# تعيين غلظت كشنده ($LC_{50}$.96h) فلزات سنگين سرب، روي و كادميوم بر بچه ماهي شيپ ( *Acipenser nudiventris* )

مجيد محمد نژاد شموشكي[1]*، شعبانعلي نظامي[2]، عباس اسماعيلي ساري[3]، حسين خارا[4]، ذبيح اله پژند[5]

۱- دانش‌آموخته كارشناسي ارشد شيلات، دانشگاه آزاد اسلامي لاهيجان، لاهيجان
۲- استاديار پژوهشي، سازمان تحقيقات شيلات ايران، تهران
۳- دانشيار، گروه محيط زيست، دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي، دانشگاه تربيت مدرس، نور
۴- استاديار گروه شيلات، دانشگاه آزاد اسلامي لاهيجان، گروه شيلات، لاهيجان
۵- مربي پژوهشي، انستيتو تحقيقات بين‌المللي ماهيان خاوياري رشت، بخش اكولوژي، رشت

## چكيده

آثار سميت حاد فلزات سنگين سرب، روی و كادميوم بر بچه ماهی (۱–۳g) شيپ ( *Acipenser nudiventris* ) در بهار سال ۱۳۸۴ بررسی شد. برای اين منظور آزمايشها با ۵ تيمار، ۳ تكرار و يک شاهد در آكواريومهای ۲۰L، براساس روش O.E.C.D و به صورت ساكن اجرا شدند. درون هر آكواريوم ۱۰ عدد بچه ماهی شيپ رهاسازی شدند. طبق نتايج به دست آمده $LC_{50}$ ،96h سرب، روی و كادميوم بترتيب ۷۳/۸۲۵، ۲۱/۵۸۰ و ۰/۰۸۳mg/L تعيين گرديدند. ضمن اينكه حداكثر غلظت مجاز(MAC) سرب، روی و كادميوم برای بچه ماهی شيپ بترتيب ۷/۳۸۲، ۲/۱۵۸ و ۰/۰۰۸mg/L محاسبه شدند.

**كليد واژگان**: ماهی شيپ ( *Acipenser nudivenrtis* )، سرب، روی، كادميوم، $LC_{50}$، 96h.

## ۱- مقدمه

هر جا سخن از آلودگی محيط زيست به ميان می‌آيد آنچه كه بيش از هر چيز اذهان را متوجه خود می‌سازد آلودگی آب است. با توجه به تحقيقات به عمل آمده بيشترين مقادير فلـزات در اكوسيستمهای آبـی به عناصری مانند مس، روی، كاميوم، جيوه و سرب مربوط می‌باشد[۱]. همچنين بررسيهای انجام شده بيانگر جهت‌گيری اين عناصر به طرف افزايش مقادير آنها در بافتهای ماهيان خاوياری طی سالهای اخير است[۲]. اين در حالی است كه تاكنون هيچگونه عملكرد بيولوژيكی برای فلزاتی مانند سرب، كادميوم و جيوه شناخته

* نويسندهٔ مسؤول مقاله: تلفن: ۰۹۱۱۱۷۷۴۸۳۴ ، E-mail: majid_m_sh@yahoo.com



Archive of SID
www.SID.ir

نشده است و ورود هرگونه غلظتی از این عناصر به اکوسیستمهای آبی می‌تواند باعث نابودی یا کاهش گونه‌های خاص در آبزیان و بهم خوردن تـوازن اکـولوژیکی[1] شده و موجبات زوال زیستی اکوسیستم را فراهم سازد[۱، ۳].

