بررسی آسیب شناسی آبشش ماهی بیاح (*Liza Abu*) تحت تاثیر آلودگی آب خور موسی

زهرا سلیمانی*[۱]، نگین سلامات[۱]، علیرضا صفاهیه[۱]، احمد سواری[۱]، محمدتقی رونق[۱]

چکیده

آلودگی دریا یکی از نگرانی‌های اصلی کشورهای حاشیه خلیج فارس است که روزانه مقادیر زیادی از آلاینده‌هایی نظیر مواد نفتی وفلزات سنگین را دریافت می‌دارد. در این مطالعه تغییرات هیستوپاتولوژی آبشش جهت ارزیابی تاثیر آلودگی آب خور موسی بر سلامتی ماهی بیاح *Liza Abu* مورد استفاده قرار گرفت. در این راستا از پنج ایستگاه در خور موسی شامل :۱) پتروشیمی، ۲) جعفری، ۳) اسکله نفتی مجیدیه، ٤) غزاله و ٥) زنگی نمونه‌برداری از ماهی بیاح انجام شد. آبشش‌های ۵۰عدد ماهی بیاح به آرامی برداشته و پس از ثبوت در محلول بوئن و طی مراحل معمول تهیه مقاطع بافتی، قالبگیری و برش داده شدند. مقاطع بافتی ٥ میکرومتری پس از رنگ آمیزی با هماتوکسیلین/ ائوزین، با استفاده از میکروسکوپ نوری بررسی گردید. تغییرات پاتولوژیکی مشاهده شده عبارت بودند از: هیپرتروفی و هیپرپلازی سلول‌های اپیتلیالی، ادم تیغه‌ای، چسبندگی تیغه‌ها، افزایش تراکم سلول‌های موکوسی و کلراید و آنوریسم تیغه‌ای. بررسی شاخص تغییرات هیستوژاتولوژی در آبشش ماهی بیاح در هر ایستگاه نشان داد میزان این شاخص در بافت آبشش در ایستگاه پتروشیمی به طور معنی‌داری از سایر ایستگاه‌ها بیشتر است ($p<0.05$)، که احتمالاً به دلیل آلودگی زیاد این خور به پسماندهای صنایع پتروشیمی و کارخانه کلرآلکالی مجاور آن می‌باشد. کمترین مقدار این شاخص نیز در خور زنگی مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که بررسی تغییرات آسیب‌شناسی، ابزار مناسبی جهت ارزیابی اثر آلاینده‌های محیطی خورموسی بر آبزیان این خور می‌باشند.

واژگان کلیدی: *آبشش، خور موسی، هیستوپاتولوژی، ماهی بیاح*

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۱ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۳۰

مقدمه

خلیج فارس اکوسیستمی نیمه بسته است و آبزیان آن نسبت به تغییرات محیطی به سرعت واکنش نشان داده و با قرار گرفتن در معرض آلودگی‌ها به ویژه فلزات سنگین به شدت آسیب می‌بینند. نیمه بسته و کم عمق بودن اکوسیستم خلیج فارس (متوسط عمق ۳۱ متر) و تبخیر بیشتر از میزان بارندگی و ورودی آب شیرین به آن، موجب ماندگاری آلاینده‌های وارده به آن شده و با توجه به منابع آلاینده‌های مختلف در خلیج فارس، به ویژه آلودگی صنایع پتروشیمی، احتمال بالا بودن میزان آلاینده‌های مختلف، جذب و تجمع آن در بدن آبزیان به ویژه ماهیان منطقه، زیاد است (٤). خور موسی در شمال خلیج فارس و جنوب ایران واقع شده و به علت اینکه این خور راه ارتباطی محدودی با خلیج دارد و خلیج فارس نیز یک منطقه نیمه بسته می‌باشد، آلودگی‌های پایدار از جمله فلزات سنگین طی سالیان درازی در محیط خور باقی مانده و به علت انباشته شدن، این آلودگی‌ها تبدیل به آلودگی‌های محیطی خواهد شد. این امر یکی از عمده‌ترین مشکلات برای سلامت محیط زیست دریایی به شمار می‌رود. استفاده فراوان از حمل و نقل دریایی و همچنین استفاده از ابر کشتی‌ها به منزله صادرات مواد مختلف از جمله مواد غذایی، فراورده‌های نفتی و پتروشیمی و سایر مواد باعث شده تا مواد زائد فراوانی به این اکوسیستم دریایی وارد شده و ثبات چنین محیطی را به مخاطره بیاندازد.

آبشش‌های ماهیان، اندامی برای تنفس، تبادل گاز، تنظیم اسمزی، دفع مواد زائد نیتروژن دار و تنظیم اسید و باز بوده و مستقیماً تحت تاثیر آلاینده‌ها قرار می گیرند. همه عملکردهای فیزیولوژیکی آبشش (تنفس، تنظیم یونی، تنظیم اسید و باز، دفع مواد زائد نیتروژن دار) برای ادامه حیات موجود ضروری

[۱]* - گروه زیست دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
tanin506@yahoo.com

