فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست
سال دوازدهم، شماره ۴۴، پاییز ۹۷

ارزیابی آلودگی فلزّات سنگین (Zn، Cu و Cd) در اندام های گیاهان تالابی گونه Phragmites Australis و Typha Angustifolia در تالاب انزلی

فرزین صیّاد قربانی شیرین
دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان farzinghorbani2017 @gmail.com

چکیده

فلزّات سنگین از عوامل مهّم آلاینده محیط زیستی به شمار می روند که از طریق مناطق ساحلی و رودخانه ها وارد دریا شده و از طریق زنجیره غذایی در بدن آبزیان تجمّع میابند (عبادتی و همکاران، ۱۳۸۴). این عناصر در نتیجه عوامل طبیعی و انسانی مخصوصاً فعّالیّت های صنعتی، کشاورزی و فاضلاب های شهری وارد محیط می شوند و از طریق زنجیره غذایی در بدن آبزیان تجمّع میابند (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۸). فعّالیّت های صنعتی منجر به افزایش بار فلزّات سنگین در رودخانه ها می شود. گیاهان آبزی به دلیل استقرار در محیط آبی و تغذیّه از بستر توانایی بالایی در پایش فلزّات سنگین از طریق فرآیند جذب و انباشت در بافت خود دارند. در این پژوهش اقدام به اندازه گیری غلظت سه عنصر سنگین روی، مس و کادمیم در نمونه های رسوب تالابی و بافت گیاهان تالابی گونه Phragmites Australis و Typha Angustifolia در تالاب انزلی نمودیم. بدین منظور تعداد ۳ ایستگاه نمونه برداری در بخش غربی تالاب انتخاب و نمونه برداری از آن در تیر ماه سال ۱۳۹۷ انجام شد. از هر ایستگاه تعداد ۱ نمونه رسوب بستری با دستگاه گراپ وان وین استاندارد و یک نمونه گیاه Phragmites Australis و Typha Angustifolia و به صورت رندوم و دست چین برداشت شد. نمونه ها در آزمایشگاه بعد از انجام فرآیند خشک و پودر شدن، توسّط روش هضم اسیدی و بر اساس استاندارد ASTM 2000 مورد آنالیز قرار گرفتند. برّرسی نتایج حاصله حاکی از آن است که میزان متوسّط عنصر روی در بافت های گیاه گونه Phragmites Australis در بین ۳ ایستگاه نمونه برداری شده به میزان ۲۶۶/۰۸ ppm، مقدار متوسّط عنصر مس ۷/۰۸ ppm و متوسّط عنصر کادمیم حدود ۰/۱۹۸ ppm می باشد. میزان متوسّط عنصر روی در بافت های گیاه گونه Typha Angustifolia در بین ۳ ایستگاه نمونه برداری شده به میزان ۳۱۵/۰۶ ppm، مقدار متوسّط عنصر مس ۱۰/۰۶ ppm و مقدار متوسّط عنصر کادمیم حدود ۰/۴۹ ppm می باشد. همچنین غلظت عنصر روی در نمونه رسوب بستر تالاب حدود ۲۲۶/۳۴ ppm ، غلظت عنصر مس حدود ۲۲/۵ ppm و غلظت عنصر کادمیم حدود ۱/۱۴ ppm بدست آمد. شواهد حاکی از ازدیاد غلظت روی نسبت به سایر عناصر سنگین مورد محاسبه در بافت و ریشه گیاهان Phragmites Australis و Typha Angustifolia می باشد.

واژگان کلیدی: گیاه Phragmites Australis، گیاه Typha Angustifolia، تالاب انزلی، پایش گیاهی، آلودگی فلزّات سنگین.

مقدمه

تالاب ها بوم سازگان های آبی هستند که دارای ارزش‌های اقتصادی، اجتماعی، علمی، تفریحی و تفرجی می باشند و به عنوان بهبود دهنده کیفیّت محیط زیست، زیستگاه جانوران و گیاهان آب زی بوده و حافظ یک سوم گونه های جانوری در معرض تهدید و انقراض در جهان می باشند (بهروزی، ۱۳۷۷). تنوّع پرندگان و سایر موجودات آبزی و خشکی زی همراه با پوشش گیاهی جالب و حیاتی منطقه این پناهگاه را به اکوسیستمی پیچیده و شکننده بدل ساخته است، به طوری که هر گونه تصرف در اکوسیستم باید از نظر اکولوژیکی کاملاً مورد برّرسی قرار گیرد (کیابی، ۱۳۷۸). تالاب انزلی در استان گیلان (شمال ایران) و در عرض جغرافیایی ً۳۷°/۲۰ تا ً۳۷°/۳۰ عرض شمالی و ً۴۹°/۱۵ تا ً۴۹°/۴۰ طول شرقی قرار داشته و به عنوان بزرگترین حوضه آب شیرین

جنوبی دریای خزر و طبیعی ترین تالاب جهان محسوب می شود (قهرمانی و همکاران، ۱۳۸۱). تالاب انزلی و سواحل دریای خزر از اکوسیستم های با ارزشی هستند که به لحاظ تنوع زیستی ،اکوتوریسم و آبزیان به ویژه ماهیان خاویاری حائز اهمیت می باشند. سالانه دو میلیون متر مکعب آب توسط بیست و دو رودخانه و زهکش به این تالاب می ریزند، اکثر این رودخانه ها با حمل مواد مختلف کشاورزی، شهری و صنعتی در ایجاد آلودگی تالاب انزلی و سواحل دریای خزر نقش زیادی دارند. با وجود بر این فعالیت شناورهای دریایی و فعالیت های دیگر بندری اهمیت بسزایی در افزایش مواد نفتی و فلزات سنگین دارا می باشند. آلودگی آب ها انواع مختلفی دارد که هر یک اهمیت خاص خود را داشته و هیچ یک را نمی توان نادیده گرفت. از انواع آلودگی آب ها می توان به آلودگی رادیواکتیو، آلودگی عناصر ناچیز و کم مقدار، آلودگی های نفتی و فلزات سنگین که تاثیر زیادی روی تندرستی و زندگی گیاهان و جانوران آبزی دارند اشاره نمود که در نهایت موجب زوال محیط زیست می گردند (بذر افشان، ۱۳۷۴).

