



اولین همایش دانشجویی مرتع و مرتع داری شرق کشور

بررسی اثرات آلاینده های فلزات سنگین بر گیاه *Stachys trinervis* و خاک زیر اشکوب در محدوده کارخانه سیمان بجنورد

مهیا باستانی صفدرآبادی^۱، محمد جنگجو^۲، ابوالفضل مساعدی^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی، گروه مرتعداری

۲. دانشیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی

Email: (mahyabastani@yahoo.com)

چکیده

تجمع فلزات سنگین نیکل، کادمیوم، سرب، آلومینیوم و کروم در اندام‌هایی هوایی و خاک مجاور ریشه گیاه مرتعی *Stachys trinervis* در مجاورت کارخانه سیمان بجنورد و در جهت مخالف باد غالب در مجاورت و ۱۵ کیلومتری کارخانه با ۸ نمونه خاک و گیاه مورد مقایسه قرار گرفت. غلظت کروم، نیکل و آلومینیوم در خاک تفاوتی بین دو سایت نداشت، در حالی که در عناصر کادمیوم، و سرب در مجاورت کارخانه بطور معنی‌داری بیشتر از سایت شاهد بود. مقادیر دو عنصر آلومینیوم و سرب در گیاه مجاورت کارخانه و شاهد تفاوتی نداشت، در حالی که عناصر نیکل، کادمیوم و کروم در نمونه‌های گیاهی مجاور کارخانه بیشتر بود. غلظت کادمیوم و سرب در خاک از استانداردهای جهانی از حد آستانه کمتر بود که نشان دهنده عدم وضعیت بحرانی از نظر این دو عنصر است. میانگین غلظت نیکل، کادمیوم و سرب در گیاه به ترتیب ۰,۱۱۰۲۵,۰۰۱ و ۱۶۷,۰۱۶۷ $\mu\text{g/g}$ بود که این عناصر از حد مسمومیت گیاه کمتر بودند. بطور کلی نتایج این تحقیق نشان دهنده مستعد بودن مراتع اطراف کارخانه برای افزایش عناصر سنگین و سمی خاک بویژه از نظر نیکل در خاک و بافت گیاهی است. با توجه به علاقه زیاد دام‌ها به چرا از این گیاه، و مصارف دارویی آن، می‌تواند برای سلامت ساکنان منطقه خطرناک باشد.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، گیاه سنبله‌ای، کارخانه سیمان بجنورد، رگرسیون، t-test

۱. مقدمه

آلوده شدن منابع آب و خاک و گیاه بر اثر فعالیت‌های بشر از مسایلی است که امروزه با پیشرفت علم و فناوری پدید آمده و چنانچه این روند ادامه یابد خطرات محیط زیستی جبران ناپذیری را بر سلامت جوامع انسانی بر جا می‌گذارد [۱۵]. یکی از نتایج نگران‌کننده پدیده آلودگی هوا ناشی از کارخانه‌های سیمان، تاثیرات آن بر روی پوشش گیاهی مناطق اطراف است. غبارات متصاعد شده از کارخانه‌های سیمان شامل بسیاری از عناصر سنگین مانند Mg, Cu, Cr, Hg Ni, Al, Cd, Zn, Pb و همچنین ترکیباتی نظیر فلوریدها، سولفات‌ها و کلرید است [۹]. از آن‌جا که گردوغبار سیمانقلیایی است، باعث قلیائی شدن خاک محدوده نفوذ (pH: 12 - 12.3) می‌شود که هم‌زمان بسیار بیشتر از pH نرمال (pH: 6.5 - 7.5)



اولین همایش دانشجویی مرتع و مرتع داری شرق کشور

برای رشد گیاهی باشد. از طرفی در اکوسیستم‌ها بخش‌کوئیم‌خشک‌آلاینده‌ها باشد بیشتر یعنی کم‌تر می‌آسیب‌ها یوار شد هم‌مشکل تراست. جوامع گیاهی موجود در این مناطق ضعیف، شکننده و با تولید ناچیز هستند که مقاومت کمتری نسبت به اثرات آلاینده‌ها دارند و چنانچه در غلظت‌های خارج از آستانه‌های سی‌قرار گیرند، با شدت مضاعفی تخریب می‌شوند [۱۰]. خروجی‌ها عناصر به‌صورت گردوغبار و مقادیر زیادی گاز با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متفاوت از مهم‌ترین‌ها ورود این عناصر به خاک، آب‌گیاهان مناطق اطراف می‌باشد [۸]. به‌این ترتیب تجمع فلزات سنگین جذب شده در اندام گیاه در غلظت‌های بسیار زیاد است. باعث کاهش رشد و تولید نسبی مراتع شده و از طرفی با تغذیه دام‌های منطقه از این مراتع موجب آلوده شدن زنجیره غذایی و به خطر افتادن سلامت جوامع انسانی می‌شود.

