

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

آزاده عباتی*: گروه محیط‌زیست، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، صندوق پستی: ۳۹۷

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۵

چکیده

آبشش ماهیان در تماس مستقیم با محیط آب بوده و از این رو نسبت به آلاینده‌های محیط، آسیب‌پذیر است. در این مطالعه، ۲۰ ماهی بالغ کفشک زبان گاوی در فصل تابستان سال ۱۳۹۱، 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، آنوریسیم 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، به‌خصوص ماهیان کفزی، می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی دقیق‌تر کیفیت محیط‌زیست در منطقه باشد.

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



مقدمه

خلیج فارس یک گستره کم‌عمق با عمق متوسط ۳۵ متر و دریای نیمه‌بسته‌ای می‌باشد که به‌وسیله نواحی نیمه‌خشک یا خشک مناطق نیمه گرمسیری و گرمسیری، احاطه شده‌است. آلاینده‌هایی که در حال حاضر خلیج فارس را تهدید می‌کنند، شامل نفت، فلزات سنگین، آلودگی حرارتی، آلودگی میکروبی، ورود گونه‌های غیربومی به اکوسیستم‌های خلیج فارس، افزایش شوری، افزایش کدورت، تغییر در رژیم هیدرولوژیکی خلیج فارس، 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 خلیج فارس و میزان تبخیر بیش‌تر از بارندگی و ورودی آب‌شیرین به آن، موجب ماندگاری آلاینده‌های وارده به آن شده و با توجه به منابع آلاینده‌های مختلف در خلیج فارس، احتمال بالابودن میزان آلاینده‌های مختلف، جذب و تجمع آن در بدن آبزیان به‌ویژه ماهیان منطقه، زیاد است (Aein Jamshid و همکاران، ۲۰۱۱). در این بین، آب‌های ساحلی استان هرمزگان از موقعیت استراتژیکی برخوردار بوده به‌دلیل 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 گردیده‌است و به‌همین دلیل به‌عنوان منطقه هدف انتخاب گردید (Michael Reynolds، ۱۹۹۳).

در بین جانوران دریایی، ماهیان انتشار جغرافیایی گسترده‌ای داشته و تجمع آلاینده‌ها در بافت‌های آن‌ها، منجر به آلودگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مختلفی می‌شود که اطلاعات مفیدی را در ارتباط با وضعیت کلی سلامت در محیط‌زیست دریا و نیز سلامت خود موجود، ارائه می‌دهد (Roberts، ۲۰۱۲). 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 مصبی را به‌عنوان نوزادگاه خود انتخاب می‌کنند که عمق آن‌ها کم‌تر از ۳ متر است (de Astarloa و همکاران، ۱۹۹۸). این ماهی دارای پراکندگی مطلوب در خلیج فارس بوده و براساس مطالعات سیستماتیک یاسمی و همکاران (۱۳۸۶) در محدوده آب‌های ساحلی ایران در استان هرمزگان در تمام مناطق وجود دارد (Yasemi، ۲۰۰۸). 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

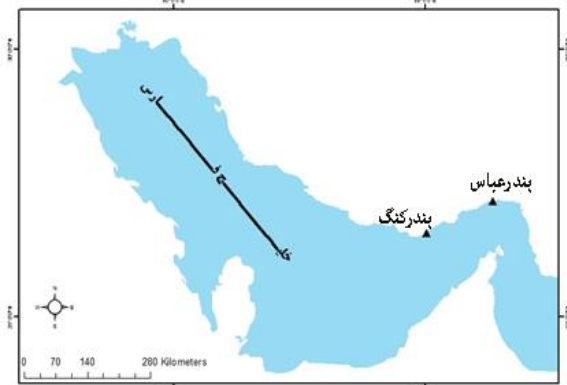
دریایی می‌باشند. از طرف دیگر کفشک‌ماهی تقریباً کم‌تحرك بوده و به این ترتیب این ماهی به‌عنوان گونه مناسب جهت پایش زیستی شناخته می‌شود (Stefano و همکاران، ۲۰۰۷).

