جذب آرسنیک توسط ۵ نوع سبزیجات در دو خاک آلوده طبیعی و یک خاک تیمار شده با این عنصر

محمدتقی کوهیان افضل

مدرس دانشگاه جامع علمی کاربردی و پیام نور

آرزو احمدزاده چالشتری

عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور

چکیده:

هدف از این تحقیق بررسی تاثیر تیمارهای مختلف آرسنیک در خاک بر غلظت این عنصر در گیاه و مقایسه سمیت دو خاک آلوده طبیعی و یک خاک تیمارشده با آرسنیک بود. این آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی در گلخانه دانشگاه صنعتی اصفهان با دو نوع خاک روستاهای چشمه ایاز و ابراهیم آباد(خاک های آلوده طبیعی به آرسنیک) و خاک لورک (خاک تیمار شده با آرسنیک) و پنج گونه گیاه شامل لوبیا، شاهی، اسفناج، کاهو و تربچه انجام شد. نتایج نشان داد که در خاکهای چشمه ایاز و ابراهیم آباد بیشترین غلظت آرسنیک در اندام هوایی و ریشه به ترتیب در گیاه تربچه و گیاه کاهو مشاهده گردید. گیاه کاهو در خاک ابراهیم آباد با میانگین غلظت آرسنیک7 /34 و 6 / 36 به ترتیب در اندام هوایی و ریشه بالاترین میزان جذب را در میان تمام ازمایشات نشان داد .در خاک لورک با افزایش غلظت آرسنیک در تیمارهای مختلف جذب این عنصر در ریشه و اندام هوایی کلیه گیاهان کشت شده افزایش یافت. در گیاهان کشت شده در این خاک ها علایمی چون نکروز، کلروز و به تاخیر افتادن گلدهی و رشد مشاهده گردید.

واژگان کلیدی : آلودگی خاک، آرسنیک، جذب در گیاه، کردستان.

مقدمه

آلودگی عناصر سنگین در خاک به یک مشکل حاد زیست محیطی تبدیل شده است. در سالهای اخیر بسیاری از کشورها به بحران آلودگی آرسنیک در آب آشامیدنی و یا خاک مبتلا شده اند در بسیاری از مناطق جهان فرایندهای بیوژئوشیمیایی باعث انتشار و آلودگی آبهای زیرزمینی شده و این مسئله در برخی مناطق حادتر است. مشکل اصلی آلودگی به آرسنیک در کشورهای بنگلادش، هند، تایوان و برخی از کشورهای آمریکای جنوبی مانند آرژانتین و مکزیک و همچنین برخی از مناطق شهری و روستایی ایران از جمله استان کردستان وجود دارد. (مظفریان و همکاران، ۱۳۸۵) گیاهان مختلف بسته به پتانسیل جذب، مقادیر متفاوتی آرسنیک را از خاک دریافت میکنند و لذا به همان نسبت میتوانند در پالایش خاک مفید واقع شوند. علایم ظاهری سمیت آرسنیک در گیاهان شامل پژمردگی برگها و کاهش رشد ریشه و ساقه است که این علایم به همراه بیرنگی ریشه و نکروز برگها در قسمت حاشیه و نوک برگ، نشاندهنده جلوگیری از جذب آب توسط ریشه و در نهایت به وجودآورنده مرگ گیاه است). طبق مطالعه انجام شده توسط مهردادی و همکاران میزان آرسنیک در آب 9 روستای شهرستان بیجار و 13 روستای شهرستان قروه در استان کردستان بالاتر از ماکزیمم سطح آلاینده های آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) بود. با توجه به اینکه تاکنون مطالعهای در مورد جذب آرسنیک در گیاهان مختلف در منطقه کردستان صورت نگرفته بود، لذا هدف این تحقیق بررسی تاثیر تیمارهای مختلف آرسنیک در خاک بر غلظت این عنصر در گیاه و مقایسه سمیت دو خاک آلوده طبیعی سنندج و یک خاک تیمارشده با این عنصر بود.