ماهی شیپ (*Acipenser nudiventis*) یکی از مهمترین گونه‌های ماهیان خاویاری دریای خزر می‌باشد که با توجه به تلاشهای مستمری که برای تأمین و حفظ ذخایر آنها در دریای خزر با تولید چند صدهزار قطعه بچه ماهی انگشت قد در سال و رهاسازی آن به رودخانه‌های منتهی به دریای خزر انجام می‌شود، اما میزان صید آن طی سالهای اخیر رو به کاهش نهاده است. این امر گویای کاهش جدی ذخایر آن در دریای خزر است. با توجه به بررسیهای به عمل آمده عوامل مختلفی می‌توانند در این امر دخیل باشند اما مهمترین عاملی که امروزه بیشترین توجه محافل علمی را به خود جلب کرده است آلودگی محیط زیست بویژه افزایش روزافزون فاضلابهای صنعتی حاوی ترکیبات مختلف آلاینده‌های پایدار فلزات سمی است که در راستای توسعه صنعتی و پیشرفت بشر قرار دارد. فلزات سنگین به عنوان مهمترین ترکیبات پسابهای صنعتی می‌توانند نقش اساسی در تخریب و نابودی اکوسیستمهای آبی و آبزیان داشته باشند. امروزه تحقیقات در خصوص تداخل فلزات سنگین و موجودات آبزی بویژه ماهیان به دلیل افزایش روز افزون این عناصر در اثر فعالیتهای صنعتی و سرازیر شدن فاضلابهای مربوط به آن به محیطهای آبی تشدید یافته است، اما این سؤال که چه مقدار از غلظت این عناصر می‌تواند حیات آبزیان را به مخاطره اندازد باید مورد تحقیق محققان قرار گیرد. بنابراین در این تحقیق سمیت حاد[2] فلزات سنگین شامل سرب، روی و کادمیوم از نظر وجود مقادیر قابل توجه آنها در فاضلابها و پسابهای صنعتی و همچنین وجود غلظتهای مختلف آنها در محیطهای آبی و سمیتی که ایجاد می‌کنند بر روی ماهیان ۱–۳g شیپ [۳، ۴]، مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲- مواد و روش کار

بچه ماهیان شیپ انگشت قد (۱–۳g) حاصل تکثیر مصنوعی (سال ۱۳۸۳) مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی گرگان برای مشخص کردن آثار سمیت حاد ۹۶h .$LC_{50}$ فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم استفاده شد. به همین منظور در زمان رهاسازی بچه ماهیان انگشت قد به رودخانه گرگانرود، طی چند مرحله تعدادی از این بچه ماهیان به بخش و نیرو این کارگاه انتقال داده شدند تا برای انجام آزمایشهای مربوط مورد استفاده قرار گیرند. بچه ماهیان برای سازگار شدن با شرایط محیط به مدت ۵ تا ۷ روز در داخل ونیرو نگهداری و با غذای زنده (دافنی) تغذیه شدند. برای انجام آزمایشهای تشخیص سمیت، بچه ماهیان خاویاری درون آکواریومهایی به حجم ۲۰L آب رهاسازی شدند (۱۰ قطعه بچه ماهی ۳g در هر آکواریوم). آب مورد استفاده برای انجام این آزمایشها به دلیل حلالیت پایین فلزات سنگین آب با سختی ۸۰ –۱۲۰mg/L بود. بر اساس روشO.E.C.D [۵] این سموم روی بچه ماهیان با تیمار و تکرارهای مختلف برای تعیین محدوده غلظتهای کشنده و آزمایش بقا، در نظر گرفته شدند. براساس محاسبات لگاریتمی و تکرار مجدد آزمایشها برای هر سم ۵ تیمار و یک شاهد به‌دست آمد. مطابق تیمارهای فوق آزمایش نهایی به روش آب ساکن انجام شد. در دورهٔ آزمایش حرکات و رفتار ماهیان به‌طور

1. Ecological equilibrium
2. Acute toxicity



Archive of SID

www.SID.ir

شبانـه روزی بررسی شد. بعد از کسب نتایج نهایی (LC۱۰، LC۵۰ وLC۹۰ طـی ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت) اطلاعـات حاصل طبق روش آماری Probit [۶] مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و میزان حداکثر غلظت مجاز (MAC) (میزان $LC_5$، 96h تقسیم بر۱۰) [۵] و درجه سمیت مشخص شدند.

## ۳- نتایج

### ۳-۱- سرب

پس از انجام آزمایشهای ابتدایی به منظور یافتن محدوده غلظت سرب، سرانجام محدوده غلظتهای۷۰ mg/L– ۷۸ تعیین گردید (جدول ۱). براساس آزمایشهای انجام شده مقادیر LC۱۰، LC۵۰ وLC۹۰ در ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت سرب بر بچه ماهیان شیپ اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد حداکثر غلظت مجاز این فلز نیزmg/L ۷/۳۸۲ می‌باشد (جدول ۲). علائم ظاهری آثار سرب بر بچه ماهیان نشان داد که در غلظتهای پایین، ماهیان شنای غیر عادی داشتند و در غلظتهای بالا افزایش فعالیت و تحریک‌پذیری، عدم تعادل، روشن شدن رنگ پوست، تشکیل موکوس روی پوست، شنای عمودی، بیرون‌زدگی چشم، تشکیل لکه‌های خونی در اطراف چشم و ناحیه زیر شکم، پرخونی آبششها و انحنای ستون فقرات مشاهده گردید.

