



بررسی اثر اتیلن دی آمین تترا استیک اسید (EDTA) بر روی جذب برخی فلزات سنگین بوسیله ذرت در یک خاک آلوده به روی

هاجر تاجی^۱، احمد گلچین^۲

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه زنجان ۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده

به منظور بررسی توان ذرت در پاکسازی فلزات سنگین از خاک و تأثیر سطوح مختلف فلزات سنگین و تشدید کننده های جذب بر رشد و نمو و غلظت فلزات در گیاه ذرت یک آزمایش در گلخانه‌ی بخش خاکشناسی دانشگاه زنجان در اردیبهشت ماه سال هشتاد و هفت انجام شد. در یک آزمایش فاکتوریل و در طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در هر تیمار، چهار سطح اتیلن دی آمین تترا استیک اسید (EDTA) و هفت سطح روی (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک) به گلدانها اضافه شد. نتایج آزمایش نشان داد که تأثیر سطوح مختلف روی و نوع و مقدار افزودنی بر غلظت روی، وزن تر و خشک و غلظت سایر عناصر در گیاه معنی دار ($P < 0.01$) است. با افزایش سطح روی در خاک، غلظت روی در اندامهای هوایی و ریشه گیاه ذرت افزایش ولی وزن تر و خشک گیاه کاهش یافت. کاربرد افزودنی EDTA باعث افزایش غلظت روی در اندامهای هوایی و ریشه گیاه ذرت شد ولی وزن این قسمت ها را کاهش داد. غلظت آهن، مس، منگنز اندامهای هوایی با کاربرد EDTA و روی کاهش یافت.

واژگان کلیدی: گیاه پالایی، ذرت، EDTA، روی

مقدمه

با پیشرفت و توسعه صنایع، استخراج معادن، ذوب فلزات و مصرف کودهای شیمیایی، آلودگی خاک به فلزات سنگین به یکی از مشکلات زیست محیطی عمده در جوامع بشری تبدیل شده است. تجمع عناصر سنگین در خاک، به ویژه در زمین های کشاورزی امری تدریجی بوده و غلظت عناصر می تواند به سطحی برسد که امنیت غذایی بشر را تهدید نماید. از اینرو گسترش تکنیکهایی سازگار با محیط زیست و کم هزینه برای اصلاح مکانهای آلوده به فلزات سنگین، می بایستی مورد توجه قرار گیرد. در سالهای اخیر گیاه پالایی به عنوان یک روش مطلوب برای اصلاح خاکهای آلوده به فلزات سنگین مورد بررسی قرار گرفته است. این فناوری می تواند برای رفع انواع آلاینده های خاک یعنی آلاینده های معدنی و آلی به کار رود. در پروژه گیاه پالایی، زیست فراهمی



فلزات سنگین فاکتور مهمی است. به دلیل ایجاد سمیت و ماندگاری بالای فلزات سنگین پاکسازی خاک های آلوده یکی از مسائل دشوار محیط زیستی است. نتایج بدست آمده از یافته های محققان حاکی از آن است که عناصر سنگین عمدتاً به فرم کم محلول در خاک وجود دارند. برای افزایش تحرک این عناصر، آبشویی و خروج آن ها از خاک (بمنظور پاکسازی این خاکها) از مواد آلی محلول استفاده می شود که ظرفیت توانایی و کمپلکس کردن فلزها را دارا بوده و هم چنین برای یک دوره ی قابل توجه در خاک پایدار باشند (لی و شومن^۱، ۱۹۹۶a). EDTA نسبت به سایر عوامل کلات کننده هر دو ویژگی را دارا می باشد. بدلیل بازدهی بالا در جذب بسیاری از فلزات EDTA مهمترین عامل کلات کننده ای است که در مطالعات گیاه پالایی به کار رفته است و با افزایش تحرک و زیست فراهمی فلزات در خاک های آلوده به فلزات سنگین، مقدار فلزات سنگین تجمع یافته در اندامهای هوایی گیاهان را افزایش می دهد (هوانگ^۲ و کونینگهام، ۱۹۹۶). لذا با توجه به اهمیت پاکسازی خاکهای آلوده و لزوم شناسایی راهکارهای افزایش کارایی گیاه پالایی این پژوهش با اهداف بررسی توان ذرت در جذب عنصر روی و امکان استفاده از این گیاه جهت گیاه پالایی، بررسی تأثیر اتیلن دی آمین تترا اتیک اسید (EDTA) بر جذب فلزات سنگین توسط گیاه ذرت و افزایش کارایی گیاه پالایی، بررسی نحوه توزیع فلزات سنگین در بافت های مختلف گیاه و تعیین حد تحمل گیاه ذرت به آلودگی روی در خاک به مرحله اجرا درآمد

