[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.74.10.4]

[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.74.10]

تأثیر برخی اصلاح‌کننده‌های آلی بر ویژگی‌های رویشی و غلظت کادمیوم، روی و سرب در ذرت در یک خاک آلوده به عناصر سنگین

شفق مولایی، حسین شیرانی، محسن حمیدپور*، حسین شکفته و علی اصغر بسالت پور[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۷/۲۶)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر اصلاح‌کننده‌های آلی (ورمی‌کمپوست، پوست پسته و پوسته میگو) بر تثبیت کادمیوم، روی و سرب در یک خاک آلوده و قابلیت دسترسی این عناصر توسط گیاه ذرت، آزمایش گلخانه‌ای انجام شد. در این پژوهش اثر اصلاح‌کننده‌های آلی (ورمی‌کمپوست، پوست پسته و پوسته میگو) در سه سطح صفر، ۵ و ۱۰ درصد وزنی با سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. گیاهان در شرایط گلخانه به مدت ۲ ماه رشد نمودند. پس از دو ماه، گیاهان از محل طوقه قطع و اندام هوایی گیاه جدا گردید. صفات اندازه‌گیری شده شامل فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm)، شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی (PI)، شاخص سبزینگی، سطح برگ، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی گیاه و غلظت عناصر روی، کادمیوم و سرب در ریشه و اندام هوایی گیاه بود. نتایج نشان داد افزودن اصلاح‌کننده‌های آلی به خاک موجب کاهش مقدار pH و افزایش EC خاک شد. ویژگی‌های رویشی گیاه مانند شاخص سبزینگی برگ، سطح برگ، شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی، کلروفیل فلورسانس و وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی گیاه در تیمارهای ورمی‌کمپوست و پوست پسته به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بود. درحالی‌که در تیمار پوست میگو گیاهان پس از دو هفته خشک شدند. نتایج نشان داد که با افزایش ورمی‌کمپوست و پوست پسته غلظت کادمیوم، سرب و روی در ریشه و اندام هوایی گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

کلمات کلیدی: آلودگی، عناصر سنگین، محیط زیست، پالایش

۱. گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: m.hamidpour@vru.ac.ir

مقدمه

یکی از مهم‌ترین سیاست‌های زیست محیطی در کشورهای صنعتی و در حال توسعه، پالایش خاک‌ها و آب‌های آلوده به عناصر سنگین است (۲۱). امروزه مناطق وسیعی از دنیا تحت تأثیر آلودگی عناصر سنگین قرار گرفته‌اند که توسعهٔ صنعتی در کشورها را می‌توان یکی از عوامل مهم این فرآیند برشمرد (۳). بیشترین آلودگی به عناصر سنگین در مناطق صنعتی، اطراف شهرهای بزرگ و معادن وجود دارد. یکی از مشکلات اصلی این مناطق، کشاورزی است، زیرا فلزات سنگین ابتدا به گیاهان منتقل و سپس وارد زنجیرهٔ غذایی انسان می‌گردند(۱۸). آزادسازی کاتیون‌های عناصر سنگین در محیط‌زیست، یک خطر بزرگ برای سلامتی انسان محسوب می‌شود (۲۰).

کادمیم و سرب از جمله مهم‌ترین آلاینده‌های زیست محیطی محسوب می شوند و در فهرست سازمان محیط زیست آمریکا به‌عنوان خطرناک‌ترین فلزات سنگین معرفی شده‌اند (۲۱). نقش بیولوژیکی خاصی برای این عناصر در گیاهان شناخته نشده است. در سالیان اخیر، توجهٔ ویژه‌ای به آلودگی زیست محیطی فلزات سنگین به‌ویژه کادمیم و سرب شده است. متوسط جهانی غلظت کادمیم و سرب در خاک به‌ترتیب ۰/۰۶ تا ۱/۱ و ۱۰ تا ۶۷ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است (۱۳). متوسط مقادیر گزارش شدهٔ این عناصر در خاک‌های ایران قابل مقایسه با متوسط جهانی است (۴). متوسط غلظت کل کادمیم و سرب در خاک‌های مناطق مرکزی ایران را به‌ترتیب ۱/۶۷ و ۲۵/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش و مهم‌ترین مسیر ورود کادمیم و سرب به خاک‌های زراعی این مناطق را به‌ترتیب استفاده از کودهای فسفاته و کودهای دامی گزارش نموده‌اند (۴).

بررسی‌ها نشان داده است که فلزات سنگین از جمله کادمیم در غلظت بالا، باعث کاهش حجم ریشه و کاهش وزن بافت‌های گیاه می‌شوند (۱۶). این فلزات بر روی انسان و حیوانات نیز اثر مخرب دارند (۲۳). بنابراین حذف فلزات سنگین، یک عامل اساسی برای حفاظت محیط‌زیست و سلامت انسان است (۱۰).

علائم سمیت سرب در گیاهان به‌صورت تیره شدن رنگ برگ‌ها، توقف رشد قسمت هوایی، کاهش زیست توده، کاهش سنتز کلروفیل و حتی ناهنجاری‌های کروموزمی دیده شده است (۱۳). علائم سمیت کادمیم در گیاهان به‌صورت تعویق رشد گیاه، آسیب ریشه، کلروز برگ‌ها، قرمز- قهوه‌ای شدن حاشیه بزگ یا رگبرگ‌ها گزارش شده است (۱۳).