عناصر سنگین از مهمترین عوامل و آلاینده های زیست محیطی به شمار می روند که از طریق مناطق ساحلی و رودخانه ها وارد تالاب ها و دریاها می شوند (دبیری، ۱۳۷۹). به طور کلّی فلزّات سنگین عناصری هستند که به طور طبیعی به میزان بسیار کم در اکوسیستم ها یافت می شوند. این عناصر جز آلاینده های بسیار پایدار بوده و تجزیه نمی شوند (امینی و همکار، ۱۳۷۷). آلاینده هایی که تالاب انزلی را تحت تأثیر قرار می دهند بیشتر در اثر گسترش فعّالیّت های کشاورزی و افزایش جمعیّت، فعّالیّت های صنعتی در کنار سواحل و رودخانه ها صورت می گیرد. عواملی از قبیل جنس، سن، ترکیب شیمیائی فلز سنگین، فیزیولوژی جذب و دفع عناصر در بدن گونه موردنظر، فاکتورهای فیزیکی و شیمیائی آب، محیط زیست موجود زنده، کارکرد عناصر سنگین در اندام های مختلف، منابع تولید این فلزات در اطراف زیستگاه در شناخت اهمیت فلزات سنگین مهم هستند. بر اساس نظر محققان پایش مستمر مقادیر آلاینده در تعداد گونه و شناسایی آثار آن نیاز به درک محدوده وسیعی از عوامل فیزیکی- شیمیائی تا اکولوژیکی، مانند شناسایی تأثیر روابط متقابل گونه با سایر اجزای اکوسیستم، تعیین نرخ انتقال آلاینده در سطوح مختلف و اندازه گیری درصد هضم آن دارد که درصد مقاومت گونه ها در سطوح مختلف را توصیف می کند. سطح آلودگی های زیست محیطی را می توان از طریق روش های فیزیکی، شیمیایی و زیستی مشخص کرد. در سال های اخیر، استفاده از شاخص های زیستی برای کنترل آلودگی های فلزّات سنگین و مواد سمّی و خطرناک در محیط افزایش یافته است. شاخص زیستی، برای شناسایی آلودگی های یک محیط یا بوم سازگان استفاده می شوند (Fourest et al, 1994).

شاخص زیستی شامل هر گونه زیستی یا گروهی از گونه ها بوده که تابع جمعیّت و یا وضعیّت محیط می باشند و برای تشخیص یکپارچگی محیط زیست یا اکوسیستم به کار می روند. اصل اساسی در مورد استفاده از شاخص زیستی، اندازه گیری غلظت فلزّات سنگین در یک موجود زنده و مقایسه آن با غلظت فلز در محیط می باشد. برای تعریف و اندازه گیری حضور و اثرات فلزّات سنگین در محیط آبی، از شاخص های زیستی که مقدار زیادی از این آلودگی را جذب می کنند استفاده می شود. ترجیحاً به جای اندازه گیری فلزّات در آب و رسوب از موجودات زنده به عنوان شاخص استفاده می شود. گیاهان آبزی به عنوان عوامل پایش اکوسیستم های آبی مطرح هستند (Ferrat ,et al ,2003 and Kamal ,et al,2004). گیاهان آبزی یکی از مهمترین بخش های یک اکوسیستم آبی را تشکیل می دهند و به همراه جلبک ها از تولیدکنندگان این اکوسیستم ها به شمار می آیند. در هر منطقه جغرافیائی، شناسایی گیاهان آبزی و پتانسیل و قابلیت آنها در امر تصفیه اکوسیستم های آبزی، امری جدی و حیاتی محسوب می گردد (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۳).

گیاهان آبزی فیلترهای بیولوژیکی غیرقابل جایگزینی هستند که نقش مهمی در نگهداری اکوسیستم های آبی دارند. این روش سنجش فلزات سنگین را گیاه پالایی می نامند. مطالعات اخیر ثابت کرده است که گیاهان ماکروفیت آبزی می توانند مقادیر زیادی از فلزات سنگین را در بافت های خود ذخیره کنند (قائنی و همکاران، ۱۳۹۳). ویژگی این گیاهان بسته به نوع گیاه، نوع آلاینده و همچنین اجزای مختلف گیاه متفاوت است (Kamal et al ,2004).

افزایش غلظت فلزّات سنگین درون پیکره ماکروفیت های آب بیانگر افزایش نسبی این عناصر در آب یا رسوبات اکوسیستم های مورد نظر می باشد (امینی و همکاران، ۱۳۷۷). به دلیل توزیع این گیاهان در مقیاس گسترده، طول عمر بالا، وجود در مناطق آلوده، جذب غلظت زیادی از فلزّات در خود و سهولت اندازه گیری فلزّات در آنها، از این گیاهان به عنوان بیواندیکاتور یا شاخص زیستی استفاده می شود(Whitton., 1984).

گیاهان آبزی بومی و رایج در تالاب انزلی عبارتند از : Typha Angustifolia، Phragmites Australis و Potamogeton Crispus.در جداول شماره ۱،۲و۳ به ترتیب طبقه بندی علمی و در شکل های شماره ۱،۲،۳و۴ تصاویر گیاهان بومی و ساکن تالاب انزلی آورده شده است. در این پژوهش گیاهان گونه Phragmites Australis و Typha Angustifolia به دلیل فراوانی در حاشیه غربی تالاب و سهولت نمونه برداری به عنوان شاخص زیستی مورد استفاده قرار گرفته است. انتخاب ۳ ایستگاه نمونه برداری در بخش غربی تالاب انزلی شامل ایستگاه های (ماهروزه، آب بندان و آبکنار) به دلیل عدم ورود جریانات سطحی به این بخش از تالاب و سکونت بیشتر آب در بخش غربی نسبت به بخش شرقی تالاب می باشد که امکان انجام برّرسی دقیق تر با ثبات بیشتر در نتایج را به صورت دوره ای فراهم می سازد.

نمونه برداری از گیاهان Phragmites Australis و Typha Angustifolia در تالاب انزلی در تیرماه سال ۱۳۹۷، زمانیکه این گیاهان در حداکثر میزان رشد خود می باشند صورت پذیرفت. نمونه برداری از این گیاهان به صورت رندوم و دست چین صورت پذیرفت. پس از نمونه برداری از رسوبات بستر تالاب و گیاهان Phragmites Australis و Typha Angustifolia در ایستگاه های سه گانه مورد مطالعه، گیاهان و رسوبات به آزمایشگاه انتقال داده شدند. موقیّت نقاط نمونه برداری شده در شکل شماره ۵ و مختصات نقاط نمونه برداری در جدول شماره ۴ آمده است. به منظور انجام آنالیز نمونه های گیاهی در ابتدا با آب مقطر شست و شو داده شدند و سپس اندام های گیاه شامل (برگ، ساقه و ریشه) جدا گردیدند. آنگاه به منظور خشک شدن، نمونه های گیاه و رسوب در داخل ظروف پتری علامت گذاری شده قرار گرفتند و در دستگاه اتوکلاو به مدّت ۴۸ ساعت و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. پس از خشک شدن، نمونه ها خرد، پودر و الک گردیدند. سپس به میزان 1g از هر نمونه با ترازو وزن گردیدند. برای هضم نمونه ها آنها را درون ظروف پلاستیکی ریخته و روی حمام آبی با دمای داخلی ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار دادند. ابتدا مقدار ۵ ml اسید فلوئوریدریک به نمونه های گیاهی و رسوبات اضافه شد. سپس مقدار ml۱۰ اسید نیتریک و ۵ ml اسید کلریدریک مجدداً اضافه گردید (ASTM, 2000). پس از انجام هضم، نمونه ها صاف گردیدند و توسّط اسید نیتریک ۴٪ به حجم ۲۰ ml رسانده شدند. بدین ترتیب نمونه های هضم شده برای تزریق به دستگاه جذب اتمی مدل فیلیپس PU 9400 درون ظروف پلی اتیلنی دربسته ریخته شدند . برای برّرسی آنالیزها از راه تجزیه آزمون دانکن و واریانس داده ها استفاده شد.