آبشش ماهی، اندامی برای تبادل گاز، تنظیم اسمزی، دفع مواد زائد نیتروژن‌دار و تنظیم اسید و باز می‌باشد. این اندام، به‌دلیل ساختار آناتومیک خاصی که دارد، به‌طور مستقیم تحت تاثیر آلاینده‌ها قرار می‌گیرد (Sweidan و همکاران، ۲۰۱۵). 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 به‌طور 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، ۲۰۱۴). 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 (Fonseca و همکاران، ۲۰۱۶؛ Abdel-Moneim و همکاران، ۲۰۱۵؛ Minghetti و همکاران، ۲۰۱۴). مطالعه‌ای بر ماهیان *Geophagus brasiliensis* در رودخانه‌ای واقع در جنوب‌شرقی برزیل انجام دادند و به بررسی آسیب‌شناسی بافت آبشش این ماهیان پرداختند. بیش‌ترین آسیب مشاهده‌شده در آبشش، نفوذ لکوسیتی و آنوریسم بود که از جمله آسیب‌های غیرقابل برگشت و مختل‌کننده فعالیت‌های طبیعی آبشش می‌باشند (Nascimento و همکاران، ۲۰۱۲). Fonseca و همکاران (۲۰۱۶) آسیب‌های بافتی آبشش را به‌عنوان سیستمی جهت تشخیص آلودگی آب و نشانگر زیستی مناسب معرفی کردند (Fonseca و همکاران، ۲۰۱۶). سلیمانی و همکاران (۱۳۹۱) 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 به‌طور معنی‌داری از سایر ایستگاه‌ها بیش‌تر بود (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۳). 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 به‌عنوان نشانگر زیستی هدف در این مطالعه انتخاب گردید.



مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری: این تحقیق در قالب مطالعه محیطی *in vivo* انجام شد. ۲۰ قطعه ماهی به صورت زنده از ۲ منطقه از مناطق حساس و در معرض آلودگی نفتی خلیج فارس در فصل تابستان سال ۹۱ 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 ۲- فنوکسی اتانول ۰/۱ 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 ۱: 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 ۲۴-۱۲ ساعت با توجه به اندازه نمونه وارد سریال الکل‌ها شده و در نهایت داخل الکل ۷۰ درجه جهت انجام مراحل بعدی به مدت طولانی‌تر نگهداری شدند. سپس سایر مراحل آبگیری، شفاف سازی و پارافینه شدن انجام گرفت. سپس از قالب‌های پارافینه برش‌هایی با ضخامت ۴/۵ میکرومتر تهیه و با روش هماتوکسیلین-آئوزین (H&E) رنگ‌آمیزی شدند (Gamble و Bancroft، ۲۰۰۸). 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 براساس رتبه‌بندی Poleksic و همکاران (۱۹۹۴) انجام شد و سپس به منظور بررسی کمی و آنالیز نتایج پاتولوژیک، براساس شدت به صورت زیر درجه‌بندی انجام شد (Poleksic و همکاران، ۱۹۹۴).

بدون آسیب (+): آبشش در حالت نرمال بود و آسیبی مشاهده نشد. **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 می‌یابد. این تغییرات محدود به بخش‌های کوچکی از بافت هستند.

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

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

$$\text{معادله (۱)} \quad \text{HAI} = (1 \times \text{SI}) + (10 \times \text{SII}) + (100 \times \text{SIII})$$

در این معادله، I، II و III مراحل تغییرات بافتی و S تعداد آسیب‌های بافت در هر مرحله را نشان می‌دهد. مقدار HAI بین ۰ تا ۱۰ نشان‌دهنده شرایط نرمال در بافت، بین ۱۱ تا ۲۰ نشان‌دهنده آسیب اندک به اندام مورد نظر، بین ۲۱ تا ۵۰ نشان‌دهنده تغییرات متوسط اندام و بیش‌تر از ۱۰۰ نشان‌دهنده آسیب برگشت‌ناپذیر اندام می‌باشد. جدول ۱ خلاصه‌ای آسیب‌های آسیب‌شناسی بافت آبشش ماهی و رتبه‌بندی براساس شدت آسیب وارده را نشان می‌دهد (Poleksic و همکاران، ۱۹۹۴).