پالایش خاک‌های آلوده به عناصر سنگین که خطر شدیدی برای سلامتی و محیط زیست محسوب می‌شود، به‌سختی امکان‌پذیر است. در سال‌های اخیر، تلاش‌های زیادی در جهت رفع آلودگی از خاک‌های آلوده به فلزات سنگین با به‌کارگیری مجموعه‌ای از تکنیک‌های درجا و غیردرجا انجام شده است. هیچ‌یک از این روش‌ها راه حل دائمی برای پالایش محیط‌های آلوده نبوده و اغلب ممکن است بیش از یک روش برای بهینه‌سازی پالایش لازم باشد. یکی از تکنیک‌های متداول برای اصلاح خاک‌های آلوده، تثبیت فلزات سنگین در خاک می‌باشد (۲۱). به‌علت اهمیت قیمت تمام‌شده در روش مورد استفاده برای پالایش، امروزه توجه جهانی بر گسترش استفاده از مواد طبیعی روش مبتنی بر تثبیت شیمیایی معطوف شده است. این تکنیک با استفاده از مواد طبیعی با سطح ویژهٔ زیاد و تمایل شدید جذب برای فلزات سنگین انجام می‌گیرد. بسیاری از انواع زائدات حاصل از محصولات کشاورزی و صنایع غذایی، ظرفیت جذبی خوبی برای فلزات سنگین نشان داده‌اند. ایران یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان و صادرکنندگان پسته در جهان است. تولید پسته در ایران در حدود ۲۰۰ هزار تن در سال برآورد می‌شود. ضایعاتی مانند تفالهٔ پسته، بسیار ارزان‌قیمت و حتی رایگان بوده و می‌توانند به‌راحتی مورد استفاده قرار گیرند. در خصوص تأثیر مواد آلی مانند پوسته پسته، پوسته میگو و ورمی‌کمپوست بر تثبیت عناصر سنگین در خاک‌های آلوده به عناصر سنگین نیز پژوهش‌های چندانی صورت نگرفته است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر پوسته پسته،

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.74.10.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.74.10]

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک موردمطالعه قبل از انجام آزمایش

ویژگی	مقدار
رس (درصد)	۳۱
سیلت (درصد)	۸
شن (درصد)	۶۱
روی کل (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	۱۱۰۰
سرب کل (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	۱۶۶
کادمیوم کل (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	۲۶
ماده‌ی آلی (درصد)	۱/۷۲
کربنات کلسیم معادل (درصد)	۱۴
پی- اچ	۸
قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۱/۳۵
ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی‌مول بار مثبت در کیلوگرم)	۱۲/۳۶

پوسته میگو و ورمی‌کمپوست در یک خاک آلوده به کادمیم و سرب و روی بر برخی پارامترهای رویشی گیاه ذرت و غلظت این عناصر در گیاه بود

مواد و روش‌ها

این پژوهش در محل گلخانه دانشگاه ولی عصر رفسنجان در تاریخ مرداد ماه ۱۳۹۲ انجام شد. ورمی‌کمپوست مورداستفاده در این پژوهش، از شرکت کیان کمپوست شیراز تهیه گردید. پوسته میگو مورد استفاده از مراکز فروش ماهی و میگو و پوسته پسته از باغ‌های اطراف رفسنجان تهیه شد. یک نمونه خاک، با بافت لوم، آلوده به عناصر سنگین روی، سرب و کادمیوم از اطراف کارخانه روی زنجان تهیه شد. نمونه خاک پس از هواخشک شدن در گلخانه، از الک دو میلی‌متری عبور داده و به‌منظور تعیین برخی خواص فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه انتقال داده شد (جدول ۱). ویژگی‌های مورد اندازه‌گیری عبارت بودند از: بافت خاک، تخلخل، جرم مخصوص ظاهری، ظرفیت زراعی، میزان آهک خاک، ماده آلی، قابلیت هدایت الکتریکی در عصارهٔ اشباع خاک و پی- اچ خاک با استفاده از پی- اچ متر در گل اشباع.

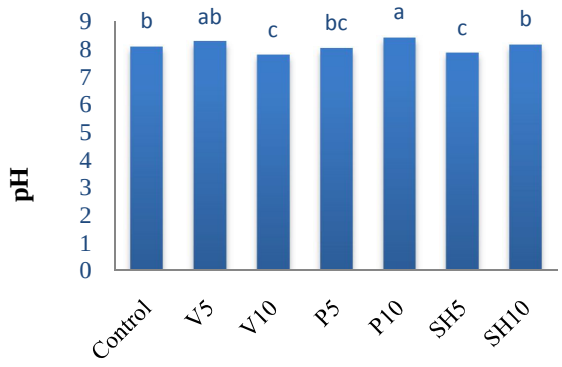
برای تعیین غلظت کل سرب و کادمیوم در خاک، نمونه‌های خاک با استفاده از تیزاب سلطانی (مخلوط اسید کلریدریک ۳۷ درصد و اسید نیتریک ۶۵ درصد با نسبت سه به یک) به‌مدت دو ساعت در دمای ۱۸۰ درجهٔ سلسیوس هضم گردید و غلظت سرب و کادمیم عصاره‌ها با دستگاه جذب اتمی (GBC- Avanta-PM Australia) اندازه‌گیری شد.

قبل از ریختن خاک در گلدان‌ها، ابتدا مقادیر معین اصلاح‌کننده‌های آلی و اصلاح‌کننده‌های معدنی ذکرشده مطابق با طرح آماری موردنظر به خاک‌ها در کیسه‌های نایلونی افزوده شد. خاک موجود در هر کیسه به‌خوبی مخلوط و به داخل گلدان‌های یک کیلوگرمی منتقل و به‌مدت یک ماه تحت شرایط تر و خشک شدن متوالی قرار گرفتند تا سیستم به حالت شبه‌تعادل برسد.

این آزمایش با ۳ تیمار ورمی‌کمپوست، پوست پسته و پوسته میگو در سه سطح صفر، ۵، و ۱۰ درصد وزنی با سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گردید.