در مطالعه حاضر گیاه سنبله‌ای سه‌رگه‌ای با نام علمی *Stachys trinervis Aitch. & Hemsl* و خاک زیر اشکوب آن مورد بررسی قرار گرفته است. گیاه سنبله‌ای سه‌رگه‌ای در محدوده کارخانه سیمان بجنورد به وفور یافت می‌شود از طرفی در فاصله ۴ کیلومتری از کارخانه سیمان روستای کاره قرار دارد که دام‌های آن روستا از مراتع اطراف کارخانه چرا می‌کنند. حضور این گیاه در اطراف کارخانه می‌تواند نشان‌دهنده سازگاری این گیاه با شرایط خاص خاک و مهم‌تر از همه شرایط تحت آلودگی باشد، لذا هدف اصلی این تحقیق بررسی رابطه جذب عناصر سنگین در گیاه *Stachys trinervis* و میزان این عناصر و برخی از خصوصیات فیزیکی در خاک زیر اشکوب این گیاه است، تا بتواند شناخت روابط حاکم و تعمیم‌داند تا نتایج حاصل در مناطق مشابه، در زمینه‌های اصلاح و کاشت گیاهان مناسب و موثر در جهت بهبود مراتع و زیبا سازی صنایع مشابه اقدام نمود، تا علاوه بر زیبایی‌شناسی، در پاک‌سازی مراتع اطراف و جلوگیری از وارد شدن این آلاینده‌ها به زنجیره غذایی دام‌ها و در نهایت انسان‌ها بعمل آید.

۲. مواد روش‌ها

منطقه مطالعه: این پژوهش در منطقه اطراف کارخانه سیمان بجنورد در طول جغرافیایی 57° و $41'$ و $57''$ شرقی عرض جغرافیایی 37° و $27'$ و $37''$ شمالی انجام شد. برای بررسی ویژگی‌های غلظت نیکل، آلومینیوم، سرب، کروم و کادمیوم در اراضی مرتع در منطقه تأثیر پذیر از فرآیندهای تولید کارخانه سیمان، منطقه مورد بررسی با در نظر گرفتن جهت باد غالب (غربی - شرقی) و امکانات داخل محله‌آلودگی مربوط به سایر مراکز صنعتی انتخاب گردید. محل‌های نمونه برداری گیاه سنبله‌ای و خاک زیر اشکوب در دو منطقه نزدیک به کارخانه سیمان (۵۰۰ متری تا ۱۰۰۰ متری کارخانه در جهت باد غالب و دومی در فاصله ۱۵ کیلومتری دور از باد غالب خاک انجام شد.

معرفی گیاه سنبله‌ای سه‌رگه‌ای: گیاه *Stachys trinervis* متعلق به تیره Labiatae می‌باشد. گیاه هیبوتیه طول ۳۵ تا ۴۵ سانتی‌متر، منشعب و نسبتاً گسترده خوشخوارک، برای چرای دام است. محدود جغرافیایی این گونه در شمال شرق ایران (گرگان و خراسان) است. از ویژگی‌های این گونه‌ها می‌توان به طول دوره تولید گلوبذراست که از اردیبهشت شروع و تا شهریور ماه ادامه دارد [۴].

روش جمع‌آوری نمونه‌های گیاه و خاک: در هر یک از فواصل تعیین شده چهار نقطه تصادفی انتخاب و گیاه سنبله‌ای و به فاصله کمی دورتر از زیر اشکوب گیاه نمونه خاک برداشته شد. نمونه‌های خاک از عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری



اولین همایش دانشجویی مرتع و مرتع داری شرق کشور

برداشته شود در نهایت تعداد ۸ نمونه خاک و همچنین ۸ نمونه از اندام‌های هوایی گیاه سنبله‌ای برای تعیین غلظت با لاستخراج فلزات سنگین مورد نظر تهیه شد. نمونه‌ها در پلاستیک‌های در بسته به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

آماده سازی نمونه‌های خاک در آزمایشگاه جهت آنالیز عناصر سنگین: نمونه‌های خاک در برابر هوا خشکو

بهم کم‌چکش پلاستیکی کوبیده‌هاوز ال‌ک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس عصاره نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری عناصر سنگین برای قرائت با دستگاه جذب اتمی به روش جذب پلاسمای اتمی (ICP) تهیه شدند.

آماده سازی نمونه‌های گیاه در آزمایشگاه: نمونه‌ها در هوای آزاد خشک شده و با اسباب الکتریکی کاملاً پودر شدند سپس با ال‌ک صاف و باقی مراحل برای آماده سازی هضم جهت آنالیز عناصر سنگین برای نمونه‌های گیاهی مشابه مراحل فوق انجام شد.

