# اندازه‌گیری فلزات روی و آهن در چنگر (*Fulica atra*) و گاماروس (*Pontogammarus maeoticus*) تالاب بین‌المللی گمیشان


## چکیده

این تحقیق به منظور پایش غلظت دو فلز سنگین روی و آهن در بافت کبد و کلیه پرنده وحشی چنگر (۳۰ قطعه)، گاماروس (۴۲ قطعه)، ستون آب و رسوبات سطحی ۳ ایستگاه در تالاب بین‌المللی گمیشان در زمستان ۱۳۸۹ انجام شد. آماده‌سازی نمونه‌های آب، رسوبات سطحی، بافت‌های پرنده چنگر (*Fulica atra*) و گاماروس (*Pontogammarus maeoticus*) به ترتیب به روش‌های sampling Water، Standard methods، AOAC و ASTM انجام و سپس غلظت فلزات روی و آهن توسط دستگاه جذب اتمی قرائت شد. نتایج نشان داد که میانگین غلظت فلز روی در کبد و کلیه چنگر به ترتیب ۱۴/۹ و ۱۳/۴ و آهن ۳۰۰/۵ و ۷۷/۶ میکروگرم بر گرم وزن‌تر بود. میانگین غلظت روی و آهن در گاماروس به ترتیب ۰/۹ ± ۵/۴ و ۱/۲ ± ۱۰/۴ میکروگرم بر گرم وزن‌تر محاسبه شد. آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین مقادیر روی و آهن در گاماروس همبستگی بالا و معنی‌دار وجود داشت ($p < ۰/۰۱$ و $r=۰/۹۸$). متوسط غلظت روی و آهن در آب به ترتیب ۰/۰۲ ± ۰/۱۱ و ۰/۱۵ ± ۰/۲۸ و در رسوبات سطحی ۰/۸۲ ± ۲/۶۸ و ۰/۵۴ ± ۳/۶۱ میلی گرم بر لیتر بود. به طور کلی غلظت‌های فلزات سنگین روی و آهن در ستون آب، رسوبات سطحی، بافت کبد و کلیه چنگر و گاماروس تالاب بین‌المللی گمیشان پایین‌تر از حد سمی بود.


**واژگان کلیدی:** آهن، روی، تالاب بین‌المللی گمیشان، چنگر، گاماروس


**مهدی حسن‌پور** [1*]
**سیده نرگس آقاجری** [2]
**علیرضا پورخباز** [3]
**رسول قربانی** [4]

۱. سازمان حفاظت محیط زیست، کارشناس ارشد آلودگی محیط زیست، ایران.
۲. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، کارشناس ارشد اکولوژی، ایران.
۳. دانشگاه بیرجند، استادیار گروه محیط زیست، ایران.
۴. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشیار گروه شیلات، ایران.
* نویسنده مسئول مکاتبات
Mehdi.hassanpour@yahoo.com



تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۴/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۹
کد مقاله: ۱۳۹۱۲۱۰۰۶
این مقاله برگرفته از یک طرح پژوهشی مستقل می‌باشد.


## مقدمه

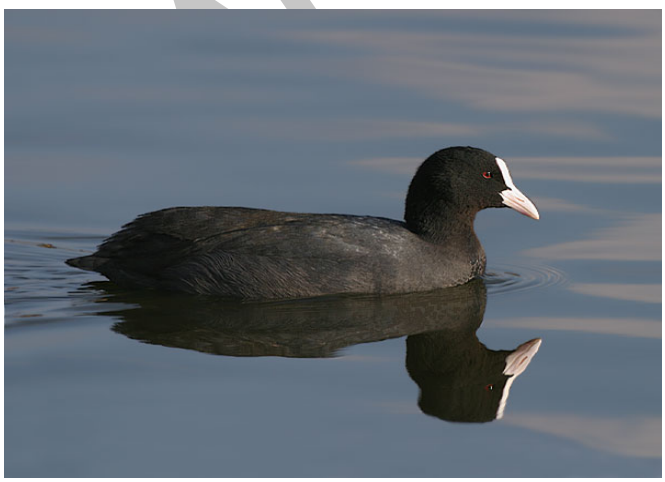
فرسایش و هوازدگی سنگ‌ها، فرایند صنعتی شدن، فعالیت‌های کشاورزی و فاضلاب‌های شهری آلودگی‌ها را به اکوسیستم‌های طبیعی هدایت می‌کنند. بنابراین شناسایی نوع و منابع آلاینده‌ها، اثرات محیطی و پیشگیری از انتشار محیطی آن‌ها یکی از ضروریات در این حوزه علمی می‌باشد (Tabari *et al.*, 2010). فلزات کم مقدار مشتق شده از منابع طبیعی و انسان ساخت در همه جای محیط زیست جهان وجود دارند. این آلاینده‌ها طی فرایند آبشوئی وارد خاک و سپس آب‌های زیر زمینی شده و یا به صورت ذرات معلق در هوا منتشر می‌شوند. همچنین هنگام ورود به تالاب‌ها و رودخانه‌ها در پیکره آبی و سپس رسوبات بستر آمیخته شده و توسط موجودات کفزی جذب و یا در دسترس قرار می‌گیرند و از طریق تغذیه وارد زنجیره غذایی دریایی می‌شوند. این امر نگرانی‌ها در مورد تجمع فلزات در رسوبات، گیاهان، جانوران و سرانجام انسان را به همراه داشته است (Milenkovic, 2005 ؛Shokrzade *et al.*, 2009). فلزات سنگین به دلیل بزرگنمایی زیستی می‌توانند در غلظت‌های بالاتر از آب و رسوبات سطحی در بافت‌های سطوح بالای تغذیه‌ای مصرف کنندگان یافت شوند (Rattner *et al.*, 2000). بی ثبات کردن اکوسیستم‌ها و انباشت این فلزات سمی در فرآورده‌های غذایی تهدید بالقوه‌ای برای سلامت همگانی است (Laws, 1981). استفاده از موجودات زنده آبزی برای مشخص کردن تغییرات زمانی و جغرافیایی در میزان دسترس پذیری زیستی فلزات سنگین در آب‌های ساحلی و مصبی به خوبی اثبات شده است (Blasco *et al.*, 2002). رسوبات تالابی و مؤلفه‌های بیولوژیکی مانند پرندگان دریایی و سخت‌پوستان به عنوان شاخص خوبی در خصوص پایش زیستی مطابق با دیدگاه‌های سم شناسی بوم

