فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری/ سال دوم/ شماره دوم/ بهار۹۳/ صفحات۱۰۲-۹۳

بررسی تأثیرات کشنده محلول ضدعفونی‌کننده کلردار خانگی در ماهی کپور سرگنده(*Hypophthalmichthys nobilis*) و کاراس طلایی (*Carassius auratus*)

سید علی‌اکبر هدایتی[1]، حامد غفاری[*]

چکیده

یکی از مواد آلوده‌کننده محیط‌های آبی، مواد شوینده است که با توجه به افزایش بی‌رویه‌ی جمعیت در جهان به میزان زیادی تولید می‌شود و از طرق مختلف به منابع آبی سطحی و زیرزمینی راه پیدا می‌کند. ورود این شوینده‌ها به اکوسیستم‌های آبی می‌تواند اثرات نامطلوبی بر حیات آبزیان داشته باشد. از این رو در این تحقیق سمیت حاد کوتاه مدت مواد شوینده هیپوکلریت سدیم بر روی بچه ماهیان بیگ هد و ماهی حوض به ترتیب با میانگین وزنی ۱±۳۹ گرم و ۱±۱۱گرم به منظور تعیین غلظت کشنده ۵۰ درصد از جمعیت ماهیان در ۹۶ ساعت مطالعه گردید. همچنین جهت تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش، از نرم‌افزارهای SPSS وپروبایت آنالایزر استفاده شد. آزمایشات به صورت ساکن (Static) و بر اساس روش استاندارد O.E.C.D به مدت ۴ شبانه روز انجام شد. بر اساس نتایج بدست‌آمده سمیت حاد برای بچه ماهیان کپور سر گنده و ماهی حوض به ترتیب ۳۴/۲۵ و ۴۱/۷۹ میلی گرم در لیتر محاسبه گردید و در ادامه حداکثر غلظت مجاز (M.A.C Value) این سموم به ترتیب ۳/۴۲۵ و ۴/۱۷۹ میلی‌گرم در لیتر حوض محاسبه شد. بر اساس نتایج بدستآمده، ماهی بیگ هد درمقایسه با ماهی حوض ازمقاومت کمترین سبت به هیپ وکلریت سدیم برخورداراست.

کلید واژه: آلودگی، هیپوکلریت سدیم، بیگ هد (*Hypophthalmichthys nobilis*)، ماهی کاراس طلایی (*Carassius auratus*)، LC_{50}.

۱- گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲- گروه شیلات، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان ، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران(نویسنده مسؤول)

Hamed_ghafarifarsani@yahoo.com

۱- مقدمه

متأسفانه رشد سریع جمعیت و توسعه مراکز مسکونی، تجاری، صنعتی و کشاورزی سبب شده تا زباله‌ها و فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی سال به سال افزایش یافته و موجب آلودگی محیط زیست انسان و موجودات آبزی گردد (فائو، ۱۳۷۱).

توسعه علم و فناوری باعث شده است که بشر به طور گسترده در جهت استفاده از منابع زیستی و غیر زیستی اکوسیستم‌های آبی اهتمام ورزد. این امر سبب به هم خوردن تعادل اکولوژیک و بیولوژیک آنها شده است (ثنایی، ۱۳۷۶). شوینده‌ها یکی از آلاینده‌های مهم در اکوسیستم‌های آبی بوده که توسط فاضلاب‌های شهری و صنعتی مستقیماً و یا به طور غیرمستقیم به محیط‌های آبی وارد شده و باعث آلودگی می‌گردند (Rand, 1995).

زیست بومهای آبی به طور مداوم در معرض خطرات ناشی از ورود بیرویه آلاینده‌هایی هستند که از منابع مختلفی به آن وارد میشوند (Knoer and Mollick, 1993). در این میان افزایش جمعیت در شهرها، رشد و توسعه صنعت، ارتقاء سطح به داشت جامعه را به همراه داشته که درآن مصرف مواد شوینده به سرعت افزایش یافته و با رود به اکوسیستم‌های آبی مخاطراتی را برای آبزیان در سطوح مختلف ایجاد نموده است (بابایی و خداپرست، ۱۳۸۹).

سیستمهای آبی توانایی جذب مقدار معینی از مواد سمی(آلاینده‌ها) را دارند اما چنانچه سطح مواد آلاینده از آن حد تجاوز نماید توان خود پالایی سیستمهای آبی ضعیف و یا قطع میگردد که در این صورت اثرات آن بر روی زندگی آبزیان آشکار می‌شود(بابایی و خداپرست، ۱۳۸۹). در حقیقت تخلیه مداوم مواد شیمیایی به اکوسیستم‌های آبی می‌تواند منجر به تغییراتی در ساختار و عملکرد جوامع زنده، به عنوان مثال اتحاد زیستی شود (Karr, 1991).