تعیین pH و EC: میزان اسیدیته، در عصاره گل اشباع با دستگاه pH متر و برای بررسی وضعیت شوری خاک، هدایت الکتریکی در عصاره اشباع با دستگاه EC سنج تعیین گردید. محاسبات آمار و رسم نمودارهای مورد نیاز با نرم‌افزار Excel و پیرایش ۲۰۱۰ و نرم‌افزار Mini tab انجام شد.

۳. نتایج:

نتایج حاصل از آنالیز t-test در نمونه‌برداری‌ها بیانجام شد در خاک‌های عناصر کروم، آلومینیوم و نیکل مبین عدم وجود اختلاف معنی‌دار و عناصر کادمیوم و سرب دارای اختلاف معنی‌داری در دو سایت نزدیک به کارخانه و شاهد می‌باشد در گیاه سنبله‌ای عناصر آلومینیوم و سرب معنی‌دار نشده و برای عناصر نیکل، کروم و کادمیوم نشاندهند وجود اختلاف معنی‌دار در دو سایت می‌باشد. میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات غلظت با لاستخراج فلزات سنگین مورد نظر در نمونه‌های مختلف خاکو گیاه سنبله‌ای در جدول ۱ و ۲ نشان داده شد.

جدول ۱: مقایسه غلظت عناصر سنگین در خاک دو سایت کارخانه و شاهد

خاک							
سایت شاهد				سایت کارخانه			
عناصر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	P- value
Ni	۷,۹۴	۰,۲۶۲	۳۳,۰۱	۸,۸۱	۰,۰۹۴	۱۰,۶۶	۰,۵۵۲
Al	۳۱۴	۷۴,۳	۲۳,۶۷	۲۴۸,۲	۳۰	۱۲,۰۷	۰,۰۹۹
Pb	۰,۵۷۸	۰,۰۸	۱۳,۸۲	۰,۴۳۳	۰,۰۴	۹,۱	۰,۰۲۲
Cd	۰,۰۳	۰,۰۰۳	۹,۶۵	۰,۰۲۳۵	۰,۰۰۱۲۳	۵,۵	۰,۰۴۸
Cr	۳,۷۴	۰,۲۲۱	۵۹,۲۵	۴,۲۳	۰,۰۵۵	۱۳	۰,۶۸۵

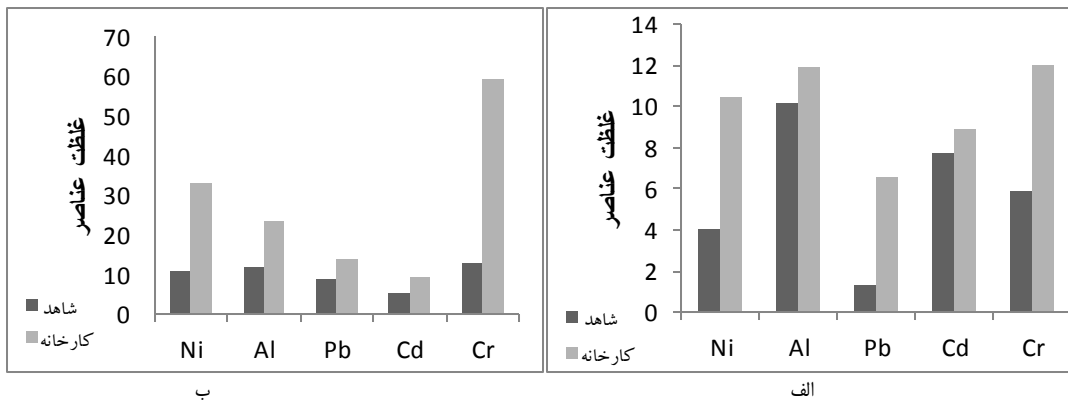
جدول ۲: مقایسه غلظت عناصر سنگین در گیاه سنبله‌ای در دو سایت کارخانه و شاهد

گیاه سنبله‌ای							
سایت شاهد				سایت کارخانه			
عناصر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	P- value
Ni	۰,۱۱۰۲۵	۰,۰۱۱۵۳	۱۰,۴۶	۰,۱۴۱۷۵	۰,۰۰۵۷۴	۴,۰۵	۰,۰۱۲



اولین همایش دانشجویی مرتع و مرتع داری شرق کشور

۰,۱۳۹	۱۰,۱۹	۶,۷۵	۶۶,۲۷	۱۱,۹۴	۶,۶۶	۵۵,۸۲	Al
۰,۲۴	۱,۳۴	۰,۰۲۳۶	۰,۱۷۶۷۵	۶,۵۸	۰,۰۱۱	۰,۱۶۷	Pb
۰,۰۵	۷,۷	۰,۰۰۶	۰,۰۰۷۵	۸,۸۸	۰,۰۰۶	۰,۰۰۶۵	Cd
۰,۰۴۳	۵,۸۸	۰,۰۰۶	۰,۱۰۱۵	۱۱,۹۹	۰,۰۰۹	۰,۰۷۶۲۵	Cr