بذر ذرت هیبرید سینگل‌گراس ۷۰۴ تهیه گردید. بذرها

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.74.10.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.74.10]



شکل ۱. اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست (V)، پوست پسته (P) و پوست میگو (SH) در دو سطح ۵ و ۱۰ درصد بر پی- اچ خاک (دانکن ۵ درصد)

با سم راکسل (تبوکوراول) ضدعفونی شدند. در هر گلدان تعداد ۶ عدد بذر ذرت کشت گردید و رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه رسانده شد. پس از گذشت ده روز از استقرار گیاهان در گلدان‌ها، بوته‌های اضافی حذف و در هر گلدان ۳ بوته نگهداری شد. آبیاری گلدان‌ها، با آب مقطر براساس مکش خاک انجام گرفت. بدین‌صورت یک تانسیومتر در یکی از گلدان‌های شاهد نصب گردید و هرگاه مکش خاک به حدود ۸۰ سانتی بار می‌رسید، آبیاری به مقدار یک پوروالیوم انجام می‌شد. گیاهان پس از ۶۰ روز برداشت شدند. ریشه‌ها و اندام هوایی به‌طور جداگانه در پاکت قرار گرفتند. ویژگی‌های رویشی اندازه گرفته شده در این آزمایش، شامل سطح برگ و وزن خشک ریشه و اندام هوایی است. برای اندازه‌گیری سطح برگ، از دستگاه سنجش سطح برگ A3LIGHTBOX در آزمایشگاه استفاده شد. گیاهان پس از جدا شدن از ناحیه طوقه به دو قسمت ریشه و اندام هوایی تفکیک شدند. ریشه‌ها و اندام هوایی پس از شستشو با آب مقطر، به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سلسیوس در آون قرار داده شدند تا وزن آنها به حد ثابتی رسید. سپس نمونه‌ها توزین و به‌وسیله آسیاب پودر گردیدند. لازم به‌ذکر است، قبل از برداشت گیاهان صفات فتوسنتزی شامل فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm) و شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی (PI) و هم‌چنین شاخص سبزینگی برگ اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری دو ویژگی فلورسانس کلروفیل و شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی، توسط دستگاه Chlorophyll Fluorimeter (ساخت کشور انگلیس، مدل LTDPocket PEA Hansatech) انجام شد. برای اندازه‌گیری شاخص سبزینگی برگ (SPAD) که نشان‌دهندهٔ میزان کلروفیل است، از دستگاه SPAD-502 استفاده شد.

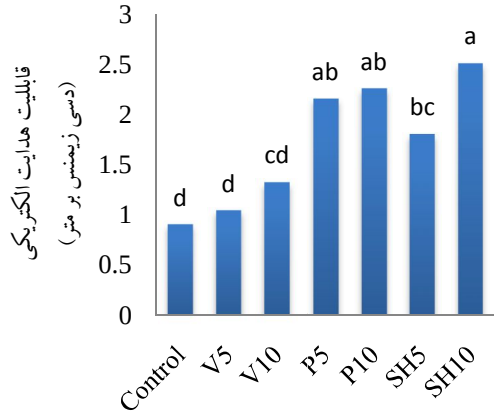
در پایان داده‌های به‌دست آمده از این پژوهش، توسط نرم‌افزار SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و نمودارها و جدول‌های مربوطه با استفاده از برنامه‌های Excel و Word رسم و نتایج تفسیر گردیدند.

نتایج و بحث

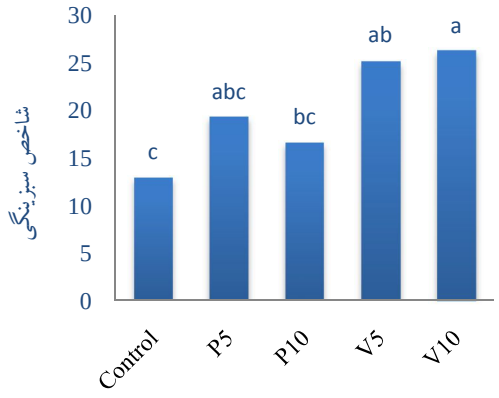
اثر اصلاح کننده‌ها بر pH و EC خاک

براساس شکل ۱، ورمی‌کمپوست در سطح ۱۰٪، پوسته میگو در سطح ۵٪ و پوست پسته در سطح ۵٪ به‌طور معنی‌داری پی- اچ خاک را کاهش دادند. کاهش پی- داچ خاک ممکن است به‌دلیل تولید آمونیم و فرایند نیتریفیکاسیون، تولید دی‌اکسید کربن و اسیدهای آلی درنتیجهٔ تشدید فعالیت میکروبی با افزودن این تیمارها به خاک باشد. نتایج مطالعه اکبری (۱) نیز نشان داد که مواد آلی باعث کاهش پی- اچ خاک می‌شود. کمترین میزان پی- اچ مربوط به تیمار پوست پسته در سطح ۵ درصد است که

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.74.10.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.74.10]



شکل ۲. اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست (V)، پوست پسته (P) و پوست میگو (SH) در دو سطح ۵ و ۱۰ درصد بر قابلیت هدایت الکتریکی خاک (دانکن ۵ درصد)



شکل ۳. اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست (V) و پوست پسته (P) در دو سطح ۵ و ۱۰ درصد بر شاخص سبزینگی (دانکن ۵ درصد)

پی- اچ را حدود ۴ درصد کاهش داد.

براساس شکل ۲، تمامی تیمارها قابلیت هدایت الکتریکی خاک را نسبت به شاهد افزایش دادند. در بین تیمارهای آلی اثر پوست پسته و پوست میگو در هر دو سطح ۵٪ و ۱۰٪ در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است. بیشترین افزایش EC مربوط به تیمار پوست میگو در سطح ۱۰ درصد و کمترین مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست در سطح ۵٪ بود که به‌ترتیب ۶۶ و ۲۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داشته است. افزایش شوری خاک با افزودن تیمارهای آلی ممکن است به‌دلیل وجود املاح محلول نسبتاً فراوان در آنها باشد. کاپولا و همکاران (۸) نیز افزایش شوری خاک با کاربرد مواد آلی را گزارش نمودند.