مواد و روش ها

این بررسی در یک خاک آهکی منطقه زنجان و در شرایط گلخانه اجرا شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار صورت گرفت که سطوح آلودگی خاک به روی به عنوان فاکتور اول و مقدار افزودنی اتیلن دی آمین تترا اتیک اسید (EDTA) به عنوان فاکتور دوم مورد بررسی قرار گرفتند و تأثیر آنها بر رشد و نمو گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ و غلظت روی و سایر عناصر در بافتهای گیاه مورد مطالعه قرار گرفت. آلودگی خاک به روی دارای هفت سطح شامل صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک و مقادیر افزودنی EDTA شامل ۴، ۸ و ۱۲ میلی مول EDTA در کیلوگرم خاک بود. علاوه بر مقادیر افزودنی ذکر شده یک تیمار شاهد یا تیمار فاقد هر گونه افزودنی نیز به عنوان سطح صفر افزودنی لحاظ گردید. بدین منظور برای هر گلدان سه کیلوگرم خاک توزین و در کیسه های نایلونی ریخته شد. پس از اعمال تیمار آلودگی خاک به روی و مصرف سایر عناصر غذایی با توجه به نتایج آزمون خاک، خاک گلدانها کاملاً مخلوط گردید و در هر گلدان ۵ بذر جوانه دار ذرت کشت گردید. آبیاری گلدانها با آب مقطر بر اساس رطوبت ظرفیت مزرعه (FC) انجام شد. ۴۵ روز پس از کاشت گیاه ذرت تیمار EDTA از طریق آب آبیاری به مدت ۱۴ روز اعمال گردید. پس از گذشت زمان لازم و رشد گیاهان، برگ و ریشه گیاهان بطور جداگانه برداشت و پس از اندازه گیری وزن تر و شست و شو با آب مقطر در داخل پاکت های مخصوص قرار داده شدند و در آن با درجه حرارت ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸

¹ -Li&Shouman

2-Haung



ساعت خشک شدند. پس از خشک شدن نمونه ها در آون، وزن خشک آنها یادداشت گردید. سپس نمونه های برگ و ریشه برای تجزیه و اندازه گیری غلظت عناصر آسیاب گردید و از هر نمونه یک گرم توزین و در کوره الکتریکی خاکستر شد. عصاره گیری با اضافه نمودن ۱۰ میلی لیتر کلریدریک اسید دو مولار و عبور دادن محلول از کاغذ صافی واتمن ۴۲ انجام گرفت. در عصاره های بدست آمده غلظت عناصر روی، آهن، منگنز و مس با دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. نتایج و داده های بدست آمده به عنوان پاسخ های گیاهی با نرم افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. گروه بندی میانگین ها به روش آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

در جدول اثرات مصرف توأم روی و EDTA بر وزن تر و خشک اندامهای هوایی آورده شده است که از نظر آماری در سطح یک درصد معنی دار شد. با مصرف روی وزن تر اندامهای هوایی از ۵۰/۵۴ گرم در گلدان در تیمار Zn0 به ۲۴/۵۵ گرم در گلدان در تیمار Zn500 کاهش یافت. با مصرف EDTA وزن تر اندامهای هوایی از ۳۷/۹۷ گرم در گلدان در تیمار E0 به ۲۸/۱۴ گرم در گلدان در تیمار E3 کاهش یافت. کمترین وزن تر اندامهای هوایی (۱۹/۹۹ گرم در گلدان) در تیمار E3× Zn500 مشاهده شد. همچنین با مصرف روی، وزن خشک اندامهای هوایی با ۵۷/۲ درصد کاهش از ۷/۰۲ گرم در گلدان به ۳ گرم در گلدان کاهش یافت. با افزایش میزان مصرف EDTA، وزن خشک اندامهای هوایی از ۷/۹۲ گرم در گلدان به ۲/۸۴ گرم در گلدان کاهش یافت.



