نشریه زراعت

شماره ۱۰۴، پائیز ۱۳۹۳

(پژوهش و سازندگی)

مطالعه اثرات مصرف پتاسیم و روی بر ویژگی های کمی و کیفی و غلظت کادمیوم دانه گندم آبیاری شده با فاضلاب شهری

• محســـن سیلســـپور، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران و دانشجوی دکترای شیمی و حاصلخیزی خاک دانشگاه زنجان (نویسنده مسئول)

تاریخ دریافت: شهریور ماه ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: بهمن ماه ۱۳۹۱
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۵۰۹۷۶۰۰
پست الکترونیک نویسنده مسئول: mseilsep@yahoo.com

چکیده:

به منظور مطالعه تاثیر عناصر کادمیوم و روی در روند جذب کادمیوم توسط گیاه گندم وتاثیر این عناصر در سایر پارامترهای رشد، طرح تحقیقاتی در قالب طرح آماری کرتهای خرد شده با سه عامل اصلی مصرف پتاسیم در سه سطح (بدون مصرف پتاسیم، مصرف پتاسیم براساس آزمون خاک و مصرف پتاسیم دو برابر بیشتر از آزمون خاک) و چهار عامل فرعی مصرف روی در چهار شکل (شاهد بدون مصرف روی ،مصرف روی بصورت محلولپاشی ، مصرف روی در خاک و مصرف توام روی در خاک همراه با محلولپاشی) در یکی از مزارع گندم جنوب تهران که سالیان متمادی با فاضلاب آبیاری میشد به مدت یکسال زراعی اجرا شد. نتایج نشان داد که اثر عوامل اصلی (سطوح مختلف سولفات پتاسیم) در خصوص عملکرد دانه ، عملکرد کاه ، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه کاملا معنی دار است و صفات فوق در اثر مصرف پتاسیم بر اساس آزمون خاک ارتقا پیدا کردند. اثر عوامل فرعی (مصرف روی) نیز روی صفات فوق الذکر معنی دار بود.اثرات اصلی روی و پتاسیم بر غلظت کادمیوم دانه کاملا معنی دار بود و مصرف این عناصر باعث کاهش معنی دار غلظت کادمیوم دانه شد، بطوریکه مصرف پتاسیم به میزان دو برابر توصیه آزمون خاک بیشترین اثر کاهندگی را به میزان ۳۴ درصد در غلضت کادمیوم دانه داشت. مصرف خاکی توام با محلولپاشی روی نیز بیشترین میزان کاهش کادمیوم دانه به میزان ۱۷/۸ درصد را باعث شد. همبستگی مثبت معنی داری بین غلظت پتاسیم و روی دانه با میزان کادمیوم دانه مشاهده شد. جهت حصول به حداکثر عملکرد با کمترین میزان غلظت کادمیوم دانه گندم، مصرف پتاسیم به میزان دو برابر توصیه بر اساس آزمون خاک همراه با مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی بصورت مصرف خاکی همراه با برگپاشی سولفات روی توصیه می شود.

کلمات کلیدی: پتاسیم، روی، کادمیوم، گندم، فاضلاب

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:104 pp: 96-105

Study of potassium and zinc effects on quantity and quality parameters and grain cadmium content of winter wheat irrigated by waste water

By:

- *M. Seilsepour, (Corresponding Author; Tel: 09125097600), Scientific Staff of Varamin Agricultural Research Center*

Received: August 2009 **Accepted: December 2012**

There are a lot of evidence on the effects of potassium and Zinc to increase wheat yield and improving seed quality and reducing of cadmium uptake by plant. An investigation carried out to study the effects of these two elements in the process of Cd uptake by wheat and effects of these elements in other growth parameters. The statistical design was split plot with three main factors (without potassium, potassium consumption based on soil test potassium and potassium consumption tow time more than soil test potassium) and four sub plots (control Zn, soil Zn consumption, foliar Zn application and, Zn in Soil and consumption combined with foliar application).The experiment was done in a wheat field in southern of Tehran, which many years were irrigated with wastewater. The results of experiment showed that the main effects (potassium effects) on grain yield, straw yield, spike length, number of grains per panicle and grain weight is significant. The above characteristics increased by use of potassium based on soil test recommendation significantly and extra use of potassium did not any effects on these parameters. Secondary effects (Zn) on the above traits were significant. Grain yield, straw yield and grain weight were not affected by different methods of Zn application, but combined use of Zn as soil application and foliar, produced the greatest amount of panicle length and number of seeds per ear .The main effects of zinc and potassium was significant on the concentration of mean grain cadmium .Consumption of these elements significantly reduced grain cadmium concentration. Use of potassium tow time more than soil test recommendation was the highest decrease in cadmium concentration by 34 percent. Use of Zn in soil combined with foliar application was the highest effects on seed cadmium decrease by 17.8 percent in compare to other method. The concentration of cadmium in seed was affected by Potassium and Zinc interaction and decrease significantly. Use of potassium tow time more than soil test recommendation and Use of Zn in soil combined with foliar application decreased seed cadmium concentration by 48.6 percent significantly. Data also showed that there were a significant correlations between seed potassium and seed zinc concentration and the amount of seed grain cadmium with the quadratic equation, so with increasing concentrations of potassium or zinc, cadmium concentrations of grain declined. On the whole, to reach maximum yield with minimum grain cadmium concentration, Use of potassium tow time more than soil test recommendation and use of Zn in soil combined with foliar application, eventually in lands the same place of research experiment, was recommended.

key Words: Potassium, Zinc, Wheat, Wastewater

مقدمه

استفاده از فاضلاب شهری و صنعتی در کشاورزی امروزه خصوصا در کشور ما که با کمبود آب و خشکسالی مواجه است امری اجتناب ناپذیر است . با این وصف به دلیل وجود انواع آلاینده های شیمیایی و میکروبی در فاضلاب، ،استفاده از این فاضلاب ،مشکلات عدیده ای را ایجاد می کند . کاربرد فاضلاب شهری در اراضی کشاورز ی،علیرغم نقش مثبت آن در تامین آب کشاورزی، موجب افزا یش عناصر سنگین در خاک شده و میزان آنها در گیاه نیز به طور چشمگیری افزایش می یابد(Yada et al .,2002).بطوریکه در اراضی آبیاری شده با فاضلاب، میزان غلظت کل املاح تا ۲ برابر افزا یش یافته و تا عمق ۱۵ سانت یمتری میزان عناصر سنگین، افز ایش عمده ای یافته و برخی عناصر نظیر کادمیوم تا ۲۳ برابر افزا یش نشان داده است (Molahosseini.,1380.,Golovaity and Savchenk.,2002). ،

یکی از مهمترین آلاینده ها در ترکیب شیمیایی فاضلاب کادمیوم می باشد که همراه فاضلاب از طریق آبیاری جذب محصول شده و از طریق زنجیره غذایی وارد بدن مصرف کنندگان محصولات کشاورزی خواهد شد (Ahmad,2007.,Hussain et al ,2010.,Chamon et al,2005). کادمیوم عنصری است که برای انسان و حیوان غیر ضروری است و سمی است و به راحتی توسط ریشه گیاه از خاک جذب می شود و در اندامهای گیاه ذخیره و وارد زنجیره غذایی می شود.(Zhao et all.,2010)).نتایج تحقیقات کولری (Coulery.,1997)نشان می دهد که گندم قادر به تجمع زیاد کادمیوم در دانه بوده و این امر می تواند برای سلامتی مصرف کننده خطرناک باشد . ملکوتی و همکاران(Malakouti and Baybordi.,1999) بیان داشتند که کادمیوم یکی از مهمترین آلاینده های طبیعت به شمار می رود و حداکثر مجاز کادمیوم در دانه غلات ۰/۱ میلی گرم در کیلوگرم می باشد. فاکتورهای زیادی از جمله واکنش خاک،ظرفیت تبادل کاتیونی،گونه گیاه و نوع عناصر موجود در کودهای شیمیایی و سایر عناصر شیمیایی موجود در خاک در جذب کادمیوم تاثیر می گذارند که از جمله این عناصر میتوان پتاسیم و روی را نام برد.(Zhao et al.,2010). پتاسیم یکی از عناصر ضروری گیاه می باشد.این عنصر در فیزیولوژی و متابولیسم گیاه نه تنها از نظر مقدار موجود در بافت های گیاهی بلکه از نظر وظائف فیزیولوژیکی و شیمیائی مهمترین

