالای بچه‌ماهیان در طول مدت زمان حمل و نقل که موجب افزایش میزان مصرف اکسیژن محلول و تشدید فعالیت‌های متابولیکی بچه‌ماهیان می‌شود، همراه است (Gboire et al., 2006).

داروهای بی‌هوشی و بی‌حسی در علم پزشکی، دامپزشکی و سایر رشته‌های علوم زیستی دارای کاربردهای وسیعی می‌باشند که در مراکز تکثیر و

پرورش آبزیان در طی عملیاتی نظیر تکثیر مصنوعی، کاهش فعالیت‌های فیزیولوژیکی ماهیان در مدت زمان حمل و نقل، مطالعات تحقیقاتی و نمونه‌برداری از ماهیان، واکسیناسیون به روش تزریق، دستکاری مولدین هنگام تخم‌کشی، جراحی و... از این داروهای بی‌هوشی استفاده می‌شود (چیت‌ساز، ۱۳۷۹؛ محمدی‌آرانی، ۱۳۷۹).

Staurnes و همکاران (۱۹۹۴) در بررسی روش‌های حمل و نقل ماهیان، ورود تجهیزات و تولیدات جدید را به این عرصه بسیار ضروری می‌دانند که می‌تواند کمک شایان به کاهش میزان استرس و تلفات بچه‌ماهیان طی مدت زمان حمل و نقل بچه‌ماهیان نماید و همچنین هزینه‌های بالای حمل و نقل را به حداقل رساند. Tomasso و همکاران (۱۹۸۰) و Grizzel و همکاران (۱۹۸۵) طی آزمایشات جداگانه‌ای نمک‌های غیرسمی را در روش حمل و نقل بچه‌ماهیان مورد بررسی قرار دادند. نتایج این محققین نشان داد که میزان استرس در بچه‌ماهیان تحت تأثیر این نمک‌های غیرسمی به حداقل رسیده و کاهش درصد مرگ و میر و افزایش بازماندگی را به همراه دارد. نمک - کلرید کلسیم با مقدار پایین به علت ارزانی و سهولت کار در طول مدت زمان‌های حمل و نقل طولانی و کوتاه مدت بچه‌ماهیان با موفقیت بیشتری همراه بوده است.

بیهوش‌کننده‌های شیمیایی اغلب در روش‌های حمل و نقل ماهیان به منظور کاهش میزان استرس ماهیان به کار برده می‌شوند. Carmichael و همکاران (۱۹۸۴) طی آزمایشاتی با ماده بیهوشی MS₂₂₂ بر روی ماهی دریایی باس‌سیاه (*Micropterus salmoides*) به این نتیجه رسیدند که استفاده از این ماده بی‌هوشی

می‌گردد. بنابراین این ماده بیهوشی باید اثبات نماید که در مصارف کاربردی، سلامت ماهیان (آب شیرین یا آب شور) را به مخاطره نمی‌اندازد و اثرات جانبی (حالت سمیت) آن بسیار کمتر است. همچنین Park و همکاران (۱۹۹۸a) طی آزمایشاتی با ماده بیهوشی لیدو کائین هیدروکلرید بر روی ماهی *Rhynchocypris steindachneri* به اثرات مثبت و آرامش‌بخش این نوع ماده بی‌هوشی در طول مدت زمان حمل و نقل ماهیان پی‌بردند.

هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثرات ماده بیهوشی لیدو کائین هیدروکلرید بر روی پارامترهای کیفی آب در زمان شبیه‌سازی حمل و نقل بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان است.

