بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد هفتم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۷
http://japu.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/japu.2019.13990.1407

تعیین غلظت نیمه کشندگی آمونیاک در پست لارو میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) در شوری‌های مختلف

فاطمه رستمی*
دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه شیلات، دانشگاه خلیج فارس بوشهر
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۲۲

چکیده

افزایش آمونیاک آب یکی از مشکلات عمده در آبزی‌پروری است که میزان و اثرات آن هنوز به‌درستی مشخص نشده است. هدف از این پژوهش، تعیین غلظت نیمه کشنده آمونیاک در دو شوری ۳۵ (شوری رایج مورد استفاده در مزارع پرورشی) و ٤٥ (شوری بالاتر از حد معمول در مزارع) قسمت در هزار برای پست لارو میگوی سفید غربی با میانگین وزنی ۰/۰۵ ± ۳ گرم در شرایط آزمایشگاهی بود. آزمایش در ۷ تیمار و سه تکرار و با تعداد ۲۱۰ عدد پست لارو میگوی سفید غربی برای هرکدام از شوری‌ها با روش آب نیمه ساکن به‌مدت ۹٦ ساعت اجرا شد. پست لاروها در معرض غلظت‌های مختلفی از آمونیاک کل با مقادیر صفر برای گروه شاهد و ۱۰، ۲۰، ٤٠، ٦٠، ۸۰، ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر آمونیاک برای سایر تیمارها قرار گرفتند و تغییرات رفتاری و تلفات هر ۲٤ ساعت ثبت و غلظت نیمه کشندگی (LC_{50}) تعیین گردید که این میزان ٦٤/٥٤ برای شوری ۳۵ قسمت در هزار و ۷۳/٦٤ برای شوری ٤٥ قسمت در هزار بود. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان بیان کرد که با افزایش غلظت آمونیاک و مدت زمان قرارگیری در معرض آن سمیت آمونیاک برای پست لاروها افزایش می‌یابد این در حالی‌است که افزایش شوری باعث افزایش قدرت تحمل پست لاروها نسبت به سمیت آمونیاک می‌شود در نتیجه میزان LC_{50} در شوری ٤٥ قسمت در هزار بیشتر از میزان آن در شوری ۳۵ قسمت در هزار به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: سمیت، شوری، میگو سفید غربی، نیمه کشندگی

مقدمه

آبزیان یکی از مهم‌ترین و سالم‌ترین منابع غذایی انسان می‌باشند. امروزه آبزی‌پروری به‌منظور تأمین بخش مهمی از منابع غذایی انسان، در ابعاد صنعتی در بیشتر نقاط جهان توسعه چشم‌گیری یافته است. میگو یکی از مهم‌ترین غذاهای دریایی قابل پرورش در سراسر دنیا، به‌ویژه در منطقه آسیا و از جمله ایران می‌باشد که دارای کیفیت و ارزش غذایی بالایی بوده و طرفداران زیادی دارد. پرورش میگو ارتباط

*مسئول مکاتبه: rostami.1370@yahoo.com

مستقیمی با کیفیت آب استخرهای پرورشی دارد، به‌طوری‌که اگر کیفیت آب و خاک استخر در حد مطلوب حفظ نشود تغذیه میگوها به‌خوبی انجام نگرفته و میگوها نسبت به بیماری حساس می‌شوند و بازماندگی آن‌ها کاهش می‌یابد. آب استفاده‌شده در آبزی‌پروری حاوی مواد آلی و معدنی است و یون‌های معدنی محلول، گازهای محلول و میکروارگانیسم‌ها بر کیفیت آب آبزی‌پروری اثر دارند (وان ویک و همکاران، ۱۹۹۹). افزایش آمونیاک آب یکی از مشکلات عمده در آبزی‌پروری است. این افزایش مخصوصاً در سیستم‌های پرورش ماهی و میگو همواره مطرح بوده است (رایت و وود، ۱۹۸۵). در سیستم‌های پرورش متراکم، آمونیاک، شکل غالب نیتروژن غیر آلی دفع شده توسط حیوانات آبزی، به‌وسیله باکتری‌های اتوتروف هوازی اکسید می‌شود. تجمع آمونیاک و یا محصول میانی آن، نیتریت، باعث مرگ‌ومیر و تأثیر بر رشد حیوانات پرورشی می‌شود (کلت و آرمسترانگ، ۱۹۸۱). بنابراین تجمع آمونیاک و سمیت آن نگرانی اولیه برای پرورش‌دهندگان میگو است.

