مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

بررسی سلامت رویشگاه‌های حرا در سواحل شهر بندرعباس با استفاده از پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون ماهی گل‌خورک (*Periophthalmus argentilineatus*) به‌عنوان شاخص زیستی

مهناز کردگاری*، مجید افخمی، مریم احسان‌پور

باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاداسلامی، بندرعباس، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۶/۰۷/۲۳
اصلاح: ۹۶/۱۰/۱۱
پذیرش: ۹۷/۰۳/۰۵

کلمات کلیدی:
حرا
گل‌خورک
شاخص زیستی
هورمون تیروئیدی

چکیده

فاکتورهای بیوشیمیایی و هورمونی خون می‌توانند ابزاری برای پایش سلامتی، تعیین بیماری و پاسخ به درمان باشند. در این مطالعه، غلظت پارامترهای بیوشیمیایی و هورمونی ماهی گل‌خورک (*Periophthalmus argentilineatus*) در مناطق مختلف سواحل بندرعباس مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌برداری در فصل تابستان ۹۴ و از ایستگاه ۱ (خور شور اول)، ایستگاه ۲ (خور سورو) و ایستگاه ۳ (کشتی‌سازی) به تعداد ۳۰ عدد از هر ایستگاه انجام گرفت. اندازه‌گیری طول کل (TL) با دقت ۰/۱ سانتی‌متر و وزن کل (BW) با دقت ۰/۰۱ گرم انجام گرفت. فاکتورهایی هم‌چون گلوکز، کلسترول، تری-گلیسیرید، آنزیم‌های آلانین‌اس‌ترانسفراز (AST)، آلکالین‌فسفاتاز (ALP)، هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4) و هورمون محرک تیروئید (TSH) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که سطح آنزیم‌های مورد مطالعه در مناطق آلوده به‌طور معناداری بیشتر بود ($P<0.01$). همچنین غلظت هورمون‌های تیروئیدی در مناطق آلوده (ایستگاه ۳) بیشتر بود. مقادیر گلوکز و کلسترول در مناطق آلوده نیز بیشتر بود ($P<0.01$). با توجه به تأثیر منفی آلاینده‌ها بر عملکردهای هورمونی و بیوشیمیایی سرم خون گونه‌های ساکن از جمله این گونه، این ماهی می‌تواند به‌عنوان شاخص زیستی آلودگی در این منطقه مورد استفاده قرار گیرد.

مقدمــه

مطالعه پارامترهای خونی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای مورد استفاده در ارزیابی کیفی جمعیت‌ها می‌باشند؛ زیرا ثابت شده که دامنه‌های فیزیولوژیک این پارامترها برای هرگونه اختصاصی بوده و کاملاً وابسته به سن می‌باشد (Anver, 2004; Bastami *et al.*, 2009). یکی از اشکالات موجود در زمینه ارزیابی وضعیت سلامت جمعیت‌های ماهی در طبیعت، نبود دامنه‌های قابل استناد و مرجع، از شرایط ایده‌ال می‌باشد. بر این اساس جهت دست‌یابی به این هدف بسیاری از متخصصین فیزیولوژی ماهی در تلاش جهت مطالعه روی فاکتورهای خونی می‌باشند؛ زیرا به احتمال قوی این گونه پارامترها به‌عنوان ابزاری مناسب و مورد تأیید جهت ارزیابی وضعیت سلامت می‌باشند. اگرچه مطالعه فاکتورهای خونی در ماهی‌ها در حال انجام است اما هم‌چنان کمبودهای بسیار شدیدی در خصوص نحوه اندازه‌گیری و تعیین دامنه ایدئال برای پارامترهای خون ماهی وجود دارد و بسیاری از مطالعات در این خصوص محدود به مناطق خاصی بوده و یا اغلب به‌طور کامل اجرا نشده است. هم‌چنین ترکیبات بیوشیمیایی می‌توانند اطلاعات مهمی را در خصوص وضعیت هر ارگانیسم بیان نمایند (Anver, 2004).

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: m_kerdgar@yahoo.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.13.8]

بدن موجودات آبزی به‌سرعت پاسخ‌های اولیه و ثانویه را تحت شرایط استرس از خود نشان می‌دهند. پاسخ‌های اولیه شامل ایجاد پیام عصبی از سیستم عصبی مرکزی و تخلیه هورمون‌های استرسی مثل هورمون کورتیزول به داخل گردش خون از طریق غدد درون‌ریز می‌باشد (Arends *et al.*, 1999). شاخص‌های ثانویه تأثیرات استرس، بسیار زیاد بوده ولی مهم‌ترین شاخص، استفاده از میزان گلوکز پلاسما یا سرم خون می‌باشد. میزان هماتوکریت نیز به‌عنوان شاخص استرس استفاده می‌گردد زیرا به‌طور سریع و آسان قابل‌اندازه‌گیری است. پاسخ‌های فیزیولوژیک به استرس با توجه به مدت زمان عامل استرس (Conte, 2004) و نوع گونه‌ها (Pickering and Pottinger, 1989) متفاوت می‌باشند. پاسخ‌های اولیه فوق منجر به بروز پاسخ‌های ثانویه ازجمله افزایش میزان گلوکز پلاسما، لاکتات، هماتوکریت و کاهش میزان کلراید، سدیم و پتاسیم در ماهیان استخوانی می‌گردد (Barton, 2002).

