اثر دما بر حساسیت گاماروس, *Pontogammarus maeotics*, نسبت به سولفات کادمیوم با محاسبه LC_{50} ۹۶ ساعته

مرجان برازنده[۱]، بهروز ابطحی[۲]*

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد بیولوژی دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

۲- استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

چکیده

اثر دما بر سمیت حاد سولفات کادمیوم در دو دمای ۱۲±۱°C و ۱۹±۱°C بر روی *Pontogammarus maeoticus* بررسی و LC_{50} ۹۶ ساعته آنها در این دو دما مقایسه شد. تعیین سمیت تحت شرایط ساکن و شامل ۳ مرحله: آزمون بازماندگی، آزمایش تعیین محدوده کشندگی و آزمایش اصلی تعیین سمیت صورت گرفت. پس از تعیین مرگ و میر طی ۹۶ ساعت، LC_{50} سولفات کادمیوم در دو دما بر این گونه با نرم افزار محاسبات داروشناسی[۱] محاسبه شد و در نتیجه مقادیر ۵۲/۹۰µg/L و۳۷/۳۸µg/L بترتیب برای LC_{50} ۹۶ ساعته دمای ۱۲±۱°C و ۱۹±۱°C به دست آمد. طبق نتایج حاصل مقاومت این گونه نسبت به سولفات کادمیوم در دمای پایینتر بیشتر است.

کلید واژگان: گاماروس، دریای خزر، سولفات کادمیوم، LC_{50}، *Pontogammarus maeoticus*.

۱- مقدمه

گاماریدها و جنس گاماروس در نقاط مختلف کشور با نامهای محلی رش، میگو و ... شناخته می‌شوند. این گروه از ناجورپایانی می‌باشند که در اغلب آبهای شور، لب شور، رودخانه‌ها و چشمه‌ها دیده می‌شوند. از گیاهان، بقایای جانوران و حیوانات کوچک تغذیه می‌کنند. بیشتر ناجورپایان دتریت خوارند. و به نظر می‌رسد برخی از انواع گاماروسها همنوع خوار باشند، یعنی حیوانات بزرگتر از حیوانات کوچکتر یا ضعیفتر تغذیه می‌کنند [۱].

گاماروسها از سخت پوستان ناجورپایی می‌باشند که در زنجیره‌های غذایی اهمیت زیادی دارند. این جانوران با تغذیه از ذرات آلی و بقایای اجساد موجودات زنده به پالایش محیط از مواد آلی کمک می‌کنند و خود نیز غذای جانوران دیگر (مانند بسیاری از پرندگان و آبزیان) می‌شوند [۲].

با توجه به اهمیت گاماریدها در زنجیره‌های غذایی و ویژگیهای زیست محیطی آنان، مطالعات بسیاری در مورد آنها انجام شده است. در بررسی نقش زیست محیطی بی‌مهرگان دریای آزوف، مشخص شده است گونه‌ای از گاماریدها به نام *Pontogammarus maeoticus*، که در بستر این دریا زندگی می‌کند، علت کاهش مقادیر زیادی از مواد آلی می‌باشد[۲، ۳].

مصرف روزانه گاماریدهای بالغ از دتریت می‌تواند بیش از ۶۰٪ وزن جانور باشد. این مقدار در نوزادان به بیش از ۱۰۰٪ وزن بدن جانور می‌رسد[۲].

ارزش غذایی گاماریدها علاوه بر مقادیر شایان توجهی از انواع کاروتنوییدها که در پوسته آنها وجود دارد، سبب شده است تا به عنوان منبع غذایی مناسب برای آبزیان پرورشی مورد توجه قرار گیرد [۲].

* نویسندهٔ مسؤول مقاله: تلفن: ۳-۶۲۵۳۱۰۱-۰۱۲۲، E-mail: abtahibm@modares.ac.ir

1. Pharmacologic Calculation System

Archive of SID

www.SID.ir

بیشتر ماهیان دریای خزر از گاماروسها تغذیه می‌کنند. همچنین این موجودات به صورت آزمایشگاهی تکثیر و پرورش داده شده تا برای تغذیه ماهیان با ارزش مانند سیم، قزل‌آلا، کُلمه، نوزاد تاسماهیان و ... استفاده شوند [۱].

فیل ماهی در نواحی غربی خزر میانی، سوروگا و در نواحی میانی و جنوبی دریای خزر، تاسماهیان در سواحل غربی خزر میانی و کیلکا در نواحی ساحلی و در اعماق کمتر از ۵۰–۱۰۰m به طور عمده از گاماریدها تغذیه می‌کنند. ماهی سیم و ماهی سوف نیز از این جانوران تغذیه می‌کنند[۴]. بسیاری از گاوماهیان دریای خزر (غذای اصلی فیل ماهیان)، از گاماریدها تغذیه می‌کنند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت گاماریدهای دریای خزر به طور مستقیم و غیرمستقیم در تغذیه ماهیان اقتصادی و جمعیت آنها تأثیر گذارند[۲].