مواد و روشها

در این تحقیق از پنج گیاه شامل لوبیا شاهی اسفناج کاهو و تربچه استفاده شد. خاکهای مورد مطالعه، از روستاهای بیجار استان کردستان به نامهای ابراهیم آباد و چشمه ایاز (با توجه به بالا بودن میزان آرسنیک طبیعی) و همچنین مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان در لورک بودند. نمونه برداریها از عمق ۳۰ سانتیمتری و از چندین نقطه متفاوت انجام شد. از خاکها قبل از کاشت و پس از برداشت محصول نیز نمونه برداری انجام گردید. پس از خشک شدن خاکها در معرض هوا و پس از کوبیده شدن؛ از الک ۲ میلیمتری گذرانده شده و جهت انجام آزمایشات به آزمایشگاه انتقال یافتند. خصوصیاتی مانند pH، هدایت الکتریکی، ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، بافت، عناصر غذایی پر مصرف، غلظت فلزات سنگین برای نمونه خاکهای مورد نظر اندازه گیری شد. طراحی این آزمایشات در قالب طرح کاملا تصادفی به صورت فاکتوریل با چهار تکرار در گلدانهای پنج کیلوگرمی در گلخانه، انجام شد. تیمارهای اعمال شده آرسنیک(اکسید آرسنیک) فقط بر روی خاک لورک و شامل مقادیر صفر، ۵۰ ۱۵۰ و ۲۵۰ میلیگرم در کیلوگرم آرسنیک بود، که با خاکهای سنندج مورد مقایسه قرار گرفت. اعمال تیمارهای آرسنیک به صورت محلول و اسپری بر روی خاک بود که پس از آن گلدانها از خاک مورد نظر پر گردید. مقدار بذر مصرفی برای هر گیاه بسته به نوع آن متفاوت بود به طوری که بذرهای درشت کمتر و بذرهای ریز مانند شاهی بیشتر کشت شدند. پس از سبز شدن بذرها، تنک کردن گیاهان به منظور ایجاد فضای کافی برای رشد انجام شد. آبیاری گلدانها هر ۳ الی ۴ روز انجام میشد به صورتی که آب از ته گلدان بیرون نیاید. هر هفته یکبار گلدان ها کاملا جابجا میشدند تا شرایط محیطی برای همه آنها یکسان باشد. در این آزمایش از سموم آفت کش استفاده نگردید. نمونه برداری از گیاهان به طوری بود که گیاه لوبیا سبز در مرحله گلدهی یعنی ۴۸ روز پس از کاشت، اسفناج و کاهو ۵۵ روز و تربچه و شاهی ۴۵ روز پس از کاشت قبل از مرحله گلدهی برداشت شدند. پس از آن نمونه ها کاملا با آب مقطر شسته شده، سپس ریشه و اندام هوایی هر گیاه از محل یقه جدا و پس از توزین و انتقال به پاکتهای کاغذی، به مدت ۴۸ ساعت در آون تهویه دار در حرارت ۶۵ درجه سانتیگراد خشک شدند. بعد از پودر شدن برای انجام تجزیههای لازم جهت تعیین غلظت کل عناصر سنگین با استفاده از دستگاه XRF به آزمایشگاه منتقل شدند. غلظت آرسنیک در اندام هوایی و ریشه گیاهان تعیین گردید.

