ارزیابی همکنش روی وکادمیم بررشد و ترکیب شیمیایی برنج در یک خاک آهکی در استان فارس

جهانبخش میرزاوند
استادیار پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس

چکیده:

جهت ارزیابی همکنش روی و کادمیم بر رشد و ترکیب شیمیایی گیاه برنج این پروژه در دو سال زراعی به اجرا در آمد. تیمارهای این آزمایش عبارت بودند از چهار سطح کادمیم (۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰میلی گرم در کیلو گرم خاک از منبع کلرور کادمیوم) و سه سطح روی (۰، ۱۵ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات روی). آ زمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. مصرف روی بر غلظت کادمیوم، روی، آهن و منگنز تاثیر معنی داری داشت. با افزایش سطح مصرفی روی غلظت روی در برنج ۱۱/۸ درصد افزایش و غلظت عناصری چون کادمیوم، منگنز و آهن به ترتیب۲۸/۸، ۱۰/۶ و ۱/۶ کاهش یافت. همچنین افزایش سطح مصرفی کادمیوم بر غلظت منگنز و کادمیوم در هر دو سال و بر غلظت مس، روی و آهن در سال دوم در برنج اثر معنی داری داشت. با افزایش سطح مصرفی کادمیوم غلظت کادمیوم در برنج به میزان ۵۷ درصد افزایش، اما غلظت عناصر روی، آهن و منگنز به ترتیب به میزان ۱۱، ۱۷/۵ و ۲۰/۶ درصد در برنج کاهش یافت.

واژه های کلیدی: برنج، روی، کادمیم

مقدمه:

زیادی کادمیم در خاک باعث به هم خوردن توازن تثبیت نیتروژن مولکولی توسط ریز جانداران و کاهش رشد و عملکرد گیاه میزبان می شود. با افزایش سطح کادمیم خاک، مقدار آن در محصولات برداشت شده و از طرف دیگر شستشوی آن در لایه شخم باعث آلودگی آب نیز می گردد. وارد شدن این عنصر در زنجیره غذائی انسان و حیوان باعث آسیب رساندن به کلیه ها، استخوانها و جلوگیری از باروری تخم (تخمک) و تولد نوزادان ناقص الخلقه و.... می شود که از نظر اقتصادی و اجتماعی صدمات جبران ناپذیری را بدنبال دارد. مقدار کربنات کلسیم معادل خاک و عنصر روی در خاک باعث کاهش جذب کادمیم توسط گیاه می گردد. با توجه به این که ماده آلی اکثر خاک های استان فارس از (۱٪) کمتر است، این در حالی است که حد بحرانی کربن آلی برای برنج توسط ایری ۲ درصد اعلام شده است. استفاده از کود کمپوست زباله شهری و کود تهیه شده از لجن فاضلاب در افزایش است. در شیراز نیز تصفیه خانه فاضلاب آماده بهره برداری می شود،که ارزیابی اقتصادی آن بر اساس فروش کود آلی حاصله و آب بازیافت شده جهت مصارف کشاورزی بنا نهاده شده است. کود های کمپوست شده عموما"حاوی عناصر سنگین از جمله کادمیم می باشد. مقدار مصرف کود های آلی در مزارع کشاورزی بسیار بالا است، که با مصرف آن ها مقدار قابل توجهی کادمیم وارد خاک می گردد. با توجه به آلودگی اکثر کودهای فسفر دار به عنصر کادمیم و آهکی بودن اکثر خاکهای فارس و اثرات تجمعی و باقیمانده عنصرکادمیم در خاک واثرات عنصر روی در رشد و عملکرد برنج ، کم شدن قابلیت استفاده این عنصر در شرایط آهکی و غرقابی و همچنین اثر آنتاگونیستی آن با کادمیم ضرورت ارزیابی تاثیر متقابل و باقی مانده این دوعنصر بر رشد، عملکرد و ترکیب شیمیایی برنج و تجمع کادمیم توسط این گیاه از اهمیت خاصی برخوردار می باشد.