میگوی سفید غربی از گونه‌های عمده خانواده پنائیده در نیم‌کره شرقی بوده و ۳۰ درصد تولیدات پرورشی این خانواده در جهان متعلق به این‌گونه است (فارفانته و کنسلی، ۱۹۹۷). میگوی سفید غربی تحمل بسیار خوبی در مقابل تغییرات محیطی مثل درجه حرارت و شوری دارد و بالاترین نرخ رشد را در بین گونه‌های پرورشی از خود نشان داده است. در مقایسه با سایر میگوها، میگوی سفید غربی نیاز کمتری به پروتئین در جیره غذایی خود دارد و محققین مختلف آن را بین ۱۸ تا ۳٦ درصد اعلام کرده‌اند، که البته این میزان با توجه به مرحله زندگی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب می‌تواند متفاوت باشد یعنی به‌طور مثال در مرحله لارو و پست لارو (ولاسکو و همکاران، ۲۰۰۰) و همچنین در شوری‌های پایین (رزاز و همکاران، ۲۰۰۱)، نیاز به پروتئین بیشتر می‌شود. این گونه نسبت به دیگر گونه‌های میگو در برابر بیماری مقاوم‌تر است و تغییرات احتمالی شرایط زیست‌محیطی را بهتر تحمل می‌کند (شکوری، ۱۹۹۷).

شوری از مهم‌ترین عوامل محیطی تأثیرگذار بر رشد و بقای میگوهای خانواده پنائیده به‌خصوص در مراحل اولیه زندگی است. در میگوی سفید غربی سرعت دفع نیتروژن آمونیاکی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر دما و شوری قرار می‌گیرد (جیانگ، ۲۰۰۰) و متابولیسم کربوهیدرات‌ها نیز با تغییرات شوری مرتبط است (گاکسیولا، ۲۰۰۵). همچنین پارامترهای ایمنی میگوی سفید غربی در شوری‌های بالا نسبت به شوری‌های پایین در سطح بالایی قرار دارد (لین و همکاران، ۲۰۰۷). شوری رابطه نزدیکی با سمیت ترکیبات نیتروژنی مانند آمونیاک دارد (یوجانگ کومارودین، ۲۰۰٤). با کاهش شوری حساسیت جانور به میزان آمونیاک محلول در آب افزایش پیدا می‌کند (چن و لین، ۱۹۹۲). اگرچه مکانیسم مسمومیت آمونیاک و محصول میانی آن از اکسیداسیون، نیتریت، به‌خوبی درک نشده ولی روشن است که حضور یون کلرید می‌تواند سمیت آمونیاک را کاهش دهد (بوید و توکر، ۱۹۹۸)، بنابراین آب شور در برابر محافظت از سمیت آمونیاک و نیتریت در مقایسه با آب شیرین بهتر عمل می‌کند (یوجانگ کومارودین، ۲۰۰٤). همچنین کاهش شوری آب می‌تواند منجر به مشکلاتی شود، که یکی از این مشکلات کاهش انعطاف‌پذیری میگو نسبت به سموم، مانند آمونیاک و نیتریت می‌باشد (اسکولر و همکاران، ۲۰۱۰). آبزی‌پروری در جهان فعالیت متنوعی است و راه حفاظت از این تنوع، فهم اصولی است که می‌تواند بر توسعه آتی آن، مؤثر باشد. یکی از مهمترین مسائل