نتایج و بحث

برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. از نظر EC این خاکها جزء خاکهای غیرشور بوده و محدودیتی برای رشد گیاه ندارند. غلظت مواد غذایی پر مصرف نیز در حد مناسب و قابل قبول هستند با توجه به نتایج به دست آمده در جدول 2 نیز میتوان بیان کرد که غلظت فلزات سنگین در خاکهای مورد مطالعه، به جز غلظت آرسنیک در خاکهای سنندج در حد نرمال بوده و در حد سمیت نمی باشند. در نتیجه تفاوت اصلی این خاکها مقدار آرسنیک اولیه آنهاست به طوری که غلظت کل آرسنیک در خاکهای چشمه ایاز و ابراهیم آباد به ترتیب ۷ و ۹ برابر این مقدار در خاک لورک است. مقایسه عملکرد خاکها در جدولهای ۳ و ۵ در رابطه با میانگین غلظت آرسنیک در گیاهان خاک تیمارشده لورک و چشمه ایاز سنندج نشان میدهند که به جز لوبیا و شاهی، در بقیه گیاهان میزان این عنصر در خاک چشمه ایاز در اندام هوایی گیاهان کشت شده بالاتر از خاک لورک بود، اما برعکس اندام هوایی، در خاک لورک مقدار بالاتری آرسنیک در ریشه نسبت به خاک چشمهایاز جذب شد. به طور مثال میانگین غلظت در تیمارهای مختلف تربچه در خاک لورک در اندام هوایی و ریشه به ترتیب ۱۱/۹ و ۱۷/۸ در مقایسه با ۱۵ و ۱۶/۹ میلیگرم در کیلوگرم در خاک چشمه ایاز می باشد. این در حالی است که میزان آرسنیک قابل تحمل در محصولات کشاورزی ۰/۲ میلیگرم در کیلوگرم، میزان سمیت آن ۵-۲۰ میلیگرم در کیلوگرم و میزان نرمال آن در گیاهان ۱-۱/۷ میلیگرم در کیلوگرم می باشد. در مورد خاک ابراهیم آباد نیز در اندام هوایی – به جز لوبیا و شاهی- میانگین غلظت آرسنیک نسبت به خاک لورک بالاتر بود. اما برخلاف خاک چشمه ایاز، در ریشه این میزان در خاک ابراهیم- آباد بالاتر از خاک لورک بود. برای نمونه میانگین غلظت در تیمارهای مختلف کاهو در خاک لورک در اندام هوایی و ریشه به ترتیب ۱۰/۶ و ۱۹/۱ مقایسه با ۳۴/۷ و ۳۶/۲ میلیگرم در کیلوگرم در خاک ابراهیم آباد می باشد. وقتی خاک شاهد لورک با خاکهای سنندج مقایسه شدند، مشخص شد که تقریبا در همه موارد میزان جذب آرسنیک در ریشه و اندام هوایی خاکهای سنندج نسبت به خاک لورک بسیار بالاتر بود. علت این امر بالا بودن میزان آرسنیک کل این دو خاک نسبت به خاک شاهد لورک می باشد(جدول ۲). از طرفی بافت خاکهای سنندج سبکتر از خاک لورک بوده و لذا میزان جذب آرسنیک در آنها بالاتر است. با توجه به نتایج جدول ۳ در خاک چشمه ایاز سنندج، بیشترین میزان غلظت این عنصر در اندام

هوایی و ریشه در تربچه به ترتیب ۱۵ و ۱۶/۹ میلیگرم در کیلوگرم بود. در بقیه گیاهان روند تغییرات به صورت زیر بود:

شاهی <لوبیا <اسفناج~کاهو <تربچه هوایی اندام

لوبیا <کاهو <شاهی <اسفناج <تربچه ریشه

در خاک ابراهیم آباد در ریشه و اندام هوایی روند جذب آرسنیک در گیاهان یکسان بود.

لوبیا <شاهی <اسفناج <تربچه <کاهو ریشه و هوایی اندام

در گیاهان کشت شده در این خاک مانند دیگر خاکها، ریشه نسبت به اندام هوایی میزان بالاتری آرسنیک در خود

انباشته نمود که این امر نشان می دهد که ریشه گیاهان پتانسیل بالاتری در تجمع این عنصر) دارند. (جدول ۴

غلظت آرسنیک در ریشه و اندام هوایی تمام گیاهان کشت شده در خاک لورک در تیمارهای اعمال شده به طور معنی داری با افزایش غلظت آرسنیک در خاک افزایش یافت. در این خاک بیشترین میزان جذب آرسنیک در اندام هوایی و ریشه مربوط به گیاه شاهی که به ترتیب میانگین غلظت ۱۹ و ۲۰/۵ میلیگرم در کیلوگرم بود که میتوان روند جذب آرسنیک را در این خاک به صورت زیر بیان کرد

