

## سنجش میزان عناصر سنگین در شاه میگوی آب شیرین (*Astacus leptodactylus caspicus*) تالاب انزلی

مریم پایدار<sup>(۱)</sup>، محمد شریف فاضلی<sup>(۲)</sup> و علیرضا ریاحی بختیاری<sup>(۳)</sup>

talasht@hotmail.com

۱- تهران صندوق پستی: ۱۹۳۴۷۳۳۸۷۳

۲ و ۳- گروه بیولوژی ماهیان دریا، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس نور

تاریخ دریافت: دی ۱۳۸۰ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۸۱

### چکیده

با توجه به فعالیت‌های مختلف انسانی در محدوده حوضه آبریز تالاب انزلی و ورود آلاینده‌های مختلف از جمله عناصر سنگین به این اکوسیستم آبی و جذب و تجمع احتمالی آنها در پوسته و عضله شاه میگو که یکی از کفزیان بومی تالاب انزلی بوده و از ارزش غذایی و اقتصادی بسیار بالایی برخوردار است، نمونه برداری آب و رسوبات بستر از ۱۸ ایستگاه و در مورد شاه میگو از ۱۵ ایستگاه انجام پذیرفت. پس از زیست‌سنجی و توزین شاه میگو، هضم شیمیایی نمونه‌ها طبق روش استاندارد بین‌المللی صورت گرفت و توسط دستگاه جذب اتمی میزان عناصر سنگین شامل کروم، روی، سرب، نیکل و وانادیوم در آب، رسوبات بستر، پوسته و عضله آن اندازه‌گیری گردید.

میانگین میزان عناصر کروم، روی، سرب، نیکل و وانادیوم در آبهای تالاب انزلی به ترتیب ۴/۶، ۱۸۴/۵، ۸/۲۸، ۹/۲۷ و ۱/۴۷ میکروگرم در لیتر می‌باشد که در مقایسه با استانداردهای جهانی برای آب آشامیدنی مناسب نبوده، اما برای آبیاری و آبی‌پروری مناسب می‌باشد.

هر چند که میزان عناصر سنگین در رسوبات در حد بالایی است، اما این مقدار در محدوده میزان قابل تحمل برای آبزیان می‌باشد.

هیچگونه همبستگی بین اندازه و وزن شاه میگو با میزان جذب و تجمع عناصر در پوسته و عضله آنها وجود نداشت، اما همبستگی معنی‌دار و مستقیمی بین میزان عناصر سنگین در آب و رسوبات و همچنین بین رسوبات، پوسته و عضله شاه میگو در تالاب انزلی وجود دارد.

**نکات کلیدی:** آلودگی، عناصر سنگین، شاه میگو، *Astacus leptodactylus*، تالاب انزلی

## مقدمه

تالاب انزلی از جمله تالابهای ارزشمند جنوب غربی دریای خزر است که بدلیل شرایط خاص اکولوژی، اقتصادی، اجتماعی و تنوع گونه‌های مختلف گیاهان و جانوران آبرزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. وجود فعالیتهای مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی در نواحی اطراف تالاب انزلی و رودخانه‌های منتهی به آن، باعث گردیده تا میزان زیادی از آلاینده‌های مختلف از جمله عناصر سنگین وارد تالاب گشته و نهایتاً وارد رسوبات بستر و در واقع محل زندگی کفزیان با ارزشی مانند شاه میگو گردد. تجمع آلاینده‌های مختلف در آب و رسوبات بستر تالاب، باعث گردیده تا شاه میگو که یکی از کفزیان با اهمیت و از گونه‌های بومی تالاب می‌باشد، در معرض خطرات احتمالی آلاینده‌های مختلف و تجمع عناصر سنگین در پوسته و عضله آنها قرار گیرد. لذا با توجه به ارزش غذایی، اقتصادی و صادراتی این گونه مهم، ضروریست تا به تعیین میزان عناصر سنگین وانادیوم، نیکل، روی، کروم و سرب در آب و رسوبات بستر تالاب و قدرت جذب این عناصر در عضله و پوسته این کفزی و رسوبات بستر تالاب و مقایسه آنها با استانداردهای بین‌المللی و پیشنهاد راهکارهای مناسب برای جلوگیری از نابودی این اکوسیستم آبی نادر اقدام گردد.