از میان آلاینده های مختلف، شوینده های آنیونی به دلیل مصرف زیاد مهمتر بوده و خطرات فراوانی را برای موجودات آبزی همراه دارند (تیزکار، ۱۳۷۸).

هیپوکلریت سدیم (NaOCl)(که در ایران با نام تجاری سفیدکننده یا آب ژاول شناخته شده است) از قرن هفدهم مورد استفاده قرار گرفته است (Nimkerdphol and Nakagawa, 2008). هیپوکلریت سدیم (NaOCl) که یک محلول حاوی ۱۲/۵ درصد آلی، ۲۵ درصد گاز کلر فعال می-باشد، طیف وسیعی از کاربرد های خانگی، صنعتی، کشاورزی، علمی و پزشکی را دارا می‌باشد که با ویژگی های زیستی آن مرتبط است (Emmanuel *et al.*, 2004). به طور مثال امروزه هیپوکلریت سدیم (NaOCl) اغلب برای ضد عفونی نمودن فاضلاب بیمارستان استفاده می‌شود تا از گسترش موجودات کوچک ناقل بیماری و عوامل بیماری های عفونی در بیمارستان‌ها ممانعت کند (Richardson and Bowron, 1985; Emmanuel *et al.*, 2004). هیپوکلریت سدیم می‌تواند به

عنوان یک زیست کش مؤثر عمل کند که قادر است تا مقاوم‌ترین موجودات کوچک را نابود کند. این ماده به عنوان مواد سمیبرای انسان، ماهیان آب شیرین و بی‌مهرگان طبقه‌بندی می‌شود (Elia*et al.*, 2006).

رفتار، معیار مناسبی از واکنش موجود زنده به عوامل استرس‌زا از جمله آلاینده‌های زیست محیطی می‌باشد (Weis and Candelmo, 2012). موجودات زنده در غلظت‌های پایین مواد شیمیایی که می‌تواند منجر به مرگ و میر موجود شود، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در رفتارشان نشان می‌دهند(Gerhardt, 2007). همچنین شوینده‌ها با ایجاد اختلال در فرآیندهای سوخت و ساز موجودات آبزی مانع رشد آنها می‌شود (Francisco *et al.*, 1994).

ماهی حوض(*Carassius auratus gibelio*) از خانواده کپور ماهیان (Cyprinidae) می‌باشد و به لحاظ شرایط زیستی و تغذیه‌ای شبیه کپور معمولی(*Cyprinus carpio*) است (وثوق و مستجیر، ۱۳۷۳). تکثیر و پرورش این ماهی به منظور تامین ماهی کوچک مورد نیاز سفره هفت سین نوروزی و نیز علاقه مندان به نگهداری این ماهی در آکواریوم چندین سال است که رونق یافته و نیاز به آن هر سال بیشتر احساس می‌شود (Imanpour and Kamali, 2006).

ماهی بیگ هدیا کپور سرگنده (*Hypophthalmichthys nobilis*) به خانواده کپور ماهیان (Cyprinidae) تعلق دارد. از ماهی‌های آب شیرین و یکی از کپورهای آسیایی است. تغذیه آن از پلانکتون‌های جانوری و گیاهی است. ماهی کپور سر گنده دارای ارزش اقتصادی می‌باشد و تکثیر و پرورش مصنوعی آن نیز معمول است. پراکنش این ماهی در ایران حوضه دریای خزر و دیگر نقاط است (ستاری و همکاران، ۱۳۸۳). این ماهی یکی از ماهیان مهم پرورشی است و به دلیل هزینه پایین تولید و نقش آن در سیستم پرورش توأم ماهیان گرمابی با تغذیه کاملاً طبیعی و ارزش تغذیه ای مناسب، سبب اهمیت هرچه بیشتر آن شده است (Friedrich and Stepanowska, 1999).