ماهیگیران بعضی از انواع آن را روی قلاب زده و با آن ماهی صید می‌کنند. در کارگاههای پرورش به صورت خشک از آنها استفاده می‌شود. از پودر این جانوران نیز برای تغذیه ماهیان آکواریومی استفاده می‌شود [۴]. همچنین گاماروسها غذای طبیعی انواعی از پرندگان مانند پاشلک، گیلانشاه، آدوست، تلیله و فلامینگو محسوب می‌شوند [۴].

در بررسی انجام شده در مورد ناجورپایان دریای خزر، ۷۳ گونه شناسایی و گزارش شده است [۲].

در بررسی گاماریدهای حوزه آبخیز دریای خزر نیز، ۲۷ گونه از ۱۷ جنس و ۵ خانواده شناسایی و گزارش گردید. طبق نتایج مطالعه مربوط به گاماریدهای ساحل جنوبی دریای خزر، تقریباً در تمام نقاط بجز خلیج گرگان و گمیشان، گونه *Pontogammarus maeoticus* به صورت غالب وجود داشت، به طوری که تراکم آن در برخی مناطق تا ۱۰۰٪ بود و در بسیاری نقاط دیگر بیش از ۹۸٪ گونه‌های گاماريد حاشیه ساحلی دریای خزر را شامل می‌شد [۲]. بنابراین هدف از این تحقیق تأثیر آلودگی در این گونه است.

مطالعه آثار آلودگیها بر آبزیان دریایی دارای زمینه‌های وسیعی است. تقریباً تمام عناصر شناخته شده بیش از حدود خاصی، آثار مسموم کننده و حتی کشنده‌ای بر برخی ارگانیسمها دارند که از این میان سرب، جیوه و کادمیوم در بحث آلودگیها دارای اهمیت ویژه هستند. جذب بیشتر عناصر سنگین مانند جیوه و کادمیوم در آب از طریق تنفس و تغذیه صورت می‌گیرد [۵].

فلزات سنگین به علت آثار سمی و توان تجمع زیستی[1] در گونه‌های مختلف آبزیان و حتی به دلیل وارد شدن در زنجیره‌های غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. بسیاری از فلزات به طور طبیعی از اجزای تشکیل دهنده اکوسیستمهای آبی به حساب می‌آیند و حتی تعدادی از آنها در بقای موجودات زنده نقش مهمی دارند. با وجود این چنانچه میزان این عناصر به دلایل گوناگون از حد معین فراتر رود، باعث به خطر افتادن حیات آبزیان می شود؛ زیرا بسرعت سبب به هم خوردن تعادل بوم شناختی و در نتیجه موجب نابودی زیستی اکوسیستم می‌شود [۶].

دریای خزر در معرض خطرهای جدی زیست محیطی قرار دارد. ایران در این آلودگیها سهم کمی دارد، اما به دلیل جریانهای دریایی مقدار زیادی از آلودگیها را از دیگر کشورها دریافت می‌کند. به علت حجم زیاد آب ورودی به دریای خزر از قلمرو روسیه، این کشور ۸۰٪ آلودگی دریای خزر را سبب می‌شود؛ پس از آن، آذربایجان با تأسیسات نفتی و آلاینده‌های شهری و در رتبه بعدی قزاقستان قرار دارد [۷].

فلزات سنگین به صورت طبیعی در قشر زمین وجود دارند و با دخالتهای انسان به صورتهای مختلف از جمله فاضلابهای شهری، صنعتی و کشاورزی، اکتشاف و استخراج معادن، مصرف سوختهای فسیلی و غیره میزان آنها در محیط زیست افزایش می‌یابد[۸].

کادمیوم فلزی سفید رنگ، نرم، انحناپذیر و بسیار سمی است و نسبت به فلزهای دیگر بیشترین جابجایی را در محیطهای آبی دارد. کادمیوم دارای قابلیت تجمع زیستی و مقاومت در محیط است ($t^{1/2}$ در ۱۰–۳۰ سال). هم در سطح و

1. Bioaccumulation

Archive of SID
www.SID.ir

هم در کف آب به صورت یون دو ظرفیتی یا به صورت ترکیب با مواد آلی یا معدنی دیده می شود [۹].

کادمیوم استفاده‌های زیادی دارد که یکی از آنها آبکاری است؛ آبکاری با کادمیوم در قسمتهایی از موتور اتومبیل، هواپیما، رادیو و تلویزیون انجام می‌شود، علاوه بر آن در باتریهای کادمیوم- نیکل، عکاسی و تولید ماده رنگی نیز به کار می‌رود [۸].

مقدار۱mg/L کادمیوم برای ماهیان کشنده است. در غلظتهایی معادل ۵µg/L فلز مذکور، گزارشهایی از کاهش نسبت تولیدمثل، میزان جمعیت کوپه پودها و ایزوپودها ارائه شده است؛ همچنین در غلظتهای مشابه رشد لارو ماهیان و بی‌مهرگان را تحت تأثیر قرار داده است [۹].