### ۳-۲- روي

نتایج بررسیهای انجام شده درخصوص تعیین غلظت روی نشان داد که غلظتهای ۱۵–mg/L ۳۰ به عنوان محدوده کشنده می‌تواند روی بچه ماهیان شیپ آزمایش شود (جدول ۳).

براساس محاسبات انجام شده مقادیرLC۱۰، LC۵۰ وLC۹۰ سم روی بر بچه ماهیان شیپ طی ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت اندازه‌گیری شدند. همچنین حداکثر غلظت مجاز این سم نیزmg/L ۲/۱۵۸ تعیین شد (جدول ٤). بچه ماهیانی که در معرض فلز سنگین روی قرار گرفته بودند علائم غیرطبیعی بروز ندادند، اما پس از گذشت مدتی حالت بیقراری، شنای نامتعادل و سریع از خود نشان دادند. سپس رنگ پوست ماهیان به روشنی گرایید و موکوس روی پوست افزایش یافت؛ ضمن اینکه انحنای ستون فقرات و پرخونی آبشش نیز در بعضی از ماهیان مورد آزمایش مشاهده شد.

### ۳-۳- کادمیوم

نتایج بررسیهای انجام شده درخصوص تعیین غلظت کادمیوم نشان داد که غلظتهای ۰/۰۱ mg/L– ۰/۵ به عنوان محدوده کشنده می‌تواند روی بچه ماهیان شیپ آزمایش شود (جدول ۵). براساس محاسبات انجام شده مقادیر LC۱۰، LC۵۰ وLC۹۰ کادمیوم بر بچه ماهیان شیپ در زمانهای تعیین شده اندازه‌گیری گردید و حداکثر غلظت مجاز این سم ۰/۰۰۸mg/L محاسبه شد (جدول ۶).

بچه ماهیانی که در معرض کادمیوم قرار گرفته بودند علائم غیر طبیعی بروز ندادند، اما پس از گذشت مدتی حالت بی‌قراری، شنای نامتعادل و سریع از خود نشان دادند. سپس رنگ پوست ماهیان به روشنی گرایید و موکوس روی پوست افزایش یافت؛ ضمن اینکه انحنای ستون فقرات و پرخونی آبشش نیز در بعضی از ماهیان مورد آزمایش ملاحظه شد.



Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱ تعیین محدوده کشندگی فلز سنگین سرب بر مرگ و میر بچه ماهیان ۳g-۱ شیپ (میانگین ۳ تکرار) (۱۰ قطعه بچه ماهی)

| تیمار | غلظت (mg/l) | ۲۴ ساعت | | ۴۸ ساعت | | ۷۲ ساعت | | ۹۶ ساعت | | تغییرات نسبت به شاهد | | | | لگاریتم غلظت فلز سنگین | Prpbit Value | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | مرده (تعداد) | زنده (تعداد) | مرده (تعداد) | زنده (تعداد) | مرده (تعداد) | زنده (تعداد) | مرده (تعداد) | زنده (تعداد) | ۲۴ ساعت | ۴۸ ساعت | ۷۲ ساعت | ۹۶ ساعت | | ۲۴ ساعت | ۴۸ ساعت | ۷۲ ساعت | ۹۶ ساعت |
| شاهد | ۰ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۹/۳۳ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۶۶ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۳/۴۹۳ |
| I | ۷۰ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۰/۳۳ | ۹۶/۶ | ۱ | ۹ | ۰ | ۰ | ۰ | ۳/۳۳ | ۱/۸۴۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۳/۱۶۱ |
| II | ۷۱/۹۲ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۹۶/۶ | ۲/۳۳ | ۳/۶۷ | ۳/۳۳ | ۶/۶۷ | ۰ | ۰ | ۳/۳۳ | ۳/۳۳ | ۱/۸۵۶ | ۰ | ۳/۱۶۱ | ۳/۳۳۵ | ۴/۵۶۸ |
| III | ۷۳/۸۹ | ۰ | ۱۰ | ۱/۳۳ | ۸/۶۷ | ۳/۶۶ | ۶/۳۴ | ۵ | ۵ | ۰ | ۱۳/۳ | ۳/۳۳ | ۳/۶۶۶ | ۱/۸۶۸ | ۰ | ۳/۸۸۷ | ۴/۶۵۷ | ۵ |
| IV | ۷۵/۹۹ | ۱ | ۹ | ۱/۶۶ | ۸/۳۴ | ۵ | ۵ | ۶/۶۶ | ۳/۳۴ | ۱۰ | ۱۶/۶۶۶ | ۵۰ | ۶۶/۶۶ | ۱/۸۸۰ | ۳/۷۱۸ | ۴/۰۲۹ | ۵ | ۵/۴۲۸ |
| V | ۷۸ | ۲/۳۳ | ۷/۶۷ | ۳ | ۷ | ۷ | ۳ | ۹ | ۱ | ۲۳/۳۳ | ۳۰ | ۷۰ | ۹۰ | ۱/۸۹۲ | ۴/۲۷۱ | ۴/۲۷۵ | ۴/۵۲۴ | ۶/۲۸۱ |

