اثرات ماده بیهوشی لیدوکائین‌هیدروکلرید و تغییرات ناشی از آن بر خواص فیزیکی و شیمیایی آب در زمان شبیه‌سازی حمل و نقل بچه‌ماهیان‌قزل‌آلای رنگین‌کمان *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 دریافت: ۲۴ فروردین ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: ۲۶ تیر ۱۳۹۲

چکیده

در آبزی‌پروری انتقال ماهی از یک مکان به مکان دیگر امری اجتناب‌ناپذیر است. مهم‌ترین مشکل در زمان حمل و نقل ماهی کنترل ضایعات متابولیک و تأمین اکسیژن محلول می‌باشد. امروزه در آبزی‌پروری از بیهوش کننده هادر سطح وسیعی جهت کاهش استرس و جلوگیری از آسیب‌های مکانیکی در زمان دستکاری و حمل و نقل استفاده می‌شود. در این تحقیق اثرات ماده لیدوکائین‌هیدروکلراید روی پارامترهای کیفی آب در زمان شبیه‌سازی حمل ونقل بچه‌ماهیان انگشت‌قد قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مورد بررسی قرار گرفته است. غلظت اکسیژن محلول، غلظت یون آمونیوم دفعی بچه‌ماهیان و میزان pH در ۴ تیمار (۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ ppm لیدوکائین‌هیدروکلراید) و ۳ تکرار در زمان‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ ساعت پس از شروع آزمایش اندازه‌گیری شدند. میزان مصرف اکسیژن محلول و همچنین غلظت آمونیوم دفعی در تیمارهای حاوی لیدوکائین‌هیدروکلراید نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری داشت. pH آب در تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها کاهش بیشتری داشت. نتایج حاصل نشان داد که لیدوکائین‌هیدروکلراید توانایی بالایی به‌عنوان آرامش‌دهنده در زمان حمل و نقل بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان دارد.

کلمات کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان، لیدوکائین هیدروکلراید، حمل و نقل، اکسیژن محلول، یون آمونیوم، pH.

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

مقدمه

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*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 گنادهای جنسی این گونه از ماهیان در آب‌های با میانگین دمایی ۱۰-۵ ^{C} سانتی‌گراد صورت می‌پذیرد، تا فعالیت گنادهای جنسی آن‌ها کامل گردد. این گونه از ماهیان به خاطر قابلیت‌های بالای تجاری، اقتصادی و صید تفریحی از دیدگاه آبزی‌پروری بسیار با اهمیت می‌باشند. در پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، 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 پرورش‌دهندگان قزل‌آلای رنگین‌کمان 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 متابولیسمی بچه‌ماهیان می‌شود، همراه است (Gbore *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 تخم کشی، جراحی و... از این داروهای بی‌هوشی استفاده می‌شود (چیت‌ساز، ۱۳۷۹؛ محمدی آرانی، 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 - کلریدکلسیم 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 MS_{222} بر روی ماهی دریایی باس‌سیاه (*Micropterus salmoides*) به این نتیجه رسیدند که استفاده از این ماده بی‌هوشی

موجب افزایش بقا و درصد بازماندگی ماهیان در طول مدت زمان حمل و نقل می‌گردد. Nemoto (۱۹۵۷) و Ferreira و همکارن (۱۹۸۴) به‌ترتیب با انجام آزمایشات جداگانه‌ای ماده شیمیایی آمیتال‌سدیم را بر روی ماهیان *Java tilapia* و ماده شیمیایی بنزوکائین‌هیدروکلراید 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 MS_{222}) در مخازن اکواریومی شبیه‌سازی شده را بر روی ماهی *Xiphophorus maculates* بررسی نمودند و به این نتایج دست پیدا نمودند که این مواد موجب کاهش میزان فعالیت‌های متابولیسم‌دفعی ماهیان در طول مدت زمان حمل و نقل می‌گردند.

Carrasco و همکاران (۱۹۸۴) طی آزمایشی با ماده بیهوشی انسانی لیدوکائین‌هیدروکلراید 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 باس سیاه 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 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 لیدوکائین‌هیدروکلراید 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 لیدوکائین‌هیدروکلراید بر روی پارامترهای کیفی آب در زمان شبیه‌سازی حمل و نقل بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان است.

