



بررسی سمیت پتاسیم هیدروژن پرسولفات (PMS) (روکسی ساید) در ماهی قزل آلاي رنگين کمان

علی اکبر چريم^{۱*}، مجتبیٰ علیشاهی^۲، زهرا نداف پور^۱، محمد زاهدی^۱

۱- دانشجوی دکترای تخصصی بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- گروه بهداشت دام، طیور و آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز

*ایمیل نویسنده مسئول: charimaliakbar50@gmail.com

چکیده

پتاسیم پراکسی مونوسولفات (PMS) یکی از اکسیدان‌های شیمیایی پرکاربرد در دامپزشکی و آبرزی پروری است که برای کنترل پاتوژن‌ها در آب‌های سطحی و فاضلاب‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. با وجود کاربردی بودن آن در پرورش ماهی قزل آلا، اطلاعات محدودی درباره سمیت این ماده در این گونه وجود دارد. در این مطالعه، سمیت حاد PMS در قزل آلاي رنگين کمان بر اساس دستورالعمل OECD کد ۲۰۳ و با تعیین LC50 در ۹۶ ساعت ارزیابی شد. برای این منظور، هشت غلظت مختلف از PMS در آکواریوم‌های ۱۰۰ لیتری اعمال و در هر غلظت ۱۰ قطعه ماهی قرار داده شد. تلفات در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت ثبت و با نرم‌افزار Probit تحلیل گردید. نتایج نشان داد که LC50 96 ساعته برابر با ۷۴٫۱ میلی‌گرم بر لیتر است. در ادامه، ماهی‌ها به مدت سه هفته در غلظتی معادل ۲۰٪ LC50 نگهداری شده و شاخص‌های خونی شامل هموگلوبین، هماتوکریت، و شمارش گلبول‌های قرمز و سفید با گروه شاهد مقایسه گردید. نتایج نشان داد که سمیت مزمن PMS تغییر معنی‌داری در شاخص‌های خونی ایجاد نکرد ($P>0.05$)، هرچند افزایش غلظت و مدت تماس با ماده موجب افزایش تلفات شد. به طور کلی، علیرغم سمی بودن PMS، سمیت آن برای آبزیان و موجودات غیرهدف پایین ارزیابی شده و با توجه به مزایای زیست‌محیطی، استفاده از آن به عنوان یک ضدعفونی‌کننده ایمن و مؤثر توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم پراکسی مونوسولفات (PMS)، ماهی قزل آلاي رنگين کمان، شاخص‌های خون شناسی، سمیت حاد.

۱- مقدمه

پتاسیم پراکسی مونوسولفات (KHSO_5) با نام‌های تجاری مختلف از جمله روکسی ساید که به عنوان پتاسیم هیدروژن مونوسولفات (PMS) نیز شناخته می‌شود، به دلیل خاصیت اکسیدکنندگی قوی و ناپایداری مونوسولفات، معمولاً به شکل نمک ترکیبی پتاسیم هیدروژن مونوسولفات (KMPS) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این ترکیب به طور گسترده در دامداری و آبرزی پروری به عنوان ضدعفونی‌کننده محیطی، ضدعفونی‌کننده آب آشامیدنی و عامل پیشگیری و درمان بیماری‌های باکتریایی آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین، این ترکیب در صنعت آبرزی پروری به عنوان بهبوددهنده کیفیت آب و اصلاح‌کننده بستر پرورش آبزیان کاربرد دارد. با این حال، برخلاف داروهای دامپزشکی که مقررات استاندارد برای ارزیابی سمیت و کارایی دارند، در حال حاضر استانداردهای ملی مشخصی برای استفاده از این ترکیب به عنوان بهبوددهنده محصولات آبرزی وجود ندارد. بیشتر محصولات موجود در بازار بر اساس استانداردهای داخلی شرکت‌ها عرضه می‌شوند و کیفیت آن‌ها متغیر است. پتاسیم مونوسولفات به عنوان یک عامل منفرد هنگام جذب رطوبت یا حل شدن در آب، به سرعت تجزیه شده و اکسیژن فعال و سولفات پتاسیم آزاد می‌کند. این ترکیب دارای قدرت اکسیدکنندگی قوی است. این



ترکیب به دلیل سمیت پایین، طیف وسیع اثر و کارایی بالا در از بین بردن عوامل بیماری‌زا، به‌طور گسترده در پیشگیری و کنترل بیماری‌های آبزیان استفاده می‌شود. یکی از ویژگی‌های این ماده امکان مصرف آن در آب حاوی ماهی است. این عامل اکسیدکننده شیمیایی به‌طور گسترده در آب‌های سطحی طبیعی و فاضلاب‌ها برای کنترل و حذف عوامل بیماری‌زا و پیشگیری از بیماری‌های ناشی از باکتری‌ها استفاده می‌شوند.

