Archive of SID

تجمع فلزات سنگین سرب، روی، نیکل و کادمیوم در گیاه لویی (*Typha latifolia*) و رسوبات رودخانه اروند و بهمنشیر در فصل زمستان

قنادپور، ج.، زند مقدم، ا. و صفاهیه، ع.ر.، ۱۳۸۹. تجمع فلزات سنگین سرب، روی، نیکل و کادمیوم در گیاه لویی (*Typha latifolia*) و رسوبات رودخانه اروند و بهمنشیر در فصل زمستان. مجله تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال دوم، شماره پنجم، پاییز ۱۳۸۹، صفحات ۳۶-۲۹.

جلال قنادپور*[۱]
احمد زند مقدم[۲]
علیرضا صفاهیه[۳]

۱. دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات خوزستان، اهواز، ایران
۲. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
۳. دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

* **نویسنده مسئول مکاتبات**
j.ghanadpour@Gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۹/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۲/۱۶

این مقاله از پایان نامه دانشجویی استخراج شده است.

چکیده

لویی (*Typha latifolia*) ماکروفیتی آبزی است که در مناطق تالابی، باتلاقی و حاشیه رودخانه یافت می شود. این پژوهش به منظور بررسی تجمع فلزات سنگین سرب، روی، نیکل و کادمیوم در گیاه لویی و در رسوبات رودخانه اروند و بهمنشیر انجام گرفت. اندازه گیری فلزات مذکور در زمستان ۱۳۸۸ و در سه بخش رسوب، ریزوم و برگ در شش ایستگاه مطالعاتی صورت گرفت. میانگین غلظت فلزات سنگین در ایستگاه های مختلف در ریزوم، برگ و رسوب به ترتیب روی ۱۱/۱۳، ۵/۱۱، ۸/۸ کادمیوم ۰/۲۳، ۰/۱۳، ۰/۱۵ نیکل ۰/۷۹، ۰/۶۲، ۲/۰۷ سرب۵/۳۱، ۱/۴۲، ۵/۷۱ میکروگرم بر گرم اندازه گیری شد. میانگین غلظت فلزات در رسوبات منطقه از استاندارد های محیط زیست کانادا و کیفیت رسوب امریکا پایین تر بوده است. همچنین از میان فلزات سنگین مذکور، میانگین غلظت فلزات روی و کادمیوم در قسمت ریزوم بالاتر از برگ و رسوب بوده است. در این پژوهش از شاخص TF برای تعیین نرخ تجمع بیولوژیکی فلزات در لویی استفاده شد که نتایج نشان داد این پژوهش از مدل TF=Ni>Cd>Zn>Pb پیروی می کند. بر اساس نتایج بدست آمده به نظر می رسد که ریزوم لویی می تواند به عنوان شاخص آلودگی کادمیوم و روی در خاک و رسوبات منطقه محسوب شود.

واژگان کلیدی : فلزات سنگین، *Typha latifolia*، لویی، رودخانه اروند و بهمنشیر.

مقدمه

پتانسیل بالا و ارزش های بالقوه صنعتی در محدوده خوزستان باعث رشد و گسترش توسعه صنعت در این محدوده شده، که این امر منجر به آلودگی هرچه بیشتر محیط های آبی گشته است. عدم مدیریت صحیح زیست محیطی، کنترل و پایش به موقع در رودخانه کارون و شاخه های متعدد آن (اروند و بهمنشیر)، باعث شده تا صاحبان صنایع و صاحبان اراضی موجود در بالادست و پایین دست منطقه بدون توجه به اصول زیست محیطی و اهداف بلند مدت در این راستا، جهت رسیدن به توسعه پایدار، از طریق تخلیه فاضلاب های تصفیه نشده صنعتی، شهری و کشاورزی به درون محیط آبی باعث آلودگی آن اکوسیستم گردند. روش های متعددی از قبیل ته نشینی، جذب سطحی، ترکیب، جذب به وسیله گیاهان و واکنش های غیر مستقیم میکروبی از قبیل اکسیداسیون و احیاء، باعث جا به جایی و حذف فلزات سنگین از محیط می گردد (Dunbabin and Bowmer, 1992). از سال ۱۹۸۰ موضوع استفاده گیاهان در پالایش و پاکسازی محیط و نقش آنها در مهار آلودگی مطرح شد، از سال ۱۹۹۰ تاکنون به صورت علمی در تحقیقات مختلف بکار برده می شود. همچنین شناسایی آلودگی زیست محیطی از طریق استفاده از مواد بیولوژیکی به عنوان شاخص، روشی ساده، معتبر و کم هزینه است (Demirezen and Aksoy, 2004) که امروزه محققین بسیاری بر روی مطالعات در زمینه تجمع فلزات سنگین توسط ماکروفیت های آبزی تمرکز کرده اند (Sasmaz *et al*., 2008; Epelde *et al*., 2008; Demirezen and Aksoy, 2004).

