نشریه زراعت
(پژوهش و سازندگی)
شماره ۹۱، تابستان ۱۳۹۰

پاسخ چهار ژنوتیپ گندم (*Triticum aestivum*) به تغذیه برگی روی در یک خاک آهکی

• **حمید رضا عشقی زاده**
دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده مسئول)
• **محمد کافی**
استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
• **امیر حسین خوشگفتار منش**
دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
• **خسرو عزیزی**
استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
تاریخ دریافت: اسفند ماه ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: مهر ماه ۱۳۸۸
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۸۲۰۸۴۲۹
Email: hamid.eshghizadeh@gmail.com

چکیده

در بسیاری از نقاط جهان به ویژه در خاک‌های آهکی ایران، عدم دسترسی به عنصر روی موجود در خاک یکی از عوامل کاهش عملکرد گندم است. بنابراین این آزمایش با هدف ارزیابی پاسخ تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم به تغذیه برگی روی به صورت فاکتوریل با چهار ژنوتیپ گندم (رقم پاستور، لاین M-75-7، لاین S-75-20، رقم چمران) و چهار سطح تغذیه برگی روی (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ کیلوگرم روی در هکتار از منبع سولفات روی) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. نتایج آزمایش نشان داد که ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه از نظر اجزای عملکرد تفاوت معنی داری با یکدیگر داشتند. لاین S-75-20 دارای بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد سنبلچه بارور در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه و به دنبال آن بیشترین عملکرد دانه (۳۱۵۱ کیلوگرم در هکتار) در واحد سطح بود. تاثیر تغذیه برگی روی بر عملکرد دانه به مقدار روی مصرفی و ژنوتیپ گندم بستگی داشت. کاربرد ۵ و ۱۵ کیلوگرم روی در هکتار به صورت تغذیه برگی سبب افزایش عملکرد دانه در مقایسه با شاهد شد. در حالی که در تیمار ۱۰ کیلوگرم روی در هکتار کاهش عملکرد دانه مشاهده شد. در بین تیمارها با مصرف ۱۵ کیلوگرم روی در هکتار به صورت تغذیه برگی در لاین S-75-20 بالاترین عملکرد دانه (۳۹۱۴ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. ژنوتیپ‌های گندم از لحاظ غلظت روی دانه اختلاف معنی داری (در سطح احتمال ۵ درصد) نشان دادند. بیشترین و کمترین غلظت روی دانه به ترتیب مربوط به رقم پاستور و رقم چمران بود. با این حال کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید دانه لاین S-75-20 معادل ۸۰/۶- درصد و در تولید کاه حدود ۴۴/۵- درصد از سایر ژنوتیپ‌ها کمتر بود. به نظر می رسد که تغذیه برگی روی در خاک‌های آهکی متضمن رفع کمبود روی در گیاه نبوده و همچنین پاسخ متفاوت ژنوتیپ‌های گندم به مصرف برگی روی عامل مهمی‌است که در مدیریت کود روی باید در نظر گرفته شود.

کلمات کلیدی: گندم *Triticum aestivum*، تغذیه برگی، عنصر روی، کارایی تغذیه برگی

www.SID.ir

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 91 pp: 35-43

Response of four wheat genotypes to Zn foliar application on a calcareous soil

By: H R. Eshghizadeh ,Ph.D Student of Crop Physiology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, M. Kafi, Professor of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad., A H Khoshgoftarmanesh., Associate Professores, Respectively, College of Agriculture Isfahan University of Technology, Kh. Azizi, Assistant Professores, Respectively, College of Agriculture, Lorestan University.