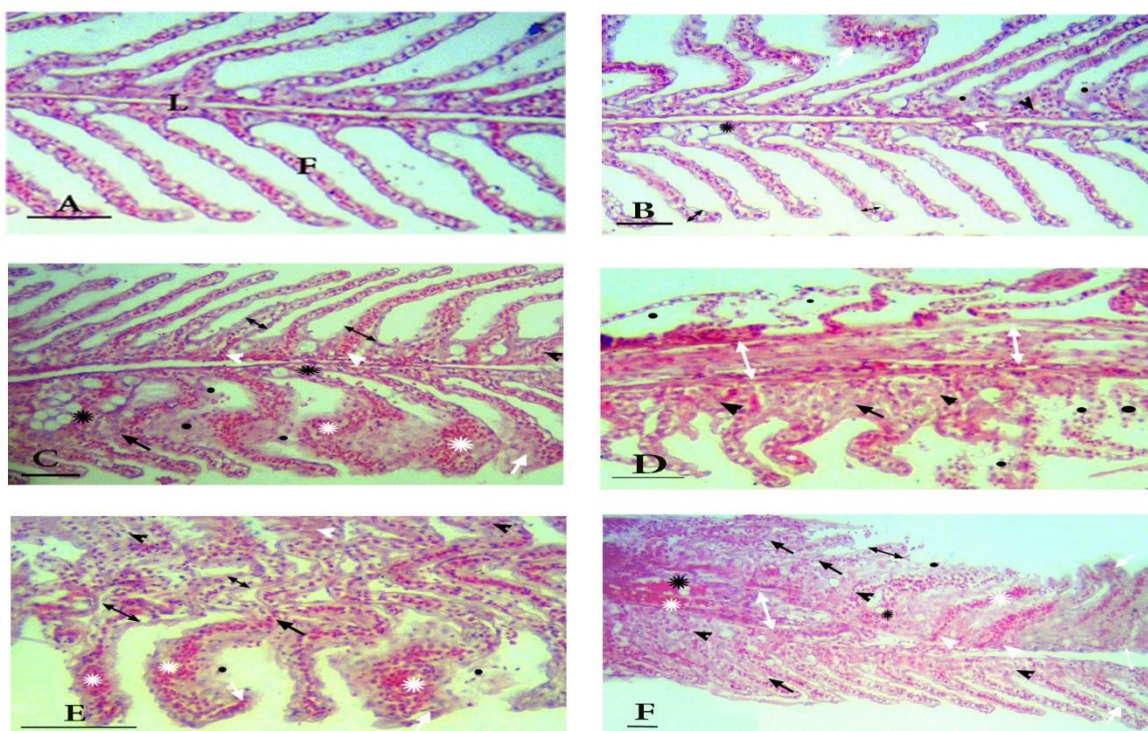
جدول ۱: تغییرات آسیب‌شناسی بافت آبشش. مرحله I: تغییرات بافتی اندک، مرحله II: تغییرات بافتی متوسط، مرحله III: تغییرات بافتی شدید

| مرحله آسیب | تغییرات آسیب‌شناسی بافت آبشش |
|------------|---|
| I | هیپرتروفی و هیپرپلازی آبششی، چسبندگی تیغه‌ها، احتقان خون، انبساط مویرگ‌های تیغه‌ای، برآمدگی اپیتلیوم آبششی، کوتاه‌شدن تیغه‌ها، نفوذ لوکوسیتی خونریزی، جداشدن اپیتلیوم تیغه‌ای، هیپرتروفی و هیپرپلازی سلول‌های موکوسی، هیپرتروفی و هیپرپلازی سلول‌های کلراید |
| III | آنورسم، نکروز و تخریب سلولی، تلائژیکتازی |

نتایج

نتایج آسیب‌شناسی بافت: در مطالعه میکروسکوپی مقاطع تهیه‌شده از نمونه‌های آبشش ماهی کفشک‌زبان گاوی در ایستگاه بندرکنگ، آبشش دارای ساختار طبیعی و الگویی مشابه دیگر ماهیان

استخوانی بود. رشته‌های آبششی به‌صورت عمود بر کمان آبششی و تیغه‌های آبششی عمود بر رشته‌ها و در هر دو سطح آن‌ها مشاهده می‌شد (شکل ۲A). آسیب‌های برگشت‌پذیر مانند واکنش‌شدن سلول‌های اپیتلیومی و هایپرپلازی خفیف دیده شد (شکل ۲B).