پنجمین همایش ملی ایده های نو در کشاورزی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)، دانشکده کشاورزی

۲۸-۲۷ بهمن ماه ۱۳۸۹



همایش ملی
ایده های نو در کشاورزی

جدول ۲- مقایسه میانگین های اثرات اصلی و متقابل سطوح EDTA و

آلودگی خاک به روی برغلظت روی و آهن اندامهای هوایی ذرت

| میانگین | سطوح EDTA (میلی مول در کیلوگرم) | | | | سطوح روی (میلی گرم در کیلوگرم) |
|---|---------------------------------|----------|-----------|-----------|--------------------------------------|
| | E3 | E2 | E1 | E0 | |
| غلظت روی اندامهای هوایی (میلی گرم در کیلوگرم) | | | | | |
| ۸۰/۲۰ | ۱۲۰/۶۵no | ۸۶/۷۳pq | ۷۰/۰۵q | ۴۳/۳۶r | Zn0 |
| ۱۱۹/۹۵ | ۱۶۷/۴۶m | ۱۲۶/۷۶n | ۱۰۱/۷۴op | ۸۲/۸۴pq | Zn50 |
| ۱۴۷/۲۰ | ۲۰۷/۳۸l | ۱۶۴/۰۲m | ۱۲۱/۲۰no | ۹۶/۱۸p | Zn100 |
| ۲۱۰/۰۲ | ۲۷۲/۴۴ ij | ۲۴۳/۵۲k | ۱۷۲/۳۶ m | ۱۵۱/۷۸ m | Zn200 |
| ۲۷۴/۹۴ | ۳۴۰/۸۲ef | ۲۹۸/۵۷gh | ۲۶۱/۸۷ jk | ۱۹۸/۴۹l | Zn300 |
| ۳۳۷/۷۶ | ۴۱۵/۳۳c | ۳۶۶/۴۰d | ۲۹۲/۴۵hi | ۲۵۶/۸۷ jk | Zn400 |
| ۴۱۹/۶۴ | ۵۱۸/۱۹a | ۴۵۸/۹۴b | ۳۵۴/۷۲ de | ۳۱۹/۷۰ fg | Zn500 |
| | ۲۹۱/۹ | ۲۵۳/۱۳ | ۱۹۶/۳۴ | ۱۶۴/۱۷ | میانگین |
| غلظت آهن اندامهای هوایی (میلی گرم در کیلوگرم) | | | | | |
| ۷/۰۲ | ۴/۰۸ jkl | ۴/۹۰hi | ۶/۲۲ef | ۱۲/۸۹a | Zn0 |
| ۵/۹۴ | ۳/۴۱ lmn | ۴/۱۰jkl | ۵/۷۳ fg | ۱۰/۶۱b | Zn50 |
| ۵/۲۰ | ۳/۱۶mn | ۳/۶۵ klm | ۵/۳۲gh | ۸/۶۸c | Zn100 |
| ۴/۴۳ | ۲/۷۷no | ۳/۳۶ lmn | ۴/۵۲ij | ۷/۰۷d | Zn200 |
| ۴/۰۹ | ۲/۳۸op | ۳/۲۵mn | ۴/۲۴jk | ۶/۵۲de | Zn300 |
| ۳/۴۸ | ۲/۱۰ op | ۲/۷۹no | ۳/۵۸ klm | ۵/۴۷gh | Zn400 |
| ۳ | ۱/۹۷p | ۲/۳۷op | ۳/۴۶ lmn | ۴/۲۰jk | Zn500 |
| | ۲/۸۴ | ۳/۴۷ | ۴/۷۲ | ۷/۹۲ | میانگین |

