

بررسی غلظت آرسنیک در آب، رسوب، گیاه نی و ماهی کاراس در تالاب زریوار

مهدی الهی*، مربی کارشناسی ارشد آلودگی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، کردستان، ایران.
شیوا غریبی کانی پان، دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
گرگان، ایران.
مهرنوش دوستی ایرانی، فارغ التحصیل کارشناسی محیط زیست، دانشگاه کردستان، کردستان، ایران.

E-mail*: m.elahi@uok.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۱۷ - پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۰۷

چکیده

در تحقیق حاضر به بررسی غلظت آرسنیک در بخش‌های مختلف پناهگاه حیات وحش تالاب زریوار واقع در استان کردستان پرداخته شده است. بخش‌های مورد مطالعه شامل آب، رسوب سطحی، گیاه نی (*Phragmites australis*) و ماهی کاراس (*Carassius auratus*) می‌باشند. نمونه‌برداری در اردیبهشت سال ۱۳۹۰ و از تعداد شش ایستگاه انجام شد که دو ایستگاه فاقد پوشش گیاهی بودند. نمونه‌های ماهی نیز بدون در نظر گرفتن ایستگاه‌ها و فقط از بخش شرقی تالاب برداشت شد. جهت هضم نمونه‌ها بر حسب نوع نمونه از HCl ، HNO_3 و $HClO_4$ استفاده گردید و قرائت تمامی نمونه‌ها با استفاده از بخش کوره دستگاه جذب اتمی انجام شد. نتایج نشان داد که اگرچه میانگین غلظت آرسنیک در آب (n.d)، ماهی کاراس ($0.41 \text{ mg kg}^{-1} \text{ w.w.}$) و گیاه نی ($0.16 \text{ mg kg}^{-1} \text{ w.w.}$) کمتر از استانداردهای جهانی است اما در رسوبات ($6.30 \text{ mg kg}^{-1} \text{ d.w.}$) در محدوده نسبتاً آلوده قرار دارد (بخصوص در بخش‌های شمالی و شرقی). نتایج بررسی همبستگی بین غلظت آرسنیک در رسوب با عمق نمونه‌برداری نشان داد که با افزایش عمق غلظت کاهش می‌یابد ($r = -0.59$). همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که ارتباط مثبت و معنی‌داری بین طول کل ماهی کاراس و غلظت آرسنیک موجود در بافت عضله وجود دارد ($r = 0.65$). بعبارتی در ماهی‌های بزرگتر، غلظت آرسنیک بیشتر از ماهی‌های کوچک و نابالغ است.

واژه‌های کلیدی: تالاب زریوار، آرسنیک، رسوب، گیاه، ماهی.

۱- مقدمه

زیرزمینی در محیط اطراف، تعدیل میکروکلیم، بانک ژن، بهره‌مندی‌های چندگانه اهالی محلی اعم از استفاده از گیاهان آبی، شکار و صید پرندگان آبی و ماهیان اشاره کرد. متأسفانه علی‌رغم فواید بی‌شمار این بوم‌سازگان‌های باارزش، امروزه بسیاری از تالاب‌های دنیا بدلیل فعالیت‌های مخرب انسانی مانند شکار و صید بی‌رویه، استفاده بیش از اندازه از موجودی آب، برداشت بی‌رویه

تالاب‌ها سرمایه‌هایی گرانقدرند که از اجزاء متعدد فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تشکیل شده‌اند. آب، خاک، گیاهان، موجودات زنده و مواد غذایی معرف این اجزاء بوده و در پیوند با یکدیگر در یک سیستم یکپارچه، تالاب را به وجود می‌آورند. فرآیندهای بین این اجزاء عملکردهای تالاب را ایجاد می‌کنند. از مهمترین عملکردهای تالاب می‌توان به تنظیم سطح آبهای

پوشش گیاهی، تخلیه فاضلاب شهری و صنعتی و ورود رواناب‌های کشاورزی دچار افت کیفیت زیست محیطی شده‌اند (منصوری، ۱۳۸۶). از جمله آلاینده‌هایی که در فاضلاب صنایع، معادن و رواناب‌های شهری و کشاورزی وجود دارد می‌توان به فلزات سنگین اشاره کرد (سرتاج، فتح‌اللهی دهکردی و فیلی زاده، ۱۳۸۴). فلزات سنگین آلاینده‌های پایداری هستند که تجزیه آنها در محیط به زمان زیادی نیاز دارد. این فلزات دارای ویژگی بزرگنمایی زیستی^۱ می‌باشند یعنی می‌توانند بطرق مختلف از آب و رسوبات وارد بافت گیاهان و جانوران شده و بواسطه تسلسل زنجیره‌های غذایی، بتدریج در سطوح غذایی افزایش یابند (Mance, 1990).