لوبیا ~کاهو <تربچه <اسفناج <شاهی هوایی اندام

لوبیا<اسفناج ~تربچه <کاهو <شاهی ریشه

جدول۵- اثر تیمارهای آرسنیک در گیاهان در خاک لورک

گیاه	تیمار آرسنیک (mg/kg)	غلظت آرسنیک (mg/kg)*		میانگین غلظت آرسنیک در گیاهان (mg/kg)*	
		اندام	ریشه	اندام	ریشه
تربچه	شاهد	۲/۹^{d}	۱/۷	۱۱/۹^{c}	۱۷/۸^{c}
	۵۰	۴/۶^{c}	۴/۸		
	۱۵۰	۱۲/۴^{b}	۱۷^{b}		
	۲۵۰	۲۷/۷^{a}	۴۷/۷		
اسفناج	شاهد	۵/۰۰^{d}	۴/۶	۱۳/۴^{b}	۱۷/۵^{d}
	۵۰	۶/۳^{c}	۱۴/۶		
	۱۵۰	۱۸/۳^{b}	۲۲/۵		
	۲۵۰	۲۴^{a}	۲۸/۲		
کاهو	شاهد	۲/۷^{d}	۱/۶	۱۰/۶^{d}	۱۹/۱^{b}
	۵۰	۵/۲^{c}	۴/۶^{c}		
	۱۵۰	۱۳/۲^{b}	۱۷/۲		
	۲۵۰	۲۱/۱^{a}	۵۳/۱		
لوبیا	شاهد	۱/۳^{d}	۶/۲	۱۰/۵^{d}	۸/۷^{e}
	۵۰	۶/۴^{c}	۷/۳		
	۱۵۰	۱۲/۳^{b}	۹/۴		
	۲۵۰	۲۳^{a}	۱۲^{a}		
شاهی	شاهد	۲/۲^{d}	۱/۸	۱۸/۹^{a}	۲۰/۴^{a}
	۵۰	۵/۵^{c}	۱۹/۵		
	۱۵۰	۲۵/۷^{b}	۱۷/۷		
	۲۵۰	۴۲/۴^{a}	۴۲/۸		

جدول۳- میانگین غلظت آرسنیک در گیاهان در خاک چشمه ایاز

گیاه	غلظت آرسنیک(mg/kg)*	
	اندام هوایی	ریشه
تربچه	۱۵^{a}	۱۶/۹^{a}
اسفناج	۱۳/۵^{b}	۱۵/۲^{b}
کاهو	۱۳/۸^{b}	۱۳/۳^{d}
لوبیا	۷/۸^{c}	۸^{e}
شاهی	۴/۴^{d}	۱۳/۸^{c}

جدول ۴- میانگین غلظت آرسنیک در گیاهان در خاک ابراهیم آباد

گیاه	غلظت آرسنیک(mg/kg)*	
	اندام هوایی	ریشه
تربچه	۲۳/۷^{b}	۳۰/۴^{b}
اسفناج	۱۶/۹^{c}	۱۹/۲^{c}
کاهو	۳۴/۷^{a}	۳۶/۲^{a}
لوبیا	۹/۷^{e}	۱۰/۲^{e}
شاهی	۱۵/۸^{d}	۱۸/۲^{d}

***در هر ستون و برای هر گیاه میانگین هایی که دارای حروف مشابه‌اند فاقد تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد(آزمون دانکن) می باشند.**