مطالعات نشان داده‌اند که این ترکیب اثر مہاری قابل‌توجهی بر باکتری‌ها و ویروس‌های بیماری‌زای ماهی از قبیل *Edwardsiella edwardsiella*، *Aeromonas hydrophila* و *Aeromonas temperata* در کپور ماهیان و قزل‌الا دارد، به‌طوری که غلظت ۰٫۲۵ میلی‌گرم در لیتر می‌تواند به‌طور مؤثری رشد این باکتری‌ها را مهار کند.

روکسی ساید علاوه بر امکان استفاده در آب برای مبارزه با بیماری‌های باکتریایی و ویروسی ماهی با غلظت‌های کنترل شده، امکان استفاده به عنوان ضد عفونی کننده قوی استخرها و تجهیزات پرورش ماهی را دارد.

پتا سیم هیدروژن مونو سولفات هنگام واکنش با آب، از ناپایدار تولید می‌کند که بلافاصله به اکسیژن و اتم‌های اکسیژن فعال تجزیه می‌شود. این اکسیژن فعال دارای انرژی بالا بوده و قادر به از بین بردن باکتری‌ها و عوامل بیماری‌زا است.

این فرایند هیچ ماده مضر تولید نمی‌کند و اکسیژن آزاد شده به بهبود میزان اکسیژن محلول در آب و کاهش استرس ماهیان کمک می‌کند. همچنین، مطالعات نشان داده‌اند که قدرت اکسیدکنندگی مونوسولفات تأثیر قابل‌توجهی بر فعالیت اصلاح لجن دارد.

با توجه به مزیت‌های کاربردی بالای این محصول از جهت کارایی ضد عفونی کنندگی و نیز ارجحیت زیست محیطی، اطلاعات در مورد سمیت این ماده در ماهیان مدل ضروری است. لذا در این تحقیق میزان سمیت حاد و سمیت مزمن روکسی ساید در ماهی قزل‌الای رنگنی کمان ارزیابی گردید. همچنین سمیت حاد این ماده در ماهی زبرا به عنوان یک حیوان مدل در تحقیقات پزشکی نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین اثر این ماده در مسمومیت مزمن به مدت ۲۱ روز بر شاخص‌های خونی ماهی قزل‌الا نیز بررسی گردید.

۲- روش کار

۲-۱ تعیین LC50 ۹۶ ساعته برای تعیین سمیت حاد روکسی ساید

به این منظور ابتدا بر اساس روش استاندارد OECD (استاندارد جهانی تعیین سمیت مواد شیمیایی در حیوانات مدل) کد ۲۰۳، LC50 ۹۶ ساعته این سم در ماهی قزل‌الا محاسبه گردید. بطور خلاصه هشت غلظت از ماده روکسی ساید به شرح زیر در آکواریوم‌های ۱۰۰ لیتری ایجاد شده و تعداد ۱۰ قطعه ماهی به هر غلظت اضافه گردید.

غلظت اول: ۵۰۰ میلی گرم در لیتر در سه تکرار

غلظت دوم: ۲۰۰ میلی گرم در لیتر در سه تکرار

غلظت سوم: ۱۰۰ میلی گرم در لیتر در سه تکرار

غلظت چهارم: ۷۵ میلی گرم در لیتر در سه تکرار

غلظت پنجم: ۵۰ میلی گرم در لیتر در سه تکرار

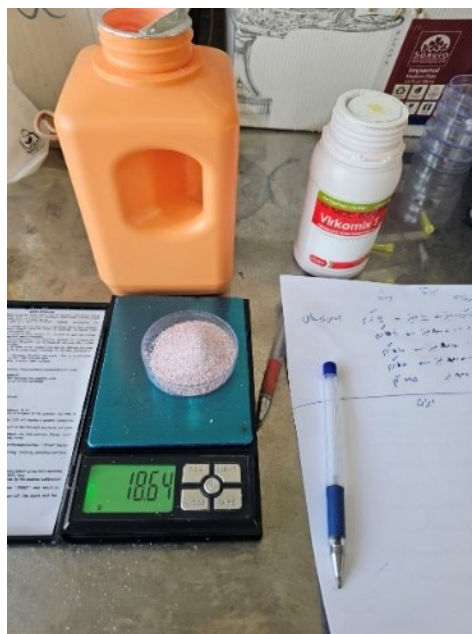
غلظت ششم: ۲۵ میلی گرم در لیتر در سه تکرار

غلظت هفتم: ۱۲٫۵ میلی گرم در لیتر در سه تکرار

غلظت هشتم: تیمار شاهد بدون تجویز MPS در سه تکرار



تلفات روزانه به مدت ۹۶ ساعت هر ۲۴ ساعت ثبت گردید. و با استفاده از روش پروبیت و با استفاده از نرم افزار Probit غلظت ایجاد کننده ۵۰٪ تلفات (LC50 ۹۶ ساعته) مشخص گردید.