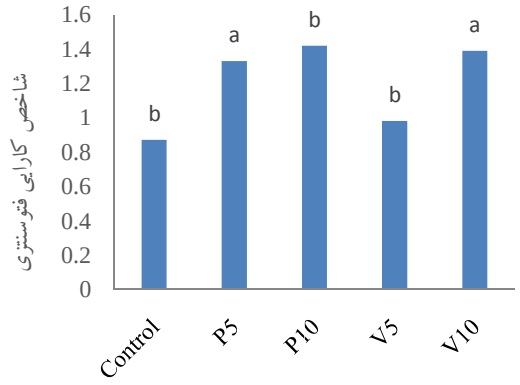
ویژگی‌های فتوسنتزی گیاه

به‌دلیل این‌که پوسته میگو در هر دو سطح موجب مرگ گیاهان بعد از دو هفته پس از رشد آنها گردید، تجزیه‌های آماری در بخش پارامترهای رویشی و غلظت عناصر در گیاه بر روی تیمارهای ورمی‌کمپوست و پوست پسته انجام گردید. نتایج کامری (۱۲) نیز نشان داد که کاربردکیتوزان (ماده استخراج شده از پوسته میگو) در سطح ۵ درصد وزنی در یک خاک آلوده به عناصر سنگین باعث مرگ گیاه رای گراس پس از دو هفته از جوانه زدن گیاه گردید.

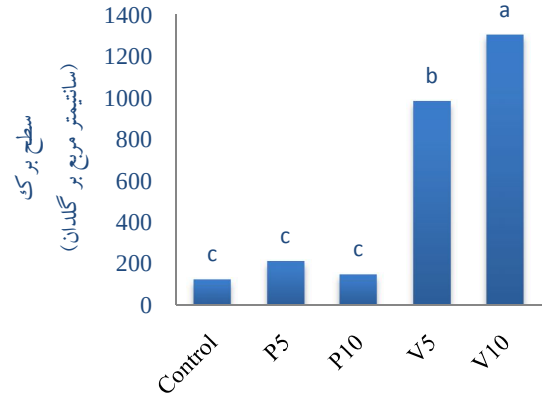
نتایج نشان داد، تیمارهای آلی اثر معنی‌داری بر شاخص سبزینگی برگ داشتند. تیمار ورمی‌کمپوست در هر دو سطح ۵ و ۱۰ درصد شاخص سبزینگی برگ گیاه را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند (شکل۳). بیشترین مقدار شاخص سبزینگی برگ مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست در سطح ۱۰٪ است که ۵۰٪ نسبت به شاهد افزایش نشان داد. شاخص سبزینگی ارتباط مستقیم با میزان کلروفیل برگ دارد. کلروفیل نیز با فراهمی عناصر کم‌مصرف مثل آهن و منگنز ارتباط تنگاتنگی دارد. میزان آهن و منگنز، قابل‌دسترس برای گیاه موجب افزایش ساخت کلروفیل می‌شود. با توجه به خصوصیت مواد آلی در ایجاد کمپلکس با عناصر غذایی به‌ویژه عناصر کم‌مصرف و در دسترس قرار دادن این عناصر برای گیاهان، نتایج حاصل برای تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست، مؤید این خصوصیت مواد آلی است (۱۱).

نتایج نشان داد، تمامی تیمارها (به‌جز ورمی‌کمپوست ۵٪) شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند (شکل ۴). بین دو سطح ۵ و ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست و پوست پسته نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین مقدار شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی مربوط به تیمار پوست پسته در سطح ۱۰٪ است که ۳۸٪ نسبت به شاهد افزایش نشان داد. این شاخص از جمله شاخص‌های مهم فتوسنتز بوده که عملکرد

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.74.10.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.74.10]



شکل ۴. اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست (V) و پوست پسته (P) در دو سطح ۵ و ۱۰ درصد بر شاخص کارایی فتوسنتزی (دانکن ۵ درصد)



شکل ۵. اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست (V) و پوست پسته (P) در دو سطح ۵ و ۱۰ درصد بر تغییرات سطح برگ (دانکن ۵ درصد)

هر دو فتوسیستم I و II را بازتاب نموده و اطلاعات کمی راجع به عملکرد گیاه تحت شرایط تنش ارائه می‌دهد. از طرفی این شاخص از مهم‌ترین پارامترهای منعکس‌کنندهٔ واکنش‌های اکسایش و کاهش و جذب نور است (۲۲). همچنین ازجمله ویژگی‌های حساس به تنش‌های محیطی است (۱). افرایش این شاخص با کاربرد ورمی‌کمپوست و پوست پسته، ممکن است به‌این دلیل باشد که مواد هیومیکی موجود در آن، موجب ایجاد کمپلکس با عناصر غذایی خصوصاً عناصر کم‌مصرف شده و درنتیجه عناصر مؤثر در دستگاه کلروفیلی و فتوسنتزی، بیشتر در دسترس گیاه قرار گرفته‌اند (۱).

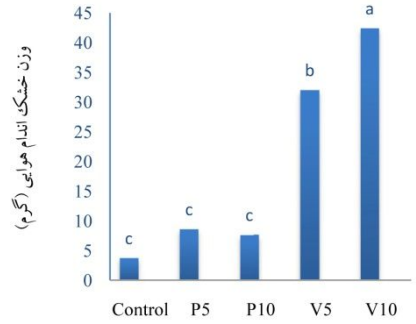
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که هیچ‌کدام از تیمارها اثر معنی‌داری بر کلروفیل فلورسانس (Fv/Fm) نداشتند.