عنصر آرسنیک با نام اختصاری As شبه فلزی است که از نظر فراوانی، بیستمین عنصر در پوسته زمین، چهاردهمین عنصر در دریا و دوازدهمین عنصر در بدن انسان به حساب می‌آید (Mandal and Suzuki, 2002). این عنصر در محیط‌زیست از دو منبع طبیعی و انسانی سرچشمه می‌گیرد که منابع طبیعی آن شامل هوازدگی پوسته زمین، آتش‌سوزی جنگل‌ها، آتشفشان‌ها، اسپری آب دریا، چشمه‌های آب گرم و منابع انسانی شامل معدن‌کاوی، متالوژی، کودها، آفت‌کش‌ها و برخی از صنایع است. طبق آمار ایالت متحده، ۶۵٪ از آرسنیک با منشاء انسانی، در بخش آفت‌کش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد که باعث ورود بیش از حد انواع مختلف آن به محیط‌زیست می‌شود (Sarkar, 2002). غلظت آرسنیک در آبهای شیرین کمتر از آبهای آزاد است. مهمترین ترکیبات آرسنیک در محیط‌های آبی به ترتیب فراوانی شامل مونومتیل‌آرسنیک، آرسنیک (III)، آرسنیت (V) و دی‌متیل‌آرسنیک می‌باشد. سمیت این عنصر تابعی از ترکیبات آن می‌باشد. تقریباً تمام آرسنیک موجود در غذاهای دریایی به صورت آرسنیک آلی است که از نمک‌های غیرآلی آن سمیت کمتری دارند. مهمترین اثرات آرسنیک بر روی جانداران شامل ضعف عمومی عضلات، تهوع، ضایعات پوستی، اغماء و حتی مرگ می‌باشد

اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱؛ Sarkar, 2002). تالاب زریوار^۲ از نوع تالابهای درون خشکی^۳ است که در سه کیلومتری شمال غربی مریوان در ارتفاع ۱۲۸۴ متری از سطح دریا قرار دارد و از زیباترین جاذبه‌های گردشگری استان کردستان به شمار می‌آید (Reyahi-Khoram and Hoshmand, 2012). یکی از عمکردهای این تالاب مربوط به آب شیرین آن می‌باشد که موجب خلق رویشگاه و زیستگاه مناسبی برای گیاهان، ماهی‌ها، پرندگان و پستانداران شده است. این تالاب در سال ۱۳۸۸ رسماً توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست به عنوان پناهگاه حیات‌وحش (به وسعت ۳۹۰۰ هکتار) معرفی شده و دارای عناوین "مناطق مهم پرندگان" (IBA)^۴ و "تالاب مهم بین‌المللی" (WII)^۵ نیز می‌باشد (Scott, 2007). گونه‌های شناخته شده در محدوده پناهگاه حیات‌وحش زریوار شامل ۹۷ گونه پرنده، ۳۱ گونه پستاندار، ۱۳ گونه خزنده، ۱۱ گونه ماهی و ۱۰۰ گونه گیاهی می‌باشد. اطراف تالاب با گیاهانی همچون نی و لوئی پوشیده شده که وسعت این پوشش‌ها حدود ۱۲۰۰ هکتار برآورد شده است. بطور کلی منابع تامین آب تالاب زریوار از چشمه‌های کف‌جوش بستر تالاب، مسیر انحراف شده رودخانه قزلچه‌سو و ریزش‌های جوی و آب‌های سطحی ورودی می‌باشد (ابراهیم پور، کریمی و اردلان زاده، ۱۳۸۹؛ Reyahi-Khoram and Hoshmand, 2012).

با توجه به اینکه بخش وسیعی از زمینهای اطراف تالاب زریوار به کشاورزی اختصاص یافته است و یکی از آلاینده‌های مهم ناشی از کشاورزی آرسنیک می‌باشد در تحقیق حاضر به بررسی وضعیت غلظت این عنصر در بخشهای مختلف تالاب شامل آب، رسوبات سطحی، گیاه نی (*Phragmites australis*) به عنوان گونه غالب گیاهی تالاب و یک گونه ماهی به نام کاراس (*Carassius auratus*) که از گونه‌های معرفی شده به منطقه و واجد ارزش خوراکی می‌باشد پرداخته شده است.