ارزیابی بیوشیمیایی فاکتورهای کبدی در ماهیان به‌عنوان مهم‌ترین ابزار در بررسی پاسخ‌های زیست‌محیطی به این فاکتورها در شرایط مطالعه‌ای و آزمایشگاهی می‌باشند (Matos *et al.*, 2007).

آلانین اس ترانسفراز (AST) وآلانین ترانسفراز (ALT) آنزیم‌های غیر عملکردی پلاسمای خون می‌باشند که به‌طور طبیعی در سلول‌های کبدی، قلب، آبشش‌ها، کلیه‌ها، ماهیچه‌ها و سایر اندام‌ها وجود دارند. وجود آن‌ها در پلاسمای خون ممکن است اطلاعاتی درباره آسیب‌دیدگی بافت‌ها و عدم عملکرد مناسب اندام‌ها بدهد. علاوه بر این AST و لاکتات دهیدروژناز (LDH) به‌عنوان شاخص‌های مورد استفاده در آسیب‌دیدگی بافت‌ها هستند زیرا ممکن است به‌محض بروز کوچک‌ترین تغییر در مورفولوژی و عملکرد سلول‌ها، سریعاً ترشح شوند (Wagner and Congleton, 2004).

افزایش غلظت کلسترول خون به عنوان شاخصی از عملکرد نامناسب کبد می‌باشد (Kaplan *et al.*, 1988). افزایش میزان کلسترول در هنگام مواجه با عامل آلودگی می‌تواند به دلیل افزایش تبدیل انرژی موردنیاز برای مقابله با عامل استرس‌زا باشد (Lee *et al.*, 1983).

گلوکز از دیگر فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون است که می‌تواند به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم در تعیین وضعیت فیزیولوژیک ماهی به کار رود. با افزایش مصرف گلوکز و متابولیت‌های دیگر در بعضی گونه‌ها، ذخایر گلیکوژن و چربی‌ها کاهش می‌یابد و احتمالاً پروتئین‌ها برای تأمین انرژی شکسته می‌شوند (Lucas, 1996).

گل‌خورک‌ها از خانواده گاوماهیان و رده ماهیان استخوانی می‌باشند. از این خانواده، تاکنون ۲۱۲ جنس و حداقل ۱۹۵۰ گونه شناخته شده است که بعد از کپورماهیان بزرگ‌ترین خانواده ماهیان می‌باشند (Nelson, 2006). این خانواده از ماهیان دو تنفسی می‌باشند که دارای ارزش اکولوژیک ویژه‌ای بوده و نمونه‌های بی‌نظیری از مهره‌داران هستند که مسیرهای تکاملی را برای خشکی‌زی شدن انتخاب و طی نموده‌اند. بعضی از جنس‌های آن‌ها تحت عنوان گل‌خورک نامیده می‌شوند و اغلب در پهنه‌های گلی و جنگل‌های حرا و نواحی کشندی مناطق ساحلی و مناطق گرمسیری زیست می‌نمایند. مهم‌ترین زیستگاه‌های این دسته از ماهیان، نواحی کشندی در مناطق جنگلی حرا در گستره پهنه‌های گلی مناطق گرمسیری می‌باشد (Abdoli *et al.*, 2010).

در این مطالعه پاسخ‌های فیزیولوژیک فاکتورهای خونی نظیر گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، آلکالین فسفاتاز، آلانین اس ترانسفراز، هورمون‌های تیروئیدی (T_3 ,T_4) و هورمون محرک تیروئید (TSH) به‌عنوان پاسخ‌های فیزیولوژیک مورد بررسی و آنالیز قرار گرفته است. اکثر تحقیقات صورت گرفته در این زمینه مربوط به بررسی تجمع زیستی انواع مختلف آلاینده‌ها بوده و این در حالی است که بررسی مکانیسم‌های مختلف تأثیرپذیری آلاینده‌ها یا همان سنجش بیومارکرها نتایج به مراتب دقیق‌تر و قابل‌اعتمادتری را در زمان پایش و مانیتورینگ زیست‌محیطی ارائه می‌دهد. از سوی دیگر، مطالعه گونه‌های مختلف آبزیان جهت انتخاب به‌عنوان شاخص زیستی آلودگی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار هستند به‌ویژه این‌که تاکنون مطالعات بسیار کمی در مورد ماهی گل‌خورک به‌عنوان شاخص آلودگی صورت گرفته است. این گونه به‌دلیل پراکندگی زیاد و قابلیت حرکت کم و نقش مهمی که در اکوسیستم‌های دریایی ایفا می‌کند می‌تواند ضمن تعیین پاسخ‌های فیزیولوژیک به‌عنوان مکانیسم حفاظتی، رهنمودی برای تعیین سطح سلامت اکوسیستم باشد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.13.8]

مواد و روش‌ها

در بخش عملیات میدانی، نمونه‌ها شب‌هنگام در زمان جزر کامل توسط تور نمونه‌برداری جمع‌آوری گردیدند. بر اساس مطالعات میدانی و سایر طرح‌های مطالعاتی قبلی، نمونه‌برداری در فصل تابستان در سه ایستگاه، ساحل شور اول بدون ورودی فاضلاب انسانی، ساحل سورو دارای ورودی فاضلاب انسانی و نهایتاً ساحل کشتی‌سازی با منشأ آلودگی صنعتی انجام گرفت که موقعیت جغرافیایی و منطقه مطالعاتی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جدول ۱ و شکل ۱ آمده است.