کاتیون است(Mengel and Kirkby.,1987). نتایج تحقیقات صورت گرفته در دنیا ،موید افزایش عملکرد دانه گندم در اثر مصرف پتاسیم بوده است.(Ehsan Akhtar et al .,2002; De Shui et all.,2007) محققان زیادی نیز اذعان داشته اند که پتاسیم از طریق افزایش وزن هزار دانه باعث افزایش عملکرد می شود.(Tarig and Shah.,2002;Sharma et al.,2005;Evan and Riedel.,2006)نتایج تحقیقات نشان می دهد که پتاسیم باعث افزایش تعدادپنجه در گندم (Mehdi et all.,2001) ،بیومس (Ehsan Akhtar et al 2002) و تعداد دانه در خوشه (Evans and Riedell.,2006) می شود. از طرف دیگر پتاسیم باعث افزایش غلظت پتاسیم دانه می شود و کیفیت دانه گندم را افزایش می دهد.(Mehdi et all.,2001;Tariq and Shad 2002,.) .پتاسیم از طریق فعال سازی بسیاری آنزیمهتی گیاهی که روی فرایند فتوسنتز،کارایی مصرف آب،جذب نیتروژن و ساخت پروتئین دخالت دارند، باعث افزایش میزان پروتئین دانه گندم نیز می شود.(Nguyen et all.,2002;Michail et al.,2004;Thalooth et al.,2006). نتایج تحقیقات گلخانه ای ثواقبی و ملکوتی (Savaghebi and Malakouti.,1999) ،نشان داد که با مصرف سولفات پتاسیم ،غلظت کادمیوم در اندام هوائی ۳۲درصد کاهش داشته است . نامبردگان اذعان داشتند که پتاسیم و کادمیوم دارای بر هم کنش منفی می باشند ، لذا کاربرد سولفات پتاسیم در خاکهای آلوده می تواند اثرات سوء کادمیوم را بر عملکرد و جذب کادمیوم کاهش داده و به پایداری تولیدات کشاورزی و حفظ سلامتی جامعه کمک نماید. بنابراین به نظر می رسد پتاسیم به انتقال روی در گیاه کمک نماید. گزارشات دیگر نیز نشان داد است که با مصرف پتاسیم جذب روی وانتقال آن در گندم افزایش یافته و در نتیجه موجب افزایش غلظت روی در دانه ، کاه و ریشه می شود. (Ranjbar and Bahmanyar.,2007). روی نیز از جمله عناصر ضروری مورد نیاز گندم است(Dang et al,2010). خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه خشک عمدتا با کمبود روی مواجه هستند و شرایط خاکی نظیر اسیدیته بالا، کربنات کلسیم زیاد ، مواد آلی ناچیز و از همه مهمتر زیاده روی در مصرف کودهای فسفاتی کمبود این عنصر در تشدید می‌کند(Takkar and Walker .,1993). در رابطه با نقش روی در افزایش عملکرد گندم و بهبود کیفیت آن تحقیقات متعددی در ایران انجام شده است.(Savaghebi and Malakouti.,1999.,Ziaian and Malakouti.,1999.,Ziaian.,2003) .نتایج تحقیقات نشان می دهد که روی و کادمیوم دارای حامل های مشترکی برای جذب توسط ریشه گندم هستند،بنابراین در جذب با یکدیگر رقابت می کنند و دارای اثر آنتاگونیسمی هستند.(Hart et all.,2002).از طرف دیگر مشخص شده است که در سیستم آوندی گیاه نیز روی مانع انتقال کادمیوم در مسیر آوند می شود،بطوریکه افزایش غلظت روی در ساقه و برگ گندم،باعث کاهش انتقال کادمیوم به دانه گندم می شود. بنابراین واضح است که طبق نتایج تحقیقات صورت گرفته، برگپاشی روی باعث کاهش انتقال کادمیوم و در نتیجه کاهش غلظت کادمیوم دانه گندم شود. (Cakmak et all.,2000;Zhu et all.,2001;Li and Zhu.,2002). نتایج تحقیقات نشان داده است که مصرف کادمیوم ، موجب کاهش معنی دار عملکرد دانه ، کاه ، عملکرد کل و میزان پروتئین دانه شده است ولی با مصرف سولفات روی این خصوصیات کمی و کیفی افزایش داشته است (Adiloglu. 2002) . نتایج تحقیقات آکای و کوللی بر اثر کاهندگی روی بر غلظت کادمیوم دانه تاکید دارد (Akay and Koleli. 2007.). این محققان آنرا مربوط به اثر رقت و بازدارندگی نقش روی در انتقال کادمیوم از کاه به دانه می دانند. چوچ و همکاران (Chuch et al.,1989) اذعان داشتند که مصرف روی عملکرد دانه را افزایش ولی مصرف کادمیوم عملکرد دانه گندم راکاهش میدهد ، ضمنا اثر کاهندگی کادمیوم بر عملکرد در غیاب روی شدیدتر بوده است.

بنابراین با توجه به اجتناب ناپذیر بودن استفاده از فاضلاب وجود آلودگی کادمیوم ناشی از مصرف آن،پیدا کردن روش یا مدیریتی که بتواند از تجمع کادمیوم در گیاه بکاهد یا اثرات سوء آنرا کاهش دهد از اهمیت بسزائی برخوردار خواهد بود.توجه به مسایل ذکر شده هدف این پژوهش بررسی اثرات پتاسیم و روی در پارامترهای رشد و جذب عناصر غذایی و کادمیوم توسط گیاه می باشد .

مواد و روشها

آزمایش در اراضی تحت آبیاری با فاضلاب در منطقه شهر ری با طرح تحقیقاتی در قالب طرح آماری کرتهای خرد شده با سه عامل اصلی مصرف پتاسیم در سه سطح (بدون مصرف پتاسیم ، مصرف پتاسیم براساس آزمون خاک و مصرف پتاسیم دو برابر بیشتر از آزمون خاک) و چهار عامل فرعی مصرف روی در چهار شکل (شاهد بدون مصرف روی ،مصرف روی بصورت محلولپاشی ، مصرف روی در خاک و مصرف توام روی در خاک همراه با محلولپاشی) با سه تکرار در یکی از مزارع گندم جنوب تهران در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی که سالیان متمادی با فاضلاب آبیاری میشد به مدت یکسال زراعی در یک خاک رسی اجرا شد. ارتفاع منطقه ۱۰۵۰ متر بالاتر از سطح دریای آزاد، بارندگی سالانه ۱۷۰ میلیمتر در سال، لندفرم دشت رسوبی رودخانه‌ای[1]، رژیم حرارتی خاک ترمیک[2] و رژیم رطوبتی آن اردیک[3] بود. رده خاک‌ها اریدی‌سول[4]، افق سطحی اکریک[5]، افق زیرسطحی کمبیک[6] و فامیل خاک‌ها بر اساس سیستم طبقه‌بندی جامع خاک‌ها(۱۹۹۹ Soil Survey Staff) fine, mixed, active, thermic, typic haplocambids بود(صفر ۱۳۶۹) . عوامل اصلی آزمایش عبارت بودند از مصرف پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم بر مبنای آزمون خاک(K1)، مصرف پتاسیم دو برابر بیشتر از آزمون خاک (K2)و عدم مصرف کود سولفات پتاسیم(K0) . بر اساس نتایج بدست آمده از تجزیه خاک محل اجرای آزمایش،۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم برای تیمار (K1) و ۴۰۰کیلوگرم درهکتار سولفات پتاسیم برای تیمار (K2) در نظرگرفته شد. عوامل فرعی آزمایش نیز عبارت بودند از شاهد بدون مصرف سولفات روی ، سولفات روی در خاک به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار، مصرف سولفات روی بصورت محلولپاشی با غلظت پنج در هزار در سه نوبت پنجه زنی ،ساقه دهی و گلدهی مصرف توام سولفات روی در خاک و محلولپاشی. کود پایه شامل ازت(۴۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره(نیز در چهار مرحله بر مبنای آزمون خاک مصرف شد . بدلیل بالا بودن میزان فسفر قابل جذب خاک محل اجرای آزمایش،کود فسفره استفاده نشد.قبل ازاجرای آزمایش از خاک محل اجرا ، نمونه گیری مرکب به عمل آمد ومورد تجزیه فیزیکی و شیمیایی قرار گرفت و میزان عناصر ازت ، فسفر ، پتاسیم ، آهن ، منگنز ، روی ، مس و کادمیوم مشخص گردید .(جدول ۱). پارامترهای EC با دستگاه EC متر، pH با دستگاه pH متر، کربن آلی به روش سوزاندن تر با بی‌کربنات پتاسیم در مجاورت اسید سولفوریک غلیظ، فسفر قابل جذب گیاه به روش اولسن، پتاسیم قابل