Archive of SID

www.SID.ir

سازگان در دسترس قرار می‌دهند (Movalli, 2000؛ Hope, 1983). تلاش‌ها برای تعیین اثرات فلزات سنگین بر روی زیستگاه‌های تالابی و موجودات آبزی و پرندگان توسط محققین زیادی صورت گرفته است. در سال ۱۳۸۶ میزان فلزات سنگین مس، کروم، کادمیوم، آهن و روی در اندام‌های کبد، کلیه و عضله باکلان بزرگ در تالاب انزلی مورد مطالعه قرار گرفت. بالا بودن این عناصر در برخی نمونه‌ها نشان داد که پرندگان در محیط زیستشان در معرض این فلزات قرار دارند. میزان روی، آهن و مس در برخی اندام‌ها بالاتر از مقادیر استاندارد ارائه شده بود (کریمی و همکاران، ۱۳۸۶). در سال ۱۳۸۴ غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس و روی در رسوبات ۶ ایستگاه تالاب بین‌المللی میانکاله تعیین شد. نتایج حاصل نشان داد که میزان متوسط روی در رسوبات ۲۷۴/۳۳ میلی گرم بر لیتر بود. در بین چهار فلز سنگین اندازه‌گیری شده بیشترین غلظت متعلق به فلز روی و کمترین مقدار مربوط به فلز کادمیوم بود (عبادتی و همکاران، ۱۳۸۴). در سال ۲۰۰۹ تحقیقی در کشور کره به منظور تعیین فلزات منگنز، روی، سرب و کادمیوم در بافت‌های کبد، کلیه، عضله و استخوان‌های ۶ راسته از پرندگان وحشی صورت گرفت. نتایج نشان داد که غلظت‌های عناصر مورد مطالعه در تمام بافت‌های یک گونه پرستوی دریایی (*Ancient murrelet*) بیشتر از سایر پرندگان بود (kim *et al*., 2009). در سال ۲۰۰۸ غلظت فلزات سنگین آهن، روی، مس، سرب و کادمیوم در بافت‌های کبد ۳ گونه جغد در کشور کره جنوبی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که غلظت‌های این عناصر در بافت‌های کبد پرندگان مورد مطالعه در محدوده استانداردهای ارائه شده می‌باشد (kim *et al*., 2008). تالاب بین‌المللی گمیشان با وسعت ۲۰۰۰۰ هکتار در شمال ایران و جنوب شرقی دریای خزر و در موقعیت جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. این تالاب به عنوان یکی از حاصلخیزترین اکوسیستم تالابی ایران شناخته شده است و تنوع زیستی بالایی شامل گیاهان و جانوران آبزی بالاخص سخت پوستان، پرندگان آبزی، کنار آبزی ساکن و مهاجر را در خود جای داده است (کیابی و همکاران، ۱۳۷۸). گاماروس یک گونه از سخت‌پوستان عالی تالاب بین‌المللی گمیشان است (شکل ۱). این موجود نور گریز بوده و بیشتر در بستر محیط‌های آبی و تالابی زیست می‌نماید. تغذیه آن از موجودات مرده و غذاهای خورده نشده در بستر محیط آبی است (جابر، ۱۳۷۶). چنگر از پرندگان بومی آبزی تالاب بین‌المللی گمیشان بوده و در راسته درناسانان و خانواده یلوه‌ییان قرار دارد. برای به دست آوردن غذا دائماً درون آب شیرجه زده و از گیاهان آبزی، بی‌مهرگان آبزی، سخت‌پوستان، نرم‌تنان و کرم‌های بستر تالاب‌ها تغذیه می‌کند (منصوری، ۱۳۸۷). این پرنده در فصول شکار و به صورت مجاز، توسط جوامع بومی و حاشیه نشین این تالاب شکار شده و سپس مورد تغذیه قرار می‌گیرد (شکل ۲). هدف از این تحقیق اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین روی و آهن در ۲ گونه جانور آبزی (پرنده وحشی چنگر و گاماروس)، ستون آب و رسوبات سطحی تالاب بین‌المللی گمیشان و مقایسه غلظت‌های بدست آمده با مقادیر استانداردهای پیشنهاد شده جهانی بود.