در میان بی‌مهرگان، سخت پوستان نسبت به سمیت کادمیوم از بقیه حساسترند. نرم‌تنان و سپس پرتاران از این نظر در رتبه‌های بعدی قرار دارند. افزایش شوری سبب کاهش سمیت برای تعدادی از گونه‌های مصبی می‌شود. در حالی که دمای پایین بقای بیشتر ارگانیسمها را افزایش می‌دهد. برخی گونه‌ها در محیطهایی با آلودگی کمتر سازگارند. این مسأله ممکن است به پیوند کادمیوم با «متالوتیونین» مربوط باشد. برخی از بی‌مهرگان می‌توانند مقادیر ناچیز کادمیوم (۰/۰۰۱mg/L) را در آب تشخیص دهند [۴].

تأثیر آلاینده‌های نفتی مختلف بر گونه *P. maeoticus* بررسی و حداقل بحرانی این آلاینده‌ها تعیین شد، که در مورد فنل ۰/۰۰۱mg/L، برای نفت ۰/۴mg/L و برای گازوئیل و نفت کوره ۰/۰۱mg/L بود [۲].

در مورد تجمع فلزات سنگین در بدن گاماروسها در سواحل دریای خزر مطالعاتی انجام شد، اما در مورد اندازه‌گیری LC_{50} فلزات سنگین در این جنس سابقه‌ای موجود نیست. این مطالعه با هدف شناخت میزان حساسیت و تأثیر دما بر مسمومیت کادمیوم در گاماروسها بر گونه *Pontogammarus maeoticus* انجام شد.

۲- مواد و روش‌کار

این تحقیق طی ماههای شهریور تا آذر ۱۳۸۲ با استفاده از امکانات آزمایشگاهی دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی تربیت مدرّس و پژوهشکده اکولوژی دریای خزر واقع در خزرآباد ساری انجام شد.

مواد به کار رفته در این پژوهش عبارت بودند از: محلول سولفات کادمیوم با غلظت ۱g/L به عنوان محلول مادر برای تهیه غلظتهای مورد نظر، آب مقطر برای رقیق کردن محلول سولفات کادمیوم مادر، ساچوکهای دستی برای جمع کردن گاماروس، کمپرسور هوا برای هوادهی نمونه‌ها، پیپت و میکروپیپت به منظور اندازه‌گیری میزان مورد نظر سولفات کادمیوم، بطریهای ۱/۵L آب معدنی که آزمایشها در آن انجام شد.

در این آزمایش گاماروسهای مورد مطالعه از ساحل جنوب شرقی دریای خزر (ساحل خزر آباد) جمع‌آوری شدند- که شامل مخلوطی از گونه‌ها بودند- چون *Pontogammarus maeoticus*؛ گونه غالب را تشکیل می‌داد، نتایج حاصل نیز به این گونه تعمیم داده شد.

۲-۱- روش کار

۲-۱-۱- نمونه گیري از گاماروس و آب دریا

در این آزمایش گاماروسهای مورد مطالعه از ساحل جنوب شرقی دریای خزر (ساحل خزر آباد) جمع‌آوری شدند، که گونه غالب را *Pontogammarus maeoticus* تشکیل می‌داد. نمونه‌ها با استفاده از ساچوکهای دستی (از ساحل خزرآباد از محل برخورد امواج با ماسه‌ها) جمع‌آوری و سپس به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌برداری از آب دریا از منطقه میانی دریا با فاصله‌ای در حدود ۳-۴km از ساحل صورت می‌گرفت تا آب مورد استفاده در آزمایش تا حد امکان از آلودگی دور باشد.

نمونه‌ها ۳-۴ ساعت در آب همراه با مقداری از ماسه محل زندگی آنها، نگهداری شدند تا قبل از شروع آزمایش تا

Archive of SID

www.SID.ir

حد امکان علاوه بر داشتن شرایط و تغذیه طبیعی استرس ناشی از نمونه‌گیری نیز کاهش یابد.

ظروف اجرای آزمایش شامل بطریهای ۱/۵L آب معدنی بود. به این ترتیب که قسمت سر بطریها جدا و هریک با ۱L آب دریای فیلتر شده با صافی ۵۵µ پر شد.

سنجش عوامل کیفی آب مانند درجه حرارت، pH و میزان O_2 محلول در طول آزمایش با استفاده از دماسنج، pH متر و O_2 متر (اکسیژن سنج) نیز از مواردی است که باید مورد توجه قرار گیرد تا ضمن مشخص بودن تثبیت این عوامل در طول آزمون بقا و سپس آزمایش اصلی، تغییر کیفیت آب باعث ایجاد خطا در آزمون اصلی نشود. در این آزمایش دما عامل متغیر بود که شامل دو محدوده ۱۲±۱°C و۱۹±۱°C داشت. محدوده مقادیر pH و O_2 در آزمایش حاضر بترتیب ۸/۴۴–۸/۴۵ و ۱۲/۵ – ۱۳/۴mg/LO_2 بود.