شکل ۱: توزین روکسی ساید جهت تهیه غلظت های افزایشی برای تعیین سمیت حاد



شکل ۲: تهیه غلظت های روکسی ساید در آکواریومهای ۱۰۰ لیتری



شکل ۳: مجاورت ماهی قزل آلا با غلظت های افزایشی روکسی سایید

۲-۲ القای مسمومیت مزمن در قزل آلا

بعد از مشخص شدن LC50 ۹۶ ساعته روکسی سایید در ماهی قزل آلا رنگین کمان، برای بررسی اثر مسمومیت مزمن با این ماده ماهی اقدام به القای مسمومیت مزمن *MPS Chronic Toxicity* در ماهی قزل آلا رنگین کمان گردید. بطور خلاصه قزل آلا با ۲۰٪ غلظت LC50 ۹۶ ساعته روکسی سایید به مدت ۳ هفته و به روش داینامیک (ترمیم روزانه غلظت سم) مجاور گردید. تعداد ۶ عدد آکواریوم ۱۰۰ لیتری به دو گروه (گروه روکسی سایید و گروه شاهد هر کدام در سه تکرار) تقسیم گردیدند و به هر آکواریوم ده ماهی اضافه گردید. تعویض آب روزانه انجام شده و غلظت سم ترمیم گردید و ماهیها به میزان نیاز پایه تغذیه شدند. بعد از طی شدن مدت ۳ هفته مجاورت ماهی ها با سم، اقدام به خونگیری از ماهیها گردید و شاخص های خونی و ایمنی بین دو تیمار مجاور شده با روکسی سایید و تیمار شاهد به شرح زیر مقایسه گردید.

۲-۲-۱ اندازه گیری شاخص های خونی

۱. اندازه گیری هموگلوبین: (Hb)

روش: روش سیانومت هموگلوبین (*Cyanmethemoglobin method*)

میزان ۱۰ میکرولیتر خون با ۵ میلی لیتر محلول دراکنین^۱ مخلوط می شود. این محلول هموگلوبین را به سیانومت هموگلوبین تبدیل می کند و جذب نوری در طول موج ۵۴۰ نانومتر محاسبه می شود. واحد اندازه گیری: گرم در دسی لیتر (g/dL)

^۱ Drabkin's reagent



۲-۳ اندازه گیری هماتوکریت (Hct) یا حجم فشرده گلبولی

روش میکروهماتوکریت^۲: مقدار کمی خون در لوله های مویین^۳ ریخته شده، سپس در سانتریفیوژ میکروهماتوکریت با دور ۱۰'۰۰۰ تا ۱۲'۰۰۰ rpm به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ می شود. پس از آن، نسبت حجم گلبول های فشرده به کل حجم خون، به صورت درصد گزارش می شود.
واحد: درصد (%)

۲-۴ شمارش گلبول های قرمز (RBC) و گلبول های سفید: (WBC)

روش: روش دستی با استفاده از لام نئوبار (همو سائتومتر): خون با یک رقیق کننده مناسب (مانند محلول های هاین یا گوربیا برای RBC و WBC) رقیق می شود.
مقدار مشخصی از نمونه روی هموسائتومتر قرار داده شده و زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی مناسب شمارش می گردد.
برای گلبول های قرمز معمولاً میدان های مرکزی، و برای گلبول های سفید خانه های بزرگ کناری شمارش می شوند.
واحد: RBC: میلیون در میلی متر مکعب ($\times 10^6/mm^3$)
واحد: WBC: هزار در میلی متر مکعب ($\times 10^3/mm^3$)

۲-۵ محاسبه اندیس های گلبولی

این شاخص ها از طریق فرمول های استاندارد و با استفاده از داده های به دست آمده از Hb، Hct و شمارش RBC محاسبه می شوند:
حجم متوسط گلبولی: (MCV)

$$10 \times \frac{Hct(\%) }{RBC(\text{میلیون}/mm^3)} = MCV(fL)$$

توضیح: اندازه گیری حجم متوسط هر گلبول قرمز بر حسب فمتولیترا (fL)
میزان متوسط هموگلوبین گلبولی: (MCH)

$$10 \times \frac{Hb(g/dL)}{RBC(\text{میلیون}/mm^3)} = MCH(pg)$$

توضیح: مقدار هموگلوبین موجود در هر گلبول قرمز به پیکوگرم (pg)
غلظت متوسط هموگلوبین گلبولی: (MCHC)

$$100 \times \frac{Hb(g/dL)}{Hct(\%)} = MCHC(g/dL)$$

^۲ Microhematocrit

^۳ Capillary tubes

توضیح: نشان دهنده غلظت هموگلوبین در حجم واحد گلبول قرمز.



شکل ۴: خون گیری ماهی قزل آلا بعد روز ۲۱ مجاورت با غلظت سمیت مزمن روکسی سایید برای آزمایشات هماتولوژی و ایمنی شناسی

۲-۶ انجام آزمایشات روی ماهی زبرا

برای تعیین غلظت کشنده ۵۰ درصدی (LC50) در مدت ۹۶ ساعت برای ماده روکسی سایید در ماهی زبرا، از روش استاندارد OECD شماره ۲۰۳ مربوط به آزمون سمیت حاد در ماهیان استفاده شد. ابتدا ماهیان زبرا سالم به صورت تصادفی در گروه های مختلف شامل شاهد و تیمارها با پنج غلظت متفاوت روکسی سایید (۵۰۰، ۲۰۰، ۱۰۰، ۷۵، ۵۰، ۲۵ میلی گرم در لیتر) قرار گرفتند. هر گروه دارای سه تکرار و در هر تکرار ۱۰ ماهی بود.