Zinc deficiency is one of the important reasons that cause to decrease wheat yield in the entire world especially in calcareous soil of Iran. An experiment with a randomized complete block design, and four replications in a factorial arrangement was conducted to investigate differential response of some wheat genotypes to foliar application of Zn. Four wheat genotypes (Pastur cultivar, line M-75-7, line S-75-20 and Chamran cultivar) and four foliar application levels of Zn (0, 5, 10 and 15 kg Zn ha^{-1} from the source of $ZnSO_4$) were used. Results showed that the studied wheat genotypes significantly varied in yield components, the line S-75-20 had the highest yield components (number of spike per m2, number of fertilized spiklets in spike and number of seeds in spike) as well as grain yield (3151 kg ha^{-1}) among wheat genotypes. The effect of foliar application of Zn on grain yield was depended on the rate of applied Zn and wheat genotype. Foliar spray of 5 and 15 kg Zn ha^{-1} increased the grain yield as compared to the control while a decrease in grain yield was found by application of 10 kg Zn ha^{-1}. Among different treatments, the highest grain yield (3914 kg ha^{-1}) was related to the line S-75-20 in 15 kg Zn ha^{-1} treatment. Wheat genotypes were significantly different in Zn uptake. The highest and lowest Zn uptake was related to the line S-75-20 and Chamran, respectively. Line S-75-20 had the lowest Zn foliar application efficiency, as calculated based on the grain and straw yield, among the studied genotypes. It seems that foliar application of Zn in calcareous soils with similar condition to the present experiment could not guarantee correcting plant Zn deficiency. Differential response of wheat genotypes to foliar spray of Zn is an important factor that has to be considered in Zn fertilizer management.

Key words: Wheat, *Triticum aestivum*, Foliar application, Zinc element, Efficiency of foliar application

Archive of SID

مقدمه

کمبـود روی در مناطق زیر کشـت گندم در سـطح جهـان، بویژه در خاک‌های آهکی ایران رایج اسـت (۱۶). حـدود ۴۰ درصد از خاک‌های زیر کشت گندم در ایران با کمبود روی مواجه هستند (۵). اگر چه کشت متوالی در طول سـال‌ها باعث خروج مقادیر زیادی عنصـر روی از خاک شده، ولی توجه کافی برای تامین این عنصر صورت نگرفته اسـت (۱۷). از سوی دیگر جذب عناصر کم نیاز تحت تاثیر نوع خاک، شرایط آب و هوایی، گونه و رقم گیاه قرار می‌گیرد. قابلیت اسـتفاده روی در خاک‌های آهکی و شور معمولا به علت بالا بودن پ-هاش و مقدار کلسیم محلول خاک پایین است (۳، ۱۶، ۲۳). همچنین تثبیت روی در سطوح ذرات رس و آهک سبب کاهش جذب روی به وسیله گیاه می شود (۱۱، ۲۴).

در تغذیه برگی، عناصر غذایی به راحتی در دسـترس بافت‌های گیاهی قرار گرفته و دسـتیابی به عملکرد بالاتر محقق می‌شود (۴). Mohamad و همکـاران در سـال ۱۹۹۰ گزارش دادنـد که کاربـرد روی به روش‌های مختلـف عملکرد گندم را نسـبت به شاهد افزایش داد و بیشـترین عملکرد دانـه و غلظـت روی در دانه بـا کاربرد روی به روش محلول پاشی بدسـت آمد (۲۱). در آزمایشـی که توسط Yilmaz و همکاران (۲۶) با شش تیمار شاهد، کاربرد خاکی، محلول پاشی، آغشـته کردن بذر و روش توام خاکی و محلـول پاشی و روش توام آغشـته کردن بذر به همـراه محلول پاشی برای رفـع کمبود روی در گندم انجام شد، معلوم گردیـد که صرف نظر از روش مصـرف، کاربرد روی موجب افزایش عملکرد همه تیمارها نسـبت به شاهد شـد. مجیدی و ملکوتی (۱۳۷۷) با بررسـی اثر روی بـر عملکرد گندم آبی و دیـم در مزارع گندم کردسـتان اعلام نمودند که بـا مصرف روی علاوه بر افزایـش عملکرد دانه، غلظت روی دانه گنـدم دیم و آبی به ترتیب از ۱۰/۷ و ۱۲ بـه ۲۷ و ۳۲ میکروگـرم روی در گرم دانه افزایـش یافت. Balali و همکاران (۱۹۹۹) با مقایسه تاثیر روش‌های مختلف کاربرد عناصر کم نیاز بر عملکرد کمی و کیفی گندم آبی در استان‌های مختلف کشور بیان کردند که به طور کلی تغذیه برگی سولفات روی، به تنهایی و همراه با روش‌های دیگر، غلظت و جذب کل روی دانه را در مقایسـه با کاربرد خاکی و آغشـته کردن بـذر افزایش داد (۵). Khoshgoftarmanesh و همکاران (۱۶) دریافتند که در خاک‌های شور مصرف سـولفات روی موجب افزایش تحمل گندم به شوری و در نتیجه افزایش عملکرد آن شد. این پژوهشـگران گزارش کردند که در خاک‌های شور کارایی مصرف سـولفات روی پایین بوده و باید مقدار بیشتری از این کود (تا ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) مورد استفاده قرار گیرد.