در زمینه تحقیق حاضر، مطالعاتی توسط امین‌نژاد و همکاران، ۱۳۷۳؛ امینی رنجبر، ۱۳۷۳؛ برادران نویری، ۱۳۷۲، میرزاجانی و همکاران، ۱۳۷۷ و نادری، ۱۳۷۶ انجام شده است.

## مواد و روشها

پس از بررسیهای مقدماتی در خصوص نحوه ورود آلاینده‌ها به تالاب انزلی و تعیین مکانهای طبیعی زندگی شاه میگو، نمونه‌برداری از آب و رسوبات از ۱۸ ایستگاه و از شاه میگو در اندازه‌های مختلف از ۵ ایستگاه در تالاب انزلی (هر ایستگاه بطور میانگین ۲۵ عدد که ۶ عدد بعنوان نمونه در اندازه‌های کوچک، متوسط و بزرگ انتخاب شد) و یک ایستگاه از سد مخزنی ارس به عنوان شاهد انجام پذیرفت. نمونه‌برداری در فصل پاییز سال ۱۳۸۰ از آبهای سطحی تا عمق یک متر توسط بطری نائسن، رسوبات بستر توسط ون وین گرب و شاه میگو توسط تله‌های مخصوص انجام گرفت. یک لیتر از نمونه‌های آب هر ایستگاه را از صافی واتمن ۴۲ عبور داده با حرارت ملایم تا حد ۳۰

میلی لیتر تغلیظ نموده، سپس به هر نمونه یک میلی لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد یا ۱۴/۴۴ نرمال اضافه نموده و مجدداً از صافی عبور داده شدند و در ظرف پلی اتیلنی جهت تزریق به دستگاه جذب اتمی نگهداری گردیدند (نوروز اصل، ۱۳۷۲). نمونه‌های رسوبات بستر به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در دستگاه آون الکتریکی حرارت داده شدند تا خشک گردند. سپس از الک شماره ۲۴۰ عبور داده شدند و ذرات کوچکتر از ۶۳ میکرون جداسازی گردیدند. نمونه‌های جدا شده توسط هاون عقیق به صورت هموژنیزه و یکنواخت درآمنند. سپس یک گرم از هر نمونه را در ظروف پلی اتیلنی قرار داده با اسیدهای فلوریدریک (۷ میلی لیتر)، کلریدریک و نیتریک (هر یک ۵ میلی لیتر) و با استفاده از حمام آبی هضم کامل نمونه‌ها (بترتیب پس از عمل هضم یکی پس از دیگری) انجام پذیرفت و با آب مقطر به حجم ۳۰ میلی لیتر رسانیده شد (Roger & John, 1994). پس از پخته شدن شاه میگوها، نمونه‌های پوسته و عضله (عضلات تمام بدن و ضمام و پوسته سر، سینه و شکم) پس از جداسازی، خشک (دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد) و هموژنیزه شدند، و یک گرم وزن خشک از هر نمونه با اسیدهای تیزاب سلطانی (۱۰ میلی لیتر) و پرکلریک (۷ میلی لیتر) و با استفاده از حمام آبی، همانند رسوبات هضم گردیدند (John, 1994, Roger & John). برای پی بردن به هر گونه خطای احتمالی، کلیه مراحل فوق در یک ظرف پلی اتیلنی خالی و بدون نمونه نیز به عنوان شاهد انجام شد و به دستگاه جذب اتمی تزریق گردید. میزان عناصر سنگین در کلیه نمونه‌ها با ۳ بار تکرار توسط دستگاه جذب اتمی (A.A.S) فیلیپس مدل ۹۴۰۰ PU اندازه گیری شد (Van Loon, 1980). ظروف استفاده شده توسط اسید نیتریک رقیق و آب مقطر شسته و در آون خشک شدند. در تمام مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها، از اسیدهای (Analytical AR Reagent) ساخت کارخانه مرک استفاده شد. جهت کنترل کیفیت کار آزمایشگاهی و صحت عمل آزمایشات از استانداردهای کانادایی MESS-1, BCSS-1 استفاده گردید. تجزیه آماری نمونه‌ها، با استفاده از نرم افزار SPSS و از روش آماری تحلیل واریانسها و آزمون LSD (Least Significant Difference) برای تجزیه معنی دار بودن اختلافها در سطح اعتماد ۹۵ درصد و روش Kolmogorov-Smirnov برای بررسی همگنی نتایج و همچنین روش Leven Statistics Test برای همگنی واریانسها و از روش رگرسیون برای بدست آوردن همبستگی و ارتباط بین داده‌ها استفاده شد.

