بررسی میزان انتقال انفرادی و مخلوط فلزات سنگین مس و کادمیوم باشوینده Linear Alkyl Solfonate در زنجیره غذایی بچه ماهی سفید یک گرمی *(Rutilus frisii kutum)*

منصوره غلامی[1*]، مریم فلاحی[2]

چکیده

در این تحقیق، میزان انتقال انفرادی و مخلوط فلزات سنگین مس و کادمیوم با شوینده LAS (سدیم آلکیل بنزن سولفانات خطی) در زنجیره غذایی بچه ماهی سفید یک گرمی نشان داده شده است، انتقال فلز سنگین کادمیوم در زنجیره غذایی از مقدار حد مجاز اضافه شده در محیط کشت جلبک (*Scenedesmus obliquus*) به مقدار ۰/۰۱۲۷ ppm ، بترتیب در جلبک آلوده، ۰/۰۰۴۱ ودر دافنی(*Daphnia magna*) ۰/۰۰۱۵ بود در بچه ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) تغذیه شده با دافنی آلوده، مقدار قابل توجهی مشاهده نشده و در مورد بچه ماهی سفید تغذیه شده با جلبک آلوده ppm۰/۰۰۲ بدست آمد ومیزان انتقال در زنجیره بترتیب، ۳۲٪ و ۸٪ و ۱۶٪ اندازه‌گیری شد. انتقال فلز سنگین مس، از مقدار حد مجاز اضافه شده به محیط کشت جلبک به میزان ppm۰/۱۵ ، مقدار ۰/۰۷ در جلبک آلوده در دافنی ۰/۰۲ ودر بچه ماهی سفید تغذیه شده بادافنی میزان قابل توجهی مشاهده نشد. در بچه ماهی سفید تغذیه شده با جلبک آلوده ppm۰/۰۲ و انتقال در زنجیره بترتیب، ۴۶٪ ، ۱۳٪ و ۱۳٪ بدست آمد و میزان انتقال مخلوط(LAS+Cd)، از مقدار حد مجاز آلاینده های اضافه شده به محیط کشت جلبک به مقدار (۰/۰۱۲۷و ppm(۲/۱۵۳ ، در جلبک آلوده ۰/۰۰۷ ودر دافنی ۰/۰۰۳ ودر بچه ماهی سفید تغذیه شده از دافنی ۰/۰۰۱ ودر بچه ماهی تغذیه شده باجلبک آلوده ppm۰/۰۰۳ ومیزان انتقال در زنجیره بترتیب، ۵۸٪، ۲۵٪، ۸٪، ۲۵٪ بدست آمد. همچنین نتایج بدست آمده از انتقال مخلوط LAS,Cu نشان داد، از مقدار حد مجاز آلاینده های افزوده شده به محیط کشت جلبک به مقدار ۰/۱۵و۲/۱۵۳ ppm ، در جلبک آلوده ۰/۰۹ ودر دافنی ۰/۰۵ ، بچه ماهی سفید تغذیه شده توسط دافنی آلوده ۰/۰۱ ودر بچه ماهی سفید تغذیه شده باجلبک آلوده ppm۰/۰۴ ومیزان انتقال در زنجیره بترتیب، ۶۰٪ و ۳۳٪ و ۶٪ و ۴۵٪ بدست آمد. باتوجه به آزمون غیر پارامتری کروسکال-والیس نتیجه می شود بین دو آلاینده Cu و LAS+Cu از نظر میزان انتقال ومقدار جذب، در حلقه های زنجیره غذایی، اختلاف معنی دار آماری ($P<0/01$) همچنین بین دو آلاینده Cd و LAS+Cd از نظرمیزان انتقال ومقدار جذب، در حلقه‌های زنجیره غذایی اختلاف معنی دار آماری مشاهده نمی‌گردد ($P>0/01$). تحلیل نتایج بدست آمده نشان داد کادمیوم در مقایسه با مس سمی تر است و در حالت مخلوط با LAS درصد سمیت چند برابر افزایش می‌یابد.