www.SID.ir

Archive of SID

در سال ۲۰۰۸ نقش گیاه لویی T. Latifolia در تجمع فلزات سنگین در رودخانه کهلی (Kehli) مورد بررسی قرار گرفت، که نتایج این مطالعه نشان داد که میزان فلزات سنگین در ریشه بالاتر از برگ ها بوده است. میزان کادمیوم در ریشه بیشتر از رسوبات و در برگ کمتر از رسوبات بوده است، که این نتیجه نشان داد ریشه لویی می تواند به عنوان شاخص آلودگی کادمیوم در خاک استفاده شود (Sasmmaz et al., 2008). در سال ۲۰۰۸ نقش گیاه لویی در کاهش کروم شش ظرفیتی در رسوبات تالاب مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که میکروارگانیسم های طولی رهاسازی شده از بخش آلی ریشه گیاه باعث افزایش غلظت سولفید در رسوبات آب تمیز و خالص شده که باعث کاهش کرم شش ظرفیتی می گردد (Juan et al., 2008). در سال ۲۰۰۶ نقش لویی در حذف آفت کش متیل پاراتیون و سمیت آن درآب و رسوبات مصنوعی را مورد بررسی قرار گرفت. نتایج کارایی حذف بالای متیل پاراتیون (MeP) را در آب و رسوبات نسبت به کنترل نشان داد (Amaya-Chavez et al., 2006). در سال ۲۰۰۴ در تالاب Sultan تجمع فلزات سنگین در دو ماکروفیت آبزی (Typha angustifolia / Potamogeton pectinatus) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقدار تجمع فلزات سنگین در برگ ها کمتر از ریشه بوده است و غلظت روی در ریشه های تیفا بالاتر از سایر عناصر مورد مطالعه بوده است (Demirezen and Aksoy, 2004). در سال ۱۹۹۹ تأثیر گیاهان تالابی بر وضعیت بیو ژئوشیمیایی فلزات سنگین در اطراف ریشه (ریزوسفر) مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داد لویی موجب کاهش pH و افزایش روی محلول در نزدیک ریشه ها می شود (Wright and Otte, 1999).

از جمله گیاهانی که به شکل غالب در منطقه وجود دارد و دارای توان بالایی در جذب فلزات سنگین می باشد گیاه لویی است. لویی ماکروفیتی آبزی و تالابی است که در حاشیه ی دریاچه ها، باتلاق ها، رودخانه ها و تالاب های مناطق گرم و حاره ای رشد می کند و اغلب به صورت کلونی و متراکم در سیستم های آبی دیده می شود (Sasmaz *et al.,* 2008). همچنین ریشه این گیاه باعث جلوگیری از فرسایش شده و می تواند به عنوان یک تصفیه گر زیستی جهت حفاظت از دریاچه، مصب، آب زیرزمینی، گیاهان و جانوران آبزی قرار گیرد (Debusk , 1999). آلودگی بالا و شیوع بیماری های ناشی از آب در ساکنین منطقه و هزینه های هنگفت تصفیه و پاکسازی آب، محقق را بر آن داشت تا به بررسی تجمع و پاکسازی برخی فلزات سنگین از طریق روشی ساده، کم هزینه و بیولوژیکی توسط نوعی ماکروفیت آبزی (لویی) در منطقه بپردازد، تا شاید بتواند با گسترش این علم بخشی از مشکلات را در منطقه کاهش دهد.