## نتایج

نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌های آب و رسوبات بستر تالاب انزلی به تفکیک در جداول ۱ و ۲ و نتایج تجزیه پوسته و عضله شاه‌میگو آب شیرین در جدول ۳ مشخص شده است. نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌های آب بیانگر بیشترین میزان عناصر سنگین در ایستگاه ۱۳ (انزل روگا) و کمترین آنها در ایستگاه‌های ۴ و ۷ (کلسر و باقرخاله) با میانگین کلی ۶/۴، ۱۸۴/۵، ۲۸/۸، ۲۷/۹ و ۴۷/۱ میکروگرم در لیتر بترتیب برای عناصر کروم، روی، سرب، نیکل و وانادیوم می‌باشد. تجزیه نمونه‌های پوسته شاه‌میگو گویای بیشترین میزان عناصر سنگین در ایستگاه‌های ۱ و ۵ (قنادی و شیجان) و کمترین مقدار برای اغلب عناصر مربوط به ایستگاه ۷ (سد ارس) می‌باشد. همچنین در نمونه‌های عضله بیشترین میزان عناصر سنگین مربوط به ایستگاه‌های ۲ و ۵ (رودخانه پیر بازار و شیجان) و کمترین مقدار آنها غالباً در ایستگاه‌های ۶ و ۷ (سد ارس) می‌باشد. میانگین عناصر در پوسته و عضله شاه‌میگو تالاب انزلی و سد ارس در جدول ۳ مشخص گردیده است. بطور کلی میزان عناصر در پوسته بیشتر از عضله می‌باشد. نتایج حاصل از زیست‌سنجی نمونه‌ها در جدول ۴ ارائه گردیده است.

جدول ۱: میانگین میزان عناصر سنگین در آبهای تالاب انزلی (میکروگرم در لیتر) ایستگاههای مختلف

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	کروم	روی	سرب	نیکل	وانادیوم
۱	قنادی	۱۵	۱۴۷	۳۸	۲۸	۴۴
۲	پیربازار	۱۳	۱۳۰	۴۰	۲۴	۴۳
۳	سیاه درویشان	۴/۵	۹۹	۲۱	۱۴	۳۸/۴
۴	کلسر	۵/۷	۹۶	۲۱	۱۰	۳۶/۶
۵	شیجان	۵/۸	۱۱۰	۲۵	۲۲	۴۱/۷
۶	پسیخان	۴/۵	۱۰۰	۲۴	۱۹	۳۹/۳
۷	باقر خاله	۲	۱۵۰	۳۶	۱۲	۳۶/۶
۸	سرخان کل	۵	۱۴۰	۱۴	۱۸	۵۱
۹	سیاه کشیم	۶	۱۷۰	۲۷	۳۲	۵۴
۱۰	چافرود	۷	۲۹۰	۲۷	۳۲	۵۰
۱۱	غرب مرداب غربی	۹	۱۴۰	۳۶	۳۷	۵۴
۱۲	شرق مرداب غربی	۱۰	۱۹۰	۴۹	۵۲	۵۶
۱۳	انزلی روگا	۲۰	۴۷۰	۵۰	۵۵	—
۱۴	نهنگ روگا	۴	۱۵۰	۱۸	۲۴	۵۲
۱۵	راسه خاله روگا	۲	۱۷۰	۱۲	۱۵	۵۱
۱۶	پیربازار روگا	۶	۳۵۰	۲۳	۲۱	۵۴
۱۷	سوسروگا	۵	۱۶۰	۲۱	۲۹	۵۱
۱۸	کانال	۶	۱۶۰	۳۷	۵۵	۳۹/۳
	حداقل	۲	۹۶	۱۲	۱۰	۳۶/۶
	حداکثر	۲۰	۴۷۰	۵۰	۵۵	۵۶/۲
	میانگین	۶/۴	۱۸۴/۵	۲۸/۸	۲۸/۹	۴۷/۱
	انحراف معیار	۴/۱۷	۱۰۹/۳۶	۱۱/۱۶	۱۴/۰۸	۷