در این تحقیق تعیین LC_{50} هیپوکلریت سدیم بر ماهی کپور سرگنده و ماهی حوض بررسی گردیده است. این امر از آن جهت مهم ارزیابی می‌شود که این ماهیان از منابع غذایی مهم و آکواریومی برای انسان می‌باشند و هر ساله مواد شوینده زیادی از نوع آنیونی، کاتیونی و غیره توسط انسان بوسیله پساب فاضلاب شهری و صنعتی اضافه می‌گردد و این فاضلاب‌ها بدون تصفیه فیزیکی و شیمیایی به آبهای آزاد، رودخانه ها و دریاچه‌ها وارد شده و باعث مسمومیت هزاران موجود زنده از جمله ماهیان در این آبها می‌شوند که در بسیاری از موارد باعث تلفات شدید می‌گردند (شاهسونی و همکاران، ۱۳۸۴).

برای تعیین میزان خطرات این مواد باید مشخص شود چه غلظتی از این مواد برای ماهیان خطرناک است لذا در این تحقیق سمیت حاد هیپوکلریت سدیم با هدف تعیین غلظت کشنده

(LC_{50}96h) و همچنین تعیین حداکثر غلظت مجازاین سموم محاسبه گردید.

۲- مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق، تعداد ۲۵۰ عدد بچه ماهی بیگ هد با وزن متوسط ۱ ± ۳۹ از مرکز تکثیر بخش خصوصی استان گلستان و همچنین همین تعداد ماهی حوض با وزن متوسط ۱ ± ۱۱ از تکثیر بخش خصوصی استان گلستان تهیه شد. این ماهیان در شرایط آزمایشگاهی به مدت ۷ روز در آکواریوم هایی به اندازه ۱۰۰×۴۰×۴۰ آداپته شدند. خصوصیات فیزیک و شیمیایی آب شامل، دمای آب، غلظت اکسیژن محلول، سختی و pH به ترتیب به مقدارهای ۱±۲۱ ، ۸-۷ میلی‌گرم در لیتر، ۲۲۰ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم و ۷/۵-۶/۵ تحت کنترل بودند، تمام شرایط در طول دوره آزمایش یکسان نگهداری شد تا تنها عامل متغیر دوزهای مختلف آلودگی باشد. تیمارها قبل از آزمایش با غذای فرموله شده به مقدار ۲٪ وزن بدن بطور روزانه دو مرتبه غذا دهی می‌شدند. هر دو گروه ماهیان را به ۱۰ گروه ۲۱ عددی تقسیم کرده که شامل ۹ تیمار با سه تکرار هفت عددی بود. تیمارها به روش غوطه وری ساکن به طور مجزا در معرض غلظت‌های مشخصی از هیپوکلریت سدیم (NaOCl) قرار گرفتند و یک گروه نیز به عنوان گروه شاهد درنظر گرفته شد. در این پژوهش آزمایشات بر اساس روش استاندارد O.E.C.D (OECD, 1993) به منظور تعیین LC_{50} 96h بر روی بچه ماهیان بیگ هد و ماهی حوض انجام شد. انتخاب غلظت‌های آزمایش ابتدا به روش تصاعد لگاریتمی(۰/۱، ۱، ۱۰۰، ۱۰۰۰، ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) صورت گرفت. سپس پایین‌ترین غلظتی که هیچ تلفاتی ایجاد نکرد و بالاترین غلظت دارای صد درصد تلفات مشخص شد. از آنجا که پس از ۹۶ ساعت تلفاتی در غلظتهای ۱ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده نشد ولی از سوی دیگر در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به بالا تلفات صد درصد مشاهده شد، به همین خاطر با استفاده از تصاعد هندسی به تقسیم دامنه غلظت بین ۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر پرداخته شد. لذا تیمارهای نهایی به صورت ۹ تیمار و یک گروه شاهد بدست آمد. تیمارهای در نظر گرفته شده برای هردو گروه ماهیان با غلظت‌های ۰/۲، ۱،۲، ۵، ۱۰،۲۰، ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر بود.

در این آزمون ماهی‌های بی‌حرکت و فاقد حرکت سرپوش آبششی، مرده محسوب شده و از آب خارج می‌گردیدند. تعداد ماهیان تلف شده پس از گذشت ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت ثبت می‌شدند، سپس بر اساس روش آماری Probit Program Version 16.0 مقادیر LC_1، LC_{10}، LC_{30}، LC_{50}، LC_{70}، LC_{90}، LC_{99}در ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت بر روی ماهیان بیگ هد و حوض مورد آزمایش اندازه‌گیری شد. ماهیان مورد آزمایش از نظر رفتاری کنترل وعلائم بالینی آنها ثبت گردید. در نهایت میزان حداکثر غلظت مجاز (میزان LC_{50} 96h تقسیم بر ۱۰) و درجه سمیت مشخص شد (OECD,