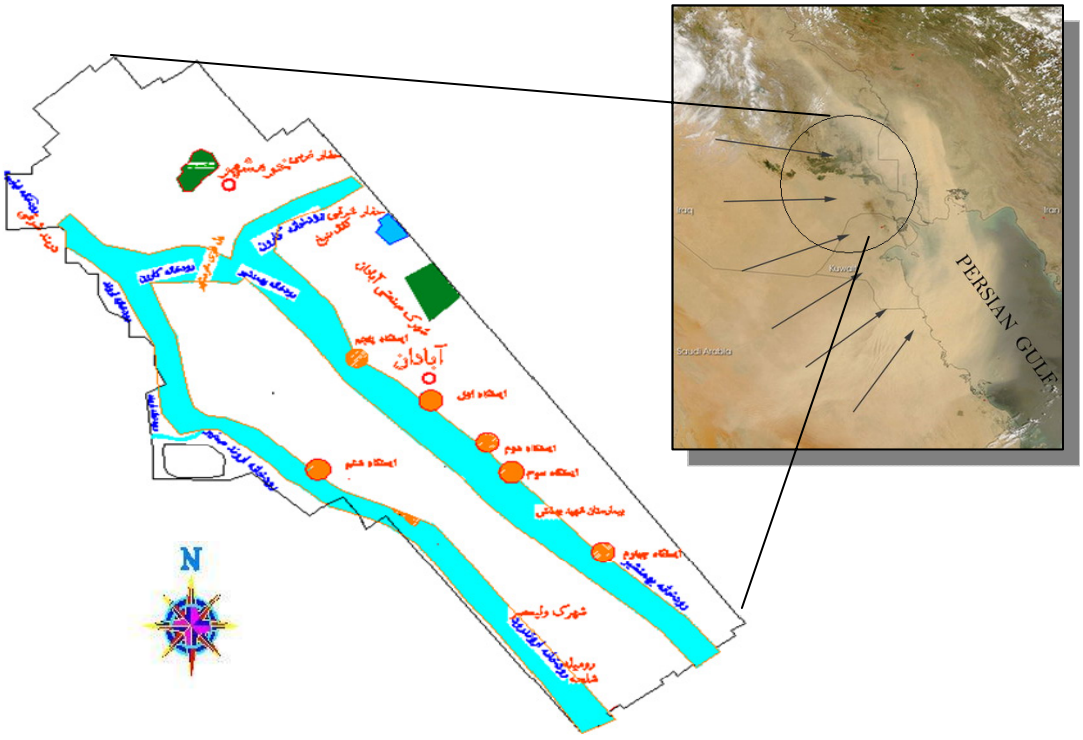
مواد و روش ها

منطقه مطالعاتی در موقعیت جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۴۸ درجه و۱۵ دقیقه طول شرقی ۳۰ درجه و ۱۱۹ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی در جزیره مینو قرار دارد (شکل۱). نمونه های رسوب، برگ و ریزوم در فصل زمستان (اواخر دی ماه) در سال ۱۳۸۸ به صورت سه تکرار و در شش ایستگاه جمع آوری گردید. نمونه های رسوب با استفاده از لوله پی وی سی (پلی اتیلنی) به قطر ۴ سانتیمتر از عمق۱۵-۵ سانتیمتر و از بخش بالایی خاک صورت گرفت (Deng *et al.,* 2006) و نمونه های رسوب از جایی که نمونه ی گیاه هر ایستگاه برداشته شده بود، برداشت شد (Sasmaz *et al.,* 2008). همچنین برداشت نمونه های گیاهی از حاشیه رودخانه و در ناحیه ی جزر و مدی صورت گرفت. علیرغم طولانی بودن ریشه و ریزوم های طویل این ماکروفیت آبزی، نمونه های گیاهی از عمق ۲۰- ۵ سانتیمتری (Kejian *et al.,* 2008) برداشت شد. نمونه های گیاهی و نمونه های رسوب در یخدان محتوی یخ به آزمایشگاه دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات واحد خوزستان منتقل شدند. در آزمایشگاه نمونه ها به مدت سه ساعت در محیط آزمایشگاه و سپس در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت در آون قرار داده شدند تا به خوبی خشک شوند. نمونه های رسوب توسط هاون عقیق نرم و با استفاده از الک شماره ۲۳۰ یا ۶۳ میکرون ذرات کوچکتر جدا شده و پس از توزین، یک گرم از نمونه درون بالن ژوژه ته گرد ۵۰ میلی لیتری ریخته و در مرحله بعد با استفاده پیپت مدرج به نسبت ۱:۴ اسید نیتریک و اسید پرکلریک (Merk) اضافه کرده، سپس با ایجاد سیستم ریفلاکس، در مرحله اول دمای هیتر را بر روی ۴۰ درجه به مدت یک ساعت قرار داده و در مرحله بعد دمای هیتر را به مدت ۳ ساعت در دمای ۱۴۰ درجه قرار می دهیم تا نمونه رسوب به طور کامل هضم گردد (Yap *et al.,* 2009) و در نهایت پس از عبور از کاغذ صافی ۴۲ با استفاده از

www.SID.ir

Archive of SID

آب دو بار تقطیر به حجم معین رسانده و به دستگاه جذب اتمی کوره ای RAY LEIGH مدل WFX – 210 تزریق شد. در مراحل هضم نمونه های رسوب و گیاه، یک نمونه به عنوان Blank در نظر گرفته شد، که کلیه مراحم هضم نمونه رسوب و گیاه به منظور بالا بردن دقت روی آن صورت گرفت. این نمونه های شاهد در تنظیم دستگاه برای صفر کردن دستگاه بکار گرفته شد. هضم نمونه های گیاهی نیز در شرایط دمایی ۷۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت خشک و بعد از تفکیک بخش های ریزوم و برگ،نمونه ها توزین و نهایتاً ۰/۵ گرم را درون کوره الکتریکی با دمای ۶۰۰ درجه قرار داده شد تا بخوبی خاکستر شوند. در مرحله بعد کروزه های حاوی نمونه های گیاهی (برگ و ریزوم) را در محیط آزمایشگاه قرار داده شد تا پس از خنک شدن، بر روی حمام آبی با دمای ۱۰۵ درجه قرار داده و مقدار ۱۰میلی لیتر اسید کلریدریک ۶۵٪ یک نرمال را در دو مرحله به آن اضافه شود و نهایتاً از کاغذ صافی ۴۲ عبور داده و به حجم معین رسانده شد (Tandon, 1943).