عنصر آرسنیک با نام اختصاری As شبه فلزی است که از نظر فراوانی، بیستمین عنصر در پوسته زمین، چهاردهمین عنصر در دریا و دوازدهمین عنصر در بدن انسان به حساب می‌آید (Mandal and Suzuki, 2002). این عنصر در محیط‌زیست از دو منبع طبیعی و انسانی سرچشمه می‌گیرد که منابع طبیعی آن شامل هوازدگی پوسته زمین، آتش‌سوزی جنگل‌ها، آتشفشان‌ها، اسپری آب دریا، چشمه‌های آب گرم و منابع انسانی شامل معدن‌کاوی، متالوژی، کودها، آفت‌کش‌ها و برخی از صنایع است. طبق آمار ایالت متحده، ۶۵٪ از آرسنیک با منشاء انسانی، در بخش آفت‌کش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد که باعث ورود بیش از حد انواع مختلف آن به محیط‌زیست می‌شود (Sarkar, 2002). غلظت آرسنیک در آبهای شیرین کمتر از آبهای آزاد است. مهمترین ترکیبات آرسنیک در محیط‌های آبی به ترتیب فراوانی شامل مونومتیل‌آرسنیک، آرسنیک (III)، آرسنیت (V) و دی‌متیل‌آرسنیک می‌باشد. سمیت این عنصر تابعی از ترکیبات آن می‌باشد. تقریباً تمام آرسنیک موجود در غذاهای دریایی به صورت آرسنیک آلی است که از نمک‌های غیرآلی آن سمیت کمتری دارند. مهمترین اثرات آرسنیک بر روی جانداران شامل ضعف عمومی عضلات، تهوع، ضایعات پوستی، اغماء و حتی مرگ می‌باشد

ساقه) و توسط قیچی باغبانی انجام شد. ایستگاه‌های شماره ۲ و ۵ از مجموع شش ایستگاه نمونه‌برداری شده بدلیل دوری از بخش ساحلی تالاب، فاقد نمونه‌ی گیاهی بودند. نمونه‌های برداشت شده گیاهی نیز ابتدا توسط آب مقطر شسته شدند و در دمای آزمایشگاه رطوبت اولیه خود را از دست دادند و سپس در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد خشک و توسط آسیاب خرد شدند. پس از توزین، با استفاده از اسیدهای HNO_3 و HClO_4 هضم و پس از فیلتر شدن به حجم مورد نظر رسانده شدند (پرینان و همکاران، ۱۳۹۰) نمونه‌های آب با استفاده از نمونه‌بردار آب^۶ با حجم ۰/۷ لیتر مدل Tresanton ساخت انگلستان و مطابق با استانداردهای APHA برداشت شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه ابتدا چند سی‌سی اسید نیتریک غلیظ به آنها اضافه شد تا pH نمونه‌ها به کمتر از ۲ کاهش یابد و سپس فیلتر و به حجم رسانده شدند (APHA, 2005). نمونه برداری از ماهی کاراس (*Carassius auratus*)، فقط از مناطق مجاور اسکله که در بخش شرقی تالاب واقع شده است انجام گرفت چراکه قدرت جابجایی گونه موردنظر در تالاب کوچک زریوار زیاد بوده و عملاً نمی‌توان برای این گونه مکان خاصی را در نظر گرفت. تعداد پنج قطعه ماهی با استفاده از ساچوک صید و به آزمایشگاه انتقال داده شد. در آزمایشگاه پس از زیست‌سنجی مقداری از بافت عضله آنها برداشت و در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از خشک شدن و توزین، توسط هاون عقیق خرد و آماده هضم شدند. برای هضم از ترکیب اسیدهای HNO_3 و HClO_4 (شرکت Merck) و حمام بن ماری استفاده شد و نهایتاً پس از فیلتر کردن، به حجم رسانده و آماده قرائت شد (ترسلی، اسماعیلی ساری و ولی نسب، ۱۳۹۱). به منظور کاهش خطاهای احتمالی مربوط به مراحل مختلف هضم، برای تمام نمونه‌ها (به استثناء آب) از نمونه‌های شاهد (بلانک) نیز استفاده شد که فاقد نمونه رسوب، گیاه یا بافت عضله بودند و فقط حاوی واکنشگرها بودند. قرائت غلظت عنصر آرسنیک در تمام

تالاب، مسیر انحراف شده رودخانه قزلچه‌سو و ریزش‌های جوی و آب‌های سطحی ورودی می‌باشد (ابراهیم پور، کریمی و اردلان زاده، ۱۳۸۹؛ Reyahi-Khoram and Hoshmand, 2012).

