

مطالعه آسیب‌شناسی بافت آبشش کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus bilineatus*) در آب‌های ساحلی استان هرمزگان

آزاده عتاباتی*: گروه محیط‌زیست، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، صندوق پستی: 397

تاریخ دریافت: خرداد 1395 تاریخ پذیرش: شهریور 1395

چکیده

آبشش ماهیان در تماس مستقیم با محیط آب بوده و از این رو نسبت به آلاینده‌های محیط، آسیب‌پذیر است. در این مطالعه، 20 ماهی بالغ کفشک زبان‌گاو در فصل تابستان سال 91، از ایستگاه‌های بندرکنگ و بندرعباس در آب‌های ساحلی استان هرمزگان نمونه‌برداری و مورد مطالعه آسیب‌شناسی بافت آبشش قرار گرفتند. پس از مراحل برش‌گیری و رنگ‌آمیزی، گروه‌بندی آسیب‌های آبشش انجام گرفت و شاخص تغییرات آسیب‌شناسی بافت برای هر ایستگاه محاسبه گردید. در بندرکنگ این شاخص، در محدوده آسیب‌های اندک قرار داشت. در مقابل در ایستگاه بندرعباس تغییرات بافتی شدید و برگشت‌ناپذیر در آبشش مشاهده شد. این تغییرات شامل برآمدگی اپیتلیوم از غشای پایه و ایجاد ادم بافتی، هیپرپلازی سلول‌های اپیتلیالی و چسبندگی تیغه‌های آبششی مجاور، چماغی‌شدن انتهای تیغه‌ها، نفوذ لوکوسیتی، آنوریسم و احتقان خون، نکروز و تخریب سلولی بودند. علت این آسیب‌های بافتی مشاهده‌شده در ایستگاه بندرعباس، ممکن است اثرات عوامل استرس‌زا زیست محیطی از جمله آلاینده‌ها باشد که در این شهر، به دلیل مجاورت با اسکله و پالایشگاه‌ها، شدت بیشتری دارند. آبشش بافت حساسی در مقابل آلاینده‌ها بوده و نشانگر زیستی مناسبی جهت پایش محیط می‌باشد. به همین خاطر استفاده از تجزیه و تحلیل‌های آسیب‌شناسی بافت آبشش ماهیان، بخصوص ماهیان کفزی، می‌تواند به عنوان ابزاری برای ارزیابی دقیق‌تر کیفیت محیط‌زیست در منطقه باشد.

کلمات کلیدی: بافت آبشش، نشانگرهای زیستی، ماهی کفشک زبان‌گاو، استان هرمزگان

مقدمه

در خلیج فارس، احتمال بالابودن میزان آلاینده‌های مختلف، جذب و تجمع آن در بدن آبزیان به ویژه ماهیان منطقه، زیاد است (Aein و Jamshid و همکاران، 2011). در این بین، آب‌های ساحلی استان هرمزگان از موقعیت استراتژیکی برخوردار بوده به دلیل مجاورت با تنگه هرمز اکوسیستم حساس‌تری است. این تنگه یکی از حساس‌ترین و حیاتی‌ترین راه‌های آبی جهان، بوده و اهمیت استراتژیکی و اقتصادی این تنگه در چند دهه اخیر بیشتر گردیده است، و به همین دلیل به عنوان منطقه هدف انتخاب گردید (Michael Reynolds، 1993).

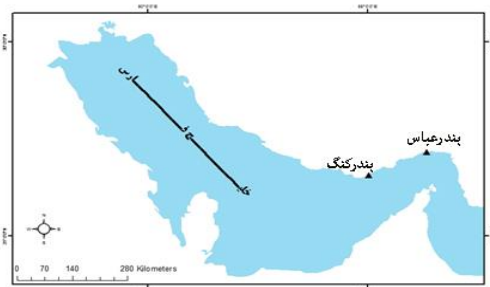
در بین جانوران دریایی، ماهیان انتشار جغرافیایی گسترده‌ای داشته و تجمع آلاینده‌ها در بافت‌های آن‌ها، منجر به القاء پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مختلفی می‌شود که