* میانگین های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک، فاقد اختلاف آماری

جدول ۱- مقایسه میانگین های اثرات اصلی و متقابل سطوح EDTA و

آلودگی خاک به روی پروزن تر و خشک اندامهای هوایی ذرت

| میانگین | سطوح EDTA (میلی مول در کیلوگرم) | | | | سطوح روی (میلی گرم در کیلوگرم) |
|------------------------------|---------------------------------|-----------|----------|----------|--------------------------------------|
| | E3 | E2 | E1 | E0 | |
| وزن تر اندامهای هوایی (گرم) | | | | | |
| ۵۰/۵۴ | ۴۷/۳۷c | ۴۹/۱۲c | ۵۱/۳۹b | ۵۴/۲۸a | Zn0 |
| ۳۵/۶۳ | ۲۹/۷۳ijk | ۳۲/۳۲h | ۳۶/۸۶f | ۴۳/۶۱d | Zn50 |
| ۳۲/۵۸ | ۲۸/۷۰kl | ۲۹/۸۵ijk | ۳۱/۰۴hi | ۴۰/۷۳e | Zn100 |
| ۲۹/۳۲ | ۲۵/۳۳no | ۲۷/۸۷ klm | ۲۹/۴۵ijk | ۳۴/۶۵g | Zn200 |
| ۲۸/۰۸ | ۲۳/۸۳o | ۲۶/۹۰ lmn | ۲۸/۹۱jkl | ۳۲/۵۲h | Zn300 |
| ۲۶/۱۷ | ۲۱/۸۸p | ۲۵/۳۴no | ۲۶/۴۷ mn | ۳۱/۰۱hij | Zn400 |
| ۲۴/۵۵ | ۱۹/۹۹p | ۲۳/۹۹o | ۲۵/۳۹no | ۲۹/۰۱ijk | Zn500 |
| | ۲۸/۱۴ | ۳۰/۷۵ | ۳۲/۷۸ | ۳۷/۹۷ | میانگین |
| وزن خشک اندامهای هوایی (گرم) | | | | | |
| ۷/۰۲ | ۴/۰۸ jkl | ۴/۹۰hi | ۶/۲۲ef | ۱۲/۸۹a | Zn0 |
| ۵/۹۴ | ۳/۴۱ lmn | ۴/۱۰jkl | ۵/۷۳ fg | ۱۰/۶۱b | Zn50 |
| ۵/۲۰ | ۳/۱۶mn | ۳/۶۵ klm | ۵/۳۲gh | ۸/۶۸c | Zn100 |
| ۴/۴۳ | ۲/۷۷no | ۳/۳۶ lmn | ۴/۵۲ij | ۷/۰۷d | Zn200 |
| ۴/۰۹ | ۲/۳۸op | ۳/۲۵mn | ۴/۲۴jk | ۶/۵۲de | Zn300 |
| ۳/۴۸ | ۲/۱۰ op | ۲/۷۹no | ۳/۵۸ klm | ۵/۴۷gh | Zn400 |
| ۳ | ۱/۹۷p | ۲/۳۷op | ۳/۴۶ lmn | ۴/۲۰jk | Zn500 |
| | ۲/۸۴ | ۳/۴۷ | ۴/۷۲ | ۷/۹۲ | میانگین |

معنی دار در سطح یک درصد می باشند.