۱- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج

۲- پژوهشکده آبزی پروری کشور

*-نویسنده مسئول Email:Gholami62@yahoo.com

واژگان کلیدی: کادمیوم، مس، جلبک، دافنی، ماهی سفید، شوینده

مقدمه

شناخت آلاینده ها و پیشگیری و مبارزه با آنها یکی از ضروریات بسیار مهم دانش امروز بشری می‌باشد. لذا لازمه کنترل و مبارزه با آلودگی‌ها شناخت منابع آلوده کننده و اثرات زیست محیطی حاصل از آن و سپس روش های پیشگیری از این مواد آلوده کننده می باشداز جمله عواملی که سبب می شود تا اثرات حاد و مزمن را برای موجودات زنده ایجاد کند، عناصری هستند که آنها را تحت عنوان عناصر سمی و عناصر کم مقدار می‌شناسیم (۲). انسان در عصر تکنولوژی تولید کننده آلاینده بسیار متعدد و متنوعی است که با تخلیه مواد زاید فاضلاب های شهری و صنعتی خود طیف گسترده ای از مواد شیمیایی آلی، معدنی و رادیواکتیو چه سمی و غیر سمی را بصورت مستقیم و غیر مستقیم وارد اکوسیستم های آبی می نماید که در نتیجه زنجیره غذایی جانوران و آبزیان دچار اختلال می‌گردد و در نهایت انسان با مصرف این نوع از مواد غذایی دچار انواع بیماری‌ها و اختلالات فیزیولوژیک مانند تخریب سیستم‌های عصبی می‌گردد (۷). جلبک ها نقش مهمی را در بدست آوردن فلزات سنگین که بطور طبیعی در رسوبات یافت می شوند و نماینده حضور این فلزات در بی‌مهرگان و نهایتاً ماهیان از طریق زنجیره غذایی می‌باشند (۵). شوینده‌ها این قدرت را دارند که تا حدودی پروتئین های غشای پلاسمایی را بشکنند و سبب داخل شدن هیدروکربورهای نفتی و فلزات سنگین به داخل سلول شوند. بر طبق نتایج حاصله می‌توان گفت گاهی میزان شوینده ها در یک اکوسیستم ممکن است کمتر از LC_{50} بدست آمده در آزمایشگاه باشد، اما همین غلظت موجود در اکوسیستم ممکن است در حالت مخلوط با ماده شیمیایی دیگری درصد مرگ و میر را بالا ببرد (۱). از آنجائیکه در کشور ما ریزش یا تخلیه انواع فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی به رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و سایر منابع آبی بدون هیچ محدودیت و کنترلی صورت می‌گیرد، ماهی سفید دریای خزر، از ماهیان مهاجری است که بر حسب زمان مهاجرت و محل تخم ریزی دارای مهاجرت بهاره و پائیزه می باشد. زیستگاه ماهی سفید (***Rutilus Frisii Kutum***) دریای خزر است که برخی رودخانه‌های ورودی به دریا و تالاب انزلی محل تخم‌ریزی آن می باشد. امروزه به دلیل آلودگی بیش از حد تالاب انزلی و رودخانه‌های حاشیه آن مهاجرت ماهی سفید برای تخم‌ریزی در آنها کاهش یافته است (۲). لذا لازم است که اثرات آلاینده‌های مختلف بر انواع موجودات زنده در سطوح زنجیره غذایی بررسی شده تا بر اساس اطلاعات حاصله نسبت به تخلیه فاضلاب‌ها به محیط‌های آبی مدیریتی اصولی با هدف حفظ محیط زیست اعمال گردد.

مواد و روش کار

آزمایشات مربوط به جلبک *Scenedesmus obliquus*

به منظور انجام کشت جلبک و پرورش آزمایشگاهی آن، برای جلبک های سبز در آزمایشگاه بیوتکنولوژی جلبک مرکز تحقیقاتی ماهیان استخوانی دریای خزر از روش میلر (۱۹۷۸) که این روش توسط اوردوج (۱۹۸۱) اصلاح گردیده است، استفاده می شود. محیط کشتی که معمولاً برای انجام انواع آزمایشات بیوتکنولوژی در آزمایشگاه جلبک شناسی مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر استفاده می گردد محیط کشت Z-8 است که طیف وسیعی از جلبک های سبز قابل پرورش در این محیط کشت می باشند.**و** به منظور انجام آزمایش تعیین سمیت حاد هر یک از فلزات سنگین و شوینده بر جلبک‌های سبز بر اساس روش استاندارد میلر (۱۹۷۸) *Selenastrum bottle test* عمل می‌شود (۱۰).