.(1993

۳- نتایج

در این مطالعه در گروه شاهد ماهیان هردو گونه، هیچمرگومیری مشاهده نشد و نیز در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم درلیتر، در هر سه گونه ماهیان تلفات ۱۰۰٪ مشاهده شد. تاثیرغلظت‌های مختلف هیپوکلریت سدیم در زمان‌های مختلف در معرض گذاری برای ماهیان بیگ هدوحوض در جداول ۲ و ۴ آورده شده است. پس از تعیین محدوده کشندگی بربیگ هد و ماهی حوض، تست سمیت حاد (LC_{50}) در ۹ غلظت مختلف به همراه شاهد و در ۳ تکرار انجام گردید و نتایج مرگ و میر در طی زمانهای ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت اندازه‌گیری شدند (جداول۱ و ۳). همانگونه که در این جداول مشاهده می‌شود در تیمار شاهد تلفاتی مشاهده نشد.

پس از تعیین تلفات حاصل از مجاورت بچه ماهیان بیگ هد و حوض با غلظت‌های افزایشی در زمان‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت، با آنالیز نتایج بوسیله نرم افزار پروبایت تخمین سمیت هیپوکلریت سدیمدر این ماهیان با اطمینان ۹۵٪ بدست آمد (جداول شماره ۲ و ۴).

جدول ۱- تعداد تلفات بچه ماهیان کپور سر گنده طی ۴ روز در اثر غلظت‌های مختلف هیپوکلریت سدیم

غلظت (mg/l)	تعداد	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	**۹۶ ساعت**
شاهد	۲۱	۰	۰	۰	۰
۰/۲	۲۱	۰	۰	۰	۰
۱	۲۱	۰	۰	۰	۰
۲	۲۱	۰	۰	۰	۰
۵	۲۱	۰	۰	۰	۰
۱۰	۲۱	۰	۰	۰	۰
۲۰	۲۱	۰	۰	۰	۰
۳۰	۲۱	۰	۰	۲	۵
۵۰	۲۱	۱۰	۱۴	۱۷	۲۱
۱۰۰	۲۱	۱۶	۱۷	۲۱	۲۱

جدول۲- غلظت‌های کشندهٔ هیپوکلریت سدیم طی ۹۶ ساعت روی ماهیان بچه ماهیان کپور سرگنده

غلظت (mg/l)	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت
LC_1	۹/۳۶(۲۴/۰۳-۲۶/۳۷)	۵/۹۴(۴۰/۱۸-۲۵/۰۸)	۲۱/۸۰(۸/۹۹-۲۸/۱۵)	۲۲/۶۱(۵۱/۰۴-۲۶/۷۵)
LC_{10}	۳۷/۲۶(۱۸/۰۳-۵۰/۷۳)	۳۱/۹۶(۶/۴۵-۴۷/۹۲)	۳۰/۹۴(۲۳/۰۰-۳۵/۵۳)	۲۷/۸۴(۴/۷۲-۳۰/۹۰)
LC_{30}	۵۷/۴۸(۴۳/۵۷-۷۳/۳۸)	۵۰/۸۲(۳۳/۷۰-۷۱/۰۳)	۳۷/۵۷(۳۲/۳۳-۴۱/۶۹)	۳۱/۶۳(۲۸/۳۴-۵۰/۶۹)
LC_{50}	**۷۱/۴۸(۵۷/۸۵-۹۲/۴۰)**	**۶۳/۸۸(۴۷/۹۳-۹۱/۶۷)**	**۴۲/۱۶(۳۷/۹۰-۴۶/۸۵)**	**۳۴/۲۵(۳۱/۱۳-۷۷/۹۸)**
LC_{70}	۸۵/۴۸(۷۰/۲۵-۱۱۳/۳۵)	۷۶/۹۵(۵۹/۶۵-۱۱۴/۸۲)	۴۶/۷۵(۴۲/۵۹-۵۲/۹۰)	۳۶/۸۸(۳۲/۹۰-۱۰۶/۲۷)
LC_{90}	۱۰۵/۷۰(۸۶/۵۲-۱۴۵/۲۱)	۹۵/۸۰(۷۴/۴۹-۱۵۰/۳۳)	۵۳/۳۷(۴۸/۳۷-۶۲/۶۱)	۴۰/۶۷(۳۵/۱۳-۱۴۷/۴۷)
LC_{99}	۱۳۳/۶۰(۱۰۷/۶۹-۱۹۰/۴۷)	۱۲۱/۸۳(۹۳/۳۵-۲۰۰/۹۵)	۶۲/۵۲(۵۵/۵۷-۷۶/۹۶)	۴۵/۸۹(۳۸/۰۱-۲۰۴/۵۰)