با توجه به اینکه بخش وسیعی از زمینهای اطراف تالاب زریوار به کشاورزی اختصاص یافته است و یکی از آلاینده‌های مهم ناشی از کشاورزی آرسنیک می‌باشد در تحقیق حاضر به بررسی وضعیت غلظت این عنصر در بخشهای مختلف تالاب شامل آب، رسوبات سطحی، گیاه نی (*Phragmites australis*) به عنوان گونه غالب گیاهی تالاب و یک گونه ماهی به نام کاراس (*Carassius auratus*) که از گونه‌های معرفی شده به منطقه و واجد ارزش خوراکی می‌باشد پرداخته شده است.

۲- مواد و روش‌ها

نمونه برداری در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۰ و از تعداد شش ایستگاه انجام گرفت (شکل ۱). انتخاب ایستگاه به گونه‌ای بود که تا حد امکان حواشی و مرکز تالاب را در بر گیرد. نمونه‌های رسوب سطحی با استفاده از گرب سمپلر 20×20 cm مدل اکمن ساخت کشور دانمارک و از هر شش ایستگاه (با سه تکرار) انجام گرفت و به آزمایشگاه انتقال داده شد. نمونه‌های برداشت شده پس از اینکه رطوبت اولیه خود را در دمای آزمایشگاه از دست دادند تا زمان خشک شدن کامل در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پس از آن توسط هاون چینی کوبیده، هر سه نمونه با هم مخلوط و از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شدند. سپس ۱ گرم از نمونه‌ی الک شده به ظروف پلی‌اتیلنی مخصوص هضم انتقال داده شد و جهت هضم آنها از تیزاب سلطانی (نسبت ۳ به ۱ HCl و HNO_3 شرکت Merck) و حمام بن ماری استفاده شد. پس از آن توسط کاغذ صافی واتمن ۴۲ فیلتر و بوسیله آب مقطر به حجم رسانده شدند (خیرور و دادالهی سهراب، ۱۳۸۹). نمونه‌برداری از گیاه نی (*Phragmites australis*) از اندامهای هوایی (برگ و

مربوط به ایستگاه‌های شماره ۶ و ۲ می‌باشد. در مورد گیاه نی نیز مشخص شد که ایستگاه شماره ۶ برخلاف رسوب، کمترین غلظت آرسنیک را دارد و بیشترین غلظت، مربوط به ایستگاه شماره ۱ گزارش شد که البته این اختلاف غلظت در ایستگاه‌ها برای گیاه نی از نظر آماری معنی‌دار نبود ($p > 0.05$). لازم به ذکر است که غلظت آرسنیک در تمامی نمونه‌های آب منطقه مورد مطالعه، کمتر از حد تشخیص دستگاه بود.

جدول ۱. غلظت آرسنیک در رسوبات سطحی، گیاه نی و آب

ایستگاه	عمق (m)	غلظت آرسنیک		
		رسوب سطحی (mg kg ⁻¹ d.w.)	<i>Phragmites australis</i> (mg kg ⁻¹ w.w.)	آب (mg/l)
۱	۳/۲۰	۸/۱۷	۰/۲۵	n.d
۲	۵	۲/۴۸	-	n.d
۳	۳/۶۰	۳/۱۸	۰/۱۸	n.d
۴	۳/۱۰	۸/۸۷	۰/۱۱	n.d
۵	۵/۶۰	۵/۸۵	-	n.d
۶	۳/۳۰	۹/۲۸	۰/۱۰	n.d
خطای معیار میانگین	۴±۱/۰۶	۶۳۰±۲/۹۴	۰/۱۶±۰/۰۶	-

