بررسی اثر غلظت های گوناگون کلرید جیوه بر بافت عضلانی ماهی کُلمه دریای خزر *Rutilus rutilus* در شرایط آزمایشگاهی

سعید محمدزاده باران [*۱]، غلامحسین وثوقی [۲]، علی ماشینچیان مرادی [۳]، فاطمه عباسی [٤] ،پرگل قوام‌مصطفوی [٥]

چکیده

تاثیر غلظت های مختلف جیوه بر روی میزان تغییرات بافتی ماهی کُلمه (*Rutilus rutilus*) در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. گونه ماهی کُلمه (*Rutilus rutilus*) از ایستگاه تحقیقات شیلات روستای قره سو واقع در بندر ترکمن تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. بعد از نگهداری نمونه‌ها در آکواریوم به مدت ٤٨ ، ٩٦ و ١٤٤ ساعت در معرض غلظت-های ۱۰ ، ۳۰ و ۵۰ میکرو گرم بر لیتر جیوه قرار داده شدند. نمونه‌ها در زمان‌های ذکر شده، از آکواریوم‌های شاهد و تیمار خارج سپس بافت‌های عضلانی آن‌ها جهت تعیین آسیب‌های بافتی استخراج شدند. لام‌های آماده شده پس از رنگ‌آمیزی با عدسی ۱۰ و ٤٠ میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفتند. آسیب‌های بافتی از قبیل تغییرات در خطوط، تغییرات هسته‌ای، تورم ابری، دژنرسانس هیالن، دژنرسانس دانه‌ای، نکروز در بافت عضلانی ماهیانی که در معرض غلظت‌های مختلف جیوه قرار داشتند، مشاهده شد. به این صورت که در غلظت ۱۰ میکرو گرم بر لیتر جیوه حداقل آسیب بافتی مشاهده شد ولی با افزایش زمان در غلظت‌های ۳۰ و ۵۰ میکرو گرم بر لیتر جیوه حداکثر آسیب بافتی مشاهده شد.

کلمات کلیدی : بافت عضلانی، جیوه، ماهی کُلمه (*Rutilus rutilus*) ، دریای خزر

مقدمه

در بین فلزات سنگین، جیوه فلزی منحصر به فرد است که در طبیعت دارای اشکال فیزیکی و شیمیایی مختلفی می باشد. با توجه به ماهیت شیمیایی جیوه و زمان قرار گرفتن در معرض این فلز میزان تأثیرات جیوه بر موجود زنده متغییر است [۱۱]. شناسایی آلاینده‌ها و اثر آن بر مکانیسم‌های فیزیولوژیکی از مسائل مهم علم توکسیکولوژی به شمار می‌رود. فاضلاب‌های صنعتی که وارد رودخانه‌ها و دریا می‌شوند حاوی ترکیبات مختلفی از جیوه می‌باشند. جیوه و ترکیبات آن منجر به آلودگی آب شده و اثرات مختلفی در ماهی ایجاد کرده که غلظت مشخصی از آن نهایتاً مرگ ماهی را موجب می-شود.یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین راه‌هایی که می‌توان میزان آلودگی محیط (اکوسیستم‌های آبی) و اثرات سوء آن بر موجودات را مطالعه کرد روش‌های بررسی تغییرات بافتی آبزیان در نتیجه تأثیر فلزات سنگین می‌باشد. امروزه انواع گوناگونی از ترکیبات شیمیایی به اکوسیستم‌های آبی وارد شده‌اند که می‌توانند اثرات خطرناک زیادی بر موجودات آب شیرین و دریایی داشته باشند. مهمترین این مواد شامل فلزات سنگین، ترکیبات نفتی، آفت‌کش‌های کلره و هیدروکربن‌های آروماتیک هالوژن‌دار می‌باشند که به راحتی می‌توانند در بدن

*- نویسنده مسئول مکاتبات(SMB_64@yahoo.com)

۱- دانش آموختهٔ کارشناسی ارشد رشته بیولوژی دریا – جانوران دریا

۲- استاد و عضو هیأت علمی تمام وقت گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی

۳- استادیار و عضو هیأت علمی تمام وقت گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی

٤- استادیار و عضو هیأت علمی تمام وقت گروه زیست شناسی ،دانشگاه الزهرا

۵- استادیار و عضو هیأت علمی تمام وقت گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی

Archive of SID

www.SID.ir

موجودات آبزی تجمع کنند. در بین این مواد فلزات سنگین به صورت گسترده در محیط زیست آبی پخش شده‌اند.

با توجه به این که، آلاینده جیوه اثرات بسیار مخرب و سویی بر پیکرهٔ اکوسیستم‌های آبی داشته و خسارات جبران ناپذیری را به بار آورده است، لذا بررسی میزان تأثیر آن بر اکوسیستم-های آبی و دریایی دارای اهمیّت زیادی می‌باشد. این آلاینده تأثیرات بسیار نامطلوبی بر ویژگی‌های اکوسیستمی، میزان تولید مثل موجودات این مناطق، نحوه پراکنش ، بقا و به طور کلی حیات آن‌ها داشته است. این آلاینده بسیار سرطان‌زا و جهش‌زا بوده و امروزه از راه‌های مختلف و به مقادیر بسیار زیادی وارد اکوسیستم‌های آبی و دریایی شده است.