حضور کادمیم در پیکره موجود زنده فعالیت آنزیمی آن را مختل می کند (ملکوتی و همکاران ۱۳۷۹). کریمیان (۱۳۷۷) اعتقاد دارد آلودگی به کادمیم در قرن بیستم افزایش یافته است. عطافر و همکاران (۲۰۱۰) معتقدند که آلودگی کادمیوم در خاک یکی از مهمترین معضلات و محدودیت های امنیت غذایی و کیفیت اراضی کشاورزی می باشد. کمال و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند، کادمیوم یکی از استرس های غیرزنده موثر در میزان پروتئین گندم است. گیاهان مختلف از نظر

توانایی تجمع کادمیم متفاوتند. معذالک غلات و محصولات دانه ای از جمله مواد غذایی مسئول رساندن این عنصر غیر ضروری و بالقوه سمی به بدن انسان به شمار می روند. جذب کادمیم در برنج و گندم به نسبت افزایش میزان کادمیم خاک افزایش نشان می دهد. برنج بیشتراز سایر غلات بدلیل حاکمیت شرائط غرقابی کادمیم به خود جذب می کند (ملکوتی و همکاران ۱۳۷۹). در اصفهان طی تحقیق واثقی و همکاران (۱۳۸۲) با مصرف صفر، ۵۰، ۱۰۰و۲۰۰تن در هکتار لجن فاضلاب در چهار خاک مشاهده شد که مقدار عناصر آهن، روی، مس، سرب، کادمیم ونیکل در خاک و گیاه، وهمچنین رشد گیاه ذرت متناسب با افزایش مقدار لجن فاضلاب افزایش یافت. نزلو همکاران (۱۹۹۶) دریافتند که هشتاد درصد غلظت کادمیم در گیاه به نوع رقم، مقدار کادمیم و کلسیم، مواد آلی و اسیدیته خاک بستگی دارد. آنها بیشترین غلظت کادمیم را در رقم گندم دروم گزارش کردند. سپهری و همکاران (۱۳۸۲) طی یک تحقیق گلخانه ای و آزمایشگاهی مشاهده کردند در حدود ۷۰ درصد از سویه های تثبیت کننده نیتروژن، تنها در محدوده غلظت ۱۰-۵ میلی گرم کادمیم بر کیلوگرم خاک قادر به رشد بودند. همچنین مشاهده کردند با افزایش مقدار کادمیم تعداد گره های تشکیل شده برروی ریشه گیاه یونجه حدود ۴۲/۵ درصد کاهش یافت. غرقاب شدن خاک باعث کاهش فرم محلول و قابل تبادل به میزان ۹۸ درصد، افزایش فرم آلی و اکسیدی به میزان ۱۱ و ۲۹ درصد و عدم تغییر فرم کربناته را بدنبال داشت. افزایش ماده آلی نیز باعث کاهش فرم محلول و تبادلی و فرم کربناتی (فرم متحرک در خاک) و افزایش سه فرم دیگر شده است (کاشم و همکاران ۲۰۰۳). گزارشهایی اثرات آنتاگونیستی روی با کادمیم را ثبت کرده است. کادمیم و روی از نظر شیمیایی بسیار شبیه اند. کادمیم می تواند جذب و وظایف متابولیسمی روی را تقلید کند(سالاردینی و مجتهدی ۱۳۶۷). بای بوردی و همکاران (۱۳۸۲) در مطالعه ای در منطقه بناب و زنجان نتیجه گرفتند که کودهای پتاسیمی و سولفات روی علاوه برافزایش عملکرد، غلظت نیترات و کادمیم غده های سیب زمینی را بطور معنی داری کاهش داد. محمد و موهمان (۲۰۰۹) دریافتند که همکنش منفی بین روی و کادمیوم در گیاه گوجه فرنگی وجود دارد. ساتیاکالا ۱۹۹۷ تحقیقی با اعمال پنج سطح کادمیم (۰، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک) و چهارسطح روی (۰، ۵، ۱۰ و ۲۵ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک) مشاهده کرد که در تمام سطوح روی با افزایش میزان کادمیم رشد گیاه برنج کاهش یافت. مصرف ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه برنج در مقایسه با شاهد گردید. افزایش روی در خاک باعث کاهش غلظت کادمیم و افزایش غلظت روی در دانه برنج گردید (سارکونان و همکاران ۱۹۹۱). دانبر(۲۰۰۴) ممانعت از جذب کادمیوم بوسیله روی به عنوان یک روش برای کاهش غلظت کادمیوم در محصولات مختلف کشاورزی را پیشنهاد داد. او معتقد است که توانایی روی برای کاهش جذب کادمیوم علاوه بر گونه گیاهی به غلظت کادمیوم و روی در محیط نیز بستگی دارد.