جدول ۲ اثرات مصرف توأم روی و EDTA را بر روی غلظت روی و آهن اندامهای هوایی همراه با گروه بندی میانگین ها نشان می دهد. اثرات اصلی و متقابل روی و EDTA بر غلظت روی اندامهای هوایی معنی دار شد. با مصرف روی غلظت آن در اندامهای هوایی افزایش یافت. در این بررسی میانگین غلظت روی در اندامهای هوایی ۴۱۹/۶۴ میلی گرم در کیلوگرم و در ریشه ۱۷۵/۵۵ میلی گرم در کیلوگرم بود. به عبارت دیگر میانگین غلظت روی در اندامهای هوایی ۲/۳۹ برابر غلظت آن در ریشه بود. همچنین نتایج بدست آمده از داده ها نشان می دهد که جذب آهن تحت تأثیر معنی دار اثرات اصلی و متقابل روی و EDTA قرار گرفته است. با افزایش میزان مصرف روی، غلظت آهن اندامهای هوایی از ۷۹۹/۹۴ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار Zn0 به ۴۳۴/۶۵ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار Zn500 کاهش یافته



است. با مصرف EDTA غلظت آهن اندامهای هوایی درصد کاهش یافت. بالاترین غلظت آهن اندامهای هوایی و ریشه گیاه ذرت به تیمار E0×Zn0 و کمترین غلظت آهن به تیمار E3×Zn500 تعلق داشت. بدوی و همکاران (۲۰۰۳) در ذرت و بارو و همکاران (۱۹۹۳)، در اسفناج کاهش غلظت آهن ناشی از افزایش غلظت روی را گزارش کردند که می تواند به دلیل اثرات آنتاگونیسمی روی با آهن باشد.

جدول ۳ اثرات توأم روی و EDTA را بر روی غلظت و جذب مس و منگنز همراه با گروه بندی میانگین ها نشان می دهد. مصرف روی باعث کاهش معنی دار غلظت مس و منگنز اندامهای هوایی شد. با افزایش غلظت روی، غلظت مس اندامهای هوایی با ۳۴/۸ درصد کاهش از ۱۰/۷۸ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار Zn500 رسید. همچنین با افزایش میزان مصرف EDTA، غلظت مس اندامهای هوایی از ۹/۳۷ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار E0 به ۷/۵۳ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار E3 کاهش یافت. برون و همکاران (۱۹۹۰)، کاهش غلظت مس با افزایش غلظت روی را در گیاه اسفناج گزارش کردند که علت آن احتمالاً مربوط به رقابت بر سر ناقلهای موجود بر روی ریشه می باشد. با مصرف روی غلظت منگنز اندامهای هوایی ۴۳/۵ درصد و غلظت منگنز ریشه ۲۶/۴ درصد کاهش نشان داد. همچنین با افزایش میزان مصرف EDTA، غلظت منگنز اندامهای هوایی از ۵۵/۱۱ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار E0 به ۲۸/۴۳ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار E3 و غلظت منگنز ریشه از ۱۳۴/۴۷ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار E0 به ۱۰۶/۰۳ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار E3 کاهش یافت. نتایج مشابه توسط ازاکی و همکاران (۱۹۹۶) در هویج گزارش شده است. یونها جهت انتقال به سیتوپلاسم توسط ناقلین در ابتدا می بایستی در

