دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، ۱۲ الی ۱۴ شهریور ۱۳۹۰
(حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه)

بررسی اثر گوگرد بر روی جذب برخی فلزات سنگین بوسیله ذرت در یک خاک آلوده به کادمیم

هاجر تاجی[۱]، احمد گلچین[۲]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه زنجان وعضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)

۲. استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

hagartagi@ymail.com

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، سه سطح گوگرد و شش سطح کادمیم به گلدانها اضافه شد و بذر ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ کشت گردید. نتایج آزمایش نشان داد که تأثیر سطوح مختلف کادمیم و نوع و مقدار افزودنی بر غلظت کادمیم، وزن تر و خشک و غلظت سایر عناصر در گیاه معنی دار ($P<۰/۰۱$) است.

کلمات کلیدی: گیاه پالایی، ذرت، کادمیم ، گوگرد، فلزات سنگین

مقدمه

در سالهای اخیر گیاه پالایی به عنوان یک روش مطلوب برای اصلاح خاکهای آلوده به فلزات سنگین مورد بررسی قرار گرفته است. گیاه پالایی فناوری استفاده از گیاهان برای پالایش آلودگی از محیط زیست است که روشی مؤثر، ارزان قیمت و دوستدار محیط زیست می باشد و در این روش از گیاهان سبز و ارتباط آنها با میکروارگانیسم‌های خاک برای کاهش آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی استفاده می‌شود. گیاهانی مانند خردل هندی، آفتابگردان، تنباکو، چاودار و ذرت دارای این توانایی هستند که آلودگی را کاهش بدهند. در پروژه گیاه پالایی، زیست فراهمی فلزات سنگین فاکتور مهمی است. یکی از روشهای عمده افزایش زیست فراهمی فلزات سنگین در خاکها و افزایش تحرک آنها در داخل گیاه کاهش pH خاک است (سالت و همکاران، ۱۹۹۵ و بلایلوک و همکاران، ۱۹۹۷). کاهش pH خاک از طریق استفاده از اسیدهای آلی یا معدنی یا اسیدهای تولید شده توسط کودهای شیمیایی از جمله آمونیوم کلراید امکانپذیر است (هوانگ و همکاران، ۱۹۹۷)، ولی استفاده از این روشها بدلیل اثرات منفی بر روی ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و امکان آلودگی آبهای زیر زمینی در طی آبشویی دارای محدودیتهایی است. برای غلبه بر ای مشکلات، استفاده از گوگرد عنصری برای کاهش pH خاک و افزایش حلالیت فلزات سنگین در خاک پیشنهاد شده است (کایزر و همکاران، ۲۰۰۰). در مطالعه انجام شده توسط سوی و همکاران (۲۰۰۴)، مشخص شد که با کاربرد گوگرد، غلظت روی در ریشه و اندام هوایی ذرت به ترتیب ۴/۵ و ۲/۳ برابر در مقایسه با شاهد افزایش یافت. لذا با توجه به اهمیت پاکسازی خاکهای آلوده ولزوم شناسایی راهکارهای افزایش کارایی گیاه پالایی این پژوهش با اهداف بررسی توان ذرت در جذب عنصر کادمیم و امکان استفاده از این گیاه جهت گیاه پالایی، بررسی تأثیرگوگرد بر جذب فلزات سنگین توسط گیاه ذرت و افزایش کارایی گیاه پالایی، بررسی نحوه توزیع فلزات سنگین در بافت های مختلف گیاه، تعیین حد تحمل گیاه ذرت به آلودگی کادمیم در خاک به مرحله اجرا درآمد.

مواد و روش ها

این بررسی در یک خاک آهکی منطقه زنجان و در شرایط گلخانه اجرا شد. در آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، شش سطح کادمیم (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک) و سه سطح گوگرد (صفر، ۱ و ۲ تن در هکتار) بر روی ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ اعمال گردید. برای هر گلدان سه کیلوگرم خاک توزین و در کیسه های نایلونی ریخته شد. پس از اعمال تیمارها 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. 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 آون با درجه حرارت ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ 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 کادمیم، 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 جداول ۱ اثرات مصرف توأم کادمیم و گوگرد بر وزن تر و خشک اندامهای هوایی آورده شده است که از نظر آماری در سطح یک درصد معنی دار شد. با مصرف کادمیم وزن تر اندامهای هوایی از ۶۹/۵۹ گرم در گلدان در تیمار Cd0 به ۱۸/۲۳گرم در گلدان در تیمار Cd250 کاهش یافت. با مصرف گوگرد وزن تر اندامهای هوایی از ۳۴/۶۹ گرم در گلدان در تیمار S0 به ۲۵/۷۳ گرم در گلدان در تیمار S2 کاهش یافت. کمترین وزن تر اندامهای هوایی (۱۵ گرم در گلدان) در تیمار S2Cd250 مشاهده شد. همچنین با مصرف کادمیم، وزن خشک اندامهای هوایی با ۸۶ درصد کاهش از ۱۲/۷۳ گرم در گلدان به ۱/۷۳ گرم در گلدان کاهش یافت. با افزایش میزان مصرف گوگرد، وزن خشک اندامهای هوایی از ۴/۹۹ گرم در گلدان به ۳/۶۹ گرم در گلدان کاهش یافت.