مواد و روش‌ها

مراحل شبیه‌سازی حمل و نقل بچه‌ماهیان انگشت‌قد قزل‌آلای رنگین کمان تحت تاثیر ماده بیهوشی لیدو کائین هیدروکلرید در کارگاه تکثیر ماهیان سردآبی کاسپین شهرستان فیروزکوه استان تهران انجام شد. دمای آب کارگاه و هوا در طول آزمایش به ترتیب ۱۰ و ۱۲ درجه سانتی‌گراد بود. میانگین طولی و وزنی به ترتیب ۱۳ سانتی‌متر و ۱۲ گرم بود. دوازده مخزن آکواریومی شبیه‌سازی شده با شرایط حمل و نقل، با ابعاد ۵۱×۲۱۰ cm، عمق ۱۵ cm و حجم ۱۶۰ L، آب آماده شد. تعداد ۱۵۰ عدد بچه‌ماهی ۱۲ گرمی به درون هر یک از مخازن شامل ۳ گروه تیمار ۵، ۱۰ و ۲۰ (هر کدام دارای ۳ تکرار) لیدو کائین هیدروکلرید و ۱ تیمار شاهد رهاسازی شدند. در فواصل زمانی یک ساعته به مدت زمان ۵ ساعت پارامترهای کیفی آب نظیر DO، NH_4^+ ، نوسانات pH و دمای آب

موجب افزایش بقا و درصد بازماندگی ماهیان در طول مدت زمان حمل و نقل می‌گردد. Nemoto (۱۹۵۷) و Ferreira و همکاران (۱۹۸۴) به ترتیب با انجام آزمایشات جداگانه‌ای ماده شیمیایی آمیتال‌سدیم را بر روی ماهیان *tilapia Java* و ماده شیمیایی

بنزو کائین هیدروکلرید را بر روی ماهی دریایی *Oreochromis mossambicus* آزمایش نمودند. نتایج این آزمایش‌ها نشان داد که این مواد بیهوشی توانایی کاهش میزان مصرف اکسیژن محلول به یک‌سوم و همچنین کاهش میزان تولیدات سمی محلول در طول مدت زمان حمل و نقل ماهیان را دارند. همچنین Guo و همکاران (۱۹۹۵) اثر سه نوع ماده شیمیایی بی‌هوشی (Quinaldine Sulfate, 2-Phenoxyethanol MS₂₂₂)

در مخازن آکواریومی شبیه‌سازی شده را بر روی ماهی *Xiphophorus maculatus* بررسی نمودند و به این نتایج دست پیدا نمودند که این مواد موجب کاهش میزان فعالیت‌های متابولیسم دفعی ماهیان در طول مدت زمان حمل و نقل می‌گردند.

Carrasco و همکاران (۱۹۸۴) طی آزمایشی با ماده بیهوشی انسانی لیدو کائین هیدروکلرید با نام علمی {2-(diethylamino)-N-(2, 6-dimethylphenyl)} که به صورت پودر سفید رنگ بوده و به صورت محلول در آب تهیه می‌گردد بر روی ماهیان باس‌سیاه - دریایی دریافتند که این نوع ماده بی‌هوشی توانایی ایجاد حالت آرامش‌بخش و کاهش سطح استرس را در طول فرآیند حمل و نقل ماهیان باس‌سیاه دریایی دارد. بطوریکه بیشترین اثرات سوء این ماده بی‌هوشی در آن است که اگر به شکل صنعتی مصرف گردد و مقدار مورد استفاده آن مشخص نباشد موجب به خطر افتادن شرایط حیاتی ماهیان در طول مدت زمان حمل و نقل

اندازه گیری شدند. همچنین مقدار ۱۰۰۰ ppm نمک NaHCO_3 مشابه آزمایشات Park و همکاران (۲۰۰۹) به ۳ گروه تیمار لیدوکائین هیدروکلراید جهت خنثی سازی اثرات احتمالی این ماده بیهوشی اضافه گردید. محاسبات غلظت آمونیوم دفعی، اکسیژن محلول و نوسانات pH گروه های تیمار بچه ماهیان انگشت قد قزل آلائی رنگین کمان توسط کیت کاریزاب $\text{mg.NH}_3/\text{L}$ ۰.۱-۱۰ و دستگاه دیجیتالی کالبره Device Water Calculator اندازه گیری شدند. داده های آماری حاصله گروه های تیمار مختلف به صورت مجزا توسط آزمون واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) به همراه آزمون T-tests و رگرسیون خطی با درصد خطای ($P < 0.05$) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (Duncan, 1955).