-آزمایشات مربوط به زئوپلانکتون *Daphnia magna*

این آزمایشات بر اساس روش(1984) .O.E.C.D (Organization for Economic Cooperation and OECD:Development) صورت پذیرفت. در این پروژه سمیت حاد فلزات سنگین مس و کادمیوم و شوینده (LAS) به صورت انفرادی و مخلوط بر گونه *Daphnia magna* بررسی شد. آزمایشات تعیین سمیت حاد به مدت ۲۴ ساعت صورت گرفت و در طی انجام آزمایشات فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی از قبیل درجه حرارت، سختی آب و EC اندازه گیری شد. تعداد غلظت ها به صورت لگاریتمی هر فلز سنگین و شوینده به صورت انفرادی و مخلوط، شش تیمار و یک شاهد در سه تکرار در نظر گرفته شد. میزان مرگ و میر در پایان ۲۴ ساعت ثبت گردید. نوع آب مصرفی آب شهر دکلره و حجم آب مصرفی برای هر تیمار، بشرهایی به حجم ۲۵۰ سی سی در نظر گرفته شد و در هر بشر تعداد ۱۰ عدد دافنی نگهداری شد. در پایان داده‌های حاصل از آزمایش به روش Probit analysis مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. و با به دست آوردن شیب خط رگرسیون و معادله آن مقادیر Ec_{10}، Ec_{5}، Ec_{90}، (Effect concentration) به صورت انفرادی و مخلوط محاسبه گردید

-آزمایشات مربوط به بچه ماهی سفید یک گرمی (*Rutilus Frisii Kutum*)

این آزمایشات بر اساس روش سازمان توسعه و همکاری اقتصادی و با نام متداول متد O.E.C.D Guideline on testing of chemicals (1984) صورت می‌پذیرد. در این پروژه سمیت حاد دو فلز مس و کادمیوم و شوینده LAS به طور انفرادی و مخلوط بچه ماهی سفید یک گرمی بررسی شده است. آزمایشات به صورت ساکن (Static) بوده که در آن محلول آزمایش در طول انجام آزمایش ثابت می باشد. عموماً آزمایشات تعیین سمیت حاد بر ماهی *Fish acute toxicity test* به مدت ۹۶ ساعت (چهار روز) صورت گرفته و در طی آزمایشات فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب آکواریوم ها از قبیل درجه حرارت اکسیژن محلول pH، سختی آب، Ec توسط دستگاه مخصوص و یا در آزمایشگاه اندازه گیری می شود. در این آزمایشات تعداد غلظت ها به صورت لگاریتمی برای هر فلز سنگین و شوینده به صورت انفرادی و مخلوط، شش تیمار و یک شاهد در سه تکرار در نظر گرفته شد. رکوردگیری هر ۲۴ ساعت یکبار بوده و میزان مرگ و میر ماهیان ثبت و در پایان ۹۶ ساعت مقادیر LC_{10} و LC_{50} و LC_{90} (Lethal concentration) و میزان حد مجاز آلاینده ها به صورت انفرادی و مخلوط محاسبه گردید. و رفتار ماهیان در روند آزمایش مورد بررسی قرار گرفت.

- آزمایشات مربوط به بررسی میزان انتقال فلزات سنگین مس و کادمیوم و شوینده LAS به صورت انفرادی و مخلوط در زنجیره غذایی بچه ماهی سفید یک گرمی (*Rutilus Frisii Kutum*)