جداول ۲ و ۳ ثرات مصرف توأم کادمیم و گوگرد را بر روی غلظت کادمیم و روی ندامهای هوایی همراه با گروه بندی میانگین ها نشان می دهد. اثرات اصلی و متقابل کادمیم و گوگرد بر غلظت کادمیم ریشه و اندامهای هوایی معنی دار شد. با مصرف کادمیم غلظت آن در ریشه و اندامهای هوایی افزایش یافت. در این بررسی میانگین غلظت کادمیم در اندامهای هوایی ۱۵۳/۲۳ میلی گرم در کیلوگرم و در ریشه ۳۱۹/۶۹ میلی گرم در کیلوگرم بود. به عبارت دیگر میانگین غلظت کادمیم در ریشه ۲/۰۸ برابر غلظت آن در اندامهای هوایی بود. جذب روی تحت تأثیر معنی دار اثرات اصلی و متقابل کادمیم و گوگرد قرار گرفته است. با افزایش میزان مصرف کادمیم، غلظت روی اندامهای هوایی از ۶۶/۵۳ میلی گرم در کیلوگرم در تیمارCd0 به۴۰/۰۳ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار Cd250کاهش یافته است. با مصرف گوگرد غلظت روی اندامهای هوایی ۳۷ درصد کاهش یافت. بالاترین غلظت روی اندامهای هوایی و ریشه گیاه ذرت به تیمار S0Cd0 و کمترین غلظت روی به تیمارS2Cd250 تعلق داشت.

جداول ۴ و ۵ اثرات توأم کادمیم و گوگرد را بر روی غلظت و جذب آهن و مس همراه با گروه بندی میانگین ها نشان می دهد. مصرف کادمیم باعث کاهش معنی دار غلظت آهن و مس اندامهای هوایی شد. با افزایش غلظت کادمیم، غلظت آهن اندامهای هوایی با ۲۱ درصد کاهش از ۴۸۶/۵ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار Cd0 به ۳۸۳/۶۴ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار Cd۲۵۰ رسید بر

اساس نتایج ارائه شده در جدول ۷، با مصرف کادمیم غلظت مس اندامهای هوایی ۳۷ درصد و غلظت مس ریشه ۴۱ درصد کاهش نشان داد. همچنین با افزایش میزان مصرف گوگرد، غلظت مس اندامهای هوایی از ۱۰/۰۴میلی گرم در کیلوگرم در تیمارS0 به ۸/۱۶ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار S2 و غلظت مس ریشه از ۱۱/۹۳ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار S0 به ۸/۳۳ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار S2 کاهش یافت. در جدول ۶، اثرات مصرف کادمیم و گوگرد بر غلظت منگنز اندامهای هوایی همراه با گروه بندی میانگین ها آورده شده است. با مصرف کادمیم و گوگرد، غلظت منگنز اندامهای هوایی به طور معنی داری کاهش یافت. با افزایش غلظت کادمیم، غلظت منگنز اندامهای هوایی از ۵۹/۶ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار Cd0 به ۳۵/۸۵ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار Cd250 کاهش یافت. بالاترین غلظت منگنز اندامهای هوایی در تیمار S0Cd0 مشاهده شد. همچنین با افزایش میزان گوگرد، غلظت منگنز اندامهای هوایی ۲۷ درصد کاهش یافت.