مطالعات هیستوپاتولوژی؛ روش ارزشمندی برای ارزیابی آثار محیطی بسیاری از آلاینده ها روی ماهیها می باشند. [۱۰] در شرایط آزمایشگاهی آلاینده های مختلف باعث ایجاد آسیبهای بافتی مشخصی در اندامهای ماهیها می شوند که با تعیین این نوع آسیبها، از آنها می توان به عنوان نشانگر زیستی به منظور بررسی وجود آلاینده ها در اکوسیستمهای طبیعی استفاده کرد [۷]. تأثیرات هیستوپاتولوژی جیوه بر اندامهای مختلف نظیر کبد، کلیه، آبشش، اپی تلیوم بویایی و طحال ماهیانی که در آب دارای جیوه غیر آلی قرار گرفته‌اند، مطالعه شده است [۷ و ۵].

خلیج گرگان و رودخانه‌های اطراف آن محل ورود پسابهای کارخانجات می‌باشد و از طرفی این منطقه محل تخمریزی یا زمستان گذرانی برخی ماهیان از جمله ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*) است. به دلیل اینکه این ماهی در اوایل زنجیره غذایی قرار داشته و طعمه خوبی برای ماهیان با ارزشی مانند ماهی سوف و اردک ماهی است، ارزش اکولوژیکی بسیاری دارد و نیز در پرورش ماهیان خاویاری مورد استفاده قرار می-گیرد و همچنین این ماهی ارزش اقتصادی هم دارد. لذا بررسی تأثیر جیوه و ترکیبات آن بر بافت عضلانی کلمه حائز اهمیت است. با توجه به اینکه کار بافت شناسی روشی مناسب، دقیق و قابل اطمنیان است می‌توان با کمک این روش به آثار نامطلوب فلزات سنگین بر آبزیان پی برد.

مواد و روش کار

مواد شیمیایی و لوازم مورد نیاز

۱-کلرید جیوه $HgCl_2$ ۲- بچه ماهی کلمه انگشت قد *Rutilus rutilus* ۳- آکواریوم و وسایل جانبی مانند سنگ هوا و پمپ هوا ٤- ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ گرم ٥- بالن ژوژه ٦- سمپلر و سر سمپلر ۷- ارلن ۸- pH سنج شرکت Horiba ساخت آلمان ۹- ست تشریح مانند پنس و قیچی ۱۰- همزن مغناطیسی و مگنت ۱۱- میکروسکوپ نوری ۱۲- دستگاه میکروتوم مدل روتاری ۱۳- دستگاه آماده سازی بافت Auto technicon ساخت شرکت پژوهش ١٤- دستگاه رنگ آمیزی (tissue staining)

شرایط ایده آل برای انجام مراحل آزمایش در مجتمع آزمایشگاهی (آزمایشگاه بیولوژی دریا) دانشگاه علوم و تحقیقات تهران بررسی شد. دمای داخل آزمایشگاه بین ۲۷ تا ۲۹ درجه سانتیگراد اندازه گیری شد.

تعداد ۲۰۰ قطعه ماهی کلمه انگشت قد از ایستگاه تحقیقات شیلات روستای قره سو واقع در بندر ترکمن تهیه و به آکواریوم stock آزمایشگاه منتقل گردیدند. این ماهیان به مدت ۷ روز در آکواریوم در آب سالم نگهداری شدند تا با شرایط جدید سازش یابند. در این مدت با غذای کنسانتره (بیومار شناور) تغذیه شده و هر روز یک سوم حجم آب آکواریوم Stock تعویض می‌شد. طول و وزن ۲۰ ماهی کلمه انگشت قد مورد سنجش قرار گرفت. میانگین وزنی ماهیان مورد آزمایش ۵/۵ گرم و میانگین طولی آن‌ها ۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

تعداد ٤ آکواریوم که از قبل با آب و سنگ نمک به خوبی ضد عفونی شده بود یک هفته قبل از آزمایش (برای اینکه آب کلرزدایی شود) توسط آب لوله کشی آبگیری شدند. دمای آب بین ۲۱ تا ۲۲ درجه سانتیگراد ، میزان اکسیژن محلول آن ۷ mg/lit و pH آن نیز ۷/٤٥ اندازه گیری شد.

از غلظتهای ۱۰، ۳۰ و ۵۰ میکرو گرم بر لیتر کلرید جیوه سه تیمار تهیه شد. به علاوه یک آکواریوم شاهد نیز تهیه گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

بعد از گذشت ٤٨ ساعت از هر آکواریوم ، ٣ قطعه ماهی برداشت شد. همین عمل بعد از ٩٦ و ١٤٤ ساعت نیز انجام گردید. بلافاصله بعد از برداشت هر ماهی در زمان های مشخص شده ابتدا عضله ماهی (عضله زیرین باله پشتی) جدا گردید. سپس برای فیکس کردن نمونه ها در تیوپ هایی که حاوی محلول فرمالین ١٠٪ بود قرار گرفت. ٢٤ ساعت قبل از قراردادن در دستگاه پاساژ تیوب ها از فرمالین تخلیه شدند و آب جایگزین فرمالین گردید. مراحل آبگیری (dehydration) ، شفاف سازی (clearing) و آغشته گری به پارافین مذاب (Impregnation) بافتها در دستگاه پاساژ انجام شد. سپس مرحله قالب گیری (Blocking) انجام گردید و سپس از قالبها توسط دستگاه میکروتوم برش هایی به ضخامت ٦ میکرون تهیه شد. پس از آن مرحله رنگ آمیزی (Staining) انجام شد و سپس مرحله Mounting صورت گرفت. لامهای تهیه شده توسط عدسی ١٠ و ٤٠ میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ٥٠ مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفت. تمام مراحل فوق مجدداً سه مرتبه تکرار شد.