ویژگی‌های رویشی گیاه

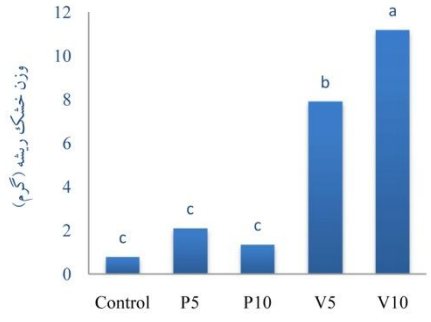
تیمار ورمی‌کمپوست در هر دو سطح بر افزایش سطح برگ اثر معنی‌داری داشت، درصورتی‌که تأثیر پوست پسته بر آن معنی‌دار نبود (شکل ۵). با کاربرد ورمی‌کمپوست در سطوح ۵ و ۱۰ درصد، سطح برگ گیاه به‌ترتیب ۸۷ و ۹۰ درصد نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری در سطح ۱ درصد افزایش یافت. چنین نتیجه‌ای در مورد اثر ورمی‌کمپوست، بر افزایش سطح برگ اسفناج توسط پیوست و همکاران (۱۷) گزارش شده است. علت افزایش سطح برگ در تیمارهای ورمی‌کمپوست احتمالاً ناشی از افزایش غلظت عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و ریزمغذی‌ها در خاک می‌باشد. البته کاهش جذب عناصر سنگین توسط گیاه ذرت در تیمارهای ورمی‌کمپوست از دلایل دیگر این موضوع می‌باشد. تحقیقات نشان داده است که عناصر سنگین سطح برگ را کاهش می‌دهند (۱۹).

شکل ۶ نشان می‌دهد که تیمار ورمی‌کمپوست در دو سطح ۵ و ۱۰ درصد، به‌طور معنی‌داری وزن خشک اندام هوایی گیاه را افزایش داد. درحالی‌که اثر پوسته پسته بر این صفت معنی‌دار نبود. وزن خشک اندام هوایی گیاه با کاربرد سطوح ۵ و ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌ترتیب ۸۸ و ۹۱ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. احتمالاً کاربرد ورمی‌کمپوست، باعث کاهش جذب عناصر سنگین گردیده و در نتیجه اثر سمیت آنها را کاهش داده است. همچنین افزایش وزن خشک اندام هوایی، ممکن است به‌دلیل افزایش فراهمی عناصر غذایی در تیمارهای ورمی‌کمپوست باشد. برخی از ویژگی‌های مثبت ورمی‌کمپوست که موجب افزایش رشد گیاه می‌شود، مربوط به بهبود خواص فیزیکی و زیستی خاک است. ورمی‌کمپوست سرشار از جمعیت میکروبی، به‌ویژه قارچ‌ها، باکتری‌ها و اکتینومیست‌ها است که

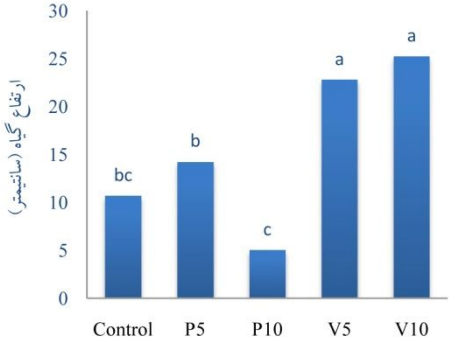
[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.74.10.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.74.10]



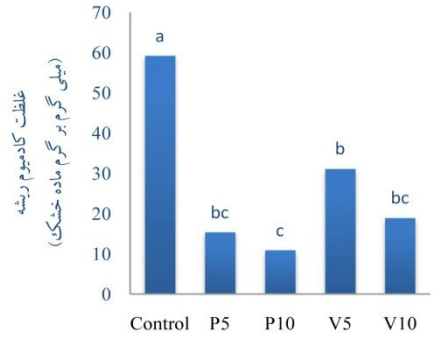
شکل ۶. اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست (V) و پوست پسته (P) بر تغییرات وزن خشک اندام هوایی (دانکن ۵ درصد)



شکل ۷. اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست (V) و پوست پسته (P) بر تغییرات وزن خشک ریشه (دانکن ۵ درصد)



شکل ۸. اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست (V) و پوست پسته (P) بر تغییرات ارتفاع گیاه (دانکن ۵ درصد)



شکل ۹. اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست (V) و پوست پسته (P) بر تغییرات غلظت کادمیوم ریشه (دانکن ۵ درصد)

نقش مهمی در ساخت مواد مغذی داشته و همچنین در اثر عبور مواد آلی از دستگاه گوارش کرم‌ها، مقادیر زیادی از مواد مغذی در دسترس گیاه قرار می‌گیرد (۲). ادواردز و باروز (۹) افزایش رشد ریشه و رشد گیاه در تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست را به افزایش فعالیت مواد شبه هورمونی از جمله اکسین، سیتوکینین و جیبرلین و همچنین ویتامین B_{12} مربوط دانسته‌اند. نتایج این بخش از تحقیق با پژوهش حمیدپور و همکاران (۲)، بر روی گل اطلسی و اکبری (۱) بر رشد گیاه ذرت در یک خاک آلوده به عناصر سنگین مطابقت داشت.