جدول ۳- تعداد تلفات بچه ماهیان حوض طی ۴ روز در اثر غلظت‌های مختلف هیپوکلریت سدیم

غلظت(mg/l)	تعداد	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	**۹۶ ساعت**
شاهد	۲۱	۰	۰	۰	۰
۰/۲	۲۱	۰	۰	۰	۰
۱	۲۱	۰	۰	۰	۰
۲	۲۱	۰	۰	۰	۰
۵	۲۱	۰	۰	۰	۰
۱۰	۲۱	۰	۰	۰	۰
۲۰	۲۱	۰	۰	۰	۰
۳۰	۲۱	۰	۰	۰	۰
۵۰	۲۱	۷	۱۲	۱۸	۱۹
۱۰۰	۲۱	۱۵	۱۵	۲۱	۲۱

جدول۴- غلظت‌های کشندهٔ هیپوکلریت سدیم (NaOCl) طی ۹۶ ساعت روی ماهیان بچه ماهیان حوض

غلظت (mg/l)	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت
LC_1	۱۳/۶۶(۷/۳۹-۲۶/۸۸)	۵/۴۵(۴۳/۷۹-۲۶/۰۸)	۲۹/۶۲(۱۲/۰۹-۳۶/۰۵)	۲۹/۰۵(۱۴/۸۴-۳۵/۰۴)
LC_{10}	۴۲/۶۱(۲۹/۹۶-۵۲/۴۹)	۳۵/۱۱(۸/۵۸-۵۲/۰۳)	۳۵/۶۰(۲۳/۵۶-۴۰/۴۲)	۳۴/۷۸(۲۴/۸۰-۳۹/۴۲)
LC_{30}	۶۳/۵۹(۵۳/۷۵-۷۴/۳۴)	۵۶/۶۰(۳۸/۸۲-۷۸/۵۴)	۳۹/۹۳(۳۱/۵۹-۴۳/۸۶)	۳۸/۹۲(۳۱/۷۲-۴۲/۹۰)
LC_{50}	**۷۸/۱۲(۶۷/۹۹-۹۱/۷۱)**	**۷۱/۴۹(۵۴/۴۶-۱۰۲/۲۰)**	**۴۲/۹۳(۳۶/۸۰-۴۶/۵۹)**	**۴۱/۷۹(۳۶/۱۹-۴۵/۶۲)**
LC_{70}	۹۲/۶۵(۸۰/۹۷-۱۱۰/۳۴)	۸۶/۳۷(۶۷/۴۵-۱۲۸/۵۲)	۴۵/۹۳(۴۱/۴۳-۴۹/۹۰)	۴۴/۶۷(۴۰/۲۱-۴۸/۸۰)
LC_{90}	۱۱۳/۶۲(۹۸/۶۰-۱۳۸/۳۵)	۱۰۷/۸۷(۸۴/۰۹-۱۶۸/۶۳)	۵۰/۲۷(۴۶/۶۱-۵۶/۱۹)	۴۸/۸۱(۴۴/۹۹-۵۴/۴۲)
LC_{99}	۱۴۲/۵۷(۱۲۲/۰۲-۱۷۷/۹۰)	۱۳۷/۵۲(۱۰۵/۴۶-۲۲۵/۵۸)	۵۶/۲۵(۵۱/۸۲-۶۶/۸۱)	۵۴/۵۳(۵۰/۱۳-۶۳/۶۱)

بر اساس نتایج بدست آمده از جداول ۲و۴ همچنین با استفاده از نرم افزار پروبایت آنالایزر مقادیر و LC_{99} LC_{90}, LC_{70}, LC_{50}, LC_{30}, LC_{10}, LC_1 سمیت حاد هیپوکلریت سدیم در طی زمان-های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت محاسبه شد.

بر اساس جداول Probite مقدار غلظت مجاز LC_{50} برای بچه ماهیان کپور سر گنده و ماهی حوض در مدت ۹۶ ساعت، به ترتیب ۳۴/۲۵ و ۴۱/۷۹ میلی گرم در لیتر محاسبه گردید و در ادامه حداکثر غلظت مجاز (M.A.C Value) این سموم به ترتیب ۳/۴۲۵ و ۴/۱۷۹ میلی گرم در لیتر محاسبه شد. با توجه به مقادیر محاسباتی LC_{50} ماهیان مورد آزمایش می‌توان چنین نتیجه گیری نمود که ماهی بیگ هد در مقایسه با ماهی حوض از مقاومت کمترین نسبت به هیپوکلریت سدیم برخورداراست.