جدول ۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های انتخابی در سواحل شهر بندرعباس

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
خور شور اول	۶۰ ° ۳۹′۱۸″	۲۵°۱۵'۲۰"
خور سورو	۶۰ ° ۳۴'۲۳"	۲۵°۱۸'۵۹"
کشتی‌سازی	۶۰ ° ۲۸'۴۱"	۲۵° ۱۸'۵۹"

نمونه‌های تهیه‌شده به‌صورت زنده در ظروف پلاستیکی حاوی آب دریا به آزمایشگاه مرکز سنجش آلودگی اداره کل حفاظت محیط‌زیست هرمزگان منتقل گردیدند. در آزمایشگاه طول هرکدام از نمونه‌ها بر حسب سانتی‌متر و وزن آن‌ها با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. جهت تهیه نمونه خون، ابتدا ماهی توسط ماده بیهوشی دوفنوکسی اتانول با غلظت ۲۰۰ میکرو لیتر بر لیتر بی‌هوش و با حوله تمیز خشک و مستقیماً از محل آئورت شکمی با استفاده از سرنگ، مقدار ۲cc خون‌گیری و داخل ویال‌های هپارینه انتقال تا از انعقاد خون جلوگیری شود (Jacobson *et al.*, 1992). سپس نمونه خون درون دستگاه سانتریفوژ با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه (rpm) به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت و سپس با استفاده از میکروسمپلر شماره ۱۰۰ سرم خون جداسازی و درون ویال‌های مخصوص دردار تا انجام آزمایش‌های بیوشیمیایی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. فاکتورهای بیوشیمیایی شامل گلوکز، کلسترول، تری‌گلسیرید، آلکالین فسفاتاز، آلانین اس ترانسفراز با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر مدل (Cobas integra system, France) اندازه‌گیری گردید (Strik *et al.*, 2007). هورمون‌های تیروکسین و TSH نیز با استفاده از دستگاه Electro Immune Analyzer اندازه‌گیری شد (Rotllant *et al.*, 2001). با توجه به نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و شاپیرو- ویلک توزیع داده‌ها نرمال بوده لذا برای آنالیزهای آماری از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد. از آنالیز واریانس جهت وجود و یا عدم وجود اختلاف معناداری بین نمونه‌های مختلف استفاده شد.



شکل ۱. منطقه مطالعاتی و ایستگاه‌های نمونه‌برداری (شور اول St1، خور سورو St2 و کشتی‌سازی St3) در سواحل شهر بندرعباس

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.13.8]

نتایـج

در مجموع ۹۰ نمونه ماهی *P .argentilineatus* از ۳ ایستگاه در سواحل شهر بندرعباس جمع‌آوری شدند. نتایج حاصل از بررسی پارامترهای زیست‌سنجی این گونه در جدول ۲ آمده است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از ایستگاه شماره ۱ (خور شوراول) و ایستگاه شماره ۲ (خور سورو) دارای بیشترین میانگین طول و وزن بودند و نمونه‌های ایستگاه شماره ۳ (کشتی‌سازی) دارای کمترین میانگین طول و وزن بودند.

جدول ۲. نتایج پارامترهای زیست‌سنجی ماهی گل‌خورک *P. argentilineatus* در ایستگاه‌های مختلف در سواحل شهر بندرعباس

گونه	ایستگاه	میانگین طول کل سانتی‌متر	میانگین وزن گرم
P. argentilineatus	ایستگاه شماره ۱	۱۰/۳±۳/۴۵	۸/۲±۰/۲۷
	ایستگاه شماره ۲	۱۰/۲±۲/۵۶	۸/۲۶±۰/۲۶
	ایستگاه شماره ۳	۹/۸۶±۳/۴۶	۷/۰۸±۰/۲۱

مقادیر آنزیمی سرم خون ماهی گل‌خورک *P. argentilineatus* نمونه‌برداری شده در سه ایستگاه مورد مطالعه، در جدول ۳ آمده است. بر اساس این نتایج مقادیر آنزیم‌های مربوط به سرم خونی این گونه در نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از ایستگاه شماره ۳ بیشتر از مقادیر مربوطه در نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از دو ایستگاه دیگر بوده است. بر اساس آنالیزهای آماری، مقادیر آنزیم AST در ایستگاه‌های شماره ۱ و ۲ اختلاف معنی‌داری را با مقادیر دیگر آنزیم در ایستگاه‌های مربوطه، نشان داد ($P<0.01$).

جدول ۳. مقادیر آنزیم‌های کبدی سرم خون ماهی گل‌خورک *P. argentilineatus* در ایستگاه‌های مختلف

ایستگاه	AST	ALP
ایستگاه شماره ۱	۲۲۶/۶۶±۹/۵۶*	۱۰۳/۵±۴/۱۴
ایستگاه شماره ۲	۲۵۱/۱۱±۶/۹۴*	۱۱۵/۱۶±۴/۴۶
ایستگاه شماره ۳	۲۶۸/۸۸±۸/۶۵	۱۱۳/۳۳±۵/۰۲

علامت * دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ($P<0.01$) می‌باشند.

بررسی غلظت هورمون‌های مختلف تیروئیدی در ماهی گل‌خورک *P. argentilineatus* بیانگر این بود که غلظت این هورمون‌ها در ایستگاه شماره ۳ در مقایسه با مقادیر این هورمون‌ها در دو ایستگاه دیگر بیشتر بود. نتایج حاصل از این بررسی در جدول ۴ آورده شده است. آنالیزهای آماری نشان داد که غلظت هورمون T_4 در ایستگاه‌های شماره ۱ و ۲ اختلاف معنی‌داری را با مقادیر دو آنزیم دیگر نشان داد ($P<0.01$). درحالی‌که در ایستگاه شماره ۳ چنین اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0.01$).
مقایسات آماری غلظت هورمون‌ها بین ایستگاه‌های مورد مطالعه، نشان داد که غلظت هورمون T_4 و TSH در ایستگاه شماره ۱ دارای اختلاف معنی‌داری با غلظت این هورمون‌ها در دو ایستگاه دیگر بود ($P<0.01$). غلظت هورمون T_4 در هر سه ایستگاه اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<0.01$).