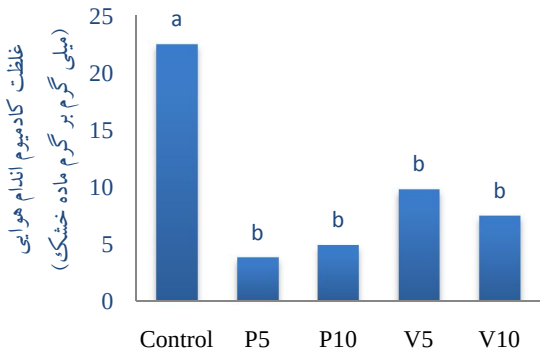
شکل ۷، نشان می‌دهد که با افزایش ورمی‌کمپوست، وزن خشک ریشه گیاه ذرت به‌طور معنی‌داری در سطح ۱٪ آزمون دامنه‌ای دانکن افزایش یافت. تأثیر پوست پسته بر این ویژگی معنی‌دار نبود. بین دو سطح ۵ و ۱۰٪ ورمی‌کمپوست از نظر میزان وزن خشک ریشه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. با افزایش ورمی‌کمپوست از سطح ۵ درصد به ۱۰ درصد، میزان وزن خشک ریشه افزایش یافت. وزن خشک ریشه گیاه با کاربرد سطوح ۵ و ۱۰ درصد وزنی ورمی‌کمپوست به‌ترتیب ۱۰/۵ و ۳۲ برابر نسبت به شاهد افزایش یافت. نتایج این بخش از تحقیق با نتایج حمیدپور و همکاران (۲) بر روی گل اطلسی و باخمن و متزگر (۶) بر روی گیاهان گوجه‌فرنگی، گل همیشه‌بهار و فلفل، مطابقت داشت.

شکل ۸، نشان می‌دهد که ارتفاع گیاه در هر دو سطح ورمی‌کمپوست، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، درحالی‌که افزایش ارتفاع گیاه با کاربرد تیمار پوست پسته، معنی‌دار نبود. بیشترین افزایش ارتفاع، مربوط به ورمی‌کمپوست در سطح ۱۰٪ است که نسبت به شاهد بیش از ۲/۵ برابر افزایش داشته است.

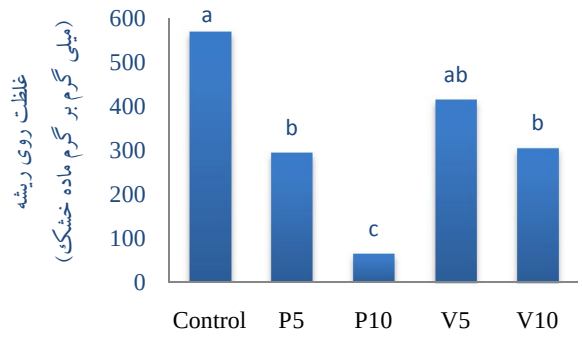
اثر اصلاح‌کننده‌ها بر غلظت فلزات سنگین در گیاه

تمامی تیمارها به‌طور معنی‌داری غلظت کادمیوم را در ریشه نسبت به شاهد کاهش دادند (شکل ۹). کمترین میزان کادمیوم

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.74.10.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.74.10]



شکل ۱۰. اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست (V) و پوست پسته (P) بر تغییرات غلظت کادمیوم اندام هوایی (دانکن ۵ درصد)



شکل ۱۱. اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست (V) و پوست پسته (P) بر تغییرات غلظت روی ریشه (دانکن ۵ درصد)

مربوط به پوست پسته در سطح ۵٪ است که ۸۳ درصد نسبت به شاهد کمتر بود. مواد هومیک حاصل از مواد آلی، ظرفیت جذب سطحی زیادی برای عناصر سنگین دارند. مواد آلی به‌دلیل داشتن گروه‌های عامل دارای بار منفی (کربوکسیلیک، فنلیک، هیدروکسیل)، می‌توانند کادمیوم را از محلول خاک جذب سطحی کرده و از دسترس گیاه خارج سازند (۱۵). با توجه به این‌که وزن خشک ریشه و اندام هوایی در تیمارهای پوست پسته، تحت تأثیر این تیمار قرار نگرفت، کاهش غلظت کادمیوم مربوط به اثر رقت نیست، بلکه مربوط به جذب سطحی کادمیوم توسط گروه‌های عامل پوست پسته است. در مورد ورمی‌کمپوست ممکن است بخشی از کاهش غلظت کادمیوم، مربوط به اثر رقت و بخشی از آن مربوط به جذب سطحی کادمیوم توسط گروه‌های کربوکسیلیک، فنلیک، هیدروکسیل ورمی‌کمپوست باشد. لیو و همکاران (۱۴) نیز گزارش کردند، کاربرد کمپوست کود مرغی غلظت کادمیوم ریشه، اندام هوایی و دانه گندم را در خاک‌های آلوده به کادمیوم کاهش داد.

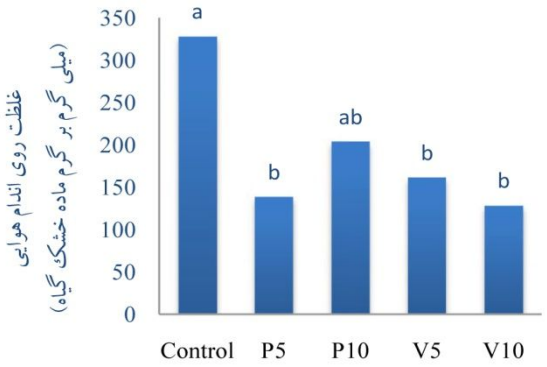
تمامی تیمارها به‌طور معنی‌داری غلظت کادمیوم در اندام هوایی گیاه را نسبت به شاهد کاهش دادند (شکل ۱۰). کمترین غلظت کادمیوم در اندام هوایی گیاه مربوط به تیمار پوست پسته در سطح ۵٪ است که۵/۴ برابر نسبت به شاهد کمتر بود (شکل۱۲). نتایج این بخش از تحقیق با نتایج آنجلوا و همکاران (۵) مطابقت دارد. آنها گزارش کردند که کاربرد ۵٪ ورمی‌کمپوست، منجر به کاهش غلظت کادمیوم در اندام هوایی سیب‌زمینی در یک خاک آلوده به عناصر سنگین گردید.