مربـوط بـه پـرورش گونـه آبـزی، شـناخت تـأثیر پارامترهای غیر زیستی بـر رشـد و بازمانـدگی گونـه آبزی می‌باشد. پرورش موفقیـت آمیـز میگـوی سـفید غربی به کیفیت آب دریای اسـتفاده شـده در سیسـتم بستگی دارد. در این تحقیق هم سعی بر آن اسـت کـه حداکثر و حداقل میزان آمونیاک در مدت زمان محدود و در شوری‌های مختلف بر میزان مرگ و میر میگوی سفید غربی مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در محـل سـوله پژوهشـکده دانشـگاه خلیج‌فارس بوشهر در تابستان ۱۳۹٤ انجام گرفت. در این تحقیق از پست لاروهای میگوی سـفید غربـی بـا میانگین وزنی ۰/۰۵ ± ۰/۳ گرم بـرای تعیـین غلظـت نیمه کشندگی آمونیاک استفاده شـد. پسـت لاروهـا از مرکز تکثیر واقع در شهر دلوار اسـتان بوشـهر تهیـه و پس از بسته‌بندی با اکسیژن به محـل انجـام آزمـایش منتقل شد تا برای انجام آزمـایش‌هـای مربوطـه مـورد استفاده قرار گیرند. به‌منظور آداپتاسیون پست لاروها با شرایط جدید آن‌ها به‌مدت یک هفتـه در یـک ظـرف پلاستیکی با حجم ۱۰۰۰ لیتر کـه از قبـل شستشـو و هوادهی شده و نیمی از آن با آبی با شوری ٤۰ قسمت در هـزار پـر شـده بـود نگهـداری شـدند. در مـدت آداپتاسیون پست لاروها روزانـه غـذادهی شـدند. ۲٤ ساعت قبل از شروع آزمایشات از دادن غذا به پسـت لاروها خودداری شد تا از آلودگی محـیط جلـوگیری شود (جوادی، ۱۹۹۹). برای دست‌یابی به نتیجـه بهتـر می‌بایست حتی‌المقدور شرایط فیزیکی و شـیمیایی را کنترل نموده تا در طول آزمـایش ثابـت باشـد و تنهـا غلظت‌های مختلف آمونیاک عامل متغیر و تعیین‌کننده باشد (دی جیولیو و همکاران، ۲۰۰۸).

بـر اسـاس محاسـبات لگـاریتمی و پـس از آزمایش‌های اولیه محدوده کشندگی آمونیاک تعیـین و سپس جهت تعیین دقیق LC_{50}، ٤۲۰ قطعه پست لارو میگوی سفید غربی در معرض ۷ غلظت آمونیاک با ۳ تکـرار شـامل غلظـت صـفر بـرای گـروه شـاهد و غلظت‌های ۱۰، ۲۰، ٤۰، ٦۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بـر لیتر قرار گرفتند. این آزمایش بـرای دو شـوری ۳۵ و ٤۵ قسمت در هزار انجام شد. تعداد ٤۲ عـدد ظـرف پلاستیکی شفاف با حجم ۲۰ لیتـر کـه در هرکـدام از آن‌ها ۱۵ لیتر آب با شوری مورد نظر ریخته شده بـود در دو ردیف که هرکدام دارای ۲۱ ظـرف بـود بـرای آزمایش استفاده شد. به‌منظور هـوادهی در هرکـدام از ظرف‌ها یک سنگ هوا قرار گرفت که به‌وسیله شلنگ هـوا بـه پمـپ هـواده اصـلی متصـل بـود. آزمـایش به‌صورت نیمـه سـاکن و بـر اسـاس روش اسـتاندارد به‌مدت ٤ شبانه‌روز (۹٦ ساعت) انجام شد. در مـدت اجرای آزمایش اکسیژن محلول، دمای آب، شـوری و pH روزانه اندازه‌گیری و ثبـت شـد. آمونیـوم کلریـد مورد استفاده مارک مرک با خلـوص ۹۹ درصـد بـود. آب مصرفی از آب دریا که توسط فیلتر تصفیه‌شده بود و همچنین آب شهری کلرزدایی و هوادهی شده فراهم شد. در طول آزمایش غذادهی انجام نگرفت و هر ۲٤ ساعت و در زمان مشخص میـزان مـرگ‌ومیـر پسـت لاروها ثبت شد. در پایـان آزمـایش پـس از محاسـبه تعداد تلفات، داده‌هـای آزمـایش بـا اسـتفاده از روش آماری آنالیز پروبیت (Probit analysis) و نـرم‌افـزار SPSS مورد تجزیه و تحلیـل قـرار گرفـت. در روش پروبیـت لگـاریتم غلظـت‌هـا در محـور X و مقـادیر پروبیت درصد تلفـات در محـور Y قـرار مـی‌گیـرد. مقادیر$LC_{25}, LC_{50}, LC_{75}, LC_{90}$ توسط جدول‌هـای پرو بیت، تلفات پروبیت و رگرسیون محاسبه گردید.