آزمون در تانک های ۵ لیتری حاوی ۴ لیتر آب بدون کلر انجام شد و ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آب از جمله دما (25 ± 1 درجه سانتی گراد)، pH (7.5 ± 0.2)، میزان اکسیژن محلول (بیش از ۶ میلی گرم بر لیتر) و سختی در محدوده مجاز نگهداری شدند. محلول های روکسی سایید به صورت روزانه تعویض شدند تا غلظت ثابت ماده حفظ گردد و به همین منظور آزمون به صورت نیمه استاتیک انجام شد. در طول ۹۶ ساعت، ماهیان به صورت مداوم از نظر بروز علائم رفتاری، فیزیولوژیکی و تلفات تحت نظر قرار گرفتند و تعداد ماهیان تلف شده در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت ثبت شد.

سپس با استفاده از نرم افزارهای آماری SPSS و روش تحلیل پروبیت، درصد مرگ و میر در برابر غلظت های مختلف ترسیم و مقدار LC50 در زمان های مختلف از جمله LC50 96h محاسبه گردید.

در تمام مراحل، اصول اخلاقی مربوط به نگهداری و استفاده از حیوانات در آزمایش رعایت شد.



شکل ۵: آماده سازی ماهی زبرا و مخازن برای تعیین LC50 ۴۸ ساعته روکسی ساید

۷-۲ انجام آزمایشات روی جنین ماهی زبرا

برای تعیین غلظت کشنده ۵۰ درصدی (LC50) در مدت ۴۸ ساعت برای در جنین ماهی زبرا، از روش استاندارد OECD شماره ۲۳۶ مربوط به آزمون سمیت حاد بر جنین ماهیان استفاده شد. در ابتدا تخم‌های لقاح‌یافته سالم و هم‌سن که در مرحله سلولی یکسان بودند از ماهیان بالغ زبرا به‌دست آمده و با استفاده از میکروسکوپ نوری بررسی و غربالگری شدند تا تخم‌های دارای ناهنجاری یا باروری ناقص حذف گردند. سپس تخم‌های سالم به‌صورت تصادفی در گوده‌های پلیت ۲۴ خانه‌ای قرار داده شدند، به‌طوری که غلظت‌های ۲۰۰، ۱۰۰، ۷۵، ۵۰، ۲۵، ۱۲٫۵، ۶٫۲۵ و ۳٫۰۷ و صفر میلی گرم در لیتر روکسی ساید در سه تکرار در گوده‌های پلیت تهیه گردید و به هر گوده ده جنین اضافه گردید. هر خانه با ۲ میلی‌لیتر محلول حاوی غلظت مشخص روکسی ساید پر شد. شرایط نگهداری جنین‌ها شامل دمای 26 ± 1 درجه سانتی‌گراد، نوردهی ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی، و اکسیژن محلول مناسب برای رشد جنین بود. پلیت‌ها در انکوباتور قرار داده شدند و طی ۴۸ ساعت، جنین‌ها به‌طور مداوم مانیتور شده و تعداد تلفات بر اساس لخته شدن پروتئین‌ها و سفید شدن جنین‌ها و فقدان ضربان قلب ثبت گردید. محلول‌ها به‌صورت روزانه تعویض شدند تا غلظت ثابت روکسی ساید حفظ شود و آزمون به‌صورت نیمه‌استاتیک انجام شد. در پایان، با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و روش تحلیل پروبیت، درصد مرگ‌ومیر در مقابل غلظت‌های مختلف ترسیم و مقدار LC50 برای ۴۸ ساعت محاسبه شد. در تمام مراحل، اصول اخلاقی مربوط به کار با حیوانات آزمایشگاهی رعایت گردید.