مواد و روش‌ها

مراحل شبیه‌سازی حمل و نقل بچه‌ماهیان انگشت‌قد قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت تاثیر ماده بیهوشی لیدوکائین هیدروکلراید 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 ppm و ۲۰ (هر کدام دارای ۳ تکرار) لیدوکائین‌هیدروکلراید 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

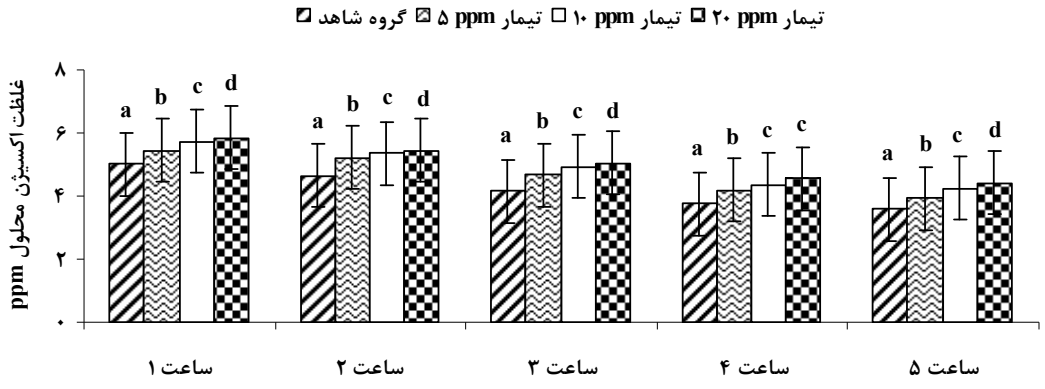
اندازه‌گیری شدند. همچنین مقدار ۱۰۰۰ppm نمک $NaHco_3$ مشابه آزمایشات Park و همکاران (۲۰۰۹) به ۳ گروه تیمار لیدوکائین‌هیدروکلراید جهت خنثی‌سازی اثرات احتمالی این ماده بیهوشی اضافه گردید. محاسبات غلظت آمونیوم‌دفعی، اکسیژن‌محلول و نوسانات pH گروه‌های تیمار بچه‌ماهیان انگشت‌قد قزل‌آلای رنگین کمان توسط کیت کاریزاپ ۰.۱ -۱۰mg.NH_3/L و دستگاه دیجیتالی کالیبره Device Water Calculator اندازه گیری شدند. داده‌های آماری حاصله گروه‌های تیمار مختلف به صورت مجزا توسط آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) به همراه آزمون T-tests و رگرسیون‌خطی با درصد خطای (P<۰/۰۵) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (Duncan, 1955).

نتایج

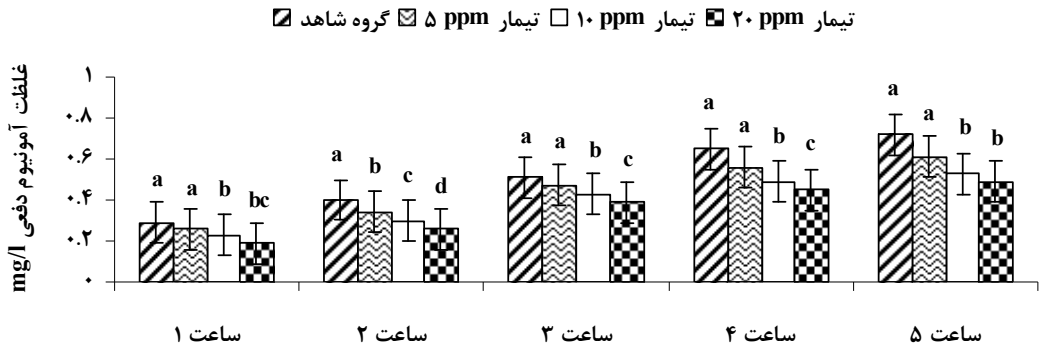
غلظت ابتدایی اکسیژن‌محلول در ۴ مخزن آکواریومی قبل از شروع آزمایش ۶/۳۰ ppm (±۰/۰۵) اندازه‌گیری شد. پس از گذشت مدت زمان یک ساعت از شروع آزمایشات غلظت اکسیژن محلول در ۴ مخازن آکواریومی، به تدریج شروع به کاهش نمودند، بدین صورت‌که پس از گذشت مدت زمان یک ساعت از شروع آزمایش، غلظت اکسیژن محلول در گروه شاهد تا ۵/۰۰ ppm (±۰/۰۲)، در گروه تیمار با مقدار ۵ ppm لیدوکائین‌هیدروکلراید تا ۵/۴۰ ppm (±۰/۰۳)، در گروه تیمار با دز ۱۰ ppm لیدوکائین‌هیدروکلراید تا ۵/۷۱ppm (±۰/۰۲) و در گروه تیمار با دز ۲۰ppm لیدوکائین هیدروکلراید تا ۵/۸۲ ppm (±۰/۰۱) با کاهش رو به رو شد. به همین منوال هر چه غلظت مقدار مصرفی لیدوکائین‌هیدروکلراید 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 (±۰/۰۶)، در گروه‌های تیمار با دز ۵ppm لیدوکائین‌هیدروکلراید تا ۳/۹۰ ppm (±۰/۰۴)، در گروه‌های تیمار با دز ۱۰ ppm لیدوکائین‌هیدروکلراید تا ۴/۲۰ppm (±۰/۰۵) و در گروه‌های تیمار با دز ۲۰ppm لیدوکائین‌هیدروکلراید تا ۴/۴۲ ppm (±۰/۰۲) با کاهش شدیدی همراه بوده است. این میزان تغییرات غلظت اکسیژن محلول نسبت به میزان اولیه آن در گروه شاهد با ۲/۷۷ ppm (±۰/۰۲)، در گروه های تیمار با دز ۵ ppm لیدوکائین هیدروکلراید با ۲/۴۰ppm (±۰/۰۳)، درگروه‌های تیمار با دز ۱۰ ppm لیدوکائین‌هیدروکلراید با ۲/۱۰ ppm (±۰/۰۱) و در گروه های تیمار با دز ۲۰ ppm لیدوکائین هیدروکلراید با ۱/۸۸ ppm (±۰/۰۳) کاهش همراه بوده است. پس از گذشت مدت زمان ۵ ساعت از شروع آزمایشات در گروه شاهد و گروه‌های تیمار لیدوکائین‌هیدروکلراید هیچ نمونه تلفاتی‌مشاهده نشد، ولی در بررسی داده‌ها با آزمون دانکن بین مقادیر اکسیژن محلول بین تیمارهای مختلف اختلاف معناداری مشاهده شد (P< ۰/۰۵) (شکل ۱).