۲-۱-۲- آزمون بقا

به منظور اندازه‌گیری توان زیستی و تعیین وضعیت بقا، جانوران در شرایط طبیعی آزمایش در محیطی عاری از سم قرار گرفتند تا میزان تلفات طبیعی موجود بررسی شود [۱۰]. این آزمایش در ۳ تکرار و در هر تکرار با ۱۰ نمونه انجام شد. شرایط حاکم بر این آزمایش کاملاً مشابه با شرایط آزمایش اصلی و فقط بدون حضور سم بود. هر ظرف شامل ۱L آب فیلتر شده دریا با چشمه ۵۵µ و حاوی ۱۰ نمونه بود. هوادهی شدید به منظور مشابهت با شرایط طبیعی محل زندگی گاماروسها صورت گرفت. در مورد نور نیز از دوره طبیعی آن (۱۲–۱۶ساعت در روز) استفاده شد. طی انجام آزمایش تغذیه‌ای صورت نمی‌گرفت تا از آلودگی ناشی از دفع فضولات و آمونیوم جلوگیری شود. مدت آزمایش نیز ۸ روز (۲ برابر زمان آزمایش) اصلی بود و مرگ و میر موجودات هر ۲۴ ساعت یکبار ثبت می شد. اصولاً اگر مرگ و میر موجودات پس از ۸ روز کمتر از ۱۰٪ باشد، شرایط آزمایش مورد قبول تلقی می‌شود. اما اگر بیش از ۱۰٪ باشد، بهتر است شرایط آزمایش را تا حدی که به آزمایش لطمه‌ای وارد نشود، تغییر داد؛ سپس دوباره آزمایش را به مدت ۸ روز دیگر تکرار کرد [۱۱،۶]. نتیجه این آزمون در ۴ روز نخست (به تعداد روزهای آزمون اصلی) اهمیت بیشتری دارد و ۴ روز بعدی برای تأکیدی بر صحت آزمون بقاست.

آزمایش در دو دمای ۱۲±۱°Cو ۱۹±۱°C و با استفاده از گاماروسهایی که در اولین مراحل بلوغ با اندازه ۵– ۷ mm از بین نمونه‌ها جدا شده بودند، انجام شد. دمای پایینتر دمای طبیعی آزمایشگاه بود و دمای بالاتر با استفاده دستگاه گرم کننده ایجاد شد.

۲-۱-۳- تعیین محدوده کشندگی

این محدوده شامل دو غلظت از سم می‌باشد؛ که یکی بیشترین غلظتی است که تصور می‌شود تقریباً هیچ گونه مرگ و میری در آن وجود ندارد و دیگری کمترین غلظتی است که امکان دارد باعث تلفات ۱۰۰٪ موجودات شود. برای تعیین این محدوده تعداد ۱۰ عدد گاماروس داخل هر ظرف قرار داده شد و شرایطی مشابه شرایط آزمون بقا (از نظر کیفیت آب)، فراهم گردید. در هر دما ۷ غلظت همراه با ۳ شاهد مورد آزمایش قرار گرفت. بیشترین غلظت سولفات کادمیوم مورد استفاده در هر دو دما با توجه به مطالعه گونه‌های مشابهی که از قبل مورد آزمایش قرار گرفته بودند، ۲۰۰µg/L بود که به صورت تصاعد هندسی تا ۷ مرتبه کاهش یافت. غلظتهای مورد استفاده شامل ۲۰۰، ۱۰۰، ۵۰، ۲۵، ۱۲/۵، ۶، ۳µg/L غلظتهای استفاده شده بودند. در ظروف شاهد نیز هیچ غلظتی از سم وارد نمی‌شد. پس از افزودن غلظتهای تهیه شده از سولفات کادمیوم به ظروف محتوی گاماروسها، تلفات آنها به مدت ۹۶ ساعت هر ۲۴ ساعت یکبار بررسی و ثبت شد [۱۲].

Archive of SID
www.SID.ir

۲-۱-۴- آزمایش تعیین سمیت (LC_{50}^{96h})

آزمایش تعیین سمیت تحت شرایط ساکن[1] که در آن شرایط حاکم بر آزمایش از جمله آب داخل ظروف – که نمونه ها در آن قرار داشتند– و دیگر عوامل از جمله هوادهی، نور و...، در مدت آزمایش ثابت بود؛ طبق روش استاندارد OECD[2] صورت پذیرفت. به این ترتیب که حدود بالا و پایین به دست آمده از آزمون تعیین محدوده کشندگی را (حدود بالا و پایین در نظر گرفته شده در این مرحله با توجه به میزان مرگ و میر نمونه‌های گاماروس در آزمایش تعیین محدوده کشندگی، برای دمای ۱۲±۱°C، ۲۰ و ۹۰µg/L و برای دمای ۱۹±۱°C، ۶ و ۶۰µg/L) با استفاده از تصاعد حسابی به ۷ قسمت مساوی تقسیم و هر غلظت در ۳ تکرار و همراه با ۳ شاهد در هر دو دما آزمایش شدند.