خلیج‌فارس يك گستره كم‌عمق با عمق متوسط 35 متر و دریای نیمه‌بسته‌ای می‌باشد که بوسیله نواحی نیمه‌خشک یا خشک مناطق نیمه‌گرمسیری و گرمسیری، احاطه شده است. آلاینده‌هایی که در حال حاضر خلیج‌فارس را تهدید می‌کنند، شامل نفت، فلزات سنگین، آلودگی حرارتی، آلودگی میکروبی، ورود گونه‌های غیربومی به اکوسیستم‌های خلیج‌فارس، افزایش شوری، افزایش کدورت، تغییر در رژیم هیدرولوژیکی خلیج‌فارس، آلودگی صوتی ناشی از مانورهای نظامی و تردد شناورها، افزایش مواد غذایی و مواد آلی و همچنین سموم دفع آفات کشاورزی می‌باشند. نیمه بسته و کم‌عمق بودن اکوسیستم خلیج‌فارس و میزان تخیر بیشتر از بارندگی و ورودی آب‌شیرین به آن، موجب ماندگاری آلاینده‌های وارده به آن شده و با توجه به منابع آلاینده‌های مختلف

ایستگاه‌ها بیشتر بود (سلیمانی و همکاران، 1393). به این ترتیب، نتایج تحقیقات گذشته نشان داد که بررسی آسیب‌های بافتی آبشش می‌تواند ابزار مناسبی جهت پیش‌بینی حضور آلاینده در محیط آبی باشد و این بافت به عنوان نشانگر زیستی هدف در این مطالعه انتخاب گردید.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری: این تحقیق در قالب مطالعه محیطی *in vivo* انجام شد. 20 قطعه ماهی به صورت زنده از 2 منطقه از مناطق حساس و در معرض آلودگی نفتی خلیج فارس در فصل تابستان سال 91 از مناطق استان هرمزگان (بندرکنگ و بندرعباس) جهت نمونه‌برداری جمع‌آوری شدند. ابزار صید ماهی ترال کف بود. در هر بار نمونه‌برداری ماهیان با استفاده از 2- فنوکسی اتانول 0/1 درصد بیهوش و سپس تشریح شدند. برای نمونه‌برداری از آبشش، ابتدا سرپوش آبششی را جدا کرده، سپس از هر سمت سه کمان آبششی از هر کمان قسمت میانی آن را جدا کرده و با ذکر نام منطقه و شماره هر ماهی، درون ظروف شیشه‌ای درب‌دار مجزا حاوی فیکساتیو بوئن قرار داده‌شد. **شکل 1: ایستگاه‌های نمونه‌برداری کفشک ماهی زبان گاوی در استان هرمزگان**



تهیه مقاطع بافتی: نمونه‌ها به منظور مطالعه با میکروسکوپ نوری بلافاصله بعد از بیهوشی و تشریح در محلول بوئن تثبیت شده و بعد از 24-12 ساعت با توجه به اندازه نمونه وارد سریال الکل‌ها شده و در نهایت داخل الکل 70 درجه جهت انجام مراحل بعدی به مدت طولانی‌تر نگهداری شدند. سپس سایر مراحل آبگیری، شفاف‌سازی و پارافینه شدن انجام گرفت. سپس از قالب‌های پارافینه برش‌هایی با ضخامت 4/5 میکرومتر تهیه و با روش هماتوکسیلین-انوزین (H&E) رنگ‌آمیزی شدند (Gamble and Bancroft، 2008). در انتها اسلایدهای بافتی به کمک میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین چشمی DINO LITE به کمک نرم‌افزار DINO CAPTURE مورد مطالعه قرار گرفتند. **تعیین شاخص تغییرات آسیب‌شناسی بافت (Histopathology alternation index)** ارزیابی نتایج تغییرات آسیب‌شناسی بافتی مشاهده‌شده در بافت آبشش ماهیان بر اساس رتبه‌بندی Poleksic و همکاران (1994) انجام شد و سپس به منظور بررسی کمی و آنالیز نتایج پاتولوژیک، بر اساس شدت به‌صورت زیر درجه‌بندی انجام شد (Poleksic و همکاران، 1994). **بدون آسیب (0):** آبشش در حالت نرمال بود و آسیبی مشاهده نشد.