شکل ۲: 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)، هایپرپلازی سلول‌های اپیتلیالی (سرپیکان سیاه) و چسبندگی تیغه‌های آبششی مجاور (پیکان سیاه)، چماغی شدن انتهایی تیغه‌ها (پیکان سفید)، نفوذ لوکوسیتی (سرپیکان سفید)، آنورسم و احتقان خون (ستاره سفید)، نکروز و تخریب سلولی (دایره سیاه)، اتساع تیغه (پیکان دوسر سفید) می‌باشد. H&E، مقیاس ۵۰μ.

داده شده‌است. با توجه به این‌که مقادیر این شاخص در آبشش ماهیان کفشک‌زبان گاوی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری، متفاوت بوده و براساس جدول ۱ که رده‌بندی شاخص آسیب‌شناسی بافت را نشان می‌دهد، می‌توان نتیجه گرفت که آسیب‌های پاتولوژیک ایجاد شده در ایستگاه بندرعباس، از نوع آسیب‌های غیرقابل ترمیم و مختل‌کننده عملکرد طبیعی اندام می‌باشد. تغییرات پاتولوژیک ایجاد شده در ایستگاه بندرکنگ از نوع ضایعات برگشت‌پذیر بوده که اختلالی در فعالیت طبیعی آبشش ایجاد نمی‌کنند (شکل ۳).

بافت آبشش، تغییرات پاتولوژیک با شدت بالایی را در ایستگاه بندرعباس نشان داد. این تغییرات شامل برآمدگی اپیتلیوم از غشای پایه و ایجاد ادم بافتی، هایپرپلازی سلول‌های اپیتلیالی و چسبندگی تیغه‌های آبششی مجاور، چماغی شدن انتهایی تیغه‌ها، نفوذ لوکوسیتی، آنورسم و احتقان خون، نکروز و تخریب سلولی و هم‌چنین اتساع تیغه‌های آبشش بودند که در شکل ۲ قسمت C، D، E و F آورده شده است.

تعیین شاخص تغییرات آسیب‌شناسی بافت (Histopathology alternation index): با توجه به تغییرات پاتولوژیک ایجاد شده در نمونه‌های آبشش ماهیان کفشک‌زبان گاوی در ایستگاه‌های مورد مطالعه، شاخص تغییرات پاتولوژیک آبشش این ماهی با استفاده از معادله ۱ در دو ایستگاه محاسبه گردید که نتایج آن در شکل ۲ نشان



لایه اپی تلیوم یا lifting و هایپرتروفی و تشکیل واکوئل) در جهت جلوگیری از ورود مواد آلاینده از طریق سلول‌های آبششی به بدن ماهی است (Fonseca و همکاران، ۲۰۱۶؛ Minghetti و همکاران، ۲۰۱۴؛ Nascimento و همکاران، ۲۰۱۲؛ Flores-Lopes و همکاران، ۲۰۱۱) که در مطالعه حاضر نیز، جدانشدگی، تکثیر سلول‌ها و هایپرتروفی در آبشش ماهیان ایستگاه بندرعباس دیده شد.

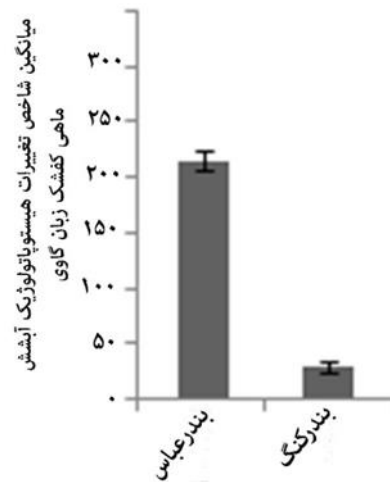
ادم یا هایپرتروفی از آسیب‌هایی است که در دو ایستگاه کنگ و بندرعباس مشاهده گردید. بررسی‌های Fonseca و همکاران (۲۰۱۶) نیز مانند این پژوهش جدانشدگی را در اپی تلیوم آبشش را نشان داد. تمام تغییرات مشاهده شده در جهت کاهش ورود آلاینده به بدن ماهی ایجاد می‌شود.