کشت ژنوتیپ‌های متحمل به کمبود روی یکی دیگر از راهکارهای موثر برای غلبه بر کمبود این عنصر در مزارع گندم اسـت (۱۸). تحمل به کمبود

www.SID.ir

روی یک صفت ژنتیکی بوده (۱۲) و تفاوت چشمگیری در بین ارقام مختلف گندم وجود دارد (۱۵، ۱۸). سازوکارهایی همانند تغییر شکل ظاهری ریشه، همزیستی میکوریزایی، آزاد سازی فیتوسیدروفورهای متحرک کننده روی و آهن و ترشح اسیدهای آلی در افزایش تحمل به کمبود این عنصر در گندم نقش دارند (۸). کشاورز (۱۳۸۱) با مقایسه تحمل به کمبود آهن و روی تعدادی از ارقام گندم گزارش کرد که گندم دوروم، رقم C-۷۵-۵ و الوند نسبت به تریتیکاله، رقم طوس و فلات کارایی مصرف بالاتری از نظر روی و آهن دارند (به نقل از ۴). در مقایسه با سایر غلات نظیر چاودار، تری‌تیکاله و جو، ارقام گندم نان و دوروم حساسیت بیشتری به کمبود روی دارند (۱۰، ۱۵).

هر چند تاکنون موارد زیادی از تفاوت در پاسخ ارقام گندم به کود روی مصرفی در خاک گزارش شده است، ولی اطلاعات چندانی درباره تفاوت پاسخ ارقام گندم به تغذیه برگی روی وجود ندارد. بنابراین، این آزمایش با هدف ارزیابی تاثیر تغذیه برگی روی در بهبود دسترسی به عنصر روی و بالابردن کیفیت دانه تولیدی در خاک‌های آهکی و نیز تعیین میزان تحمل به کمبود روی چهار ژنوتیپ گندم انجام شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (عمق ۳۰-۰ سانتی متر) محل اجرای آزمایش

ویژگی	واحد	مقدار
pH	-	۷/۷
کربنات کلسیم	٪	۲۷
قابلیت هدایت الکتریکی	$dS\ m^{-1}$	۰/۶۳
کربن آلی	٪	۰/۸۷
فسفر قابل عصاره گیری به روش السون	$mg\ kg^{-1}$	۵/۳
پتاس قابل عصاره گیری با استات آمونیوم	$mg\ kg^{-1}$	۳۲۵
روی قابل عصاره گیری با DTPA	$mg\ kg^{-1}$	۰/۵۲
مس قابل عصاره گیری با DTPA	$mg\ kg^{-1}$	۱/۰۲
منگنز قابل عصاره گیری با DTPA	$mg\ kg^{-1}$	۹/۰
بر قابل عصاره گیری با آب جوش	$mg\ kg^{-1}$	۰/۴۱
بافت خاک	-	لوم رسی
نیتروژن کل	٪	۰/۰۹

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان اجرا شد. میانگین بارش و دمای هوا در این سال زراعی به ترتیب حدود ۴۸۳ میلیمتر و ۱۵/۴درجه سلیسیوس با دوره یخبندان از اواسط دی تا اواسط بهمن بود، که نزولات عمدتا در اواخر پاییز، زمستان و اوایل بهار اتفاق افتاد. این آزمایش فاکتوریل با چهار ژنوتیپ گندم (رقم پاستور، لاین M-۷۵-۷، لاین S-۷۵-۲۰، رقم چمران) و چهار سطح تغذیه برگی روی (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ کیلوگرم روی در هکتار از منبع سولفات روی) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد.

قبل از اجرای آزمایش از لایه سطحی خاک (۳۰-۰ سانتی متری) نمونه مرکب تهیه شد. سپس بر اساس نتایج حاصل از آن (جدول ۱) معادل ۳۰ کیلوگرم فسفر در هکتار از منبع سوپر فسفات قبل از کاشت و ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره در مرحله ساقه رفتن مصرف شد. به دلیل بالا بودن مقدار پتاسیم قابل جذب خاک، کوددهی پتاسیم انجام نشد. زمین محل آزمایش در سال قبل به صورت آیش بود. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دو دیسک عمود بر هم، ایجاد جوی و پشته، ایجاد نهرها و کرت بندی در پاییز انجام شد.