مواد و روش‌ها:

این آزمایش در دوسال زراعی در یک خاک آهکی با مقدار روی ۰/۷ میلیگرم بر کیلوگرم و میزان کادمیم ناچیز درایستگاه تحقیقاتی کوشکک فارس انجام شد. براساس عرف منطقه اقدام به ایجاد خزانه برنج از بذر رقم قصردشتی گردید. بعد از رسیدن نشاء ها به ۳ الی ۵ برگی به کرتهای اصلی انتقال داده شدند. این آزمایش با چهار سطح کادمیم (۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در کیلو گرم خاک از منبع کلرور کادمیم) و سه سطح روی (۰، ۱۵ و ۲۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک از منبع سولفات روی) که بصورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار بصورت صحرایی در گلدانهای بزرگ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه کوشکک در فضای آزاد به اجرا در آمد. به علت آهکی بودن خاک آزمایش و احتمال تثبیت عناصر روی و کادمیم در آن سطوح مصرفی این دو عنصر مقداری بالا در نظر گرفته شد. تیمارهای روی و کادمیم قبل از کشت اضافه شده خوب با خاک گلدان ها مخلوط شدند. در تمام کرت ها عناصری چون پتاسیم، فسفر و نیتروژن (یک سوم قبل از کشت و دو سوم بصورت سرک در دو مرحله پنجه دهی و گلدهی) براساس توصیه های موسسه تحقیقات خاک و آب به صورت یکسان مصرف شد. در اوایل اردیبهشت ماه اقدام به تهیه خزانه برنج رقم قصردشتی نموده و در اوایل تیر بعد از آب انداختن و گل کردن و مصرف کود پایه و اعمال تیمارها اقدام به نشاء برنج شد. مبارزه با علف هرز، آبیاری و دیگر عوامل مدیریتی بطور یکسان برای تمام تیمارها اعمال شد. در پایان دوره رشد به علت تغییر اقلیم در سال های اخیر متاسفانه با

شروع سرمای زود رس پاییزه گیان به رشد زایشی نرسیدند. بنابرین تمام قسمت هوایی از طوقه قطع و توزین گردیده و پس از شستن با آب مقطر در آون آزمایشگاه خاک و اب فارس خشک شده و پس از پودر کردن و خاکستر کردن در کوره حرارتی، عناصر کم مصرف (روی، آهن، مس و منگنز) و عنصر کادمیم بوسیله دستگاه جذب اتمی اندازه گیره گردید. به همین روش آزمایش در سال دوم هم تکرار گردید. داده های آزمایش هر سال بوسیله نرم افزار MSTATC تجزیه واریانس شده و میانگین ها بوسیله آزمون دانکن مقایسه گردید.