شکل ۶: پلیت مربوط به تعیین سمیت روکسی ساید در جنین ماهی زبرا

۳- نتایج

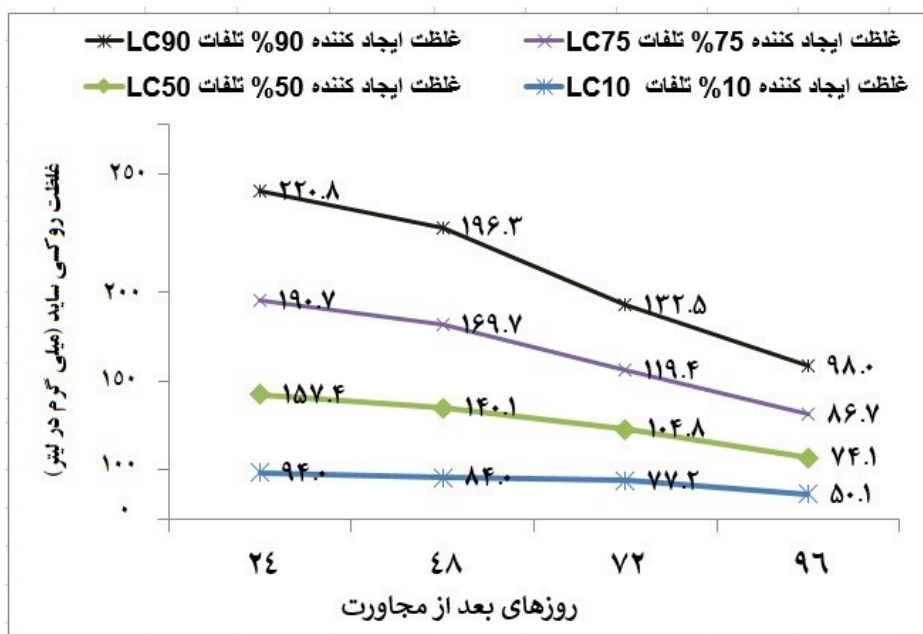
نتایج مرحله اول تحقیق مربوط به تعیین سمیت روکسی ساید در ماهی قزل آلا در جدول زیر آورده شده است. نتیجه مطالعات نشان داد که سمیت حاد LC50 ۹۶ ساعته این ماده در ماهی قزل آلا برابر ۷۴,۱ میلی گرم در لیتر می باشد که با توجه به دوز توصیه شده برای این ماده برای پیشگیری و حتی درمان بیماریهای ایزیان هیچ مشکلی ایجاد ننموده و یک محدوده اطمینان حدود ۴ تا ۱۰ برابری بین دوز درمانی و دوز کشنده این ماده وجود دارد. افزایش غلظت پتاسیم منوپرسولفات باعث افزایش تلفات گردید و همچنین افزایش مدت مجاورت افزایش تلفات را باعث شده لذا علیرغم اینکه این ماده به عنوان یک ماده سمی در ماهی مطرح است ولی غلظت کشنده آن با غلظت موثر آن تفاوت منطقی و قابل قبولی دارند.

جدول شماره ۱: غلظت ایجاد کننده ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد تلفات بعد از ۱، ۲، ۳ و ۴ روز مجاورت ماهی قزل آلا با سم روکسی ساید (دیتا با روش پروبیت آنالیز شده و غلظت ها بر اساس میلی گرم در لیتر است)

سمیت روکسی ساید در قزل آلا	24	48	72	96
غلظت ایجاد کننده ۱۰٪ تلفات LC10	94.0	84.0	77.2	50.1
غلظت ایجاد کننده ۲۵٪ تلفات LC25	124.04	110.61	90.26	61.49
غلظت ایجاد کننده ۵۰٪ تلفات LC50	157.4	140.1	104.8	74.1
غلظت ایجاد کننده ۷۵٪ تلفات LC75	190.7	169.7	119.4	86.7



غلظت ایجاد کننده ۹۰٪ تلفات LC90	220.8	196.3	132.5	98.0
---------------------------------	-------	-------	-------	------



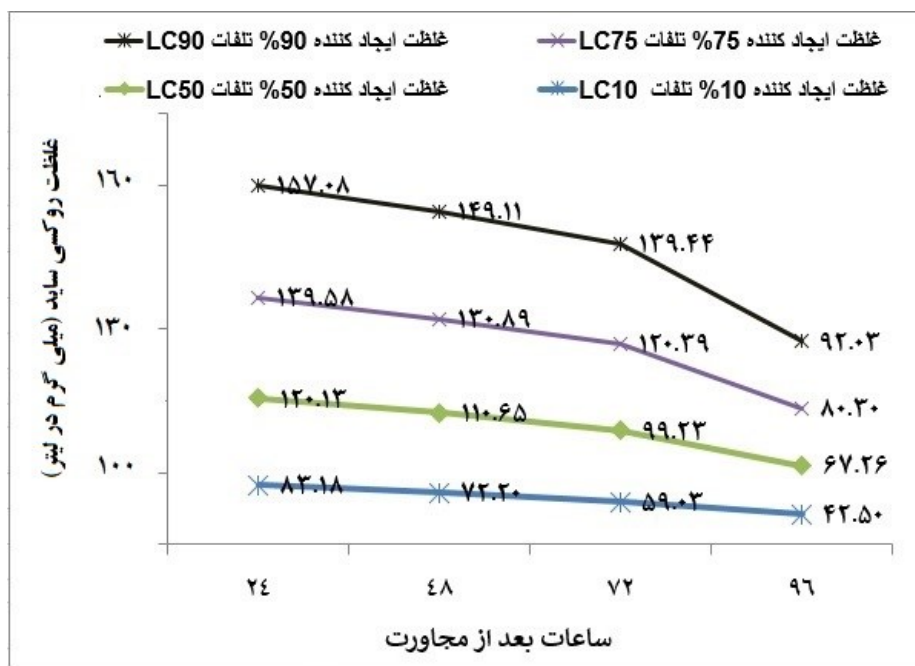
شکل ۷: غلظت ایجاد کننده ۱۰، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد تلفات بعد از ۱، ۲، ۳ و ۴ روز مجاورت ماهی قزل آلا با سم روکسی ساید (دیتا با روش پروبیت انالیز شده و غلظت ها بر اساس میلی گرم در لیتر است)