جدول ۱- مقایسه میانگین های اثرات اصلی و متقابل سطوح گوگرد و آلودگی خاک به کادمیم بر وزن تر و خشک اندامهای هوایی ذرت

سطوح کادمیم (میلی گرم درکیلوگرم)	سطوح گوگرد (تن در هکتار) ۰	۱	۲	میانگین
	وزن تر اندامهای هوایی (گرم)			
Cd0	۷۱/۰۵a	۶۵/۶۰b	۶۰/۱۳c	۶۵/۵۹
Cd50	۳۲/۲۲d	۲۶/۳۳fg	۲۳/۱۸h	۲۷/۲۴
Cd100	۲۹/۵۷e	۲۳/۳۱h	۲۰/۶۴j	۲۴/۵۰
Cd150	۲۷/۰۴f	۲۱/۶۸ij	۱۸/۳۲kl	۲۲/۳۴
Cd200	۲۵/۴۹g	۱۸/۷۵k	۱۷/۱۱lm	۲۰/۴۵
Cd250	۲۲/۸۰hi	۱۶/۸۹m	۱۵/۰۰n	۱۸/۲۳
میانگین	۳۴/۶۹	۲۸/۷۶	۲۵/۷۳	۲۹/۷۲
	وزن خشک اندامهای هوایی (گرم)			
Cd0	۱۳/۹۶a	۱۳/۶۹a	۱۰/۵۴b	۱۲/۷۳
Cd50	۵/۴۵c	۵/۳۲c	۳/۷۰d	۴/۸۲
Cd100	۳/۷۲d	۲/۶۳e	۲/۵۷e	۲/۹۷
Cd150	۲/۴۹ef	۲/۵۳e	۲/۲۵ef	۲/۳۸
Cd200	۲/۱۸ef	۱/۹۱ef	۱/۶۷ef	۱/۹۲
Cd250	۲/۱۲ef	۱/۶۵ef	۱/۴۲f	۱/۷۳
میانگین	۴/۹۹	۴/۵۹	۳/۶۹	۴/۴۲

جدول ۲- مقایسه میانگین های اثرات اصلی و متقابل سطوح گوگرد و آلودگی خاک به کادمیم برغلظت کادمیم اندامهای هوایی

سطوح کادمیم (میلی گرم درکیلوگرم)	سطوح گوگرد (تن در هکتار) ۰	۱	۲	میانگین
	غلظت کادمیم اندامهای هوایی (میلی گرم در کیلوگرم)			
Cd0	۱۳/۹i	۲۲/۷۹i	۲۷/۲۴i	۲۱/۳۱
Cd50	۸۷/۲۹h	۱۰۶/۷۵gh	۱۱۳/۹۸g	۱۰۲/۶۷
Cd100	۱۴۱/۷۸f	۱۴۶/۷۸f	۱۶۰/۶۸ef	۱۴۹/۷۴
Cd150	۱۷۲/۳۶e	۱۷۸/۴۷de	۲۱۴/۰۶c	۱۸۸/۲۹
Cd200	۱۹۴/۰۴cd	۲۱۱/۲۸c	۲۵۱/۸۶ab	۲۱۹/۰۶
Cd250	۲۰۲/۹۴c	۲۴۴/۰۸b	۲۶۷/۹۹a	۲۳۸/۳۳
میانگین	۱۳۵/۳۸	۱۵۱/۶۹	۱۷۲/۶۳	۱۵۳/۲۳

جدول۳- مقایسه میانگین های اثرات اصلی و متقابل سطوح گوگرد و آلودگی خاک به کادمیم برغلظت روی اندامهای هوایی

سطوح کادمیم (میلی گرم درکیلوگرم)	سطوح گوگرد (تن در هکتار) ۰	۱	۲	میانگین
	غلظت روی اندامهای هوایی (میلی گرم در کیلوگرم)			
Cd0	۸۷/۲۹a	۵۷/۸۲c	۵۴/۴۸c	۶۶/۵۳
Cd50	۷۹/۵۰a	۵۵/۰۴c	۴۹/۴۸cde	۶۱/۳۴
Cd100	۶۸/۳۸b	۴۴/۴۸def	۴۲/۸۱efg	۵۱/۸۹
Cd150	۵۸/۹۳c	۴۱/۱۴efgh	۳۷/۸۰fgh	۴۵/۹۶
Cd200	۵۵/۶۰c	۳۸/۳۶fgh	۳۶/۱۴fgh	۴۳/۳۶
Cd250	۵۳/۳۷cd	۳۴/۴۷gh	۳۲/۲۴h	۴۰/۰۳
میانگین	۶۷/۱۸	۴۵/۲۲	۴۲/۱۶	۵۱/۵۲

* میانگین های داری حداقل یک حرف لاتین مشترک، فاقد اختلاف آماری معنی دار در سطح یک درصد می باشند.