متسع شدن و چماقی شدن رأس رشته‌های لاملائی ثانویه از اولین آسیب‌های وارد به بافت آبشش ماهی می‌باشد، در این حالت لایه اپی تلیوم لاملائی ثانویه به صورت ادم درمی‌آید و حضور مواد شیمیایی موجب کاهش سطح مفید آبشش و در نتیجه کاهش تبادل گازی آبشش می‌شوند (Sweidan و همکاران، ۲۰۱۵؛ Fracácio و همکاران، ۲۰۰۳). در مطالعه حاضر نیز این آسیب در ایستگاه بندرعباس با شدت و تکرار زیادی مشاهده شد.

Flores-Lopes و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی بافتی آبشش ماهیان *Astyanax fasciatus* و *Cyanocharax alburnus* آب‌های صنعتی شده گیوبیا، فرکانس بالایی از آسیب‌های بافتی را گزارش کردند 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 هایپریلازی بافت آبشش بود. در این آسیب، تکثیر سلول‌های مجاور لاملا، کاهش فضای بین لاملاها را به دنبال دارد که با افزایش این روند حالت، جوش خوردگی در بافت آبشش به وجود می‌آید (Govindasamy و همکاران، ۲۰۱۲). در مطالعه حاضر شیوع بالای تغییرات پاتولوژیک در بافت آبشش گزارش شد. هر چند در نواحی با استرس کم‌تر نظیر بندر کنگ 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 غیرقابل ترمیم و مختل‌کننده عملکرد طبیعی اندام می‌باشد. نظیر چنین نتایجی در یافته‌های سایر محققین نیز نشان داده شده است.

Nascimento و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای بر برخی از ماهیان رودخانه‌ای واقع در جنوب شرقی برزیل، به بررسی آسیب‌شناسی بافت آبشش این ماهیان پرداختند. بیش‌ترین آسیب مشاهده شده در آبشش، نفوذ لکوسیتی و آنوریسم بود که از جمله آسیب‌های غیرقابل



شکل ۳: میانگین شاخص تغییرات آسیب‌شناسی بافت آبشش ماهی کفشک زبان گاوی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری

بحث

پاسخ‌های اکولوژیکی و بیولوژیکی به استرس‌های آلودگی باعث تغییرات در سطح مولکولی شده و سپس باعث برهم‌خوردن 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 جبران‌ناپذیر جلوگیری نمود و بنابراین در سطح فرد، تغییرات آسیب‌شناسی بافت در بافت‌های جانوری شیوه بسیار مناسبی جهت پیش‌بینی استرس‌های محیطی است (Lawrence و همکاران، ۲۰۰۳). تغییرات بافت‌شناسی در اثر محرک‌های داخلی و خارجی ایجاد می‌شود که در هر صورت در نتیجه آشفستگی در سطح مولکولی سازماندهی زیستی رخ می‌دهد. بنابراین بررسی بافت‌شناسی یک شاخص جامع است که به صورت کامل وضعیت سلامت ماهی را مشخص می‌کند و پارامترهای بیولوژیکی قادرند حضور سمی آلاینده‌ها را در محیط زیست جانور، مشخص کنند (Santos و همکاران، ۲۰۱۴؛ Stentiford و همکاران، ۲۰۰۳).

ارزیابی محیط‌بدین 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، ۲۰۱۲).