جدول ۲ غلظتهای کشنده ($LC_{50}$، $LC_{10}$ و LC ۹۰) فلز سنگین سرب طی ۴ روز بر بچه ماهی شیپ

| | غلظت کشندگي (mg/l) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ۲۴ ساعت | ۴۸ ساعت | ۷۲ ساعت | ۹۶ ساعت |
| LC | ۷۷/۳۳۸ | ۷۵/۰۸۸ | ۷۰/۷۷۸ | ۶۹/۶۴۷ |
| LC۱۰ | ۷۹/۵۵۳ | ۷۷/۸۲۷ | ۷۵/۵۶۳ | ۷۳/۸۲۵ |
| LC۵۰ | ۸۱/۸۳۲ | ۸۰/۶۶۵ | ۸۰/۶۷۲ | ۷۸/۲۵۳ |
| LC۹۰ | | | | |

Archive of SID



www.SID.ir

www.SID.ir

**جدول ۳** تعیین محدوده کشندگی فلز سنگین روی بر مرگ و میر بچه ماهیان ۳g-۱ شیپ (میانگین ۳ تکرار) (۱۰ قطعه بچه ماهی)

| تیمار | غلظت (mg/l) | ۲۴ ساعت | | ۴۸ ساعت | | ۷۲ ساعت | | ۹۶ ساعت | | تغییرات نسبت به شاهد | | | | لگاریتم غلظت فلز سنگین | Prpbit Value | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | مرده (تعداد) | زنده (تعداد) | مرده (تعداد) | زنده (تعداد) | مرده (تعداد) | زنده (تعداد) | مرده (تعداد) | زنده (تعداد) | ۲۴ ساعت | ۴۸ ساعت | ۷۲ ساعت | ۹۶ ساعت | | ۲۴ ساعت | ۴۸ ساعت | ۷۲ ساعت | ۹۶ ساعت |
| شاهد | ۰ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۰/۶۶ | ۹/۳۳ | ۰ | ۰ | ۰ | ۶/۶۶ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۳/۴۹۳ |
| I | ۱۵ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۰/۶۶ | ۹/۳۳ | ۱/۳۳ | ۸/۶۷ | ۰ | ۰ | ۶/۶۶ | ۱۳/۳۳ | ۱/۱۷۶ | ۰ | ۰ | ۳/۴۹۳ | ۳/۸۸۷ |
| II | ۱۷/۸۴ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۰/۳۳ | ۹/۶۷ | ۳/۳۳ | ۶/۶۷ | ۰ | ۰ | ۳/۳۳ | ۳۳/۳۳ | ۱/۲۵۱ | ۰ | ۰ | ۳/۱۶۱ | ۴/۵۶۸ |
| III | ۲۱/۲۱ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۰/۳۳ | ۹/۶۷ | ۴/۶۶ | ۵/۳۴ | ۰ | ۰ | ۳/۳۳ | ۴۶/۶۶ | ۱/۳۲۶ | ۰ | ۰ | ۳/۱۶۶ | ۴/۹۱۴ |
| IV | ۲۵/۲۳ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۰/۳۳ | ۹/۶۷ | ۶ | ۴ | ۰ | ۰ | ۳/۳۳ | ۶۰ | ۱/۴۰۱ | ۰ | ۰ | ۳/۱۶۱ | ۵/۲۵۳ |
| V | ۳۰ | ۸ | ۲ | ۸/۳۴ | ۸/۶۶ | ۸/۶۶ | ۱/۳۴ | ۸/۶۶ | ۱/۳۴ | ۸۰ | ۸۶/۶۶ | ۸۶/۶۶ | ۸۶/۶۶ | ۱/۴۷۷ | ۵/۸۴۱ | ۶/۱۰۷ | ۶/۱۰۷ | ۶/۱۰۷ |