سپس میزان مرگ و میر نمونه‌ها در طول ۹۶ ساعت هر ۲۴ ساعت یکبار ثبت گردید. غلظتهای مورد استفاده در این مرحله برای دمای ۱۲±۱°C شامل ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰µg/L و برای دمای ۱۹±۱°C شامل ۶، ۱۴، ۲۲، ۳۰، ۳۸، ۴۶ و ۵۴µg/L بود.

۲-۱-۵- آنالیز آماری داده‌ها

پس از ثبت میزان تلفات طی ۹۶ ساعت، LC_{50} سولفات کادمیوم برای گاماروس در دو دما به روش تحلیل مقدار پروبیت[3] و نرم افزار محاسبات داروشناسی محاسبه شد؛ سپس با در نظر گرفتن نتایج حاصل و رسم نمودارهای مربوط مقایسه بین دو دما صورت گرفت [۱۳، ۱۴].

۳- نتایج

۳-۱- آزمون بقا

آزمون بقا در هر دو دما در ۳ تکرار و در هر تکرار با ۱۰ نمونه انجام شد. در نهایت پس از گذشت ۸ روز درصد مرگ و میر نمونه‌ها در دمای ۱۲±۱°C، ۳/۳۳٪ و در دمای ۱۹±۱°C، ۶/۶۷٪ بود که برای ادامه آزمایش مناسب محسوب گردید.

۳-۲- تعیین محدوده کشندگی

تعیین محدوده کشندگی سولفات کادمیوم بر نمونه‌های گاماروس در دو دمای ۱۲±۱°C و۱۹±۱°C با استفاده از ۷ غلظت و به همراه ۳ شاهد صورت گرفت (جدول ۱ و۲).

نتایج حاصل بیانگر آن است که در نمونه‌های شاهد مرگ و میری مشاهده نشد.

جدول۱ تعیین محدوده کشندگی سولفات کادمیوم بر گاماروس در دمای ۱۲±۱°c

غلظت سم µg/L	درصد تلفات پس از ۹۶ ساعت
۲۰۰	۱۰۰
۱۰۰	۱۰۰
۵۰	۶۰
۲۵	۳۰
۱۲/۵	۰
۶	۰
۳	۰

جدول۲ تعیین محدوده کشندگی سولفات کادمیوم بر گاماروس در دمای ۱۹±۱°c

غلظت سم µg/L	درصد تلفات پس از ۹۶ ساعت
۲۰۰	۱۰۰
۱۰۰	۱۰۰
۸۰	۵۰
۴۰	۲۵
۳۰	۱۲/۵
۱۰	۶
۰	۳

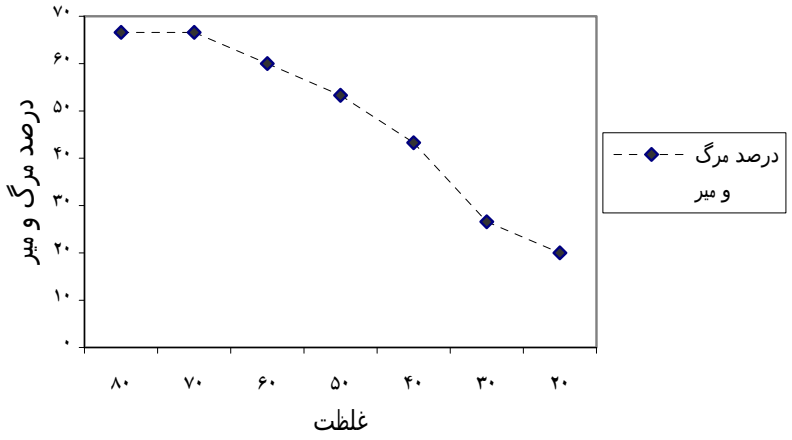
1. Static
2. Organization of Economic Cooperation & Development
3. Probit Value Analysis