نتیجه مطالعات در ماهی زبرا نشان داد که سمیت حاد LC50 ۹۶ ساعته این ماده برابر ۶۷,۲۶ میلی گرم در لیتر می باشد که با توجه به دوز توصیه شده برای این ماده برای پیشگیری و حتی درمان بیماریهای ایزیان مناسب ارزیابی شده و یک محدوده اطمینان حدود ۴ تا ۱۰ برابری بین دوز درمانی و دوز کشنده این ماده وجود دارد.

افزایش غلظت پتاسیم منوپرسولفات در این ماهی نیز باعث افزایش تلفات گردید و همچنین افزایش مدت مجاورت ماهی با سم باعث افزایش تلفات شد لذا علیرغم اینکه این ماده به عنوان یک ماده سمی در ماهی زبرا مطرح است ولی غلظت کشنده آن با غلظت موثر آن تفاوت منطقی و قابل قبولی دارند.

جدول شماره ۲: غلظت ایجاد کننده ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد تلفات بعد از ۱، ۲، ۳ و ۴ روز مجاورت ماهی زبرا با سم روکسی ساید (دیتا با روش پروبیت انالیز شده و غلظت ها بر اساس میلی گرم در لیتر است)

روکسی ساید در زبرا	24	48	72	96
غلظت ایجاد کننده ۱۰٪ تلفات LC10	83.18	72.20	59.03	42.50
غلظت ایجاد کننده ۲۵٪ تلفات LC25	93.4	89.1	69.4	54.8
غلظت ایجاد کننده ۵۰٪ تلفات LC50	120.13	110.65	99.23	67.26
غلظت ایجاد کننده ۷۵٪ تلفات LC75	139.58	130.89	120.39	80.30
غلظت ایجاد کننده ۹۰٪ تلفات LC90	157.08	149.11	139.44	92.03

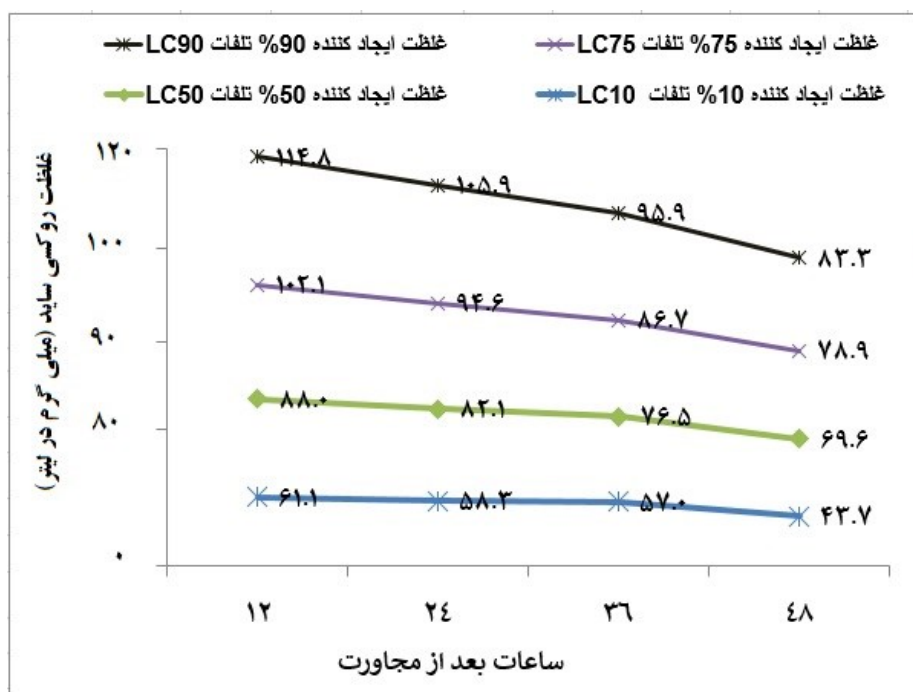


شکل ۸: غلظت ایجاد کننده ۱۰، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد تلفات بعد از ۱، ۲، ۳ و ۴ روز مجاورت ماهی زبرا با سم روکسی سایید (دیتا با روش پروبیت آنالیز شده و غلظت ها بر اساس میلی گرم در لیتر است)

نتیجه مطالعات در جنین ماهی زبرا نشان داد که سمیت حاد LC50 ۴۸ ساعته این ماده برابر ۶۹٫۶ میلی گرم در لیتر می باشد که با توجه حساسیت بیشتر جنین ماهی زبرا نسبت به سایر معرف های سمیت محیطی می توان سمیت قابل قبول پتاسیم پرسولفات در جنین ماهی زبرا را تایید کرد. به دوز توصیه شده برای این ماده برای پیشگیری و حتی درمان بیماریهای ازیان مناسب ارزیابی شده و یک محدوده اطمینان بین دوز درمانی و دوز کشنده این ماده وجود دارد.