شکل ۱: موقعیت منطقه مطالعاتی و نمایش ایستگاه های مورد مطالعه بر اساس راهنمای نقشه به مقیاس ۱:۲۰۰۰

داده های حاصله با استفاده از نرم افزار Excel دسته بندی و نمودار های مربوط به هر عنصر تهیه و بررسی شد. سپس با استفاده از نرم افزار SPSS ۱۶ در مرحله اول تابعیت نمونه ها از توزیع نرمال با استفاده از آزمون کولموگرف اسمیرنوف بررسی شد. پس از حصول اطمینال از نرمال بودن داده ها جهت مقایسه غلظت فلزات سنگین در رسوب و گیاه لویی در بین ایستگاه های مختلف از آنالیز واریانس یک طرفه و در صورت معنی دار بودن اختلاف میانگین ها، جهت جدا کردن گروه های مختلف از هم از آزمون توکی (Tukey) استفاده شد. در مرحله بعد از ضریب همبستگی پیرسون (Pearson Corralation Cofficient) و آزمون تی تست جفت شده (Paired-Sampels t-Test) جهت بررسی رابطه همبستگی و مقایسه غلظت فلزات بین رسوب، ریزوم و برگ استفاده شد. از آزمون تی تست مستقل Independent-Sampels t-Test برای بررسی رابطه معناداری با اطمینان (P<۰/۰۱) تأثیر فصل بر روی عناصر، استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

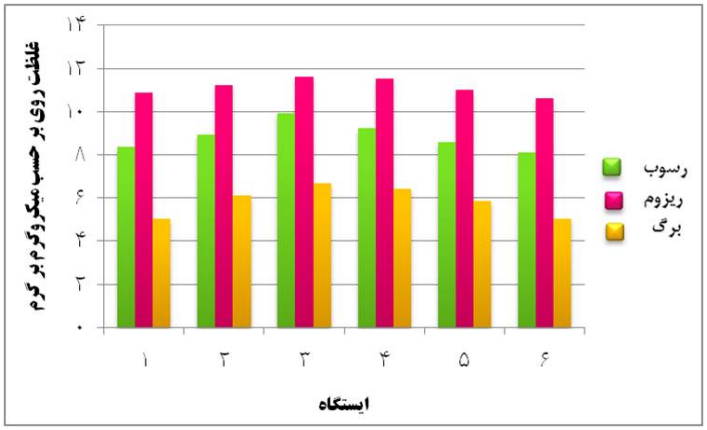
نتایج

میانگین غلظت فلزات سنگین در فصل زمستان نشان داد با افزایش میانگین غلظت روی،کادمیوم، سرب و نیکل در رسوبات ایستگاه های مختلف در بخش های مختلف گیاه (برگ و ریزوم) نیز میزان جذب افزایش پیدا می کند. پدید آمدن چنین نتیجه ای می تواند توان گیاه را در جذب فلزات سنگین مختلف نشان دهد.

برای فلز روی نتایج نشان می دهد که غلظت آن در رسوب ایستگاه های مختلف بین ۸/۱۲ تا ۹/۶۱ میکرو گرم بر گرم متفاوت است. دامنه غلظت فلز روی در ریزوم لویی در ایستگاههای مورد مطالعه ۱۰/۶ تا ۱۱/۶ میکروگرم بر گرم و در برگ آن ۵/۰۲ تا ۶/۶۸ میکروگرم بر گرم متغییر بود (شکل ۲). مقایسه غلظت های فلز روی در رسوب، ریزوم و برگ ایستگاه های مختلف نشان داد که اختلاف معنی داری در هیچ یک از ایستگاه های مختلف وجود ندارد (P>۰/۰۵). با این وجود همبستگی معنی داری بین غلظت روی در رسوب با غلظت آن در ریزوم و برگ گیاه لویی مشاهده گردید (P<۰/۰۵).

برای فلز کادمیوم نتایج نشان می دهد که غلظت آن در رسوب ایستگاه های مختلف بین ۰/۱۱ تا ۰/۲ میکرو گرم بر گرم متفاوت است. دامنه غلظت فلز کادمیوم در ریزوم لویی در ایستگاه های مورد مطالعه ۰/۱۹ تا ۰/۲۸ میکروگرم بر گرم و در برگ آن ۰/۱۲ تا ۰/۱۶ میکروگرم بر گرم متغییر بود و میزان کادمیوم در تمام ایستگاه ها در قسمت ریزوم بالاتر از رسوب بوده و رسوب به جز در ایستگاه شش بالاتر از برگ بوده است (شکل ۳). مقایسه غلظت های فلز کادمیوم در رسوب، ریزوم و برگ ایستگاه های مختلف نشان داد که اختلاف معنی داری در هیچ یک از ایستگاه های مختلف وجود ندارد (P>۰/۰۵).نتایج همبستگی فلز کادمیوم در رسوب، ریزوم و برگ نشان داد که کادمیوم در سایر بخشها با یکدیگر رابطه ی معنادار داشته و از همبستگی بالایی برخوردار بوده است (P<0/01)، که این نتیجه می تواند دلیلی برای توانایی این گیاه در جذب فلز کادمیوم از رسوب در منطقه و انتقال به سایر بخش های گیاه باشد.