نتایج

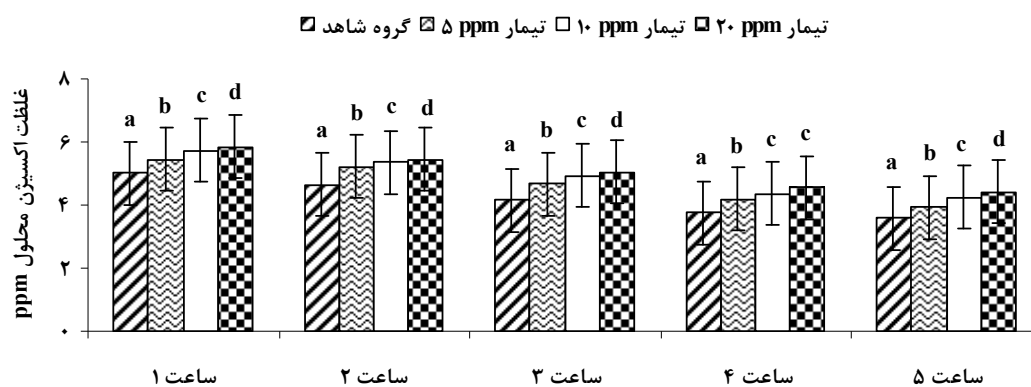
غلظت ابتدایی اکسیژن محلول در ۴ مخزن آکواریومی قبل از شروع آزمایش ۶/۳۰ ppm (± 0.05) اندازه گیری شد. پس از گذشت مدت زمان یک ساعت از شروع آزمایشات غلظت اکسیژن محلول در ۴ مخازن آکواریومی، به تدریج شروع به کاهش نمودند، بدین صورت که پس از گذشت مدت زمان یک ساعت از شروع آزمایش، غلظت اکسیژن محلول در گروه شاهد تا ۵/۰۰ ppm (± 0.02)، در گروه تیمار با مقدار ۵ ppm لیدوکائین هیدروکلراید تا ۵/۴۰ ppm (± 0.03)، در گروه تیمار با دز ۱۰ ppm لیدوکائین هیدروکلراید تا ۵/۷۱ ppm (± 0.02) و در گروه تیمار با دز ۲۰ ppm لیدوکائین هیدروکلراید تا ۵/۸۲ ppm (± 0.01) با کاهش رو به رو شد. به همین منوال هر چه غلظت مقدار مصرفی لیدوکائین هیدروکلراید افزایش یابد

میزان مصرف اکسیژن محلول کاهش یافت، به طوری که بعد از گذشت مدت زمان ۵ ساعت از شروع آزمایش غلظت اکسیژن محلول در گروه شاهد تا ۳/۵۳ ppm (± 0.06)، در گروه های تیمار با دز ۵ ppm لیدوکائین هیدروکلراید تا ۳/۹۰ ppm (± 0.04)، در گروه های تیمار با دز ۱۰ ppm لیدوکائین هیدروکلراید تا ۴/۲۰ ppm (± 0.05) و در گروه های تیمار با دز ۲۰ ppm لیدوکائین هیدروکلراید تا ۴/۴۲ ppm (± 0.02) با کاهش شدیدی همراه بوده است. این میزان تغییرات غلظت اکسیژن محلول نسبت به میزان اولیه آن در گروه شاهد با ۲/۷۷ ppm (± 0.02)، در گروه های تیمار با دز ۵ ppm لیدوکائین هیدروکلراید با ۲/۴۰ ppm (± 0.03)، در گروه های تیمار با دز ۱۰ ppm لیدوکائین هیدروکلراید با ۲/۱۰ ppm (± 0.01) و در گروه های تیمار با دز ۲۰ ppm لیدوکائین هیدروکلراید با ۱/۸۸ ppm (± 0.03) کاهش همراه بوده است. پس از گذشت مدت زمان ۵ ساعت از شروع آزمایشات در گروه شاهد و گروه های تیمار لیدوکائین هیدروکلراید هیچ نمونه تلفاتی مشاهده نشد، ولی در بررسی داده ها با آزمون دانکن بین مقادیر اکسیژن محلول بین تیمارهای مختلف اختلاف معناداری مشاهده شد ($P < 0.05$) (شکل ۱).