غلظت پارامترهای بیوشیمیایی ماهی گل‌خورک *P. argentilineatus* نمونه‌برداری شده از ایستگاه‌های مختلف سواحل شهر بندرعباس در شکل‌های ۲ و ۳ آورده شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده غلظت گلوکز و کلسترول در نمونه‌های جمع‌آوری شده از ایستگاه شماره ۳ در مقایسه با دو ایستگاه دیگر بیشتر بود که این اختلاف از لحاظ آماری نیز معنی‌دار بود ($P<0.01$). اما در ارتباط با تری‌گلیسیرید غلظت آن در ایستگاه شماره ۲ از دو ایستگاه دیگر بیشتر بود اما این غلظت با غلظت مشاهده شده در ایستگاه ۳ هیچ اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>0.01$)، درحالی‌که غلظت مشاهده در ایستگاه ۱ دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P<0.01$).

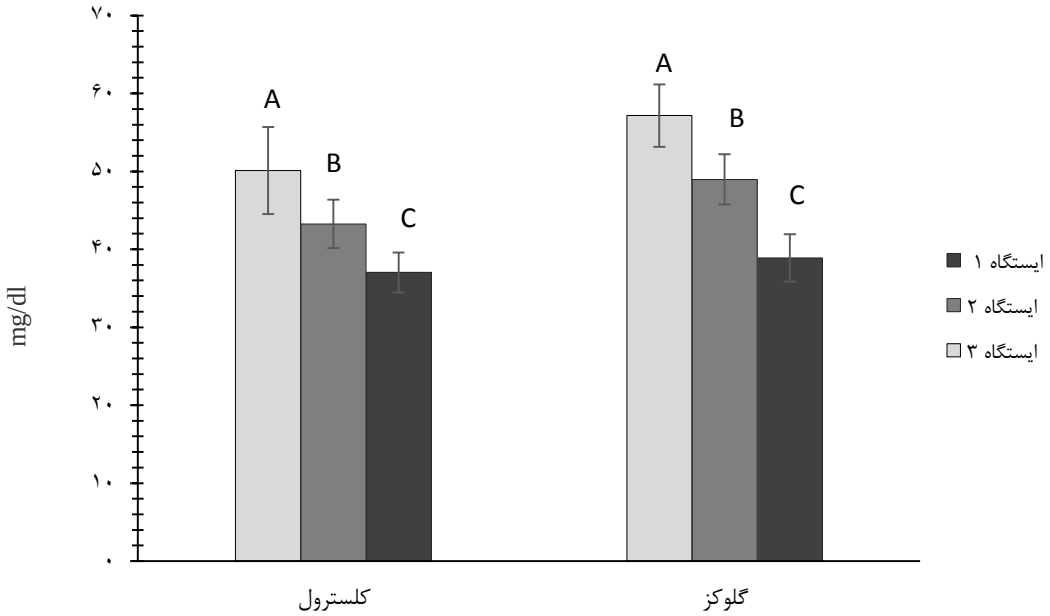
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.13.8]

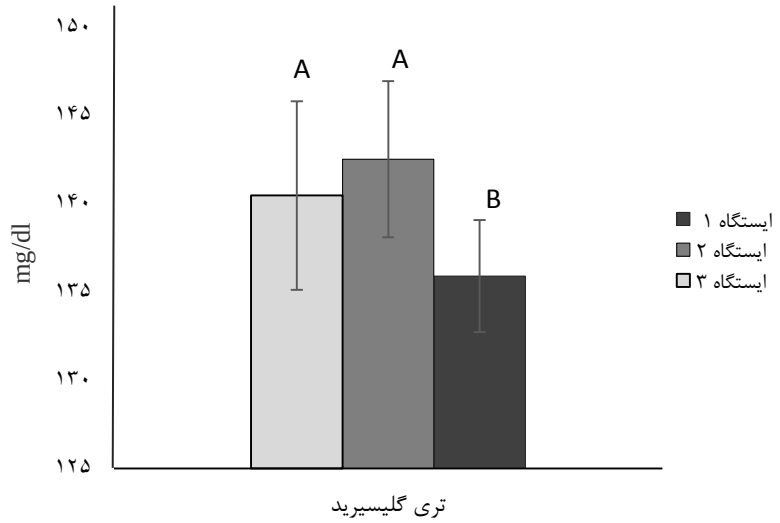
جدول ۴. غلظت هورمون‌های تیروئیدی (T_4 و تری یدو ترونین T_3) و هورمون محرک تیروئید (TSH) برحسب میلی‌مول بر لیتر گونه *P. argentilineatus* در ایستگاه‌های مختلف

ایستگاه‌ها	پارامترهای مورد بررسی		
	T_3	T_4	TSH
ایستگاه شماره ۱	۱/۱۷±۰/۱۷	۷۸/۷۶±۳/۵۸*	۰/۳۷±۰/۰۸*
ایستگاه شماره ۲	۱/۵۰ ±۰/۱۹	۸۸/۷۳±۳/۸۱*	۰/۶۱±۰/۱۱
ایستگاه شماره ۳	۱/۵۸±۰/۲۲	۹۴/۲۳±۵/۵۶*	۰/۶۱±۰/۱۴

علامت * دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ($P<0.01$) می‌باشند.