بوده و اختلال در هر یک از آنها منجر به مرگ آن می‌شود (۱۸). اپیتلیوم آبششی دائما در تماس با محیط بوده و یکی از مسیرهای اصلی جذب آلاینده‌های محلول در آب می‌باشد. بدیهی است که هر گونه آسیبی به اپیتلیوم تنفسی، تنفس ماهی را به خطر می‌اندازد. فاصله چند میکرومتری بین آب و خون در آبشش‌ها اگرچه منجر به تسهیل تبادل گاز در مویرگ‌ها می‌شود، ولی بافت آبشش را در معرض انواع تغییرات محیطی قرار می‌دهد. حضور مواد سمی در محیط باعث تغییر در ساختار مورفولوژیک و عملکرد حیاتی آبشش‌ها می‌شود(۱٦). ماهی بیاح در مناطق ساحلی دریا زیست کرده، از لحاظ رژیم غذایی یک ماهی پوسیده خوار بوده و معمولاً از دیتریت ها و موجودات کوچک موجود در شن وگل بستر تغذیه می‌کنند. این ماهی در سراسر خلیج فارس و دریای عمان پراکنده و جزء ماهیان بسیار مناسب جهت مصرف غذایی می باشد و عنوان یک ماهی با ارزش پرورشی شناخته شده است (۲). به علت خطرات بالایی که آلاینده‌ها برای سلامت اکوسیستم منطقه دارا می باشند، به دست آوردن برآوردی از تاثیر آلودگی بر آبزیان به ویژه ماهیان منطقه بسیار مهم می‌باشد. بنابراین با توجه به ارزش غذایی ماهی بیاح و بازار پسند بودن این ماهی تجاری در جنوب کشور، تحقیق حاضر با هدف استفاده از تغییرات پاتولوژیکی جهت بررسی تاثیر آلودگی محیطی بر این گونه ماهی صورت گرفت.

مواد وروش کار

نمونه‌برداری

این تحقیق در قالب مطالعه محیطی In vivo در مهر ماه ۱۳۸۹ انجام شد. ۵۰ قطعه ماهی بیاح به صورت زنده از ۵ ایستگاه در خور موسی شامل ۱) ایستگاه پتروشیمی، ۲) اسکله نفتی مجیدیه، ۳) خور غزاله، ٤) زنگی، ۵) جعفری صید شدند. از هر ایستگاه ۱۰ عدد ماهی بیاح توسط قلاب صید گردید.

لازم به ذکر است که نمونه‌های ماهی شاهد از بندر گناوه تهیه شدند.

در هر بار نمونه‌برداری پس از صید، ماهیان با عصاره گل میخک بیهوش و سپس تشریح شدند. برای نمونه‌گیری از آبشش، ابتدا با احتیاط، کمان‌های آبششی با قطع قسمت بالایی و پایینی کمان جدا و با ذکر نام ایستگاه و شماره هر ماهی، درون ظروف شیشه‌ای درب دار مجزا و حاوی محلول ثبوت بوئن قرار داده شد. جهت مطالعات بافت شناسی، قطعه‌ای از بخش میانی کمان دوم از آبشش سمت راست هر ماهی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین در آزمایشگاه لاشه ماهیان بیومتری شده و وزن بدن هر ماهی به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱g و طول کل بدن با استفاده از تخته بیومتری با دقت ۱mm اندازه‌گیری و ثبت شد.

تهیه مقاطع بافتی

برای تهیه اسلایدهای بافتی، به منظور مطالعه با میکروسکوپ نوری، نمونه بافت‌ها پس از تثبیت، از مراحل آبگیری، شفاف‌سازی، پارافینه شدن عبور داده شدندکه این مراحل با استفاده از دستگاه فرآوری بافت (Tissue processor) مدل RX-11B,tissue tek rotary, Japan تحت برنامه زمان‌بندی شده در آزمایشگاه تحقیقات بافت‌شناسی دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر صورت گرفت. سپس از قالب‌های پارافینه برش‌هایی با ضخامت ۵ میکرومتر تهیه و با روش هماتوکسیلین ـ ائوزین (H&E) و (Periodic Acid Schiff(PAS) رنگ‌آمیزی شدند. در انتها اسلایدهای بافتی به کمک میکروسکوپ نوری مجهز به لنز چشمی DINO LITE مجهز به نرم افزار DINO CAPTURE مورد مطالعه قرار گرفتند(۷).

تعیین شاخص تغییرات هیستوپاتولوژی (Histopathologic alterations index)

به منظور ارزیابی نتایج ، تغییرات هیستوپاتولوژیکی مشاهده شده در بافت‌های آبشش ماهیان بر اساس رده‌بندی انجام شده توسط (۱٦)، از درجه صفر تا سه دسته‌بندی شدند:

۰: هیچگونه تغییرات بافتی صورت نگرفته است.

۱: تغییرات بافتی اندکی شامل تغییراتی هستند که قابل بازسازی و ترمیم بوده و بافت عملکرد طبیعی خود را با بهبود

شرایط محیطی باز می‌یابد. این تغییرات محدود به بخش‌های کوچکی از بافت هستند.

۲: تغییرات بافتی متوسط شامل تغییراتی هستندکه شدیدتر بوده و عملکرد طبیعی بافت را متاثر می‌کنند. این تغییرات اگرچه برگشت پذیر هستند، اما اگر محدوده وسیعی از بافت را درگیر کرده باشند و یا اینکه شرایط آلودگی محیط همچنان ثابت باقی بماند، می‌توانند به تغییرات شدیدی منجر شوند.