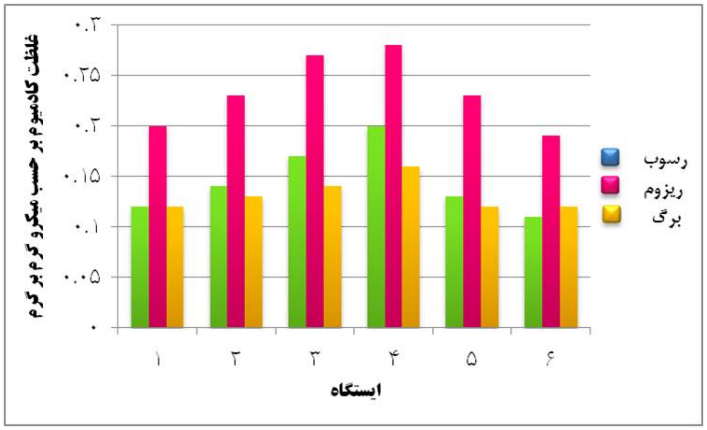
برای فلز نیکل نتایج نشان می‌دهد که غلظت آن در رسوب ایستگاه های مختلف بین ۱/۵۶ تا ۲/۲۸ میکرو گرم بر گرم متفاوت است. دامنه غلظت فلز نیکل در ریزوم لویی در ایستگاه های مورد مطالعه ۰/۵۹ تا ۱/۰۴ میکروگرم بر گرم و در برگ آن ۰/۳۹ تا ۰/۸۵ میکروگرم بر گرم متغییر بود و میزان نیکل در تمام ایستگاه ها در قسمت ریزوم بالاتر از رسوب بوده و رسوب به جز در ایستگاه شش بالاتر از برگ بوده است (شکل ۴). مقایسه غلظت های فلز نیکل در رسوب، ریزوم و برگ ایستگاه های مختلف نشان داد در تمام ایستگاه ها رسوب با اختلاف زیادی بالاتر از ریزوم بوده و به همین ترتیب ریزوم بالاتر از برگ بوده است و اختلاف معنی داری در هیچ یک از ایستگاههای مختلف وجود ندارد (P>۰/۰۵). نتایج همبستگی فلز نیکل در رسوب، ریزوم و برگ نشان داد که نیکل تنها در ریزوم و برگ گیاه همبستگی بالا و رابطه معناداری از خود نشان می دهد و در سایر بخش ها از همبستگی ضعیف برخوردار بوده و رابطه آنها معنی دار نبوده است (P<0/05).



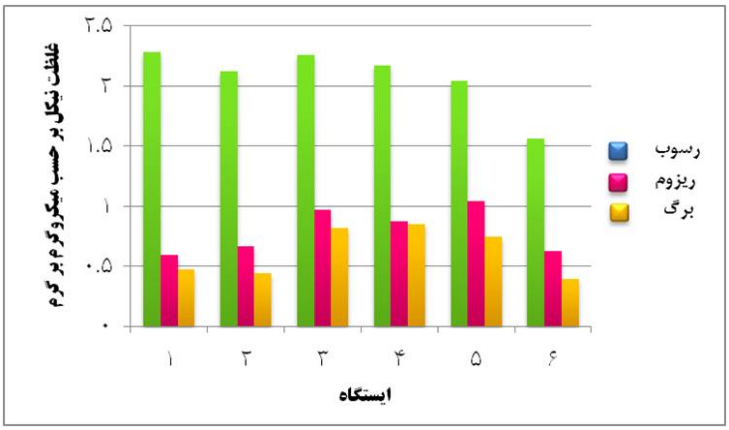
شکل۲: مقایسه میانگین غلظت روی در رسوب، ریزوم و برگ گیاه لویی *Typha latifolia* در رودخانه اروند و بهمنشیر در زمستان ۱۳۸۸ (بر حسب میکروگرم بر گرم)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳: مقایسه میانگین غلظت کادمیوم در رسوب، ریزوم و برگ گیاه لویی (*Typha latifolia*) در رودخانه اروند و بهمنشیر در زمستان ۱۳۸۸ (بر حسب میکروگرم بر گرم)

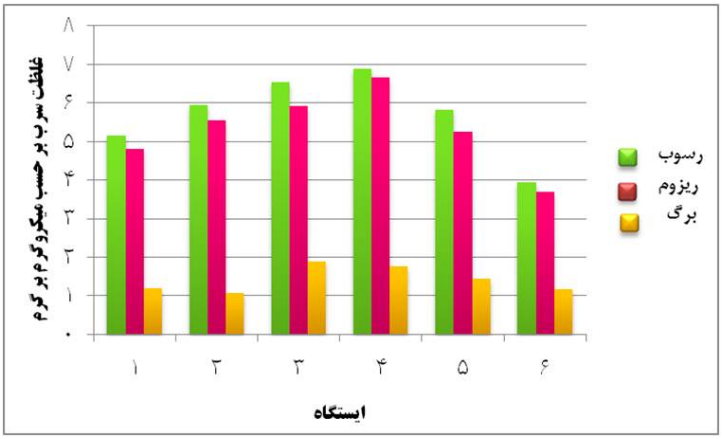


شکل ۴: مقایسه میانگین غلظت نیکل در رسوب، ریزوم و برگ گیاه لویی (*Typha latifolia*) در رودخانه اروند و بهمنشیر در زمستان ۱۳۸۸ (بر حسب میکروگرم بر گرم)