هر کرت شامل ۸ ردیف کاشت به فاصله ۲۰ سانتیمتر و طول ۴ متر بود. در نهم آبان ۱۳۸۰ بذر ارقام گندم در عمق تقریبی ۵-۳ سانتیمتر کاشته شد. در طول دوره رشد به دلیل همزمانی ریزش باران با دوره رشد آبیاری صورت نگرفت. تیمارهای مختلف تغذیه برگی روی در ابتدای مرحله به ساقه رفتن (بیست و سوم اسفند ۱۳۸۰) و مرحله ظهور سنبله (پنجم اردیبهشت ۱۳۸۱) اعمال شد. در تیمار شاهد (بدون کوددهی روی) از آب خالص به صورت محلول پاشی برگی استفاده شد.

در هر کرت، ۱۰ بوته میانی انتخاب شده، تعداد سنبله در هر بوته، تعداد سنبلچه بارور در هر بوته، تعداد دانه در هر سنبله و نیز تعداد سنبله در متر مربع اندازه گیری شد. در زمان برداشت محصول تعداد دو ردیف از حاشیه کرت‌ها رها شده و از بوته‌های دو ردیف وسط پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت (به مساحت ۲/۴۰ متر مربع) جهت اندازه گیری عملکرد کاه و دانه برداشت شد. برای اندازه گیری غلظت روی دانه گندم در تیمارهای مختلف از روش هضم با استفاده از اسید کلریدریک استفاده شد. میزان جذب روی از طریق رابطه (۱) و کارایی تغذیه برگی کود روی ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه از لحاظ عملکرد دانه و کاه از روابط (۲) و (۳) محاسبه شد:

رابطه ۱- عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار) × غلظت روی در دانه (میلی گرم) = میزان جذب روی (گرم در هکتار)

رابطه ۲- عملکرد دانه در تیمار شاهد /(عملکرد دانه در تیمار کوددهی روی – عملکرد دانه در تیمار شاهد) = کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید دانه

رابطه ۳- عملکرد کاه در تیمار شاهد / (عملکرد کاه در تیمار کوددهی روی – عملکرد کاه در تیمار شاهد) = کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید کاه

صفات اندازه گیری شده با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل آماری شده، میانگین‌ها بر پایه آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه و شکل‌ها با استفاده از نرم افزار اکسل رسم شدند.

Archive of SID

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد

تعداد سنبله بارور در واحد سطح به طور معنی داری ($p< ۰/۰۱$) در بین ژنوتیپ‌ها متفاوت بود (جدول۲)، رقم چمران و لاین S-۷۵-۲۰ بیشترین تعداد سنبله بارور در واحد سطح را به خود اختصاص دادند (جدول۳). تغذیه برگی روی و برهمکنش آن با ژنوتیپ تاثیر معنی داری بر تعداد سنبله بارور در واحد سطح نداشت (جدول ۲).

بین ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه از لحاظ تعداد سنبلچه بارور اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد (جدول ۲). لاین S-۷۵-۲۰ بیشترین سنبلچه بارور در سنبله (برابر با ۱۵/۵) را دارا بود. تاثیر تغذیه برگی روی بر تعداد سنبلچه بارور در سنبله معنی‌دار نبود (جدول۲). با این حال بیشترین تعداد سنبلچه بارور در سنبله (۱۴/۹) با مصرف ۵ کیلوگرم روی خالص در هکتار به صورت تغذیه برگی بدست آمد (جدول ۳). همچنین برهمکنش معنی داری بین ژنوتیپ گندم و تغذیه برگی روی مشاهده نشد (جدول۲).

بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گندم اختلاف معنی داری از لحاظ تعداد دانه در هر سنبله مشاهده شد جدول۲ به طوری که لاین S-۷۵-۲۰ تعداد دانه بیشتری را به خود اختصاص داد (جدول ۳). تغذیه برگی روی تاثیر معنی داری بر تعداد دانه در هر سنبله نداشت و حتی تعداد دانه در سطح ۱۵ کیلوگرم روی خالص در هکتار نسبت به شاهد حدود ۱۵درصد کاهش نشان داد (جدول ۳). تعداد دانه در سنبله تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و تغذیه برگی روی قرار نگرفت (جدول۲).