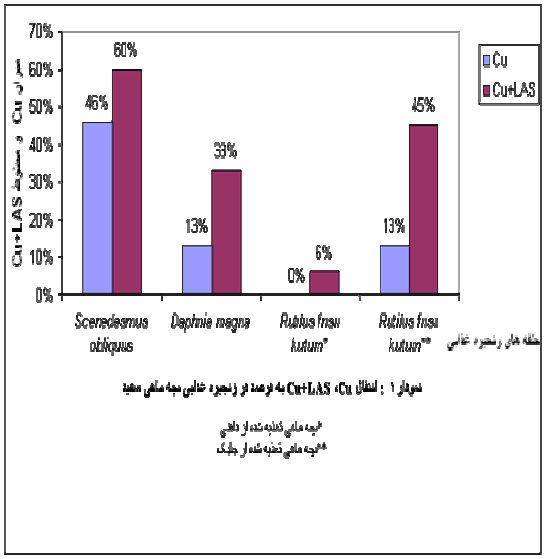
در این آزمایشات، تاثیر فلزات سنگین مس و کادمیوم و شوینده LAS به صورت انفرادی و مخلوط دوتایی، بر اساس میزان حد مجاز بدست آمده در آزمایشات قبلی در هر حلقه زنجیره غذایی (جلبک – دافنی– ماهی) بررسی و میزان جذب هر آلاینده به صورت انفرادی و مخلوط، در انتقال از یک حلقه به حلقه بعدی محاسبه گردید. به این ترتیب که در هر آزمایش، بر اساس میزان حد مجاز، هر آلاینده ماده مورد نظر را ابتدا به محیط کشت جلبک به تعداد ۹ ارلن به حجم ۲۵۰ سی سی افزوده و پس از ۹۶ ساعت، سه ارلن نمونه را سانتریفوژ و جهت انجام آزمایشات و تعیین مقدار جذب شده هر آلاینده در جلبک توسط دستگاه جذب اتمی (Atomic absorption) مورد مطالعه قرار گرفت و سه ارلن نمونه دیگر را پس از انجام شمارش جلبک، با توجه به میزان غلظت بدست آمده با محاسبات ریاضی، میزانی از غلظت تعیین شده از

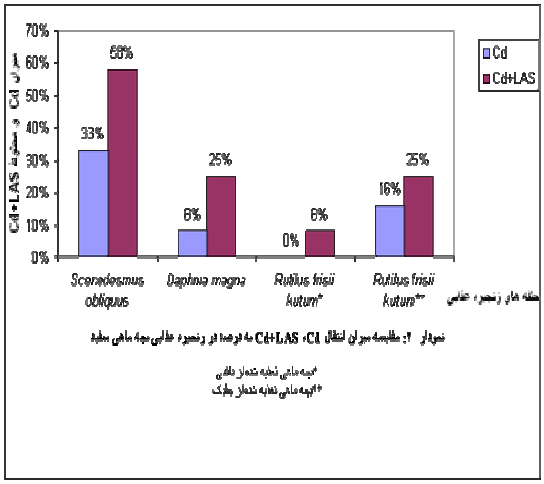
جلبک آلوده را در معرض تغذیه دافنی که به تعداد ۶ ارلن و هر کدام به حجم یک لیتر و ۱۰۰ عدد دافنی در هر ظرف قرار داده و پس از طی ۲۴ ساعت در محیطی عاری از نور، جهت جلوگیری از تکثیر جلبک‌ها، سه نمونه دافنی را فیلتر و جهت انجام آزمایشات توسط دستگاه جذب اتمی جمع‌آوری شد و سه ارلن نمونه ارلن حاوی دافنی دیگر را به سه آکواریوم که هر کدام به حجم پنج لیتر و به تعداد پنج عدد بچه ماهی سفید یک گرمی در هر آکواریوم اضافه کرده و پس از تغذیه ماهیان از دافنی‌ها، اقدام به جمع آوری ماهیان آلوده شد. سه نمونه از ارلن‌های جلبک اولیه که آلوده به آلاینده در هر مرحله آزمایشات هستند، نیز در معرض تغذیه ماهیانی که مانند آزمایشات قبل در سه آکواریوم هر کدام پنج لیتری و به تعداد پنج ماهی افزوده و پس از طی مدت ۹۶ ساعت، اقدام به جمع‌آوری ماهیان آلوده شد. در هر مرحله آزمایش نمونه‌ها، توسط۱۲ سی سی اسید نیتریک و۲ سی سی آب اکسیژنه هضم شدند و درنهایت میزان انتقال فلزات سنگین و شوینده به صورت انفرادی و مخلوط در هر حلقه و انتقال از یک حلقه به حلقه بعدی زنجیره غذایی بچه ماهی سفید، با دستگاه جذب اتمی مدل AA660 Shimadzu محاسبه گردید.(۳). آنالیز آماری با استفاده از روش آنالیز پروبیت فینی (۱۹۷۱) داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و (۹۰-۱۰-۵۰) Ec یا Lc بر آورد شد. برای محاسبه خط رگرسیون و ضریب همبستگی داده‌ها از نرم‌افزارهای Quatro Pro, Statgraphics ، (Version2004) استفاده شد. برای پی بردن به وجود اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها از آزمون غیر پارامتری کروسکال والیس (Non-Parametric Kruskal – Walis Analysis) استفاده گردید (۸).