جدول ۱- طبقه بندی علمی گیاه نی (Phragmites Australis)

طبقه بندی علمی گیاه نی (Phragmites Australis)	
فرمانرو	گیاه
راسته	گندم سانان
تیره	گندمیان
سرده	Phragmites
گونه	P.Australi

جدول ۲- طبقه بندی علمی گیاه لوئی (Typha Angustifolia)

طبقه بندی علمی گیاه لوئی (Typha Angustifolia)	
فرمانرو	گیاه
راسته	گندم سانان
تیره	لوئیان
سرده	لوئی ها
گونه	Latifolia

جدول ۳- **طبقه بندی علمی گیاه** بارهنگ

طبقه بندی علمی گیاه بارهنگ آبی فردار (Potamogeton crispus)	
فرمانرو	گیاه
راسته	قاشق واش سانان
تیره	گوشابیان
سرده	گوشاب
گونه	P. crispus

شکل ۱- گیاه نی (Phragmites Australis)

شکل ۲- گیاه لوئی (Typha Angustifolia)

شکل۳- گیاه لوئی (Typha Angustifolia)

شکل ۴- گیاه بارهنگ آبی فردار (Potamogeton Crispus)

بحث و نتایج

میانگین غلظت فلزّات روی، مس و کادمیم در اندام ها (ریشه، ساقه و برگ) گیاهان Phragmites Australis و Typha Angustifoliaو همچنین رسوبات تالابی در جدول شماره ۶ و ۷ آمده است. آمارها حاکی از آن است که بیشترین میزان غلظت عنصر روی در رسوبات تالابی به میزان ۲۲۶/۳۴ ppm، در ریشه گیاه Phragmites Australis به میزان ۴۳۰/۰۶ ppm و در ریشه گیاه Typha Angustifolia به میزان۳۱۵/۰۵ ppm می باشد. در مورد فلز مس بیشترین غلظت در رسوبات تالابی به میزان ۲۲/۵ ppm، در ریشه گیاه Phragmites Australis به میزان ۱۲/۹۶ ppm و در ریشه گیاه Typha Angustifolia به میزان۱۰/۰۶ ppm بوده است. در مورد غلظت فلز کادمیم در رسوبات تالابی بیشترین مقدار محاسبه شده ۱/۱۴ ppm ، بیشترین مقدار در ریشه گیاه Phragmites Australis و به میزان ۰/۵۴ ppm و

در ریشه گیاه Typha Angustifolia به میزان ۰/۴۹ ppm بوده است.

جدول ۴- مختصات نقاط نمونه برداری شده

نام ایستگاه	طول شرقی	عرض شمالی
ماهروزه	۴۹°/۲۰′/۳۲″	۳۷°/۲۷′/۲۹″
آب بندان	۴۹°/۲۰′/۱۸″	۳۷°/۲۷′/۳۸″
آبکنار	۴۹°/۱۹′/۲۷″	۳۷°/۲۸′/۰۴″

در بین ۳ فلز مورد مطالعه بیشترین مقدا غلظت متعلّق به فلز روی و کمترین مقدار متعلّق به فلز کادمیم می باشد. ترتیب نزولی غلظت فلزّات سنگین مورد مطالعه در نمونه های گیاه و رسوب عبارتند از :Cd<Cu<Zn . در مطالعات صورت پذیرفته توسط (بابایی و همکار، ۱۳۹۱)، بیشترین میزان غلظت اندازه گیری شده برای عناصر سنگین مربوط به فلز مس بوده که به میزان ۰/۹۴۷ mg/l و در ایستگاه شماره ۱ (شنبه بازار) بندرانزلی می باشد. بر اساس این مطالعات غلظت عنصر مس در ایستگاه موجشکن بندرانزلی ۰/۷۲۳ و در ایستگاه ساحل شهرستان به میزان ۰/۷۵۴ mg/l می باشد. همچنین بر اساس همین مطالعات، غلظت عنصر روی در استگاه شنبه بازار ۰/۴۴۲، در ایستگاه موجشکن ۰/۴۸۷ و در ایستگاه ساحل شهرستان ۰/۵۴۲ mg/l بوده است.

بر اساس تحقیق صورت گرفته توسط (بابایی و همکار، ۱۳۹۱)، ایستگاه شنبه بازار بندرانزلی به دلیلی دریافت بخشی از جریانات آبی تالاب انزلی و پساب های خانگی شهرستان بندرانزلی و همچنین استقرار شناورهای صید ماهی کیلکا و ایستگاه های قایق های توریستی حداکثر میزان آلودگی به عناصر سنگین را دارا می باشد. همچنین میانگین غلظت عنصر مس در بین سه ایستگاه مورد مطالعه به میزان ۰/۷۵۱ mg/l، میانگین غلظت روی ۰/۳۷۹ mg/l و میانگین غلظت کادمیم ۰/۰۱۱ mg/l بوده است. میزان غلظت عناصر مس، روی و کادمیم در سه ایستگاه شنبه بازار، موجشکن و ساحل بندرانزلی در جدول شماره ۵ آمده است.