تغییرات غلظت آمونیوم دفعی بچه‌ماهیان (NH_4^+-N) در گروه‌های تیمار با ماده بی‌هوشی لیدوکائین‌هیدروکلراید 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 (±۰/۰۰۲) اندازه‌گیری شده است که پس از گذشت مدت زمان ۵ ساعت از شروع آزمایشات این پارامتر در مخازن اکواریومی با یک شیب بسیار سریعی افزایش

یافت، به‌طوری‌که پس از گذشت مدت زمان ۵ ساعت از شروع آزمایش غلظت آمونیوم دفعی بچه‌ماهیان در گروه تیمار با دز ppm ۵ لیدوکائین‌هیدروکلراید تا mg/l ۰/۵۵ (±۰/۰۰۶)، گروه های تیمار با دز ppm ۱۰ لیدوکائین‌هیدروکلراید تا mg/l ۰/۵۰ (±۰/۰۰۳) و در گروه‌های تیمار با دز ppm ۲۰ لیدوکائین هیدروکلراید تا mg/l ۰/۴۵ (±۰/۰۰۵) افزایش یافت که این تغییرات نسبت به غلظت‌های اولیه با افزایش چشمگیری همراه بوده است. غلظت آمونیوم دفعی بچه‌ماهیان پس از گذشت مدت زمان ۵ ساعت از شروع آزمایش در تیمار ppm ۲۰ نسبت به تیمارهای شاهد، ۵ و ppm ۱۰ لیدوکائین‌هیدروکلراید به‌ترتیب به میزان ۴۰/۸٪، ۲۴/۵٪ و ۸/۲٪ کمتر بوده است. در بررسی‌داده‌ها با آزمون دانکن اختلاف معناداری بین این مقادیر مشاهده شد ($P<0/05$) (شکل ۲).