نتایج و بحث:

جدول تجزیه واریانس عملکرد برنج به عنوان کشت اول در سال اول، دوم و همچنین تجزیه مرکب دوسال نشان می دهد که مصرف روی و کادمیوم و اثر متقابل آنها در عملکرد برنج(ماده خشک قسمت هوایی) و تاثیر معنی داری نداشته است. در کشت برنج مصرف روی بر غلظت منگنز، آهن،پتاسیم و فسفر در سطح یک درصد و بر غلظت کادمیم در سطح پنج درصد تاثیر معنی داری دارد. از طرفی مصرف کادمیم بر غلظت منگنز و کادمیم در سطح یک درصد معنی دار است. همچنین برهمکنش روی و کادمیم بر غلظت منگنز وآهن در سطح یک درصد و بر غلظت روی در سطح پنج درصد تاثیر معنی داری دارد (جدول شماره۱و ۲). برهمکنش روی و کادمیوم بر غلظت آهن، مس و کادمیوم در سطح یک درصد و بر غلظت روی در سطح پنج درصد تاثیر معنی داری دارد (جدول شماره۳) جدول مقایسه میانگین اثر سه سطح روی بر ترکیب شیمیایی برنج نشان می دهد که در هر دوسال با افزایش سطح مصرفی روی میزان غلظت روی در گیاه برنج افزایش یافته است(جدول ۱و۲). در اثر غرقاب شدن قابلیت استفاده روی برای گیاه برنج کاهش یافته و گیاه به مصرف روی پاسخ مثبت داده است این بدان معناست که خاک مزرعه آزمایش دچار کمبود روی بوده و باکاربرد روی جذب آن نیز افزایش یافته است. این موضوع توسط پژوهشگران دیگری نیز اثبات شده است. از جمله طی تحقیقی که توسط سارکونان و همکاران (۱۹۹۱) با مصرف چهارسطح روی (۰، ۵، ۱۰ و ۲۵ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک) مشاهده کردندکه افزایش روی در خاک باعث افزایش غلظت روی در دانه برنج می گردد. مصرف سطوح روی باعث افزایش معنی دار غلظت آهن و کادمیم در برنج شده است. از طرفی افزایش سطوح روی باعث کاهش معنی دار غلظت منگنز در سال اول و افزایش معنی دار آن در سال دوم گردیده است. اما افزایش روی باعث افزایش غلظت مس در برنج شده ولی تنها در سال اول این افزایش معنی دار است(جدول ۶). این نشان میدهد که اثر متقابل روی و سایر عنصر کم مصرف در برنج از پیچیدگی خاصی برخوردار است که این مسئله در خاک های آهکی پیچیده تر نیز میگردد. بر همین اساس نتایج متفاوتی توسط محققین دیگر گزارش شده است. گزارشهایی اثرات آنتاگونیستی روی با کادمیوم را ثبت کرده است.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح مصرفی روی بر ترکیب شیمیایی برنج در دو سال آزمایش

مصرف روی	غلظت عناصر (میلیگرم در کیلو گرم وزن خشک گیاه برنج) سال اول				
میلیگرم در کیلو گرم خاک	مس	روی	منگنز	آهن	کادمیوم
۰	۵/۵۸A	۱۵/۰۸ A	۵۶/۱۷ A	۲۰۱/۸۳ A	۱/۴۴۶A
۱۵	۴/۷۵ A	۱۵/۳۳ A	۴۲/۱۷ B	۱۹۱/۸۳ A	۱/۶۳۸ A
۲۵	۵/۹۲ A	۱۶/۳۳ A	۴۵/۷۵ B	۱۸۶ B	۱/۷۶۱A
مصرف روی	غلظت عناصر (میلیگرم در کیلو گرم وزن خشک گیاه برنج) سال دوم				
میلیگرم در کیلو گرم خاک	مس	روی	منگنز	آهن	کادمیوم
۰	۴/۷۵A	۱۹/۵۸B	۴۸/۰۰A	۲۳۳/۰۰A	/۶۸۳A
۱۵	۵/۷۵A	۲۲/۰۸A	۳۸/۶۷B	۲۱۸/۲۵A	/۶۹۳A
۲۵	۳/۷۵B	۱۹/۰B	۴۳/۳۳AB	۱۸۹/۳۳B	/۵۰۹B