**جدول ۴** غلظتهای کشنده (LC۱۰، LC۵۰ و LC ۹۰) فلز سنگین روی طی ۴ روز بر بچه ماهی شیپ

| LC | غلظت کشندگي (mg/l) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ۲۴ ساعت | ۴۸ ساعت | ۷۲ ساعت | ۹۶ ساعت |
| LC۱۰ | ۳۰/۸۹۶ | ۳۰/۱۶۳ | ۱۵/۴ | ۱۳/۹۹۸ |
| LC۵۰ | ۳۷/۳۴۱ | ۳۶/۲۲۷ | ۲۳/۵ | ۲۱/۵۸۰ |
| LC۹۰ | ۴۵/۱۲۹ | ۴۳/۲۳۷ | ۳۵/۹ | ۳۳/۲۷ |





Archive of SID

**جدول ۵** تعیین محدوده کشندگی فلز سنگین کادمیوم بر مرگ و میر بچه ماهیان ۳g-۱ شیپ (میانگین ۳ تکرار) (۱۰ قطعه بچه ماهی)

| تیمار | غلظت (mg/l) | ۲۴ ساعت | | ۴۸ ساعت | | ۷۲ ساعت | | ۹۶ ساعت | | تغییرات نسبت به شاهد | | | | لگاریتم غلظت فلز سنگین | Prpbit Value | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | مرده (تعداد) | زنده (تعداد) | مرده (تعداد) | زنده (تعداد) | مرده (تعداد) | زنده (تعداد) | مرده (تعداد) | زنده (تعداد) | ۲۴ ساعت | ۴۸ ساعت | ۷۲ ساعت | ۹۶ ساعت | | ۲۴ ساعت | ۴۸ ساعت | ۷۲ ساعت | ۹۶ ساعت |
| شاهد | ۰ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۰/۶۶ | ۹/۳۳ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۳/۴۹۳ |
| I | ۰/۰۱ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۰/۳۳ | ۹/۶۷ | ۱/۳۳ | ۸/۶۷ | ۰ | ۰ | ۶/۶۶ | ۱۳/۳۳ | -۲ | ۰ | ۰ | ۳/۴۹۳ | ۳/۸۸۷ |
| II | ۰/۰۲۷ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۰/۳۳ | ۹/۶۷ | ۳/۳۳ | ۶/۶۷ | ۰ | ۳/۳۳ | ۱۳/۳۳ | ۳۳/۳۳ | -۱/۵۶۸ | ۰ | ۳/۱۶۱ | ۳/۸۸۷ | ۴/۵۶۸ |
| III | ۰/۰۷ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۰/۶۶ | ۹/۳۴ | ۴/۶۶ | ۵/۳۴ | ۳/۳۳ | ۶/۶۶ | ۱۳/۳۳ | ۴۶/۶۶ | -۱/۱۵۴ | ۳/۱۶۱ | ۳/۴۹۳ | ۳/۸۸۷ | ۴/۹۱۴ |
| IV | ۰/۱۹ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۱ | ۹ | ۶ | ۴ | ۳/۳۳ | ۶/۶۶ | ۳۳/۳۳ | ۶۰ | -۰/۷۲۱ | ۳/۱۶۱ | ۳/۴۹۳ | ۴/۵۶۸ | ۵/۲۵۳ |
| V | ۰/۵ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۱/۶۶ | ۸/۳۴ | ۸/۳۳ | ۱/۶۷ | ۶/۶۶ | ۱۳/۳۳ | ۴۶/۶۶ | ۸۳/۳۳ | -/۳۰۱ | ۳/۴۹۳ | ۳/۸۸۷ | ۴/۹۱۴ | ۵/۹۶۶ |