برای فلز سرب نتایج نشان می دهند که غلظت آن در رسوب ایستگاه های مختلف بین ۳/۹۴ تا ۶/۸۹ میکرو گرم بر گرم متفاوت است. دامنه غلظت فلز سرب در ریزوم لویی در ایستگاه های مورد مطالعه ۶/۶۷ تا ۳/۶۸ میکروگرم بر گرم و در برگ آن ۱/۰۷ تا ۱/۸۹ میکروگرم بر گرم متغییر بود و میزان سرب در تمام ایستگاه ها در قسمت رسوب بالاتر از ریزوم و بالاتر از برگ می باشد و میزان ریزوم هم از برگ بطور قابل توجهی بالاتر می باشد (شکل ۵). مقایسه غلظت های فلز سرب در رسوب، ریزوم و برگ ایستگاه های مختلف نشان داد در تمام ایستگاه ها در قسمت نتایج میانگین غلظت فلز سرب در ریزوم، برگ و رسوب نشان داد که میزان سرب در ایستگاه های مختلف تفاوت چشمگیری از خود نشان نمی دهد ($P>0/05$). نتایج همبستگی فلز سرب نشان داد که سرب از میان بخش های مختلف (رسوب، ریزوم و برگ)، تنها بین سرب موجود در رسوب و ریزوم همبستگی بسیار قوی و رابطه مستقیم برقرار است و دارای رابطه معناداری ($P<0/01$) می باشد، اما در سایر بخش ها ارتباط معنادار وجود ندارد علیرغم اینکه از همبستگی بالایی برخوردارند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵: مقایسه میانگین غلظت سرب در رسوب، ریزوم و برگ گیاه لویی (*Typha latifolia*) در رودخانه اروند و بهمنشیر در زمستان ۱۳۸۸ (بر حسب میکروگرم بر گرم)

بحث و نتیجه گیری

به منظور بررسی وضعیت آلودگی رسوبات منطقه از فلزات سنگین سرب، نیکل، کادمیوم و روی میانگین غلظت فلزات در رسوبات منطقه با میانگین غلظت رسوبات در استانداردهای NOAA , CCME , USEPA, Bowen مورد مقایسه قرار گرفت. جدول ۱ نشان داد که غلظت فلزات در رسوبات منطقه از سایر استاندارد ها بجز حد آستانه استاندارد USEPA, Bowen پایین تر بوده و این نشان دهنده عدم وضعیت بحرانی فلزات سنگین در رسوبات منطقه می باشد.

جدول۱: میانگین غلظت فلزات سنگین بر حسب میکروگرم بر گرم در رسوب با برخی استانداردهای جهان

عناصر مورد مطالعه	USEPA[7] ,1999 Bowen ,1979		استاندارد محیط زیست کانادا (CCME ,1999)[4]		استاندارد آمریکا NOAA (Long *et al.*, 1995)[1]		مطالعه اخیر
	LAL[9]	HAL[8]	PEL[6]	ISQGS[5]	ERM[3]	ERL[2]	
Zn	۵	۴۱۰	۲۷۱	۱۲۴	۴۱۰	۱۵۰	۸/۸
Cd	۰/۰۴	۹/۶	۴/۲	۰/۷	۹/۶	۱/۲	۰/۱۵
Pb	۲	۲۱۸	۱۱۲	۳۰/۲	۲۱۸	۴۶/۷	۵/۷۱
Ni	۳	۵۰	۴۲/۸	۱۵/۹	۵۱/۶	۲۰/۹	۲/۰۷

1-National Oceanic Atmospheric Adminstration.
2-Effects Rang Love(Long et al., 1995).
3-Effects Rang Medium(Long et al.,1995).
4-Canadian Council of Ministers of the Environment.
5-Canadian Interim Marine Sediment Quality(CCAME ,1999).
6-Probable Effects Level(CCAME ,1999).
7-United State Environmental Protection Agency.
8-Highest Alert level (USEPA,1999.,Bowen, 1979).
9-Lowest Alert Level (USEPA,1999.,Bowen, 1979).

روی (Zn) فلزی ضروری برای گیاه و نقش مهمی در تغذیه و فعالیت های آنزیمی گیاه دارد و به دلیل تحرک بالای این فلز، و دسترسی آن در محیط خاک به راحتی توسط ریشه در گیاه جذب می شود. میانگین غلظت فلز روی در برگ و ریزوم بر اساس (شکل ۲) در فصل زمستان به ترتیب ۵/۸۶ و ۱۱/۱۳ میکروگرم بر گرم بوده که این مقادیر از حد مسمومیت گیاهی توسط فلز روی (۵۰۰–۱۵۰۰ µg/g)