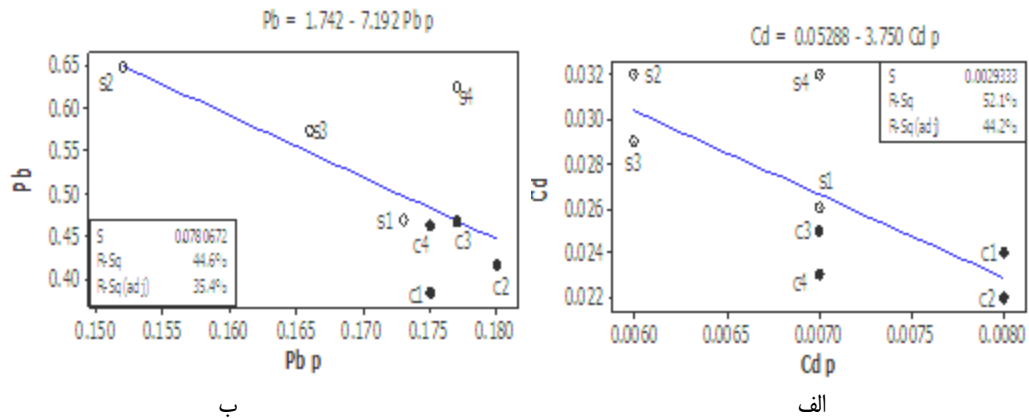
با توجه به نمودارها و جداول بالا در نمونه‌های خاک از بین ۵ عنصر اندازه‌گیری شده میانگینمیزان عنصر نیکل، کروم و آلومینیوم در خاک اطراف کارخانه نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. ولی میانگینمیزان عنصر کادمیوم سرب در خاک اطراف کارخانه نسبت به شاهد از مقدار بالاتری برخوردار بودند که تفاوت معنی‌داری را در جدول و نمودارها نشان داد. در گیاه سنبله‌ای نیز از بین ۵ عنصر اندازه‌گیری شده در سایت اطراف کارخانه نسبت به شاهد، میانگینمیزان عنصر آلومینیوم و سرب تفاوت معنی‌داری نداشت ولی میانگینمیزان عنصر کادمیوم، کروم و نیکل در گیاهان جمع‌آوری شده از اطراف کارخانه نسبت به گیاهان سایت شاهد از مقدار بالاتری برخوردار بودند و تفاوت معنی‌داری را نشان دادند.

بررسی pH و EC خاک: اسیدیته خاک در دو سایت شاهد و کارخانه به ترتیب ۷,۹۷۸ و ۷,۸۱۲۵ بود، که از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند و همچنین میزان هدایت الکتریکی در دو سایت شاهد و کارخانه به ترتیب ۲۴۳,۷۵ و ۵۹۲ میکروزیمنس بوده است که این دو نیز از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. ($P > 0.05$)

بررسی رابطه بین غلظت عناصر در گیاه و در خاک محیط ریشه: پس از تعیین میانگین غلظت فلزات سنگین در خاک و گیاه مورد نظر، اقدام به مقایسه میانگین فلزات در آنها و بررسی رابطه بین فلزات سنگین در خاک و گیاه از طریق رگرسیون گردید. نمودارهای ذیل وجود این رابطه را نمایش می‌دهند. (در اینجا فقط نمودارهای معنی‌دار آورده شده است)



اولین همایش دانشجویی مرتع و مرتع داری شرق کشور



شکل ۲: الف: مقایسه غلظت فلز Cd در گیاه و میزان آن در خاک (Cd): نمونه خاک، Cd p: نمونه گیاه، ب: مقایسه غلظت فلز Pb در گیاه و میزان آن در خاک (Pb): نمونه خاک، Pb p: نمونه گیاه)

بالفایز فلزات سنگین در

خاکا کیستگاهها میخلف، در گیاهان نیز میزان جذب با افزایش میباید که البته به دست آوردن این نتیجه می تواند توان گیاه را در جذب فلزات سنگین نشان دهد. توضیح این نکته ضروری است که رگرسیون در سرب با اختلاف بسیار کمی معنی دار نیست ($0.05 > 0.07$) ولی بررسی این عنصر میتواند رابطه جذب آن توسط گیاه و میزان سرب در خاک را نشان دهد. با در دست داشتن اطلاعاتی در بار همقادی آلایندهها ی شیمیایی مورد نظر در منطقه مطالعاتی مقایسه آنها با حدود استانداردهای بینالمللی، میتوان بار آلودگی شیمیایی منطقه را از این نظر یقینتخمین زد. هواقدماتیبرای پیشگیری یو یا احیاناً جلوگیری از منابع ورود یا نینوعاً آلایندهها انجام داد. جهت بررسی وضعیت آلودگی خاک محدود هصنعتیسیمان بجنورد از نظر غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه (Pb و Cd)، میانگین غلظت این فلزات با میانگین غلظت در استانداردهای جهانی همچون NOAA, CCME, USEPA, Bowen (مورد مقایسه هرقارگفت [۱۳، ۱۹، ۲۰، ۲۱]).