جدول۵- میزان غلظت عناصر مس، روی و کادمیم در ایستگاه های سه گانه بندر انزلی (بابایی و همکار، ۱۳۹۱)

عنصر		ایستگاه		
		آب دریا	موجشکن	شنبه بازار
Cu	غلظت mg/l	۰/۷۵۴	۰/۷۲۳	۰/۹۴۷
Zn		۰/۵۴۲	۰/۴۸۷	۰/۴۴۲
Cd		۰/۰۲۲	۰/۱۹۹	۰/۶۸

در مطالعه صورت پذیرفته توسط (بهروش و همکار، ۱۳۹۲)، میزان میانگین غلظت عنصر مس ۲۷/۷ µg/g، عنصر روی 18/39 µg/g و عنصر کادمیم ۰/۸۶ µg/g برآورد شده است. (قائنی و همکاران، ۱۳۹۳) در مطالعه خود بر روی گونه گیاه Phragmites Australis در رودخانه دز، میزان غلظت عنصر مس را در برگ، ساقه و ریشه گیاه به ترتیب ۳/۱۳، ۱/۱۷ و ۱۰/۷۶ mg/l و میزان غلظت عنصر روی را برای برگ، ساقه و ریشه گیاه به ترتیب ۱۰۰/۲۸، ۸۷/۴۷ و ۳۰۰/۴۱ mg/l اندازه گیری کرد. ایشان همچنین در مطالعه خود بر روی گونه گیاه Typha Angustifolia در رودخانه دز، میزان غلظت عنصر مس را در برگ، ساقه و ریشه گیاه به ترتیب ۳/۱۱، ۶/۹۰ و ۷/۲۳ mg/l و میزان غلظت عنصر روی را برای برگ، ساقه و ریشه گیاه به ترتیب ۸۸/۱۱، ۱۲۰/۹۹ و ۲۷۰/۲۷ mg/l اندازه گیری کرد. در جداول شماره ۶ و ۷ میزان غلظت اندازه گیری شده عناصر در پیکره گیاه Phragmites Australis و Typha Angustifolia توسط قائنی و همکاران آورده شده است.

جدول۶- میزان غلظت عناصر مس و روی اندازه گیری شده در بافت گیاه Phragmites Australis در رودخانه دز (قائنی و همکاران، ۱۳۹۳).

عنصر		بافت گیاه		
		ریشه	ساقه	برگ
Cu	غلظت mg/l	۱۰/۷۹	۱/۱۷	۳/۱۳
Zn		۳۰۰/۴۱	۸۷/۴۷	۱۰۰/۲۸

جدول۷- میزان غلظت عناصر مس و روی اندازه گیری شده در بافت گیاه Typha Angustifolia در رودخانه دز (قائنی و همکاران، ۱۳۹۳).

عنصر		بافت گیاه		
		ریشه	ساقه	برگ
Cu	غلظت mg/l	۷/۲۳	۶/۹۰	۳/۱۱
Zn		۲۷۰/۲۷	۱۲۰/۹۹	۸۸/۱۱

نمودار مقایسه غلظت فلّزات سنگین در بافت های گیاه Phragmites Australis و رسوب تالابی در اشکال شماره (۶،۷ و۸) آمده است. نمودار غلظت فلّزات سنگین در بافت های گیاه Typha Angustifolia و رسوب تالابی در اشکال شماره (۹،۱۰ و۱۱) آمده است. میزان متوسّط غلظت فلزّات سنگین در نمونه های گیاه Phragmites Australis وTypha Angustifolia و همچنین رسوبات در جدول شماره ۸ آمده است. نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانسی و آزمون دانکن به منظور مقایسه بین میزان تجمّع فلزّات روی، مس و کادمیم در اندام های مختلف گیاه Phragmites Australis و Typha Angustifolia در جداول شماره ۹ آمده است. بر اساس مطالعات صورت گرفته توسّط (اسماعیلی ساروی و همکاران، ۱۳۸۸) غلظت فلز جیوه در رسوبات، آب و ریشه گیاهان Phragmites Australis و Typha Angustifolia در بخش شرقی نسبت به بخش غربی بالاتر بوده است که دلیلی بر آلوده بودن بیشتر بخش شرقی تالاب به دلیل ورود آب رودخانه های زرجوب و پیربازار به این بخش و انتقال آلودگی های محلول در آن ها به تالاب می باشد. میانگین غلظت عناصر سنگین (روی، مس و کادمیم) در استانداردهای رودخانه ای و دریایی با بخش های چهارگانه تالاب انزلی در شکل شماره ۱۲ آمده است (اشجع اردلان و همکاران، ۱۳۸۴)، همچنین میانگین غلظت عناصر سنگین (روی، مس و کادمیم) در این مطالعه و مطالعات صورت پذیرفته در سایر نقاط تالاب بندرانزلیو رسوبات ساحلی شهرستان به همراه مقادیر استاندارد WHO در شکل شماره ۱۳ آورده شده است. بر اساس مطالعات صورت گرفته توسّط قائفی و همکاران، نتایج به دست آمده در مورد فلزات سنگین مس، روی و جیوه نشان داد که میزان آنها در ریشه بیش از اندام های گیاهان مورد مطالعه بوده است. در میزان فلزات مطالعه شده، صرف نظر از گیاهان مورد مطالعه، بیشترین میزان متعلق به فلز روی است که در اندام های مختلف گیاهان آبزی بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است. حداکثر مقدار استاندارد روی حدود ppm۱۰۰۰ (WHO) می باشد که مقادیر سنجیده شده در این مطالعه کمتر از این مقدار بوده است (قائفی و همکاران، ۱۳۹۳). الگوی ریشه گیاه Phragmites Australis و گیاهTypha Angustifolia در جذب فلزات سنگین مطالعه شده به صورت Zn>Cu>Hg>As می باشد. تجمع فلزّات سنگین در گیاهان حاشیه ای مانند Phragmites Australis از الگوی برگ< ساقه< ریشه پیروی می کند که نتایج این تحقیق این مطلب را ثابت می کند. مطالعات ثابت کردند که جذب عناصر سنگین بیشتر از طریق ریشه گیاهان صورت می گیرد و اظهار داشتند که در گیاهان حاشیه ای و بن در آب جذب فلزات از طریق ریشه بیشتر صورت می گیرد. نتایج مطالعات بر روی 45 ماکروفیت از 8 خانواده نشان داد که الگوی جذب از رابطه زیر پیروی می کند.

Ca>Mg>Fe>Al>Mn>Ba>Zn>Ti>Cu>Cr>Co>Ni>Pb>Cd این رابطه با نتایج مطالعه ما همخوانی دارد (قائفی و همکاران، ۱۳۹۳). مطالعات پیشین نشان از آن دارند که ریشه گیاهان حاشیه ای و بن در آب نسبت به بخش های بالائی گیاه در جذب فلزات سنگین مؤثر عمل کرده اند که با مطالعه فعلی هماهنگ هستند و بیانگر قابلیت زیستی فلزات سنگین بوده و محدودیت تحرک فلزات را نشان می دهد. بررسی مطالعات پیشین نشان داده است که دو فلز روی و کادمیوم در رقابت باهم برای جذب توسط گیاهان آبزی هستند. میزان روی در خاک

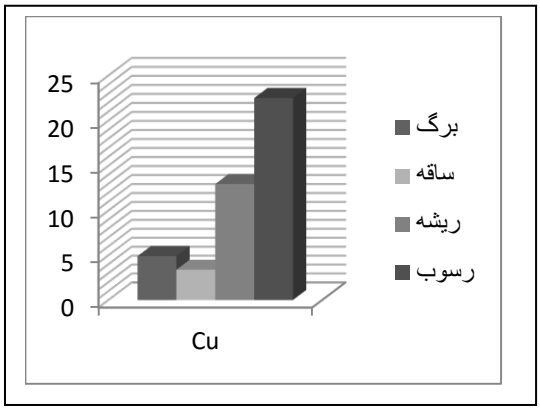
های آلوده بین 150 تا 300 میلی‌گرم بر کیلوگرم است (قائفی و همکاران، ۱۳۹۳).