کمتر بودن مقادیر کادمیوم اندام هوایی نسبت به ریشه، نشان‌دهنده‌ی این است که کادمیوم بیشتر در ریشه‌ی گیاه ذرت تجمع می‌یابد و انتقال آن از ریشه به اندام هوایی محدود است. وانگ و همکاران (۲۴) نیز گزارش کردند که کادمیوم موجود در محلول خاک، می‌تواند به دیواره‌های سلولی ریشه گیاه پیوند یابند. در حقیقت تجمع کادمیوم در ریشهٔ ذرت، نوعی مکانیسم تحمل غلظت زیاد کادمیوم در ریزوسفر است.

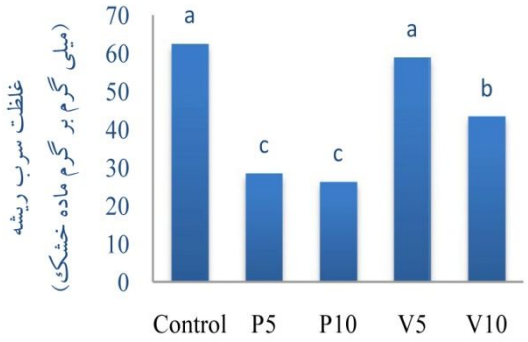
شکل ۱۱، نشان می‌دهد که غلظت روی ریشه، با افزودن ورمی‌کمپوست در سطح ۱۰٪ وزنی، نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافته است. پوسته پسته در هر دو سطح، غلظت روی ریشه را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش داد. میزان کاهش غلظت روی ریشه با افزودن پوسته پسته در سطح ۱۰ درصد وزنی، حدود ۸/۹ برابرنسبت به سطح شاهد بود.

روند تغییرات غلظت روی اندام هوایی با کاربرد پوسته پسته و ورمی‌کمپوست (شکل ۱۲)، نشان داد که در تمامی تیمارها، غلظت روی اندام هوایی نسبت به شاهد کاهش یافت. ورمی‌کمپوست در سطح ۱۰٪، حدود ۲/۵۵ برابر میزان این صفت را نسبت به شاهد کاهش داد. سینک و همکاران (۱۹)

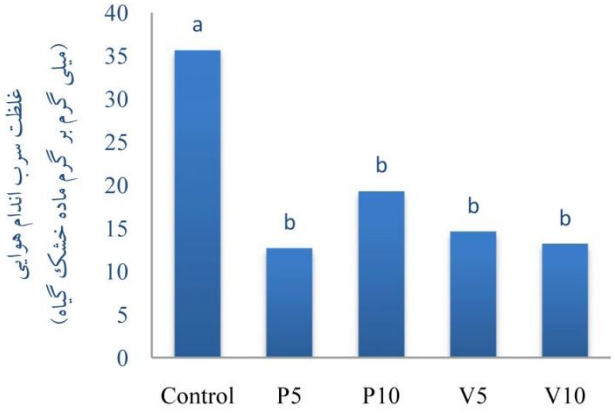
[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.74.10.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.74.10]



شکل ۱۲. اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست (V) و پوست پسته (P) بر تغییرات غلظت روی اندام هوایی (دانکن ۵ درصد)



شکل ۱۳. اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست (V) و پوست پسته (P) بر تغییرات غلظت سرب ریشه (دانکن ۵ درصد)



شکل ۱۴. اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست (V)، پوست پسته (P) بر تغییرات غلظت سرب اندام هوایی (دانکن ۵ درصد)

گزارش کردند، افزودن اصلاح‌کننده‌های آلی مانند کود دامی به یک خاک آلوده به عناصر سنگین، غلظت روی اندام هوایی گیاه چغندر علوفه‌ای را کاهش داد. تشکیل کمپلکس‌های سطحی درون- کره‌ای و برون- کره‌ای، مهم‌ترین مکانیزم‌های جذب سطحی روی به‌وسیلهٔ مواد آلی است. تشکیل کمپلکس بین عناصر سنگین و اصلاح‌کننده‌های خاک (مواد آلی خاک)، اهمیت فوق‌العاده‌ای در نگهداری و قابلیت تحرک آلاینده‌های خاک و آب دارد (۲۱).

شکل ۱۳، نشان می‌دهد که پوسته پسته در هر دو سطح، غلظت سرب ریشه را نسبت به شاهد کاهش داد. بین دو سطح ۵ و ۱۰٪ پوسته پسته اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. میزان کاهش غلظت سرب در هر دو سطح ۵ و ۱۰ درصد وزنی پوسته پسته، حدود ۲/۵ برابر نسبت به شاهد بود. کاربرد ورمی‌کمپوست، فقط در سطح ۱۰ درصد وزنی، غلظت سرب ریشه را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش داد.

پوسته پسته و ورمی‌کمپوست در هر دو سطح، غلظت سرب اندام هوایی را به‌طور معنی‌داری در سطح ۱ درصد کاهش دادند (شکل ۱۴). بین دو سطح ۵ و ۱۰٪ تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین میزان کاهش غلظت سرب اندام هوایی در پوست پسته در سطح ۵ درصد و سطح ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست بود که به‌ترتیب ۲/۸۰ و ۲/۷۰ برابر نسبت به شاهد بود. نتایج مطالعه ماتوس و آرودا (۱۴) نشان داد که ورمی‌کمپوست، بیشترین تمایل جذب سطحی را در بین فلزات سنگین نسبت به سرب دارد. علاوه‌بر کمپلکس شدن عناصر

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.74.10.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.74.10]