تغییرات غلظت آمونیوم دفعی بچه ماهیان (NH_4^+-N) در گروه های تیمار با ماده بی هوشی لیدوکائین هیدروکلراید طی مدت زمان ۵ ساعت از شروع آزمایش در شکل ۲ قابل مشاهده است. غلظت آمونیوم ابتدایی قبل از شروع آزمایشات ۰/۱ mg/l (± 0.02) اندازه گیری شده است که پس از گذشت مدت زمان ۵ ساعت از شروع آزمایشات این پارامتر در مخازن آکواریومی با یک شیب بسیار سریعی افزایش

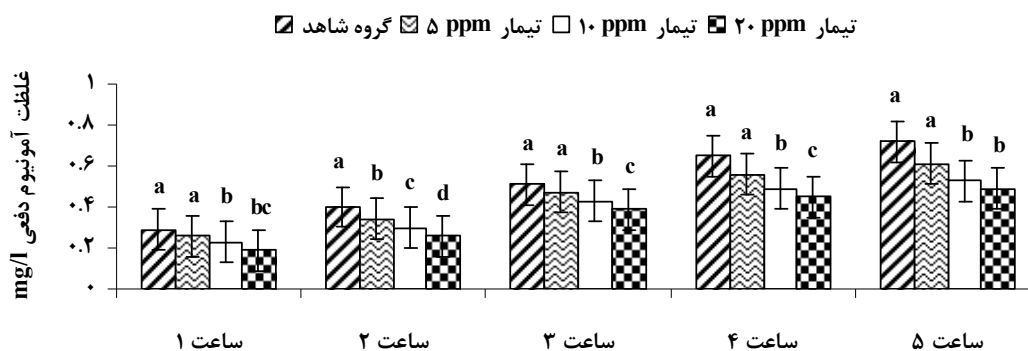
یافت، به طوری که پس از گذشت مدت زمان ۵ ساعت از شروع آزمایش غلظت آمونیوم دفعی بچه ماهیان در تیمار ۲۰ ppm نسبت به تیمارهای شاهد، ۵ و ۱۰ ppm لیدوکائین هیدروکلرید به ترتیب به میزان ۸/۴۰٪، ۲۴/۵٪ و ۸/۲٪ کمتر بوده است. در بررسی داده‌ها با آزمون دانکن اختلاف معناداری بین این مقادیر مشاهده شد ($P < 0.05$) (شکل ۲).

یافت، به طوری که پس از گذشت مدت زمان ۵ ساعت از شروع آزمایش غلظت آمونیوم دفعی بچه ماهیان در گروه تیمار با دز ۵ ppm لیدوکائین هیدروکلرید تا ۱۰ ppm، گروه‌های تیمار با دز ۱۰ ppm لیدوکائین هیدروکلرید تا ۵۰ mg/l (± 0.06)، گروه‌های تیمار با دز ۲۰ ppm لیدوکائین هیدروکلرید تا ۴۵ mg/l (± 0.05) افزایش یافت که این تغییرات نسبت به غلظت‌های اولیه با افزایش چشمگیری همراه