۴- بحث

تخلیه مواد شیمیایی حاصل از فاضلاب‌ها به اکوسیستم‌های آبی (رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و اقیانوس‌ها) ممکن است منجر به تغییر در ساختار و عملکرد جوامع زنده شود (سعدانی‌پور و علوی نسب، ۱۳۸۹). مطالعات کمی پاسخ کشندگی ماهیان را در برابر دترجنت‌ها خصوصاً هیپوکلریت سدیم بررسی کرده است. در این آزمایش درطول۹۶ ساعت مجاورت با هیپوکلریت سدیم هیچ گونه تلفاتی در ماهیان گروه شاهد مشاهده نگردید. به طور کلی LC_{50} هیپوکلریت سدیم در هر دو گروه از ماهیان در طول ۹۶ ساعت، همواره روند کاهشی را نشان می‌داد و تحقیق حاضر نشان داد که مقدار غلظت مجاز LC_{50} برای بچه ماهیان کپور سرگنده و ماهی حوض در مدت ۹۶ ساعت، به ترتیب ۳۴/۲۵ و ۴۱/۷۹ میلی گرم در لیتر محاسبه گردید و در ادامه حداکثر غلظت مجاز (M.A.C Value) این سموم به ترتیب ۳/۴۲۵ و ۴/۱۷۹ میلی‌گرم در لیتر برای بچه ماهیان کپور سرگنده و ماهی حوض محاسبه شد. و ماهی بیگ هد در مقایسه با ماهی حوض ازمقاومت کمترین سبت به هیپوکلریت سدیم برخوردار است. از طرفی دیگر بررسی حاضر نشان داد که با افزایش زمان مجاورت و افزایش دوز مواد شوینده، سمیت هیپوکلریت سدیم افزایش می‌یابد. همچنین بررسی‌های به عمل آمده در این تحقیق نشان داد که در غلظت های۰/۲ تا۲۰ میلی‌گرم در لیتر، هیپوکلریت سدیم بر روی ماهی کپور سرگنده و ۰/۲ تا ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر بر روی ماهی حوض آثار کشندگی ندارد. در صورتی‌که بررسی های Pohla و Adam در سال ۱۹۸۲ بر روی ماهی رنگین کمان در غلظت ۵ میلی‌گرم در لیتر شوینده آنیونی اثر کشندگی را نشان داده است. Tehranifard و همکاران در سال ۲۰۰۲ با تعیین غلظت کشنده مایع ظرفشویی و پودر لباسشویی دستی بر روی بچه ماهیان انگشت قد ماهی سفید (گونه همتبار ماهی کلمه) میزان LC_{50} 96h این دو شوینده آن یونی خطی را به ترتیب ۴/۶۹ و

۱۲/۲۴ میلی‌گرم بر لیتر تعیین کردند. به طور کلی به نظر می‌رسد که غلظت‌های فرایندهای خونسازی و حتی سامانهای منیغی اختصاصی ماهی ایجاد کند. همچنین میزان غلظت کشنده هیپوکلریت سدیم در ۲۴ ساعت برای روتیفر گونه *Brachionus plicatilis* ۱/۲۳ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه شده است (López-Galindo *et al.*, 2010). مطالعه Linden و همکاران در سال۱۹۷۹ مشخص نمود که غلظت کشنده هیپوکلریت سدیم در ۹۶ ساعت برای مروارید ماهی (*Alburnus alburnus*) ۳۲-۳۷ میلی گرم بر لیتر می‌باشد. این در حالی است که پژوهش دیگری میزان غلظت کشنده هیپوکلریت سدیم در ۴۸ ساعت را ۵/۹ میلی گرم در لیتر در ماهی کپور قنات (*Pimephales promelas*) تعیین کرد، همچنین میزان LC_{50} 96h آن نیز همین مقدار تعیین شد. همین پژوهش میزان هیپوکلریت سدیم را در میگوی سفید (*Penaeussetiferus*) ۵۶ میلی‌گرم بر لیتر مشخص کرد (Curtis *et al.*, 1979). در مطالعه دیگری LC_{50} 24h هیپوکلریت سدیم برای ماهی زبرا (*Danio rerio*) ۴۸ $mg\ L^{-1}$ بدست آمد (de PaivaMagalhães*et al.*, 2007). در این پژوهش وقتی ماهیان در معرض ۵۷ میلی گرم در لیتر هیپوکلریت سدیم قرار گرفتند در طی ۲۴ ساعت ۱۰۰ درصد تلفات اتفاق افتاد. در تعیین سمیت حاد یک ماده شیمیایی برای ماهی، برآورد متوسط غلظت کشندگی (LC_{50}) آن ماده شیمیایی که در معرض موجود قرار می‌گیرد لازم است(Di Giulio and Hinton, 2008). تغییرات رفتاری و علایم بالینی بچه ماهی حوض در دوز ۴۰ میلی گرم بر لیتر تقریباً از ۳۸ ساعت بعد از در معرض قرار گرفتن ماهیان در برابر آلاینده نمایان شد ولی در دوزهای بالاتر حدود ۴ ساعت بعد از شروع آزمایش، علائم قابل مشاهده بود. تعداد حرکات سرپوش آبششی آنها افزایش پیدا کرد و افزایش موکوس روی سطح آبشش و بدن دیده شد. ماهیان اغلب به سطح آمده تا هوا را از سطح آب ببلعند.