شکل ۲. غلظت‌های گلوکز و کلسترول سرم خون ماهی گل خورک *P. argentilineatus* در سواحل شهر بندرعباس



شکل ۳. غلظت تری‌گلیسیرید سرم خون ماهی گل خورک *P.argentilineatus* در سواحل شهر بندرعباس

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.13.8]

بحث

فاکتورهای هورمونی و بیوشیمیایی خون در تشخیص بیماری‌ها و بررسی وضعیت فیزیولوژیک ماهیان بسیار مفید می‌باشند (Stoskope, 1993). پارامترهای خونی (آنزیم‌های موجود در پلاسمای خون) شاخص‌هایی مناسب برای پاسخ فیزیولوژیک در ماهیان نسبت به تغییرات بیرونی می‌باشند. اندازه‌گیری این پارامترها برای ارزیابی تغییرات کیفیت خاک و آب نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند (Bastami *et al.*, 2012). در این مطالعه آنزیم‌هایALP, AST از پلاسمای خون ماهی *P. argentilineatus* مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل، مقادیر آنزیم‌های مربوط به سرم خونی این گونه در نمونه‌های جمع‌آوری شده از ایستگاه شماره ۳ (ساحل کشتی‌سازی) بیشتر از مقادیر مربوطه در نمونه‌های جمع‌آوری شده از دو ایستگاه دیگر بوده است. Svoboda (۲۰۰۱) بیان کرد که افزایش در مقادیر هرکدام از این آنزیم‌ها می‌تواند نشان‌دهنده آسیب بافتی باشد که ممکن است به دلیل وجود یک عامل استرس‌زا در محیط زندگی، اتفاق افتاده باشد. در این مطالعه افزایش در مقادیر آنزیم‌های خونی در ایستگاه شماره ۳ بیانگر تغییرات در متابولیسم پروتئین و آسیب‌های سلولی در نمونه‌های این منطقه (ایستگاه شماره ۳) می‌باشد. افزایش در فعالیت آنزیم‌ها در این منطقه نشان‌دهنده یک نوع آسیب سلولی است که این خود می‌تواند به دلیل وجود عوامل استرس‌زا در این منطقه باشد که منجر به آسیب بافتی و سلولی در این ماهی شده است. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج سایر محققین در این زمینه مطابقت دارد. Levesque و همکاران (۲۰۰۲) با بررسی آنزیم‌های خونی AST و ALT ماهیان در شرایط محیطی و Zikic و همکاران (۲۰۰۱) در شرایط آزمایشگاهی نتایج مشابهی مبنی بر افزایش در مقادیر آنزیم‌های مذکور به‌دلیل وجود فلزات سنگین مس، روی و کادمیوم را مشاهده کردند.

هورمون‌های تیروئیدی به‌عنوان فاکتورهایی کارا بر عملکردهای فیزیولوژیک، رشد، فرآیندهای تغذیه‌ای و تولیدمثل در ماهیان به شمار می‌روند (Grau, 1988; Leatherland, 1994; Power *et al.*, 2001; Blanton and Specker, 2007). زمانی‌که هورمون‌های تیروئیدی به مقدار کافی در بدن وجود داشته باشند ماهیان رشد سریع‌تری داشته و ازنظر سلامت نیز در وضعیت بهتری قرار دارند. حساسیت بالای سیستم تیروئیدی به برخی از عوامل زیستی و غیرزیستی، باعث می‌شود که هورمون‌های مربوط به این سیستم یعنی T_4 و T_3 در بعضی از شرایط خاص، در ماهی‌ها ترشح نشوند (Leatherland, 1994; Peter *et al.*, 2007) و یا ترشح آن‌ها افزایش پیدا کند (Zhou *et al.*, 2000). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه، غلظت هورمون‌های مختلف تیروئیدی در گونه *P. argentilineatus* در ایستگاه شماره ۳ در مقایسه با مقادیر این هورمون‌ها در ایستگاه‌های شماره ۱ و ۲ بیشتر بود. بر اساس آنالیزهای آماری مشخص شد که غلظت هورمون T_4 و TSH در ایستگاه شماره ۱ دارای اختلاف معنی‌داری با غلظت این هورمون‌ها در دو ایستگاه دیگر بود ($P<0.01$). غلظت هورمون T_4 در هر سه ایستگاه اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<0.01$). مطالعات نشان می‌دهد، سطوح هورمون‌های تیروکسین (T_4) و تری‌یدوتیرونین (T_3) در پلاسمای تعدادی از ماهیان استخوانی که در معرض آلودگی‌های حاد و مزمن متعدد قرارگرفته‌اند، تغییر می‌کند (Hontela *et al.*, 1995; Zhou *et al.*, 2000). هم‌چنین تأثیر آلودگی‌های مختلف، ثابت نیست. بر اساس نتایج حاصل از تحقیق حاضر، غلظت هر سه هورمون مورد بررسی در ایستگاه شماره ۳ زیاد بوده و هم‌چنین طی مطالعات انجام یافته روی سطوح هورمون‌های تیروئیدی گونه *P. waltoni* در همین مناطق مبنی بر بالا بودن غلظت فلزات سنگین نیکل، روی، وانادیوم و سرب و نیز آلودگی هیدروکربن‌های نفتی (PAHs) در ایستگاه شماره ۳ (Sarhadizadeh *et al.*, 2014) می‌توان اذعان نمود که افزایش میزان آلودگی‌ها تأثیر مستقیم بر افزایش غلظت هورمون‌های تیروئیدی داشته است. علاوه بر این، حساسیت محور تیروئید و فعالیت هورمون‌های مربوط به آن در فرآیندهای فیزیولوژیک ماهیان، نقش این هورمون‌ها در پاسخ به عامل استرس‌زا در گونه *P. argentilineatus* را تأیید می‌کند. هم‌چنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که اثرات هیدروکربن‌های آروماتیک نفتی روی این گونه را می‌توان با اندازه‌گیری هورمون‌های تیروئیدی بررسی نمود. نتایج کسب شده در این مطالعه مشابه با یافته‌های Mohammadizadeh و همکاران (۲۰۱۳)، روی گونه گاریز (*Liza kluzignery*) می‌باشد. تاکنون بیش از ۱۱۶ آلوده‌کننده زیست‌محیطی به‌عنوان مواد سمی مؤثر بر هورمون‌های تیروئیدی شناسایی شده است (Hwdeshell, 2002). از بین این آلاینده‌ها، هیدروکربن‌های نفتی و فلزات سنگین و سموم از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند (Brown *et al.*, 2004).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.13.8]