n.d: not detected

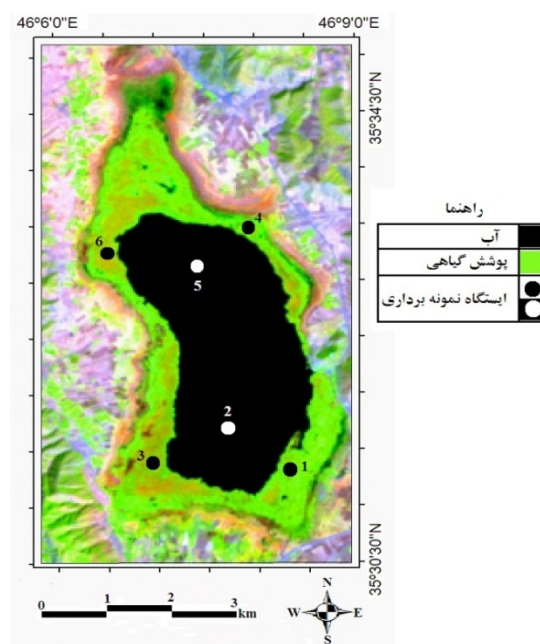
نتایج حاصل از زیست‌سنجی و اندازه‌گیری غلظت آرسنیک در بافت عضله ماهی کاراس در جدول ۲ ارائه شده است. از مجموع پنج قطعه نمونه ماهی برداشت شده، غلظت آرسنیک در دو نمونه کمتر از حد تشخیص دستگاه بود.

جدول ۲. غلظت آرسنیک در بافت عضله ماهی کاراس

(*Carassius auratus*) به همراه وزن و طول کل

کد نمونه	وزن (gr)	طول کل (cm)	غلظت آرسنیک (mg kg ⁻¹ w.w.)
A	۷۷/۹۸	۲۰/۸	۰/۵۰
B	۵۵/۶۳	۱۷/۵	n.d
C	۱۷/۲	۱۳/۷	۰/۵۹
D	۱۰/۴۳	۹/۴	n.d
E	۹/۴۴	۹/۳	۰/۱۶
خطای معیار میانگین	۳۴/۱۳±۳۰/۹۹	۱۴/۱۴±۵/۰۴	۰/۴۱±۰/۲۲

نمونه‌ها با استفاده از سیستم کوره دستگاه جذب اتمی مدل Phoenix-986 ساخت کشور انگلستان انجام شد. لازم به ذکر است که اعتبارسنجی روش کار توسط آنالیز نمونه‌های خاک استاندارد (SRM) بررسی شد و دامنه نرخ ریکاوری برای عنصر آرسنیک ۸۷ الی ۱۰۵ درصد محاسبه گردید. همچنین حد تشخیص ۸ دستگاه برابر با ۱۷/۱۹ پیکوگرم بر میلی‌لیتر بود. جهت آنالیز آماری داده‌ها و رسم نمودارها به ترتیب از نرم افزارهای SPSS نسخه ۱۱ و Sigmaplot نسخه ۱۲ استفاده شد. بمنظور انجام مقایسه میانگین غلظت آرسنیک با استانداردهای جهانی و بررسی همبستگی‌ها به ترتیب از آزمون One sample T test و ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.



شکل ۱. موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری و زمین‌های کشاورزی اطراف تالاب زریوار

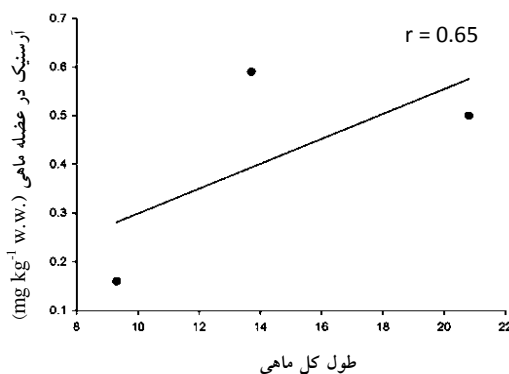
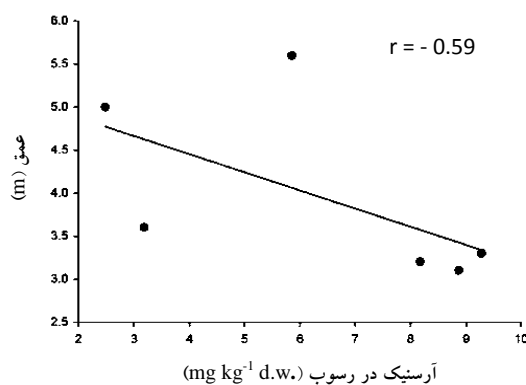
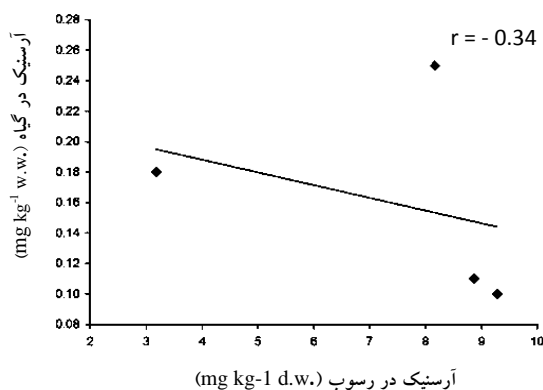
۳- نتایج