استفاده گیاه در خاک با دستگاه فلیم فتومتر، روی وکادمیوم (دستگاه جذب اتمی)، آهک به روش خنثی‌سازی، تیتراسیون اسید کلریدریک به وسیله سود و بافت به روش هیدرومتر اندازه‌گیری شد (Aliehyai and Emami.,1993). ضمنا از آب آبیاری نیز نمونه گیری شد و مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۲ آمده است. . عملیات کاشت در نیمه دوم آبان ماه با گندم رقم مهدوی با تراکم ۴۰۰ دانه در متر مربع صورت گرفت . هر کرتچه آزمایش شامل ۶ خط کاشت به طول ۶ متر و فاصله بین ردیف ۶۰ سانتی متر بود . کلیه کودهای پتاسه و یک چهارم ازت و سولفات روی با توجه به نوع تیمار، قبل از کاشت و بقیه ازت بصورت سرک از منبع اوره طی مراحل پنجه زنی ،ساقه دهی و گلدهی مصرف شد . روش آبیاری نیز فاروئی بوده و آبیاری بر مبنای نیاز آبی گندم صورت گرفت . عملیات برداشت از دو خط وسط هر کرتچه آزمایش با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط کشت به مساحت شش متر مربع صورت گرفت و به تفکیک کاه و دانه توزین شد . میانگین وزن هزار دانه و تعداد دانه در خوشه(متوسط ۲۰ خوشه در هر کرتچه) ،نیز به تفکیک تیمار و تکرار اندازه گیری شد..قبل از تجزیه واریانس داده های آزمایش با استفاده از روش کلموگراف اسمیرنوف در محیط SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مشخص شد که داده ها نرمال هستند سپس با استفاده از آزمون F تجزیه واریانس داده ها با نرم افزار MSTATC انجام شد.مقایسه میانگین ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

خلاصه نتیجه تجزیه واریانس داده های آزمایش در جدول ۳ آورده شده است. همانگونه که از جدول تجزیه واریانس مشخص است اثر عوامل اصلی روی عملکرد دانه و طول خوشه در سطح یک درصد و در مورد عملکرد کاه در سطح ۵ درصد معنی دار است.اثر عوامل فرعی روی عملکرد دانه،عملکرد کاه،وزن هزار دانه ، تعداد دانه در خوشه و طول خوشه در سطح یک درصد معنی دار است.اثرات متقابل تنها در خصوص وزن هزار دانه معنی دار ار بود.نتایج صفات اندازه گیری شده شامل عملکرد دانه،عملکرد کاه،وزن هزار دانه،تعداد دانه در خوشه و طول خوشه در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

عمق	درصد اشباع	هدایت الکتریکی	واکنش خاک	بافت	مواد خنثی شونده	کربن آلی	ازت کل	فسفر	پتاسیم	مس	منگنز	آهن	روی	کادمیوم*
(cm)	(Sp)%	(dS/m)	(pH)		%	%	%	میلی گرم فرم قابل جذب بر کیلوگرم خاک						
0-30	41	2.2	7.4	SicL	21	0.69	0.60	27	200	2.8	10.8	8.2	0.7	1.2

*:حداکثر مجاز کادمیوم در خاک ۱ میلی گرم در کیلوگرم می باشد.(صلحی و همکاران ۱۳۸۴)

جدول ۲- نتایج تجزیه آب فاضلاب منطقه مورد مطالعه

هدایت الکتریکی $Ec*10^{-6}$	واکنش	سرب	نیکل	کادمیوم	مس	روی	ازت کل
(dS / m)	(pH)	میلی گرم فرم قابل جذب بر کیلوگرم خاک					%
1537	7.5	0.06	0.08	0.08	0.05	0.005	0.03

جدول ۳- خلاصه جدول تجزیه واریانس داده های آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد دانه	عملکرد کاه	وزن هزار دانه	دانه در خوشه	طول خوشه	درصد پروتئین	درصد پتاسیم	میزان روی
تکرار	2	215833	125877	0.7	10.5	122.1	0.1	0.006	17.54
عامل اصلی	2	6400833**	20835877*	99.5	116	1730**	14.6**	**0.114	93.6**
خطا	4	311666	2408211	4.6	18.2	60.7	0.6	0.001	3.1
عامل فرعی	3	2734074**	25390711**	55.4**	128.9**	461.6**	1.9**	0.002 Ns	13.1**
اثر متقابل	6	343796ns	753211ns	2.6**	3.7	26.4	0.4 ns	0.0 ns	1.9 ns
خطا	18	188611	935877	0.5	2	12.8	0.3	0.0	2

*درج علامت*به معنای وجود تفاوت معنی دار آماری در سطح ۵ درصد است.*

*درج علامت ** به معنای وجود تفاوت معنی دار آماری در سطح ۱ درصد است.*

عملکرد دانه و کاه

نتایج آزمایش نشان داد که اثرات اصلی (مصرف پتاسیم) و اثرات فرعی (مصرف سولفات روی) در خصوص عملکرد دانه وکاه معنی دار است . مصرف پتاسیم برمبنای آزمون خاک عملکرد دانه و کاه را بطور معنی داری افزایش داده است ولی مصرف بیشتر پتاسیم یعنی ۲ برابر توصیه کودی بر مبنای آزمون خاک باعث افزایش عملکرد دانه وکاه گندم نشده است . نتایج تحقیقات صورت گرفته در دنیا نیز موید افزایش عملکرد دانه گندم در اثر مصرف پتاسیم بوده است.مطالعات انجام شده نشان داده است که در اثر کمبود پتاسیم میزان کلروفیل و پروئیتن برگ پرچم و شدت فتوسنتز در دوره پرشدن دانه را کاهش داده، فعالیت پراکسیداز و میزان مالون دی آلدئید برگ پرچم را افزایش و پیری آن را تسریع می‌کند. .(Kopsell and kopsell,2006)عرضه پتاسیم برای گیاهان دچار کمبود میزان کلروفیل برگ، هدایت روزنه‌ای، فتوسنتز و انتقال اسیدهای آمینه در گیاه بویژه انتقال آبی به دانه‌های در حال رشد را افزایش می‌دهد. در سطوح زیاد پتاسیم انتقال تا چند برابر هم افزایش می‌یابد (Ehsan Akhtar et al .,2002; De Shui et all.,2007). در خصوص اثر عوامل فرعی، مصرف سولفات روی باعث افزایش معنی دارعملکرد دانه و کاه گندم شده است. در این خصوص بالاترین عملکرد دانه کاه وگندم از تیمار مصرف خاکی سولفات روی همراه با محلولپاشی بدست آمده است . اثرات متقابل نیز دراین خصوص معنی دار نبوده است.ولی اعمال آزمون چند دامنه ای دانکن روی میانگین اثرات متقابل عملکرد دانه و کاه نشان داد که مناسبترین تیمار برای تولید دانه و کاه،مصرف پتاسیم بر مبنای آزمون خاک و مصرف سولفات روی در خاک و محلولپاشی می باشد. طی سالیان گذشته،آزمایشات زیادی در رابطه با اثرات عنصر روی بر محصول گندم در نقاط مختلف دنیا انجام شده است و ضرورت مصرف کود روی برای افزایش عملکرد گندم به اثبات رسیده است. (Rifat et al,2007.,Kumar and Qureshi 2012.,Bernnan and Bolland 2002.,Dang et al 2010.,Singh et al 2004.,Vasconcelos et al 2011)

