محور مقاله: آلودگی خاک و آب و سلامت محصولات کشاورزی

بررسی تأثیر سطوح آلودگی سرب بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در چهار رقم گندم

عاطفه توکلی*[۱]، احمد گلچین[۲]، سمانه عبداللهی[۳]

[۱] کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۳] دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

چکیده

خطرات بهداشتی ناشی از تجمع فلزات سنگین در زنجیره غذایی و ورود آن‌ها به بدن انسان و اثراتشان بر روی سلامتی انسان امروزه کاملاً شناخته شده است. به‌منظور بررسی تأثیر سطوح آلودگی سرب بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم چهار رقم گندم یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در شرایط گلخانه به اجرا درآمد. تیمارها شامل شش سطح آلودگی خاک به سرب (صفر، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم سرب بر کیلوگرم خاک از منبع نیترات سرب [$Pb(NO_3)_2$] و چهار رقم گندم (زارع، پیشگام، میهن و اوروم) بودند که در ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارها اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ($P<0.01$) بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه گندم داشتند و کم‌ترین غلظت این عناصر در سطح ۴۰۰ میلی‌گرم سرب بر کیلوگرم خاک مشاهده شد. همچنین در رقم پیشگام بیش‌ترین غلظت نیتروژن و فسفر و در رقم میهن بیش‌ترین غلظت پتاسیم مشاهده گردید.

کلمات کلیدی: اوروم، پیشگام، زارع، فلز سنگین و میهن.

مقدمه

هرگونه تغییر در ویژگی‌های اجزای تشکیل دهنده محیط به‌طوری‌که عملکرد طبیعی و تعادل زیستی آن را مختل کند و به شکل مستقیم یا غیرمستقیم حیات موجودات زنده را به خطر اندازد آلودگی محیطزیست نامیده می‌شود (Alloway, 1995). آلوده شدن محصولات کشاورزی با فلزات سنگین از یک‌سو منجر به کاهش کیفیت محصولات کشاورزی و از سوی دیگر تهدیدی جدی برای سلامت انسان است لذا بررسی آلودگی فلزات سنگین از جنبه‌های زیست‌محیطی بسیار حائز اهمیت هستند (Arora et al., 2008; Kabata_Pendias, 2011; Christou et al., 2014). اطلاعات منتشر شده نشان می‌دهد که یکی از مهم‌ترین نگرانی‌های عموم مردم جهان ایمنی و بهداشت مواد غذایی و اثرات آن بر روی سلامتی انسان می‌باشد و به همین دلیل در گستره جهانی تحقیقاتی که در رابطه با آلودگی مواد غذایی به آفت‌کش‌ها، فلزات سنگین و سموم می‌باشد، افزایش یافته است (Sharma et el., 2007). سرب به‌عنوان یک فلز سنگین در منابع طبیعی جهان به اشکال مختلفی وجود دارد و در حال حاضر یکی از فلزات کمیابی[۲]است که به‌طور گسترده در سطح جهانی، توزیع شده است (Tangahu et al., 2011). سرب زمانی که در مقادیر زیاد در محیط وجود داشته باشد در انسان سمیت شدید ایجاد می‌کند و از آنجا که Pb^{2+} زیست‌تخریب‌پذیر نیست، زمانی که خاک را آلوده کند برای مدت‌زمان طولانی در خاک باقی‌مانده و اثرات زیان‌باری بر سیستم بیولوژیکی می‌گذارد (Pehlivan et al., 2009). سرب به دلیل تحرک بسیار کمی که در خاک دارد بیشتر در لایه سطحی خاک (صفر تا ۲۰ سانتی‌متری) تجمع نموده و دارای آلودگی طولانی‌مدت است و درصورتی‌که اقدامات اصلاحی انجام نگیرد، سطوح بالای سرب هرگز به حالت طبیعی باز نمی‌گردد (Tangahu et al., 2011). سطوح سرب در گیاه، اغلب در ارتباط با مقدار سرب موجود در محیط است (Vesk and Alloway, 1997).