نتایج دیگری که از این تحقیق حاصل شد تاثیر غلظت آرسنیک بر رشد گیاهان کشت شده بود که باعث بازدارندگی رشد در این گیاهان گردیده و علایمی چون نکروز، کلروز و تاخیر گلدهی مشاهده گردید که این مسئله به وضوح در خاکهای سنندج و خاک لورک با افزایش غلظت آرسنیک قابل رویت بود. یکی از دلایل بالا بودن میزان آرسنیک جذبی در خاکهای چشمه ایاز و ابراهیم آباد نسبت به خاک لورک؛ بافت خاک است. بافت خاک از جمله مهمترین فاکتورهای تاثیرگذار بر روی میزان جذب آرسنیک در گیاه می باشد. از آنجا که در خاکهای سبک نسبت به خاکهای سنگین جذب آرسنیک در گیاه بیشتر است در خاک لورک به دلیل دارا بودن بافت سنگینتر نسبت به خاک های چشمهایاز و ابراهیم آباد؛ غلظت آرسنیک در اندام هوایی کمتر بود. از طرفی نیز می توان بیان کرد که در خاک لورک علی رغم اعمال تیمار ۲۵۰ میلیگرم در کیلوگرم، غلظت آرسنیک در گیاه نسبت به دو خاک سنندج کمتر است که علت این امر میتواند غلظت آرسنیک محلول در خاک باشد که این میزان میتواند در دو خاک سنندج بالاتر باشد. از دیگر عوامل موثر در میزان جذب PH خاک است. در مطالعهای مشخص شد که با کاهش pH اکسیدهای آهن و آلومینیوم حلالیت بیشتری دارند و باعث افزایش سمیت آرسنیک در گیاهان می شوند به دلیل عدم وجود کارخانجات صنعتی در اطراف منطقه نمونه برداری در سنندج و نیز عدم وجود آتشفشان در آن مناطق و کلا نبودن شواهد مبنی بر دخالت انسان در آلودگی خاکهای سنندج، به احتمال قوی آلودگی آرسنیک خاکهای سنندج ناشی از مواد مادری آلوده خاک بوده و نیز این مواد مادری به احتمال زیاد از نوع شیل می باشد(به دلیل بالاتر بودن غلظت آرسنیک در شیل ها نسبت به دیگر سنگ ها). همچنین احتمال می رود خاکهای سنندج به دلیل دارا بودن غلظت آرسنیک کل دارای ذخایر سولفیدی بالا(مانند پیریت) باشند. تلستوس و همکاران چهار گونه گیاهی تربچه، هویج، اسفناج و لوبیا را در سه نوع خاک متفاوت کشت کردند که نتایج آن نشان داد که با افزایش غلظت آرسنیک در خاک، میزان آن در کلیه گیاهان مورد مطالعه افزایش یافت؛ که مشابه نتایج این پژوهش است و نیز در کلیه گیاهان آن به جز لوبیا غلظت آرسنیک در ریشه بالاتر از اندام هوایی بود. این نتیجه را آنجلاگولز نیز گزارش کرده،

که در یک آزمایش گلخانه ای با افزایش غلظت آرسنیک در خاک، غلظت آرسنیک در ریشه ها نسبت به اندام هوایی بالاتر بود و همراه با این افزایش عملکرد گیاهان کاهش یافت.

منابع

مظفریان، ک. س. س .مدائنی .م .خشنودی. (1385) .ارزیابی عملکرد فرایند اسمز معکوس در حذف آرسنیک آب. .مجله آب و فاضلاب**60** . 22-28

Angela Gulz, P. (2003). Arsenic uptake of common crop plants from contaminated soils and intraction with phosphate. ETH 14879.

Kabata-Pendias, A.a.H.P. (2000). Trace Elements in soils and plants, ed. 3th. CRC press.
london,Bocaraton:.

Mehrdadi, N. G.R. Nabibidendi. T. Nasrabadi. H. Hoveidi. and M. A. a. M. A. Shojaee.
(2009). Monitoring the Arsenic Concentration in Groundwater Resources, Case Study:
Ghezel ozan Water Basin, Kurdistan, Iran. Asian Journal of Chemistry. **21**: 446-450.

Naidu, R. P. Bhattacharya.(2009). Arsenic in the environment—risks and management
strategies. Environmental Geochemistry Health. **31**:1–8.

Tlustos, P. J. Szakova. D. Pavlikova. J. Balik. and A.Hanc. (2002). The accumulation of
arsenic and cadmium by different species of vegetables. ISHS Acta Hortivulture 571.

Woolson, E.A.J.H. Axley. P.C. Kearney.(1971). Chemistry and phytotoxicity of arsenic in soils. I. Contaminated field soils. Soil Science Society. American . Proces.United States. 35(6).