مطالعات نشان می دهد که در اثر مصرف روی مقدار کل کربوهیدرات، نشاسته، ایندول استیک اسید، میزان کلروفیل و مقدار پروتئین دانه گندم افزایش می‌یابد. با افزایش میزان کربوهیدرات و بالا رفتن میزان کلروفیل a و b و مقدار ایندول استیک اسید ناشی از مصرف روی، رشد گیاه بهتر شده و باافزایش سطح برگ ها، محیط مناسب تری برای انجام فتوسنتز طولانی مدت تر فراهم می‌گردد این محققین علت امر را تولید بیشتر ایندول استیک اسید و در نتیجه جلوگیری از تخریب کلروفیل ذکر می کنند. این محققین اعتقاد دارند روی با تأخیر انداختن پیری موجب بهبود تولید کربوهیدرات و انتقال آن به دانه های در حال رشد در دوره طولانی تری می شوند. (Vasconcelos et al 2011.,Riffat et al 2007., Kumar and Qureshi,2012)

تعداد دانه در خوشه

مصرف پتاسیم تاثیر معنی داری در افزایش تعداد دانه در خوشه داشته است و تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار K2O افزایش معنی دار بوده است که نتایج تحقیقات صورت گرفته نیز نتایج این آزمایش را تائید میکند. (Evans and Riedell.,2006) مصرف سولفات روی نیز تعداد دانه در خوشه را بطور معنی داری افزایش داد. بیشترین تعداد دانه در خوشه از مصرف خاکی سولفات روی همراه با محلولپاشی سولفات روی بدست آمده است که با سایر تیمارها تفاوت آماری معنی دار در سطح یک درصد دارد. اثرات متقابل در این خصوص معنی دار نبود.

جدول ۴- میانگین صفات کمی اندازه گیری شده

سطوح پتاسیم	عملکرد دانه $Kg.ha^{-1}$	وزن هزار دانه gr	دانه در خوشه	طول خوشه mm	ارتفاع بوته cm
K0	56858b	11758b	42.8c	60.9b	96.3 b
K100	6966a	14086a	48.5a	65.3a	117.5 a
K200	6875a	13991a	46.6ab	66.9a	116.7 a
سطوح روی					
شاهد	5877c	10933c	29.9d	59.6d	102.0d
محلولپاشی روی	6266b	13333b	45.3c	63.7c	107.1c
مصرف خاکی	6700ab	14015ab	47.1b	66.0b	113.2b
محلولپاشی+خاکی	7155a	14833a	48.7a	68.3a	118.4a
اثرات متقابل					
(K0) (شاهد روی)	4766f	1013f	40.1h	54.6h	89.6g
(K0) (محلولپاشی روی)	5766e	11466e	43.1fg	61.6g	89.6g
(K0) (مصرف خاکی)	5966e	12633e	43.3g	63.0efg	99.3f
(K0) (محلولپاشی+خاکی)	6133de	12800de	44.6efg	64.3def	106.6e
(K100)(شاهد)	6533cde	11200cde	44.8ef	61.0g	106e
(K100) (محلولپاشی روی)	6866bcd	14466bcd	47.3d	64.6def	115.6cd
(K100) (مصرف خاکی)	7000bc	14713bc	49.7b	66.6cd	121.6abc
(K100) (محلولپاشی+خاکی)	7466ab	15966ab	52.2a	69.0ab	126.6a
K200 شاهد	6333cde	11466cde	43.8efg	62.6fg	110.3de
(K200) (محلولپاشی روی)	6166de	14066de	45.2e	65.0de	116.3bcd
(K200) (مصرف خاکی)	7133abc	14700abc	48.2cd	68.3bc	118.6bc
(K200) (محلولپاشی+خاکی)	7866a	15733a	49.3bc	71.6a	122.0ab

طول خوشه

اثرات اصلی (تیمار های پتاسیم) و اثرات فرعی (تیمارهای مصرف سولفات روی) روی طول خوشه کاملا معنی دار هستند . مصرف پتاسیم بر مبنای آزمون خاک باعث افزایش طول خوشه شده است ولی مصرف پتاسیم بر مبنای ۲ برابر آزمون خاک افزایش را در طول خوشه باعث نشده است . مصرف سولفات روی طول خوشه را بطور معنی دار افزایش داده است. بیشترین طول خوشه از مصرف خاکی سولفات روی همراه با محلولپاشی سولفات روی بدست آمده است که با سایر تیمارها تفاوت آماری معنی دار در سطح یک درصد دارد.اثر متقابل نیز در این خصوص معنی دار نبود. (جدول ۴)

وزن هزار دانه

همانگونه که از نتایج جدول ۴ مشخص است مصرف کود پتاسیم تاثیر معنی داری در افزایش وزن هزار دانه داشته است و باعث ارتقای این صفت شده است. محققان زیادی نیز اذعان داشته اند که پتاسیم از طریق افزایش وزن هزار دانه باعث افزایش عملکرد می شود.(Tarig and Shah.,2002;Sharma et al.,2005;Evan and Riedel.,2006)

مصرف سولفات روی نیز وزن هزار دانه را بطور معنی داری افزایش داده است .بالاترین وزن هزار دانه (۴۸/۷) گرم از تیمار مصرف خاکی سولفات روی همراه با محلولپاشی بدست آمده است.بین روشهای مختلف مصرف سولفات روی تفاوت آماری معنی داری در خصوص این صفت مشاهده نشد.بهبود وزن هزار دانه در اثر مصرف روی نیز توسط ضیائیان و ملکوتی(Ziaian and Malakouti.,1999) و ضیائیان(Ziaian.,2003) گزارش شده است. گزارشات کاکمک و همکاران (Cakmak et al.,1996) و ایلماز و همکاران (Yilmaz et al.,1997) نیز حاکی از افزایش ۲۶ درصدی وزن هزاردانه گندم در اثر کاربرد روی است. مطالعات گری و همانتارانجان.,۱۹۹۸) (Hemantaranjan and Grag نیز نشان داد که مصرف بهینه روی موجب افزایش معنی‌داری در وزن هزار دانه می‌شود.اثرات متقابل پتاسیم و روی نیز در خصوص این صفت کاملا معنی دار بوده است.بیشترین وزن هرار دانه به میزان ۵۲/۲ گرم از تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار K2O همراه با محلولپاشی سولفات روی و مصرف خاکی ان بدست آمده است. تاثیر برهمکنش پتاسیم و روی بر خصوصیات کمی و کیفی گندم در کرج مطالعه شده است و نتایج نشان می دهد که مصرف این دو عنصر تاثیر معنی دار بر وزن هزار دانه گندم دارد. (Savaghebi and Malokoutil.,1999)