سلیم[۳]و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که با افزایش غلظت سرب در خاک، غلظت سرب در گیاه تربچه، نیز افزایش یافت. موضوع آلودگی در اراضی کشاورزی با در نظر گرفتن آلودگی احتمالی محصولات تولید شده، اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. در بین محصولات کشاورزی گندم به علت جایگاه ویژه‌ای که در جیره غذایی بشر دارد، از سوی دیگر خاک‌هایی که تحت تنش فلزات سنگین به‌ویژه سرب و کادمیوم هستند و تحت کشت گندم قرار می‌گیرند می‌توانند باعث انتقال این عناصر به چرخه غذایی انسان شوند و سلامت بشر را به مخاطره بیندازند. هدف از این پژوهش بررسی ارقام مختلف گندم تحت تنش فلز سنگین سرب می‌باشد.

* ایمیل نویسنده مسئول: atefehtavakoli92@gmail.com

[2] Trace Metal

[3].Salim

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت گلخانه‌ای در اوایل تابستان ۱۳۹۶ به مدت شش ماه در گلخانه گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان اجرا گردید. برای انتخاب خاک مورد نظر جهت اجرای آزمایش، چند نمونه خاک، از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری اراضی اطراف پژوهشکده دانشگاه زنجان تهیه و به گلخانه منتقل گردید. نمونه‌های خاک ابتدا هوا خشک شده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش را در جدول ۱ مشاهده می‌نمایید. به‌منظور ارزیابی مقاومت ارقام مختلف گندم به فلز سنگین سرب یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه زنجان به اجرا درآمد. تیمارها شامل ۶ سطح آلودگی خاک به سرب (صفر، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) از منبع نیترات سرب [$Pb(NO_3)_2$] و ۴ رقم گندم (اوروم، پیشگام، زارع و میهن) بودند. نحوه آلوده کردن خاک بدین صورت بود که ابتدا برای هر سطح آلودگی مقدار نمک نیترات سرب محاسبه و پس از توزین، در ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد و بر روی نمونه خاک ۵ کیلوگرمی به‌طور کامل و یکنواخت اسپری شد. بعد از خشک شدن، نمونه تیمار شده را در گلدان‌های پلاستیکی ریخته و بعد از برچسب زدن، گلدان‌ها با افزودن آب مقطر به رطوبت ظرفیت زراعی (FC) رسانیده شدند و وزن نهایی گلدان‌ها یادداشت گردید. با توجه به این‌که برای آلوده کردن خاک با سرب از نمک نیترات سرب استفاده شده بود میزان نیتروژن کلیه تیمارها با افزودن نیترات آمونیوم (NH_4NO_3) یکسان شدند. سپس برای به تعادل رسیدن خاک‌های تیمار شده در گلدان‌ها به مدت دو ماه دوره‌های تر و خشک شدن اجرا گردید. داده‌های به‌دست آمده از آزمایش به کمک نرم‌افزار آماری SAS در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت و جداول تجزیه واریانس تشکیل شد. مقایسه میانگین داده‌ها نیز به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ و ۱ درصد و رسم نمودارها به کمک نرم‌افزار Excel صورت پذیرفت.

جدول ۱: نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

ویژگی	واحد	مقدار
شن	درصد	۶۵/۵
رس	درصد	۱۷/۱
سیلت	درصد	۱۷/۴
بافت خاک	-	Sandy loam
اسیدیته (گل اشباع)	-	۷/۸
هدایت الکتریکی	دسی زیمنس بر متر	۰/۹
رطوبت ظرفیت مزرعه	درصد	۲۱
کربن آلی	درصد	۰/۶۰
کربنات کلسیم معادل	درصد	۱۱/۹۰
نیتروژن کل	درصد	۰/۳
فسفر قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۱۱
پتاسیم قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۴۶۰
سرب قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۵/۶۵

نتایج و بحث

تأثیر سطوح مختلف سرب بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم بخش هوایی و ریشه گیاه گندم