۳: تغییرات بافتی شدید شامل تغییراتی هستند که ترمیم آنها حتی در صورت بهبود شرایط محیطی، امکان پذیر نیست.

فرمول زیر جهت تعیین HAI هر بافت استفاده شد (۱۶):

$$HAI = (1\times SI) + (10\times SII) + (100\times SIII)$$

در این فرمول I، II و III مراحل تغییرات بافتی و S به تعداد تغییرات بافتی هر مرحله را نشان می دهد.

مقدار HAI بین ۰ تا ۱۰ نشان دهنده عملکرد طبیعی اندام، بین۱۱ تا ۲۰ نشان دهنده آسیب اندک به اندام مورد نظر، بین ۲۱ تا ۵۰ نشان دهنده تغییرات متوسط اندام و بیشتر از ۱۰۰ نشان دهنده آسیب برگشت ناپذیر اندام می باشد(۱۶).

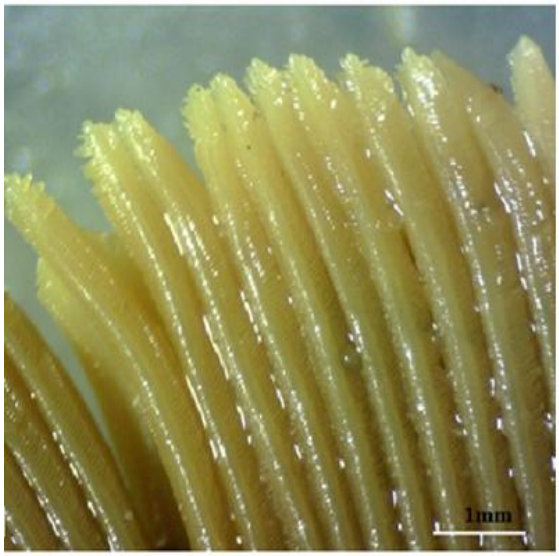
جدول۱ـ تغییرات هیستوپاتولوژیک آبشش. مرحله I: تغییرات بافتی اندک، مرحله II: تغییرات بافتی متوسط، مرحله III: تغییرات بافتی شدید(۱۶)

مرحله آسیب	تغییرات هیستوپاتولوژیکی آبشش
I	هیپرتروفی و هیپرپلازی اپیتلیوم آبششی ـ چسبندگی تیغه‌ها- احتقان خون ـ انبساط مویرگ تیغه‌ای ـ برآمدگی اپیتلیوم آبششی ـ کوتاه شدن تیغه‌ها ـ نفوذ لوکوسیتی خونریزی ـ جداشدن اپیتلیوم تیغه‌ای ـ هیپرتروفی و
II	هیپرپلازی سلول‌های موکوسی ـ هیپرتروفی و هیپرپلازی سلول‌های کلراید
III	آنوریسم ـ نکروز و تخریب سلولی ـ تلانژیکتازی

نتایج

نتایج مورفولوژیک

در مطالعه ماکروسکوپیک نمونه‌های آبشش ماهی بیاح شاهد توسط میکروسکوپ استریو، کمان‌های آبششی و رشته‌های آبششی دارای آرایش منظم بوده و هیچگونه عارضه‌ای مشاهده نشد(نگاره ۱).



نگاره ۱ـ ساختار مورفولوژیک آبشش ماهی بیاح شاهد با رشته‌های آبششی مجزای مشخص و منظم (۷۲۵×).

عمده‌ترین تغییرات مورفولوژیک مشاهده شده در نمونه‌های آبشش ماهیان بیاح جمع‌آوری شده از ایستگاه‌های مختلف شامل افزایش ترشح موکوس، تجمع دبری (سلول‌های مرده و مواد زائد)، از بین رفتن و یا کوتاه شدن بعضی رشته‌های آبششی و به هم ریختگی رشته‌های آبششی بود (نگاره۲). عوارض ذکر شده، در تمام ایستگاه‌ها به جز ایستگاه زنگی حتی با چشم غیرمسلح، قابل مشاهده بود، اما شدت این عوارض در ایستگاه‌های مختلف، متفاوت بود. شدت جراحات ماکروسکوپی در نمونه‌های آبششی ماهیان بیاح در ایستگاه‌های مختلف به ترتیب زیر بود:

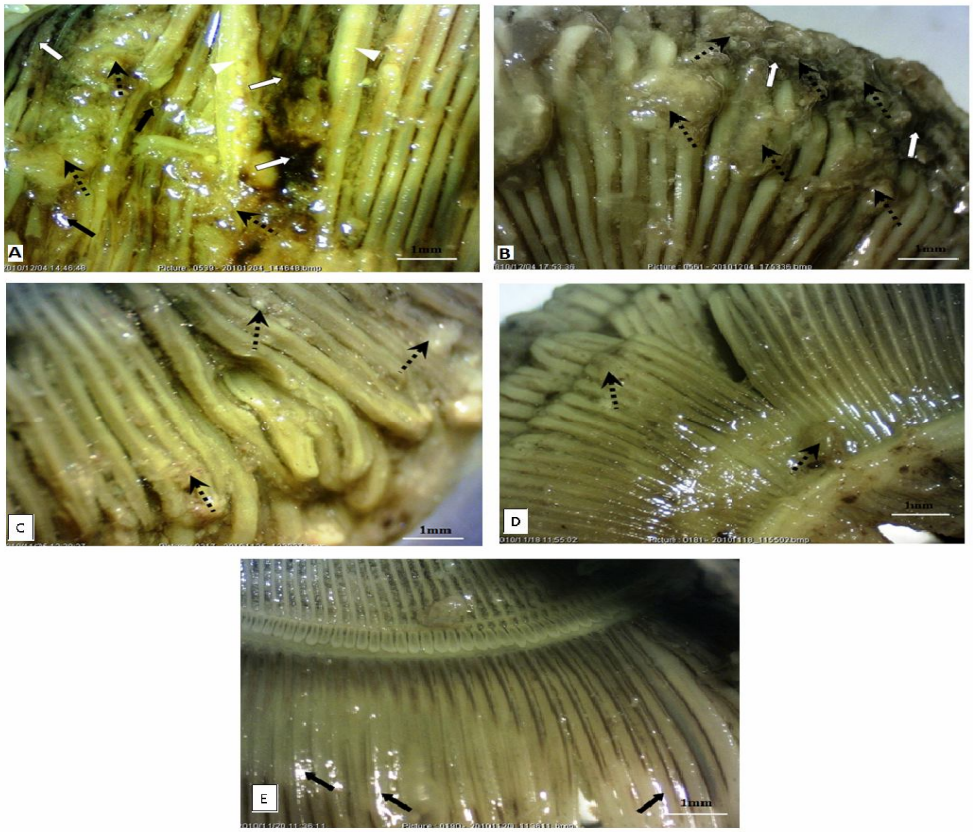
۱- ایستگاه پتروشیمی

۲- ایستگاه مجیدیه

۳- ایستگاه غزاله

٤- ایستگاه جعفری

۵- ایستگاه زنگی

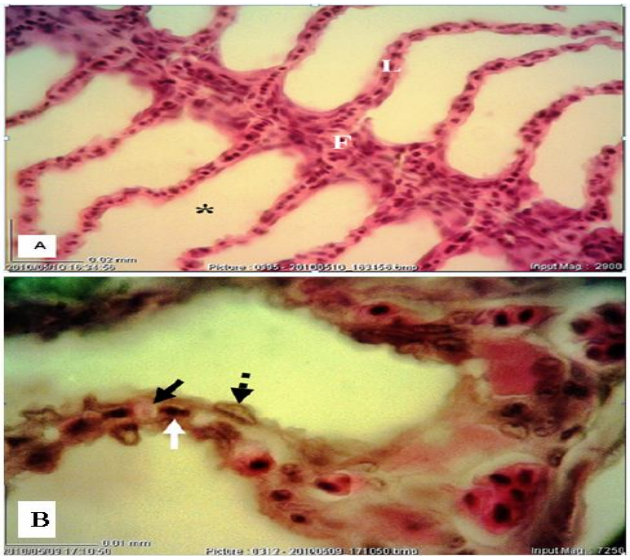


نگاره۲ـ ساختار مورفولوژیک آبشش ماهی بیاح: A.ایستگاه پتروشیمی: پلاک های تیره رنگ بر روی رشته‌ها (پیکان سفید)، افزایش ترشح موکوس (پیکان سیاه)، افزایش تجمعات دبری (پیکان منقطع سیاه)، اتصال و چسبندگی برخی رشته‌ها (سر پیکان سفید) (x۷۲۵); B.ایستگاه مجیدیه: پلاک های تیره رنگ بر روی رشته‌ها (پیکان سفید)، افزایش تجمعات دبری (پیکان منقطع سیاه)(x۷۲۵); C.ایستگاه غزاله; افزایش تجمعات دبری (پیکان منقطع سیاه)(x۷۲۵)؛ D.ایستگاه جعفری: افزایش تجمعات دبری (پیکان منقطع سیاه) (x۷۲۵);E.ایستگاه زنگی:افزایش ترشح موکوس(پیکان سیاه)(x۷۲۵).