جدول ۳: مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین رگرمبرگرم در خاک سایت کارخانه بار خیا استانداردهای جهان

سایت کارخانه	استاندارد آمریکا NOAA (Long et al., 1995) ^۱		استاندارد محیط زیست کانادا (CCME, 1999) ^۴		USEPA ^۷ , 1999 Bowen, 1979		عناصر مورد مطالعه
	ERL ^۲	ERM ^۳	ISQGS ^۵	PEL ^۶	HAL ^۸	LAL ^۹	
۷,۹۴	۲۰,۹	۵۱,۶	۱۵,۹	۴۲,۸	۵۰	۳	Ni
۰,۵۷۸	۴۶,۷	۲۱۸	۳۰,۲	۱۱۲	۲۱۸	۲	Pb
۰,۰۳	۱,۲	۹,۶	۰,۷	۴,۲	۹,۶	۰,۰۴	Cd
۳,۷۴	۱,۲	۹,۶	-	-	-	-	Cr

اختصارات و منابع: ۱: National Oceanic Atmospheric Administration. ۲: Effects Rang Love (Long et al., 1995). ۳: Canadian Council of Ministers of the Environment. ۴: Effects Rang Medium (Long et al., 1995). ۵: Probable Effects Level (CCAME, 1999). ۶: Canadian Interim Marine Sediment Quality (CCAME, 1999). ۷: United State Environmental Protection Agency. ۸: Highest Alert level (USEPA, 1999., Bowen, 1979). ۹: Lowest Alert Level (USEPA, 1999., Bowen, 1979).



اولین همایش دانشجویی مرتع و مرتع داری شرق کشور

۴. بحث و نتیجه گیری

کادمیوم

از فلزات سنگین بود هواز تر کبیات کاتالیستیمورداستفاده در صنایع است

در تمام اکوسیستمها عماد آب، هوا، غذا و گیاهان یافت می شود [۱۲]. این عنصر به دلیل مایل تر کبیکی کمبافاز هایتبیتکننده خاک (اکسیدها و کلاتها) دارا یقابلیت جذب زیاد توسط گیاههاست. [۱۴]. میانگین غلظت کادمیوم در خاک و گیاه در دو سایت مطالعه حاضر معنی دار بود. طبق جدول ۳ مشخص گردید که غلظت کادمیوم (۰,۰۳ میکرو گرم بر گرم) در خاک سایت کارخانه زودو استاندارد محیط زیست کانادا (CCME (ISQGS و NoAA از حد آستانه کمتر بود که نشان دهنده عدم وضعیتی بحرانی کادمیوم در خاک محدود مطالعه از دیدگاه این دو استاندارد می باشد و با اینکه از حد پایین استاندارد USEPA, Bowen (LAL) نیز کمتر است [۲۱]. با توجه به اطلاعات بدست آمده در تحقیق حاضر، منطقه مورد مطالعه در حد مناطق غیر آلوده قرار می گیرد ولی با توجه به مقدار این عنصر در زمین های مجاور کارخانه در آینده مستعد آلوده شدن به این فلز هستند، بنابراین نیاز به اقدامات پیشگیرانه در جهت عدم افزایش فلز کادمیوم در محدوده مطالعاتی میباشد. کادمیوم فلزی غیر ضروری و سمی برای گیاه است [۱۳]. با افزایش مقدار Cd در خاک غلظت این عنصر در بافت های گیاهی زیاد می شود، مگر در گیاهانی که مکانیسمی متفاوت دارند. در واقع مقدار Cd در گیاه شدیداً وابسته به مقدار این عنصر در خاک و نوع گونه گیاهی دارد. پاسخ به تنش Cd در گیاهان عالمی یکی پدیده پیچیده است [۲۷]. کادمیوم، اثرات سمی بر رشد و نمو و فعالیتها متابولیکی گیاهان دارد [۳۱]. غلظت عنصر در گیاه مقدار $0.065 \mu\text{g/g}$ بوده است که این مقدار از حساسیت گیاهان مختلف به Cd موجود در محلول غذایی (۰,۲ تا $0.9 \mu\text{g/g}$) کمتر می باشد. و مقدار بدست آمده در حد مناطق غیر آلوده قرار دارد. غلظت Cd اگر به $3 \mu\text{g/g}$ برسد رشد را کاهش می دهد. حد مسمومیت گیاهی ($5-70 \mu\text{g/g}$) و حد بحرانی آن در گیاه $5-30 \mu\text{g/g}$ می باشد [۲]. علایم مسمومیت شامل بروز لکه های زردی، لکه های خشکیدگی بر روی برگ و پس از آن ریزش برگ ها و جلوگیری از فتوسنتز کامل و جذب و انتقال عناصر معدنی در گیاه، می باشد [۲].