**شکل ۱: گاماروس (Pontogammarus maeoticus)**
**تالاب بین المللی گمیشان**



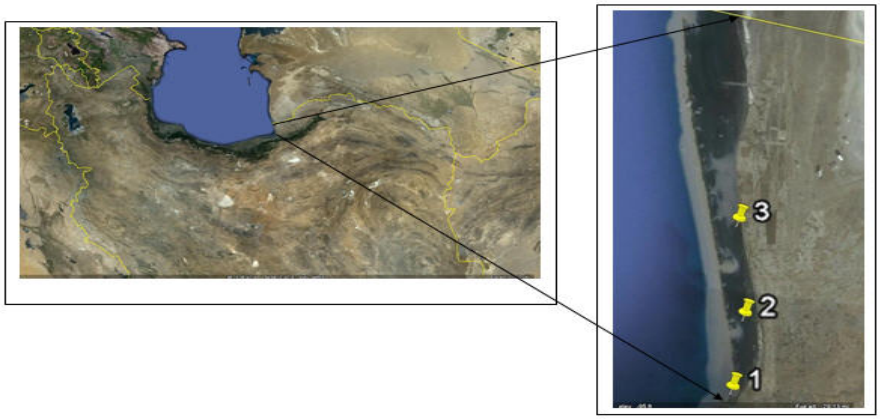
**شکل ۲: پرنده چنگر (*Fulica atra*)**
**تالاب بین المللی گمیشان**

Archive of SID

www.SID.ir

## مواد و روش‌ها

انتخاب ایستگاه‌ها به جهت تهیه نمونه‌های آب، رسوبات سطحی، گاماروس و پرنده چنگر با در نظر گرفتن پوشش گیاهان آبزی، محل ورودی فاضلاب‌ها، مصب رودخانه و یا تجمع پرندگان در زمستان سال ۱۳۸۹ در تالاب بین‌المللی گمیشان انجام شد و مختصات جغرافیایی ایستگاه‌ها نیز توسط دستگاه GPS به ثبت رسید (شکل ۳ و جدول ۱).




**شکل ۳: ایستگاه‌های نمونه‌برداری در تالاب بین‌المللی گمیشان**

**جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های انتخاب شده**

| ایستگاه | طول شرقی | عرض شمالی |
|---|---|---|
| ایستگاه ۱ (مصب رودخانه گرگانرود) | ۵۳°,۵۹ ',۳۵ " | ۳۶°,۵۸ ',۵۵ " |
| ایستگاه ۲ (بین کانال آلاگل و مصب گرگانرود) | ۵۴°,۱ ',۴۴ " | ۳۷°,۳ ',۳۴ " |
| ایستگاه ۳ (کانال آلاگل) | ۵۴°,۰ ',۲ " | ۳۷°,۹ ',۱۱ " |

با استفاده از بطری روتنر یک لیتر آب از سطح، عمق میانی و نزدیک بستر هر ایستگاه برای ۳ زمان (۸ صبح و ۴ بعد از ظهر) تهیه و با هم ترکیب شدند (۳ تکرار در هر ایستگاه). پی اچ نمونه‌ها توسط اسید نیتریک ۱۰ درصد در حد ۵/۴ تنظیم و سپس از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور داده شدند و جهت قرائت توسط دستگاه جذب اتمی آماده شدند (Nielsen and Nielsen, 2007). نمونه‌های رسوبات سطحی نیز به وسیله گراب اکمن با سطح دهانه ۲۲۵ سانتی‌متر از ۲۰ سانتی‌متری سطح بستر تهیه شد (۳ تکرار در هر ایستگاه). مقدار ۵ گرم از رسوب خشک شده را توزین و در کوره با دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت نیم ساعت حرارت داده شد. سپس مقداری اسید کلریدریک (۱:۱) به آن افزوده و در بن‌ماری در حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار گرفت. بعد از صاف کردن، محتویات روی کاغذ صافی را طی سه مرحله تحت اثر اسید کلریدریک و اسید فلوریک قرار داده و بعد در بن‌ماری تحت حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. در پایان نمونه‌ها بعد از عبور از صافی با آب غیر یونیزه به حجم ۵۰ سی‌سی رسید و جهت تعیین غلظت توسط دستگاه جذب اتمی به آزمایشگاه منتقل شدند (Arnold, 2005). با استفاده گراب اکمن تعداد ۴۲ قطعه گاماروس از ۳ ایستگاه تالاب یاد شده جمع‌آوری و با آب مقطر شستشو شدند. نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد اتوکلاو قرار داده شده تا به طور کامل خشک شوند. نمونه-های خشک شده توسط هاون پودر و سپس الک شدند. مقدار یک گرم از ماده خشک شده را درون ظروف پلاستیکی ریخته و روی حمام آبی با دمای داخلی ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده تا هضم شیمیائی انجام شود. به ترتیب با ۵ میلی‌لیتر اسید فلوئوریک، ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک و ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک هضم شیمیایی نمونه‌ها انجام گرفت. نمونه‌های هضم شده را از کاغذ صافی عبور داده و توسط اسید نیتریک ۰/۰۴ به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شدند (ASTM, 1990). سرانجام محلول‌های موجود در بالن ژوژه را در بطری‌های پلاستیکی