اطلاعات مفیدی را در ارتباط با وضعیت کلی سلامت در محیط زیست دریا و نیز سلامت خود موجود، ارائه می‌دهد (Roberts، 2012). نشانگر زیستی انتخاب شده در این پژوهش بافت آبشش ماهی کفشک‌زبان گاوی *Cynoglossus bilineatus* می‌باشد. کفشک ماهیان از جمله مهم‌ترین ماهیان پهن تجاری آب‌های نزدیک سواحل بوده و ماهیان جوان مناطق مصیبی را به عنوان نوزادگاه خود انتخاب می‌کنند که عمق آن‌ها کمتر از 3 متر است (de Astarloa و همکاران، 1998). این ماهی دارای پراکنندگی مطلوب در خلیج فارس بوده و بر اساس مطالعات سیستماتیک یاسمی و همکاران (1386) در محدوده آب‌های ساحلی ایران در استان هرمزگان در تمام مناطق وجود دارد (Yasemi، 2008). این ماهی، از رسوبات گلی تغذیه می‌کند و نشانگر مناسبی جهت اثرات آلاینده می‌باشد. با توجه به زیستگاه این ماهیان و همچنین نحوه تغذیه از جانوران بی‌مهره کفزی، ارتباط زیادی با آلاینده‌های موجود در بستر داشته و گیرنده آن آلاینده‌ها در محیط دریایی می‌باشند. از طرف دیگر کفشک‌ماهی تقریباً کم‌تحرك بوده و به این ترتیب این ماهی به‌عنوان گونه مناسب جهت پایش زیستی شناخته می‌شود (Stefano و همکاران، 2007).

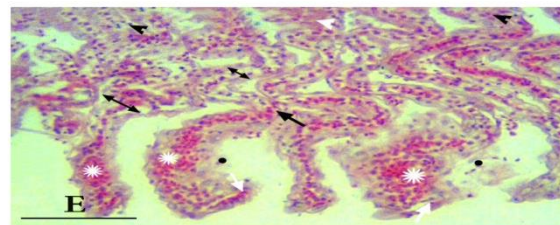
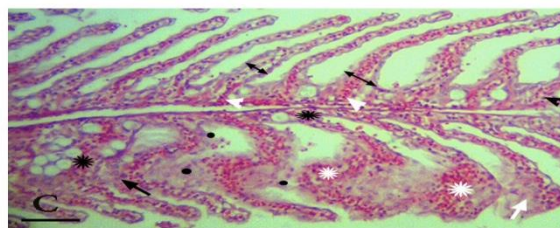
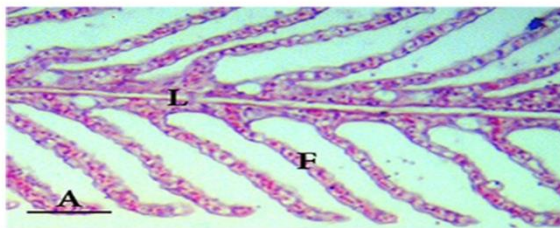
آبشش ماهی، اندامی برای تبادل گاز، تنظیم اسمزی، دفع مواد زائد نیتروژن‌دار و تنظیم اسید و باز می‌باشد. این اندام، به دلیل ساختار آناتومیک خاصی که دارد، بطور مستقیم تحت تاثیر آلاینده‌ها قرار می‌گیرد (Sweidan و همکاران، 2015). فعالیت‌های فیزیولوژیکی آبشش نظیر (تنفس، تنظیم یونی، تنظیم اسید و باز و دفع مواد زائد نیتروژن‌دار، برای ادامه حیات موجود ضروری بوده و اختلال در هر یک از آن‌ها منجر به مرگ آن می‌شود. اپیتلیوم آبششی بطور دائم در تماس با محیط بوده و یکی از مسیرهای جذب آلاینده‌های محلول در آب می‌باشد. بدیهی است که هر گونه آسیبی به اپیتلیوم تنفسی، تنفس ماهی را به خطر می‌اندازد (Giarratano و همکاران، 2014). فاصله چند میکرومتری بین آب و خون در آبشش‌ها، اگرچه منجر به تسهیل تبادل گاز در مویرگ‌ها می‌گردد، ولی در مقابل بافت آبشش را در معرض انواع تغییرات محیطی قرار داده و حضور مواد سمی در محیط باعث تغییر در ساختار بافتی و عملکرد فیزیولوژیک آبشش‌ها می‌گردد (Minghetti و همکاران، 2014؛ Abdel-Moneim و همکاران، 2015؛ Fonseca و همکاران، 2016). **مطالعه‌ای بر ماهیان *Oligosarcus hepsetus* و *Hypostomus auroguttatus* در رودخانه‌ای واقع در جنوب شرقی برزیل انجام دادند و به بررسی آسیب‌شناسی بافت آبشش این ماهیان پرداختند. بیشترین آسیب مشاهده‌شده در آبشش، نفوذ لکوسیته و آنوریسیم بود که از جمله آسیب‌های غیرقابل برگشت و مختل‌کننده فعالیت‌های طبیعی آبشش می‌باشند (Nascimento و همکاران، 2012). Fonseca و همکاران (2016) آسیب‌های بافتی آبشش را به عنوان سیستمی جهت تشخیص آلودگی آب و نشانگر زیستی مناسب معرفی کردند (Fonseca و همکاران، 2016). سلیمانی و همکاران (2012) به بررسی آسیب‌شناسی بافت آبشش ماهی بیاچ *Liza Abu* تحت تاثیر آلودگی خور موسی پرداختند. تغییرات بافتی مشاهده‌شده در آبشش شامل هیپرتروفی و هیپرپلازی سلول‌های اپیتلیومی، ادم تیغه‌ای، چسبندگی تیغه‌ها بود و شاخص آسیب‌شناسی بافت در ایستگاه پتروشیمی به طور معنی داری از سایر**