جدول ۸ - میزان متوسّط غلظت فلزّات سنگین در نمونه های گیاه و رسوبات بر حسب ppm

نمونه گیاهی	اندام	Zn(ppm)	Cu(ppm)	Cd(ppm)
Phragmites Australis	برگ	۲۱۲/۱۸	۴/۹۱	۰/۳۱
	ساقه	۱۵۶	۳/۳۸	۰/۲۳
	ریشه	۴۳۰/۰۶	۱۲/۹۶	۰/۵۴
Typha Angustifolia	برگ	۱۲۱/۰۱	۳/۳۱	۰/۲۵
	ساقه	۱۲۷/۰۳	۲/۰۰	۰/۲۵
	ریشه	۳۱۵/۰۶	۱۰/۰۶	۰/۴۹
رسوب	رسوب	۲۲۶/۳۴	۲۲/۵	۱/۱۴

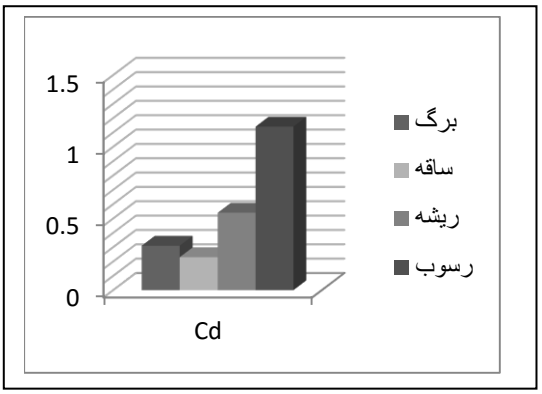
نتایج کلّی حاکی از آن است که غلظت فلز روی نسبت به سایر فلزّات سنگین مورد برّرسی بیشترین مقدار را صرف نظر از نوع گونه آبزی دارد که در اندام های مختلف گیاهان آبزی Phragmites Australis و Typha Angustifolia و همچنین رسوبات بستر بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است. به منظور انجام مقایسه، نتایج آنالیز تجزیه واریانس عناصر روی، کادمیم و مس در نمونه ریشه، ساقه و برگ گیاه Phragmites Australis و Typha Angustifolia برداشت شده از بخش های مختلف تالاب، ساحل شهرستان انزلی، مقادیر محاسبه شده در تالاب میانکاله و رودخانه دز و همینطور مقادیر استاندارد بین المللی در جدول شماره ۱۰ آورده شده است (اسماعیلی ساری و همکاران، ۱۳۸۴). در شکل شماره ۱۲ غلظت عناصر سنگین محاسبه شده در بخش های مختلف تالاب انزلی و سایر تحقیقات و در شکل شماره ۱۳ مقایسه میانگین غلظت عناصر سنگین در استانداردهای رودخانه ای و دریایی با بخش های چهارگانه تالاب انزلی آورده شده است. نتایج حاصل از تحقیق صورت گرفته توسّط اسماعیلی ساری و همکاران در رسوبات و بخش های سه گانه گیاه Phragmites Australis و گیاه Typha Angustifolia نیز بیانگرازدیاد غلظت عنصر روی می باشد. استنتاج حاصل از آزمون دانکن و تجزیه واریانس نیز درارتباط و تماس با فلزّات مورد مطالعه با سطح اعتماد ۹۳ درصد حاکی از معنادار بودن میزان جذب در ریشه گیاه Phragmites Australis و Typha Angustifolia نسبت به ساقه و برگ است. میزان جذب فلزّات سنگین از طریق رسوبات کاهش یافته و برعکس جذب آنها از طریق برگ و آب افزایش یافته است. بنابراین دور از انتظار نیست که فلزّات مس و روی که بیشترین غلظت را در رسوبات دارند در ریشه گیاهان Phragmites Australis و Typha Angustifolia افزایش معنی دار را نشان دهند. این ارتباط به ویژه در مورد فلز روی به وضوح آشکار است و می توان ریشه این گیاه را به عنوان نایه ای در جذب فلز روی دانست. با توجّه به مقایسه میانگین غلظت فلز روی در نقطه نمونه برداری با میانگین استانداردهای جهانی و همچنین اندازه گیری های صورت گرفته توسّط سایر محققّین در بخش های غربی، مرکزی، شرقی و بخش سیاه کشیم (جنوبی) تالاب مشاهده می شود که روی و کادمیم در نمونه بافت گیاهان Phragmites Australis وTypha Angustifolia دارای غلظت بسیار پایینتری بوده که ظاهراً علّت اصلی این امر عمق بیشتر بخش غربی تالاب و تعداد کم شریان اصلی ورودی آب رودخانه به این بخش بوده که به نوبه خود در کاهش ورود آلاینده ها بسیار موثّر می باشد.

شکل ۶- مقایسه میزان غلظت عنصر روی در بافت های مختلف گیاه Phragmites Australis مورد مطالعه و رسوب تالابی

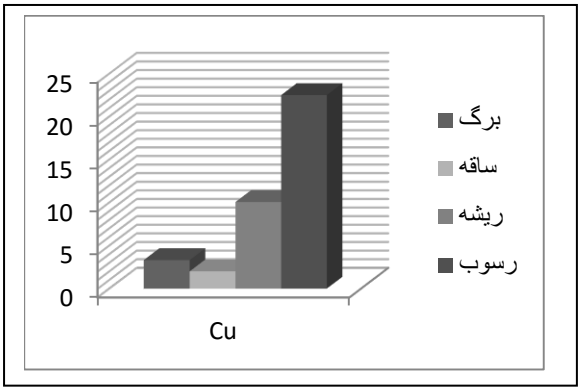


شکل ۷- مقایسه میزان غلظت عنصر مس در بافت های مختلف گیاه Phragmites Australis مورد مطالعه و رسوب تالابی

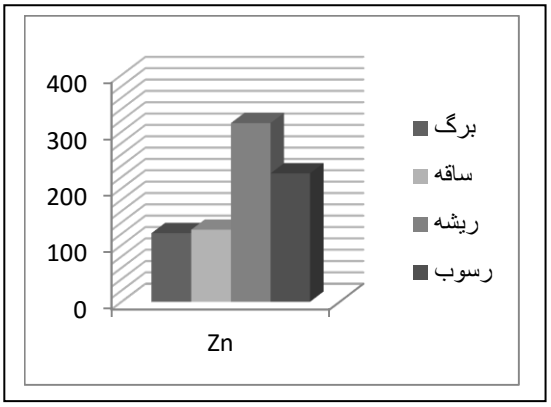
اصلی ترین شریان آبی ورودی به بخش غربی تالاب، چاف رود بوده که نسبت به سایر رودخانه های منتهی به تالاب میزان آلاینده های کمتری در خود جای داده است و از طرفی کثرت مسیرهای تردد با پوشش آسفالت پیرامون آن کمتر می باشد. غلظت فلز مس و کادمیم بدست آمده از نمونه های حاصل از آنالیز رسوبات و بافت گیاه مقدار غلظت به نسبت کمتری نسبت به فلز روی دارد. با توجّه به این اصل می توان نتیجه گرفت که ریشه گیاهان Phragmites Australis و Typha Angustifolia به عنوان شاخص زیستی جهت سنجش غلظت فلز روی در محیط مورد استفاده قرار می گیرد.