نتایج

غلظت‌های کشنده در ۹٦ ساعت همراه با کمترین و بیشترین مقـادیر مجـاز آمونیـاک بـرای هرکـدام از

شوری‌ها به‌ترتیب در جدول‌های ۳ و ٤ آورده شده است و بر اساس روش آماری پرو بیت آنالیز میزان LC_{50} در طی ۹٦ ساعت محاسبه شد. در پایان این پروژه نیز بر اساس نتایج حاصل از نرم‌افزار پرو بیت آنالیز مقادیر LC_{25}, LC_{50}, LC_{75}, LC_{90} آمونیاک در طی مدت زمان ۹٦ ساعت تعیین شد (جدول ۳ و ٤) و گراف probits و خط رگرسیون پیش‌بینی شده برای آمونیاک در میگوی سفید غربی برای هرکدام از شوری‌ها به‌طور جداگانه رسم گردید (شکل ۱ و ۲) همچنین جداول ۱ و ۲ به‌ترتیب میزان تلفات را در زمان‌های مختلف قرارگیری در معرض غلظت‌های مختلف آمونیاک نشان می‌دهند.

جدول ۱- تعداد تلفات پست لاروهای میگوی سفید غربی در مدت در معرض‌گذاری در برابر آمونیاک برای شوری ۳۵ قسمت در هزار

غلظت (mg/l)	۲٤ (ساعت)	٤۸ (ساعت)	۷۲ (ساعت)	۹٦ (ساعت)
شاهد	۰	۰	۰	۰
۱۰	۰	۰	۰	۰
۲۰	۰	۰	۰	۰
٤۰	۰	۰	۱	۱
٦۰	۰	۱	۰	٤
۸۰	۲	۸	۱۰	۱۰
۱۰۰	٤	۱۰	۱۰	۱۰

جدول ۲- تعداد تلفات پست لاروهای میگوی سفید غربی در مدت در معرض‌گذاری در برابر آمونیاک برای شوری ٤۵ قسمت در هزار

غلظت (mg/l)	۲٤ (ساعت)	٤۸ (ساعت)	۷۲ (ساعت)	۹٦ (ساعت)
شاهد	۰	۰	۰	۰
۱۰	۰	۰	۰	۰
۲۰	۰	۰	۰	۰
٤۰	۰	۰	۰	۰
٦۰	۰	۱	۱	۳
۸۰	۲	٦	۸	۱۰
۱۰۰	۳	۷	۱۰	۱۰

جدول ۳- غلظت‌های کشنده در ۹٦ ساعت همراه با کمترین و بیشترین مقادیر مجاز در شوری ۳۵ ppt