Archive of SID

www.SID.ir

درب دار ریخته و کد گذاری شدند. در این تحقیق تعداد ۳۰ قطعه پرنده وحشی چنگر با مجوز قانونی از تالاب بین‌المللی گمیشان تهیه گردید. بعد از کالبد شکافی بافت‌های کبد و کلیه آن‌ها خارج شد. مقدار ۵ گرم از هر بافت پرنده را با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ وزن کرده و در درجه حرارت بین ۸۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد در فور گذاشته تا رطوبت خود را از دست بدهند. سپس آن‌ها را از فور خارج و توسط بوته چینی به مدت ۲-۱ ساعت در دمای ۱۳۵ درجه سانتی‌گراد آون گذاشته تا کاملاً خشک شوند. بوته چینی به مدت ۲۴ ساعت به کوره سرد منتقل گردید و درجه حرارت به آرامی تا ۴۵۰ الی ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد بالا رفت. نمونه‌های خاکستر شده را از کوره خارج کرده و پس از سرد شدن به آن‌ها ۲ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه نموده و بر روی صفحه داغ با درجه حرارت ملایم اسید را تبخیر کرده تا اسید غلیان نکند. مجدداً نمونه‌ها را به کوره سرد منتقل کرده و درجه حرارت کوره به آرامی تا ۴۵۰ الی ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به همان روش فوق‌الذکر افزایش یافت. درجه حرارت کوره به مدت یک ساعت ثابت نگه داشته شد. سپس بوته چینی را از کوره بیرون آورده و پس از سرد شدن در صورتی که بعضی از نمونه‌های خاکستر شده عاری از کربن شده بودند؛ به آن‌ها ۲ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه کرده و پس از تبخیر بر روی صفحه داغ، در کوره ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت گذاشته شدند. آنقدر این کار تکرار گردید تا تمام نمونه‌ها عاری از کربن شده و کاملاً سفید شدند. به نمونه‌های سفید شده، ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۱ نرمال اضافه کرده و روی صفحه داغ با درجه حرارت پایین به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده تا خاکستر در اسید حل شود. محلول را پس از سرد کردن به حجم ۱۰ سی‌سی رسانده، از کاغذ صافی عبور داده و سپس توسط بالن ژوژه، ۲۵ میلی‌لیتری با اسید کلریدریک ۱ نرمال به حجم رسانده شدند. سرانجام محلول‌های موجود در بالن ژوژه را در بطری‌های پلاستیکی درب دار ریخته و کد گذاری شدند (AOAC, 2000).

برای اندازه‌گیری میزان فلزات روی و آهن در تمامی نمونه‌ها از دستگاه جذب اتمی مدل (Thermo model 97 GFS) به روش شعله و کوره گرافیتی استفاده شد. غلظت این فلزات در بافت‌های دو گونه جانوری مورد مطالعه بر حسب میکروگرم بر گرم وزن‌تر ارائه شده‌اند. داده‌های به دست آمده در این پژوهش توسط روش تحلیل واریانس بررسی آماری شد. تحلیل آماری ارقام با استفاده از بسته نرم افزاری SPSS 18 اجرا گردید.