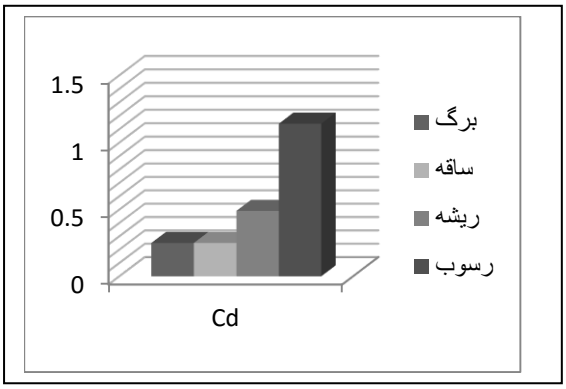
شکل ۸- مقایسه میزان غلظت عنصر کادمیم در بافت های مختلف گیاه Phragmites Australis مورد مطالعه و رسوب تالابی.



شکل ۱۰- مقایسه میزان غلظت عنصر مس در بافت های مختلف گیاه Typha Angustifolia مورد مطالعه و رسوب تالابی.



شکل ۹- مقایسه میزان غلظت عنصر روی در بافت های مختلف گیاه Typha Angustifolia مورد مطالعه و رسوب تالابی.



شکل ۱۱- مقایسه میزان غلظت عنصر کادمیم در بافت های مختلف گیاه Typha Angustifolia مورد مطالعه و رسوب تالابی.

جدول ۹- نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانسی و آزمون دانکن

F Crit	P-Value	F	MS	df	SS	Source of Variation
3.554557	3.44E-06	27.42134	115480.2	2	230960.3	Between Groups
			4211.325	18	75803.85	Within Groups
				20	306764.2	Total

Variance	Average	Sum	Count	SUMMARY
14645.15	72.46667	217.4	3	Leaf
7927.847	53.20333	159.61	3	Stem
59769.02	147.8533	443.56	3	Root
4740.939	41.52333	124.57	3	Leaf
5284.789	43.09333	129.28	3	Stem
32011.81	108.5367	325.61	3	Root
12579.44	226.8114	1587.68	7	Zn (ppm)
54.4322	8.445714	59.12	7	Cu (ppm)
0.105548	0.458571	3.21	7	Cd (ppm)

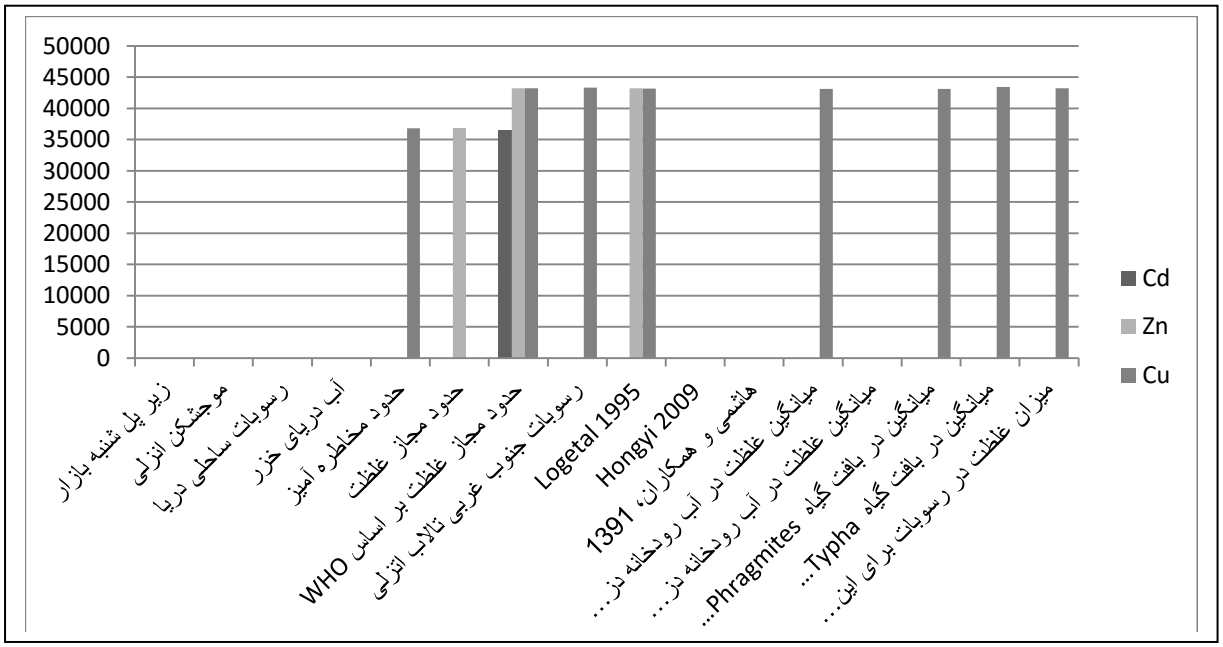
F crit	P-value	F	MS	df	SS	Source of Variation
2.99612	0.410108	1.112703	4516.288	6	27097.73	Rows
3.885294	2.79E-05	28.45149	115480.2	2	230960.3	Columns
			4058.844	12	48706.13	Error
				20	306764.2	Total

Cd (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	
		10782.38	Zn (ppm)
	46.65617	378.6181	Cu (ppm)
0.090469	2.013437	11.46293	Cd (ppm)