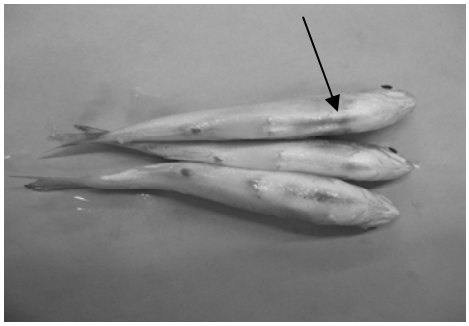
محاسبات آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های آماری توسط نرم افزار Excel انجام شد. از آنالیز رگرسیون و محاسبات ضریب همبستگی جهت بررسی ارتباط میان غلظت جیوه و میزان آسیب‌دیدگی بافتی استفاده گردید.

نتایج

مشاهده حالات و رفتار ماهیان مسموم در اثر کلرید جیوه

در ساعات اولیه آزمایشها، ماهیان در تمامی غلظت ها حرکات سریع داشتند. پس از گذشت زمان به حالت اولیه برگشتند ولی تند تر از حالت عادی تنفس می کردند. در نهایت فعالیت آنها کاهش یافته و در کف آکواریومها به حالت وارونه قرار گرفتند. در ماهیان مرده، ریختن فلسها، بیرون زدگی چشم و خونریزی خفیف زیر جلدی در سر، شکم و کناره باله های سینه ای مشاهده گردید. در غلظت ١٠ میکرو گرم بر لیتر جیوه، حالت مسمومیت درماهیان کمتر مشاهده گشت ولی با افزایش غلظت جیوه حالت مسمویت افزایش یافت.



شکل ١: خونریزی زیر جلدی در ناحیه شکم

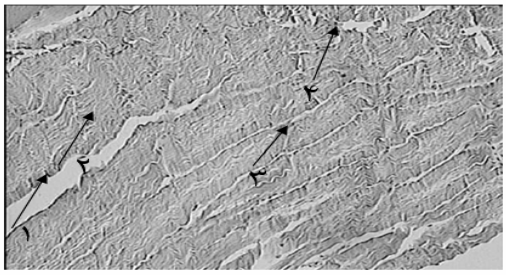
شکل ٢: بیرون‌زدگی چشم‌ها

نتایج حاصل از بافت عضلانی

پس از گذشت ١٤٤ ساعت تقریباً هیچ اختلالی در بافت عضلانی ماهیان شاهد مشاهده نشد. رشته های ماهیچه ای به طور منظم در کنار یکدیگر قرار داشته و فاصله بین دوکهای عضلانی وجود داشته و هسته ها به طور منظم در طول رشته های عضلانی قرارداشتند (شکل ٣).

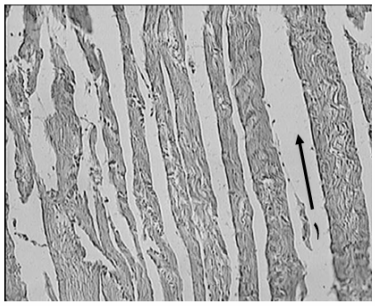
Archive of SID

www.SID.ir



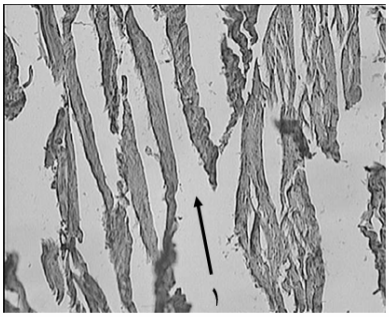
شکل ۳: تصویر میکروسکوپی از بافت عضلانی شاهد (X500)
۱-رشته های ماهیچه ای
۲- میو فیبریل
۳- هسته
۴- سارکوپلاسم

در بافت عضلانی ماهیان تیمار شده با غلظت ۱۰ میکرو گرم بر لیتر طی ٤٨ ساعت تغییرات اندکی در خطوط ماهیچه ای مشاهده شد (شکل ٤).



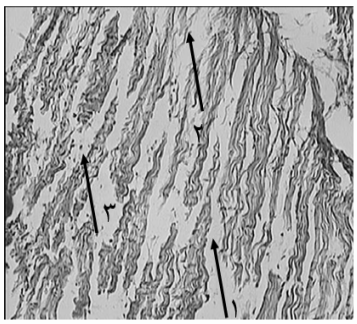
شکل ۴: تصویر میکروسکوپی از بافت عضلانی -غلظت ۱۰ میلیگرم بر لیتر- ۴۸ ساعت (X500)
۱-تغییرات در خطوط

افزایش تغییرات در خطوط و نکروز در بافت عضلانی ماهیان تیمار شده با غلظت ۳۰ میکرو گرم بر لیتر طی ٤٨ ساعت با شدت بیشتری نسبت به غلظت ۱۰ میکرو گرم بر لیتر در زمان ٤٨ ساعت مشاهده شد (شکل ٥).