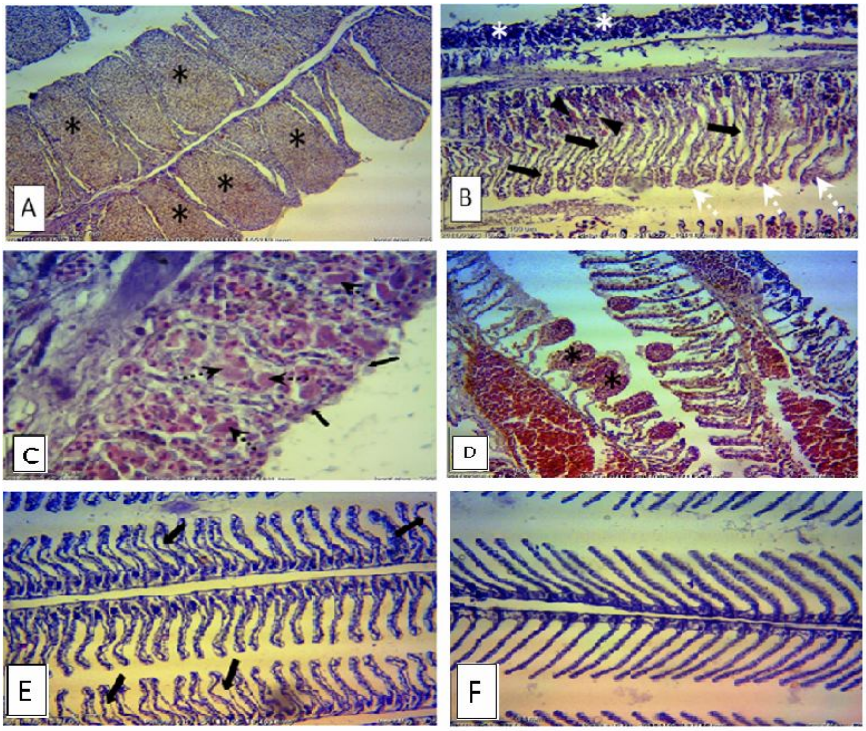
نتایج هیستوپاتولوژی

در مطالعه میکروسکوپی مقاطع تهیه شده از نمونه‌های آبشش ماهی بیاح شاهد، آبشش دارای ساختار طبیعی و الگویی مشابه دیگر ماهیان استخوانی بود. رشته‌های آبششی به صورت عمود بر کمان آبششی و تیغه‌های آبششی عمود بر رشته‌ها و در هر دو سطح آنها مشاهده می شد. تیغه‌های آبششی متشکل از یک لایه سلول‌های اپیتلیالی و همچنین سلول‌های ستونی (پیلار) در عرض تیغه‌ها بود. سلول‌های کلراید به شکل سلول‌های بزرگ با سیتوپلاسم روشن در پایه تیغه‌ها قابل مشاهده بودند. سلول‌های موکوسی نیز در پایه تیغه‌ها مشاهده گردید(نگاره۳).

در ماهی بیاح بیشترین تغییرات پاتولوژیک در ایستگاه پتروشیمی مشاهده گردید. این تغییرات شامل برآمدگی اپیتلیوم از غشای پایه و ایجاد ادم بافتی، هیپرپلازی سلول‌های اپیتلیالی و چسبندگی تیغه‌های آبششی مجاور، افزایش تعداد سلول‌های موکوسی و سلول‌های کلراید، چماغی شدن انتهایی تیغه‌ها، نفوذ لوکوسیتی، آنوریسم، تلانژیکتازی و احتقان خون بودند. این ضایعات با وسعت کمتری در ایستگاه‌های دیگر نیز مشاهده شدند(نگاره٤).



نگاره۳ـ تصویر میکروسکوپ نوری ساختار بافتی طبیعی آبشش در ماهی بیاح شاهد؛ A: رشته آبششی (F)، تیغه آبششی (L)، سلول پوششی تیغه آبششی (پیکان سیاه)، کانال‌های آب (*) (H&E;×۲۹۰۰)؛ B: سلول پوششی تیغه آبششی (پیکان منقطع سیاه)، سلول پیلار (پیکان سفید)، مویرگ تیغه ای (پیکان سیاه) (H&E;×۷۲۵۰).



نگاره٤ـ تصاویر میکروسکوپ نوری تغییرات بافتی آبشش ماهی بیاح:A .ایستگاه پتروشیمی :آنوریسم (*سیاه)Bایستگاه پتروشیمی:برآمدگی اپیتلیوم از غشای پایه و ایجاد فضای ادماتوزه (پیکان سیاه)،نفوذ لوکوسیتی(*سفید)، چماغی شدن انتهای تیغه‌ها (پیکان منقطع سفید) Cایستگاه غزاله:هیپرپلازی سلول‌های اپیتلیالی و چسبندگی تیغه‌های آبششی مجاور (پیکان سیاه) افزایش تعداد سلول‌های کلراید (پیکان منقطع سیاه)،Dایستگاه مجیدیه: آنوریسم (*سیاه)،E . ایستگاه جعفری : برآمدگی اپیتلیوم از غشای پایه و ایجاد ادم بافتی (پیکان سیاه)؛ F. ایستگاه زنگی. AوBوDوEوF(H&E;×۷۲۵)؛ و C(PAS;×۲۹۰۰)

شاخص تغییرات هیستوپاتولوژی (HAI)

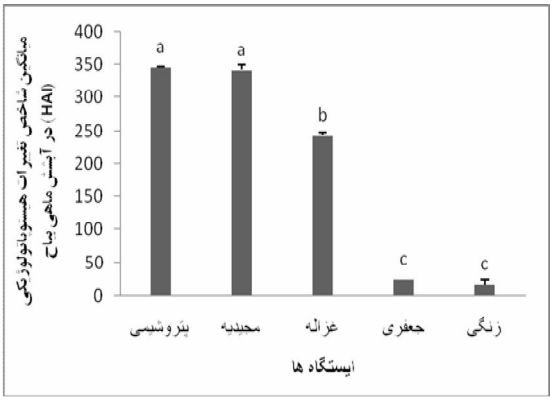
با توجه به تغییرات پاتولوژیک ایجاد شده در نمونه‌های آبششی ماهیان بیاح در ایستگاه‌های مختلف، شاخص تغییرات پاتولوژیک آبشش این ماهی با استفاده از فرمول HAI = (1X S*I*) + (10X S*II*) + (100X S*III*) در ایستگاه‌های متفاوت در (نمودار۱) قابل مشاهده است. مقدار HAI برای هر یک از ایستگاه‌ها به صورت میانگین ± SE بیان شده است.