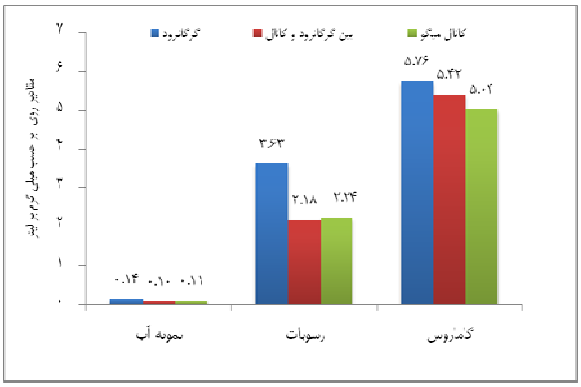
## نتایج

غلظت‌های فلزات سنگین روی و آهن در نمونه‌های ستون آب و رسوبات سطحی ۳ ایستگاه تالاب بین‌المللی گمیشان از طریق آزمون آماری مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین غلظت فلز روی و آهن در ستون آب متعلق به ایستگاه ۱ (مصب گرگانرود) به ترتیب با مقادیر ۰/۱۴ و ۰/۴۴ بود و بیشترین غلظت فلزات روی و آهن در رسوبات نیز متعلق به ایستگاه ۱ با مقادیر ۳/۶۳ و ۴/۱۸ بدست آمد. با توجه به اینکه نمونه‌های گاماروس نیز از ۳ ایستگاه بیان شده تهیه شده بود، بیشترین میانگین غلظت روی و آهن در گاماروس‌های تهیه شده در مصب رودخانه گرگانرود (ایستگاه ۱) به ترتیب با غلظت‌های ۰/۵ ± ۵/۷۶ و ۰/۵ ± ۱۰/۸۷ میکروگرم بر گرم وزن‌تر بدست آمد.

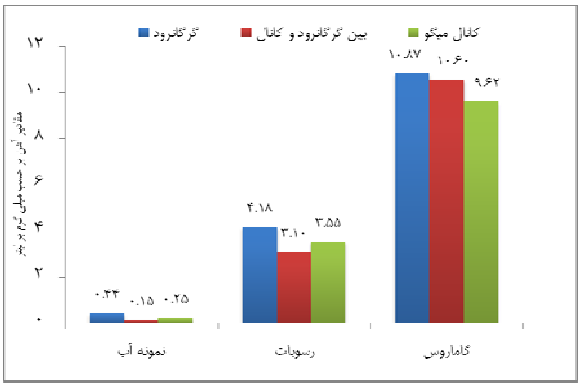
شکل‌های ۴ و ۵ میانگین غلظت فلزات سنگین روی و آهن در ستون آب، رسوبات سطحی و گاماروس ۳ ایستگاه تالاب بین‌المللی گمیشان را نشان می‌دهند.

Archive of SID

www.SID.ir

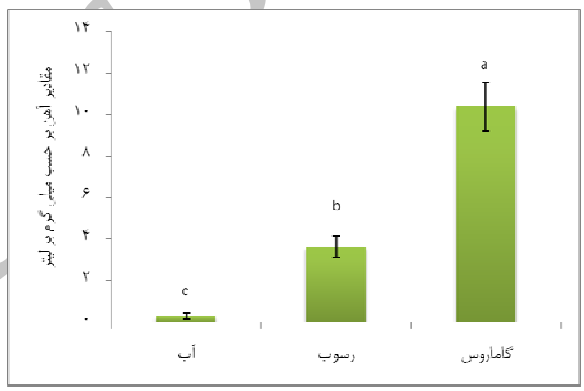



**شکل ٤: میانگین غلظت روی در ستون آب، رسوبات سطحی و گاماروس، تالاب بین‌المللی گمیشان (زمستان ۱۳۸۹)**

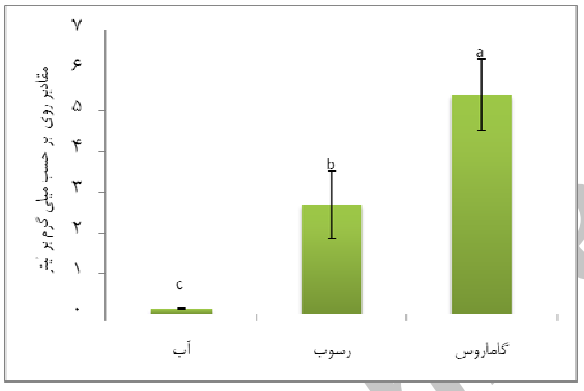



**شکل ٥: میانگین غلظت آهن در ستون آب، رسوبات سطحی و گاماروس، تالاب بین‌المللی گمیشان (زمستان ۱۳۸۹)**

نتایج نشان داد که بین هر یک از میانگین غلظت‌های روی و آهن در نمونه‌های ستون آب، رسوبات سطحی و گاماروس اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود داشت (شکل‌های ۶ و ۷).




**شکل ٦: آزمون اختلاف معنی داری فلز آهن در ستون آب، رسوبات سطحی و گاماروس، تالاب بین‌المللی گمیشان (زمستان ۱۳۸۹)**




**شکل ٦: آزمون اختلاف معنی داری فلز روی در ستون آب، رسوبات سطحی و گاماروس، تالاب بین‌المللی گمیشان (زمستان ۱۳۸۹)**

آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین غلظت فلز روی در آب و رسوب و بین غلظت گاماروس و رسوب همبستگی مثبت و بالا وجود داشت (به ترتیب r=۹۸ و r=۶۴)، همچنین بین غلظت فلز آهن در ستون آب و رسوبات سطحی تالاب بین‌المللی گمیشان همبستگی مثبت و بالا (r=۹۹) و بین غلظت آهن در گاماروس و رسوبات سطحی همبستگی مثبت و پایین (r=۲۵) وجود داشت.