جدول مقایسه میانگین مصرف کادمیوم نشان میدهد که زیاد شدن سطوح کادمیوم باعث افزایش معنی دار غلظت کادمیوم در برنج در هر دوسال شده است. همچنین افزایش سطوح کادمیوم باعث افزایش غلظت روی در برنج شده ولی در سال اول این افزایش معنی دار نمی باشد. زیاد شدن مقدار کادمیوم باعث افزایش معنی دار غلظت منگنز در برنج در هر دو سال شده ولی تاثیر معنی داری بر غلظت آهن در برنج نداشته است. اما در خصوص مس افزایش سطح کادمیوم تا سطح ۲۵ میلیگرم درکیلو گرم خاک باعث افزایش معنی دار غلظت این عنصر در برنج شده و در سطوح بالا تر این روند برعکس می گردد(جدول شماره ۸).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مصرفی کادمیوم بر ترکیب شیمیایی برنج در دو سال آزمایش

مصرف کادمیم	غلظت عناصر (میلیگرم در کیلو گرم وزن خشک گیاه برنج) سال اول				
میلیگرم در کیلو گرم خاک	مس	روی	منگنز	آهن	کادمیوم
۰	۵/۶۷A	۱۵/۱۱ A	۴۲/۶۷ B	۲۱۷/۷۸ A	۱/۱۴۴D
۲۵	۶/۲۲ A	۱۶/۶۷ A	۵۱/۸۹ A	۲۱۳/۴۴ A	۱/۴۱۸ C
۵۰	۵/۱۱A	۱۵/۵۶ A	۴۳/۴۴ B	۲۱۲/۵۶ A	۱/۸۱۰B
۱۰۰	۵/۶۷ A	۱۵/۰۰ A	۵۴/۱۱ A	۲۲۲/۴۴ A	۲/۰۸۸A
مصرف کادمیوم	غلظت عناصر (میلیگرم در کیلو گرم وزن خشک گیاه برنج) سال دوم				
میلیگرم در کیلو گرم خاک	مس	روی	منگنز	آهن	کادمیوم
۰	۴/۳۳B	۲۰/۱۱ A	۷۶/۱۱C	۲۰۲/۱۱A	/۵۴۸ B
۲۵	۵/۶۷A	۲۰/۷۸ A	۹۲/۵۶A	۲۰۴/۳۳A	/۵۵۴ B
۵۰	۴/۶۷ B	۲۱/۳۳A	۸۵/۷۸AB	۲۰۶/۳۳A	/۶۵۹AB
۱۰۰	۴/۳۳ B	۱۸/۶۷B	۸۲/۸۹BC	۲۰۱/۳۳A	/۷۵۳A

تجزیه واریانس مرکب دو سال نشان می دهد که اثر متقابل(همکنش) روی و کادمیوم مصرفی بر غلظت مس و روی در سطح پنج درصد و بر غلظت منگنز، آهن و کادمیوم در گیاه برنج در سطح یک درصد معنی دار است. مقایسه میانگین مرکب دو سال اثر متقابل روی و کادمیوم در گیاه برنج(جدول۳) نشان میدهد که با افزایش سطوح مصرفی کادمیوم در هر سطحی از مصرف روی، غلظت عناصر مس،روی، منگنز و آهن کاهش ولی غلظت کادمیوم افزایش می یابد. با فزایش سطوح مصرفی روی علظت روی و کادمیوم تا سطح دوم روی(۱۵میلیگرم در کیلوگرم خاک) افزایش و پس از آن کاهش می یابد. بطوریکه حداکثر غلظت روی در سطح ۱۵ روی و صفر کادمیوم و حداکثر غلظت کادمیوم در سطح ۱۵ روی و ۱۰۰ کادمیوم بدست آمد. و حداقل غلظت کادمیوم در سطح ۱۵ روی و صفر کادمیوم و حداقل غلظت روی در سطح صفر روی و ۱۰۰ کادمیوم بدست آمد. این نتایج نشان از اثر انتاگونیستی این دو عنصر در زراعت برنج دارد. تشابه ساختمان و خصوصیات ژئوشیمیایی روی و کادمیوم باعث این تاثیر در خاک، جذب توسط گیاه و انتقال از ریشه به قسمت هوایی می شود. نتایج مشابهی توسط سارکونان و همکاران(۱۹۹۱) در برنج و محمد و موهمان(۲۰۰۹)در گوجه فرنگی و سرور و همکاران(۲۰۱۰) در سایر گیاهان گزارش شده است. مصرف کادمیوم و روی باعث کاهش غلظت مس، آهن و منگنز در گیاه برنج شد. این بدان معنی است روی و کادمیم بر عناصر یاد شده در برنج همکنش داشته است.