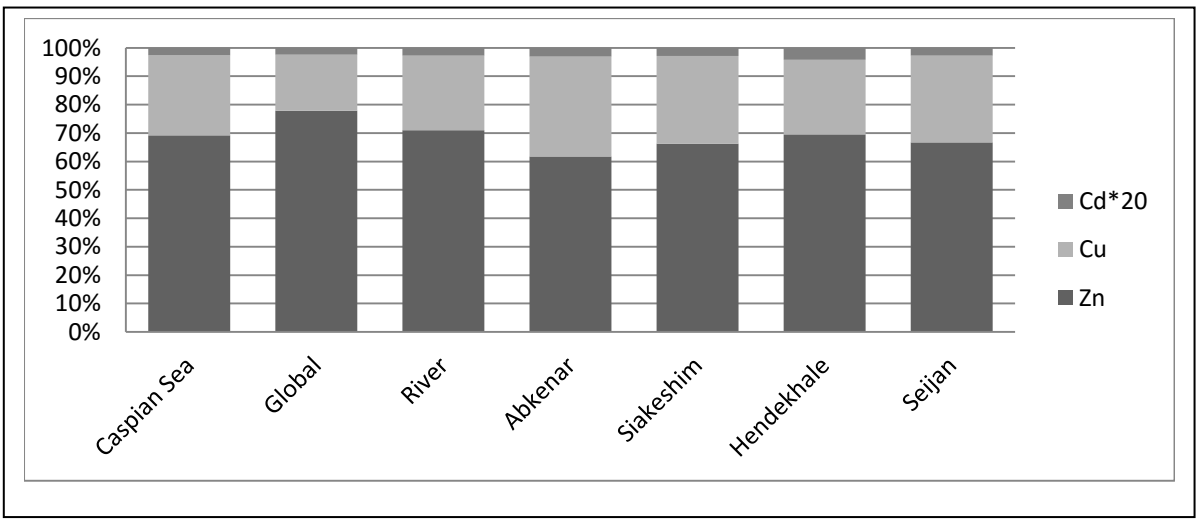
Cd (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	
		1	Zn (ppm)
	1	0.533814	Cu (ppm)
1	0.980015	0.367018	Cd (ppm)

Cd (ppm)		Cu (ppm)		Zn (ppm)	
0.458571	Mean	8.445714	Mean	226.8114	Mean
0.122793	Standard Error	2.788553	Standard Error	42.39177	Standard Error
0.31	Median	4.91	Median	212.18	Median
0.25	Mode	#N/A	Mode	#N/A	Mode
0.324881	Standard Deviation	7.377818	Standard Deviation	112.1581	Standard Deviation
0.105548	Sample Variance	54.4322	Sample Variance	12579.44	Sample Variance
3.927333	Kurtosis	1.321385	Kurtosis	0.547633	Kurtosis
1.929935	Skewness	1.333326	Skewness	1.082825	Skewness
0.91	Range	20.5	Range	309.05	Range
0.23	Minimum	2	Minimum	121.01	Minimum
1.14	Maximum	22.5	Maximum	430.06	Maximum
3.21	Sum	59.12	Sum	1587.68	Sum
7	Count	7	Count	7	Count
1.14	Largest(1)	22.5	Largest(1)	430.06	Largest(1)
0.23	Smallest(1)	2	Smallest(1)	121.01	Smallest(1)
0.300465	Confidence Level(95.0%)	6.823343	Confidence Level(95.0%)	103.7289	Confidence Level(95.0%)

Percent	Rank	Cd ppm)	Point	Percent	Rank	Cu ppm)	Point	Percent	Rank	Zn (ppm)	Point
100.00%	1	1.14	7	100.00%	1	22.5	7	100.00%	1	430.06	3
83.30%	2	0.54	3	83.30%	2	12.96	3	83.30%	2	315.06	6
66.60%	3	0.49	6	66.60%	3	10.06	6	66.60%	3	226.34	7
50.00%	4	0.31	1	50.00%	4	4.91	1	50.00%	4	212.18	1
16.60%	5	0.25	4	33.30%	5	3.38	2	33.30%	5	156	2
16.60%	5	0.25	5	16.60%	6	3.31	4	16.60%	6	127.03	5
0.00%	7	0.23	2	0.00%	7	2	5	0.00%	7	121.01	4



شکل ۱۲ – نمودار مقایسه غلظت عناصر سنگین محاسبه شده در بخش های مختلف تالاب انزلی (اسماعیلی ساری و همکاران، ۱۳۸۴).



شکل۱۳- مقایسه میانگین غلظت عناصر سنگین در استانداردهای رودخانه ای و دریایی با بخش های چهارگانه تالاب انزلی(اشجع اردلان و همکاران، ۱۳۸۴)

جدول ۱۰ – مقادیر غلظت عناصر سنگین محاسبه شده در بخش های مختلف تالاب انزلی (اسماعیلی ساری و همکاران، ۱۳۸۴).

	غلظت (ppm)		
منبع مورد استفاده	Cu	Zn	Cd
زیر پل شنبه بازار	۰/۹۴۷	۰/۴۴۲	–
موجشکن انزلی	۰/۷۲۳	۰/۴۸۷	–
رسوبات ساحلی دریا	۰/۷۵۴	۰/۵۴۲	–
آب دریای خزر	۰/۶۸	۰/۱۹۹	۰/۰۲۲
حدود مخاطره آمیز	۰/۱۱	۰/۸۲	–
حدود مجاز غلظت	۰/۰۱۶	۰/۱۲	–
حدود مجاز غلظت بر اساس WHO	۱/۵	۱/۵	۰/۰۱
رسوبات جنوب غربی تالاب انزلی	۲۷/۷	۳۹/۱۸	۰/۸۶
Logetal 1995	۳/۴	۱/۵	–
Hongyi 2009	۳/۱۶	۱/۲۱	–
هاشمی و همکاران، ۱۳۹۱	۲۹/۶۵	۷۶/۹۲	–
میانگین غلظت در آب رودخانه دز برای گیاه Phragmites Australis	۵/۰۲	۱۶۲/۷۲	–
میانگین غلظت در آب رودخانه دز برای گیاه Typha Angustifolia	۵/۷۵	۱۵۹/۷۹	–
میانگین در بافت گیاه Phragmites Australi در مطالعه حاضر	۷/۱	۲۶۶/۰۸	۰/۳۶
میانگین در بافت گیاه Typha Angustifolia در مطالعه حاضر	۵/۱۲	۱۸۷/۰۷	۰/۳۳
میزان غلظت در رسوبات برای این مطالعه	۲۲/۵	۲۲۶/۳۴	۱/۱۴

منابع

-**اسماعیلی ،ع.، شهسواری پور، ن.، وهاب زاده رودسری ،ح.، (۱۳۸۴)**، "بیومونیتورینگ و ارزیابی آلودگی جیوه در تالاب بین المللی انزلی با استفاده از گیاهان آبزی" نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، سال ۱۱، شماره ۱۷,۳ص.

-**اشجع اردلان، الف.، خوش خو، ژ.، ربانی، م.، معینی س.، (۱۳۸۵)**، "مقایسه میزان فلزّات سنگین (Cd، Pb، Cu، Zn و Hg) در آب، رسوبات و بافت نرم دوکفه ای آنادونت تالاب انزلی در دو فصل پاییز و بهار(۱۳۸۳– ۱۳۸۴)" پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، شماره۲۳,۷۳ص.