سنگین توسط گروه‌های عامل مواد آلی، رسوب سرب با ترکیبات فسفره موجود در ورمی‌کمپوست، در کاهش جذب آن توسط گیاه مؤثر است (۱۴). کاراسکورا- دوران و فلورس (۷)، با بررسی اسپکتروسکوپی (طیف مادون قرمز) جذب سرب توسط ورمی‌کمپوست، گزارش کردند که گروه‌های عامل کربوکسیل و فنلی، نقش مهمی در جذب سطحی سرب توسط ورمی‌کمپوست دارند.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد پارامترهای رویشی گیاه مانند شاخص سبزینگی برگ، سطح برگ، شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی، و وزن خشک ریشه و اندام هوایی گیاه در اصلاح‌کننده‌های آلی به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بود. با کاربرد ورمی‌کمپوست و پوست پسته غلظت کادمیوم، سرب و روی در ریشه و اندام هوایی گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

منابع مورد استفاده

۱. اکبری باصری، ل. ۱۳۹۲. تأثیر زئولیت و ورمی کمپوست بر جذب روی، کادمیوم وسرب توسط گیاه ذرت در یک خاک آلوده. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان.

۲. حمیدپور، م.، س. فتحی و ح. روستا. ۱۳۹۱. اثر زئولیت و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های رشدی و غلظت برخی عناصر گل اطلسی. مجله‌ی علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۳ (۱۳): ۱۰۲-۹۵.

3. Adriano, D. C. 2001. Trace elements in the terrestrial environment. Springer, New York.
4. Amini, M., M. Afyuni, H. Khademi, K. C. Abbaspour and R. Schulin. 2005. Mapping risk of cadmium and lead contamination to human health in soils of Central Iran. J. Sci. Total Environ. 347: 64-77.
5. Angelova, V., R. Ivanova, G. Pevicharova and K. Ivanov. 2010. Effect of organic amendments on heavy metals uptake by potato plants. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solitions for a Changing World, 1-16 August, Australia.
6. Bachman, C. R. and J. D. Metzger. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresourc Technol. 99: 3155-3161.
7. Carrasquero-Duran, A. and L. Flores. 2009. Evaluation of lead(II) immobilization by a vermicompost using adsorption isotherms and IR spectroscopy. Bioresource Technol. 100: 1691-1694.
8. Coppola, E., G. Battaglia, M. Bucci, D. Ceglie, A. Colella, A. Langella, A. Buondonno and C. Colella. 2003. Remediation of Cd- and Pb-polluted soil by treatment with organo-zeolite conditioner. Clay Clay Miner. 51: 609-615.
9. Edwards, C. A. and I. Burrows. 1988. The potential of earthworm composts as plant growth media. PP. 211-219. *In*: Edwards, C. A. and E. F. Neuhauser (Eds.). Earthworms in waste and environmental management. SPB Academic Publ. Co., The Hague, The Netherlands.
10. Gupta, S. S. and K. G. Bhattacharyya. 2008. Immobilization of Pb(II), Cd(II) and Ni(II) ions on kaolinite and montmorillonite surfaces from aqueous medium. J. Environ. Manag. 87: 46-58.
11. Hashemimajd, K. and A. Golchin. 2009. The Effect of Iron-Enriched Vermicompost on Growth and Nutrition of Tomato. J. Agri. Sci. Technol. 11: 613-621.
12. Kamari, A. 2011. Chitosans as soil amendments for the remediation of metal contaminated soil. PhD Thesis, School of Chemistry, College of Science and Engineering, University of Glasgow.
13. Kabata-Pendias, A. and H. Pendias. 2000. Trace elements in soils and plants. CRC Press, Boca Raton, Florida.
14. Liu, L., H. Chen, P. Cai, W. Wei Liang and Q. Huang. 2009. Immobilization and phytotoxicity of Cd in contaminated soil amended with chicken manure compost. J. Hazard. Mater. 163: 563-567.
15. Matos, G. D. and M. A. Z. Arruda. 2003. Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. Process Biochem. 39: 81-88.
16. Menon, M., S. Hermle, M. Gunthardt-Goerg and R. Schulin. 2007. Effects of heavy metal soil pollution and acid rain on growth and water use efficiency of a young model forest ecosystem. Plant Soil 297: 171-183.
17. Peyvast, G. H., J. A. Olfati, S. Madeni and A. Forghani. 2008. Effect of vermicompost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.) J. Food Agric. Environ. 6: 110-113.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.74.10.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.74.10]

18. Puschenreiter, M., O. Horak, W. Friesl and W. Hartl. 2005. Low-cost agricultural measures to reduce heavy metal transfer into the food chain: a review. J. Plant Soil Environ. 51: 1-11.
19. Singh, A., M. Agrawal and F. M. Marshall. 2010. The role of organic vs. inorganic fertilizers in reducing phytoavailability of heavy metals in a wastewater-irrigated area. Ecol. Eng. 36: 1733-1740.
20. Skorzynska-Polit, E. and T. Baszynski. 1997. Differences in sensitivity of the photosynthetic apparatus in Cd stressed runner bean plants in relation to their age. J. Plant Sci. 128: 11-21.
21. Sparks, D. L. 2003. Environmental soil chemistry. Academic Press. San Diego.
22. Strasser, R. J., A. Srivastava and M. Tsimilli-Michael. 2000. The fluorescence transient as tool to characterizeand screen photosynthetic samples, PP. 445-483. *In*: Yunus, M., U. Pather, , P. Mohanty, (Eds.). Probing photosynthesis: mMechanisms, regulation and adaptation. Taylor and Francis, London.
23. Vig, K., M. Megharaj, N. Sethunathan and R. Naidu. 2003. Bioavailability and toxicity of cadmium to microorganisms and their activities in soil: a review. J. Environ. Res. 8: 121-135.
24. Wang, G., M. Y. Su, Y. H. Chen, F. F. Lin, D. Luo and S. F. Gao. 2006. Transfer characteristics of cadmium and lead from soil to the edible parts of six vegetable species in south eastern China. Environ. Pollut. 144: 127-135.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.74.10.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.74.10]