خصوصیات کیفی دانه

پس ازبرداشت آزمایش از دانه های تیمارهای مختلف آزمایش نمونه گیری به عمل آمد ومورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت.نتایج تجزیه واریانس خصوصیات کیفی دانه در جدول ۳ درج شده است.همانگونه که از نتایج جدول فوق مشخص است اثر سطوح مختلف پتاسیم در خصوص صفات درصد پروتئین ،درصد پتاسیم، و میزان روی دانه در سطح یک درصد آماری معنی دار است .اثر عوامل فرعی آزمایش ،یعنی روش های مختلف مصرف سولفات روی در خصوص درصد پروتئین دانه، ،میزان روی دانه در سطح یک درصد آماری معنی داراست.اثرات متقابل هیچ یک از صفات مورد نظر معنی دار نبوده است.ذیلا هر کدام از صفات مورد نظر را بطور اختصاصی مورد بحث و بررسی قرار می دهیم:

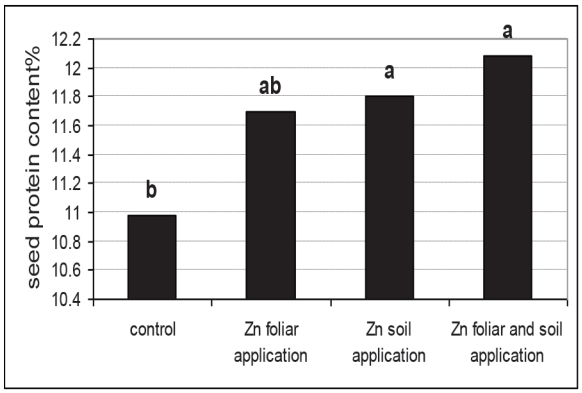
الف-درصد پروتئین دانه

همانگونه که از نتایج جدول ۳ مشخص است اثرات اصلی و اثرات فرعی آزمایش در خصوص صفت پروتئین دانه کاملا معنی دار است. مصرف پتاسیم باعث افزایش درصد پروتئین دانه شده است بطوریکه درصد پروتئین دانه از ۱۰/۴۵ درصد در تیمار K0 به ۱۲/۶۳ درصد در تیمار K2 رسیده است که موید ۲۰/۹ درصد افزایش درصد پروتئین می باشد.مصرف روی نیز باعث افزایش درصد پروتئین شده است.بطوریکه درصد پروتئین از ۱۰/۹۸ در تیمار بدون مصرف روی به ۱۲/۰۸ درصد در تیمار مصرف خاکی بعلاوه محلولپاشی سولفات روی رسیده است.نکته جالب توجه این است که روش های مختلف مصرف سولفات روی اثر معنی داری در افزایش درصد پروتئین دانه نداشته است. (شکلهای ۱ و ۲)

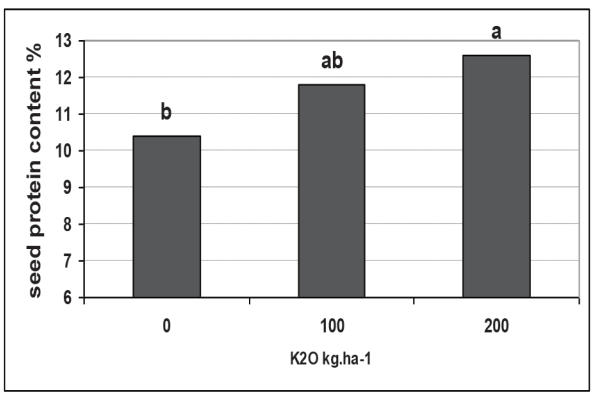
پتاسیم از طریق فعال سازی بسیاری آنزیم های گیاهی که روی فرایند فتوسنتز،کارایی مصرف آب،جذب نیتروژن و ساخت پروتئین دخالت دارند باعث افزایش میزان پروتئین دانه گندم می شود.

(Nguyen et all.,2002;Michail et al.,2004;Thalooth et al.,2006).

مارشنر (Marshner.,1995) نیز با بررسی نتایج محققان دیگر اعلام نمود که در اثر کمبود روی به دلیل رکود فعالیت آنزیمRNA ، مقدار اسیدهای آمینه زیاد و در نتیجه مقدار پروتئین دانه شدیدا کاهش می یابد. بهبود میزان پروتئین دانه گندم در اثر کاربرد روی قبلا توسط محققان گزارش شده است.(Singh et al,2004.,Vasconcelos et al,2011)



شکل ۱: اثر روی بر درصد پروتئین دانه



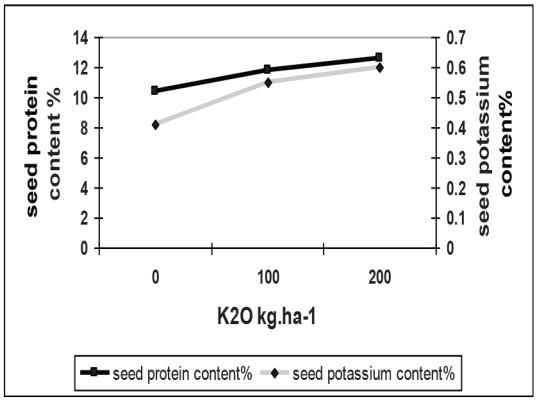
شکل ۲:اثر پتاسیم بر درصد پروتئین دانه

ب)محتوای پتاسیم و روی دانه

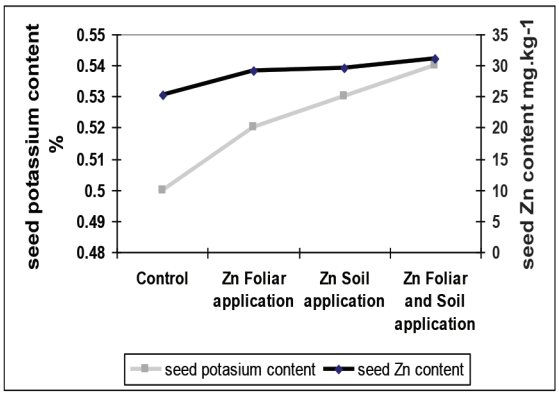
همانگونه که از نتایج جدول ۳ مشخص است اثر عوامل اصلی آزمایش(سطوح مختلف پتاسیم دانه) بر میزان پتاسیم دانه سطح یک درصد معنی دار است. همانگونه که از نتایج فوق ملاحظه می شود اثر عوامل اصلی آزمایش(مقادیر مختلف پتاسیم) بر درصد پتاسیم دانه کاملا مشهود است .بطوریکه درصد پتاسیم دانه از ۰/۴۶۱ در تیمار K0 به ۰/۶۰۵ در تیمار K2 رسیده است که موید۳۰ درصد افزایش درصد پتاسیم دانه است. دیگر پتاسیم باعث افزایش غلظت پتاسیم دانه می شود و کیفیت دانه گندم را افزایش می دهد. (Mehdi et all.,2001;Tariq and Shah.,2002). همانگونه که از نتایج جدول ۳ مشخص است اثر عوامل اصلی و عوامل فرعی آزمایش در خصوص میزان روی دانه کاملا معنی دار است.همانگونه که از نتایج جدول فوق مشخص است مصرف پتاسیم باعث افزایش میزان روی دانه شده است بطوریکه میزان روی دانه از ۲۶/۸ در تیمار K0 به ۳۲/۴ در تیمار K2 رسیده است که موید ۲۰/۸ درصد افزایش میزان روی دانه است.مصرف روی نیز باعث افزایش میزان روی دانه شده است.بطوریکه میزان روی دانه از ۲۵/۲ میلیگرم در کیلوگرم در تیمار بدون روی به ۳۱/۱ میلیگرم در کیلوگرم در تیمار مصرف خاکی بعلاوه محلولپاشی روی رسیده است که موید ۲۳/۴ درصد افزایش میزان روی می باشد. نتایج تحقیقات گلخانه ای ثواقبی و ملکوتی (۱۳۷۹) نشان داد که با مصرف سولفات روی ، غلظت روی دانه از ۱۵/۸ به ۳۲/۸ قسمت درمیلیون رسیده است . هم چنین غلظت کادمیوم دانه از ۲/۴۸ به ۰/۳۵ میلی گرم در کیلوگرم تنزل پیدا کرده است . کاشی راد(Kashirad,.1970) با انجام آزمایش روی خاکهای شدیدا آهکی استان فارس نتیجه گرفته است که با مصرف سولفات روی،غلظت روی در دانه گندم به طور چشمگیری افزایش یافت. گوپتاوهنس (Gupta and Hence., 2005) گزارش دادند که با مصرف پتاسیم و روی در یک نوع خاک هندوستان که دارای کمبود این دو عنصر بود. غلظت روی در دانه افزایش یافت.ثواقبی و ملکوتی (Savaghebi and Malakouti.,1999) تاثیر برهمکنش پتاسیم و روی بر غلظت و جذب عناصر غذائی گندم در کرج را مطالعه نمودند و گزارش نمودند که مصرف این دو عنصر علاوه بر تاثیر معنی دار بر عملکرد دانه، غلظت و جذب کل آن ها را در دانه افزایش می‌دهند. آکاو و کوللی نیز مشابه این نتایج را در خصوص جو مشاهده کرده اند. (Akav and Koleli,2007)شکلهای ۳ و ۴ در این خصوص عرضه شده اند.