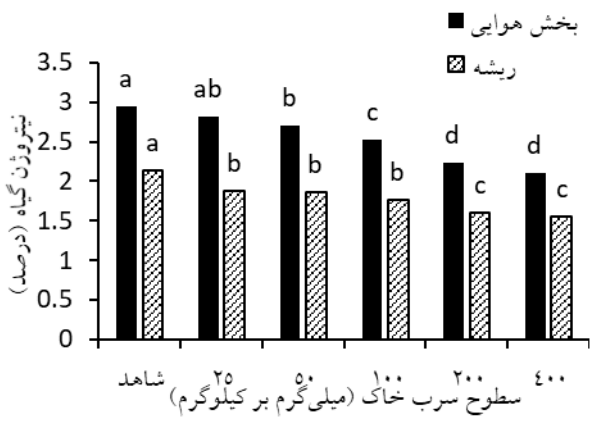
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، نشان داد که افزایش سرب خاک، اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ($p < ۰/۰۱$) بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم بخش هوایی و ریشه گیاه گندم داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش غلظت سرب در خاک، غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم بخش هوایی و ریشه گیاه گندم کاهش یافت. به‌طوری‌که در غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم سرب بر کیلوگرم خاک غلظت نیتروژن بخش هوایی و ریشه به ترتیب ۲۸/۲۳ و ۲۷/۵۷ درصد نسبت به تیمار شاهد (بدون سرب) کاهش داشتند (شکل ۱). البته همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود تفاوت معنی‌داری در غلظت نیتروژن بخش هوایی و ریشه گندم بین سطوح ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم سرب در کیلوگرم خاک وجود ندارد. همچنین در غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم سرب بر کیلوگرم خاک غلظت فسفر بخش هوایی و ریشه به ترتیب ۶۰/۷۱ و ۶۴/۵۸ (شکل ۲) و غلظت پتاسیم بخش هوایی و ریشه به ترتیب ۳۱/۰۳ و ۴۶/۷۷ درصد (شکل ۳) نسبت به تیمار شاهد (بدون سرب) کاهش یافتند.

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم بخش هوایی و ریشه گیاه گندم

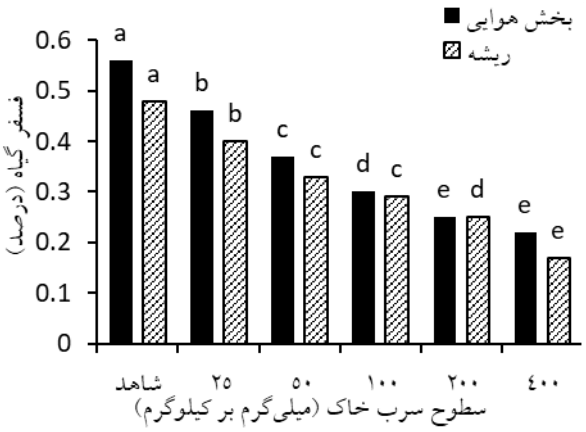
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		غلظت نیتروژن		غلظت فسفر		غلظت پتاسیم	
		بخش هوایی	ریشه	بخش هوایی	ریشه	بخش هوایی	ریشه
سطوح سرب	۵	۱/۳**	۰/۵۵**	۰/۲۱**	۰/۱۵**	۱/۶۷**	۰/۴۹**
نوع رقم گندم	۳	۰/۲۳**	۰/۰۶**	۰/۰۲**	۰/۰۳**	۰/۶۲**	۰/۱۴**
سطوح سرب × نوع رقم گندم	۱۵	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۳*	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۱**
خطا آزمایش	۴۸	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۲	۰/۰۰۴
ضریب تغییرات درصد	-	۴/۵۱	۶/۵۴	۸/۵۸	۱۲/۴۳	۵/۹۶	۶/۶۱