0 تا 10 نشان دهنده شرایط نرمال در بافت، بین 11 تا 20 نشان-دهنده آسیب اندک به اندام مورد نظر، بین 21 تا 50 نشان دهنده تغییرات متوسط اندام و بیشتر از 100 نشان دهنده آسیب برگشت ناپذیر اندام می باشد. جدول 1 خلاصه های آسیب های آسیب شناسی بافت آبشش ماهی و رتبه بندی بر اساس شدت آسیب وارده را نشان می دهد (Poleksic و همکاران، 1994).

جدول 1: تغییرات آسیب شناسی بافت آبشش. مرحله I: تغییرات بافتی اندک، مرحله II: تغییرات بافتی متوسط، مرحله III: تغییرات بافتی شدید (Poleksic و همکاران، 1994).

مرحله آسیب	تغییرات آسیب شناسی بافت آبشش
I	هیپرتروفی و هیپرپلازی آبششی، چسبندگی تیغه ها، احتقان خون، انقباض مویرگ های تیغه های، برآمدگی اپیتلیوم آبششی، کوتاه شدن تیغه ها، نفوذ لوکوسیتی، خونریزی، جدا شدن اپیتلیوم تیغه های، هیپرتروفی و هیپرپلازی سلول های موکوسی، هیپرتروفی و هیپرپلازی سلول های کلراید
II	آنوریسم، نکروز و تخریب سلولی، تلانژیکتازی
III	

آبششی و تیغه های آبششی عمود بر رشته ها و در هر دو سطح آن ها مشاهده می شد (شکل 2A). آسیب های برگشت پذیر مانند واکونله شدن سلول های اپیتلیومی و هایپرپلازی خفیف دیده شد (شکل 2B).



آسیب خفیف (I): تغییرات بافتی اندکی شامل تغییراتی هستند که قابل بازسازی و ترمیم بوده و بافت عملکرد طبیعی خود را با بهبود شرایط محیطی باز می یابد. این تغییرات محدود به بخش های کوچکی از بافت هستند.

آسیب (II): تغییرات بافتی متوسط شامل تغییراتی هستند که شدیدتر بوده و عملکرد طبیعی بافت را تحت تاثیر قرار می دهند. این تغییرات اگرچه برگشت پذیر هستند، اما اگر محدود و وسیعی از بافت را درگیر کرده باشند و یا اینکه شرایط آلودگی محیط همچنان ثابت باقی بماند، می توانند به تغییرات شدیدی منجر شوند.

آسیب شدید (III): تغییرات بافتی شدید شامل تغییراتی هستند که ترمیم آن ها حتی در صورت بهبود شرایط محیطی، امکان پذیر نیست. معادله زیر جهت تعیین HAI هر بافت استفاده شد.

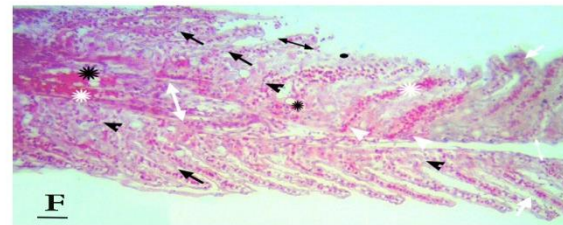
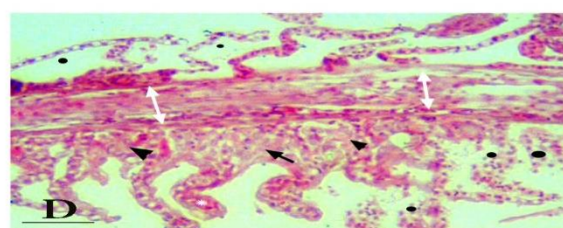
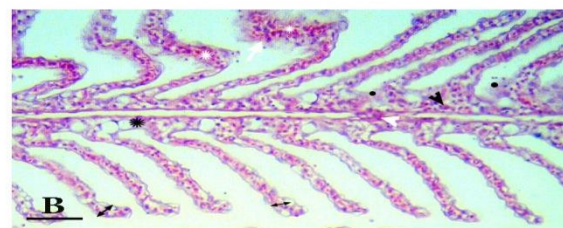
$$\text{معادله 1: } \text{HAI} = (1 \times \text{SI}) + (10 \times \text{SII}) + (100 \times \text{SIII})$$