نتایج

نتایج میزان انتقال مخلوط فلز سنگین کادمیوم وشوینده LAS نشان داد، در مرحله اول به مقدار ۰/۰۱۲۷ میلی گرم نیترات کادمیوم و ۲/۱۵۳ میلی گرم شوینده LAS به محیط کشت جلبک اضافه شد. از این مقدار، حدود ۵۸٪ در جلبک آلوده به مخلوط آلاینده ها انتقال یافت وحدود ۲۵٪ به دافنی هایی که از جلبک آلوده تغذیه نمودند انتقال یافت وبه مقدار ۸٪ در بچه ماهیان سفید یک گرمی که از دافنی تغذیه کردند انتقال ودر بچه ماهیان سفید یک گرمی که بطور مستقیم از جلبک آلوده به مخلوط آلاینده‌ها تغذیه نمودند، به مقدار ۲۵٪ بر حسب محاسبه مقدار نیترات کادمیوم توسط دستگاه جذب اتمی، انتقال یافت.

نتایج میزان انتقال مخلوط فلز سنگین مس وشوینده LAS نشان داد، در مرحله اول به مقدار ۰/۱۵ میلی گرم سولفات مس و۲/۱۵۳ میلی گرم شوینده LAS به محیط کشت جلبک اضافه شد. از این مقدار حدود ۶۰٪ در جلبک آلوده به مخلوط آلاینده هاانتقال یافت وحدود ۳۳٪ به دافنی هایی که از جلبک آلوده تغذیه نمودند انتقال یافت، وبه مقدار ۶٪ به بچه ماهیان سفید یک گرمی که از دافنی تغذیه کردند، انتقال یافت ودر بچه ماهیان سفید یک گرمی که بطور مستقیم از جلبک آلوده تغذیه کردند، به مقدار ۴۵٪ بر حسب محاسبه مقدار سولفات مس توسط دستگاه جذب اتمی، انتقال یافت. (نمودار ۱ و ۲)





باتوجه به آزمون غیر پارامتری کروسکال–والیس نتیجه می گیریم بین دو آلاینده Cu و LAS+Cu از نظر میزان انتقال ومقدار جذب، در حلقه های زنجیره غذایی، اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نمی‌گردد (P>۰/۰۱). همچنین بین دو آلاینده Cd و LAS+Cd از نظرمیزان انتقال ومقدار جذب، در حلقه های زنجیره غذایی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نمی‌گردد (P>۰/۰۱).