گروه‌های تیمار با لیدوکائین هیدروکلرید

شکل ۱: تغییرات اکسیژن محلول در گروه‌های تیمار با ماده بیهوشی لیدوکائین هیدروکلرید در زمان شبیه‌سازی حمل و نقل ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

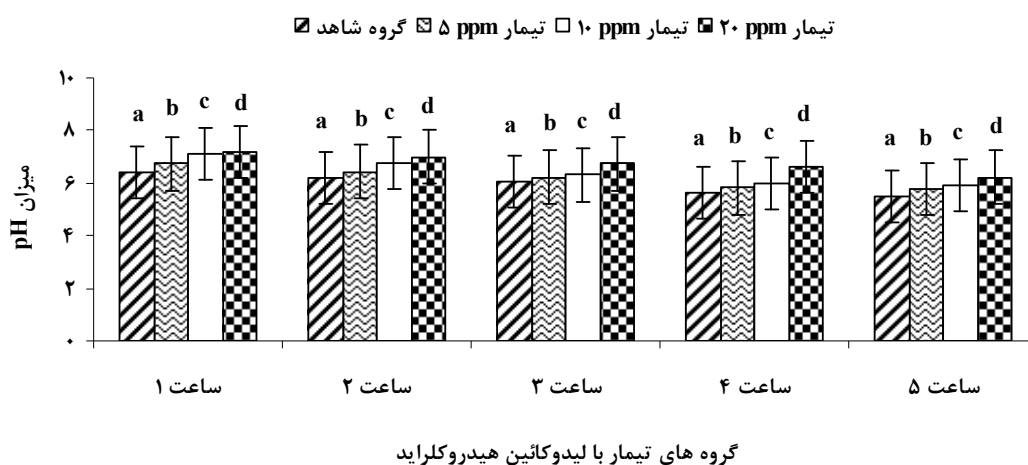


گروه‌های تیمار با لیدوکائین هیدروکلرید

شکل ۲: تغییرات غلظت آمونیوم دفعی در گروه‌های تیمار با ماده بیهوشی لیدوکائین هیدروکلرید در زمان شبیه‌سازی حمل و نقل ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

روند تغییرات pH در طول مدت زمان ۵ ساعت از شروع آزمایشات بر روی ۳ گروه تیمار ماده بیهوشی لیدوکائین هیدروکلراید در شکل ۳ نشان داده شده است. میزان pH ابتدایی در تمامی گروه های تیمار قبل از شروع آزمایشات ۷/۴۰ (± 0.07) اندازه گیری شد.

پس از گذشت مدت زمان ۵ ساعت از شروع آزمایشات در گروه شاهد میزان pH تا ۵/۵۰ (± 0.03) تنزل یافت. اختلاف pH در تیمارهای مختلف در هر نمونه برداری دارای اختلاف معنی دار بود ($P < 0.05$) (شکل ۳).



شکل ۳: تغییرات pH در گروه های تیمار با ماده بیهوشی لیدوکائین هیدروکلراید در زمان شبیه سازی حمل و نقل ماهی قزل آلا رنگین کمان

بحث

روند کاهش مقادیر اکسیژن محلول با گذشت زمان با افزایش دز لیدوکائین هیدروکلراید کندتر بود. نتایج مطالعات حاضر مشابه نتایج حاصل از تحقیق Ferreira و همکاران (۱۹۸۴) با ماده بنزو کائین هیدروکلراید بر روی بچه ماهیان ۲۰ گرمی تیلایپای موزامبیک (*Oreochromis mossambicus*) است. این محققین گزارش نمودند که این ماده بی هوشی توانایی کنترل فعالیت های متابولیسم دفعی بچه ماهیان را در کاهش میزان مصرف اکسیژن محلول به میزان یک سوم دارد. Ferreira و همکاران (۱۹۸۴) رابطه معکوسی بین غلظت های ماده بی هوشی بنزو کائین هیدروکلراید و