LC ۹٦ ساعت (شوری ۳۵ قسمت در هزار)	دوز	LCL ۰/۰۵	UCL ۰/۰۵	LCL ۰/۰۱	UCL ۰/۰۱
۲۵	۵۹/٦٤۱۸۸	۵۵/۱٤۱٦۳	٦۲/۷۰۸۹۱	۵۲/۸۰٦۷۵	٦۳/٦٤۰۲٤
۵۰	٦٤/۵٤۰۸۷	٦۱/۲۲۰۱۹	٦۸/۱۷۷۵۵	۵۹/۹۲۱۲۸	٦۹/۷۹۵٦۱
۷۵	٦۹/۸٤۲۲۷	٦٦/۳٦۹۱۹	۷۵/۹۰۹٦٦	٦۵/٤۱٦۵۲	٦۹/۵٦۲۷۷
۹۹	۸٤/۷۳۸٤۸	۷۷/٤۵۰۲۵	۱۰۳/۱۳۲٦۰	۷۵/۹۳۸٤۲	۱۱۷/۱۰۲۷۰

LCL (Lower Confidence Limit)= کمترین حد مجاز

UCL (Upper Confidence Limit)= بیشترین حد مجاز

LC_{50} (Lethal Concentration for percent of exposed)= غلظت کشنده برای نیمی از موجودات قرارگرفته در معرض سم

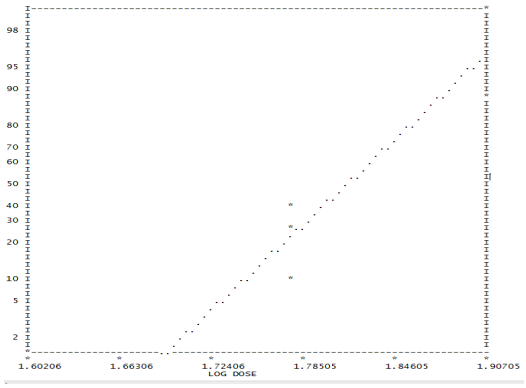
جدول ٤- غلظت‌های کشنده در ٩٦ ساعت همراه با کمترین و بیشترین مقادیر مجاز در شوری ٤٥ ppt

LC ٩٦ ساعت (شوری ٤٥ قسمت در هزار)	دوز	LCL ٠/٠٥	UCL ٠/٠٥	LCL ٠/٠١	UCL ٠/٠١
٢٥	٦٨/٤٠٣٧٣	٦٣/٢٦٤٥٠	٧١/٨٩٨٨٤	٦٠/٧٨٤٢١	٧٢/٨٩٣٢٣
٥٠	٧٣/٦٤٧٦٥	٦٩/٧٤٠١٣	٧٧/٢٢٧٥٢	٦٨/١٣٦٧٩	٧٨/٥٢٨٦٩
٧٥	٧٩/٢٩٣٥٧	٧٥/٦٧٠٢٠	٨٤/٢٧٥٨٣	٧٤/٥٤٦٥٩	٨٦/٦٧٩٠٨
٩٩	٩٥/٠١٧١١	٨٨/٣٤٦١٥	١٠٩/١٧٨١٠	٨٦/٨٥٩٨٩	١١٨/٠٨٠٨٠

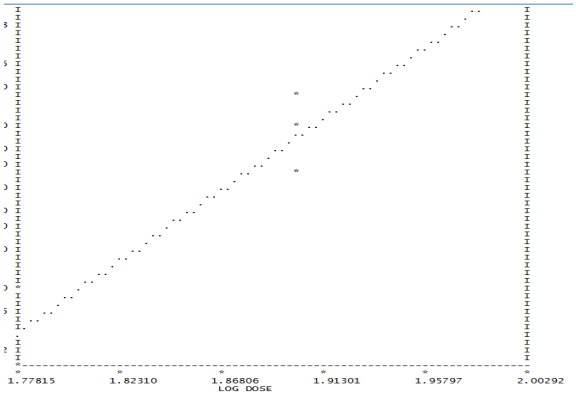
(Lower Confidence Limit) LCL= کمترین حد مجاز

(Upper Confidence Limit) UCL= بیشترین حد مجاز

(LC_{50} (Lethal Concentration for percent of exposed)= غلظت کشنده برای نیمی از موجودات قرارگرفته در معرض سم