غلظت عنصر آرسنیک در رسوبات سطحی، گیاه نی و آب در ایستگاه‌های مختلف به همراه عمق ایستگاه مربوطه در جدول ۱ گزارش شده است. بر این اساس، بیشترین و کمترین غلظت آرسنیک در رسوبات منطقه به ترتیب

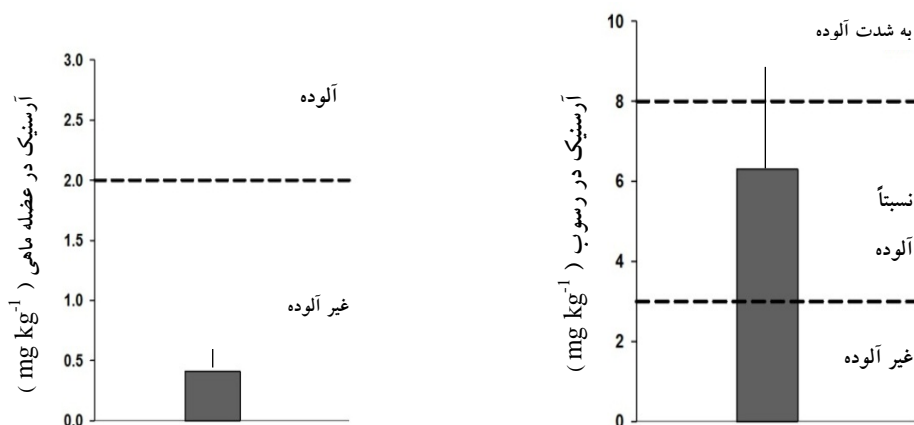
بررسی غلظت آرسنیک در آب، رسوب، گیاه نی و ماهی کاراکاس در تالاب زیریوار

نتایج آنها در نمودار ۲ نمایش داده شده است. بر این اساس مشخص شد که میانگین غلظت آرسنیک در بافت عضله ماهی کاراکاس ($0.41 \text{ mg kg}^{-1} \text{ w.w.}$) بطور معنی داری ($p < 0.05$) کمتر از استاندارد نیوزلند و استرالیا ($2 \text{ mg kg}^{-1} \text{ w.w.}$) بود. همچنین مقایسه میانگین غلظت آرسنیک در رسوبات سطحی تالاب زیریوار ($6.30 \text{ mg kg}^{-1} \text{ d.w.}$) با استاندارد تعیین شده توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) نشان داد که غلظت آرسنیک در محدوده نسبتاً آلوده قرار دارد. با توجه به اینکه حدود استاندارد جهانی در گیاهان $0.1-5 \text{ mg kg}^{-1} \text{ w.w.}$ پیشنهاد شده است، در مورد غلظت آرسنیک در گیاه نی در تالاب زیریوار می توان گفت که غلظت این عنصر در گیاه نی در محدوده غیر آلوده می باشد.

در نمودار ۱ همبستگی بین غلظت آرسنیک در رسوب با آرسنیک موجود در بافت گیاه نی و عمق نمونه برداری نمایش داده شده است. همانگونه که نشان داده شده است در هر دو مورد ارتباط منفی وجود داشت که البته این ارتباط برای عمق معنی دار نیز بود ($p < 0.05$). عبارتی با افزایش عمق، غلظت آرسنیک موجود در رسوبات بطور معنی داری کاهش یافت. همچنین همبستگی بین غلظت آرسنیک در بافت عضله ماهی کاراکاس با طول کل بررسی شد و نتایج نشان داد که ارتباط مثبت و معنی داری بین این دو عامل وجود دارد. یعنی با افزایش طول ماهی کاراکاس، غلظت آرسنیک بافت عضله نیز افزایش می یابد. بمنظور تعیین وضعیت آلودگی تالاب زیریوار به آرسنیک، میانگین غلظت این عنصر هم در رسوبات و هم در بافت عضله ماهی کاراکاس با استانداردهای جهانی مقایسه شد که



نمودار ۱. همبستگی غلظت آرسنیک با برخی پارامترها



نمودار ۲. مقایسه غلظت آرسنیک تحقیق حاضر در رسوب با حد مجاز USEPA (USEPA, 1977) و در بافت عضله ماهی با استاندارد نیوزلند و استرالیا (ANZECC / ARMCANZ, 2000).