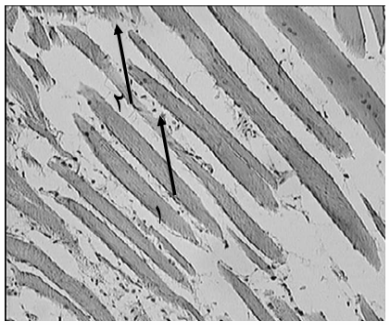
شکل ۵: تصویر میکروسکوپی از بافت عضلانی –غلظت ۳۰ میلیگرم بر لیتر-۴۸ ساعت (X500)
۱-افزایش تغییرات در خطوط

در بافت عضلانی ماهیان تیمار شده با غلظت ۵۰ میکرو گرم بر لیتر طی ٤٨ ساعت افزایش تغییرات در خطوط و نکروز و تغییرات هسته ای با شدت بیشتری نسبت به غلظت ۱۰ و۳۰ میکرو گرم بر لیتردر زمان ٤٨ ساعت مشاهده شد (شکل ٦).



شکل ۶: تصویر میکروسکوپی از بافت عضلانی –غلظت ۵۰ میلیگرم بر لیتر - ۴۸ ساعت (X500)
۱-تغییرات در خطوط ۲-نکروز ۳-تغییرات هسته ای

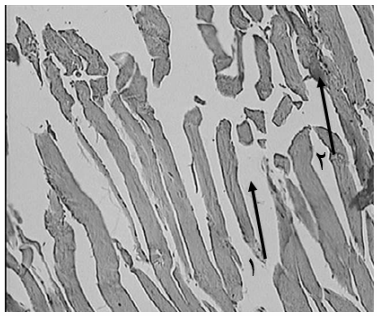
در بافت عضلانی ماهیان تیمار شده با غلظت ۱۰ میکرو گرم بر لیتر طی ۹٦ ساعت تغییرات هسته ای و نکروز به طور خفیف ولی با شدت بیشتری نسبت به غلظت۱۰ میکرو گرم بر لیتر در زمان ٤٨ ساعت مشاهده شد (شکل ۷).



شکل ۷: تصویر میکروسکوپی از بافت عضلانی –غلظت ۱۰ میلیگرم بر لیتر –۹۶ ساعت (X500)
۱-تغییرات هسته ای ۲-نکروز

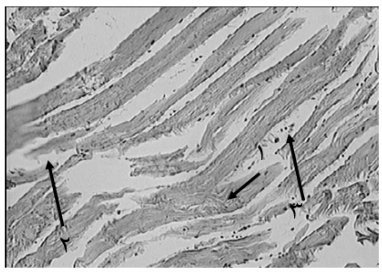
در بافت عضلانی ماهیان تیمار شده با غلظت ۳۰ میکرو گرم بر لیتر طی ۹٦ ساعت تغییرات در خطوط، تورم ابری، نکروز و تغییرات هسته ای با شدت بیشتری نسبت به غلظت ۱۰ و ۳۰ میکرو گرم بر لیتر در زمان٤٨ ساعت و غلظت ۱۰ میکرو گرم بر لیتردر زمان ۹٦ ساعت مشاهده شد (شکل ۸).

www.SID.ir



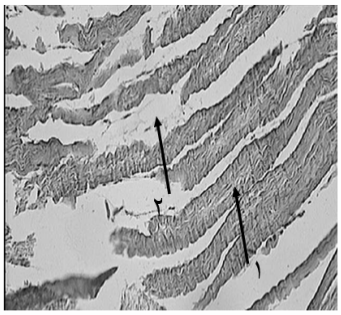
شکل ۸: تصویر میکروسکوپی از بافت عضلانی – غلظت ۳۰ میلیگرم بر لیتر – ۹۶ ساعت (X500)
۱- تغییرات در خطوط ۲- تورم ابری

در بافت عضلانی ماهیان تیمار شده با غلظت ۵۰ میکرو گرم بر لیتر طی ۹۶ ساعت تورم ابری، دژنرسانس هیالن و دژنرسانس دانه ای نیز علاوه بر تغییرات در خطوط و تغییرات هسته ای با شدت بیشتری نسبت به غلظت ۱۰ و ۳۰ میکرو گرم بر لیتر در زمان های ۴۸ و۹۶ ساعت مشاهده شد (شکل ۹).