با توجه به نتایج، غلظت گلوکز و کلسترول در نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از ایستگاه شماره ۳ در مقایسه با دو ایستگاه دیگر بیشتر بود که این اختلاف ازلحاظ آماری نیز معنی‌دار بود ($P<0.01$). غلظت‌های بیشتر این پارامترها در ایستگاه شماره ۳ می‌توانند به‌علت بروز آلودگی در این ایستگاه باشند (Sarhadizadeh *et al.*, 2014) چون گلوکز و کلسترول از شاخص‌های خونی حساس به عامل استرس‌زا، ازجمله آلودگی‌ها می‌باشند (Zikic *et al.*, 2001). نتایج کسب‌شده در این تحقیق با مطالعه انجام‌شده توسط Cicik و Engin (۲۰۰۵) مبنی بر افزایش میزان گلوکز در خون ماهی‌هایی که تحت شرایط استرس قرار دارند، مطابقت دارد. این افزایش ممکن است به دلیل بروز اختلال در متابولیسم کربوهیدرات‌ها ناشی از افزایش تجزیه گلیکوژن کبد، رخ دهد که افزایش تجزیه گلیکوژن کبد نیز احتمالاً تحت تأثیر افزایش ترشح هورمون‌هایی هم چون گلوکاگون و آدرنوکورتیکوترفیک و یا کاهش عملکرد انسولین می‌باشد (Raja *et al.*, 1992). بررسی گونه *Liza aurata* در ۵ منطقه آلوده در سواحل پرتقال نشان داد که در مناطق آلوده به فلزات سنگین و هیدروکربن‌های نفتی، میزان گلوکز و لاکتات افزایش می‌یابد (Oliveira *et al.*, 2010) که نتایج حاصله در ارتباط با گلوکز با نتایج مطالعه حاضر، مشابه می‌باشد. هم‌چنین مطالعات متعدد دیگری روی تغییر در ترکیبات بیوشیمیایی خون گونه‌های مختلفی از ماهیان تحت شرایط استرس صورت گرفته است که بعضاً دارای نتایج مشابهی با این مطالعه هستند (Ellsaesser and Clem, 1986; Carragher and Rees, 1994; Cech *et al.*, 1996; Carneiro and Urbinati, 2002; Patterson *et al.*, 2004; Barcellos *et al.*, 2004; Gbore *et al.*, 2006; Caipang *et al.*, 2009).

Nelson و Cox (۲۰۰۵)، بیان کردند که به‌طورکلی فرایند تولید گلوکز در ماهیان از طریق پدیده گلیکوژنز برای تأمین انرژی موردنیاز در مقابل عامل استرس‌زا، صورت می‌گیرد؛ بنابراین گلوکز از طریق چرخه خون به سلول‌ها رسیده و با عملکرد انسولین وارد سلول‌ها می‌شود. به‌طور معمول ماهی‌هایی که تحت تأثیر آب‌های آلوده قرار گرفته‌اند نیاز به گلوکز بیشتری برای سازگار نمودن و احیای آسیب‌های وارده به خود، دارند (Palermo *et al.*, 2008).

ساحل کشتی‌سازی (ایستگاه شماره ۳) که به‌عنوان یکی از سواحل مورد بررسی در این مطالعه بود، با توجه به مطالعات قبلی انجام‌شده، به‌عنوان یک منطقه دارای آلاینده زیاد محسوب می‌شود که حجم بالایی از پساب‌های صنعتی، آلودگی‌های ناشی از فعالیت شناورها، پساب‌های انسانی و صنعتی صنایع مستقر در منطقه وارد این سواحل می‌شوند. افزایش سریع در توسعه صنایع در این سواحل که در غرب بندرعباس قرار دارند، منجر به بروز تغییرات زیست‌محیطی بسیاری می‌شوند که موجودات این منطقه نیز به‌شدت تحت تأثیر این تغییرات قرار می‌گیرند. در حقیقت آب‌های موجود در این منطقه پتانسیل تأثیرگذاری منفی بر عملکردهای هورمونی و بیوشیمیایی سرم خون گونه‌های ساکن در این منطقه ازجمله گونه *P. argentilineatus* -که به‌عنوان گونه موجود در خوریات این منطقه نیز هست- را دارا می‌باشد. به‌طوری‌که این گونه ماهی می‌تواند به‌عنوان شاخص زیستی آلودگی در این منطقه مورد استفاده قرار گیرد.