نتایج حاصل از تعیین میانگین غلظت روی و آهن در بافت‌های کبد و کلیه پرنده وحشی چنگر تالاب بین‌المللی گمیشان بر حسب میکروگرم بر گرم وزن‌تر (ppm) در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

**جدول ۲: میانگین غلظت روی و آهن در بافت کبد و کلیه چنگر تالاب بین‌المللی گمیشان بر حسب میکروگرم بر گرم وزن‌تر (ppm)**

| عنصر | بافت | میانگین غلظت | دامنه | ضریب تغییرات (CV%) |
|---|---|---|---|---|
| روی | کبد | ۱۴/۹±۷/۲ | ۴/۳-۳۰/۱۷ | ۴۸ |
| | کلیه | ۱۳/۴±۶/۲ | ۷/۴-۲۶/۸ | ۴۶ |
| آهن | کبد | ۳۰۰/۵±۷۶/۶ | ۱۰۰/۹-۴۱۱/۳ | ۲۵ |
| | کلیه | ۷۷/۶±۱۹/۴ | ۴۰/۹-۱۱۱/۸ | ۲۵ |

www.SID.ir

## بحث و نتیجه‌گیری

میانگین غلظت فلزات مورد مطالعه در نمونه‌های ستون آب، رسوبات سطحی و گاماروس با استانداردهای ارائه شده جهانی مقایسه و مشخص گردید که مقادیر بدست آمده آهن و روی زیر حد استانداردهای توصیه شده بود (جدول ۳).

**جدول ۳: مقایسه میانگین روی و آهن در آب، رسوبات و گاماروس با استانداردها بر حسب میکروگرم بر گرم وزن‌تر (ppm)**

| نمونه | روی | آهن | منبع |
|---|---|---|---|
| رسوبات جهانی | ۹۵ | ۳/۹۷ | (ربانی و همکاران، ۱۳۸۵) |
| آب | ۰/۱–۰/۲ | ۰/۵ | (Tabari *et al*., 2010 ؛ ربانی و همکاران، ۱۳۸۵) |
| آبزیان | ۱۰–۱۰۰ | ۵–۲۰ | (Calow, 1998؛ کریمی و همکاران، ۱۳۸۶) |
| میانگین آب تالاب گمیشان | ۰/۱۱ ± ۰/۰۲ | ۰/۲۸ ± ۰/۱۵ | مطالعه حاضر |
| میانگین رسوبات تالاب گمیشان | ۲/۶۸ ± ۰/۸۲ | ۳/۶۱ ± ۰/۵۴ | مطالعه حاضر |
| میانگین گاماروس تالاب گمیشان | ۵/۴ ± ۰/۹ | ۱۰/۴ ± ۱/۲ | مطالعه حاضر |

غلظت‌های فلزات سنگین در مصب‌های ساحلی به دلیل خروجی‌های بالا از منابع طبیعی و همچنین منابع انسان ساخت می‌تواند افزایش یابد (Unnikrishnan and Nair, 2004). رشد جمعیت و افزایش فعالیت‌های صنعتی منجر به هدایت آلاینده‌های آلی و معدنی به سواحل جنوب شرقی دریای خزر شده و صرفاً تصفیه فیزیکی بر روی این آلاینده‌ها اعمال می‌شود از طرفی مقادیر بالای آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی شامل ترکیبات فلزی در اراضی کشاورزی مناطق اطراف تالاب بین‌المللی گمیشان استفاده شده و از طریق رواناب های سطحی به سمت رودخانه‌ها و در نهایت دریای خزر روانه می‌شوند. نواحی صنعتی در حوزه آبخیز جنوب شرقی دریای خزر از ترکیبات روی در آبکاری الکتریکی استفاده می‌کنند (Tabari *et al*., 2010; Saad *et al.,* 1994). از آنجائیکه مصب رودخانه گرگانرود (مرز جنوبی تالاب بین‌المللی گمیشان)، پذیرنده نهائی پسماندها و فاضلاب‌های بخشهای صنعت، کشاورزی و شهری حوزه رودخانه گرگانرود می‌باشد؛ به نظر می‌رسد که بالا بودن فلزات سنگین روی و آهن در نمونه‌های ستون آب، رسوبات سطحی و گاماروس ایستگاه ۱ نسبت به سایر ایستگاه‌ها به این دلیل باشد که ایستگاه ۱ در موقعیت مصب رودخانه گرگانرود واقع شده است. در بررسی میانگین غلظت‌های روی و آهن در کبد و کلیه چنگر مشخص شد که غلظت این فلزات به مراتب بیشتر از غلظت‌های بدست آمده در ستون آب، رسوبات سطحی و گاماروس (طعمه پرنده) است. پرندگان می‌توانند سطوح بالایی از فلزات را درون بافت‌های خود از جمله کبد و کلیه نگهداری کنند (Scheuhammer, 1987). میزان فلزات سنگین در هر دو بافت (کبد و کلیه) توسط پروتئین‌های خون وارد این ارگان‌ها می‌شود ( Elliot *et al*., 1992). بالا بودن میانگین غلظت‌های روی و آهن در گاماروس و چنگر نسبت به آب و رسوبات می‌تواند به دلیل تجمع زیستی این فلزات در بافت زنده موجودات باشد. تجمع زیستی یا تغلیظ زیستی (Bioaccumulation) به مفهوم تجمع آلاینده‌ها در بدن موجودات زنده که بیشتر از محیط پیرامون آن‌ها (آب و رسوب) باشد، بطوریکه اغلب موجودات زنده قادر به جذب و تغلیظ آلاینده‌ها در بدن خود بوده و غلظت آن را در بدن خود بیش از غلظت آن در محیط خواهند رساند (پورنگ، ۱۳۷۲). غلظت فلز آهن در بافت‌های کبد و کلیه چنگر همواره بیشتر از فلز روی بود و از طرفی غلظت این دو فلز در کبد به مراتب بیشتر از کلیه بود. منابع ذخیره آهن در کبد، مغز استخوان و طحال است (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). ضریب تغییرات (CV%)، به عنوان شاخصی برای توانائی و یا عدم توانائی پرنده در تنظیم سطح عناصر بدن بکار می‌رود. درصد پایین این شاخص در کبد و کلیه پرنده چنگر نشان از توانائی کافی بدن پرنده در تنظیم فلزات سنگین از طریق فعالیت‌های بیولوژیکی است (Van Eeden, 2003). دور از انتظار نیست که بالا بودن میزان فلزات روی و آهن در کبد و کلیه چنگر نسبت به آب، رسوبات سطحی و گاماروس متأثر از نوع رژیم تغذیه‌ای این پرنده باشد. گاماروس در تغذیه چنگر جایگاه مهمی را دارد و خود این موجودات که زیستگاه آنان عمدتاً در رسوبات سطحی است می‌تواند تجمع بیشتری از فلزات را در بدنشان در مقایسه با دیگر مواد