Archive of SID
www.SID.ir

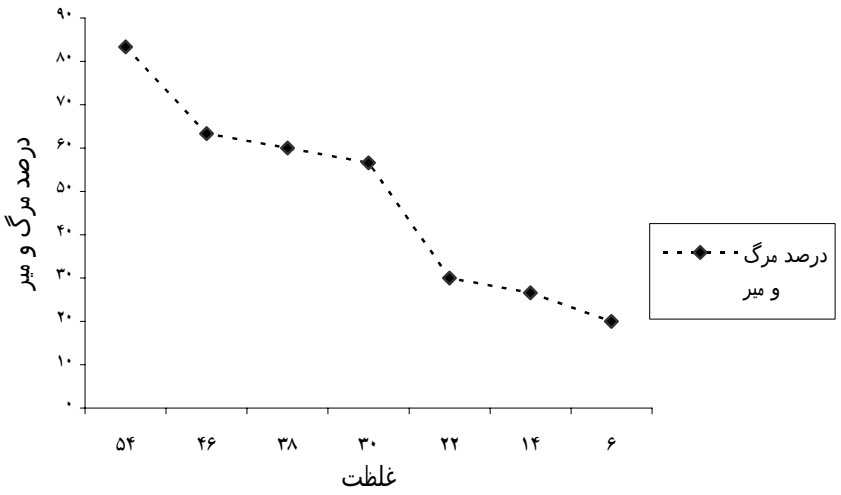
۳-۳- آزمون تعیین سمیت ($LC_{۵0}^{۹۶h}$)

در این مرحله، غلظتهای محاسبه شده از مرحله قبل هریک در ۳ تکرار و همراه ۳ شاهد به آب حاوی نمونه‌ها اضافه و درصد مرگ و میر نمونه‌ها هر ۲۴ ساعت یکبار اندازه‌گیری شد. نتایج نهایی پس از ۹۶ ساعت به دست آمد. شکلهای ۱ و ۲ رابطه بین غلظتهای اضافه شده و درصد مرگ و میر نمونه‌ها را نشان می دهد.

سپس با استفاده از نرم افزار Pharmacologic System Calculation، $LC_{۵0}$ سولفات کادمیوم بر نمونه های گاماروس در هریک از دو دمای مورد آزمایش به دست آمد. نتایج حاصل همراه با حدود بالا و پایین محدوده کشندگی در جدول ۳ و شکل ۳ آمده است.



شکل۱ رابطه بین غلظت سولفات کادمیوم با درصد مرگ و میر نمونه های گاماروس در دمای^{o}C۱±۱۲

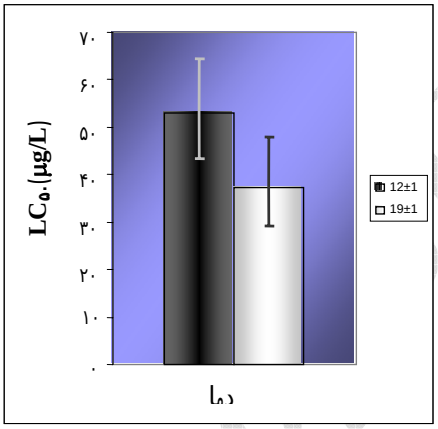


شکل۲ رابطه بین غلظت سولفات کادمیوم با درصد مرگ و میر نمونه‌های گاماروس در دمای^{o}C۱±۱۹

www.SID.ir

جدول۳ میزان LC_{50} و حدود بالا و پایین محدوده کشندگی سولفات کادمیوم بر نمونه‌های گاماروس در دو دمای ۱۲±۱°C و ۱۹±۱°C

شاخص / دما (°c)	حد بالای اطمینان	حد پایین اطمینان	LC_{50} ^{96h} (µg/L)
۱۲±۱	۶۴/۴۳	۴۳/۴۳	۵۲/۹۰
۱۹±۱	۴۷/۸۵	۲۹/۲۰	۳۷/۳۸



شکل۳ مقادیر LC_{50} در دو دما (حدود بالا و پایین محدوده کشندگی به شکل میله خطا مشاهده می‌شود).

۴- بحث و نتیجه‌گیری

طبق نتایج در هر دو دما، در ۴۸ ساعت نخست، مرگ و میر محسوسی مشاهده نشد و پس از گذشت ۷۲ ساعت نیز افزایش تلفات نامحسوس بود. اما پس از گذشت ۹۶ ساعت عمده تلفات ظاهر گردید.

مقایسه بین تیمارهای دو دما نشان می‌دهد که در دمای پایینتر (۱۲±۱°C)، تلفات به طور محسوسی کمتر است؛ مقایسه LC_{50} به دست آمده در دو دما نیز بیانگر آن است.

مطالعات انجام شده بر بی‌مهرگان آب شیرین نشان می‌دهد که افزایش درجه حرارت در دامنه ۱۰- °C ۳۰ با افزایش سمیت همراه است. چنین نتایجی برای جیوه و کادمیوم در سه گونه از کم تاران، مس، روی و کادمیوم در *Daphnia magna* مشاهده گردیده است. در مورد بررسی آثار درجه حرارت بر میزان سمیت فلزات در بی‌مهرگان دریایی مطالعات کمی انجام شده است. در تعدادی از مطالعات انجام شده بر کم تاران، سخت پوستان و نرم تنان، میزان سمیت هنگام قرارگیری کوتاه مدت در معرض سم، مستقل از درجه حرارت آب گزارش شده است [۱۵].