جدول شماره ۳: غلظت ایجاد کننده ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد تلفات بعد از ۱۲، ۲۴، ۳۶ و ۴۸ ساعت مجاورت جنین ماهی زبرا با سم روکسی سایید (دیتا با روش پروبیت آنالیز شده و غلظت ها بر اساس میلی گرم در لیتر است)

روکسی سایید در جنین زبرا	۱۲	۲۴	۳۶	۴۸
غلظت ایجاد کننده ۱۰٪ تلفات LC ₁₀	61.1	58.3	57.0	43.7
غلظت ایجاد کننده ۲۵٪ تلفات LC ₂₅	72.6	66.7	67.8	54.7
غلظت ایجاد کننده ۵۰٪ تلفات LC ₅₀	88.0	82.1	76.5	69.6
غلظت ایجاد کننده ۷۵٪ تلفات LC ₇₅	102.1	94.6	86.7	78.9
غلظت ایجاد کننده ۹۰٪ تلفات LC ₉₀	114.8	105.9	95.9	83.3



شکل ۹: غلظت ایجاد کننده ۱۰، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد تلفات بعد از ۱۲، ۲۴، ۳۶ و ۴۸ ساعت مجاورت جنین ماهی زبرا با سم روکسی ساید (دیتا با روش پروبیت انالیز شده و غلظت ها بر اساس میلی گرم در لیتر است)

نتایج تحقیق مربوط اثر سمیت روکسی ساید بر شاخص های خونی ماهی قزل الا در جدول شماره ۴ آورده شده است. همانطور که در جدول مشاهده می شود تفاوت معنی داری بین شاخص های خونی ماهی مجاور شده به مدت ۳ هفته با غلظت ۲۰٪ LC50 ۴۸ ساعته در تیمار سمیت و تیمار شاهد مشاهده نگردید ($P>0.05$) لذا می توان نتیجه گرفت که این ماده تاثیر منفی حتی در صورت مجاورت با غلظت های درمانی هم نداشته و ایمنی لازم به این منظور تایید می گردد.

جدول شماره ۴: نتایج شاخص های خونی ماهی قزل الای مجاور شده به مدت ۳ هفته با غلظت تحت کشنده روکسی ساید

واحد	۲۰٪ غلظت LC50	کنترل	تیمارها
شاخص خونی			
هماتوکریت	۳۸/۴۴±۴/۷۲	۳۷/۸۷±۳/۸۵	درصد
هموگلوبین	۸/۰۱±۲/۳۲	۷/۳۲±۱/۴۲	گرم در دسی لیتر
RBC تعداد گلبولهای قرمز	۱/۵۹±۰/۲۴	۱/۵۸±۰/۶۲	($\times 10^6$)
WBC تعداد گلبولهای سفید	۲۲/۱۳±۵/۶۵	۲۳/۴۴±۹/۸۵	($\times 10^3$)
MCH	۵۶/۱۲±۱۹/۱۶	۵۱/۴۶±۱۷/۱۶	پیکوگرم (pg)
MCV	۲۶۵/۸۲±۹۶/۱۶	۲۷۸/۱۲±۶۹/۱۶	فمتولیت (fl)
MCHC	۲۰/۲۵±۴/۷	۱۹/۶۷±۴/۵۲	درصد



۴- بحث

تحقیقات مختلف تاثیر گذاری پتاسیم مونوپرسولفات را بر عوامل بیماریزای رایج در دامپروری و آبرزی پروری از جمله سالمونلا، اشیریشیا کلی (*E. coli*)، استرپتوکوکوزیس، ویبریوزیس، ریمیرا آناتیپستیفیر (*Riemerella anatipestifer*)، استافیلوکوکوس اورئوس (*Staphylococcus aureus*)، سوودوموناس (*Salmonella*) و همچنین ویروس نیوکاسل، هرپس ویروس گزارش کرده اند.

در تحقیق جاری سمیت پتا سیم منوپر سولفات در ماهی قزل آلا به عنوان نماینده ماهی پرورشی در کشور و ماهی زبرا به عنوان حیوان مدل برای مطالعات پزشکی و جنین ماهی زبرا به عنوان یک مدل مطالعات تکاملی و آسیب های ژنتیکی بررسی گردید.