**و * به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار و ns اختلاف معنی‌دار نیست.

علی پاداش و همکاران (۱۳۹۵) کمبود نیتروژن در اثر افزایش غلظت سرب در محیط را در گیاه ریحان گزارش کردند. شارما و دوبی[1](۲۰۰۵) گزارش کردند که غلظت‌های بالای سرب در خاک باعث عدم تعادل عناصر غذایی در گیاه می‌گردد. به‌طوری‌که سرب مانع از ورود کاتیون‌ها (پتاسیم، کلسیم، منیزیم، منگنز، روی، مس و آهن) و آنیون‌ها (نیترات‌ها) به درون ریشه و انتقال آن به بخش هوایی گیاه می‌شود. کاهش مقدار پتاسیم گیاه در محیط حاوی سرب به این علت است که شباهت این دو یون در اندازه شعاع هیدراته و رقابت برای ورود به داخل سلول، باعث می‌شود پروتئین‌های انتقال دهنده آن‌ها در تشخیص دچار اشتباه شوند، بنابراین سرب به‌راحتی از طریق ناقل‌های با تمایل کم نسبت به پتاسیم وارد سلول می‌شود و جذب پتاسیم کاهش می‌یابد (Molassiotis et al., 2006).

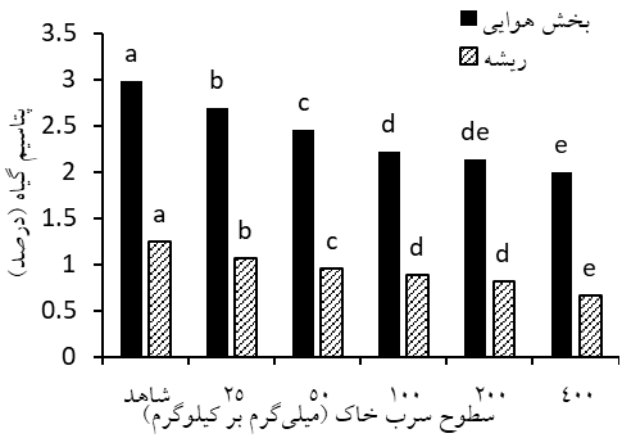


شکل ۱ـ تأثیر سطوح مختلف سرب بر غلظت نیتروژن بخش هوایی و ریشه گیاه گندم



۲ـ تأثیر سطوح مختلف سرب بر غلظت فسفر بخش هوایی و ریشه گیاه گندم

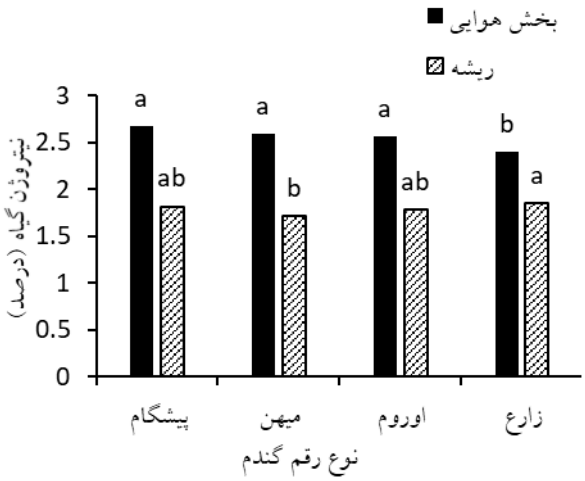
[1] Sharma and Dubey



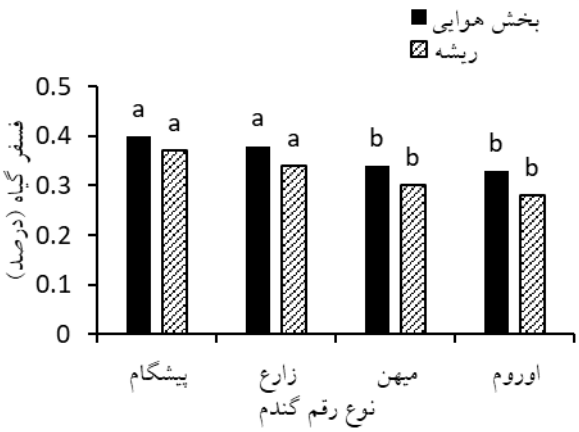
شکل ۳ـ تأثیر سطوح مختلف سرب بر غلظت پتاسیم بخش هوایی و ریشه گیاه گندم