سرب یک فلز سمی ترین فلزات سنگین شناخته شده است. غلظت سرب در خاک منطقه مورد مطالعه از حد پایین دامنه استاندارد های جدول ۳ کمتر است (0.578 میکرو گرم بر گرم). بنابراین سایت مجاور کارخانه در ارتباط با این عنصر در مناطق غیر آلوده قرار می گیرد [۲۱]. سرب، یک عنصر ضروری برای گیاهان نیست، اما به راحتی جذب و در قسمت های مختلف گیاه انباشته می شود و اثر سمی بر گیاهان می گذارد [۲۸]. میانگین غلظت سرب در گیاه سنبله ای سه رگه ای، مقدار $16.7 \mu\text{g/g}$ می باشد که این مقدار از حد مسمومیت گیاهی یعنی $30-300 \mu\text{g/g}$ کمتر می باشد [۲].

نیکلاز جمله فلزات پر کاربرد در صنعت می باشد غلظت های نیکل در محیط به علت مصرف سوخت های فسیلی ناشی از نیروگاه ها، معدن،

پالایشگاه ها و سوزاندن مواد زائد است [۱۲]. و طبق جدول با اینکه از دو استاندارد محیط زیست کانادا (CCME (ISQGS و NoAA از حد آستانه کمتر میباشد ولی در مقایسه با استاندارد USEPA, Bowen (LAL)، مقدار این فلز از حد پایین بیشتر بوده که هشدار برای آلوده شدن این مناطق به فلز نیکل در آینده می باشد. مقدار کروم از حد پایین استاندارد آمریکا NoAA بالاتر می باشد که از این نظر نیز هشدار برای خاک های این منطقه در آینده می باشد.

نیکل همچنین از عناصر جزئی می باشد که دارای اثرات سمی بر گیاهان و دارای سرعت کند و خاصیت غیر انفعالی در رسوبات می باشد [۱۳]. در بررسی نتایج گیاه سنبله ای تفاوت میانگین غلظت نیکل در دو سایت معنی دار بود. نیکلاضافه در خاک باعث آلودگی و غلظت آن در گیاهان می شود. نیکل به عنوان یک عنصر ضروری در گیاهان مطرح می باشد و غلظت آن بالا



اولین همایش دانشجویی مرتع و مرتع داری شرق کشور

در گیاهان باغچه زرد پدیدار گیاهان کاهش میزانتولید می شود. میانگین غلظت نیکل در گیاه محدود همورد مطالعه طبق جدول شماره ۲، $0.11 \mu\text{g/g}$ می باشد که این مقدار از حد مسمومیت گیاهی یعنی $5 \mu\text{g/g}$ کمتر است [۱۳].

ارتباط مستقیم بین وجود مواد سنگین در گردوغبار کارخانه های سیمان و تغییرات رویشی در گونه های مختلف گیاهی و اثرات مضر آنها توسط Iqbal و Shafiq (۲۰۰۷)، زرگری و همکاران، در سال ۲۰۰۸، اندرسون (۱۹۱۴) G. C. Kisku و همکاران (۱۹۹۹) Darley و همکارانش (۱۹۹۶) و Stuart Chapin و همکارانش در سال ۲۰۰۴ گزارش شده است.

بنابراین، بررسی پوشش گیاهی موجود در مناطقی صنعتی که غلظت های بالایی از فلزات سنگین را دارا هستند، از اهمیت به سزایی برخوردار است و می تواند منجر به شناسایی گونه های گیاهی مناسب برای پاکسازی خاک از فلزات سنگین شود. همچنین بر اساس این نتایج، تصور می شود که بین غلظت این فلزات در خاک و غلظت آنها در نمونه های گیاهی منطقه یک ارتباط منطقی و مستقیم وجود دارد. این مطالعات پیشنهاد می کنند که غلظت فلزات سنگین در خاک تحت تاثیر عوامل بسیاری تغییر می کند و این می تواند میزان تجمع آنها را به صورت غیر مستقیم در گیاه تحت تاثیر قرار دهد [۶].

حدود مجاز ورود فلزات سنگین به خاکبر اساس گونه های گیاهی تعیین می گردد زیرا تحمل گیاهان به انواع فلزات سنگین متفاوت است. بنابراین نوع گونه گیاه عامل مهمی است که در رابطه با تعیین میزان آلودگی فلزات سنگین تاثیر دارد. غلظت و اولیة فلزات سنگین در محیط زیست، میزان سمیت آنها را مشخص می نماید. علاوه بر این، عوامل دیگری در خاک مانند PH، CEC، مواد آلی و بافت خاک نیز در تعیین غلظت فلزات سنگین توسط گیاهان تاثیر فراوانی دارند. با توجه به تحقیقات انجام شده در این پژوهش میتوان گیاه سنبله ای سه رگه ای را به عنوان گیاهی که فلزات را در بخش هوایی خود کمتر ذخیره می کند معرفی نمود و بر اساس مشاهدات صحرائی غبارات موجود بر روی گیاه سنبله ای می تواند از طریق چرای دام وارد چرخه غذایی انسانها شود. با توجه به پراکنش زیاد گیاه سنبله ای در اطراف کارخانه سیمان باید مسئولین کارخانه در خروجی دودکش ها از فیلترهای مناسب جهت جلوگیری از خروج آلاینده ها و غبارات گردد. انجام مطالعات آناتومیکی و مشاهده تغییرات ساختاری در تنش فلزات سنگین می تواند به فهم تاثیرات سمیت این عناصر در گیاهان اطراف صنایع کمک کند.