www.SID.ir

Archive of SID

میلی گرو بر گرم کمتر می باشد (Chaney,1989). مقادیر بدست آمده در محدوده بحرانی برای گیاه (µg/g ۲۰-۵) قرار دارد (Demirezen,2004). کادمیوم (Cd) فلزی سمی و غیرضروری برای گیاه است که در حضور روی در طبیعت وجود دارد. میانگین غلظت فلز کادمیوم در برگ و ریزوم بر اساس (شکل 3)در زمستان به ترتیب ۰/۱۳ و ۰/۲۳ میکروگرم بر گرم بوده که این مقادیر از حد مسمومیت گیاهی توسط فلز کادمیوم (µg/g ۷۰۰ -۵) کمتر بوده (Chaney,1989) و مقادیر بدست آمده در محدوده کادمیوم در گیاهان در مناطق غیر آلوده (µg/g ۲۰ -۵) قرار دارد (Demirezen,2004., Kabata-Pendias and Pendias , 2000). نیکل (Ni) از عناصر جزئی می باشد که دارای اثرات سمی بر گیاهان و دارای سرعت کند و خاصیت غیر انفعالی در رسوبات می باشد، البته از نحوه انتقال در گیاهان و فرم های شیمیایی آن در طبیعت اطلاعات چندانی در دست نمی باشد. میانگین غلظت فلز نیکل در برگ و ریزوم بر اساس (شکل 4) در زمستان به ترتیب ۰/۶۲ و ۰/۷۹ میکروگرم بر گرم می باشد که این مقادیر از حد مسمومیت گیاهی توسط فلز نیکل (بیش از۵ µg/g) کمتر بوده (Chaney,1989) و مقادیر بدست آمده در محدوده نیکل در گیاهان در مناطق غیر آلوده (0/5-5µg/g) قرار دارد (Demirezen , 2004, Kabata-Pendias and Pendias, 2000, Allen, 1989). سرب (Pb) از عناصر جزئی می باشد که اثرات سمی بر گیاهان می گذارد، البته سمیت سرب برای رشد گیاهان نسبت به سمیت روی در گیاهان کمتر است. میانگین غلظت فلز سرب در برگ و ریزوم بر اساس (شکل 5) در زمستان ۱/۴۲ و ۵/۳۱ میکروگرم بر گرم می باشد که این مقادیر از حد مسمومیت گیاهی توسط فلز سرب (۳۰۰ -۳۰ µg/g) کمتر بوده (Bonanno and Giudice,2010) و مقادیر بدست آمده در محدوده سرب در گیاهان در مناطق غیر آلوده (۳-۰/۰۵ µg/g) قرار دارد (Kabata-Pendias and Pendias, 2000, Allen,1989). همچنین نتایج (جدول۱) نشان داد که میانگین غلظت فلزات مورد مطالعه در رسوبات از سایر استاندارد های این جدول به جزء (U.S.EPA,1999 و Bowen,1979) پایین تر است،که این نتیجه می تواند دلیلی بر عاری یا کم بودن فلزات سنگین در منطقه باشد.

شاخص TF (Transfer Factor) یا ضریب انتقال که تحت عنوان نرخ تجمع بیولوژیکی شناخته می شود، توانایی گیاه در اهداف گیاه پالایی را برآورده می کند (Peng, 2008 ; Sasmaz *et al.,* 2008). نتایج ضریب انتقال که در جدول ۲ آورده شده نشان می دهد که بیشترین مقادیر این شاخص از ۰/۹۷ در نیکل تا ۰/۱۸ میکرو گرم بر گرم کمترین مقدار آن در سرب، متغییر است. طبق نظریات Kabata-Pendias and Pendias در سال ۲۰۰۰ ضریب انتقال ۱-۰/۰۱ به این معنی است که حالت تجمع و دسترسی در گیاه متوسط می باشد. در این تحقیق مقادیر فلزات سنگین در قسمت های مختلف گیاه لویی از مدل زیر پیروی می کند:

برگ های سبز < برگ های غیر سبز < ریزوم

این مدل توسط Bonanno و Giudice در سال ۲۰۱۰ و Dunbabin و Bowmer در سال ۱۹۹۲ گزارش شده است.

جدول ۲: ضریب انتقال و ضریب غنی سازی روی برای برگ، ریزوم و رسوب در لویی (*Typha latifolia*) در منطقه اروند و بهمنشیر در زمستان سال ۱۳۸۸

ردیف	Zn winter			Cd winter			Pb winter			Ni winter		
	ECL	ECR	TF	ECL	ECR	TF	ECL	ECR	TF	ECL	ECR	TF
۱	۰/۵۹	۱/۳	۰/۴۵	۰/۹۸	۱/۶۴	۰/۶	۰/۲۳	۰/۹۳	۰/۲۴	۰/۲	۰/۲۶	۰/۸
۲	۰/۶۸	۱/۲۵	۰/۵۴	۰/۹۱	۱/۵۸	۰/۵۷	۰/۱۷	۰/۹۳	۰/۱۸	۰/۲	۰/۳۱	۰/۶۶
۳	۰/۶۷	۱/۱۷	۰/۵۷	۰/۸۶	۱/۵۹	۰/۵۴	۰/۲۹	۰/۹	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۴۳	۰/۸۳
۴	۰/۶۹	۱/۲۴	۰/۵۵	۰/۸	۱/۴	۰/۵۷	۰/۲۵	۰/۹۶	۰/۲۶	۰/۳۹	۰/۴	۰/۹۷
۵	۰/۶۸	۱/۲۸	۰/۵۳	۰/۸۶	۱/۶۶	۰/۵۲	۰/۲۴	۰/۹	۰/۲۶	۰/۳۶	۰/۵۱	۰/۷
۶	۰/۶۲	۱/۳	۰/۴۷	۱/۱	۱/۷۴	۰/۶۳	۰/۲۹	۰/۹۳	۰/۳۱	۰/۲۵	۰/۴	۰/۶۲

مقادیر حاصل از ضریب انتقال (TF) در تحقیق از مدل زیر پیروی می کند :

TF = Ni > Cd > Zn>Pb

www.SID.ir

Archive of SID

در نهایت با بالا بودن میزان جذب روی و کادمیوم در ریزوم نسبت به رسوبات و جذب کمتر آن در برگ لویی به نظر می رسد می توان این نتیجه را گرفت که ریزوم *T. latifolia* می تواند به عنوان شاخص آلودگی در منطقه و به عنوان یک بیواندیکاتور (BioIndicator) در تشخیص این دو فلز سنگین کادمیوم و روی در منطقه کمک کند.