می‌باشد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱؛ Sarkar, 2002)، لیکن جهت اطمینان بیشتر در شناسایی منبع تولید آن انجام آزمایشات تفکیک شیمیایی ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا، نتایج تفکیک شیمیایی تحقیقات کرباسی و بیاتی در سال ۱۳۸۷ بر روی رسوبات تالاب زریوار نشان داد که بخش چشمگیری از عناصر در فاز انسان‌ساخت قرار دارند. همچنین مشخص شد که شرایط تالاب از نظر آلودگی نامناسب است و با افزایش شرایط احیا، امکان آلودگی بیشتر نیز وجود دارد (کرباسی و بیاتی، ۱۳۸۷).

در تحقیقی که توسط Oyeyiola و همکارانش در سال ۲۰۱۳ انجام شد نزدیک بودن برخی ایستگاه‌ها به محل تخلیه رودخانه‌های فرعی (که آب آنها دارای آلودگی بالایی بود)، یکی از دلایل بالا بودن غلظت برخی فلزات در رسوبات آنها اعلام شد (Oyeyiola et al., 2013). این عامل می‌تواند از دلایل احتمالی بالا بودن غلظت آرسنیک در بخش‌های شمالی و شرقی تالاب زریوار نیز بحساب آید، زیرا بخش شمالی تالاب محل ورود رودخانه قزلچه‌سو می‌باشد که می‌تواند حاوی مقادیر بالایی از آرسنیک ناشی از شسته شدن زمین‌های کشاورزی بالادست تالاب باشد.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

منابع تامین آب تالاب زریوار به چهار بخش تقسیم می‌شوند که سهم بخش چشمه‌های کف‌جوش در مقایسه با بخش‌های دیگر (ریزش‌های جوی، آبراهه‌ها و مسیر انحراف شده رودخانه قزلچه‌سو) ناچیز می‌باشد (حدود ۱۰٪). از اینرو می‌توان گفت که اطراف منطقه مورد مطالعه می‌توان گفت که تالاب در معرض آلودگی فاضلاب‌های صنعتی قرار ندارد. همچنین بر اساس برخی مطالعات قبلی مشخص شده است که منابع آلاینده غیرنقطه‌ای مرتبط با فعالیت‌های کشاورزی (رواناب سطحی)، در مقایسه با دیگر عوامل آلاینده همچون فاضلاب شهری و روستایی و زباله‌های جامد مهمترین عامل آلودگی تالاب به حساب می‌آید. رواناب‌های سطحی پس از عبور از زمین‌های بالادست مخصوصاً زمین‌های کشاورزی موجود در بخش‌های شمالی، شرقی و غربی تالاب، مقدار زیادی از سموم و کودهای شیمیایی استفاده شده را با خود شسته و به تالاب منتقل می‌کند (Ghaderi and Ghafouri, 2006). هرچند که کشاورزی (آفت‌کش‌های آلی و کودهای شیمیایی) از مهمترین منابع انتشار آرسنیک در بوم سازگان‌های آبی

(زریوار)، چهاردهمین انجمن زمین شناسی ایران.

- اسماعیلی ساری، عباس، (۱۳۸۱) "آلاینده ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست"، انتشارات نقش مهر، ص ۷۶۹.

- پرنیان، امیر، چرم، مصطفی، جعفرزاده حقیقی فرد، نعمت اله، دیناروند، مهری، (۱۳۹۰) "گیاه پالایی نیکل از محیط هیدروپونیک به کمک علف شاخی (*Ceratophyllum demersum* L.)"، علوم و فنون کشت های گلخانه ای، شماره ۶، ص ۷۵-۸۴.

- ترسلی، احمد، اسماعیلی ساری، عباس، ولی نسب، تورج، (۱۳۹۱) "بررسی تجمع زیستی جیوه و ارتباط آن با سلنیوم در بافت عضله و کبد کوسه چاک لب (*Rhizoprionodon acutus*)"، مجله محیط شناسی، شماره ۳، ص ۴۶-۳۷.

- خیرور، ندا، دادالهی سهراب، علی، (۱۳۸۹) "غلظت فلزات سنگین در رسوبات و ماهی شیریت (*Barbus grypus*) در اروندرود"، علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۲، ۱۳۱-۱۲۳.