بحث

نتایج بررسی‌ها نشان میدهد، میزان انتقال مخلوط فلزات سنگین(مس وکادمیوم) وشوینده LAS در هر حلقه زنجیره غذایی بچه ماهی سفید، بر مبنای افزودن مقدار حد مجاز LAS، (۲/۱۵۳ میلی گرم در لیتر) و۰/۰۱۲۷میلی گرم در لیتر کادمیوم به محیط کشت جلبک اولیه،در جلبک سندسموس به میزان ۰/۰۰۷ ،دافنی ۰/۰۰۳ و بچه ماهی سفید یک گرمی که از دافنی آلوده تغذیه شده اند، حدود ۰/۰۰۱ ودر بچه ماهی سفید یک گرمی که از جلبک آلوده بطور مستقیم تغذیه شده‌اند، ۰/۰۰۳ میلی گرم در لیتر، بر حسب محاسبه میزان نیترات کادمیوم توسط دستگاه جذب اتمی بدست آمد. نتایج فوق حاکیست با اضافه کردن LAS به کادمیوم میزان جذب توسط بچه ماهی بیشتر شده است. نتایج بررسی، از انتقال مخلوط فلز سنگین مس و شوینده (LAS) نیز نشان داد، از میزان آلاینده سولفات مس به مقدار ۰/۱۵ و ۲/۱۵۳ میلی گرم در لیتر شوینده(LAS) به محیط کشت اولیه جلبک، در جلبک آلوده، به میزان ۰/۰۹ ودر دافنی ۰/۰۵ ودر بچه ماهیان سفید یک گرمی که از دافنی آلوده تغذیه کرده اند، ۰/۰۱ ودر بچه ماهیان سفید که از جلبک آلوده تغذیه کرده اند، حدود ۰/۰۰۴ میلی گرم در لیتر بر حسب محاسبه میزان سولفات مس توسط دستگاه جذب اتمی بدست آمد. نتایج فوق حاکیست با اضافه کردن LAS به مس میزان جذب توسط بچه ماهی بیشتر شده است. بیان کرد، افزایش غلظت شوینده های آنیونی سبب کاهش کشش سطحی آب میشود واز طریق تاثیر بر آبشش هابا ایجاد سمیت وشیوع مرگ در نوزادان برخی از ماهیان، حیات این جانداران آبزی را تهدید می‌کند(۴). بر اساس استاندارد بین المللی مقادیر مجاز غلظت سورفاکتانتها در آبهای سطحی بر مبنای LAS با جرم مولکولی متوسط ۳۱۶، باید کمتر از (۰/۱۴میلی گرم در لیتر) بیان شده که وجود مقادیر کم سورفاکتانتها در آب میتواند نفوذ پذیری برخی آلودگی های موجود در آب را در بدن ماهی افزایش دهد وبه صورت ناقل سموم عمل کند میلروکونا (۱۹۹۳). در یافتند، بسیاری از مواد آلاینده وقتی در آب با همدیگر ترکیب می‌شوند، تولید رسوبی می‌کنند که یا در بستر رودخانه رسوب کرده و یا عموما در پایین دست رودخانه شناور می‌مانند. بنابر این اثر مخلوط آلاینده‌ها بر موجودات زنده می‌بایستی مورد سنجش قرار گیرد تا موجوداتی که نقش مهمی در زنجیره غذایی ماهیان مختلف ایفا می‌کنند، حفظ شوند (۹). سولون (۱۹۹۶) در آزمایشاتی که بر روی کپور سرگنده انجام داد، که غلظت مرگ آورپاراتیون به تنهایی ۱/۴۱ میلی‌گرم در لیتر بوده واگر LAS به آن افزوده شود، غلظت مرگ آور به ۰/۷۲ کاهش میابد. میانگین درصد بقاء ماهی در غلظت ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر از پاراتیون در حضور ۱، ۰/۵، ۰/۲۵ میلی گرم در لیتر ازLAS به ترتیب ۵، ۳۸/۵، ۹۷/۵، درصد بوده ومیانگین درصد بقاء ماهی در غلظت ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر از

پاراتیون به تنهایی تقریبا ۹۵ درصد بود. تجزیه ساده از آزمایش فوق نشان می‌دهد که تاثیر عمده در بقاء ماهی در ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر از پاراتیون باحضور ۱ و۰/۵ میلی گرم در لیتر LAS وجود دارد این تاثیر عمده در سطح آماری P=۰/۵ دیده شد. نتایج مشابهی از آزمایشات بین DDT و LAS نشان داد که سمیت DDT در مجاورت LAS به طور چشمگیری افزایش میابد (۱۲).