جدول ۳- مقایسه میانگین های اثرات اصلی و متقابل سطوح EDTA و

آلودگی خاک به روی بر غلظت مس و منگنز اندامهای هوایی ذرت

| سطوح روی (میلی گرم در کیلوگرم) | سطوح EDTA (میلی مول در کیلوگرم) | | | | میانگین |
|---|---------------------------------|---------------|--------------|--------------|-------------|
| | E3 | E2 | E1 | E0 | |
| غلظت مس اندامهای هوایی (میلی گرم در کیلوگرم) | | | | | |
| Zn0 | ۱۰/۷۸ | ۹/۶۷ abcd | ۱۰/۸۹ bca | ۱۱/۲۳ab | ۱۱/۳۴a |
| Zn50 | ۹/۸ | ۹/۲۳abcde | ۹/۵۵abcde | ۹/۶۴ abcd | ۱۰/۷۸ab |
| Zn100 | ۸/۸۴ | ۸/۱۰abcde | ۸/۲۲abcde | ۹/۲۳abcde | ۹/۸۴ abcd |
| Zn200 | ۸/۲۵ | ۷/۷۸abcde | ۸abcde | ۸/۱۲ abcde | ۹/۱۱abcde |
| Zn300 | ۸/۱۱ | ۶/۴۴ bcde | ۷/۷۰ bcde | ۸/۱۲ abcde | ۸/۵۵abcde |
| Zn400 | ۷/۷۰ | ۶/۱۹ de | ۷/۳۳ ebcd | ۷/۸۳ bcde | ۸abcde |
| Zn500 | ۷/۰۲ | ۵/۳۳e | ۷/۲۲cde | ۷/۵۶ bcde | ۸abcde |
| میانگین | ۷/۵۳ | ۸/۴۱ | ۸/۹۶ | ۹/۳۷ | |
| غلظت منگنز اندامهای هوایی (میلی گرم در کیلوگرم) | | | | | |
| Zn0 | ۵۱/۰۱ | ۴۰/۰۳cdefghi | ۴۸/۳۷bcdefg | ۵۲/۲۶abcde | ۶۳/۳۸a |
| Zn50 | ۴۷/۶۷ | ۳۷/۲۰defghijk | ۴۴/۴۸bcdefgh | ۴۷/۲۶bcdefg | ۶۱/۷۱ab |
| Zn100 | ۴۲/۳۹ | ۳۰/۵۸ghijk | ۳۸/۳۶defghi | ۴۳/۳۶bcdefgh | ۵۷/۲۶abc |
| Zn200 | ۳۷/۹۴ | ۲۶/۱۳hijk | ۳۳/۳۶fghijk | ۳۷/۸۰defghij | ۵۴/۴۸abcd |
| Zn300 | ۳۵/۱۶ | ۲۳/۹۰ijk | ۳۰/۰۲ghijk | ۳۵/۰۲efghijk | ۵۱/۷۰abcdef |
| Zn400 | ۳۳/۵۰ | ۲۲/۲۴ijk | ۲۹/۴۹ghijk | ۳۱/۶۹ghijk | ۵۰/۵۹abcdef |
| Zn500 | ۲۸/۷۷ | ۱۸/۹۰k | ۱۹/۴۶jk | ۳۰/۰۲ghijk | ۴۶/۷۰bcdefg |
| میانگین | ۲۸/۴۳ | ۳۴/۷۹ | ۳۹/۶۳ | ۵۵/۱۱ | |



1. Badaway S.H., and E.I. Motaium .2003. Fate of Some Heavy Metals in Sandy Soil Amended With Sewage Sludge and their Accumulation in Plants. ICEHM2000, Cairo University, Egypt September, 2000: 483-494.
2. Barrow, N.J. 1993. Mechanisms of reaction of zinc with soil and soil components. pp: 15-32. In A.D. Robson (ed.) Zinc in soils and plants. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.
3. Huang, J.W., and Cunningham, S.D. 1997. Lead phytoextraction spieces variation in lead uptake and translocation. New Phtologist. 134: 75-84.
4. Ozaki, T., S. Ambie, S. Enomoto, Y. Minaie and Y. Makide. 1999. The effect of zinc on the uptake of various elements into carrot. J. Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 242: 703-707.

Abstract

For investigation the efficiency of corn in cleaning of heavy metals from soil and the effect of different levels of heavy metals and alternation intensifier on growth and concentration of metals in corn plant one experiment performed in greenhouse of soil science department of Zanjan University in May 2008. in factorial experiment in style of quite random scheme with three frequency in each treatment, four levels of EDTA (0,4,8,12mmolEDTA/Kg) and seven levels of zinc (0,50, 100, 200, 300, 400,500 mg Zn in kg soil), have added to vases. Result of experiment illustrated that effect of different levels of zinc and kind and concentration of intensifier on wet and arid weigh and concentration of other elements in plant is significant($P < 0.01$). with increasing in level of zinc in soil, concentration of zinc in airy part of plant (leaf) and underground part (knot) increase but arid weight of airy and underground part has been decreased. Application of EDTA additivity cause increasing of concentration of zinc in airy and underground part of plant but arid weight is decreasing. Concentration of iron, copper and manganese in airy part(leaf) decreased .

Keywords: Phytoremediation, Corn, Zinc, EDTA