با توجه به مقادیر شاخص هیستوپاتولوژیک آبشش در ماهیان بیاح در ایستگاه‌های متفاوت و بر اساس رده بندی می توان نتیجه گرفت که جراحات پاتولوژیک ایجاد شده در ایستگاه‌های پتروشیمی، مجیدیه و غزاله از نوع ضایعات غیر قابل ترمیم و مختل کننده عملکرد طبیعی اندام می باشد. تغییرات پاتولوژیک ایجاد شده در ایستگاه جعفری از نوع ضایعات برگشت پذیر بوده که اختلالی در فعالیت طبیعی آبشش ایجاد نمی‌کنند. همچنین ضایعات هیستوپاتولوژیک موجود در نمونه‌های آبششی ایستگاه زنگی آسیبهای جزئی و غیر قابل توجه بوده که تاثیری بر عملکرد اندام ندارند.

بر اساس نتایج حاصل از آنالیز HAI، مقدار این شاخص در ایستگاه‌های پتروشیمی و مجیدیه به طور معنی‌داری از سایر ایستگاه‌ها بیشتر بود ($P<۰/۰۵$) ، ولی اختلاف معنی‌داری میان این دو ایستگاه وجود نداشت ($P>۰/۰۵$). همچنین مقدار HAI در ایستگاه‌های جعفری و زنگی نیز اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p>۰/۰۵$) (نمودار۱).

مقدار HAI آبشش ماهی بیاح در ایستگاه‌های مختلف مطابق االگوی زیر می باشد:

ایستگاه پتروشیمی≤ ایستگاه مجیدیه> ایستگاه غزاله> ایستگاه جعفری > ایستگاه زنگی



نمودار ۱ـ میانگین شاخص تغییرات هیستوپاتولوژیکی(HAI) آبشش ماهی بیاح در ایستگاه‌های مختلف.

بحث

نتایج حاصل از مطالعه تغییرات مورفولوژیکی آبشش ماهی بیاح در ایستگاه‌های مختلف خور موسی نشان داد ضایعاتی نظیر افزایش ترشح موکوس، چسبندگی برخی رشته‌ها، به هم ریختگی رشته‌ها، کوتاه شدن وکنده شدن برخی رشته‌ها، وجود لکه‌های تیره رنگ و دبری بر روی رشته‌های آبششی از جمله عمده‌ترین تغییرات ظاهری آبشش این ماهیان می‌باشد. از طرفی در مطالعه میکروسکوپی آبشش ماهی بیاح ضایعات پاتولوژیکی نظیر هیپرپلازی اپی تلیوم به همراه چسبیدن تیغه‌ها، ادم به همراه برآمدگی و حتی کنده شدن اپی تلیوم تیغه‌ها و افزایش تعداد سلول‌های موکوسی به همراه افزایش ترشح موکوس از جمله ضایعات معمول بود. تحقیقات متعدد نشان داده‌اند که این ضایعات، آسیب‌های هیستوپاتولوژیک معمول آبشش‌ها در پاسخ به دامنه وسیعی از آلاینده‌ها مانند ارگانوکلرین‌ها، ترکیبات نفتی، کربامات‌ها، آفت کش‌ها و فلزات سنگین می باشند(۱۲).

(۸) نیز ضایعاتی نظیر برآمدگی بافت پوششی و چسبندگی تیغه‌ها را در ماهی *Prochilodus lineatus* که به مدت ۷ روز در معرض پساب‌های آلوده شهری و صنعتی قرار گرفته بود، گزارش نمودند.

(١٦) گزارش نمودند که برآمدگی اپیتلیوم و به دنبال آن ایجاد فضای ادم، افزایش تعداد سلول‌های موکوسی و افزایش ترشح موکوس، مثال هایی از مکانیسم‌های حمایتی می باشند که معمولاً منجر به افزایش فاصله میان آب و خون شده تا به عنوان سدی در برابر ورود آلاینده‌ها عمل کند. این ضایعات منجر به افزایش فاصله انتشار گاز میان خون و آب، کاهش سطح و در نتیجه کاهش تبادلات گازی می‌شوند(١٥).

از طرفی ضایعاتی نظیر از بین رفتن سلول‌های ستونی، جداشدگی و پارگی غشای پایه سلول‌های پوششی، پرخونی (فراوانی و احتباس اریتروسیت‌ها در عروق)، خونریزی (در نتیجه پارگی عروق)، آنوریسم و تلانژیکتازی در آبشش‌های ماهی مورد مطالعه در تحقیق حاضر در برخی ایستگاه‌ها مشاهده شدند. (١٥) معتقد است که ایجاد چنین آسیب‌های پاتولوژیکی با غلظت آلاینده و مدت زمان قرارگیری ماهی در معرض آلاینده ارتباط مستقیم داشته و این ضایعات در صورت وجود استرس هایی با شدت زیاد ایجاد شده، منجر به ایجاد تغییراتی در عروق خونی آبششی می‌شوند. در این موارد، غالباً سلول‌های ستونی (پیلار) تیغه‌ها آسیب دیده و باعث افزایش جریان خون درون تیغه‌ها و درنتیجه گشاد شدن کانال مارژینال، احتقان خون و یا حتی آنوریسم می‌شود (١٧). ایجاد آنوریسم در تیغه‌ها در نتیجه کلاپس سلول‌های ستونی و از بین رفتن یکپارچگی عروقی همراه با خونریزی وسیع بوده که منجر به برآمدگی اپیتلیوم می‌شود(٥).