منابع

Allen ,S.E., 1989, Analysis of Ecological Materials, 2nd ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford. PP: 81-239.

Amaya-chavez, A., Martinez-tabche, L. and Lopez-lopez, E., 2006. Meyhel parathion toxicity to and removal effeiciency by *typha latifolia* in water and artificial sediments , Chemosphere.63, 1124-1129

Bonanno, G., Giudice, R.L., 2010. Heavy metal bioaccumulation by the organs of *Phragmites australis* (common reed) and their potential use as contamination indicators. Ecol. Indic., 10: 639-645.

Bowen, H.J.M., 1979. Trace Element in Biochemistry.Academic press,New york , 241-244

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 1999. Canadian environmental quality guidelines. Canadian Council of Ministers of the Environment ,Winnipeng.

Chaney, R.L., 1989. Toxic element accumulation in soil and crops: protecting soil fertility and agricultural food chains.In:BarYosef , B., Barrow , N. J., Goldshmid ,j.(Eds) ,Inorganic Contaminants in the Vadose Zone.Springer-Verlag,Berlin, 140-158

DeBusk, W., 1999. Wastewater Treatment Wetlands : Contaminant Removal Processe. Institude of Food and Agriculutre science. university of florida.

Demirezen, D. and Aksoy, A., 2004. Accumulation of heavy metal in *Typha angustifolia* (L) and *Potamogeton pectinatus*(L) living in Sultan Marsh (Kayseri and Turkey) ,Chemosphere.56, 685-696

Deng, H., Ye, Z.H. and Wong, M.H., 2006. Lead and zinc accumulation and tolerance in poulations of six wetland plants. Environ. Poll.141, 69-80

Dunbabin, J. and Bowmer, K.H., 1992. Potentioal use of constructed wetlands for treatmen of industrial wastewaters containing metals. Sci. Environ.111, 151-168

Epelde, L., Becerril, J., Hernandez-Allica, J., 2008. Functional diversity as indicator of the recovery of soil health derived from *thlaspi caerulescens* growth and metal phytoextraction. Appl. Soil. Ecol. 39 , 299-310

Juan, A.Z., Jeffery, S.P. and Peter, R.J., 2008. Influence of plants on the reduction of hexavalent chromium in wetland sediments.Environ.Poll.J. xx ,1-7

Kabata-Pendias, A. and Pendias, H., 2000. Trace Elements in Soils and Plants ,3rd ed., CRC Press ,Bocaraton ,New York

Kejian, P., Chunling, L., Wuxin, Y. and *et al.*, 2008. Manganese uptake and interactions with cadmium in the hyperaccumulator – *Phytolacca Americana* L.,J.Hazar. Mater. 154 , 674-681

Long, E.R., MacDonald, D.D., Smith, S.L. and Calder, F.D., 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concenterations in marine and estuarine sediments.Environ.Manag.19, 81-97

Maine, M.A., Sune, N., Hadad, H. and *et al.*, 2007. Influence of vegetation on the removal of heavy metals and nutrients in a constructed wetland. J. Environ. Manag.xx , 1-9

Manios, T., Stentiford, E.I. and Millner, P., 2003. Removal of heavy metals from a metalliferous water solution by *typha latifolia* plants and sewage sludge compost.Chemosphere.J , 53 , 487-494

Peng K, Luo C, Lou L, Li X, Shen Z., 2008. Bioaccumulation of heavy metals by the aquatic plants Potamogeton pectinatus L. and Potamogeton malaianus Miq. and their potential use for contamination indicators and in wastewater treatment. Sci. Total Environ. 392: 22-29.

Sasmmas, A., Obek, E. and Hasar, H., 2008. The accumulation of heavy metals in Typha latifolia L. grown in a stream carrying secondary effluent , Ecol.Engin.J.33, 278-284

Tandon, H.L.S., 1943. Methods of Analysis of Soils,Plants,Waters and Fertilisers.

USEPA, 1999. EPAs Beach Watch Program.U.S.Environmental Protection.Agency.EPA-823-F-99-004

Wrigh, D.J., Otte, M.L., 1999. Wetland plant effects on the biogeochemistry of metal beyond the rhizoosphere, Biol&Environ.99, 3-10

Yap, C.K., Noorhaidah, A., Azlan, A., Nor Azwady, A.A., Ismail, A., Ismail, A.R., Siraj, S.S. and Tan, S.G., 2009. Telescopium telescopium as potential biomonitors of Cu ,Zn , and Pb for the tropical interidal area , Ecotoxic. environ.safe.J.72, 496-506.

www.SID.ir