میزان مصرف اکسیژن محلول به دست آوردند، به این صورت که با افزایش غلظت های این ماده بی هوشی، فرآیند متابولیسم دفعی بچه ماهیان کاهش می یابد که با نتایج مطالعات حاضر هم سو است. Park و همکاران (۱۹۹۸a) در طی آزمایش با ماده بی هوشی لیدوکائین هیدروکلراید بر روی ماهی *Rhynchocypris steindachneri* گزارش نمودند که استرس زیاد بچه ماهیان در طول مدت زمان حمل و نقل موجب افزایش میزان مصرف اکسیژن محلول می شود، ولی اگر در زمان حمل و نقل از ماده بی هوشی لیدوکائین هیدروکلراید برای ایجاد آرامش و حالت بی حسی استفاده شود، می توان میزان مصرف اکسیژن

محلول و شرایط متابولیسم بچه ماهیان را تحت کنترل قرار داد. همچنین Park و همکاران با بررسی عامل کاهش دما در کنار آزمایش با ماده بی‌هوشی لیدو کائین هیدروکلرید، کاهش میزان مصرف اکسیژن محلول توسط بچه ماهیان را گزارش نمودند، به این صورت که با افزایش غلظت ماده لیدو کائین هیدروکلرید و کاهش دمای آب مخازن حمل و نقل، میزان مصرف اکسیژن محلول در تانکرهای حمل و نقل کاهش می‌یابد. نتایج تحقیق Park و همکاران با نتایج تحقیق حاضر هم‌سو است.

در تحقیق حاضر غلظت آمونیوم دفعی ماهیان با گذشت زمان در تیمارهای مختلف افزایش یافت، ولی روند افزایش این ماده با افزایش دز مصرفی لیدو کائین هیدروکلرید رابطه معکوس داشت.

Guo و همکاران (۱۹۹۵) طی آزمایش مجزا با ۳ ماده بی‌هوشی بر روی ماهی *Xiphophorus maculatus* غلظت آمونیوم دفعی ماهیان را طی مدت زمان ۱۶ ساعت مورد بررسی قرار دادند. در آزمایش این محققین، ۲ فنوکسی اتانول (2-Phenoxyethanol) با دز ۲۰۰ ppm، کینالدین سولفات (Quinaldine Sulfat) با دز ۱۰ ppm و MS₂₂₂ با دز ۳۰ ppm به کار برده شده است. نتایج این محققین نشان داد که غلظت آمونیوم دفعی ماهیان برای گروه تیمار ماده ۲ فنوکسی اتانول نسبت به گروه شاهد کمتر از ۱۲٪، غلظت آمونیوم دفعی برای گروه تیمار کینالدین سولفات نسبت به گروه شاهد کمتر از ۲۰٪ و غلظت آمونیوم دفعی برای گروه تیمار با دز MS₂₂₂ نسبت به گروه شاهد کمتر از ۴۰٪ میزان اولیه بوده است. Guo و همکاران بر اساس روابط و نتایج مثبت به دست آمده از ماده بی‌هوشی MS₂₂₂

اعلام نمودند که دزهای این ماده بیهوشی توانایی بسیار بالایی در کاهش غلظت آمونیوم دفعی ماهیان دارند. مقدار pH با گذشت زمان در تمامی تیمارها کاهش یافته است. دلیل این امر تولید CO₂ در طول مدت حمل و نقل می‌باشد. رابطه بین غلظت اکسیژن محلول و غلظت CO₂ محلول به صورت معکوس است، به طوری که با کاهش غلظت اکسیژن محلول، غلظت CO₂ محلول در آب افزایش می‌یابد و در نتیجه میزان pH آب تنزل می‌یابد.