منابـع

Abdoli, L., Kamrani, E., Abdoli, A., Kiabi, B. 2010. Age and growth of the Mudskipper, Scartelaos *tenuis* (Gobiidae: Oxudercinae) in the coastal areas of Persian Gulf at Bushehr province, Iran. Journal of Zoology in the Middle East. 51: 113-115.

Anver, C.E. 2004. Blood chemistry (electrolytes, lipoprotein and enzymes) values of black scorpion fish (*Scorpaenaporcus*, 1758) in the Dardnelles, Turkey. Journal of Biological Science 4: 716-719.

Arends, R.J., Mancera, J.M., Munoz, J.L., Wendelaar Bonga, S.E. 1999. The stress Response of the gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) to air exposure and confinement. Journal of Endocrinology. 163: 149-157.

Barcellos, L.J.G., Kreutz, L.C., Souza, C., Rodriguez, L.B., Fioreze, I., Quevedo, R.M., Cericato, L., Soso, A.B., Fagundes, M., Conrad, J., Lacerda, L.A., Terra, S. 2004. Haematological changes in Jundia (*Rhamdiaquelen*) after acute and chronic stress caused by usual aquacultural management, with emphasis on immunosuppressive effects. Aquaculture. 237: 229-236.

Barton, A.B. 2002. Stress in Fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. Integrative and Comparative Biology. 42: 517-525.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.13.8]

Blanton, M.L., Specker, J.L. 2007. The hypothalamic–pituitary–thyroid (HPT) axis in fish and its role in fish development and reproduction. Critical Reviews in Toxicology. 37(1-2): 97-115.

Brown, S.B., Adams, B.A., Cry, D.G., Eales, L.G. 2004. Contaminants effects on the teleost fish thyroid. Environmental Toxicology and Chemistry. 23: 1680-1701.

Caipang, C.M.A., Berg, I., Brinchmann, M.F., Kiron, V. 2009. Short-term crowding stress in Atlantic cod, *Gadus morhua* L. modulates the humoral immune response. Aquaculture. 295(1-2):110-115.

Carneiro, P.C.F., Urbinati, E.C. 2002. Transport stress in matrinxa, *Bryconcephalus* (Teleostei: Characidae), at different densities. Aquaculture International. 10: 221-229.

Carragher, J.F., Rees, C.M. 1994. Primary and secondary stress responses in golden perch, *Macquariaambigua.*Comparative Biochemistry and Physiology. 107A: 49-56.

Cech, J.J., Bartholow, S.D., Young, P.S., Hopkins, T.E. 1996. Striped bass exercise and handling stress in fresh water: physiological responses to recovery environment. Journal Transactions of the American Fisheries Society. 125: 308-320.

Cicik, B., Engin, K. 2005. The effects of cadmium on levels of glucose in serum and glycogen reserves in the liver and muscle tissues of *Cyprinus carpio* (L., 1758). Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 29(1): 113-117.

Conte, F.S. 2004. Stress and welfare of cultured fish. Applied Animal Behaviour Science. 86: 205-3.

Bastami, K.D., Haji Moradlou, A., Mohamadi Z.A., Salehi Mir, S.V., Shakiba, M.M. 2009. Measurement of some haematological characteristics of the wild carp. Comparative Clinical Pathology. 18(3): 321-323.

Bastami, K.D., Rezaei, M., Haghparast, S., Araghi, P.E., Hajivar, E.N., Khansari, A., Jam, A., Ghasemi, A.F. 2012. A comparative study on the biochemical parameters of seminal and blood plasma and their correlation in the wild common carp (*Cyprinus carpio*). Comparative Clinical Pathology. 21(5): 781-784.

Ellsaesser, C.F., Clem, L.W. 1986. Hematological and immunological changes in channel cat fish stressed by handling and transport. Journal of Fish Biology. 28: 511-521.

Gbore, F.A., Oginni, O., Adewole, A.M., Aladetan, J.O. 2006. The Effect of Transportation and handling stress on Hematology and Plasma Biochemistry in fingerling of *Clariasgariepinus* and *Tilapia zillii*. World Journal of Agricultural Sciences. 2(2): 208-212.

Grau, E.G. 1988. Environmental influences on thyroid function in teleost fish. American Zoologist. 28(2): 329-335.

Hontela, A., Dumont, P., Duclos, D., Fortin, R. 1995. Endocrine and metabolic dysfunction in yellow perch, *Percaflavescens*, exposed to organic contaminants and heavy metals in the St. Lawrence River. Environmental Toxicology and Chemistry. 14: 725-731.

Hwdeshell, K.L. 2002. A model of the development of the brain as a construct of the thyroid system. Environmental Health Perspectives. 3: 337-348.

Jacobson, E.R., Schumacher, J., Green, M. 1992. Field and clinical techniques for sampling and handling blood for hematologic and selected biochemical determinations in the desert tortoise, Xerobatesagassizii. Copeia. 1: 237-241.

Kaplan, A., Ozabo, L.L., Ophem, K.E. 1988. Clinical Chemistry: Interpretation and Techniques. 3rd edition. Lea & Febiger, Philadelphia. 400 p.

Leatherland, J.F. 1994. Reflections on the thyroidology of fishes: from molecules to humankind. Guelph Ichthyology Reviews. 2: 1-67.