جدول ۲: میانگین میزان عناصر سنگین در رسوبات بستر (میلیگرم در کیلوگرم) ایستگاههای مختلف تالاب انزلی

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	کروم	روی	سرب	نیکل	وانادیوم
۱	رودخانه قنادی	۸۵	۲۹۰	۷۷	۶۹	۱۶۵/۱
۲	رودخانه پیربازار	۸۱	۲۸۹	۷۵	۶۶/۶	۱۶۳/۵
۳	رودخانه سیاه درویشان	۵۴/۶	۲۱۹	۲۸	۶۲/۴	۸۷/۶
۴	رودخانه کلسر	۷۱/۷	۲۵۸	۳۰/۳	۶۷	۱۰۲/۹
۵	رودخانه شیجان	۷۶/۲	۲۳۴	۴۴/۴	۷۰/۸	۱۳۰
۶	رودخانه پسیخان	۷۲	۲۱۶	۳۶/۳	۵۸/۲	۱۷۰/۱
۷	رودخانه باقر خاله	۶۴/۸	۲۸۸	۴۰/۲	۶۱/۸	۱۵۹/۳
۸	سرخان کل	۷۹	۲۵۵	۴۲	۳۷/۸	۱۴۲/۲
۹	سیاه کشیم	۷۰	۳۹۰	۵۵	۳۷/۴	۱۳۸/۵
۱۰	چاف رود	۴۸	۲۵۵	۴۸	۵۳/۴	۱۳۸/۵
۱۱	غرب مرداب غربی	۸۱	۴۰۵	۶۵/۷	۷۱/۷	۱۵۴/۲
۱۲	شرق مرداب غربی	۶۷	۲۷۰	۸۰/۷	۶۴/۵	۱۲۳
۱۳	انزلی روگا	۷۶/۲	۹۹۰	۱۴۲/۲	۳۱/۸	۱۳۰/۸
۱۴	نهنگ روگا	۸۲/۱	۲۶۷	۶۴/۵	۳۹/۶	۱۳۶/۵
۱۵	راسه خاله روگا	۶۰/۳	۴۲۰	۷۹/۲	۳۳	۱۶۰/۱
۱۶	پیربازار روگا	۳۰۳	۶۰۰	۵۳/۴	۹۶	۱۶۲
۱۷	سوسر روگا	۹۸/۴	۷۸۰	۶۷/۵	۳۶/۶	۱۴۹/۴
۱۸	کانال	۷۰/۸	۲۵۵	۳۳/۳	۶۵/۴	۱۱۳/۱
	حداقل	۴۸	۲۱۶	۲۸	۳۱/۸	۸۷/۶
	حداکثر	۳۰۳	۹۹۰	۱۴۲/۲	۹۶	۱۷۰/۱
	میانگین	۸۵/۶	۲۳۷/۲	۵۹/۰۴	۵۶/۹	۱۳۹/۱
	انحراف معیار	۵۵/۴۸	۲۱۲/۴۱	۲۷/۱۳	۱۷/۳۲	۲۳/۷۳

جدول ۳: میانگین کلی میزان عناصر سنگین (میلیگرم در کیلوگرم وزن خشک) در پوسته و عضله *Astacus leptodactylus* در تالاب انزلی و ارس