Archive of SID

www.SID.ir

غذایی داشته باشند. به عبارت دیگر بی‌مهرگان بسترزی در تماس بیشتر با فلزات سنگین هستند (Garcia-Berthos, 1999). با مقایسه میانگین غلظت فلزات روی و آهن در کبد و کلیه چنگر با استانداردهای ارائه شده جهانی مشخص شد که میزان این عناصر در هر دو اندام کبد و کلیه از حد استاندارد پیشنهادی کمتر بوده است. استاندارد برای روی ۵۰ppm و برای آهن ۵۰۰ppm –۱۰۰ (Calow, 1998؛ کریمی و همکاران، ۱۳۸۶). آستانه استاندارد بهداشت جهانی برای فلز روی ۴۸۰ppm می‌باشد (WHO, 1999).

در نهایت نتیجه می‌گیریم که میانگین غلظت روی و آهن در ستون آب، رسوبات سطحی، گاماروس و کبد و کلیه پرنده چنگر تالاب بین‌المللی گمیشان در حد استانداردهای جهانی بود و در زمان انجام این تحقیق آلودگی محسوب نمی‌شود. همچنین ترتیب میانگین غلظت فلزات سنگین روی و آهن در ستون آب، رسوبات سطحی، گاماروس، کبد و کلیه پرنده چنگر به ترتیب به صورت ستون آب < رسوبات سطحی < گاماروس < کلیه < کبد بود.

## سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله، مراتب تقدیر و تشکر خود را از سازمان حفاظت محیط زیست و اداره کل حفاظت محیط زیست استان گلستان به عمل می‌آورند.

## فهرست منابع

**اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱.** آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست، انتشارات نقش مهر تهران، چاپ اول، ۷۶۷ صفحه.

**پورنگ، ن.، ۱۳۷۲.** بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت‌های مختلف بدن دو گونه از ماهیان غالب تالاب انزلی با توجه به جایگاه تقریبی آن‌ها در زنجیره غذایی و شرایط زیست محیطی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

**جابر، ل.، ۱۳۷٦.** بررسی مقدماتی بیولوژی آمفی پودهای خزر. منطقه نور و سواحل همجوار. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

**ربانی، م.، جعفرآبادی آشتیانی، ا. و مهرداد شریف، ا.، ۱۳۸۵.** اندازه‌گیری میزان آلودگی ناشی از فلزات سنگین نیکل، سرب و جیوه در رسوبات خلیج فارس، منطقه عملیاتی عسلویه، نشریه اکتشاف و تولید، شماره ۵۱، ۵۵–۵۳.

**عبادتی، ف.، اسماعیلی ساری، ع. و ریاحی بختیاری، ع.، ۱۳۸٤.** میزان و نحوه تغییرات فلزات سنگین و اندام‌های گیاهان آبزی و رسوبات تالاب میانکاله، مجله محیط شناسی، شماره۳۷، ص‌ص ۵۳–۵۵.

**کریمی، آ.، یزدان‌داد، ح. و اسماعیلی، ع.، ۱۳۸٦.** بررسی تجمع فلزات سنگین کادمیوم، کروم، مس، روی و آهن دربرخی اندام‌های باکلان بزرگ *Phalacrocorax carbo* در تالاب انزلی، مجله محیط شناسی، شماره ۴۳، ۹۰–۸۳.