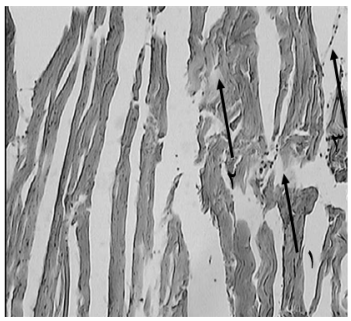
شکل ۹: تصویر میکروسکوپی از بافت عضلانی – غلظت ۵۰ میلیگرم بر لیتر – ۹۶ ساعت (X500)
۱- تورم ابری ۲- دژنرسانس هیالن ۳- دژنرسانس دانه ای

در بافت عضلانی ماهیان تیمار شده با غلظت ۱۰ میکرو گرم بر لیتر طی ۱۴۴ ساعت نکروز، تورم ابری و تغییرات در خطوط به طور خفیف ولی با شدت بیشتری نسبت به غلظت۱۰ میکرو گرم برلیتر در زمان های ۴۸ و ۹۶ ساعت مشاهده شد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: تصویر میکروسکوپی از بافت عضلانی – غلظت ۱۰ میلیگرم بر لیتر – ۱۴۴ ساعت (X500)
۱- نکروز ۲- تورم ابری

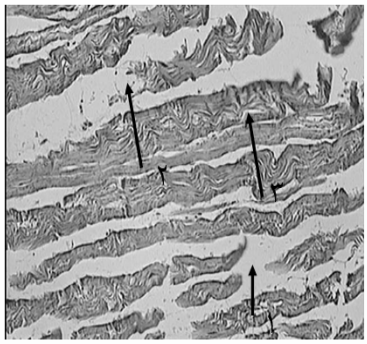
در بافت عضلانی ماهیان تیمار شده با غلظت ۳۰ میکرو گرم بر لیتر طی ۱۴۴ ساعت، تغییرات در خطوط، تورم ابری، نکروز، تغییرات هسته ای، دژنرسانس دانه‌ای با شدت بیشتری نسبت به غلظت ۱۰ و ۳۰ میکرو گرم بر لیتر در زمان های ۴۸ و۹۶ ساعت مشاهده شد (شکل۱۱)



شکل ۱۱: تصویر میکروسکوپی از بافت عضلانی – غلظت ۳۰ میلیگرم بر لیتر – ۱۴۴ ساعت (X500)
۱- تورم ابری ۲- نکروز ۳- دژنرسانس دانه ای

در بافت عضلانی ماهیان تیمار شده با غلظت ۵۰ میکرو گرم بر لیتر طی ۱۴۴ ساعت تغییرات در خطوط، تورم ابری، دژنرسانس هیالن، تغییرات هسته ای و دژنرسانس دانه ای به طور شدیدتری نسبت به تمامی غلظتها و زمان های ذکر شده مشاهده شد (شکل ۱۲).

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱۲: تصویر میکروسکوپی از بافت عضلانی –غلظت ۵۰ میلیگرم بر لیتر - ۱۴۴ ساعت (X500)
۱-تغییرات در خطوط ۲-تورم ابری ۳-دژنرسانس هیالن

جدول ۱ نشان دهنده کلیه تغییرات هیستوپاتولوژیکی مشاهده شده در سلول‌های عضلانی ماهی کلمه طی زمان‌های ٤٨ ، ٩٦ و ١٤٤ ساعت ودر معرض قرار گیری در غلظت‌های ۰ ، ۱۰ ، ۳۰ و ۵۰ میکروگرم بر لیتر جیوه می‌باشد

تعداد آسیب‌های بافتی عضله در نمونه‌های شاهد (غلظت صفر) برابر صفر و در غلظت‌های ۱۰ در ساعات ٤٨ ، ٩٦ و ١٤٤ به ترتیب برابر ۱ ، ٤ و ۵ مشاهده شد (نمودار۱).

همبستگی نقاط به دست آمده برای میزان آسیب‌دیدگی بافت عضله زیاد ۱+ (۰/۷۹٦+) اندازه‌گیری شد که نشان‌دهنده شیب پیوسته و صعودی آسیب‌دیدگی است (نمودار۲).

تعداد آسیب‌های بافتی عضله در نمونه‌های شاهد (غلظت صفر) برابر صفر و در غلظت‌های ۳۰ در ساعات ٤٨ ، ٩٦ و ١٤٤ به ترتیب برابر ۵ ، ۵ و ٦ مشاهده شد (نمودار۳).

همبستگی نقاط به دست آمده برای میزان آسیب‌دیدگی بافت عضله زیاد ۱+ (۰/۷۲۸+) اندازه‌گیری شد که نشان‌دهنده شیب پیوسته و صعودی آسیب‌دیدگی است (نمودار٤).

تعداد آسیب‌های بافتی عضله در نمونه‌های شاهد (غلظت صفر) برابر صفر و در غلظت‌های ۵۰ در ساعات ٤٨ ، ٩٦ و ١٤٤ به ترتیب برابر ٦ ، ٦ و ٦ مشاهده شد (نمودار۵).

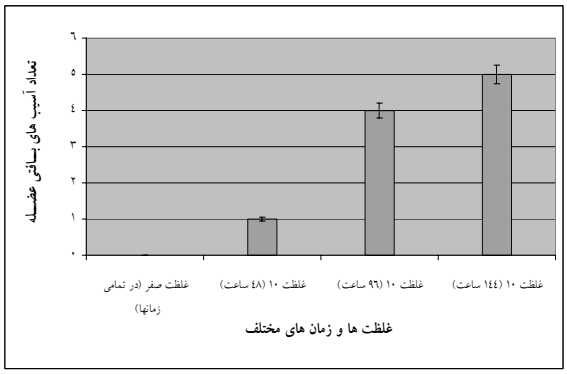
همبستگی نقاط به دست آمده برای میزان آسیب‌دیدگی بافت عضله نسبتاً زیاد ۱+ (۰/٦+) اندازه‌گیری شد که نشان‌دهنده شیب پیوسته آسیب‌دیدگی است (نمودار٦).