شماره ایستگاه	محل نمونه برداری	کروم		روی		سرب		نیکل		وانادیوم
		پوسته	عضله	پوسته	عضله	پوسته	عضله	پوسته	عضله	
۱	رودخانه فناری	۳۷۵	۲/۳	۱۲۶	۱۳۵	۱۳/۲	۴/۳	۸/۱	۳/۱	۳۵/۱
۲	رودخانه پیربازار	۳/۵	۲/۹	۹۹	۱۶۱/۳	۱۶	۵/۲	۶/۷	۴/۱	۳۵
۳	رودخانه سیاه درویشان	۳/۳	۱/۷	۱۰۱	۱۲۴	۱۳/۲	۴/۳	۸/۱	۳/۱	۳۵/۱
۴	رودخانه کلسر	۳/۳۵	۳/۳	۱۱۲/۵	۱۱۲/۳	۱۳/۷۵	۴/۲	۶/۷۵	۴/۲	۳۶/۷
۵	رودخانه شیجان	۴/۲۸	۴/۷	۱۰۸	۱۲۵/۳	۱۴	۲/۴	۷/۷۴	۹/۳	۳۸/۶
۶	سد ارس (نر)	۲	۱/۹	۱۴۹	۷۷	۱۰/۸	۰/۷	۸/۵	۲/۵۶	۱۱/۴۶
۷	سد ارس (ماده)	۱/۲۶	۰/۷۹	۱۹۹/۵	۴۳/۳	۴/۸	۰/۲	۶/۹	۲/۸	۹/۱۶
	حداقل	۱/۲۶	۰/۹	۹۹	۴۳/۳	۴/۸	۰/۲	۶/۶	۲/۵۶	۹/۱۶
	حداکثر	۴/۲۸	۴/۷	۲۴۹	۱۶۱/۳	۱۶	۵/۲	۸/۵	۳/۳	۳۸/۶
	میانگین کل	۳/۰۲	۲/۵۳	۱۱۱/۴۶۱۴۷/۲۸	۹/۹۱	۳/۰۷	۷/۳۳	۴/۱۷	۲۹/۱۷	۷/۰۷
	میانگین در تالاب انزلی	۳/۴۸	۲/۹۸	۱۰۹/۳	۱۴/۱۳۱۳۱/۹۸۱۰۹	۳/۱۲	۱۴/۱۳	۷/۱۷	۴/۷۷	۳۶/۲
	انحراف معیار در تالاب انزلی	۰/۴۷۹	۱/۱۳۷	۱۰/۷۸	۱۷/۹۵	۱/۰۸	۱/۸۱	۰/۶۹	۲/۸۵	۱/۶۸



## بحث

نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌های آب در ۱۸ ایستگاه مختلف در بخش‌های شرقی، غربی، جنوبی، مرکزی و همچنین در روگاهای (آبراه‌های خروجی) تالاب انزلی بیانگر آنست که، حداکثر میزان عناصر کروم، روی، سرب، نیکل و وانادیوم در آبهای انزلی روگا (ایستگاه شماره ۱۳) تجمع یافته و بترتیب ۲۰، ۵۰، ۴۷۰، ۵۵ و ۵۶/۲ میکروگرم در لیتر می‌باشد. حداقل میزان عناصر سنگین به ترتیب در آبهای ایستگاه کلسر و سیاه درویشان بوده و میانگین کلی این عناصر در آبهای تالاب انزلی گویای  $Cr < Pb < Ni < V < Zn$  می‌باشد. بیشترین میانگین میزان سرب و کروم در آبهای بخش شرقی تالاب و کمترین میانگین میزان آن در بخش مرکزی تالاب مشاهده گردید، که باتوجه به فعالیتهای مختلف انسانی و توسعه و استقرار صنایع مختلف (از قبیل نساجی گیلان، باتری سازی پارس خزر و...) در محدوده بخش شرقی تالاب، می‌توان منبع اصلی آلودگی و عوامل مؤثر برافزایش سرب و کروم در این ناحیه را بدلیل ورود غیرمستقیم فاضلابهای صنعتی دانست. بیشترین میانگین میزان عناصر روی، نیکل و وانادیوم در آبراه‌های خروجی تالاب (ایستگاههای ۱۳ الی ۱۸) با میانگین بترتیب ۲۴۳/۳۳ و ۵۰ میکروگرم در لیتر می‌باشد، که دلیل این افزایش در آبهای این ناحیه می‌تواند، تأثیرگذاری روگاها و حجم زیاد آلاینده‌ها در آن و تا حدی آلودگیهای نفتی و تردد خودروها در نزدیکی این منطقه و همچنین تردد قایقهای تفریحی و کشتی‌های تجاری به بندر انزلی و آبهای محدوده آن و ورود و افزایش برخی عناصر سنگین در این منطقه باشد (نوروز اصل، ۱۳۷۲).