۵. منابع:

۱. الماسی، ع، اسدی، ف، محمدی، م، فرهادی، ف، عطا فر، ز، خامو طیان، ر، محمدی، ا، (۱۳۹۲)، بررسی میزان آلاینده های خروجی از دودکش کارخانه سیمان ساکنان کرمانشاه در سال ۱۳۹۰ - ۹۱ فصلنامه بهداشت در عصره، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی دانشکده بهداشت، دوره ۱، شماره ۲، تابستان، صفحات ۳۶ تا ۴۳.
۲. پایش، ا، بنتون، ج، (نویسندگان)، عابدی، م، هنرجو، ن، (مترجمان)، مرجع عناصر کمیاب، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ اول، زمستان ۸۲.
۳. پناهی، ن، (۱۳۹۲)، استفاده از گیاهان مرتعی در حذف فلزات سنگین از خاک، www.zistboom.com تاریخ انتشار: ۸ دی ۱۳۹۲.
۴. جنگجو، م، ملتی، ف، آتشی، ز، وطنپور، م، (۱۳۹۲)، معرفی سه گونه پهلوه ای *Convolvulus commutatus* Stachys trinervis Aitch. & Hems1 و Prangos latiloba Korov، Boiss. در مراعات استان خراسان شمالی،

فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و مراتع ایران، جلد ۲۰، شماره ۱، صفحه ۱۴۵-۱۶۰.



اولین همایش دانشجویی مرتع و مرتع داری شرق کشور

۵. چهرگانی، ح.، (۱۳۹۰)، بررسی عملکرد فیلترهای کیسه‌ای جهت کنترل غبار در کارخانه سیمان تهران و بهینه‌سازی آن، شرکت سیمان تهران و مرکز تحقیقات دانشگاه علم و صنعت ایران
۶. ذوفن، پ.، سعادت خواه، ع.، رستگارزاده، س.، (۱۳۹۲)، مقایسه توانایی تغلیظ فلزات سنگین در پوشش گیاهی منطقه اطراف صنایع فولادسازی در جاده بندر امام-ماهشهر، اهواز، مجله زیست شناسی گیاهی، دوره پنجم، شماره ۱۶، تابستان ۱۳۹۲، صفحه ۴۱ تا ۵۶.
۷. رضایی کهخا، م.، کیخوایی، م.، رضایی، ه.، (۱۳۹۰)، بررسی میزان فلزات سنگین در خاک کشاورزی و گیاهان آبیاری شده با فاضلاب شهری زابل، فصلنامه دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی زابل، سال سوم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰.
۸. شایان کیا، س.، پایشوکنترل‌آلاینده‌های خروجی (گردوغبار) در صنایع سیمان، (مطالعه موردی: شرکت سیمان سپاهان)، معاونت فناوری‌های نوین - واحد ایمنی و آشناسازی.
۹. شریعت، آ.، عصاره، م.، ح.، (۱۳۸۵)، تأثیر سطوح مختلف عناصر سنگین بر جوانه‌زنی و نیور شدگی چهارچهره سه‌گون‌هاکالیپتوس، تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، دوره ۱۴، شماره ۱، صفحه ۳۸ تا ۴۶.
۱۰. صادقی‌روش، م.، ح. و خراسانی، ن.، (۱۳۸۵)، بررسی آثار گردوغبار ناشی از صنایع سیمان بر تنوع تراکم پوشش گیاهی، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دور هدم، شماره یک، بهار ۸۸، ۱۰۷-۱۱۹.
۱۱. طاهرزاده موسویان، م.، طاهر یابکنار، ک.، (۱۳۹۱)، اثرات رسوب آلودگی‌های گردوغبار کارخانه های سیمان روی گونه های گیاهی اطراف کارخانه، اولین کنفرانس بین المللی صنعت سیمان، انرژی و محیط زیست، ۲۳ الی ۲۵ بهمن ماه ۱۳۹۱.
۱۲. عباسی انارکلی، س.، د.، کمالآبادی، س.، عبدلی، س.، گشتاسب، ح.، صمدیخادم، ش.، حسینی، ح.، متین، آ.، (۱۳۹۱)، بررسی تجمع فلزات سنگین نیکل، کادمیوم، سرب در خاک گیاهان محدودده صنعتی پتروشیمی سازند، دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشگاه تهران.
۱۳. قنادپور، ج.، زندمقدم، ا.، وصفاهیه، ع. ر.، (۱۳۸۹)، تجمع فلزات سنگین سرب، روی، نیکلو کادمیوم در گیاه *Typha latifolia* و رسوبات رودخانه اروند و بهمنشیر در فصل زمستان. مجله هتالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال دوم، شماره پنجم، پاییز ۱۳۸۹، صفحات ۲۹ - ۳۶.
۱۴. محمدی، ص.، کریمی، ن.، خان احمدی، م.، اثر کادمیوم بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه *Isatis cappadocica* اولین همایش ملی گیاه پالایی، کرمان ۲۷ بهمن ۱۳۹۰.
۱۵. نوروزی، س.، اردستانی، م.، غضبان، ف.، خسرو تهرانی، خ.، (۱۳۸۷)، بررسی اثرات زیست محیطی عناصر مس، کروم، کادمیوم نیکل در آب و خاک جنوب غربی شهرستان مبارکه، مجله انسان و محیط زیست، شماره ششم، بهار ۱۳۸۷، صفحه ۵۶ - ۶۳.
۱۶. هودجی، م.، جلالیان، ا.، (۱۳۸۳)، پراکنش آهن، روی و سرب در خاک و محصولات کشاورزی در منطقه استقرار مجتمع فولاد مبارکه، مجله محیط شناسی، شماره ۳۶، زمستان ۱۳۸۳، صفحه ۱۵-۲۶.