Lee, R.N., Gerking, S.D., Jezierska, B. 1983. Electrolyte balance and energy mobilization in acid stressed rainbow trout *Salmo gairdneri*and their relation to reproductive stress. Environmental Biology of Fishes. 8: 115- 123.

Levesque, H.M., Moon, T.W., Campbell, P.G.C., Hontela, A. 2002. Seasonal variation in carbohydrate and lipid metabolism of yellow perch (*Percaflavescens*) chronically exposed to metals in the field. Aquatic Toxicology. 60: 257-267 C.

Lucas, A. 1996. Physical concepts of bioenergetics. In: Lucas, A. (ed). Bioenergetics of Aquatic Animals. English edition. Taylor and fransis, France, ISBN- 13: 9780132259057.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.13.8]

Matos, P., Fontanhas-Fernandes, A., Peixoto, F., Carrola, J., Rocha, E. 2007. Biochemical and histological hepatic changes of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* exposed to carbaryl. Pesticide Biochemistry and Physiology. 89: 73-80.

Mohammadizadeh, M., Bastami, K.D., Khazaali, A., Ehsanpour, M., Afkhami, M. 2013. Effects of PAHs on blood thyroidal hormones of *Liza klunzingeri* in the northern part of Hormuz strait (Persian Gulf). Comparative Clinical Pathology.

Nelson, D.L., Cox, M.M. 2005. Lehninger Principles of Biochemistry. 4th edition. WH Freeman and Co. New York. 1013 p.

Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World. 4th edition. John wiley & Sons. Inc. New York. 601 p. DOI / ISBN: 978-0-471-25031-9

Oliveira, M., Ahmad, I., Maria, V. L., Serafim, A., Bebianno, M.J., Pacheco, M., Santos, M.A. 2010. Hepatic metallothionein concentrations in the golden grey mullet (*Liza aurata*) Relationship with environmental metal concentrations in a metal contaminated coastal system in Portugal. Marine Environmental Research. 69: 227-233.

Palermo, F.A., Mosconi, G., Angeletti, M., Polzonetti-Magni, A.M. 2008. Assessment of water pollution in the Tronto River (Italy) by applying useful biomarkers in the fish model *Carassiusauratus.* Archive of Environmental Contamination and Toxicology. 55 (2): 295-304.

Patterson, D.A., Macdonald, J.S., Hinch, S.G., Healy, M.C., Farrell, P. 2004. The effect of exercise and captivity on energy partitioning, reproductive maturation and fertilization success in adult sockeye salmon. Journal of Fish Biology. 64: 1039-1059.

Peter, V.S., Joshua, E.K., WendelaarBonga, S.E., Peter, M.C.S. 2007. Metabolic and thyroidal response in airbreathing perch (*Anabas testudineus*) to water-borne kerosene. General and Comparative Endocrinology. 152: 198-205.

Pickering, A.D., Pottinger, T.G. 1989. Stress response and disease resistance in salmonid fish: effects of chronic elevation of plasma cortisol. Fish Physiolgy and Biochemistry. 7: 253-8.

Power, D.M., Llewellyn, L., Faustino, M., Nowell, M.A., Bjornsson, B., Einarsdottir, I.E., Canario, A.V.M., Sweeney, G.E. 2001.Thyroid hormones in growth and development of fish. Comparative Biochemistry and Physiology Part C. 130: 447-459.

Raja, M., Al-Fatah, A., Ali, M., Afzal, M., Hassan, R.A., Menon, M., Dhami, M.S. 1992. Modification of liver and serum enzymes by Paraquat treatment in rabbits. Drug Metabolism and Drug Interactions. 10: 279-291.

Rotllant, J., Balm, P.H.M., Pe´rez-Sa´nchez, J., Wendelaar-Bonga, S.E., Tort, L. 2001. Pituitary and interregnal function in Gilthead Sea bream (*Sparusaurata L.*, Teleostei) after handling and confinement stress. General and Comparative Endocrinology. 121: 333-342.

Sarhadizadeh, N., Afkhami, M., Ehsanpour, M., Cheraghi, M. 2014. Assessment of PAHs pollution effects on blood metabolic factors of *Periophthalmus waltoni* from northern coast of the Persian Gulf. European Journal of Experimental Biology. 4(2): 13-18.

Stoskopf, M.K. 1993. Fish Medicine. W.B. Saunders Company. pp. 62-78, 113-131.

Strik, N., Alleman, A.R., Harr, K.E. 2007. Circulating inflammatory cells. In: Jacobson, E. (ed.). Infectious Diseases and Pathology of Reptiles. CRC Press, Boca Raton, Florida, U.S.A. pp. 165-214.

Svoboda, M. 2001. Stress in fish-review. Bulletin of Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology. 37: 169-191.

Wagner, T., Congleton, J.L. 2004. Blood chemistry correlates of nutritional condition, tissue damage, and stress in migrating juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchustshawytscha*). Can. Journal of Fish Aquatic Science. 61: 1066-1107.

Zhou, T., John-Alder, H.B., Weis, J.S., Weis, P. 2000. Endocrine disruption: thyroid dysfunction in mummichogs (*Fundulus heteroclitus*) from a polluted habitat. Marine Environmental Research. 50: 393-397.

Zikic, R.V., Stajn, A.S., Pavlovic, S.Z., Ognjanovic, B.I., Saicic, Z.S. 2001. Activities of superoxide dismutase and catalase in erythrocytes and plasma transaminases of goldfish (*Carassiusauratus gibelio* Bloch.) exposed to cadmium. Physiology Research. 50: 105-111.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.13.8]