از طرفی چون عناصر کروم و سرب (مخصوصاً کروم) از حلالیت کمتری نسبت به دیگر عناصر برخوردار می‌باشند (Bowen, 1979)، میزان آنها به صورت محلول در آبهای تالاب انزلی نیز پایین‌تر بوده و چون عنصر روی در پوسته زمین زیاد است و از حلالیت نسبتاً خوبی نیز برخوردار می‌باشد، میزان آنها در آبهای تالاب نسبت به دیگر عناصر بیشتر می‌باشد. مقایسه میانگین میزان عناصر سرب، کروم، روی، نیکل و وانادیوم در آبهای تالاب انزلی، با استانداردهای ارائه شده توسط سازمان بهداشت جهانی و مؤسسه استاندارد ایران نشان می‌دهد که آبهای تالاب انزلی برای مصرف شرب انسان مناسب نبوده، اما می‌تواند در امر کشاورزی، آبی‌پروری و توسعه صنعتی مورد استفاده قرار

گیرد.

رسوبات بستر عمده‌ترین بخش پذیرنده و در واقع ذخیره‌کننده آلاینده‌های مختلف مخصوصاً "عناصر سنگین در اکوسیستم‌های آبی می‌باشند. روند تجمع فلزات در رسوبات انزلی طبق نتایج بدست آمده به ترتیب عبارتست از:  $Ni < Pb < Cr < V < Zn$  و بدلیل تراکم فعالیتهای کشاورزی، شهری و صنعتی در محدوده شرقی تالاب، میزان آنها در رسوبات بخش شرقی آن و سپس با قرار گرفتن در فرآیند ته‌نشینی مواد معلق، میانگین میزان آنها در بخش شمالی یا آبراه‌های خروجی تالاب (ایستگاههای ۱۳ تا ۱۸) نسبت به دیگر مناطق افزایش یافته است. حداکثر میزان سرب و روی در رسوبات ایستگاه شماره ۱۳ (انزلی روگا) و حداقل آنها در رسوبات محل تلاقی رودخانه‌های جنوبی به تالاب تجمع یافته است. در عین حالی که بیشترین میزان سرب و روی در رسوبات انزلی روگا تجمع یافته، اما کمترین میزان نیکل در این ایستگاه مشاهده می‌گردد و در رودخانه پسیخان که دارای حداکثر میزان وانادیوم در رسوبات می‌باشد، حداقل میزان روی در این ایستگاه وجود دارد که این خود، بیانگر عدم همبستگی این عناصر به یکدیگر و عدم داشتن منبع یکسان آنهاست. حتی رسوبات منطقه سیاه کشیم (ایستگاه شماره ۹) که یک منطقه حفاظت شده می‌باشد، نیز دارای مقدار نسبتاً بالایی از عناصر کروم، روی، سرب و وانادیوم بوده و با عناصر موجود در رسوبات منطقه شمالی آن (بخش مرکزی) تفاوت چندانی ندارد، اما در شمالی‌ترین بخش تالاب انزلی، میزان عناصر در رسوبات بستر روگاها مخصوصاً در انزلی روگا و پیربازار روگا به حداکثر میزان خود می‌رسد، که دلیل عمده آن فعالیتهای مختلف انسانی در آن محدوده و تاثیرگذاری جریانهای خروجی تالاب و جریانها و امواج ساحلی خزر بر یکدیگر و در نتیجه تجمع عناصر در رسوبات این منطقه می‌باشد. البته نتایج حاصل از تجزیه رسوبات بستر تالاب انزلی در مقایسه با استاندارد ارائه شده برای رسوباتی که متناسب با شرایط محیطی کفزیان می‌باشند، نشان داده است که میزان برخی عناصر موجود در رسوبات تالاب انزلی قدری بیش از میزان و حد قابل قبول برای زندگی کفزیان می‌باشد، اما خوشبختانه میزان آلودگی (عناصر سنگین) در آنها به حد غیر قابل تحمل و کشنده‌ای برای کفزیان نرسیده است.