ح-اثر مصرف پتاسیم و روی بر غلظت کادمیوم دانه و همبستگی غلظت پتاسیم و روی دانه با غلظت کادمیوم دانه:

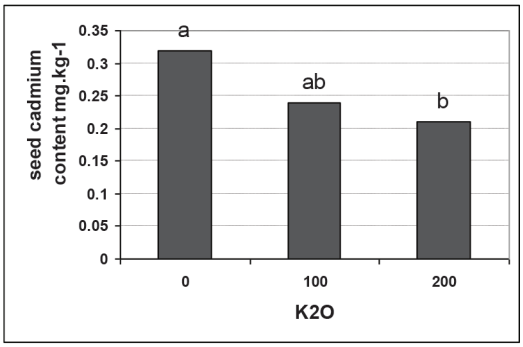
نتایج این آزمایش نشان داد که مصرف پتاسیم به میزان دو برابر آزمون خاک بیشترین کاهش معنی دار را در غلظت کادمیوم دانه باعث می شود. (شکل۶)مصرف روی نیز باعث کاهش غلظت معنی دار کادمیوم دانه شده است و در این بین مصرف توام خاکی و محلولپاشی روی بیشترین میزان کاهش را در علظت کادمیوم باعث شده است(شکل۵).



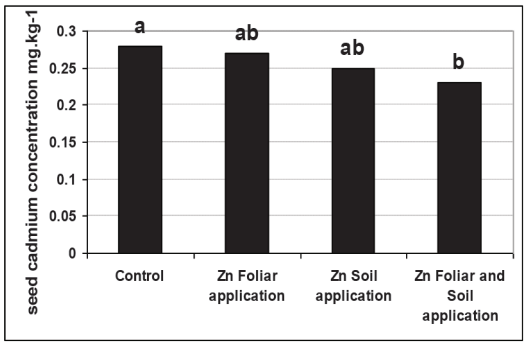
شکل ۳: اثر پتاسیم بر پروتئین و پتاسیم دانه



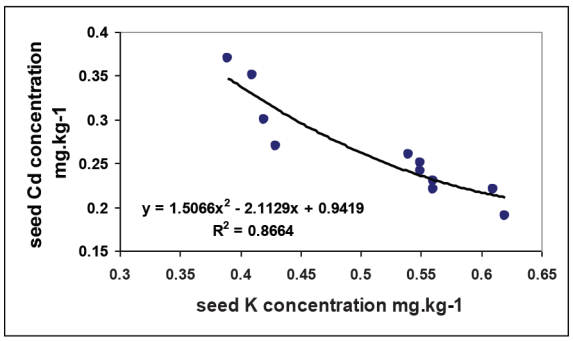
شکل ۴:اثر روی بر پروتئین و پتاسیم دانه



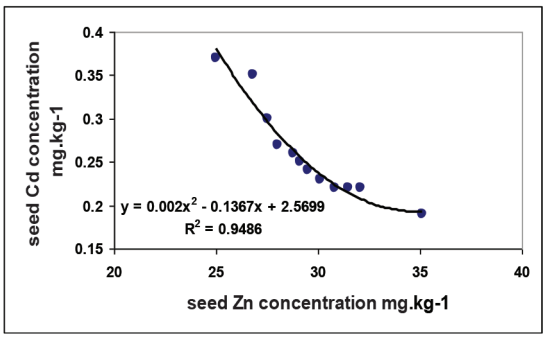
شکل ۵- اثر روی بر غلظت کادمیوم دانه



شکل ۶- اثر پتاسیم بر غلظت کادمیون دانه



شکل ۷:همبستگی محتوای پتاسیم و کادمیوم دانه



شکل ۸:همبستگی محتوای روی و کادمیوم دانه

نتایج نشان می دهد که بین غلظت پتاسیم و روی دانه با غلظت کادمیوم دانه رابطه معنی دار آماری وجود دارد و از معادله درجه دوم پیروی میکند. غلظت پتاسیم و کادمیوم موجود در دانه از رابطه $Y=1.5x^2-2.1X+0.94$ با ضریب تبیین $R^2=0.86$ پیروی می کند که موید نقش مثبت پتاسیم در کاهش غلظت کادمیوم دانه می باشد(شکل ۷). غلظت روی و کادمیوم موجود در دانه نیز از رابطه $Y=0.002x^2-0.13X+2.56$ با ضریب تبیین $R^2=0.94$ پیروی می کند که موید نقش مثبت روی در کاهش غلظت کادمیوم دانه می باشد.(شکل ۸).مشابه این نتایج توسط محققان گزارش شده است.(Far id,2003.,Adiloglu,2002.,Bhuttc et al,2006) نتایج تحقیقات گلخانه ای ثواقبی و ملکوتی (Savaghebi and Malakouti.,2000) ،نشان داد که با مصرف سولفات پتاسیم ،غلظت کادمیوم در اندام هوائی ۳۲درصد کاهش داشته است. نامبردگان اذعان داشتند که پتاسیم و کادمیوم دارای بر هم کنش منفی می باشند ، لذا کاربرد سولفات پتاسیم در خاکهای آلوده می تواند اثرات سوء کادمیوم را بر عملکرد و جذب کادمیوم کاهش داده و به پایداری تولیدات کشاورزی و حفظ سلامتی جامعه کمک نماید. .نتایج تحقیقات نشان می دهد که روی و کادمیوم دارای حامل های مشترکی برای جذب توسط ریشه گندم هستند،بنابراین در جذب با یکدیگر رقابت می کنند و اثر آنتاگونیسمی هستند.(Hart et all.,2002).از طرف دیگر مشخص شده است که در سیستم آوندی گیاه نیز روی مانع انتقال کادمیوم در مسیر آوند می شود،به طوریکه افزایش غلظت روی در ساقه و برگ گندم،باعث کاهش انتقال کادمیوم به دانه گندم می شود.
(Welch et all.,1999;Olliver et all.,1994;Herren and Feller 1997).
بنابراین واضح است که طبق نتایج تحقیقات صورت گرفته، برگپاشی روی باعث کاهش انتقال کادمیوم و در نتیجه کاهش غلظت کادمیوم دانه گندم شود. (Cakmak et all.,2000;Zhu et all.,2001;Li and Zhu.,2002).