جدول ۳- مقایسه میانگین(تجزیه مرکب دو سال) اثر متقابل سطوح مصرفی کادمیوم و روی بر ترکیب شیمیایی برنج

مصرف عناصر در خاک(میلیگرم در کیلوگرم)		متوسط غلظت عناصر (میلی‌گرم در کیلو گرم وزن خشک)گیاه برنج در دوسال				
روی	کادمیوم	مس	روی	منگنز	آهن	کادمیوم
۰	۰	۶/۸۵A	۱۸/۳۳ B	۷۸/۳۳ A	۲۲۵/۶۷ B	.۱/۰۰۷DE
۰	۲۵	۵/۰۰ BC	۱۸/۰۰ BC	۶۷/۱۷ AB	۲۲۱/۶۷ B	۰/۹۴۲ E
۰	۵۰	۴/۸۳ BC	۱۶/۶۷ C	۶۶/۶۶ BD	۲۱۶/۱۷ BC	۱/۰۲DCE
۰	۱۰۰	۴/۰۰C	۱۶/۳۳C	۶۲/۱۷DE	۱۸۶/۲۲C	۱/ ۲۸BC
۱۵	۰	۵/۶۶AB	۲۰/۵۰A	۷۳/۳۳AB	۲۲۲/۱۷B	۰/۷۶۲E
۱۵	۲۵	۵/۵۰AB	۲۰/۳۳AB	۷۱/۰۰AB	۲۱۶/۸۳BC	۱/۰۲۳BDC
۱۵	۵۰	۵/۳۳BC	۱۷/۵۰C	۵۹/۳۳DE	۲۱۵/۱۷BC	۱/۲۶DC
۱۵	۱۰۰	۴/۵BC	۱۶/۵۰C	۵۸/۰۰FE	۱۸۳/۳C	۱/۶۱A
۲۵	۰	۵/۵۰AB	۱۸/۳۳BC	۷۰/۰۰BC	۲۵۷/۸A	۰/۷۷۷E
۲۵	۲۵	۵/۰۰AB	۱۸/۰۰BC	۶۹/۱۷BC	۲۲۲/۳B	۰/۹۹۵DE
۲۵	۵۰	۴/۵BC	۱۷/۶۶C	۶۷/۳۳BC	۲۲۳/۶۷B	۱/۴۱AB
۲۵	۱۰۰	۴/ ۳۳BC	۱۶/۶۶C	۵۱/۶۶F	۱۸۷/۸۳C	۱/۳۶AB

نتیجه گیری:

با مشاهده یافته های این تحقیق مشخص میگردد که بین دو عنصر روی و کادمیوم در شرایط غرقابی (کشت برنج) همکنش منفی وجود دارد. یعنی مصرف روی در برنج کاری ضمن تاثیر مثبت به عنوان یک عنصر ضروری، می تواند اثرات سمی جذب کادمیوم را کاهش دهد از طرفی زیادی کادمیوم باعث کاهش جذب روی توسط گیاه میگردد. این مسئله ضمن کاهش جذب عنصر روی به عنوان یک عنصر ضروری و پیامد های این کمبود در رشد و عملکرد گیاه برنج سبب سمیت محصول تولیدی نیز میگردد. لازم است در خصوص همکنش کادمیوم و عناصر غذایی کم مصرف مطالعات بیشتری صورت پذیرد.