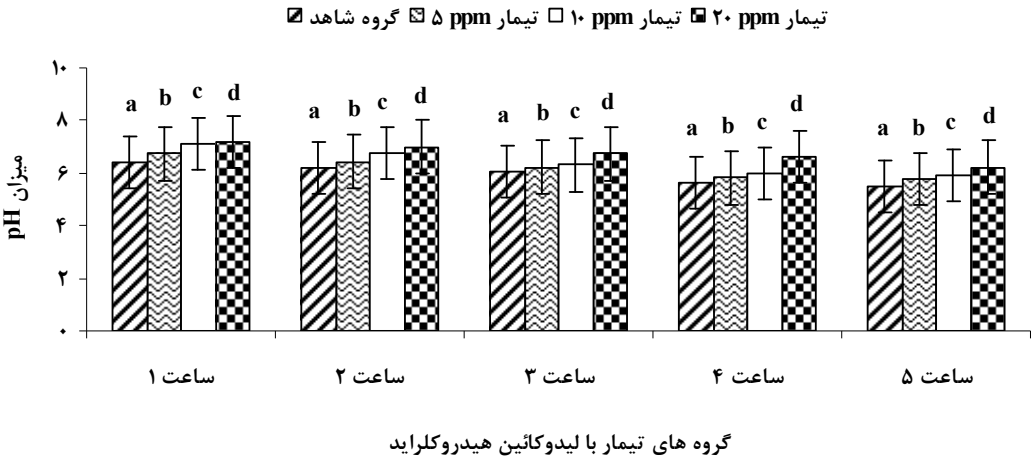


شکل ۱: تغییرات اکسیژن محلول در گروه‌های تیمار با ماده بیهوشی لیدوکائین‌هیدروکلراید در زمان شبیه‌سازی حمل و نقل ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان



شکل ۲: تغییرات غلظت آمونیوم‌دفعی در گروه‌های تیمار با ماده بیهوشی لیدوکائین‌هیدروکلراید در زمان شبیه‌سازی حمل و نقل ماهی قزل آلای 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 (±۰/۰۷) اندازه‌گیری شد. پس از گذشت مدت زمان ۵ ساعت از شروع آزمایشات در گروه شاهد میزان pH تا ppm ۵/۵۰ (±۰/۰۳) تنزل یافت. اختلاف pH در تیمارهای مختلف در هر نمونه‌برداری دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P<0/05$) (شکل ۳).



شکل ۳: تغییرات pH در گروه‌های تیمار با ماده بیهوشی لیدوکائین‌هیدروکلراید در زمان شبیه‌سازی حمل و نقل ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

بحث

روند کاهش مقادیر اکسیژن محلول با گذشت زمان با افزایش دز لیدوکائین‌هیدروکلراید کندتر بود. نتایج مطالعات حاضر مشابه نتایج حاصل از تحقیق Ferreira و همکاران (۱۹۸۴) با ماده بنزوکائین هیدروکلراید بر روی بچه‌ماهیان ۲۰ گرمی تیلاپیای موزامبیک (*Oreochromis mossambicus*) است. این محققین گزارش نمودند که این ماده بی‌هوشی توانایی کنترل فعالیت‌های متابولیسم دفعی بچه‌ماهیان را در کاهش میزان مصرف اکسیژن محلول به میزان یک‌سوم دارد. Ferreira و همکاران (۱۹۸۴) رابطه معکوسی بین غلظت‌های ماده بی‌هوشی بنزوکائین هیدروکلراید و میزان مصرف اکسیژن محلول به‌دست آوردند، به این صورت که با افزایش غلظت‌های این ماده بی‌هوشی، فرآیند متابولیسم دفعی بچه ماهیان کاهش می‌یابد که با نتایج مطالعات حاضر هم‌سو است.

Park و همکاران (۱۹۹۸a) در طی آزمایش با ماده بی‌هوشی لیدوکائین‌هیدروکلراید بر روی ماهی *Rhynchocypris steindachneri* گزارش نمودند که استرس زیاد بچه‌ماهیان در طول مدت زمان حمل و نقل موجب افزایش میزان مصرف اکسیژن محلول می‌شود، ولی اگر در زمان حمل و نقل از ماده بی‌هوشی لیدوکائین‌هیدروکلراید برای ایجاد آرامش و حالت بی‌حسی استفاده شود، می‌توان میزان مصرف اکسیژن

محلول و شرایط متابولیسم بچه‌ماهیان را تحت کنترل قرار داد. همچنین Park و همکاران با بررسی عامل کاهش دما در کنار آزمایش با ماده بی‌هوشی لیدوکائین‌هیدروکلراید، کاهش میزان مصرف اکسیژن محلول توسط بچه‌ماهیان را گزارش نمودند، به این صورت که با افزایش غلظت ماده لیدوکائین هیدروکلراید 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 لیدوکائین‌هیدروکلراید رابطه معکوس داشت.