در ضمن نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌های آب و رسوبات بستر در ایستگاهها و یا در بخشها و قسمتهای مختلف تالاب انزلی، بیانگر همبستگی مناسب و رابطه مستقیم بین این دو فاز است و عمدتاً در اکثر مناطق با افزایش عناصر سنگین در آب، افزایش میزان آنها در رسوبات مشاهده می‌گردد.

نتایج حاصل از تجزیه پوسته و عضله نمونه‌های شاه میگو در اندازه و وزنهای مختلف در تالاب انزلی و سد ارس، مبین عدم تأثیرگذاری اندازه و وزن شاه میگو بر میزان تجمع عناصر کروم، روی، سرب، نیکل و وانادیوم در عضله و پوسته این کفزی می‌باشد. مقایسه میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در پوسته و عضله شاه میگوهای تالاب انزلی و سد ارس بیانگر حداکثر میزان عناصر سنگین در شاه میگوهای تالاب انزلی و حداقل میزان آنها در شاه میگوهای سد ارس می‌باشد، ضمن اینکه میانگین میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در پوسته شاه میگو بیش از عضله آن می‌باشد. همچنین تجمع بیش از حد روی نسبت به دیگر عناصر در آب و رسوبات بستر منطقه مورد مطالعه و حلالیت مناسب این عنصر می‌تواند از عوامل کمک‌کننده محسوب شود. چنین نتیجه‌گیری نیز در مورد امعاء و احشاء ماهیان تالاب انزلی در سال ۱۳۷۲ توسط پورنگ، در صدفهای سواحل مکزیک (Martin *et al.*, 1998-1999) و در دوکفه‌ای‌های ماساچوست در سال (Mierzykowski & Carr, 2000) بدست آمده است. نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌های شاه میگو تالاب انزلی و جذب و تجمع عناصر در پوسته و عضله آنها، نشان داده است که میزان آلودگی در ایستگاههای نمونه‌برداری (ورودی رودخانه‌های مورد نظر به تالاب) و در پوسته و عضله شاه میگو از بخش شرقی به جنوب و جنوب غربی، روند نزولی داشته و بیشترین میزان جذب و تجمع عناصر در پوسته و عضله شاه میگوهای بخش شرقی تالاب انزلی می‌باشد، که دلیل آن می‌تواند وجود فعالیت‌های مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی در این ناحیه و تأثیرگذاری آن بر اکوسیستم آبی این ناحیه و مخصوصاً آبریان آن با تأکید بر کفزیانی مانند شاه میگو باشد. چنین نتیجه‌گیری توسط دیگر محققین کریمپور و حسین‌پور، ۱۳۷۷؛ Batley, 1996؛ Mierzykowski & Carr, 2000؛ Martin *et al.*, 1998-99؛ Blevins & Pancorbo, 1986 و Creswell, 1993 نیز به اثبات رسیده است. میزان رشد طولی و وزنی شاه میگو با آنچه که در سال ۱۳۷۷ توسط کریمپور، و حسین‌پور، گزارش گردیده، تفاوت چندانی

ندارد، ولی آنچه مسلم است شاه میگوهای موجود در سد ارس از وزن و طول بیشتری نسبت به شاه میگوهای تالاب انزلی برخوردارند. ضمناً هیچگونه همبستگی بین اندازه و وزن شاه میگو و میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در پوسته و عضله آنها وجود ندارد. چنین نتیجه گیری توسط دیگر محققین (Martin et al., 1998-1999) نیز به اثبات رسیده است. میزان عناصر سنگین در عضله شاه میگوی منطقه تحقیقاتی با استاندارد سازمان غذایی و دارایی آمریکا بیانگر آن است که غلظت عناصر سنگین در شاه میگوی آب شیرین منطقه مورد مطالعه در حد قابل قبولی بوده و برای مصرف انسان مناسب می باشد.