جدول ۱: تغییرات هیستوپاتولوژیکی در سلول های عضلانی (عضلات زیرین باله پشتی) ماهی کلمه

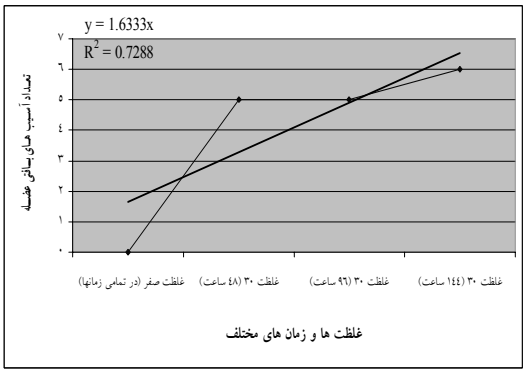
غلظت (µg Hg/L)	زمان(h)	تغییرات در خطوط	تغییرات هسته ای	تورم ابری	دژنرسانس هیالن	دژنرسانس دانه ای	نکروز
۰	٤٨	-	-	-	-	-	-
۰	٩٦	-	-	-	-	-	-
۰	١٤٤	-	-	-	-	-	-
۱۰	٤٨	+	-	-	-	-	-
۱۰	٩٦	+	+	-	+	-	+
۱۰	١٤٤	+	+	+	+	-	+
۳۰	٤٨	+	+	+	+	-	+
۳۰	٩٦	+	+	+	+	-	+
۳۰	١٤٤	+	+	+	+	+	+
۵۰	٤٨	+	+	+	+	+	+
۵۰	٩٦	+	+	+	+	+	+
۵۰	١٤٤	+	+	+	+	+	+

(-) مشاهده نشده (+) مشاهده شده

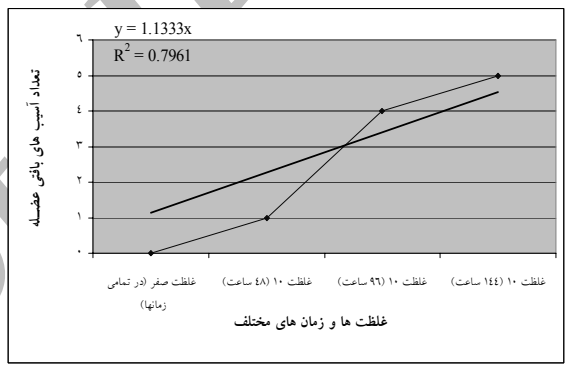
Archive of SID
www.SID.ir



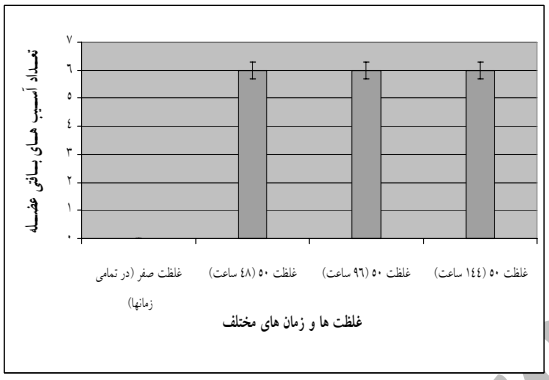
نمودار۱: تعداد آسیبهای بافت عضلانی بر حسب غلظت و زمان



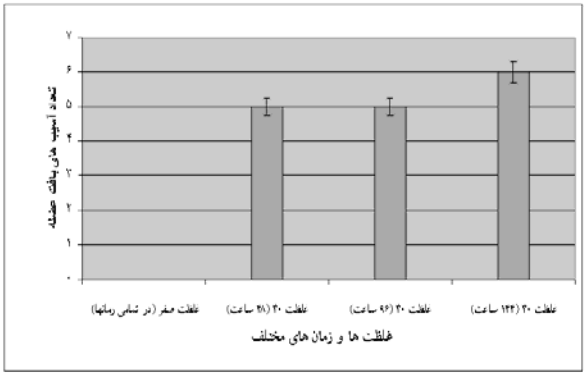
نمودار٤ : نمودار آنالیز رگرسیون و ضریب همبستگی



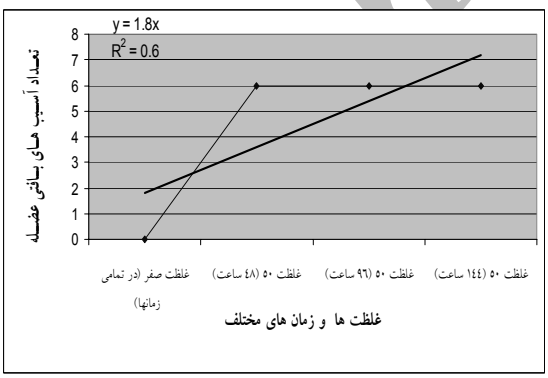
نمودار۲: نمودار آنالیز رگرسیون و ضریب همبستگی



نمودار۵: تعداد آسیبهای بافت عضلانی بر حسب غلظت و زمان



نمودار۳: تعداد آسیبهای بافت عضلانی بر حسب غلظت و زمان



نمودار٦: نمودار آنالیز رگرسیون و ضریب همبستگی

www.SID.ir

بحث

با وجود انجام تحقیقات فراوان در مورد آثار هیستوپاتولوژیک فلزات سنگین روی ساختار کلیه و آبشش در ماهیان مختلف، تعداد تحقیقات روی آثار جیوه محدود بوده است.