تغییرات بافتی آبشش (تکثیر سلول‌ها، ترشح موکوس، جدانشدگی



۵. Flores-Lopes, F. and Thomaz, A., ۲۰۱۱. Histopathologic alterations observed in fish gills as a tool in environmental monitoring. Brazilian Journal of Biology. Vol. ۷۱, pp: ۱۷۹-۱۸۸.
۶. Fonseca, A., Fernandes, L.S.; Fontainhas-Fernandes, A.; Monteiro, S. and Pacheco, F., ۲۰۱۶. From catchment to fish: Impact of anthropogenic pressures on gill histopathology. Science of the Total Environment. Vol. ۵۰, pp: ۹۷۲-۹۸۶.
۷. Fracácio, R.; Verani, N.F.; Espindola, E.L.G.; Rocha, O.; Rigolin-Sá, O. and Andrade, C.A., ۲۰۰۳. Alterations on growth and gill morphology of *Danio rerio* (Pisces, Ciprinidae) exposed to the toxic sediments. Brazilian archives of Biology and Technology. Vol. ۴۶, pp: ۶۸۵-۶۹۵.
۸. Giarratano, E.; Gil, M.N. and Malanga, G., ۲۰۱۴. Biomarkers of environmental stress in gills of ribbed mussel *Aulacomya atra* (Nuevo Gulf, Northern Patagonia). Ecotoxicology and environmental safety. Vol. ۱۰۷, pp: ۱۱۱-۱۱۹.
۹. Gomes, I.D.; Nascimento, A.A.; Sales, A. and Araújo, F.G., ۲۰۱۲. Can fish gill anomalies be used to assess water quality in freshwater Neotropical systems? Environmental Monitoring and Assessment. Vol. ۱۸۴, pp: ۵۵۲۳-۵۵۳۱.
۱۰. Govindasamy, R. and Rahuman, A.A., ۲۰۱۲. Histopathological studies and oxidative stress of synthesized silver nanoparticles in Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*). Journal of Environmental Sciences. Vol. ۲۴, pp: ۱۰۹۱-۱۰۹۸.
۱۱. Lawrence, A.; Arukwe, A.; Moore, M.; Sayer, M. and Thain, J., ۲۰۰۳. Molecular/cellular processes and the physiological response to pollution. Effects of Pollution on Fish. Molecular Effects and Population Responses. pp: ۸۳-۱۳۳.
۱۲. Michael Reynolds R. Physical oceanography of the Gulf, Strait of Hormuz, and the Gulf of Oman. ۱۹۹۲. Results from the Mt Mitchell expedition. Marine Pollution Bulletin. Vol. ۲۷, pp: ۳۵-۵۹.
۱۳. Minghetti, M.; Schnell, S.; Chadwick, M.A.; Hogstrand, C. and Bury, N.R., ۲۰۱۴. A primary fish gill cell system (FIGCS) for environmental monitoring of river waters. Aquatic Toxicology. Vol. ۱۵۴, pp: ۱۸۴-۱۹۲.
۱۴. Nascimento, A.; Araujo, F.; Gomes, I.; Mendes, R. and Sales, A., ۲۰۱۲. Fish gills alterations as potential biomarkers of environmental quality in a eutrophized tropical river in south - eastern Brazil. Anatomia, Histologia, Embryologia. Vol. ۴۱, pp: ۲۰۹-۲۱۶.
۱۵. Poleksic, V. and Mitrovic-Tutundzic, V., ۱۹۹۴. Fish gills as a monitor of sublethal and chronic effects of pollution. Oxford, Fishing News Books. pp: ۳۳۹-۳۵۲.
۱۶. Roberts, R.J., ۲۰۱۲. Fish pathology. John Wiley & Sons.
۱۷. Santos, N.P.; Colaco, A.; da Costa, R.M.G.; Oliveira, M.M.; Peixoto, F. and Oliveira, P.A., ۲۰۱۴. N-diethylnitrosamine mouse hepatotoxicity: time-related effects on histology and oxidative stress. Experimental and Toxicologic Pathology. Vol. ۶۶, pp: ۴۲۹-۴۳۶.
۱۸. Stefano, B.; Annalisa, I.; Soania, F.; Lucia, L.; Tancredi, C. and Ilaria, C., ۲۰۰۷. Biomonitoring aquatic environmental quality in a marine protected area: a biomarker approach. Ambio. Vol. ۱۶, pp: ۲۰۸-۱۵۵.
۱۹. Stentiford, G.; Longshaw, M.; Lyons, B.; Jones, G.; Green, M. and Feist, S., ۲۰۰۳. Histopathological biomarkers in estuarine fish species for the assessment of biological effects of contaminants. Marine Environmental Research. Vol. ۵۵, pp: ۱۳۷-۱۵۹.
۲۰. Sweidan, A.H.; El-Bendary, N.; Hegazy, O.M.; Hassanien, A.E. and Snasel, V., ۲۰۱۵. Water pollution detection system based on fish gills as a biomarker. Procedia Computer Science. Vol. ۶۵, pp: ۶۰۱-۶۱۱.
۲۱. Yasemi, M.; Keyvan, A.; Flihatkar, B.; Farzinger, M.; Sharifpour, I.; Owfi, F.; Vossoughi, G. and Ahmadi, M., ۲۰۰۸. Pleuronectiformes species identification along the Iranian coastline of the Persian Gulf. Iranian Journal of fisheries sciences. Vol. ۷, pp: ۱۰۳-۱۲۰.
- برگشت و مختل‌کننده فعالیت‌های طبیعی آبشش می‌باشند. در ماهی کفشک‌زبان 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 (۱۳۹۱) به بررسی آسیب‌شناسی بافت آبشش ماهی بیاح *Liza Abu* تحت تاثیر آلودگی خورموسی پرداختند. تغییرات بافتی مشاهده شده در آبشش شامل هیپرتروفی و هیپرپلازی سلول‌های اپی‌تلیومی، ادم تیغه‌ای، چسبندگی تیغه‌ها بود و شاخص آسیب‌شناسی بافت در ایستگاه پتروشیمی به‌طور معنی‌داری از سایر ایستگاه‌ها بیش‌تر بود. 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 جداشدگی اپی‌تلیوم، نکروزیس و کاهش فیلامنت‌های آبششی، هیپرتروفی فیلامنت‌های آبششی و هیپرپلازی سطح اپیتلیوم تنفسی لاملا باعث کاهش اکسیژن‌رسانی و صدمات جبران‌ناپذیر می‌شود. بنابراین، آبشش بافت حساسی در مقابل آلاینده‌ها بوده و نشانگر زیستی مناسبی جهت پایش محیط می‌باشد. نتایج به‌دست آمده در کار حاضر نیز این موضوع را به‌خوبی نشان داد. به‌همین خاطر استفاده از تجزیه و تحلیل‌های آسیب‌شناسی بافت آبشش ماهیان، به‌خصوص ماهیان کفزی، می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی دقیق‌تر کیفیت محیط زیست در منطقه باشد و در برنامه‌های نظارت بر محیط‌زیست مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