جدول۴- مقایسه میانگین های اثرات اصلی و متقابل سطوح گوگرد و آلودگی خاک به کادمیم برغلظت آهن اندامهای هوایی و ریشه

سطوح کادمیم (میلی گرم درکیلوگرم)	سطوح گوگرد (تن در هکتار)			
	۰	۱	۲	میانگین
	غلظت آهن اندامهای هوایی (میلی گرم در کیلوگرم)			
Cd0	۵۸۹/۳۶a	۴۵۵/۳۶abcdef	۴۱۴/۷۷bcdef	۴۸۶/۵
Cd50	۵۵۶ab	۴۴۲/۰۲abcdef	۴۰۹/۲۱bcdef	۴۶۹/۰۷
Cd100	۵۳۲/۰۹abc	۴۱۷bcdef	۳۹۴/۲۰cdef	۴۴۷/۷۶
Cd150	۵۱۹/۳۰abcd	۳۷۹/۷۴cdef	۳۸۵/۶۲def	۴۲۴/۴۱
Cd200	۵۱۰/۴۰abcde	۳۷۰/۸۵def	۳۷۴/۱۸ef	۴۱۳/۲۹
Cd250	۴۵۳/۱۴abcdef	۳۵۵/۲۸ef	۳۴۲/۴۹f	۳۸۳/۶۴
میانگین	۵۲۶/۷۱	۴۰۳/۳۷	۳۸۲/۲۵	۴۳۷/۴۴

جدول۵- مقایسه میانگین های اثرات اصلی و متقابل سطوح گوگرد و آلودگی خاک به کادمیم بر غلظت مس اندامهای هوایی و ریشه

سطوح کادمیم (میلی گرم درکیلوگرم)	سطوح گوگرد (تن در هکتار)			
	۰	۱	۲	میانگین
	غلظت مس اندامهای هوایی (میلی گرم در کیلوگرم)			
Cd0	۱۲/۰۷a	۱۱/۶۸ab	۱۰/۲۴abcd	۱۱/۳۳
Cd50	۱۱/۴۴abcd	۱۰/۲۴abcd	۹/۱۱bcde	۱۰/۲۶
Cd100	۱۰/۸۴abcde	۹/۴۴bcde	۸/۰۵def	۹/۴۴
Cd150	۹/۵۴bcde	۹/۱۱bcde	۷/۶۳ef	۸/۷۶
Cd200	۸/۷۵def	۸/۱۰def	۷/۰۵gh	۷/۹۶
Cd250	۷/۶۳ef	۷/۰۵gh	۶/۸۴g	۷/۱۷
میانگین	۱۰/۰۴	۹/۲۷	۸/۱۶	۹/۱۵

جدول۶- مقایسه میانگین های اثرات اصلی و متقابل سطوح گوگرد و آلودگی خاک به کادمیم بر غلظت منگنز اندامهای هوایی و ریشه

سطوح کادمیم (میلی گرم درکیلوگرم)	سطوح گوگرد (تن در هکتار)			
	۰	۱	۲	میانگین
	غلظت منگنز اندامهای هوایی (میلی گرم در کیلوگرم)			
Cd0	۷۷/۸۴a	۵۱/۷۰cd	۴۹/۴۸cde	۵۹/۶
Cd50	۶۴/۴۹b	۴۶/۱۴defg	۴۲/۸۱efgh	۵۱/۱۵
Cd100	۶۱/۱۶b	۴۲/۲۵fgh	۳۸/۹۲hi	۴۷/۴۴
Cd150	۵۳/۳۷c	۴۰/۵۸ghi	۳۴/۴۷ij	۴۲/۸۱
Cd200	۴۸/۹۲cdef	۳۸/۹۲hi	۳۱/۱۳jk	۳۹/۶۴
Cd250	۴۸/۴۴efgh	۳۴/۴۷ij	۲۷/۸۰k	۳۵/۸۵
میانگین	۵۹/۰۳	۴۲/۳۴	۴۳/۳۷	۴۸/۲۴

Refrences:

Blaylock, M.J, Salt, D.E, Doschenkov,s, Zakhrova,O., Gussman, C, Kapulnik,Y, Ensley, B.D., Raskin. 1997. Enhanced accumulation of Pb in Indian mustard by soil-applied chelating agents. Environ. Sci. Technol, 31: 860-865.

Cui, Y., D. Yiting, L. Haifeng, W. Qingren. 2004. Effect of elemental sulphur on solubility of soil heavy metals and their uptake by maize. J. Environ International, 30: 323-328

Huang, J.W., and Cunningham, S.D. 1997. Lead phytoextraxction spiceas variation in lead uptake and translocation. New Phtologist. 134: 75-84.

Salt, D., R. Price, I. Pickering, I. Raskin. 1995. Mechanisms of cadmium mobility and accumulation in Indian mustard. Plant Physiol, 109: 1427–1433.