- سرتاج، مجید، فتح الهی دهکردی، فرزاد، فیلی زاده، یوسف، (۱۳۸۴) "بررسی روند انتشار و تجمع فلزات سنگین (*Pb* و *Zn*, *Cu*, *Ni*, *Cr*) در رسوبات تالاب انزلی"، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۸، شماره ۳، ص ۶۳۴-۶۲۳.

- کرباسی، عبدالرضا، بیاتی، آیدا، (۱۳۸۷) "سهم منابع طبیعی و انسان ساخت در توزیع عناصر سنگین در رسوب مغزی در دریاچه زریوار"، مجله محیط شناسی، شماره ۴۷، ص ۳۶-۳۱.

- منصور، جمشید، (۱۳۸۶) "مدیریت تالاب ها و پرندگان آبی"، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، ص ۳۱۱.

با توجه به کاهش غلظت آرسنیک رسوبات در ایستگاه های عمیق، می توان احتمال داد که مهمترین مسیر ورود آرسنیک به تالاب، مناطق ساحلی می باشد (مثل رواناب سطحی و رودخانه های فصلی)، و نقش چشمه های کف جوش و زمین شناسی منطقه کم اهمیت تر می باشد، زیرا ایستگاه های عمیق تر در مناطق دور از ساحل قرار گرفته اند و در اثر عملکرد و نقش خودپالایی تالاب و ترسیب ناشی از واکنش های فیزیکی و شیمیایی در بخش ورودی (ساحلی)، غلظت آن در بخش های میانی تالاب کاهش می یابد.

هرچند که نتایج مقایسه آرسنیک در ماهی کاراکاس با استاندارد نیوزلند و استرالیا نشان داد این گونه از نظر آرسنیک آلوده نیست ولی توجه به این نکته ضروری به نظر می رسد که نمونه های ماهی مورد آزمایش در این تحقیق بالغ نبوده (میانگین طول کل برابر با حدود ۱۴ cm) در حالیکه طول کل در نمونه های بالغ تا ۴۰ cm نیز می رسد که می تواند منجر به افزایش غلظت آرسنیک شود.

۵- تشکر و قدردانی

برخود لازم می دانیم از مساعدت های اداره محیط زیست شهرستان مریوان تشکر و قدردانی نماییم.

۶- پی نوشت ها

1. Biomagnification
2. Zarivar wetland
3. Inland
4. Important Bird Area
5. Wetland of International Importance
6. Ruttner
7. Standard Reference Material
8. Detection Limit

۷- مراجع

- ابراهیم پور، صلاح الدین، کریمی، حسین، اردلان زاده، آرام، (۱۳۸۹) "بررسی پارامترهای فیزیکی، شیمیایی، کیفی آب و عوامل تهدید کننده دریاچه تالابی زریوار

round the world: a review", *Talanta*, 58: 201-235.

- Oyeyiola, A.O., Davidson, C.M., Olayinka, K.O., Oluseyi, T.O., Alo, B.I., (2013) "Multivariate analysis of potentially toxic metals in sediments of a tropical coastal lagoon", *Environ Monit Assess*, 185: 2167-2177.

- Reyahi-Khoram, M., Hoshmand, K., (2012) "Assessment of biodiversities and spatial structure of Zarivar wetland in Kurdistan province, Iran", *Biodiversitas*, 13: 130-134.

- Sarkar, B., (2002) "Heavy metals in the environment", CRC press, 743 pp.

- Scott, D.A., (2007) "A review of the status of the breeding waterbirds in Iran in the 1970s", *Podoces*, 2 (1): 1-21.

- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1977) "Guidelines for the pollutional classification of great lakes harbor sediments", USEPA region V, Chicago, IL.

- American Public Health Association - APHA, American Water Works Association - AWWA and Water Environment Federation - WEF, (2005) "Standard methods for the examination of water and wastewater". 21nd ed. Washington: American Public Health Association, 874 pp.

- ANZECC / ARMCANZ (2000) "Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality", Vol 1, 315 pp.

- Ghaderi, N., Ghafouri, A.M., (2006) "Comparative assessment of natural (forest and range) versus manmade (agriculture and urbane) environment in lake Zarivar, Irania", *J For Range Protect Res*, 4: 19-27.

- Mance, G., (1990) "Pollution threat of heavy metals in aquatic environments, Pollution Monitoring Series". Elsevier applied science, London and New York, 372 pp.

- Mandal, B.K., Suzuki, K.T., (2002) "Arsenic