(٨)، آنومالی هایی نظیر آنوریسم، خونریزی، تورم کانال مارژینال و تخریب سلول‌های اپیتلیال را در ماهی *Prochilodus lineatus* که از رودخانه آلوده به پساب‌های شهری (با درجه بالای آلودگی) جمع آوری شده بود، مشاهده کردند.

نفوذ لوکوسیتی مشاهده شده در مطالعه حاضر نیز از جمله ضایعاتی است که در صورت افزایش غلظت آلاینده‌ها مشاهده می‌شود (١١).

ضایعاتی نظیر افزایش تعداد سلول‌های موکوسی و کلراید در آبشش ماهیان مورد مطالعه در تحقیقات متعددی که روی تاثیر آلاینده‌ها بر آبشش ماهیان متفاوت صورت گرفته، گزارش شده است (٦،١٠،١٣). افزایش تعداد سلول‌های موکوسی و در نتیجه افزایش ترشحات موکوسی به عنوان سدی محافظی جهت محدود کردن جذب آلاینده‌ها و سموم عمل می‌کند، ولی خود منجر به کاهش تبادل گازهای تنفسی و هیپوکسی می‌شود (١٤). از طرفی افزایش سلول‌های کلراید نیز، به عنوان یک مکانیسم دفاعی جهت حفظ تعادل اسمزی یون‌های سلول و غشای سلولی عمل می‌کند (٧). بدیهی است که افزایش غلظت مواد سمی، به ویژه محرک‌های یونی، بر تعداد سلول‌هایی که در فرایند تنظیم اسمزی دارای نقش هستند (مانند سلول‌های کلراید)، اثر دارند(٧).

(١) در مطالعه‌ای بر آلودگی خور موسی به جیوه، گزارش نمود که بیشترین میزان غلظت جیوه در رسوبات پتروشیمی مشاهده شد که ناشی از مجاورت این خور با کارخانه کلرآلکالی و صنایع پتروشیمی می باشد. به همین دلیل مشاهده بیشترین فراوانی تغییرات هیستوپاتولوژیک در آبشش ماهی بیاح در ایستگاه پتروشیمی منطقی و به دلیل آلودگی قابل توجه این خور به پسماندهای کارخانجات پتروشیمی و کارخانه کلر آلکالی می باشد.

بعد از خور پتروشیمی بیشترین فراوانی تغییرات پاتولوژیکی آبشش ماهی بیاح در خور مجیدیه مشاهده شد ومیانگین HAI دو خور پتروشیمی و مجیدیه دارای تفاوت معنی‌داری نبود ($P>0/05$). با توجه به وجود اسکله صادرات نفت در مجاورت خور مجیدیه و ورود آلاینده‌های ناشی از فرآورده های نفتی به این خور (١،٣)، فراوانی ضایعات پاتولوژیک در این خور طبیعی به نظر می رسد. البته لازم به ذکر است خورهای مجیدیه و غزاله از دورترین خورها به خلیج فارس بوده و تبادل آبی کمتری میان آنها و آبهای آزاد صورت می گیرد. به نظر می رسد پس از ورود جریان های آبی آلوده به

این خورها، به دلیل راکد بودن آب و ارتباط بسیار کم این خورها با آبهای آزاد، زمان بیشتری جهت ته نشین شدن مواد معلق موجود در آب وجود دارد. احتمالاً به همین دلیل میزان آلودگی رسوبات این خورها بیش از سایر خورها (به جز خور پتروشیمی) است.

از طرفی در نمونه‌های آبشش ماهی بیاح جمع‌آوری شده از خور غزاله به ترتیب مواردی از آنوریسم، تلانژیکتازی و نفوذ لوکوسیتی (ضایعات پاتولوژیک مرحله III) مشاهده شد. اگرچه وسعت ضایعات و میانگین HAI خور غزاله به طور معنی‌داری کمتر از خورهای پتروشیمی و مجیدیه بود ($P <$ ۰/۰۵)، ولی میانگین HAI آبشش ماهی بیاح این خور (۵/۵۰±۲۴۲/۳۳) بسیار بالا بوده و نشان از آلودگی زیاد این ایستگاه داشت، که با توجه به نزدیکی خور غزاله به خور مجیدیه، این امر کاملاً منطقی به نظر می‌رسد.

میانگین HAI بافت آبشش ماهی بیاح در دو ایستگاه جعفری و زنگی بسیار پایین بود. اگر چه خور جعفری در نزدیکی خور پتروشیمی و در مجاورت کارخانه کلرآلکالی قرار دارد، ولی بنا به گزارش (۳) و (۱)، میزان غلظت آلودگی‌هایی نظیر جیوه در رسوبات خور جعفری کمتر از سایر خورها و تقریبا همسان با خور زنگی بود. بنابراین کمتر بودن میانگین HAI ماهی بیاح در خور جعفری نسبت به سایر خورها، احتمالاً به این دلیل می باشد که ماهی بیاح، ماهی بسترزی و پوده خوار بوده و از رسوبات بستر تغذیه می‌کند.