در آزمایشی که در خصوص تأثیر دما بر سمیت روی، مس و سرب در مورد آمفی پود آب شیرین Gammarus pulex pulex صورت گرفت، ترکیبات سولفات مس، کلرید روی و نیترات سرب در سه دمای ۱۵، ۲۰ و ۲۵°C بر جانور اثر داده شد. افزایش دما در مورد هر ۳ فلز باعث کاهش LC_{50} و به عبارت دیگر افزایش سمیت فلز روی گونه آزمایش گردید [۱۶].

در پژوهش دیگری سمیت کلرید کادمیوم بر گونه‌ای از گاماروس (*Gammarus fossarum*) با LC_{50} ۹۶ ساعت محاسبه شد. در آزمایش یاد شده، LC_{50} ۶/۲۰µg/L به دست آمد و در نتیجه این سم برای این گونه گاماروس، جزء مواد شدیداً سمی (VHT) طبقه بندی شد [۱۷].

Archive of SID
www.SID.ir

همچنین سمیت کادمیوم بر گونه دیگری از گاماروس مورد مطالعه قرار گرفت که در آن نیز این فلز برای گاماروس شدیداً سمی شناخته شد. LC_{50} ۹۶ ساعت به دست آمده در تحقیق یاد شده، ۷۰µg/L بود [۱۸].

در نمونه‌های گاماروس مورد آزمایش که به طور عمده از گونه *Pontogammarus maeoticus* بودند، نیز می‌توان گفت افزایش دما (در محدوده مورد آزمایش)، در آزمایش تعیین سمیت در این گونه، در مورد سولفات کادمیوم باعث کاهش LC_{50} شده است. اما از دید آماری و ریاضی و با دخالت دادن حدود بالا و پایین مقادیر LC_{50} که با نرم‌افزار محاسبات داروشناسی در سطح اطمینان ۹۵٪ به دست آمد، با توجه به همپوشانی دو محدوده به دست آمده [۱۴]، این اختلاف را در این سطح اطمینان برای این دو دما نمی‌توان معنادار عنوان کرد.

با توجه به مطالعات قبلی انجام شده از جمله مطالعات حسینی در سال ۱۳۷۷، که در آنها گاماروسها به عنوان شاخص مهم جذب، تجمع عناصر سنگین و در نهایت شاخص آلودگی محیط معرفی شده‌اند، می‌توان از حدود به دست آمده برای اندازه‌گیری مقادیر مجاز ورود سولفات کادمیوم به آب، در فصول مختلف و دماهای گوناگون استفاده کرد.

در مطالعه حاضر، دما بر حساسیت گاماروس نسبت به سولفات کادمیوم در سطح اطمینان ۹۵٪ اثر معناداری نداشت. اما بررسیهای بیشتر در مورد محدوده‌های دمایی دیگر و مقایسه آنها با هم ضروری است.

با توجه به مقادیر استاندارد درجه سمّیت و با در نظر گرفتن نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر، می‌توان سولفات کادمیوم را در هر دو دمای ۱۲±۱°C و ۱۹±۱°C برای نمونه‌های گاماروس سواحل جنوبی دریای خزر، جزء مواد شدیداً سمی (VHT) طبقه بندی کرد[۱] [۱۹].

۵- سپاسگزاري

نگارندگان نهایت تشکر و قدردانی خود را از حمایتهای بیدریغ کارکنان پژوهشکده اکولوژی دریای خزر بویژه استاد بزرگوار آقای دکتر آرش جوانشیر ابراز می‌دارند.

۶- منابع

[۱] جابر ل.؛ "بررسی مقدماتی آمفی پودهای دریای خزر (منطقه نور و سواحل همجوار)"؛ *پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیولوژی دریا*؛ دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ ۱۳۷۶؛ ص. ۱۲۳.

[۲] مقدسی ب.؛ "بررسی ترکیبات عمده بیوشیمیایی گاماریدها در طول ساحل جنوبی دریای خزر"؛ *پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیولوژی دریا*"؛ دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی؛ واحد تهران شمال؛ ۱۳۷۹؛ ص. ۴۳.

[3] Cristescu M.E.A., Hebert P.D.N., Onciu T.M.; Phylogeography of Ponto-Caspian crustaceans: a benthic-planktonic comparison. Molecular Ecology; 2003; 12(4): 985-996.

[۴] حسینی ه.؛ کادمیوم در آب، رسوبات، گیاهان و جانوران آبزی؛ *سمینار کارشناسی ارشد بیولوژی دریا*؛ دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ ۱۳۸۰؛ ص. ۱۴.

[۵] اسماعیلی ساری ع.؛ "چرخه عناصر سنگین سرب، جیوه، کادمیوم و ... و نحوه جذب و اثرات آن بر آبزیان"؛ مجموعه مقالات کنفرانس ملی بهره‌برداری مناسب از ذخایر آبزیان خلیج فارس و دریای عمان؛ ش. س. شیلات ایران؛ ۱۳۶۸؛ صص. ۲۶۷-۲۷۷.