نتیجه مطالعات نشان داد که سمیت حاد LC50 ۹۶ ساعته این ماده در ماهی قزل آلا و ماهی زبرا به ترتیب برابر ۷۴،۱ و ۶۷،۲۶ میلی گرم در لیتر می باشد که با توجه به دوز توصیه شده برای این ماده برای پیشگیری و حتی درمان بیماریهای ابرزیان هیچ مشکلی ایجاد ننموده و یک محدوده اطمینان حدود (۴-۱۰ برابری) بین دوز موثر بر دوز تجویز در آب و غلظت کنشده در هر دو ماهی قزل آلا و زبرا وجود دارد. غلظت کشنده LC50 ۴۸ ساعته این ماده در جنین ماهی زبرا به عنوان یک شاخص بررسی سمیت آلاینده و آسیب های مادرزادی نیز نشان داد که این غلظت (۶،۶ میلی گرم در لیتر) نسبت به دوز موثر و توصیه شده آن در آب امنیت مناسبی دارد.

غلظت محاسبه شده نسبت به تحقیقات مشابه سمیت کمتری را نشان داد که علاوه بر کیفیت و فرمولاسیون سم به میزان کیفیت آب و سختی و یونهای موجود در آب نیز بستگی دارد.

در مطالعه ای که توسط چین تائو و همکاران بر روی اثر کشندگی چهار ماده ضد عفونی کننده علیه ویروس های آنفلوآنزای زیرگونه H5N6 و H9N7 انجام شد، مشخص گردید که پودر ترکیبی پتاسیم مونوپر سولفات در غلظت توصیه شده، تأثیری بر ویروس های H5N6 و H9N7 ندارد و برای دستیابی به اثر مطلوب، لازم است از محلول ۰،۲٪ (W/V) به مدت ۱۰ دقیقه استفاده شود. با این حال، در مقایسه با سایر ضد عفونی کننده ها، این ترکیب همچنان از مزایای غلظت پایین و زمان تماس کوتاه برخوردار است.

این ماده در برابر پاتوژن های رایج در مزارع پرورش خوک، از جمله اشیریشیا کلی، شیگلا (*Shigella*)، استرپتوکوک ها (*Streptococcus*) و استافیلوکوکوس اورئوس نیز مؤثر است. در آزمون های ارزیابی اثر کشندگی، در صورت وجود مواد مداخله گر پروتئینی، لازم است غلظت پودر ترکیبی پتا سیم منوپر سولفات دو برابر شود تا در دمای ۲۵°C اثر مطلوب حاصل گردد.

عدم تاثیر منفی مسمومیت مزمن با این سم به مدت ۲۱ روز در ماهی قزل آلا نشان دهنده سمیت ملایم و عدم تاثیر سم در روند خون سازی و سیستم ایمنی ماهی است. در تحقیقات مشابه زیر سمیت این ماده در گونه های مختلف آبرزی ارزیابی شده است.

ژائو و همکاران (۲۰۲۲) با استفاده از پتاسیم منوپر سولفات در استخرهای میگو بصورت ۵ میلی گرم در لیتر دو هفته یکبار در پرورش میگوی وانامی بهبود کارایی رشد و شاخص های ایمنی میگو را گزارش کردند [۱].

وانگ و همکاران (۲۰۲۳) با استفاده از پتا سیم منوهیدروژن سولفات به میزان ۱ میلی گرم در لیتر در سیستم پرورش ماهی تیلاپای متراکم به همراه پروبیوتیک موفق به بهبود معنی دار شاخص ای رشد و ایمنی ماهی شوند [۲].

کینگ (۲۰۱۴) سمیت پتاسیم منوپر سولفات در دافنی ماگنا را بررسی قرار دادند و سمیت بالای این ماده برای دافنی ماگنا (۵،۰ گرم در لیتر) گزارش نمودند [۳].



همایش ملی فناوری و نوآوری در آبرزی پروری

امنیت غذایی و حفاظت از محیط زیست



National Conference Technology and Innovation in Aquaculture Food Security and Environmental Protection

زمان برگزاری: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۴

بطور کلی می توان گفت در تحقیقات مختلف از میزان کمتر از یک میلی گرم در لیتر تا ۵ میلی گرم در لیتر از این ماده در پیشگیری و درمان ماهی استفاده شده است که غلظت های سمیت حاد بدست آمده در تحقیق جاری بسیار بالاتر از این میزان بوده و تجویز این ماده در دوزهای توصیه شده تهدیدی برای سلامت ماهی نخواهد بود.

مراجع

- [1] Zhao, Z., Wang, B., Liu, M., Jiang, K., & Wang, L. (2022). Effects of the non-chlorine oxidizer potassium monopersulfate on the water quality, growth performance and microbial community of Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) culture systems with limited water exchange. *Aquaculture Research*, 53(10), 3555-3567.
- [2] Wang, L. G., Liu, M. Q., Xie, X. D., Sun, Y. B., Zhang, M. L., Zhao, Y., ... & Wei, Y. Y. (2023). Effects of different water quality regulators on growth performance, immunologic function, and domestic water quality of GIFT tilapia. *Plos one*, 18(8), e0290854.
- [3] King, N. S. (2014). Toxicity Of Potassium Permanganate And Potassium Peroxymonosulfate Controlled Released Biodegradable Polymer To The Non-Target Organism *Daphnia Magna*.