**کیابی، ب.، قائمی، ر. و عبدلی، ا.، ۱۳۷۸.** اکوسیستم‌های تالابی و رودخانه‌ای استان گلستان، جلد اول، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. ۱۷۴ صفحه.

**منصوری، ج.، ۱۳۸۷.** راهنمای پرندگان ایران، کتاب فرزانه تهران، چاپ دوم، ۵۱۳ صفحه.

**AOAC, 2000.** Association of Official Analytical Chemists, 17th Ed W. Hurwitz.

**Arnold E., Lenore S. and Andrew D., 2005.** Standard Methods for the Examination of Water & Waste water. Centennial Edition. 21 edition.

**ASTM., 1990.** Guide for collection, storage, characterization and manipulation of sediments for toxicological testing, American Society for testing materials PHUSAC.

**Blasco, J., Arias, A.M. and Saenz, V., 2002.** Heavy metal concentrations in Squilla mantis (L.) (Crustacea, Stomatopoda) from the Gulf of Cadiz Evaluation of the impact of the Aznalcollar mining spill. Environment International. 28, 111 –116.

**Calow P., 1998.** Handbook of ecotoxicology Imprint, oxford, Blackwell.

**Elliot, J.E., Scheuhammer, A.M., Leighton, F.A. and Pearce, P.A., 1992.** Heavy metals and metallothionein concentrations in Atlantic Canadian seabirds. Arch Environ Contam Toxicol. 22, 63–73.

**Garcia-Berthos, E., 1999.** Food of Introduced Mosquitofish, Ontogenic Diet Shift and Prey Selection. Journal of Fish Biology, 55, 135-147.

**Hope P. K., 1983.** An introduction to multivariate analysis of environmental data, In Analytical Aspects of Environmental Chemistry, eds. Natusch D. F. S., and Hope P. K., Wiley, New York.

**Kim, J., Lee, H. and Koo, T., 2008.** Heavy metal concentrations in three owl species from Korea. Ecotoxicology. 17, 21–28.

Archive of SID

www.SID.ir

**Kim, J., Shin, J.U. and Koo, T.H., 2009.** Heavy Metal Distribution in Some Wild Birds from Korea. Arch Environ Contam Toxicol. 56:317-324.

**Laws E. A., 1981**. Aquatic Pollution, New York, John Wiley and Sons.

**Milenkovic, N., Damjanovic, M. and Ristic, M., 2005.** Study of Heavy Metal Pollution in Sediments from the Iron Gate (Danube River), Serbia and Montenegro. Polish Journal of Environmental Studies. 14( 6): 781-787.

**Movalli, P.A., 2000.** Heavy metal and other residues in feathers of laggar falcon Falco biarmicus jugger from six districts of Pakistan. Environ Pollut. 109, 267–275.

**Nielsen D. and Nielsen G., 2007.** The essential handbook of ground-water sampling, By - CRC Press/Taylor and Francis.

**Rattner, B.A., Hoffman, D.J., Melancon, M.J., Olsen, G.H., Schmidt, S.R. and Parsons, K.C., 2000.** Organochlorine and metal contaminant exposure and effects in hatching black-crowned night herons (Nycticorax nycticorax), in Delaware. Bay Arch Environ Contam Toxicol. 39, 38–45.

**Saad, M.A.H., Amuzu, A.T., Biney, C., Calamar, D., Imerbore, A.M. and Naeve Ochumba, P.B.O., 1994.** Domestic and industrial organic loads, In the review of pollution in the African aquatic environment. CIFA Technical. 25, 23-31.

**Scheuhammer, A.M., 1987.** The chronic toxicity aluminium, cadmium, mercury and lead in birds, a review. Environ Pollut. 46: 263–295.

**Shokrzade, M., Saeedi Saravi, S.S. and Zehtab Yazdi, Y., 2009.** Lindane residues in cultivated cucumber and in the most consumed fish in Caspian Sea, Iran. Toxicology and Industrial Heaith. 25 (8): 517-523.

**Tabari, S., Saeedi Saravi, S.S., Bandani, G.H., Dehghan, A. and Shokrzade, M., 2010.** Heavy metals (Zn, Pb, Cd and Cr) in fish, Water and sediment sampled from Southern Caspian Sea, Iran. Technology and Industrial Health. 26(10): 649-656.

**Unnikrishnan, P. and Nair, S.M., 2004.** Partitioning of trace metals between dissolved and particulate phases in a typical backwater system of Kerala, India. Int. J. Environ Studies. 61 (6): 659-676.

**Van Eeden, P.H., 2003.** Metal concentrations in selected organs and tissues of five Red-knobbed Coot (Fulica cristata) populations. Water SA. 29, p3.

**WHO, 1999.** Food safety issues associated with products from aquaculture. Report of Joint FAO/NACA/WHO Study roup. World Health Organization Technical Report Series 883: i–vii, 1–55.

Archive of SID

www.SID.ir