تأثیر رقم گندم بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم

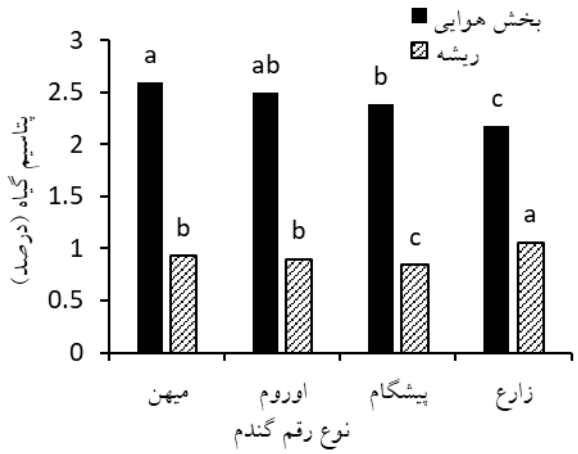
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، نشان داد که رقم گندم، اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ($p < ۰/۰۱$) بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم بخش هوایی و ریشه گیاه گندم داشت (جدول ۲). بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت نیتروژن بخش هوایی به ترتیب مربوط به ارقام پیشگام (۲/۶۷ درصد) و زارع (۲/۴ درصد) بود. هم‌چنین رقم زارع (۱/۸۶ درصد) و رقم میهن (۱/۷۲درصد) به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت نیتروژن ریشه را نشان دادند (شکل ۴). بیش‌ترین غلظت فسفر بخش هوایی و ریشه به ترتیب با میانگین‌های ۰/۴ و ۰/۳۷ درصد متعلق به رقم پیشگام و کم‌ترین غلظت فسفر بخش هوایی و ریشه به ترتیب با میانگین‌های ۰/۳۲ و ۰/۲۸ درصد متعلق به رقم اوروم بود. هرچند تفاوت معنی‌داری از نظر آماری بین ارقام پیشگام و زارع و بین ارقام میهن و اوروم در غلظت فسفر بخش هوایی و ریشه مشاهده نگردید (شکل ۵). همچنین بیش‌ترین غلظت پتاسیم بخش هوایی از رقم میهن (۲/۶ درصد) و کم‌ترین غلظت پتاسیم بخش هوایی از رقم زارع (۲/۱۷ درصد) به دست آمد. هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت پتاسیم ریشه نیز به ترتیب در رقم زارع (۱/۰۶ درصد) و رقم پیشگام (۰/۸۵ درصد) اندازه‌گیری شد (شکل ۶).



شکل ۴- تأثیر ارقام مختلف گندم بر نیتروژن بخش هوایی و ریشه



شکل ۵- تأثیر ارقام مختلف گندم بر فسفر بخش هوایی و ریشه



شکل ۶- تأثیر ارقام مختلف گندم بر پتاسیم بخش هوایی و ریشه

اثرات متقابل سطوح مختلف سرب و نوع رقم گندم بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم بخش هوایی و ریشه گیاه گندم

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، نشان داد که اثر متقابل سطوح سرب خاک و نوع رقم گندم بر غلظت نیتروژن و پتاسیم بخش هوایی و غلظت فسفر ریشه معنی‌دار نبود. درحالی‌که بر غلظت نیتروژن ریشه در سطح احتمال پنج درصد ($p < ۰/۰۵$) و بر غلظت فسفر بخش هوایی و پتاسیم ریشه در سطح احتمال یک درصد ($p < ۰/۰۱$) معنی‌دار شد (جدول ۲). بیش‌ترین غلظت نیتروژن ریشه با میانگین ۲/۲۷ متعلق به رقم زارع و تیمار شاهد (بدون سرب) بود. درحالی‌که کم‌ترین غلظت نیتروژن ریشه از ارقام میهن و زارع و سطح ۴۰۰ میلی‌گرم سرب بر کیلوگرم خاک به ترتیب با میانگین‌های ۱/۵۱ و ۱/۴۹ درصد به دست آمد (جدول ۳). بیش‌ترین غلظت فسفر بخش هوایی از رقم پیشگام و تیمار شاهد (بدون سرب) به میزان ۰/۷ درصد و کم‌ترین غلظت فسفر بخش هوایی از ارقام میهن و اوروم و سطح ۴۰۰ میلی‌گرم سرب بر کیلوگرم خاک به میزان ۰/۲ درصد به دست آمد (جدول۳). بیش‌ترین غلظت پتاسیم ریشه در رقم زارع و تیمار شاهد (بدون سرب) به میزان ۱/۴۳ درصد و کم‌ترین غلظت پتاسیم ریشه در رقم پیشگام و سطح ۴۰۰ میلی‌گرم سرب بر کیلوگرم خاک به میزان ۰/۴۴ درصد مشاهده گردید. (جدول۳).