شکل ١- گراف probits و خط رگرسیون پیش‌بینی شده برای آمونیاک در میگوی سفید غربی در شوری ٣٥ppt



شکل ٢- گراف probits و خط رگرسیون پیش‌بینی شده برای آمونیاک در میگوی سفید غربی در شوری ٤٥ ppt

بر اساس این جدول‌ها میزان غلظت کشنده آمونیاک در مدت ٤ روز متوالی (٩٦ ساعت) برای ٥٠ درصد از پست لاروهای میگوی سفید غربی به‌ترتیب ٦٤/٥٤ برای شوری ٣٥ قسمت در هزار و ٧٣/٦٤ میلی‌گرم بر لیتر آمونیاک برای شوری ٤٥ قسمت در هزار محاسبه شد.

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط زیست ترکیبات نیتروژنی می‌باشد که ازجمله مهم‌ترین و خطرناک‌ترین آن‌ها آمونیاک است. به‌طورکلی در تقسیم‌بندی آلاینده‌های آب وجود نیتریت، نیترات و آمونیاک دلالت بر وجود آلاینده‌های شیمیایی معدنی در داخل منابع آبی دارد. پرورش میگو در سیستم‌های بسته منجر به تجمع ضایعات سوخت‌وساز بدن (مانند آمونیاک) در استخر، حتی با جایگزینی مکرر آب می‌شود (فریاس و همکاران، ٢٠٠٠). تجمع آمونیاک می‌تواند سبب مرگ‌ومیر و یا توقف تغذیه در میگو شود (چن و همکاران، ١٩٩٠). یکی از مشکلات بنیادی، به‌دست آوردن غلظتی از آمونیاک است که برای آبزی خطرناک و زیان‌بار نباشد و همچنین ایجاد محیطی است که با وجود این سم در آب کمترین آسیب را به آبزیان وارد کند (ناجی و همکاران، ٢٠٠٩).

طی مدت ٩٦ ساعت هیچ مرگ‌ومیری برای گروه شاهد و غلظت‌های ١٠، ٢٠ میلی‌گرم بر لیتر آمونیاک

مشاهده نشد ولی صد درصد پست لاروها در مدت ٤٨ ساعت در شوری ۳۵ قسمت در هزار تلف شدند. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد میزان LC_{50}، ۹٦ ساعت آمونیاک بر روی پست لارو میگوی سفید غربی با میانگین وزن ۰/۰۵ ± ۳ گرم با کاهش میزان شوری و همچنین افزایش مدت زمان قرارگیری در معرض آزمایش کاهش یافته است به عبارتی هرچه ساعات آزمایش افزایش می‌یابد و همچنین در شوری‌های پایین‌تر غلظت کمتری از آمونیاک لازم است تا ۵۰ درصد پست لاروها تلف شوند و مقدار LC_{50} در ساعت اولیه و شوری ٤٥ قسمت در هزار همواره بیشتر از میزان آن در شوری ۳۵ قسمت در هزار و ساعات پایانی آزمایش بوده است. در واقع می‌توان بیان کرد با افزایش شوری قدرت تحمل پست لاروها نسبت به سمیت آمونیاک افزایش یافته در نتیجه میزان LC_{50} در شوری ٤٥ قسمت در هزار بیشتر از میزان آن در شوری ۳۵ قسمت در هزار بود. لین و چن نیز در سال ۲۰۰۱ میزان LC_{50} برای میگوی نوجوان سفید غربی را در ٢٤، ٤٨، ٧٢ و ٩٦ ساعت برای سه شوری ۱۵، ۲۵ و ۳۵ قسمت در هزار محاسبه کردند که برای ٤٨ ساعت به‌ترتیب ٤٠/٥٨، ٤٨/٨٣ و ٥٣/٨٤ میلی‌گرم بر لیتر آمونیاک بود. در آزمایش آن‌ها مشخص شد با افزایش شوری میزان LC_{50} افزایش یافته است. چن و لین همچنین قبل از آن در سال ۱۹۹۲ میزان LC_{50} را برای میگوی نوجوان چینی بررسی کردند و گزارش دادند میزان آن در شوری ۱۰ قسمت در هزار ۹۰-۷۰ درصد کمتر از مقدار آن در شوری‌های ۲۰ و ۳۰ قسمت در هزار در مدت ٦٠-۱۲ ساعت است.