در این معادله، I، II و III مراحل تغییرات بافتی و S تعداد آسیب های بافت در هر مرحله را نشان می دهد. مقدار HAI بین

نتایج

نتایج آسیب شناسی بافت: در مطالعه میکروسکوپی مقاطع

تهیه شده از نمونه های آبشش ماهی کفشک زبان گاوی در ایستگاه بندرکنگ، آبشش دارای ساختار طبیعی و الگویی مشابه دیگر ماهیان استخوانی بود. رشته های آبششی به صورت عمود بر کمان

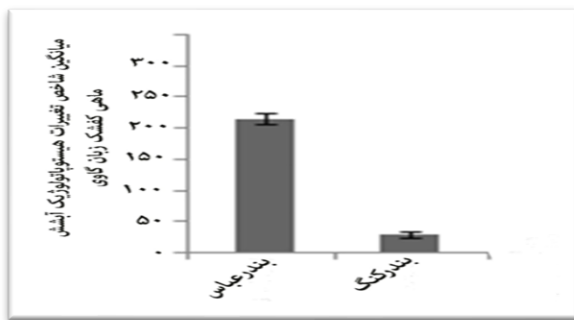


شکل 2: قسمت A و B بافت آبشش در ایستگاه بندرکنگ، قسمت C، D، E و F. بافت آبشش در ایستگاه بندرعباس. آسیب‌های بافتی در آبشش شامل برآمدگی اپیتلیوم از غشای پایه و ایجاد ادم بافتی (پیکان دو سر سیاه)، واکنش‌شدن (ستاره سیاه)، هیپرپلازی سلول‌های اپیتلیالی (سرپیکان سیاه) و چسبندگی تیغه‌های آبششی مجاور (پیکان سیاه)، چماغی‌شدن انتهایی تیغه‌ها (پیکان سفید)، نفوذ لوکوسیتی (سرپیکان سفید)، آنوریسیم و احتقان خون (ستاره سفید)، نکروز و تخریب سلولی (دایره سیاه)، اتساع تیغه (پیکان دوسر سفید) می‌باشد. H&E، مقیاس 50μ

بافت آبشش، تغییرات پاتولوژیکی با شدت بالایی را در ایستگاه بندرعباس نشان داد. این تغییرات شامل برآمدگی اپیتلیوم از غشای پایه و ایجاد ادم بافتی، هیپرپلازی سلول‌های اپیتلیالی و چسبندگی تیغه‌های آبششی مجاور، چماغی‌شدن انتهایی تیغه‌ها، نفوذ لوکوسیتی، آنوریسیم و احتقان خون، نکروز و تخریب سلولی و همچنین اتساع تیغه‌های آبشش بودند که در شکل 2 قسمت C، D، E و F آورده شده‌است.

تعیین شاخص تغییرات آسیب‌شناسی بافت (Histopathology alternation index): با توجه به تغییرات پاتولوژیکی ایجاد شده در نمونه‌های آبشش ماهیان کفشک‌زبان گاوی در ایستگاه‌های مورد مطالعه، شاخص تغییرات پاتولوژیکی آبشش این ماهی با استفاده از معادله 1 در دو ایستگاه محاسبه گردید که نتایج آن در شکل 2 نشان داده شده‌است. با توجه به اینکه مقادیر این شاخص در آبشش ماهیان کفشک‌زبان گاوی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری، متفاوت بوده و بر اساس جدول 1 که رده‌بندی شاخص آسیب‌شناسی بافت را نشان می‌دهد، می‌توان نتیجه گرفت که آسیب‌های پاتولوژیکی ایجاد شده در ایستگاه بندرعباس، از نوع آسیب‌های غیرقابل ترمیم و مختل‌کننده عملکرد طبیعی اندام می‌باشد. تغییرات پاتولوژیکی ایجاد شده در ایستگاه بندرکنگ از نوع ضایعات برگشت‌پذیر بوده که اختلالی در فعالیت طبیعی آبشش ایجاد نمی‌کنند (شکل 3).