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح مختلف سرب خاک و نوع رقم گندم بر غلظت نیتروژن و پتاسیم ریشه و فسفر بخش هوایی در ارقام مختلف گندم

سطوح سرب	نوع رقم گندم	غلظت نیتروژن ریشه	غلظت فسفر بخش هوایی	غلظت پتاسیم ریشه
میلی‌گرم بر کیلوگرم		درصد		
شاهد	زارع	۲/۲۷ a	۰/۵۵ b	۱/۴۳ a
	پیشگام	۲/۰۵ bc	۰/۷ a	۱/۱۸ b
	میهن	۲/۰۱ cd	۰/۵ bc	۱/۲۳ b
	اوروم	۲/۲۳ ab	۰/۵۱ bc	۱/۱۱ bc
۲۵	زارع	۱/۹۵ cde	۰/۴۸ bcd	۱/۲۳ b
	پیشگام	۱/۸۰ defg	۰/۵۱ bc	۱ cd
	میهن	۱/۷۹ defg	۰/۴۵ cde	۱/۱ bc
	اوروم	۱/۹۷ cde	۰/۴۱ def	۰/۹۸ cde
۵۰	زارع	۱/۹۳ cde	۰/۴۰ efg	۱/۰۹ bc
	پیشگام	۱/۹۴ cde	۰/۳۸ efg	۰/۹۲ defg
	میهن	۱/۷۶ efg	۰/۳۴ fgh	۰/۸۸ defgh
	اوروم	۱/۸۲ def	۰/۳۴ fgh	۰/۹۳ def
۱۰۰	زارع	۱/۹۷ cde	۰/۳۳ gh	۰/۹۷ cdef
	پیشگام	۱/۸۱ efg	۰/۳۰ hi	۰/۸۳ efghi
	میهن	۱/۶۸ fgh	۰/۳۰ hi	۰/۸۶ defghi
	اوروم	۱/۶۱ fgh	۰/۲۷ hij	۰/۸۷ defgh

۲۰۰	زارع	۱/۵۸ gh	۰/۲۷ hij	۰/۸۸ defgh
	پیشگام	۱/۷۰ fgh	۰/۲۵ ij	۰/۷۳ hi
	میهن	۱/۶۰ fgh	۰/۲۵ ij	۰/۸۳ efghi
	اوروم	۱/۵۶ gh	۰/۲۴ ij	۰/۸۲ fghi
۴۰۰	زارع	۱/۴۹ h	۰/۲۴ ij	۰/۷۷ ghi
	پیشگام	۱/۷۰ fgh	۰/۲۴ ij	۰/۴۴ j
	میهن	۱/۵۱ h	۰/۲ j	۰/۷۰ i
	اوروم	۱/۵۸ gh	۰/۲ j	۰/۷۳ hi

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل نشان داد که غلظت‌های بالای سرب خاک برای گیاه گندم سمی بود و باعث کاهش غلظت عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم)، گیاه گندم گردید. همچنین در رقم پیشگام غلظت بیش‌تری از عناصر نیتروژن و فسفر مشاهده گردید که نشان‌دهنده کارا بودن این رقم نسبت به ارقام دیگر در جذب نیتروژن و فسفر در شرایط تنش سرب است و رقم میهن بیش‌ترین جذب پتاسیم در شرایط تنش آلودگی خاک به سرب را نشان داد.