Guo و همکاران (۱۹۹۵) طی آزمایش مجزا با ۳ ماده بی‌هوشی بر روی ماهی *Xiphophorus maculates* غلظت آمونیوم دفعی ماهیان را طی مدت زمان ۱۶ ساعت مورد بررسی قرار دادند. در آزمایش این محققین، ۲ فنوکسی‌اتانول (2-Phenoxyethanol) با دز ۲۰۰ppm، کینالدین‌سولفات (Quinaldine Sulfat) با دز ۱۰ ppm و MS_{222} با دز ۳۰ ppm به کار برده شده است. نتایج این محققین نشان داد که غلظت آمونیوم دفعی ماهیان برای گروه تیمار ماده ۲ فنوکسی‌اتانول 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 MS_{222} نسبت به گروه شاهد کمتر از ۴۰٪ میزان اولیه بوده است. Guo و همکاران بر اساس روابط و نتایج مثبت به‌دست آمده از ماده بی‌هوشی MS_{222} 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 CO_2 در طول مدت حمل و نقل می‌باشد. رابطه بین غلظت اکسیژن محلول و غلظت CO_2 محلول به صورت معکوس است، به طوری‌که با کاهش غلظت اکسیژن محلول، غلظت CO_2 محلول در آب افزایش می یابد و در نتیجه میزان pH آب تنزل می‌یابد.

مقدار pH در گروه شاهد از تیمارهای دیگر کمتر بود و با افزایش دز مصرفی لیدوکائین‌هیدروکلراید، نوسانات pH کمتر و مقدار آن نسبت به گروه شاهد بالاتر باقی می‌ماند. علت این امر می‌تواند افزایش قدرت بافری به واسطه آزاد شدن CO_2 از نمک $NaHCO_3$ و خاصیت بی‌هوش کنندگی لیدوکائین‌هیدروکلراید باشد (Park *et al*., 2009).

در آزمایش‌های مستقلی که Booke و همکاران (۱۹۷۸) و Carrasco و همکاران (۱۹۸۴) با نمک غیرسمی $NaHCO_3$ بر روی تیمارهای مختلف ماهیان انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که به احتمال بسیار قوی افزایش غلظت CO_2 محلول در مخازن حمل و نقل بچه‌ماهیان تحت تأثیر نمک $NaHCO_3$ به واسطه وجود یون‌های کربنیک در ساختار این نمک بوده است.

Schnick و Meyer (۱۹۷۸) طی آزمایش‌های مجزایی با نمک‌های‌غیرسمی $Nacl^{-1}$ و ماده بی‌هوشی MS_{222} 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.

Carmichael و Tomasso (۱۹۸۸) طی آزمایشاتی با ماده بیهوشی MS_{222} بر روی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان دریافتند که اگر در طی مدت زمان حمل و نقل این ماهیان از ماده بی‌هوشی MS_{222} 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 پرورش‌دهندگان 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 آن‌ها خارج گردد و بعد وارد بازار نمایند. در نتیجه استفاده از این ماده بی‌هوشی در حمل‌و نقل ماهیان با وزن بالاتر پیشنهاد نمی‌گردد، ولی در حمل و نقل بچه‌ماهیان برای انتقال به کارگاه‌های پرورشی این ماده بسیار مناسب بوده است.

در تحقیق مشابه حاضر در شبیه‌سازی حمل و نقل بچه‌ماهیان انگشت‌قد قزل‌آلای رنگین‌کمان از نمک غیرسمی $NaHCO_3$ به میزان ppm ۱۰۰۰ استفاده شد تا اثرات منفی لیدوکائین‌هیدروکلراید را خنثی نماید و با ایجاد شرایط مناسب در طول حمل‌و نقل بچه‌ماهیان کاهش فعالیت متابولیسمی، میزان استرس، میزان مصرف اکسیژن‌محلول را به همراه داشته باشد که این نتایج مطابق نتایج آزمایش‌های Park و همکاران (۱۹۹۸bو ۲۰۰۹) می‌باشد.

در نتیجه‌گیری کلی، لیدوکائین‌هیدروکلراید نقش مؤثری در کاهش فعالیت متابولیسمی و در نتیجه کاهش مصرف اکسیژن و غلظت آمونیوم دفعی در زمان شبیه‌سازی حمل و نقل داشته است. نتایج این تحقیق نشان داد که با استفاده از این ماده می‌توان احتمال تلفات بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان را در زمان حمل و نقل به‌میزان قابل توجهی کاهش داد.

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. چیت‌ساز، ح.، ۱۳۷۹. مطالعه اثرات بیهوشی گل‌میخک (عصاره و اسانس) در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. پایان نامه کارشناسی‌ارشد 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 قره‌برون. 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.

10. Grizzle, J.M., Mauldin, A.C., Young, D., Henderson, E., 1985. Survival of juvenile striped bass (*Morone saxatilis*) and Morone hybrid bass (*Morone crysops* 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 maculates* (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 oxycepalus* 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.
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 coasts of required contract. Investigations in fish control, 86, 1-19.
17. Staurnes, M., Sigholt, T., Pedersen, H.P., Rustad, T., 1994. Physioligical effects of simulated high density transport of Atlantic cod (*Gadus morhua*). Aqauculture, 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.