باربیری و همکاران در سال ۲۰۱۰ میزان LC_{50} را برای میگوی سفید در شوری‌های ۵، ۲۰ و ۳۵ قسمت در هزار در مدت‌زمان ٢٤، ٤٨، ٧٢ و ٩٦ ساعت به‌دست آوردند که در مدت ٤٨ ساعت به‌ترتیب ٣٢/٦٣، ٣٨/٦٠ و ٤٧/٨٧ میلی‌گرم بر لیتر آمونیاک بود. نتایج آن‌ها نشان داد با کاهش شوری از ۳۵ به ۵ قسمت در هزار سمیت آمونیاک ٤٦/٧٠ درصد در مدت ٤٨ ساعت افزایش یافت. کایر و کوملو (۲۰۰٦) در بررسی سمیت حاد آمونیاک بر میگوی ببری سبز در ارتباط با شوری دریافتند میزان LC_{50} با مدت‌زمان قرارگیری در معرض آمونیاک یک رابطه غیرمستقیم و با شوری رابطه مستقیم دارد به‌نحوی‌که با افزایش شوری میزان آن افزایش و با افزایش مدت زمان قرارگیری در معرض محلول آزمایش این میزان کاهش می‌یابد. افزایش سمیت آمونیاک با کاهش شوری با توجه به جذب بالای آمونیاک در شوری پایین قابل توجیح هست بنابراین پرورش‌دهندگان میگو باید به تفاوت سمیت آمونیاک در شوری‌های مختلف در هنگام مدیریت استخر توجه نمایند. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان بیان کرد که با افزایش غلظت آمونیاک و مدت زمان قرارگیری در معرض آن سمیت آمونیاک برای پست لاروها افزایش می‌یابد این در حالی‌است که افزایش شوری باعث افزایش قدرت تحمل پست لاروها نسبت به سمیت آمونیاک می‌شود درنتیجه میزان LC_{50} در شوری ٤٥ قسمت در هزار بیشتر از میزان آن در شوری ۳۵ قسمت در هزار به‌دست آمد.