**جدول ۶** غلظتهای کشنده (LC۱۰، LC۵۰ و LC ۹۰) فلز سنگین کادمیوم طی ۴ روز بر بچه ماهی شیپ

| غلظت کشندگي (mg/l) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LC | ۲۴ ساعت | ۴۸ ساعت | ۷۲ ساعت | ۹۶ ساعت |
| LC۱۰ | ۰/۳۸۷ | ۰/۲۱۲ | ۰/۰۲۱ | ۰/۰۰۶ |
| LC۵۰ | ۱/۳۳ | ۰/۹۹۵ | ۰/۷۴۸ | ۰/۰۸۳ |
| LC۹۰ | ۴/۵۸۱ | ۴/۶۴۵ | ۲۶/۰۶ | ۱/۱۱۱ |



www.SID.ir
Archive of SID

## ۴- بحث و نتیجه‌گیری

براساس نتایج به‌دست آمده از آزمایشهای تعیین سمیت حاد فلزات سنگین روی ماهی شیپ مشخص شد که میزان غلظت کشنده فلزات سرب، روی و کادمیوم طی چهار روز متوالی (۹۶ ساعت) برای ۵۰٪ از بچه ماهیان۱– ۳g شیپ بترتیب ۷۳/۸۲، ۲۱/۵۸ و۰/۰۸۳mg/L است. براساس این می‌توان نتیجه گرفت که حداکثر غلظت مجاز (MAC value) شیپ براساس فرمول پیشنهادی TRC (۱۹۸۴) ($LC_{50}$, 96h) تقسیم بر عدد ۱۰) که به عبارتی غلظت غیر مؤثر(NOEC)[1] نیز خوانده می‌شود برای سرب، روی و کادمیوم بترتیب ۷/۳۸۲، ۲/۱۵۸ و ۰/۰۰۸۳mg/L می‌باشد. همچنین حداقل غلظت مؤثر (LOEC)[2] این فلزات که به آن $LC_{10}$, 96h اطلاق می‌شود[۶] بترتیب ۶۹/۶۴۷، ۱۳/۹۹۸ و۰/۰۰۶mg/L تعیین گردید. از نتایج فلزات آزمایش شده پیداست که کادمیوم از میزان سمیت بسیار بالاتری برای ماهی شیپ برخوردار است و در بین فلزات آزمایش شده در رده اول از نظر میزان سمیت قرار دارد. روی و سرب نیز بترتیب در رده‌های دوم و سوم قرار دارند که ممکن است سمیت کمتر فلزات روی و بخصوص سرب به تمایل زیاد آنها برای واکنش با املاح آب بخصوص کربناتها ($CaCO_3$) و در نتیجه رسوب و خارج شدن از ستون آب مربوط شود؛ به همین دلیل با وجود غلظتهای بالای سرب در اکوسیستمهای آبی طبیعی بویژه در رسوبات دریاها تأثیر خاصی بر آبزیان وارد نمی‌کند که مهمترین دلیل ترکیب با ندولهای منگنزی و خارج شدن از ستون آب است[۷، ۸].

تحقیقات انجام شده در مورد ماهیان خاویاری نشان داد که $LC_{50}$, 96h فلزات سنگین سرب، روی و کادمیم بر بچه ماهیان ازون برون با شرایط تقریباً مشابه و سختی ۶۰mg/L بترتیب ۱۲۰/۶۱، ۸/۶۵ و۵/۱mg/L و $LC_{50}$, 96 h برای قره‌برون بترتیب ۱۲۸/۴، ۹/۷ و۴/۱mg/L است[۹].

از طرفی تحقیقات انجام شده در مورد آثار حاد فلزات سنگین بر ماهیان دیگر بیانگر آن است که $LC_{50}$, فلز سرب در ۹۶ ساعت برای ماهی کپور معمولی ۰/۴۴ و ۰/۸mg/L بترتیب برای بچه ماهیان کوچکتر از ۳/۵cm و بزرگتر از ۶cm است [۱۰]. همچنین برای بچه ماهیان انگشت قد فیتوفاگ و آمور بترتیب ۵۰/۴۸ و ۷۲/۲mg/L [۱۱] و برای ماهی آزاد (۸ ماهه) و قزل‌آلای رنگین کمان (۱۶ـ ۹ ماهه) بترتیب ۰/۴۳۸ و ۰/۸۲۵mg/L می‌باشد [۱۲].