شکل 3: میانگین شاخص تغییرات آسیب‌شناسی بافت آبشش ماهی کفشک‌زبان گاوی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری



کنگ و بندر عباس مشاهده گردید. بررسی‌های Fonseca و همکاران (2016) نیز مانند این پژوهش جدانشدگی را در اپی تلیوم آبشش را نشان داد. تمام تغییرات مشاهده‌شده در جهت کاهش ورود آلاینده به بدن ماهی ایجاد می‌شود (Fonseca و همکاران، 2016).

متسع شدن و چماقی شدن راس رشته‌های لاملائی ثانویه از اولین آسیب‌های وارد به بافت آبشش ماهی می‌باشد، در این حالت لایه اپیتلیوم لاملائی ثانویه به صورت ادم در می‌آید و حضور مواد شیمیایی موجب کاهش سطح مفید آبشش و در نتیجه کاهش تبادل گازی آبشش می‌شوند (Fracácio و همکاران، 2003؛ Sweidan و همکاران، 2015). در مطالعه حاضر نیز، این آسیب در ایستگاه بندر عباس، با شدت و تکرار زیادی مشاهده شد.

در سال 2011، Flores-Lopes و همکاران در بررسی بافتی آبشش ماهیان *Astyanax fasciatus* و *Cyanocharax alburnus* آب‌های صنعتی شده گیوبا، فرکانس بالایی از آسیب‌های بافتی را گزارش کردند (Flores-Lopes و همکاران، 2011) و در بررسی حاضر نیز میزان آسیب‌های بافتی و HAI در ایستگاه بندرعباس که در مجاورت تاسیسات نفتی و پالایشگاه‌ها قرار دارد، بیشتر از ایستگاه بندر کنگ مشاهده شد.

در ایستگاه بندرعباس، یکی از آسیب‌های شدید هیپرپلازی بافت آبشش بود. در این آسیب، تکثیر سلول‌های مجاور لاملا، کاهش فضای بین لاملاها را به دنبال دارد که با افزایش این روند حالت، جوش‌خوردگی در بافت آبشش بوجود می‌آید (Govindasamy و همکاران، 2012).

در مطالعه حاضر شیوع بالای تغییرات پاتولوژیکی در بافت آبشش گزارش شد. هر چند در نواحی با استرس کمتر

بحث

پاسخ‌های اکولوژیکی و بیولوژیکی به استرس‌های آلودگی باعث تغییرات در سطح مولکولی شده و سپس باعث برهم خوردن یکپارچگی ژنتیکی شده و فرآیندهای تحت سلولی را مختل می‌کند. این تغییرات از فرد به اجتماع منتقل می‌شود و زنجیره‌های غذایی را آلوده می‌کند. اگر این تغییرات در سطح فرد شناسایی شود، می‌توان از آلودگی‌های وسیع و جبران ناپذیر جلوگیری نمود و بنابراین در سطح فرد، تغییرات آسیب‌شناسی بافت در بافت‌های جانوری شیوه بسیار مناسبی جهت پیش‌بینی استرس‌های محیطی است (Lawrence و همکاران، 2003).

تغییرات بافت‌شناسی در اثر محرک‌های داخلی و خارجی ایجاد می‌شود که در هر صورت در نتیجه آشفته‌گی در سطح مولکولی سازماندهی زیستی رخ می‌دهد. بنابراین بررسی بافت‌شناسی یک شاخص جامع است که به‌صورت کامل وضعیت سلامت ماهی را مشخص می‌کند و پارامترهای بیولوژیکی قادرند حضور سمی آلاینده‌ها را در محیط زیست جانور، مشخص کنند (Stentiford و همکاران، 2003؛ Santos و همکاران، 2014).

ارزیابی محیط بدین صورت است که در ابتدا ساختار و سازماندهی طبیعی بافت‌های شاخص مانند آبشش مطالعه می‌شود، سپس هر گونه تغییر می‌تواند حضور یک آلاینده و وضعیت محیط زیست را مشخص کند. بررسی‌های بافت‌شناسی و مشاهده تغییرات بافتی می‌تواند یک فاکتور پیش‌بینی کننده برای حضور آلاینده در محیط آبی باشد (Abdel-Moneim و همکاران، 2012).