مقدار pH در گروه شاهد از تیمارهای دیگر کمتر بود و با افزایش دز مصرفی لیدو کائین هیدروکلرید، نوسانات pH کمتر و مقدار آن نسبت به گروه شاهد بالاتر باقی می‌ماند. علت این امر می‌تواند افزایش قدرت بافری به واسطه آزاد شدن CO₂ از نمک NaHCO₃ و خاصیت بی‌هوش کنندگی لیدو کائین هیدروکلرید باشد (Park et al., 2009).

در آزمایش‌های مستقلی که Booke و همکاران (۱۹۷۸) و Carrasco و همکاران (۱۹۸۴) با نمک غیرسمی NaHCO₃ بر روی تیمارهای مختلف ماهیان انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که به احتمال بسیار قوی افزایش غلظت CO₂ محلول در مخازن حمل و نقل بچه ماهیان تحت تأثیر نمک NaHCO₃ به واسطه وجود یون‌های کربنیک در ساختار این نمک بوده است.

Schnick و Meyer (۱۹۷۸) طی آزمایش‌های مجزایی با نمک‌های غیرسمی NaCl^۱ و ماده بی‌هوشی MS₂₂₂ بر روی تیمارهای ماهیان مختلف گزارش نمودند که اگر این دو ماده در زمان حمل و نقل ماهیان استفاده شوند، شرایط مطلوب و بهینه‌ای را در طول مدت زمان حمل و نقل ایجاد می‌نمایند.

سپاسگزاری

از مدیر و تمامی کارکنان کارگاه تکثیر ماهیان سردآبی کاسپین شهرستان فیروزکوه که شرایط تحقیق را فراهم نمودند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

۱. چیت ساز، ح.، ۱۳۷۹. مطالعه اثرات بیهوشی گل میخک (عصاره و اسانس) در ماهی قزل آلائی رنگین کمان. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، ۷۴ صفحه.
۲. محمدی آرانی، م.، ۱۳۷۹. مطالعه اثرات بیهوشی گل میخک (عصاره و اسانس) در ماهی قره برون. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، ۸۲ صفحه.
3. Booke, H.E., Hollender, B., Lutterbie, G., 1978. Sodium Bicarbonate, an inexpensive fish anesthetic for held use. *Progressive fish-Culturist*, 40, 11-13.
4. Carrasco, S., Sumano, H., Navarro, R., 1984. The use of lidocaine- sodium bicarbonate as anesthetic in fish. *Aquaculture*, 41, 395-398.
5. Carmichael, G.L., Tomasso, J.R., Simco, B.A., Davis, K.B., 1984. Characterization and alleviation of stress associated with hauling largemouth bass. *Transactions of the American Fisheries Society*, 113, 778-785.
6. Carmichael, G.J., Tomasso, J.R., 1988. Survey of fish transportation equipment and techniques. *Progressive fish-Culturist*, 50, 155-159.
7. Duncan, D.B., 1955. Multiple-range and multiple F tests. *Biometrics*, 1, 1-42.
8. Ferreira, J.T., Schoobee, H.J., Smith, G.L., 1984. The use of Benzocaine Hydrochloride as an aid in the transport of fish. *Aquaculture*, 42, 169-174.
9. Gbore, F.A., Oginni, O., Adewole, A.M., Aladetan, J.O., 2006. The effect of transportation and handling stress on hematology and plasma biochemistry in fingerlings of *Clarias gariepinus* and *Tilapia Zillii*. *World Journal of Agricultural Sciences*, 2(2), 208-212.

Carmichael و Tomasso (۱۹۸۸) طی آزمایشاتی با ماده بیهوشی MS₂₂₂ بر روی ماهیان قزل آلائی رنگین کمان دریافتند که اگر در طی مدت زمان حمل و نقل این ماهیان از ماده بی هوشی MS₂₂₂ به صورت خوراکی استفاده شود، ۲۱ روز زمان برای خارج شدن عوارض و اثرات ناشی این ماده بیهوشی از بدن ماهیان زمان لازم است و این مسئله برای پرورش دهندگان صرفه و توجیه اقتصادی ندارد که ماهیان آماده به عرضه بازار را ۳ هفته در قرنطینه نگهداری نمایند تا اثرات جانبی این ماده از بدن آن ها خارج گردد و بعد وارد بازار نمایند. در نتیجه استفاده از این ماده بی هوشی در حمل و نقل ماهیان با وزن بالاتر پیشنهاد نمی گردد، ولی در حمل و نقل بچه ماهیان برای انتقال به کارگاه های پرورشی این ماده بسیار مناسب بوده است.