با مقایسه داده‌های حاصل محققان دیگر با این تحقیق می‌توان اظهار داشت که از نظر حساسیت گونه‌های مختلف ماهیان در برابر فلز سرب بترتیب " ماهی آزاد > قزل‌آلای رنگین کمان > کپور معمولی > فیتوفاگ > آمور > شیپ> ازون برون > قره برون" بیشترین حساسیت را به خود اختصاص می‌دهند. همانگونه که ملاحظه می‌شود گونه‌های ماهیان خاویاری مقاومتر از آزاد ماهیان و حتی کپور ماهیان می‌باشند. در عین حال تحقیقات انجام شده در مورد آثار حاد فلز روی (Zn) نشان می‌دهد که $LC_{50}$, 96h این فلز برای کپور معمولی (بالغ)، قزل آلای رنگین کمان(۷ cm) و آزاد ماهی چشمه‌ای (جوان) بترتیب ۷/۸، ۱/۱۹ و ۲mg/L [۱۲]، برای بچه ماهی نورس *Chanos chanos* برابر ۱۲mg/L[۱۳]، برای بچه ماهی *Cottus bairdi* برابر ۱۵۶mg/L[۱۴] و برای ماهی جوان Flag fish *(Jardanella floridae)* برابر۱/۵mg/L خواهد بود[۱۵]. بنابراین در مقایسه گونه‌های مختلف ماهیان با ماهی خاویاری شیپ پیداست که بترتیب "Flag fish > قزل آلای رنگین کمان > آزاد ماهی چشمه‌ای > کپور معمولی > ازون برون> قره برون > *Ch. Chanos* > شیپ > *C. bairdi* " از حساسیتهای بالاتری در برابر فلز روی برخوردارند. آزمایشهای مختلف نشان می‌دهند که ماهی شیپ مقاومتر از کپور ماهیان و آزاد ماهیان مورد آزمایش می باشد.

این در حالی است که تحقیقات در مورد فلز کادمیوم نشان می‌دهد که $LC_{50}$, 96h این فلز برای ماهی کپور معمولی ۲/۸۴ و ۴/۵۵۹mg/L بترتیب برای بچه ماهیان نورس و انگشت قد [۱۶]، برای قزل‌آلای رنگین کمان (بالغ) و آزاد ماهی چشمه‌ای (۱۰۰g) بترتیب ۰/۰۳۲ و ۳/۱۱mg/L [۱۲]،

1. No observed effect concentration
2. Lowest observed effect concentration



Archive of SID
www.SID.ir

برای بچه ماهی انگشت قد فیتوفاگ و آمور بترتیب۰/۷۱۱ و ۱/۰۴۲mg/L [۱۱]، برای ماهیان جوان *Labeo rohita* برابر ۸۹/۵mg/L [۱۷] و برای Flag fish برابر ۲/۵mg/L [۱۵] می‌باشد. برای مقایسه گونه‌های مذکور با ماهی شیپ می‌توان اظهار داشت که حساسیت در برابر فلز سمی و مهلک کادمیوم بترتیب در گونه‌های "قزل‌آلای رنگین کمان > شیپ > فیتوفاگ > آمور > Flagfish > آزاد ماهی چشمه‌ای > قره‌برون > کپور معمولی > ازون برون > *L.rohita* " بیشتر است. چنانکه با وجود مقاومتر بودن ماهیان خاویاری نسبت به آزاد ماهیان در برابر فلز کادمیوم، کپور معمولی از دامنه سمیت مشابهی با شیپ برخوردار می باشد و حتی در این آزمایشها مقاومتر از شیپ نشان می دهد.