جیوه باعث تخریب یا تغییر شکل بافت عضلانی ماهی شده و باتوجه به افزایش غلظت جیوه میزان آسیب بافتی افزایش می-یابد که نتایج حاصل از مطالعه حاضر نیز فرضیات فوق را تأیید می‌کند. به این صورت که مطالعات بافت شناسی روی عضله ماهی کلمه که تحت تیمار جیوه با غلظت ppb ۱۰ در دمای آب c ۲۱° قرار گرفته بودند نشان داده که آسیب وارده به آن پس از گذشت ٤٨ ساعت قابل تشخیص است . این در حالی است که عوارض ناشی از تیمار جیوه با غلظتهای ppb ۳۰ و ۵۰ بسیار شدید تر بوده است..

قرار گرفتن ماهی گورخری (Zebra) در جیوه محلول باعث آسیب به بافت عضلانی شامل نکروز و آتروفی شده است [۸].

نتایج مطالعه حاضر روی کبد و عضله ماهی کلمه علاوه بر نتایج این محققان آسیبهای دیگری را نیز نشان داده است. دما نیز می تواند به دلیل بالابردن سطح متابولیسم و افزایش میزان جذب جیوه عامل تعیین کننده ای باشد [۹].

در این خصوص مطالعات انجام شده روی گونه *Trichomyterus zonatus* نیز بیانگر مؤثر بودن عامل دما و همچنین کوچکتر بودن اندازه ماهیان مورد مطالعه بر عوارض ناشی از قرار گرفتن در معرض جیوه غیر آلی است [۷].

نتایج حاصل از مطالعه حاضر روی عضله ماهی کلمه شامل تغییرات در خطوط (خطوط رشته های ماهیچه ای نا مشخص شده یا کلاً ناپدید می گردند)، تغییرات هسته‌ای (شامل تغییر اندازه و تعداد و موقعیت هسته ها)، تورم ابری (در اثر تغییرات در سیتوپلاسم ایجاد و با ناپدید شدن خطوط همراه است) دژنرسانس هیالین (کروماتین هسته متراکم شده و خطوط ماهیچه های ناپدید می شوند)، دژنرسانس دانه ای (سارکوپلاسم دانه دار شده و تعداد زیادی توده های ائوزینوفیلی غیر منظم در داخل سارکولم مشاهده می گردند)، نکروز (سیتوپلاسم در تمام قسمتهای سلول های نکروزه یکنواخت بوده و هسته آن کوچک شده و کروماتین اطراف آن متراکم می گردد).

در سال ۱۳۸۵ فروغی و همکارانش همبستگی طول و وزن را با تراکم جیوه در بافت های کبدی، عضله و پوست ماهی سفید در سواحل مرکزی خزر جنوبی مطالعه کردند. در این بررسی با استفاده از دستگاه آنالیزور جیوه متوسط غلظت جیوه در بافت‌های عضله، کبد و پوست به ترتیب برابر ppb ٨٤٩/٤ ، ppb ٦٧٠/٩ و ppb ٤٩٣/٧ اندازه‌گیری شد. با توجه به بیماریهای مشاهده شده در غلظت بالا ۵۰ppb در تحقیق حاضر، آثار نامطلوب غلظتهای جیوه را در بدن ماهی سفید می‌توان پیش بینی کرد [۱].

در تحقیقی Liao و همکارانش درسال ۲۰۰٦ تجمع و اثرات تخریبی متیل جیوه بر بافتهای کبد و ماهیچهٔ گونهٔ *Orizias latipes* در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند. در این آزمایش تجمع غلظت ppm ۰/۰۳ در بافت کبدی نمونه‌ها مشاهده شده در صورتیکه مقادیر متیل جیوه در بافت ماهیچه-ای بسیار کم بود. این ترکیب (متیل جیوه) بعد از جذب، تغیرات بافتی زیادی را از قبیل تورم، واکوئله شدن، تراکم هسته‌ای و دژنرسانس در نمونه های کبد ایجاد کرد نتایج مطالعه حاضر نیز مشابه نتایج مطالعه فوق میباشد که این امر نشان دهنده اثرات سمی جیوه خصوصاً بر روی بافت کبدی است[٦].

Carvalho و همکارانش در سال ۲۰۰٦ تأثیرات نامطلوب جیوه را که در بافت ماهی تحت غلظتهای مختلف تجمع پیدا کرده بود مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق غلظت ppm ۰/۲ از جیوه باعث تجمع این ترکیب به صورت متیل در بافتهای مختلف ماهی شده و بیماریای گوناگونی ایجاد کرده است که نتایج این مطالعه مشابه نتایج تحقیق حاضر میباشد [٤].