در تحقیق مشابه حاضر در شبیه سازی حمل و نقل بچه ماهیان انگشت قد قزل آلائی رنگین کمان از نمک غیر سمی NaHCO₃ به میزان ۱۰۰۰ ppm استفاده شد تا اثرات منفی لیدوکائین هیدروکلراید را خنثی نماید و با ایجاد شرایط مناسب در طول حمل و نقل بچه ماهیان کاهش فعالیت متابولیسمی، میزان استرس، میزان مصرف اکسیژن محلول را به همراه داشته باشد که این نتایج مطابق نتایج آزمایش های Park و همکاران (۱۹۹۸b و ۲۰۰۹) می باشد.

در نتیجه گیری کلی، لیدوکائین هیدروکلراید نقش مؤثری در کاهش فعالیت متابولیسمی و در نتیجه کاهش مصرف اکسیژن و غلظت آمونیوم دفعی در زمان شبیه سازی حمل و نقل داشته است. نتایج این تحقیق نشان داد که با استفاده از این ماده می توان احتمال تلفات بچه ماهیان قزل آلائی رنگین کمان را در زمان حمل و نقل به میزان قابل توجهی کاهش داد.

15. Park, I.S., Park, M.O., Hur, J.W., Kim, D.S., Chang, Y.J., Kim, Y.J., 2009. Anesthetic effects of lidocaine-hydrochloride on water parameters in simulated transport experiment of juvenile winter flounder, *Pleuronectes americanus*. *Aquaculture*, 294, 76-79.
16. Schnick, R.A., Meyer, F.P., 1978. Registration of thirty three fishery chemicals: status of research and estimated costs of required contract. *Investigations in fish control*, 86, 1-19.
17. Staurnes, M., Sigholt, T., Pedersen, H.P., Rustad, T., 1994. Physiological effects of simulated high density transport of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture*, 119, 381-391.
18. Tomasso, J.R., Davis, K.B., Parker, N.C., 1980. Plasma corticosteroid and electrolyte dynamics of hybrid striped bass (White Bass×Striped Bass) during netting and hauling stress. *Proceedings of the World Mariculture Society*, 11, 302-310.
10. Grizzle, J.M., Mauldin, A.C., Young, D., Henderson, E., 1985. Survival of juvenile striped bass (*Morone saxatilis*) and Morone hybrid bass (*Morone chrysops* and *Morone saxatilis*) increased by addition of calcium to soft water. *Aquaculture*, 46, 167-171.
11. Guo, F.C., Teo, L-H., Chen, T-W., 1995. Effects of anaesthetics on the water parameters in simulated transport experiment of play fish, *Xiphophorus maculatus* (Gunther). *Aquaculture Research*, 26, 265-271.
12. Nemoto, C.M., 1957. Experiment with methods for air transport of live fish. *Progressive fish-Culturist*, 19, 147-157.
13. Park, L.S., Kim, J.H., Im, J.H., 1998a. Effect of lidocaine as an anaesthetic on *Rhynchocypris oxycephalus* and *R. steindachneri*. *Aquaculture*, 11, 59-66.
14. Park, L.S., Lim, C.H., Choi, M.S., 1998b. The evaluation of lidocaine-hydrochloride as anesthetic for the transportation of *Rhynchocypris steindachneri*. *Journal of the Korean Fisheries Society*, 3, 785-790.