- waters (*Paralichthys, Paralichthyidae*): an overview. Journal of Sea Research. Vol. 39, pp: 1-9.
5. Flores-Lopes, F. and Thomaz, A., 2011. Histopathologic alterations observed in fish gills as a tool in environmental monitoring. Brazilian Journal of Biology, Vol, 71, pp: 179-188.
 6. Fonseca, A., Fernandes, L.S.; Fontainhas-Fernandes, A.; Monteiro, S. and Pacheco, F., 2016. From catchment to fish: Impact of anthropogenic pressures on gill histopathology. Science of the Total Environment. Vol. 50, pp: 972-986.
 7. Fracácio, R.; Verani, N.F.; Espíndola, E.L.G.; Rocha, O.; Rigolin-Sá, O. and Andrade, C.A., 2003. Alterations on growth and gill morphology of *Danio rerio* (Pisces, Ciprinidae) exposed to the toxic sediments. Brazilian archives of Biology and Technology. Vol. 46, pp: 685-695.
 8. Giarratano, E.; Gil, M.N. and Malanga, G., 2014. Biomarkers of environmental stress in gills of ribbed mussel *Aulacomya atra* (Nuevo Gulf, Northern Patagonia). Ecotoxicology and environmental safety. Vol.107, pp: 111-119.
 9. Gomes, I.D.; Nascimento, A.A.; Sales, A. and Araújo, F.G., 2012. Can fish gill anomalies be used to assess water quality in freshwater Neotropical systems? Environmental Monitoring and Assessment. Vol. 184, pp: 5523-5531.
 10. Govindasamy, R. and Rahuman, A.A., 2012. Histopathological studies and oxidative stress of synthesized silver nanoparticles in Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*). Journal of Environmental Sciences. Vol. 24, pp: 1091-1098.
 11. Lawrence, A.; Arukwe, A.; Moore, M.; Sayer, M. and Thain, J., 2003. Molecular/cellular processes and the physiological response to pollution. Effects of Pollution on Fish. Molecular Effects and Population Responses. 83-133pp.
 12. Michael Reynolds R. Physical oceanography of the Gulf, Strait of Hormuz, and the Gulf of Oman. 1993. Results from the Mt Mitchell expedition. Marine Pollution Bulletin. Vol. 27, pp: 35-59.
 13. Minghetti, M.; Schnell, S.; Chadwick, M.A.; Hogstrand, C. and Bury, N.R., 2014. A primary fish gill cell system (FIGCS) for environmental monitoring of river waters. Aquatic Toxicology. Vol. 154, pp: 184-192.
 14. Nascimento, A.; Araújo, F.; Gomes, I.; Mendes, R. and Sales, A., 2012. Fish gills alterations as potential biomarkers of environmental quality in a eutrophized tropical river in south-eastern Brazil. Anatomia, Histologia, Embryologia. Vol. 41, pp: 209-216.
 15. Poleksic, V. and Mitrovic-Tutundzic, V., 1994. Fish gills as a monitor of sublethal and chronic effects of pollution. Oxford, Fishing News Books. pp: 339-352.
 16. Roberts, R.J., 2012. Fish pathology. John Wiley & Sons.
 17. Santos, N.P.; Colaco, A.; da Costa, R.M.G.; Oliveira, M.M.; Peixoto, F. and Oliveira, P.A., 2014. N-diethylnitrosamine mouse hepatotoxicity: time-related effects on histology and oxidative stress. Experimental and Toxicologic Pathology. Vol. 66, pp: 429-436.
 18. Stefano, B.; Annalisa, I.; Soania, F.; Lucia, L.; Tancredi, C. and Iaria, C., 2007. Biomonitoring aquatic environmental quality in a marine protected area: a biomarker approach. Ambio. Vol. 36, pp: 308-15
 19. Stentiford, G.; Longshaw, M.; Lyons, B.; Jones, G.; Green, M. and Feist, S., 2003. Histopathological biomarkers in estuarine fish species for the assessment of biological effects of contaminants. Marine Environmental Research. Vol. 55, pp: 137-159.
 20. Sweidan, A.H.; El-Bendary, N.; Hegazy, O.M.; Hassani, A.E. and Snasel, V., 2015. Water pollution detection system based on fish gills as a biomarker. Procedia Computer Science. Vol. 65, pp: 601-611.
 21. Yasemi, M.; Keyvan, A.; Flahatkar, B.; Farzingsohar, M.; Sharifpour, I.; Owfi, F.; Vossoughi, G. and Ahmadi, M., 2008. Pleuronectiformes species identification along the Iranian

نظیر بندرکنگ بافت آبشش بدون ضایعه برگشتناپذیر که موجب اختلالی در فعالیت طبیعی آبشش نمی‌شوند. گزارش شد، ولی آسیب‌های پاتولوژیک ایجاد شده در ایستگاه بندرعباس، از نوع آسیب‌های غیر قابل ترمیم و مختل‌کننده عملکرد طبیعی اندام می‌باشد. نظیر چنین نتایجی در یافته‌های سایر محققین نیز نشان داده شده است.