## منابع

- امین نژاد، ب.؛ امید، م.؛ حسینی، س.ح. و صادقی، الف، ۱۳۷۳. بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی آب و رسوبات تالاب انزلی. فصلنامه دریای خزر، شماره ۱۴، صفحات ۳۱ تا ۳۹.
- امینی رنجبر، غ، ۱۳۷۳. بررسی میزان تجمع فلزات سنگین (روی، مس، نیکل، سرب، کادمیوم) در رسوبات سطحی تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۳، صفحات ۵ تا ۲۷.
- برادران نویری، ش.، ۱۳۷۲. بررسی پراکنش شاه میگو دریای خزر (منطقه بندر انزلی). مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴، صفحات ۱۳ تا ۲۲.
- بی نام، ۱۳۷۱. استاندارد خروجی فاضلابها. سازمان حفاظت از محیط زیست، دفتر آموزش زیست محیطی، تهران. ۱۵ صفحه.
- پورنگ، ن.، ۱۳۷۲. بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین در بافتهای مختلف دو گونه از ماهیان غالب تالاب انزلی با توجه به جایگاه تقریبی آنها در زنجیره و شرایط زیست محیطی. پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران. ۸۷ صفحه.
- کریمپور، م. و حسین پور، ن.، ۱۳۷۷. برخی بررسیها در باره شاه میگو آب شیرین تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران، سال نهم، شماره ۹، بهار ۱۳۷۹، صفحات ۴۹ تا ۶۴.
- میرزاجانی، ع.؛ یوسف زاده، الف و قانع، الف، ۱۳۷۷. کفزیان بی مهره تالاب انزلی و ارتباط

آنها با مواد آلی بستر. مجله علمی شیلات ایران، سال هفتم، شماره ۴، زمستان ۱۳۷۷، صفحات ۸۳ تا ۱۰۲.

نادری، س.، ۱۳۷۶. تعیین مقادیر فلزات سنگین و هیدروکربورهای نفتی در آب و رسوبات تالاب انزلی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس. ۱۱۰ صفحه.

نوروز اصل، ر.، ۱۳۷۲. مطالعه فلزات سنگین در تالاب انزلی به روش اسپکتروسکوپی جذب اتمی و کروماتوگرافی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس. ۹۵ صفحه.

**Batley, G.E. , 1996.** Heavy metal environment in Australian coastal and estuarine waters, State of the Marine Environment Report for Australia, Technical Annex 2, 15 P.

**Blevins, R.D. and Pancorbo, O.C. , 1986.** Metal concentration of fish from aquatic system in east Tennessee, U.S.A. Water, Air And Soil Pollution 29 by D. Reidel Publishing Company, pp.361-371.

**Bowen, H.J.M. , 1979.** Environmental chemistry of the elements. Academic Press, London, UK. No.2, Toronto, 333 P.

**Creswell, R.L. , 1993.** Aquatic refrence. Van Nostrand Reinhold Publisher, New York. U.S.A. 65 P.

**Martin, G. ; Monica, A.J. and Isidor, J. , 1998-99.** Heavy metals in the Rock Oyster (*Crassostrea iridescens*) from Mazaltan, Sinaloa. Mexico. Ronson-Paulim, 8 P.

**Mierzykowski, S.E. and Carr, K.C. , 2000.** Trace element exposure in benthic invertebrates from Grove Pond, Plow Shop Pond and Nonacoicus Brook. Ayer, Massachusets. U.S.A. Fish and Wildlife Service Marine Field Office, Special

Project Report: FYOO- MEFO-1-Ec, 78 P

**Roger, N.R. and John, D.B. , 1994.** Environmental analysis. John Willey and Sons,  
New York, U.S.A. 263 P.

**Van Loon, J.C. , 1980.** Analytic atomic absorption spectroscopy, Academic Press.  
New York, U.S.A. 355 P.