اولین همایش دانشجویی مرتع و مرتع داری شرق کشور

۱۷. هودجی، م.، جلالیان، ا.، ۱۳۸۳، پراکنش نیکل، منگنز و کادمیوم در خاک و محصولات کشاورزی در منطقه‌های استقرار مجتمع فولاد مبارکه، مجله علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، شماره سوم.

18. Anderson, P. J., The effect of dust from cement mills in the setting of fruit, *Plant World* 17.
19. Bowen, H.J.M., 1979. Trace Element in Biochemistry. Academic press, New York, 241-244
20. CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 1999. Canadian environmental quality guidelines. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.
21. Chaney, R.L., B., Barrow, N. J., Goldshmid, J. (Eds) 1989. Toxic element accumulation in soil and crops: protecting soil fertility and agricultural food chains. In: Bar Yosef, Inorganic Contaminants in the Vadose Zone. Springer - Verlag, Berlin, 140-158.
22. Darley, E. F., Middleton, J. T., (1996), Problems of air pollution in plant pathology, *Journal of Annual Review of Phytopathology*, 4: 103-118.
23. Iqbal, M.Z., Shafiq, M. 2007, Periodical Effect of Cement Dust Pollution on the Growth of Some Plant Species, *Turk J Bot*, V 12, 79 – 14 pp.
24. Kisku, G. C., Barman, S. C., & Bhargava, K., (2000), Contamination of soil and plants with potentially toxic elements irrigated with mixed industrial effluent and its impact on the environment, *Journal of Water, Air, and Soil Pollution*, 120: 121–137.
25. Mingorance, M.D., Valdés, B., Rossini Oliva S., Strategies of heavy metal uptake by plants growing under industrial emissions, *Environment International* 33 (2007) 514–520.
26. Salvagio Manta, D., Angelone, A., Bellanca, A., Neri, R., Sprovieri, M., (2002), Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy, *Journal of the Science of the Total Environment* 300 229–243.
27. Sanita di Toppi, L. & Gabbriellini, R., (1999), Response to cadmium in higher plants, *Journal of Environmental and Experimental Botany*, 41: 105–130
28. Sharma, P., Shanker Dubey, R., (2005), Toxic metals in plants, Lead toxicity in plants, *Journal of Brazilian Plant Physiology*. vol.17 no.1 Londrina Jan./Mar.
29. Schuhmacher, M., Domingo, J.L., & Garreta, J., (2004), Pollutants emitted by a cement plant: health risks for the population living in the neighborhood, *Journal of Environmental Research* 95: 198–206.
30. SINGH, J., WAL, M. A. and NARAYAN, D., (1994), Effect of power plant emissions on plant community structure, *Journal of Ecotoxicology* 3, 110-122.
31. Yadav, S.K. (2010) Heavy metal toxicity plants: an overview on the role of glutathione and phytochelatins in heavy metal stress tolerance of plants. *South African Journal of Botany*. 76:167-179.
32. Zargari, F., Hekmatshoar, H., Dilmaghani, A. & Pasban Eslam, B., (2008), Chemical and physical properties of Soofian's cement dust and its effect on some aspects of growth in two cultivars of sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Journal of Environmental Research And Development* Vol. 3 No. 1: 20 – 29.