منابع

1. Barbieri, E. 2010. Acute toxicity of ammonia in white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) (Burkenroad, 1936, Crustacea) at different salinity levels. Aquaculture. 306: 329-333.
2. Boyd, C.E., and Tucker, C.S. 1998. Pond aquaculture water quality management. Kluwer, Boston, 686p.
3. Chen, J.C., and Lin, J.C. 1992. Lethal effects of ammonia on *Penaeus chinensis* Osbeck juveniles at different salinity levels. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 156: 138-148.
4. Chen, J.C., Liu, P.C., and Lei, S.C. 1990. Toxicity of ammonia and nitrite to *Penaeus monodon* adolescents. Aquaculture, 89: 127-137.
5. Colt, J.E., and Armstrong, D.A. 1981. Nitrogen toxicity to crustaceans, fish and mollusks. In proceeding of the bioengineering symposium for fish culture. Pp: 34-37.
6. Di Giulio, R.T., and Hinton, D.E. 2008. The Toxicology of Fishes. Taylor and Francis. Pp: 319-884.
7. Farfante, I.P., and Kensley, B. 1997. Penaeid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the World, Keys and Diagnoses. Memoires du Museum National D'Histoire Naturelle, Paris. 233p.
8. Finney, D. 1990. Probit Analysis Cambridge University. Press, Pp: 1-22.
9. Frias-Espericueta, M.G., Harfush-Melendez, M., and Paez-Osuna, F. 2000. Effects of Ammonia on Mortality and Feeding of Postlarvae Shrimp *Litopenaeus vannamei*. Bullerin of Environmental Contamination and Toxicology, 65: 98-103.
10. Gaxiola, G., Cuzon, G., Garcia, T., Taboada, G., Brito, R., Chimal, M.E., Paredes, A., Soto, L., Rosas, C., and van Wormhoudt, A. 2005. Factorial effects of salinity, dietary carbohydrate and moult cycle on digestive carbohydrases and hexokinases in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Comparative Biochemistry and Physiology Part A. 140(1): 29-39.
11. Javadi, M. 1999. Bactericidal concenteration (LC50) and damages due to pesticide Endosulfan in beluga (*Huso Huso*). Masters thesis fishery. Department of Natural Resources and Marine Sciences. Tarbiat Modarres University. 67p.
12. Jiang, D.H., Lawrence, A.L., Neill, W.H., and Gong, H. 2000. Effects of temperature and salinity on nitrogenous excretion by *Litopenaeus vannamei* juveniles. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 253(2): 193-209.
13. Kir, M., and Kumlu, M. 2006. Acute toxicity of ammonia to *Penaeus semisulcatus* postlarvae in relation to salinity. Journal of the World Aquaculture Society, 37: 231-235.
14. Lin, Y.C., and Chen, J.C. 2001. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei*, Boone juveniles at different salinity levels. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 259: 109–119.
15. Lin, Y.C., Chen, J.C., Li, C.C., Morni, W.Z., Suhaili, A.S., Kuo, Y.H., Chang, Y.H., Chen, L.L., Tsui, W.C., Chen, Y.Y., and Huang, C.L. 2012. Modulation of the innate immune system in white shrimp *Litopenaeus vannamei* following long-term low salinity exposure. Fish Shellfish Immunol, 33(2): 324-31.
16. Shakoori, M. 1997. Technology reproduction and intensive culture shrimp. Deptment of Aquaculture. 168p. (Translated in Persian)
17. Naji, T., Khara, H., and Nasiri Parman, A. 2009. The effect of toxic ammonia on liver tissue of common carp (*Syprinus carpio*). Environmental science and technology. 11(1): 131-148.
18. Rosas, C., Cuzon, G., Gaxiola, G., Priol, Y.L., Pascual, C., Rossignyol, J., Contreras, F., Sanchez, A., and Wormhoudt, A.V. 2001. "Metabolism and growth of juveniles of *Litopenaeus vannamei*: effect of salinity and dietary carbohydrate levels". *Journal of*

Experimental Marine Biology and Ecology, 259: 1–22.

19. Schuler, D.J., Boardman, G.D., Kuhn, D.D., Flik, G.J. 2010. Acute Toxicity of Ammonia and Nitrite to White Shrimp (*L. vannamei*) at Low Salinities. World Aquaculture Society. 41(3): 438-446.
20. Soltani, M., Khoshbavar Rostami, H.A. 2002. Study the effects of diazinon on some hematological and biochemical indices of Acipenser guldenstadti. Jornal of Marine Sciences. 4: 64-75.
21. Ujang Komarudin, A.K. 2004. Acute toxicity of nitrate to *Penaeus monodon* (Fab.) and *Litopenaeus vannamei* (Boone) at low salinity levels. Kasetsart university. 100p.
22. Van wyk, P., Hodgikins, M.D., Laramore, R.L., Main, K., Mountain, J., and Scarpa, J. 1999. Farming marine shrimp in recalculating freshwater system. Harbor branch oceanographic institution, Florida department of agriculture and consumer services. Pp: 141-161.
23. Velasco, M., Lawrence, A.L., Castille, F.L., and Obaldo, L.G. 2000. Dietary protein requirement for *Litopenaeus vannamei*. www.uanl.mx/ Publicaciones / maricultura. Pp: 181-192.
24. Wright, P.A., and Wood, C.M. 1985. An analysis of branchial ammonia excretion in the freshwater rainbow trout: effects of environmental pH change and sodium uptake blockage. Jornal of Experimental Biology. 11(4): 329-353.