۱. سلیمانی، ز؛ سلامات، ن؛ صفاهیه، ع.ر؛ سواری، ا. و رونق، م.ت.، ۱۳۹۱. بررسی آسیب‌شناسی آبشش ماهی بیاح (*Liza Abu*) تحت تاثیر آلودگی آب خورموسی. پاتوبیولوژی مقایسه‌ای. شماره ۹، صفحات ۶۶۵ تا ۶۷۴.
۲. Abdel-Moneim, A.M.; Al-Kahtani, M.A. and Elmenshawy, O.M., ۲۰۱۲. Histopathological biomarkers in gills and liver of *Oreochromis niloticus* from polluted wetland environments, Saudi Arabia. Chemosphere. Vol. ۸۸, pp: ۱۰۲۸-۱۰۳۵.
۳. Aein Jamshid, K.; Owfi, F.; Nikouyan, A.R.; Seddiq Mortazavi, M.; Sanjani, S. and Rabbaniha, M., ۲۰۱۱. Effects of war on the ecological condition of the Persian Gulf (Iranian Parts). Journal of the Persian Gulf. Vol. ۲, pp: ۴۱-۵۰.
۴. de Astarloa, J.D. and Munroe, T., ۱۹۹۸. Systematics, distribution and ecology of commercially important paralichthyid flounders occurring in Argentinean-Uruguayan waters (*Paralichthys*, *Paralichthyidae*): an overview. Journal of Sea Research. Vol. ۳۹, pp: ۱-۹.