-**امینی رنجبر، غ و کنشلو، ط. (۱۳۷۷)**، "ارزیابی کمی آلاینده معدنی در چهار گونه گیاهی آب زی در تالاب انزلی" مجله پژوهش وسازندگی، (۳۸) :۲۳-۲۹.ص۱۹.

-**بابایی،ه.، خداپرست س، ح.، (۱۳۹۱)**، "بررسی میزان غلظت کل هیدروکربن های نفتی و فلزات سنگین (Cr، Cd، Cu،Hg، Pb و Zn) در خروجی تالاب انزلی، پژوهشکده آبزی پروری آب های داخلی کشور، بندرانزلی.

-**بذرافشان، ع.، (۱۳۷۴)**، "بررسی متغیرهای فیزیکی و شیمیایی و آلودگی های نفتی در بخش شرقی دریای خزر قبل از حفاری چاه های نفت" تز کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال.۱۷۸ص.

-**بهروزی، ب، (۱۳۷۷)**، "ارزش تالاب ها و نقش کنوانسیون رامسر در حفاظت از آن ها"، مجله محیط زیست، (۲):۲۴-۳۴. ۲۷ص.

-**بهروش، س.، پورخباز، ع، ر.، (۱۳۷۲)**، "تاثیر دانه بندی بر تجمع فلزات سنگین (Cd، Cu، Zn، Pb و Cr) در رسوبات سطحی جنوب غرب تالاب انزلی" فصلنامه علمی – پژوهشی تالاب، دانشکاه آزاد اسلامی واحد اهواز.

-**دبیری، م. ۱۳۷۹** "آلودگی محیط زیست (هوا- آب- خاک- صوت)، اتحاد، ص۳۹۹.

-**عبادتی، ف.، اسماعیلی ساروی، ع.، ریاحی بختیاری،ع، ر.، (۱۳۸۴)**، " میزان و نحوه تغییرات فلزّات سنگین و اندام های

گیاهان آبزی و رسوبات تالاب میان کاله" مجله محیط شناسی، شماره ۳۷، ص ۵۷-۵۳.

-**قائنی، م.، رومیانی، ل.، صفرخانلو،ل.، (۱۳۹۳)،** "بررسی میزان آرسنیک، جیوه، روی و مس در گیاهان آبزی (Char asp.) ، نی (Phragmites australis)، لویی (Typha latifolia) و پیزور (Scirpus bulrush) در رودخانه دز.، فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب – دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال ششم، شماره۲۲.

-**قهرمان، ا. نقی نژاد، ع. و عطار، ه. (۱۳۸۱)،** . تالاب انزلی در اغمای مرگ (بررسی اکولوژیک فلورستیک)، مجله محیط شناسی ، شناسی، (۲۸) : ۱-۳۸.

-**کاظمیان، آ.، خادم، ث.، ف.، اسدی، م. و قربانعلی، م.، (۱۳۸۳)،** "مطالعه فلورستیک بند گلستان و تعیین شکلهای زیستی- پراکنش جغرافیائی گیاهان منطقه" مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۶۴.

-**کیابی، بهرام، (۱۳۷۸)،** "اکوسیستم های تالابی و رودخانه ای استان گیلان" سازمان حفاظت محیط زیست.

-**هاشمی، س، ج.، ریاحی بختیاری، ع، ر.، لک، ر.، (۱۳۹۱)،** "منشا یابی و پراکنش فلزات سرب، مس، روی، نیکل، کروم و وانادیم در رسوبات سطحی دریای خزر" مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دوره بیست و سوم، ص (۳۶-۵۰).

E. Roberts Alley. 2002. Water Quality Control Hand book. Mc Graw Hill: F77. F228.

Ferrat, L., Pergent-Martini, C. and Roméo, M., 2003. Assessment of the use of biomarkers in aquatic plants for the evaluation of environmental quality: application to sea grasses. Aquatic Toxicology 65: 187-204.

Fourest,E., Canal,C.,
Roux,J.C.1994. Improvement of heavy metal biosorption by mycelia dead biomass(Rhizopus arrhizus, Muchor miehei and pencillum chrysogenum): pH control and cationic activation. FEMS Microbiol. Review,14:325-332.

Kamal, M., Ghaly, A. E., Mahmoud, N. and CÔtě, R., 2004. Phytoaccumulation of heavy metals by aquatic plants. Environment International 29: 1029-1039.

Whitton, B.A. 1984. Algae as monitors of heavy metals in freshwaters. In: L.E. Shubert, Algae asecological indicators. London: Academic Press, Inc.,pp: 257-280. ISBN 0-12-640620-0.

Evaluation of heavy metal (Zn, Cu, and Cd) contamination in the organs of wetlands Phragmites Australis and Typha Angustifolia in Anzali wetland

Farzin Sayyad Ghorbani Shirin
Master of Environmental Geology, Islamic Azad University Lahijan Branch,

Abstract

Heavy metals are among the most important environmental pollutants that enter the sea through coastal areas and rivers and accumulate through the food chain in aquatic organisms (Ebadi et al., 2005). These elements enter the environment as a result of natural and human factors, especially industrial, agricultural and urban wastewater, and accumulate through aquatic food through chain food (Ismaili et al., 2009). Industrial activities increase the burden of heavy metals in the rivers. Aquatic plants have a high ability to measure heavy metals through the process of absorption and accumulation in their tissues due to deposition in the aquatic environment and nutrition from the bed. In this research, we measured the concentration of three heavy metals, Zn, Cu and Cd in sediment samples of wetlands and tissues of wetland Phragmites Australis and Typha angustifolia in Enzily Aziz wetland. For this purpose, three sampling stations were selected in the western part of the wetland and sampled in July 1397. From each station, 1 standard sediment sample was collected with standard van Wang standard and one sample of Phragmites Australis and Typha angustifolia was randomly harvested. Samples in the laboratory after drying and powdering were analyzed by acid digestion method and based on ASTM 2000 standard. The results of this study indicate that the average amount of zinc element in Phragmites Australis tissue from 3 stations was 2266.8 ppm, the average copper element was 8.7 ppm and the average element of cadmium was about 198. ppm. The average amount of zinc element in the tissue of Typha angustifolia was between 3 stations sampled at 315.6 ppm, the average element of copper was 10.66 ppm, and the average element of cadmium was about 49 ppm is. The concentration of zinc in the bedding of the wetland was about 26234 ppm, the concentration of Cozum element was about 22.2 ppm and cadmium was about 1.14 ppm. Evidence suggests increased zinc concentrations compared to other heavy metals found in the root tissues of Phragmites Australis and Typha angustifolia.

Key words : Phragmites Australis **,** Typha angustifolia**,** Anzali wetland, vegetation monitoring, heavy metal contamination.