در سال ۲۰۰٦ Agah و همکارانش غلظت جیوه و متیل جیوه را در ماهیان خلیج فارس و دریای خزر اندازه‌گیری کردند. در

Archive of SID

www.SID.ir

این مطالعه محدودهٔ غلظت جیوه بین ppm ۰/۰۱ تا ppm ۰/۰۸ اندازه‌گیری شد. با نگاهی به نتایج تحقیق حاضر غلظت‌های به دست آمده تقریباً نزدیک به غلظت‌های اندازه-گیری شده در مطاله فوق می‌باشد. با توجه به اینکه در سه غلظت ppb ۱۰ ، ppb ۳۰ و ppb ۵۰ جیوه اثرات نامطلوب بافتی و بیماری‌های گوناگون مشاهده شد احتمال بروز آسیبهای بافتی ناشی از تجمع جیوه در بافت‌های نمونه‌های خلیج فارس و دریای خزر به راحتی قابل پیش بینی است

البته میزان تأثیرپذیری از فلز جیوه و آسیب‌های بافتی ایجاد شده به سن، اندازه و گونه ماهی نیز بستگی دارد [۳].

نتیجه گیری کلی اینکه در دوزهای مورد مطالعه (ppb ۵۰ و ۳۰ ، ۱۰) آسیبهای زیادی به سلول ها وارد شد که این آسیبها در دوز ۱۰ حداقل بوده و با افزایش دوز شدت می یابند. هر چه مدت زمان در معرض قرار گرفتن جیوه نیز افزایش یابد تأثیرات تخریبی وارد بر بافتها افزایش می یابد.

در تحقیقی میزان جیوه در آب دریای خزر ppb ٤/٥ اندازه گیری شد [۲]. این میزان کمتر از ۱/۲ اندازه جیوه در تیمار پایین تحقیق حاضر ppb ۱۰ است بنابراین می توان گفت که گرچه وجود این میزان جیوه در آب دریای خزر در دراز مدت برای ماهیان کلمه بی تأثیر نیست اما حد آسیبهای بافتی ایجاد شده می تواند بسیار ناچیز باشد.

منابع

۱- فروغی، ر.، اسماعیلی‌ساری، ع.،و قاسم‌پوری، م. ۱۳۸۵.،و مقایسه همبستگی طول و وزن با تراکم جیوه در اندامهای مختلف ماهی سفید سواحل مرکزی خزر جنوب، دانشگاه تربیت مدرس نور،۲۹ تا ٥٤.

۲- یزدانی، ل. ۱۳۸٤، سنجش الودگی جیوه در بافت‌های ماهی کفال طلایی (*Liza auratus*) سواحل غربی استان مازندران، پایان نامه کارشناشی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، ۳٤ تا ٦۱.

3- Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S.M.R., Baeyens, W. 2006, Total Mercury and Methyl Mercury Concentrations in Fish from the Persian Gulf and the Caspian Sea. Water Air Soil Pollution, 181: 95–105pp.

4- Carvalho, S.D., Lombardi, J.V., Paiva, M. J. T. R., França-Monkolski., J.G., Ferreira J.R. ,2006, Bioaccumulation of Mercury in Fish Exposed to Experimentally Contaminated Water and Sediment, Bull. Environ. Contam. Toxicol. 77: 854–860pp.

5- Filenko, O.F., Xihua, D., Xulong, C., and Yuqi, Z. 1989, Distribution of mercury in the tissues of carp and its biological effects. Hydrobiol. J, 24 : 64-68 pp.

6- Liao, Ch., Fu, J., Shi, J., Zhou, Q., Yuan, Ch., Jiang, Gu. 2006. Methylmercury accumulation, histopathology effects, and cholinesterase activity alterations in medaka (*Oryzias latipes*) following sublethal exposure to methylmercury chloride. Environmental Toxicology and Pharmacology 22: 225–233 pp.

7- Ribeiro, O. C.A., Belger, E., Rouleau, C. 2002. Histopathological evidence of organic mercury and methyl mercury toxicity in the arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Environmental Research, 90 : 2-217 pp

8- Ribeiro, O., Nathalie, M., S., Gonzalez, P., Yannick, D., Jean-Paul, B., Boudou, A., Massabuau, J.,2007, Effects of dietary methylmercury on zebrafish skeletal muscle fibres. Environmental Toxicology and Pharmacology. 25: 304–309 pp.

9- Ribeiro, O., Torres, R.F. 1995, Acute effects evaluation of inorganic mercury on epidermis of *trichomycterus brasiliensis*. toxicant Environ saf, 32 : 260-266 pp.

10- S.J., Adams, S.M., Hinton, D.E. 1997, Histopatologic biomarkers in feral fresh water fish papulations exposed to different types of contaminant stress. Aquatic Toxicological, 37:51-70 pp.

Archive of SID

www.SID.ir

11. Zalups, R.K., 2000, Molecular interactions with mercury in the kidney. Pharmacological Reviews, 52 : 31-48 pp.

Archive of SID

www.SID.ir