منابع

پاداش، ع.، قنبری، ا. و اصغری پور، م. ۱۳۹۵. اثر سالیسیلیک اسید بر غلظت برخی عناصر غذایی، پروتئین و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ریحان (Ocimum basilicum) تحت تنش سرب. *زیست‌شناسی گیاهی ایران*. ۸ (۲۷)، ۱۷-۳۲.

Alloway, B. J. 1995. Heavy metals in soil. Blackie Academic and Professional. London. England.

Arora, M., Kiran, B., Rani, S., Rani, A., Kaur, B. and Mittal, N. 2008. Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources. Food Chemistry, 111(4): 811-815.

Christensen, T. H. 1984. Cadmium soil sorption at low concentrations: I. Effect of time, cadmium load, pH, and calcium. Water, Air, and Soil Pollution, 21(1-4): 105-114.

Kabata-Pendias, A. 2011. Trace elements in soils and plants. CRC press.

Molassiotis, A. N., Sotiropoulos, T., Tanou, G., Kofidis, G., Diamantidis, G. and Therios, E. 2006. Antioxidant and anatomical responses in shoot culture of the apple rootstock MM 106 treated with NaCl, KCl, mannitol or sorbitol. Biologia Plantarum, 50(3), 331-338.

Pehlivan, E., Ozkan, AM., Dinc, S. and Parlayici, S. 2009. Adsorption of Cu2+ and Pb2+ ion on dolomite powder,"Journal of Hazard Materi. Vol, 167(3) 1044–1049.

Salim, R., Al-Subu, MM. and Attallahm A. 1993. Effects of root and foliar treatments with lead, cadmium and copper on the uptake, distribution and growth of radish plants. Environmen International, 19(4): 393-404.

Sharma, P. and Dubey, R. S. 2005. Lead toxicity in plants. Brazilian Journal of Plant Physiology, 17(1), 35-52.

Sharma, R. K., Agrawal, M. and Marshall, F. 2007. Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India. Ecotoxicology and Environmental Safety, 66(2), 258-266.

Tangahu, BV., Sheikh Abdullah, SR., Basri, H., Idris, M., Anuar, N. and Mukhlisin, M. 2011. A Review on HeavyMetals (As, Pb, and Hg) Uptake by Plants through Phytoremediation. Hindawi Publishing Corporation International Journal of Chemical Engineering Volume.

Vesk, P. A. and Allaway, W. G. 1997. Spatial variation of copper and lead concentrations of water hyacinth plants in a wetland receiving urban run-off. Aquatic Botany, 59(1-2), 33-44.

Topic for submission: Soil and Water Pollution and Crop Health

Effect of lead pollution on nitrogen, phosphorus and potassium concentrations in four wheat cultivars

Tavakoli*[1], A., Golchin[2], A., Abdollahi[3], S.

[1] M.Sc. Graduate, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

[2] Professor, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

[3] Ph.D. Graduate, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

Abstract

The health risks associated with the accumulation of heavy metals in the food chain and their entry into the human body and their effects on human health are well known today. In order to investigate the effect of lead contamination levels on nitrogen, phosphorus and potassium concentrations of four wheat cultivars, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design in greenhouse conditions. The treatments included six levels of soil contamination to lead (0, 25, 50, 100, 200 and 400 mg/kg soil) from lead nitrate source [$Pb(NO3)_2$] and four wheat cultivars (Zare, Pishgam, Mihan and Uroum) Which were studied in three replications. The results of the analysis of variance showed that the treatments had a significant effect on the concentration of nitrogen, phosphorus and potassium of wheat plant at a probability level of 1%. The lowest concentration of these elements was observed at the level of 400 mg/kg of soil. Also, the highest concentrations of nitrogen and phosphorus were observed in Pishgam cultivar, and the highest concentration of potassium was observed in Mihan cultivar.

Keywords: Heavy metal, Mihan, Pishgam, Uroum and Zare

* Corresponding author, Email: atefehtavakoli@gmail.com