نتیجه گیری

نتایج اجرای این آزمایش نشان داد که از آنجائیکه استفاده از فاضلاب شهری برای کشاورزی اجتناب ناپذیر است،می توان با اعمال مدیریت عناصر غذایی اثرات نامطلوب مصرف فاضلاب را بهبود بخشید.در این راستا مصرف روی و پتاسیم،علاوه بر ارتقای خصوصیات کمی و کیفی دانه گندم، می تواند به کاهش کادمیوم دانه گندم کمک شایانی نماید . نتایج آزمایش نشان داد که اثرات اصلی (مصرف پتاسیم) و اثرات فرعی (مصرف سولفات روی) در خصوص عملکرد دانه وکاه معنی دار است.مناسب ترین تیمار برای تولید دانه و کاه،مصرف پتاسیم بر مبنای آزمون خاک و مصرف سولفات روی در خاک و محلولپاشی می باشد.مصرف پتاسیم باعث افزایش درصد پروتئین دانه شده است بطوریکه درصد پروتئین دانه از ۱۰/۴۵ درصد در تیمار K0 به ۱۲/۶۳ درصد در تیمار K2 رسیده است که موید ۲۰/۹ درصد افزایش درصد پروتئین می باشد.مصرف روی نیز باعث افزایش درصد پروتئین شد.مصرف پتاسیم به میزان دو برابر آزمون خاک بیشترین کاهش معنی دار را در غلظت کادمیوم دانه باعث شدمصرف روی نیز باعث کاهش غلظت معنی دار کادمیوم دانه شد و در این بین مصرف توام خاکی و محلولپاشی روی بیشترین میزان کاهش را در علظت کادمیوم باعث شد.بین غلظت پتاسیم و روی دانه با غلظت کادمیوم دانه رابطه معنی دار آماری وجود داشت و از معادله درجه دوم پیروی نمود.غلظت پتاسیم و کادمیوم موجود در دانه از رابطه $Y=1.5x^2-2.1X+0.94$ با ضریب تبیین $R^2=0.86$ پیروی کرد که موید نقش مثبت پتاسیم در کاهش غلظت کادمیوم دانه است. غلظت روی و کادمیوم موجود در دانه نیز از رابطه $Y=0.002x^2-0.13X+2.56$ با ضریب تبیین $R^2=0.94$ پیروی کرد که موید نقش مثبت روی در کاهش غلظت کادمیوم دانه می باشد.

پاورقی ها

1. River Alluvial Plain
2. Thermic
3. Aridic
4. Aridisols
5. Ochric
6. Cambic

منابع مورد استفاده

۱. ثواقبی،غلامرضا و م.ج..ملکوتی.۱۳۷۹ . بررسی اثرات روی و کادمیوم بر غلظت عناصر و ترکیب شیمیائی دانه گندم. نشریه علمی پژوهشی خاک و آب . جلد ۱۲. شماره ۹، تهران ، ایران .

۲. صفر،م.ر.۱۳۶۹.مطالعات خاکشناسی ایستگاه تحقیقاتی اصلاح نهال و بذر ورامین.نشریه ۸۰۸.موسسه تحقیقات خاک و آب،تهرانفایران

۳. صلحی،م،م.ج.ملکوتی و س،سعادت.۱۳۸۴.پراکنش و غلظت مجاز فلزات سنگین در چرخه حیات .نشریه فنی شماره ۴۷۰.موسسه تحقیقات خاک و آب،تهران،ایران

4. Adiloglu. A. 2002. The effect of zinc (Zn) application on uptake of cadmium (Cd) in some cereal species. Arch. Agron. Soil Sci. 48: 553-556.

5.

6. Ahmad, H.R. 2007. Metal ion pollution potential of raw waste effluent of the Faisalabad city: Impact assessment on soils, plants and shallow ground water. Ph.D. Thesis. Inst. Soil Environ. Sci. Univ. Agric., Faisalabad, Pakistan.

7. Akay, A. and N. Koleli. 2007. Interaction between cadmium and zinc in barley (Hordeum vulgare L.) grown under field conditions. Bangladesh J. Bot. 36: 13-19.

8. Aliehyayi, M and Z.Emami.1993.Method of soil analysis.soil and water research institute.100-10

9. Amin,R.,M.S.Zia and A.Ali.1989.Wheat response to Zinc and Copper application. Journal of Plant Nutrition.22:2245-2256

10. Bansal,R.L.,S.P.Singh and V.K.Nayyar.1990.The critical Zinc deficiency level and response to Zinc application of Wheat on typic ustochrepts.Exprimental agriculture.26(3):303-306

11. Brennan, R. F and M.D.A Bolland. 2002. Relative effectiveness of soil-applied zinc for four crop species. Australian Journal of Experimental Agriculture, 42, 985-993.

12. Brennan, R.F. and M.D.A. Bolland. 2004. Wheat and canola response to concentrations of phosphorus and cadmium in a sandy soil. Aust. J. Exp. Agric. 44: 1025-1029

13. Cakmak, I., Welch, R.M., Erenoglu, B., Römheld, V., Norvell, W.A., Kochian, L.V., 2000. Influence of varied Zn supply on re-translocation of Cd (109Cd) and Rb (86Rb) applied on mature leaf of durum wheat seedlings. Plant and Soil, 219:279-284.

14. Cakmak,I.,N,Sari.,H.Marscner.,M.Yilmaz and Y.Gulut.1996. Dry matter production and distribution of zinc in bread and durum Wheat genotypes differing in Zinc deficiency.Plant and Soil.180:173-181

15. Chamon, A. S., M.H. Gerzabek, M.N. Mondol, S.M. Ullah, M. Rahman and W.E.H. Blum. 2005. Influence of cereal varieties and site conditions on heavy metal accumulations in cereal crops on polluted soils of Bangladesh. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 36: 889-906.

16. Chuch , L.K., M.R. Saharan and K. singh . 1989 . Effect of zinc and cadmium on the yield and nutrient comosition of wheat in a typic torripsamment . Journal.Indian Soil Science. 37:408-411 .

17. Coullery, P. 1997. Management of soils. Weakiy polluted by heavy metals. Revus – Suisse – De Agriculhure, 29(6) 299-305.

18. Dang, H., Li, R., Sun, Y., Zhang, X., and Li, Y. (2010). Absorption, Accumulation and Distribution of Zinc in Highly-Yielding Winter Wheat. Agricultural Sciences in China, 9, 965-973.

19. De-Shui,T.,J.Ji-Yun,H.Shao-Wen,L.Shu-Tian and H.Ping,2007.Effect of long term application of K fertilizer and wheat straw to soil on crop yield and soil K under different planting system.Agriculture Science in China,6:200-207

20. Ehsan Akhtar,M.,Z.K.S.ahmad and K.Bashir,2002.Response of different wheat cultivar to potash application in two soil series of Pakistan.Asian Journal in Plant Science.,5:535-537

21. Evans,K.M and W.E.Riedell.2006.Response of spring wheat cultivar to nutrient solutions containing additional potassium chloride.Journal in Plant Nutrition.,29:467-504

22. Farid, S., 2003. Heavy metal ions concentration in wheat plant (Triticumaestivum L.) irrigated with city effluent. Pakistan J. Sci. Ind. Res.,46: 395–398

23. Golovatiy, S., Savchenk, S.2002. Heavy metals as contaminants of agricultural lands of Belarus. 17th World Congress Soil Sci. Bangkok, Thailand. August 14-21.

24. Gupta, V.K. and B Hence. 2005. Effects of Zinc on Cadmium uptake in wheat. Journal of Indian Soil Science. 63: 352-357

25. Hart,.J., Welch, R.M., Norvell, W.A., Kochian, L.V., 2002. Transport interaction between Cd and Zn in roots of bread wheat and durum wheat seedlings.journal of plant physiology.,116(1):73-78.