مقایسه نتایج بدست آمده در آزمایشات در این پروژه نشان داد، میزان انتقال آلاینده های مس وکادمیوم، به صورت انفرادی در هر حلقه زنجیره غذایی، بسیار کمتر از میزان انتقال آلاینده های فوق، در حالت مخلوط با شوینده LAS میباشد.بطوریکه میزان سمیت تا حدود ۲۵ درصد انتقال مخلوط LAS و کادمیوم در جلبک آلوده وحدود ۱۷٪ در دافنی آلوده و۸٪ در بچه ماهیان تغذیه شده از جلبک آلوده، در مقایسه با انتقال فلز سنگین کادمیوم در حلقه های زنجیره غذایی بچه ماهی سفید بدست آمد. که با نتایج بدست آمده از مطالعات پیشین مبنی بر تشدید سمیت مخلوط آلاینده ها وانتقال در زنجیره غذایی موجودات زنده، برابری میکند همچنین مقایسه نتایج بدست آمده از میزان انتقال مخلوط شوینده LAS و مس در زنجیره غذایی بچه ماهی سفید یک گرمی نیز، تشدید سمیت مخلوط آلاینده‌ها وانتقال در زنجیره غذایی را نشان می‌دهد. بطوریکه میزان سمیت تا حدود ۱۴٪ در جلبک آلوده وحدود ۲۰٪ در دافنی و ۶٪ در بچه ماهیان سفید یک گرمی که از دافنی تغذیه کردند وحدود ۲۲٪ در بچه ماهیان سفیدی که از جلبک آلوده تغذیه کردند، در مقایسه با انتقال فلز سنگین مس در حلقه های زنجیره غذایی بچه ماهی سفید بدست آمد. نتایج بدست آمده در آزمایشات مربوط به میزان انتقال مخلوط آلاینده‌های فلزات سنگین(مس وکادمیوم) و LAS حاکی از تشدید سمیت مخلوط آلاینده ها وانتقال به حلقه‌های زنجیره غذایی بچه ماهی سفید ۱ گرمی می باشد که با مطالعات پیشین وبررسی تشدید سمیت مخلوط آلاینده‌ها در زنجیره غذایی موجودات مختلف، مبنی بر تاثیر مستقیم شوینده های آنیونی بر غشاء فسفولیپیدی سلول و کاتالیزور بودن سورفاکتانتهای آنیونی وتشدید نفوذ پذیری غشاء نسبت به فلزات سنگین، برابری میکند. از نظر آماری بین دو آلاینده cd وLAS+cd از بررسی میزان انتقال و مقدار جذب در حلقه های زنجیره غذایی اختلاف معنی دار آماری مشاهده نمی گردد(p>۰/۰۱). همچنین نتایج آزمون آماری نشان داد بین دو آلاینده cuوLAS+cu از نظر میزان انتقال و مقدار جذب در حلقه های زنجیره غذایی اختلاف معنی دار آماری مشاهده نمی گردد (p>۰/۰۱). لازم بذکر است، آبهای طبیعی انواع مختلف آلودگی را از منابع مختلف دریافت میکنند. از اینرو ارزیابی اثرات مجموعه آلاینده ها بر موجودات آبزی مناسب تر از سنجش سمیت انفرادی این آلاینده‌ها بصورت یک به یک بر موجودات میباشد. این مسئله بخاطر اثرات مختلفی است که عملکرد مخلوط آلاینده‌ها ایجاد مینماید ودر نتیجه فشار غیر مترقبه ای بر زندگی آبزیان ایجاد مینماید. لذا با توجه به ورود فاضلابهای شهری، صنعتی وکشاورزی در استان گیلان که بدون هیچگونه محدودیتی وارد رودخانه ها، تالاب ونهایتا دریای خزر می شوند و حیات موجودات زنده را به خطر می اندازد، می بایست تمامی شهر ها ومراکز صنعتی مجهز به سیستم های تصفیه فاضلاب گردند.

منابع

۱- تهرانی فرد، ا. ۱۳۷۹. تعیین LC۵۰ شوینده‌های آنیونی خطی و سم دیازینون بر ماهی سفید و سیم دریای خزر. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تربیت مدرس نور.

۲- 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 تربیت مدرس نور.

۳- شاپوری، م. ۱۳۸۲. اثرات حاد فلز مس و تعیین Lc۵۰ آن بر تغییرات بافت های عضله، گنادها و کبد کپور معمولی. پایان نامه کارشناسی ارشد.

۴- فلاحی، م. ۱۳۷۷. بررسی آزمایشگاهی اثر شوینده‌ها (الکیل بنزن سولفانات خطی) بر روی تغییر برخی پلانکتون های تالاب انزلی، مرکز تحقیقات شیلات گیلان.

۵- قاسم علوی، ن. ۱۳۷۸. تاثیر فلزات سنگین کادمیوم، سرب و روی بر برخی جلبک های سبز و سبز آبی، پایان نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۶- کردوانی، پ. ۱۳۷۳. اکوسیستم های طبیعی جلد دوم

۷- وفایی، م. ۱۳۷۹. بررسی و تعیین عناصر سنگین (Fe, Ni, Cu, Pb, Cd, Co) در دو گونه از ماهیان سفید و کپور در سواحل جنوبی دریای خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد.

8- Finny, D., 1971. Probit analysis cambridge, Cambrige univ. press: 1-333.P:97-131

9- Konar, S and Mullick, S. 1993. Pollution of natural water bodies by industrial effluents and heavy metals.Marine Pollution journal,Vol:23,No:1

10- Miller,D.E,Green,J.C. & Shiroyama, T. 1978. The Selenustrum capricornutum Printz algal assay bottle test: experimental design, application and data interperation protocol, P.126.us Epa 600/956-78-018/Corvallis. OR.P:86-97

11- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 1984. Alga growth inhibition test, Test Guideline No.201.0ECD Guidelines for testing of chemicals.Paris. P:154-163

12- Solon,J.M 1996.The effect of sublethal concentration of LAS on the acute toxicity of various insecticides to the fathead minnow. Auatic Toxicology, Vol: 29, No:3