## ۵- سپاسگزاري

از جناب آقای مهندس فخرالدین رئیس محترم تکثیر و پرورش شهید مرجانی گلستان، کارشناسان محترم آن کارگاه مهندس قزل، مهندس یزدانی، مهندس شهریاری، آقایان غفار نظری، عبدالرحمان جرجانی، دکتر ولی الله جعفری شموشکی، مهندس عطاء الله گلعلی پور و مهندس زارع کارشناسان آزمایشگاه محیط زیست استان گلستان، آقای مهندس درویشی مدیر عامل محترم شرکت زمزم گرگان، آقای مهدی زنده دل مسؤول دفتر مهندس درویشی، مهندس جعفر میرزایی، دکترعبدالکریم کشاورز مدیر گروه محترم محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان، آقایان حمید محمدنژاد، محسن خلیلی، مهندس عمادالدین شموشکی و مهندس مظاهر جعفرنیا نهایت سپاسگزاری و تشکر را داریم.

## ۶- منابع

[۷] اسماعیلی ساری ع.؛ آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست؛ انتشارات نقش مهر؛ ۱۳۸۱؛ صص. ۸۲-۸۶، ۸۸، ۱۲۸_ ۱۲۷، ۱۴۶.

[۸] ثنائی غ.؛ سم شناسی صنعتی (جلد اول)؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۷۵؛ صص. ۱۷۳-۲۴۷.

[۹] میرزائی ج.؛ تعیین $LC_{50}$96h عناصر سنگین مس و روی، سرب و کادمیوم بر روی بچه ماهیان قره برون و ازون برون؛ *پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات*؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان؛ ۱۳۸۳؛ صص. ۱-۴.

[10] Alam M. K ., Maughan O. E.; «Acute toxicity of heavy metals to common carp *(Cyprinus carpio)*»; *Journal*. 1995; A30 (8): 1807 – 181.

[۱۱] زمینی ع.؛ تعیین غلظت کشنده $LC_{50}$ ،۹۶h فلزات سنگین سرب و کادمیوم روی دو گونه کپور ماهیان چینی آمور و فیتوفاک؛ *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*؛ دانشگاه آزاد واحد لاهیجان؛ ۱۳۷۵؛ ۵۲ ص.

[1] Rand G. M.; Fundamentals of aquatic toxicology. Second edition, Ecological Services Inc. 1995; 23, 338.

[2] Pavelieva L. G., Zimacov I. E., Komarova A.V., Golik E. M.; Some aspects of influence of antropogenic pollution on sturgeon in the Volga – Caspian region Ibidem; 1990; pp. 45 – 52.

[۳] امیدی س.؛ بررسی میزان فلزات سنگین در آبهای ساحلی استان بوشهر؛ مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، مرکز تحقیقات شیلاتی خلیج فارس بوشهر؛ ۱۳۷۶؛ صص. ۲-۴ و ۲۶-۲۹.

[۴] شمس ا.؛ مطالعه فلزات سنگین تالاب انزلی؛ *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ ۱۳۷۲؛ صص. ۵-۶.

[5] T.R.C.; O.E.C.D.Guideline for Testing of Chemical Section 2, Effects on biotic systems; 1984; pp: 1-39.

[6] Finney D.; Probit Analysis Cambridge Univ, Press. 1990; pp. 1 –222.

Archive of SID



www.SID.ir

[12] Mance G.; Pollution threat of heavy metals in aquatic environments, Elsvier Science Publishers LTD; 1990; pp. 32 – 123.

[13] Herrera A. A., Amparado E. A, Santos M. D.; «Laboratory studies on the effect of heavy metals *(Zn andCu)* and on organophosphate (Gusathion) on *Chanos chanos*». *Journal* – eds; Vp.; 1995.

[14] Woodling J., Brinkman S., Albeke S.; Acute and chronic toxicity of zinc to the mottled sculpin (*Cottus bairdi)*. *Journal*; 2002; 21 (9): pp. 1922 – 1926.

[15] Spehar R. L.; Cadmium and zinc toxicity to flagfish *(Jardanella floridae)*. *Journal*; 1976; 33 (9): pp. 1939 – 1945.

[16] Ramesha A. m., Guptha T. R. C., Katti R. J., Gowda G., Lingdhal C.; «Toxicity of cadmium to common carp *(cyprinus carpio)*». *Journal*; 1996; 14 (2): pp. 329 – 333.

[17] Dutta T. K., Kaviraj A.; «Acute toxicity of cadmium to fish *Labeo rohit*a and copepod *Diatomus forbesi* pre-exposed to KMnO sub (4)». *Journal*; 2001; 42 (8): 955 – 958.

Archive of SID



www.SID.ir