26. Hemantaranjan A., and O. K. Gray. 1988. Iron and Zinc fertilization with reference to the grain quality triticum aestivum. L. Journal of Plant Nutrition., 11-1439-1450.

27. Herren, T., Feller, U., 1997. Transport of cadmium via xylem and phloem in maturing wheat shoots: Comparison with the translocation of zinc, strontium and rubidium. Annals of Botany, 80(5):623-628.

28. Hussain, A., G. Murtaza, A. Ghafoor, S.M.A. Basra, M. Qadir and M. Sabir, 2010. Cadmium contamination of soils and crops by long term use of raw effluent, ground and canal waters in agricultural lands. Int. J. Agric. Biol., 12: 851–856

29. Kashirad,A.1970.Effects of nitrogen and phosphorus on Zinc nutrition of corn in an calcareous soil.Journal of Plant Nutrition.18(10):2261-2271

30. Köleli, N . S, Eker and I , Cakmak.2004 Effect of zinc fertilization on cadmium toxicity in durum and bread wheat grown in zinc-deficient soil. Environ Pollution. 131(3):453-9.

31. Kopsell, D.E. and D.A. Kopsell. 2006. Copper. In: Hand book of plant nutrition. Eds. Baker, A.V., D.G. Pilbeam, CRC press. Inc. Netlibrary. pp. 293-328.

32. Li, H.Y., Zhu, Y.G., 2002. The effects of different phosphorus and zinc fertilizers on production and absorption in two barley species. Chinese Journal of Eco-agriculture, 10(4):51-53 (in Chinese).

33. M. Kumar and F. M. Qureshi, 2012.Dynamics of Zinc Fractions, Availability to Wheat (Triticum aestivum L.)

and Residual Effect on Succeeding Maize (Zea mays L.) in Inceptisols. Journal of Agricultural Science; Vol. 4, No. 6;
34. Malakouti, M. j and A bybordi. 1999. Effects of K, Zn and Mn on the reducing of nitrate and cadmium contentes in the Potato. 14th Eapr conference, Sorrento, Italy .
35. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed. Academic Press
36. Mehdi,S.M.,A.M.Ranjha,M.Sarfaraz and G.Hassan,2001. Response of wheat to potassium application in six soil series of Pakistan.Journal of Biology Science.,6:429-431
37. Mengel, K. and A. Kirkby, 1987. Principles of plant nutrition. 4thedition. International Potash Institute, Bern, Switzerland
38. Michail,T.,T.Walter,W.Astrid,G.Walter,G.Dieter,S.J.Maria and M.Domingo,2004.A survey of foliar mineral nutrient concentration of Pinus canariensis at field plots in tenerhfe. Ecology Management.,189:49-55
39. Molahoseini,H.1380.The study of soil and plant pollution with heavy metals in soil irrigated with waste water.7 th soil science congress,Shahrekord,Iran(in Persian)
40. Nan, Z.R., Li, J.J., Zhang, J.M., Cheng, G.D., 2002. Cadmium and zinc interactions and their transfer in soil-plant system under actual field conditions. Science of Total Environment,285:187-195.
41. Nguyen,H.T.,A.T.nguyen,B.W.Lee and Schoenau,2002. Effects of long term fertilization for cassava production on soil nutrient availability as measured by ion exchange membrane prob and by corn and canola nutrient uptake.Koren Journal of Crop Science.,47:108-115
42. Oliver, D.P., Hannam, R., Tiller, K.G., Wilhelm, N.S., 1994. The effects of zinc fertilization on cadmium concentration in wheat grain. Journal of Environment Quaityl, 23:705-711.
43. Ranjbar,G.A. and M.A.bahmanyar,2007.Effects of soil and foliar application of Zinc fertilizer on yield and growth characteristic of bread wheat (Triticum aestivum L.)cultivars. Asian Journal.Plant Sci.,6(6):1000-1005
44. Rifat, S,. M. K. Samin and R. Mahmud,2007, Efects of zinc on yield and zinc uptake y wheat on some soils of Bangeladesh. J. Soil. Nature. 1 (1): 07-14
45. Roy,H.K.,A Kumar and A.K.Sarkar,1989.Critical limits of soil and plant and response of wheat in soils os Puta series af Ranchi.Journal of Potassium Research.,5:157-163
46. Safar,M.1369.Soil survey for Varamin agricultural research center.Soil and water research institute,No:808
47. Savaghebi, G and M.J.malakouti.2000, Effects of cadmium and potassium interaction on wheat dry matter and cadmium uptake and concentration, Soil and water research Journal, Vol 11(9)
48. Savaghebi,g and M.J.Malakouti,1999.Intraction effects of potassium and cadmium on wheat protein content.Soil and Water research journal,Vol 12 no 6.soil and water research institute,Tehran,iran(In persin)
49. Shankar,H and O.N.Mehrotra.1987.Response of wheat varirties to Zinc application under varying levels of fertility. Farm Science Journal.2(2):144-150
50. Sharma,s.,E.Duveiller,R.Basnet,C.B.Karki and R.C.Sharma,2005.Effects of potash fertilization on helminthosporium leaf blight severity in wheat and associated increase in grain yield and kernel weight.Field crop Research.,93:142-150
51. Singh, S., Dave, P. V., Choudhary, S. S and Swami, B. N. 2004. Performance of wheat under different levels of phosphorus and zinc in Inceptisol and Vertisol. Journal of Soils and Crops, 14, 465-468.
52. Takkar, P. N., C. D. Walker. 1993. The distribution and correction of zinc deficiency. In A. D. Robson (ed). Zinc in soils and plants. Kluwer Academic Pub.
53. Tariq,M and M.Shah,2002.Response of wheat to applied soil potassium.Asian Journal of Plant Science,4:470-471
54. Thalooth,A.T.,M.M.tawfik and H.Magda Mohamad,2006.A comparative study on the effects of foliar application of Zinc,Potassium and Magnasium on growth,yield and some chemical constituents of mungbean plants growth under water stress condition.World Journal for Agriculture Science,2(1):37-46
55. Vasconcelos, A. C. F., Nascimento, C. W. A and F. F. C .Filho,. 2011. Distribution of zinc in maize plants as a function of soil and foliar Zn supply. International Research Journal of Agricultural Science, 1, 1-5.
56. Welch, R.M., Hart, J.J., Norvell, L.A., Sullivan, L.A., Kochian,L.V., 1999. Effect of nutrient solution zinc activity on net uptake, translocation, and root export of cadmium and zinc by separated sections of intact durum wheat (Triticum turgidum L. var durum) seedlings roots. Plant and Soil, 208:243-250
57. Yadav, R. K.,et al. 2002. Post-irrigation impact of domestic sewage effluent on composition of soils, crops and ground water – A case study. Environment International. 28: 481-486.
58. Yilmas , A . , H . Ekiz . , B . Torun . , I . Gultekin . , S . A . Bagei and I . Cakmac . 1997 . Effect of different Zinc application methods on grain yield and Zinc concentration in wheat cultivars grown on Zinc defficient calcareous soils . Journal of plant nutrition. 20 (445) : 461- 471
59. Zhao, Z., Q, Zhong and Z, Yong-guan,2010 Effects of zinc on cadmium uptake by spring wheat (Triticum aestivum, L.): long-time hydroponic study and short-time 109Cd tracing study, Journal of Zhejiang University Science.
60. Zhu, Y.G., Smith, S.E., Smith, F.A., 2001. Plant growth and cation composition of two cultivars of spring wheat (Triticum aestivum, L.) differing in P uptake efficiency. Journal of Experimental Botany, 52(359):1277-1282
61. Ziaian A.H and M.J.Malakouti.1999.Effects of micronutrients and their time application on corn parameters.Soil and water research journal.Vol 12 (1).
62. Ziaian,A.H.2003.Role of Zn and Potassium on yield and yield component of corn.8 th Iranian soil congress,Gilan,Iran(In Persian)