منابع:

ثواثقی، س. م افیونی.، ح. شریعتمداری. و م. موبلی.۱۳۸۲.اثر لجن فاضلاب و پ هاش خاک بر قابلیت جذب عناصر کم مصرف و فلزات سنگین در ذرت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی.سال سوم شماره سوم.صفحه۱۰۰-۱۰۵.

سالار دینی، ع الف.و م. مجتهدی. ۱۳۶۷. اصول تغذیه گیاه (جلد دوم)، ترجمه. مرکز نشر دانشگاهی شماره ۳۶۸، تهران، ایران.۲۸۵.صفحه.

سپهری، م.، ن. صالح راستین.، ح. ع. و ه. اسدی رحمانی. ۱۳۸۲. اثر سطوح مختلف کادمیوم بر رشد و توان گره زایی سینوریز و بیوم ملیلونی (همزسیست با یونجه). پایان نامه کارشناسی ارشد. بخش خاک شناسی. دانشگاه تهران.

کریمیان، ن. ۱۳۷۷ . پیامدهای زیاده روی در مصرف کودهای شیمیایی و فسفری، مجله علمی پژوهشی خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۴، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

ملکوتی، م. ج.، م. ترابی و س. ج. طباطبایی. ۱۳۷۹. اثرات سوء کادمیم و روشهای کاهش غلظت آن در محصولات کشاورزی. نشریه فنی ۸۷ . موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، ایران.۱۳.صفحه.

Kashem, M. A., and B. R. Singh. 2003. Transformation in solid phase species of metals as affected by flooding and organic matter. Com.Soil Sci. and Plant Anal.. 35(9-10): 1435-1456.

Mohammad, A., and A. Moheman. 2009. The effects of cadmium and zinc interactions on the accumulation and tissue distribution of cadmium and zinc in tomato. Arch of Agron Soil Sci 56(5): 551-561.

Sarkunan, V., A. K. Misra, and P. K. Nayar. 1991. Interaction of cadmium and zinc on rice in paddy soil. Oryza. 28, 459.

Satyakala, G. 1997. Studies on the effect of heavy metal pollution on pistia stratiotes (water lettauce). Indian J. Env. Health 39: 1-8.

Wenzel, W., W. E. H. Blum, A. Brandstetler, F. Jockwer, A. Kochi, M. Oberforster, H. E. Oberforster, C. Riedler, K. Roth and I. Vladeva. 1996. Effect of soil properties and cultivar on cadmium accumulation in wheat grain. I. Pflanzenernahr Bodenk, 159:609- 614.

Evaluation of Interaction Effect of Zinc and cadmium on Growth, Yield and Chemical Composition of Rice in one calcareous soil in Fars Province.

J. Mirzavand
Assistant professor, Agriculture and Natural Resources Research and Education Center Fars

Abstract

In order to investigate the direct and interaction effects of these two elements in rice an experiment was carried out. In this research the effect of each element and their interaction effect on yield and chemical composition, of rice during 2 consecutive years investigated. The treatments were combination of 3 zinc levels(0, 15 and 25 kg $ZnSO_4.H_2O$ per hectare) and 4 cadmium levels(0, 25, 50 and 100 mg cd per kg soil from cadmium chloride source) conducted as a factorial experiment was designed as RCBD with 3 replication during 2 years. Application of Cd and Zn fertilizer on chemical composition of rice is significant. Zn application has a significant effect ($p<.0$ 5) on Cd, Zn and Fe concentration in rice and wheat. In addition to Zn application has a significant effect ($p<.001$) on Mn in rice. By increasing of Zn level Zn concentration in rice increased 11.8 percentage and Cd, Mn and Fe concentration decreased: 28.8, 10.6 and 1.6 percentages respectively. Also the effect of Cd application on Mn, Cd in two years and Cu, Zn and Fe concentration at second years of rice was statistically significant. By increasing of Cd levels, concentration of Cd in rice %57 increased, and Zn, Fe and Mn concentration %11, %17.5, % 20.6 in rice decreased respectively.

Key words: Cadmium, Rice, Zinc