[۶] زمینی ع.؛ "تعیین غلظت کشنده (LC_{50}) فلزات سرب و کادمیوم بر روی دو گونه از کپور ماهیان چینی (آمور و فیتوفاگ)"؛ *پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات*؛ دانشگاه آزاد لاهیجان؛ ۱۳۷۵؛ ص. ۵۷.

۱. سموم از نظر سمیت به ۵ دسته تقسیم می‌شوند: نسبتاً غیرسمی یا PNT(>۱۰۰ppm)؛ کمی سمی یا ST (۱۰۰-۱۰ppm)؛ سمیت متوسط یا MT(۱-۰/۱ppm)؛ خیلی سمی یا HT(۰/۱-۰/۱ppm)؛ شدیداً سمی یا VHT(<۰/۱ppm).

Archive of SID
www.SID.ir

[۷] برازنده م.؛ "مقایسه حساسیت شانه‌دار دریای خزر (*Mnemiopsis leidyi*) با *Acartia clausi* نسبت به سولفات کادمیوم و فاز محلول نفت خام با محاسبه LC_{50}."؛ *پایان نامه کارشناسی ارشد بیولوژی دریا*؛ دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ ۱۳۸۳؛ ص.۶.

[۸] قیومی ر.؛ "بررسی میزان فلزات سنگین (روی، سرب و کادمیوم) در رسوبات، جلبک و میگوی *Palaemon elegans* در سواحل جنوبی دریای خزر (سواحل سنگی نور)"؛ *سمینار کارشناسی ارشد بیولوژی دریا*"؛ دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ ۱۳۷۸؛ ص. ۲۵.

[9] Labunska I., Stringer R., Brigden K.; Metal and organic pollution associated with the Bayer facility in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brazil. Greenpeace Research Laboratories. Department of Biological Sciences. University of Exeter, Exteter UK. 2000; pp. 46-48.

[10] Reeve M.R., Grice G.D., Gibson V.R., Walter M.A., Darcy K., Ikeda T.; A. Controlled Environmental Pollution Experiment (CEPEX) and it's Usefulness in the Study of Larger Marine Zooplankton Under Toxic Stress. Orme S., S. Kegley (Ed). Effects of Pollutants on Aquatic Organisms; 1979; 2: 145-162.

[۱۱] جوادی م.؛ "تعیین غلظت کشندگی (LC_{50}) و ضایعات ناشی از سم آندوسولفان در فیل ماهی (*Huso huso*)"؛ *پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات*؛ دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ ۱۳۷۸؛ ص. ۶۷.

[۱۲] امینی راد ا؛ "تعیین غلظت کشندگی (LC_{50}) سم دیازینون در ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*)"؛ *پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات*؛ دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ ۱۳۷۶؛ ص. ۴۵.

[۱۳] فینی دی.جی.؛ روشهای آماری در عیارگیری زیستی؛ چاپ اول؛ مترجم: و. نهاپتیان، ح. ملک افضلی؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۹۶۴؛ صص. ۴۳۹-۴۵۰.

[۱۴] ابطحی ب.؛ شریف پور ع.؛ آقاجانپور م.؛ رسولی ع.؛ فقیه زاده س.؛ امیدبیگی ر.؛ نظری ر.؛ "مقایسه LC_{50} اسانس گل میخک و $MS_{۲۲۲}$ در بچه ماهیان تاس ماهی ایرانی، قزل‌آلای رنگین کمان و کپور معمولی"؛ *مجله علمی شیلات*؛ ۱۳۸۱؛ شماره ۳: صص. ۸-۱۰.

[۱۵] آخوندیان م.؛ "تجمع زیستی و عوامل مؤثر بر میزان سمیت عناصر سنگین"؛ سمینار کارشناسی ارشد بیولوژی دریا؛ دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس؛ ۱۳۸۰؛ ص. ۲۷.

[16] Bat L., Akbulut M., Oulha M., Gundogdu A., Satilmis H.H. ; "Effect of Temperature on the Toxicity of Zinc, Copper and Lead to the Freshwater phipod *Gammarus pulex pulex*"; Turk J Zool; 2000; 24: 409-415.

[17] Musko I.B., Meinel W., Krause R., Barlas M.; The Impact of Cd and Different pH on the Amphipod *Gammarus fossarum* Koch (Crustacea: Amphipoda); Orme S., S. Kegley (Ed). Comp. Biochem. Physiol. C.; 1990; 96(1): 11-16.

[18] Rehwoldt R., Lasko L., Shaw C., Wirhowsk E.; The Acute Toxicity of Some Heavy Metal Ions Toward Benthic Organisms. Orme S., S. Kegley(Ed). Bull. Environ. Contam. Toxicol.; 1973; 10(5): 291-294.

[۱۹] فتح اللهی ب.؛ "مطالعه اثرات کشندگی ناشی از سم آندوسولفان در ماهی کپور معمولی"؛ *پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات*؛ دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ ۱۳۷۷؛ ص. ۱۰۱.

Archive of SID

www.SID.ir