(۱) همچنین اظهار داشت که غلظت جیوه در رسوبات خورهای جعفری و زنگی اختلاف معنی‌داری نداشته ($P>0.05$) و میزان غلظت جیوه آنها به طور معنی‌داری کمتر از خورهای پتروشیمی، مجیدیه و غزاله بود ($P<0.05$). همچنین (۹) با بررسی رسوبات منطقه خور موسی، به این نتیجه رسیدند که بین غلظت فلزات موجود در رسوب خورهای زنگی وجعفری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

بنابراین نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر، اهمیت افزودن بررسی‌های هیستوپاتولوژیکی را در برنامه‌های ارزیابی تعیین کیفیت آب تقویت می‌کند. استفاده از پارامترهای پاتولوژیک در کنار سایر روش‌ها به عنوان ابزارهایی برای ارزیابی دقیق تر کیفیت محیطی منطقه مورد مطالعه در برنامه‌های سنجش محیطی به کار می‌روند.

فهرست منابع

۱- بابادی، ص.، (۱۳۹۰): تجمع زیستی جیوه در برخی از بافت‌های ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*): مقایسه محیط طبیعی با شرایط آزمایشگاهی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۷۵.

۲- ستاری، م.، شاهسونی، د.، شفیعی، ش.، (۱۳۸۳) :ماهی شناسی۲ (سیستماتیک). انتشارات حق‌شناس.: ۲٤٦ -۲٤٥.

۳- عبدالله پور، ف.، (۱۳۸۹): مطالعه مقایسه‌ای تجمع فلزات سنگین (کادمیوم، کبالت، مس، نیکل و سرب) در رسوبات و گونه‌های غالب ماهیان خوریات موسی، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۸٦.

٤- گرویی، ح.، جمیلی، ش.، رستمی، م.، (۱۳۸۷) :اثر سمیت حاد سولفات آلومینیوم بر بافت آبشش ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*). پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، شماره ۷۹،: ۱۹٦-۱۹۳.

5- Alazemi, B.M., Lewis, J.W., Andrews, E.B. (1996): Gill damage in the freshwater fish *Gnathonemus petersii* (family: Mormyridae) exposed to selected pollutants: an ultrastructural study. Environ. Technol. 17: 225–238.

6- Au, D.W.T. (2004): The application of histocytopathological biomarkers in marine pollution monitoring: a review. Mar. Pollut. Bull. 48: 817–834.

7- Bancroft, J.D., Gamble, M. (2002): Theoy and practice of histological techniques. Fifth edition, Elsevier science, oxford Philadelphia.130, 175.

8- Camargo, M.M.P., Martinez, C.B.R. (2007): Histopathology of gills, kidney and liver of a Neotropical fish caged in an urban stream. Neotrop. Ichthyol, 5(3): 327-336.
9- Dehghan Madiseh, S., Savary, A., Parham, H., Sabzalizadeh, S. (2009): Determination of the level of contamination in Khuzestan coastal waters (Northern Persian Gulf) by using an ecological risk index. Environ. Monitor. Assec. 159: 521-530.
10- Giari, L., Manera, M., Simoni, E., Dezfuli, B.S. (2007): Cellular alterations in different organs of European sea bass *Dicentrarchus labrax* (L.) exposed to cadmium. Chemosphere 67: 1171–1181.
11- Giari, L., Simoni, E., Manera, M., Dezfuli, B.S. (2008): Histo-cytological responses of *Dicentrarchus labrax* (L.) following mercury exposure. Ecotoxicol. Environ. Safe. 70: 400–410.
12- Hemalatha, S., Banerjee, T.K. (1997): Histopathological analysis of acute toxicity of zinc chloride on the respiratory organs of airbreathing catfish *Heteropneustes (Saccobranchus) fossilis* (Bloch). Veterin. Arch. 67: 11–24.
13- Jagoe, C.H., Faivre, A., Newman, M.C. (1996): Morphological and morphometric changes in the gills of Mosquitofish (Gambusia holbrooki) after exposure to mercury (II). Aquat. Toxicol, 34: 163–183.
14- Khan, R.A. (1995): Histopathology in Winter Flounder, Pleuronectes americanus, following chronic exposure to crude oil. Bull. Environ. Contamin. Toxicol. 54: 297–301.
15- Oliveira Ribeiro, C.A., Belger, L., Pelletier, E., Rouleau, C. (2002): Histopathological evidence of inorganic mercury and methyl mercury toxicity in the arctic charr (*Salvelinus alpines*). Environ. Res. 90: 217–225.
16- Poleksic,V., Mitrovic-Tutundzic, V. (1994): Fish gills as a monitor of sublethal and chronic effects of pollution. In: Sublethal and chronic effects of pollutants on freshwater fish. Muller, R. and Lloyd, R. (Eds.). Oxford, Fishing News Books.: 339-352
17- Rosety-Rodrdguez, M., Ordoẽz, F.J., Rosety, M., Rosety, J.M., Ribelles, A., Carrasco, C. (2002): Morpho-histochemical changes in the gills of turbot, *Scophthalmus maximus* L., induced by sodium dodecyl sulfate. Ecotoxicol. Environ. Safe. 51: 223-228.
18- Saenphet, S., Thaworn, W., Saenphet, K. (2009): Histopathologgical Alterations of The Gills, Liver, and Kidneys Testudineus (Bloch) Fish Living in Unused Libnite Mine, Lidistrict, Lamphun Province, Thailand. Histopatology of internal organs of Fish Living in Lignite Mine. 40(5): 1121-1126.