همچنین برخی از ماهیان در یک گوشه آکواریوم در کنار سنگ هوا درجایی که میزان اکسیژن بیشتر بود، تجمع پیدا کردند. آسیب در تعدادی از ماهیان، ریختن فلسها، لاغری، زخم در روی تنه و ساقه دمی، پوسیدگی بالهها و عدم تمایل به غذا مشاهده گردید. ماهی حوضمسموم شدهدر غلظت های ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر دارای بی‌حسی و رفتار جمع شدن در گوشه آکوایوم و همچنین سقوط به کف مخزن را نشان دادند، در بچه ماهیان بیگ هد این رفتارها در غلظت های بالاتر از ۳۰ میلی گرم در لیتر بلافاصله بعد از شروع آزمایش قابل رویت بود.در هردو گروه ماهیان، گروه شاهد و همچنین تیمارهای با غلظت ۰/۲، ۱، ۲، ۵ و ۱۰ میلی گرم بر لیتر در طول مدت آزمایش رفتار نرمالی را نشان می‌دادند. در نتیجه‌گیری کلی بر اساس نتایج مطالعه حاضر و مقایسه با سایر مطالعات صورت گرفته در مورد پاسخ کشندگی بچه ماهیان در معرض مواد شوینده می‌توان بیان کرد که اغلب گونه های پرورشی از حساسیت بالایی برخوردارند. با این حال، ماده شوینده هیپوکلریت سدیم سمیت کمتری را برای ماهیان در بر دارد که بسته به غلظت سم، مدت زمان قرارگیری در برابر آن، نوع گونه

ماهی و نیز مقاومت ماهی، متفاوت می‌باشد. لذا با توجه به کاربرد هیپوکلریت سدیم در بیمارستان ها و فاضلاب خانگی پیشنهاد می‌شود تا مطالعاتی در رابطه با غلظت کشنده این مواد شوینده در سایر ماهیان و نیز اثرات آن روی هماتولوژی و توکسیکولوژی ماهیان صورت گیرد.

فهرست منابع

۱- **تیزکار، م، (۱۳۷۸)**، تعیین حداقل میزان کشنده دترجنت آنیونی خطی بر روی دو گونه ماهیان استخوانی تالاب انزلی (سیم و سفید)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، صفحات ۱-۲.

۲- **ثنایی، غ، ۱۳۷۶**. سم شناسی صنعتی،انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم، صفحات ۶۱ -۹۵.

۳- **ستاری،م؛ شاهسونی،د؛ شفیعی،ش(۱۳۸۳)**، ماهی شناسی (۲) سیستماتیک، انتشارات حق‌شناس.

۴- **سعدانی‌پور، س؛ علوی نسب، م.س،(۱۳۸۹)**، بررسی تأثیر فاضلاب کارخانه صابون‌سازی خرمشهر بر کیفیت آب رودخانه کارون و رهکرد، فصلنامه علمی محیط زیست، شماره ۴۸، صفحات ۱ تا ۷.

۵- **فائو، (۱۳۷۱)**، آلودگی یک مشکل جهانی در راه صنعت ماهیگیری، ترجمه محمدرضا اسکاش، انتشارات شرکت سهامی شیلات ایران، صفحات ۱۸-۲۱.

۶- **وثوق، ع. ح؛ مستجیر، ب،(۱۳۷۳)**، ماهیان آب شیرین، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه۹۶-۹۸.