Nascimento و همکاران (2012) در مطالعه‌ای بر برخی از ماهیان رودخانه‌ای واقع در جنوب شرقی برزیل، به بررسی آسیب‌شناسی بافت آبشش این ماهیان پرداختند. بیشترین آسیب مشاهده‌شده در آبشش، نفوذ لکوسیتی و انوربسم بود که از جمله آسیب‌های غیرقابل برگشت و مختل‌کننده فعالیت‌های طبیعی آبشش می‌باشند (Nascimento و همکاران، 2012). در ماهی کفشک-زبان گاوی نیز در ایستگاه بندرعباس این آسیب با شدت بالایی وجود داشت.

در مطالعه حاضر، میزان شاخص آسیب بافتی در آبشش ماهیان ایستگاه بندرعباس از ایستگاه کنگ بالاتر گزارش شد. سلیمانی و همکاران (2012) به بررسی آسیب‌شناسی بافت آبشش ماهی بیاخ *Liza Abu* تحت‌تأثیر آلودگی خور موسی پرداختند. تغییرات بافتی مشاهده‌شده در آبشش شامل هیپرتروفی و هیپرپلازی سلول‌های اپیتلیومی، ادم تیغه‌ای، چسبندگی تیغه‌ها بود و شاخص آسیب‌شناسی بافت در ایستگاه پتروشیمی به طور معنی داری از سایر ایستگاه‌ها بیشتر بود (سلیمانی و همکاران، 1393). ایستگاه پتروشیمی خورموسی از نظر مواجهه با آلودگی شبیه به بندرعباس بوده و نتایج مشابهی با مطالعه حاضر نیز، وجود داشت.

آبشش بافت تنفسی ماهی است و هر نوع تخریب نظیر جدا شدگی اپیتلیوم، نکروزیس و کاهش فیلامنت‌های آبششی، هیپرتروفی فیلامنت‌های آبششی و هیپرپلازی سطح اپیتلیوم تنفسی لاملای باعث کاهش اکسیژن‌رسانی و صدمات جبران ناپذیر می‌شود. بنابراین، آبشش بافت حساسی در مقابل آلاینده‌ها بوده و نشانگر زیستی مناسبی جهت پایش محیط می‌باشد. نتایج به دست آمده در کار حاضر نیز این موضوع را بخوبی نشان داد. به همین خاطر استفاده از تجزیه و تحلیل‌های آسیب‌شناسی بافت آبشش ماهیان، بخصوص ماهیان کفزی، می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی دقیق‌تر کیفیت محیط‌زیست در منطقه باشد و در برنامه‌های نظارت بر محیط‌زیست مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

1. سلیمانی، ز.؛ سلامات، ن.؛ صفاهیه، ع.ر.؛ سواری، ا. و م.ت.، رونق، 2012. بررسی آسیب‌شناسی آبشش ماهی بیاخ (*Liza Abu*) تحت تأثیر آلودگی آب خور موسی. پاتوبیولوژی مقایسه‌ای، شماره 9، صفحات 665 تا 674.
2. Abdel-Moneim, A.M.; Al-Kahtani, M.A. and Elmenshawy, O.M., 2012. Histopathological biomarkers in gills and liver of *Oreochromis niloticus* from polluted wetland environments, Saudi Arabia. Chemosphere. Vol. 88, pp: 1028-1035.
3. Aein Jamshid, K.; Owfi, F.; Nikouyan, A.R.; Seddiq Mortazavi, M.; Sanjani, S. and Rabbaniha, M., 2011. Effects of war on the ecological condition of the Persian Gulf (Iranian Parts). Journal of the Persian Gulf. Vol. 2, pp: 41-50.
4. de Astarloa, J.D. and Munroe, T., 1998. Systematics, distribution and ecology of commercially important paralichthyid flounders occurring in Argentinean-Uruguayan