7- **Curtis, M. W., Copeland, T. L., & Ward, C. H., 1979.** Acute toxicity of 12 industrial chemicals to freshwater and saltwater organisms. Water Research, 13(2), 137-141.

8- **de PaivaMagalhães, D., da Cunha, R. A., dos Santos, J. A. A., Buss, D. F., &Baptista, D. F., 2007.** Behavioral response of Zebrafish (*Danio rerio*) Hamilton 1822 to sublethal stress by sodium hypochlorite: ecotoxicological assay using an image analysis biomonitoring system. Ecotoxicology, 16(5), 417-422.

9- **Di Giulio, R.T., Hinton, D.E., 2008.** The Toxicologyof Fishes. Taylor & Francis, 319–884.

10- **Elia AC., Anastasi V, Dörr AJM., 2006**. Hepatic antioxidant enzymes and totalglutathione of *(Cyprinus carpio)* exposed to three disinfectants, chlorinedioxide, sodium hypochlorite and peracetic acid, for superficial waterpotabilization. Chemosphere. 64(10):1633-1641.

11- **Emmanuel, E., Keck, G., Blanchard, J. M., Vermande, P., &Perrodin, Y., 2004.** Toxicological effects of disinfections using sodium hypochlorite on aquatic organisms and its contribution to AOX formation in hospital wastewater.Environment international, 30(7), 891-900.

12- **Francisco A.A., Eugenio L., Megdalena D.A., 1994.** Acute toxicity of the herbicide glyposate to fish. Chemosphere, 28: 735-745.

13- **Friedrich M. and Stepanowska K., 1999**. Effect of diet composition, the levels of Glucose lipid lipoproteins of the blood on the chemical

composition of two year-old carp (*Cyprinus carpio*L.) reared on cooling waters. Journal of ActaIchthyologica et Piscatorial, 24:1-24.

14- **Gerhardt, A., 2007.** Aquatic behavioral ecotoxicology—prospects and limitations. Human and Ecological Risk Assessment, 13(3), 481-491.

15- **Imanpoor, M.R., and Kamali, A., 2006.** The investigation of induced breeding and larval rearing of goldfish *Carassius carassius gibelio* with HCG. J. Agric. Resour., 13(2).

16- **Karr, J.R., 1991.** Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management. Ecol. Appl.1:66-84.

17- **Knoer, S. K. and Mollich, S., 1993.** Pollution hazard of coastal waters by petroleum products, Detergents and heavy metals. Environmental Ecology, pp. 688-690.

18- **Linden, E., Bengtsson, B. E., Svanberg, O., Sundström, G., & Board, N. S. E. P., 1979.** The acute toxicity of 78 chemicals and pesticide formulations against two brackish water organisms, the bleak (*Alburnus alburnus*) and the *harpacticoid nitocraspinipes*. Chemosphere, 8(11), 843-851.

19- **López-Galindo, C., Garrido, M. C., Casanueva, J. F., &Nebot, E., 2010.** Degradation models and ecotoxicity in marine waters of two antifouling compounds: Sodium hypochlorite and an alkylamine surfactant. Science of the total environment, 408(8), 1779-1785.

20- **Nimkerdphol, K., & Nakagawa, M. 2008.** Effect of sodium hypochlorite on zebrafish swimming behavior estimated by fractal dimension analysis. Journal of bioscience and bioengineering, 105(5), 486-492.

21- **OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). 1993**. OECD Guidelines for Testing of Chemicals OECD, Organization for Economic. Paris.

22- **Pohla, G., and Adam, H., 1982.** Influence of the anionactive detergent (LAS) on the head-epidermis of juvenile rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). Zoology AN_z Vol. 209, pp.97-110.

23- **Rand GM., 1995**. Fundamentals of aqutic toxicology: effects, environmental fate and risk assessment. 2rd ed. United states: Taylor & Francis.

24- **Richardson, M.L., Bowron J.M., 1985.** The fate of pharmaceutical chemicals in theaquatic environment. J Pharm Pharmacol;37:1– 12.

25- **Tehranifard, A., Sharif Fazeli, M., &Piri, M., 2002**. Determination of LC50 of Diazinon toxin and linear anionic detergents on Rutilus frisii Kutum. journal of marine sciences and technology. 1(1); 55-59.

26- **Weis, J.S., Candelmo, A., 2012**. Pollutants and fish predator/prey behavior: A review of laboratory and field approaches. Current Zoology. 58 (1): 9-20.