وزن هزار دانه تحت تاثیر ژنوتیپ، تغذیه برگی روی و برهمکنش بین آنها قرار نگرفت (جدول ۲). ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه از لحاظ عملکرد دانه اختلاف معنی داری داشتند (جدول ۲). همروند با بالا بودن سایر اجزای عملکرد، بیشترین عملکرد دانه در هکتار مربوط به لاین S-۷۵-۲۰ بود (جدول۳). تاثیر تغذیه برگی مقادیر مختلف کود روی بر عملکرد دانه روند منظمی را نشان نداد و کاربرد ۵ و ۱۵ کیلوگرم روی در هکتار به صورت تغذیه برگی سبب افزایش عملکرد دانه در مقایسه با شاهد شد. کمبود روی باعث کاهش رشد و عملکرد دانه گندم تحت شرایط مزرعه ای می‌شود (۱۵، ۱۶). Hemantaranjam و Grag (۱۴) نشان دادند که آهن و روی با تاثیر بر مقدار کلروفیل برگ و ایندول استیک اسید (IAA) موجب افزایش معنی دار اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد دانه شدند. این پژوهشگران همچنین گزارش کردند که میزان کلروفیل a و b در اثر مصرف روی و آهن افزایش یافت. افزایش مقدار کلروفیل موجب افزایش فتوسنتز شده و در پی آن، عملکردهای ماده خشک ودانه بیشتری حاصل می‌شود. از طرف دیگر ایندول استیک اسید از تخریب کلروفیل جلوگیری می‌کند و در نتیجه میزان عملکرد بالا می‌رود.

در حالی که عملکرد دانه در تیمار ۱۰ کیلوگرم سولفات روی کاهش یافت (جدول ۳). در بین تیمارها با مصرف ۱۵ کیلوگرم روی در هکتار به صورت تغذیه برگی در لاین S-۷۵-۲۰ بالاترین عملکرد دانه بدست آمد (شکل۱). تغذیه برگی روی اثر متفاوتی بر عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه داشت. به گونه ای که پاسخ رقم پاستور نسبت به تغذیه برگی روی منفی بود (شکل ۱). مصرف روی در هر سه سطح سبب کاهش عملکرد دانه لاین M-۷۵-۷ شد اگرچه این کاهش متناسب با مقدار روی مصرفی نبود. در مقابل تاثیر تغذیه برگی روی بر عملکرد دانه لاین S-۷۵-۲۰ مثبت بود اگرچه روند افزایش عملکرد با افزایش سطح مصرف روی متناسب نبود و این افزایش در سطح ۱۰ کیلوگرم روی در هکتار نسبت به دو سطح دیگر کمتر بود. تاثیر تغذیه برگی سطوح مختلف روی در رقم چمران نیز منفی بود و همروند با افزایش سطح روی مصرفی، عملکرد دانه کاهش یافت (شکل۱). Brown و همکاران در سال ۱۹۹۳ گزارش نمودند که در اثر کمبود روی، تشکیل پرچم و دانه گرده در گندم آسیب دیده و عملکرد دانه به شدت کاهش می‌یابد (۶). روی سبب استحکام و تنظیم نفوذپذیری غشاء سلول‌های ریشه شده (۷) و از جذب یون‌های اضافی در محیط ریشه جلوگیری می‌کند (۲۲) بنابراین ذخیره کافی روی در ریشه‌ها ضروری است (۲۵). ضیاییان و ملکوتی (۱۳۷۸) در یک بررسی گلخانه ای نشان دادند که مصرف روی در مقایسه با شاهد موجب افزایش عملکرد دانه به میزان ۱۷ درصد و عملکرد کلش به میزان ۱۳ درصد شده است (۱).

جدول۲- مقادیر درجه آزادی و سطح احتمال معنی دار بودن برخی ویژگی‌های ارقام گندم تحت تاثیر سطوح مختلف تغذیه برگی روی

منابع تغییر	درجه آزادی	Pr > F					
		سنبله بارور	سنبلچه بارور	دانه در هر سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد	
						دانه	کاه	شاخص برداشت (٪)
رقم	۳	**	*	*	NS	**	*	*
روی	۳	NS	NS	NS	NS	*	*	NS
رقم*روی	۹	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS

*، ** و NS به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی دار

Archive of SID
www.SID.ir

عملکرد کاه

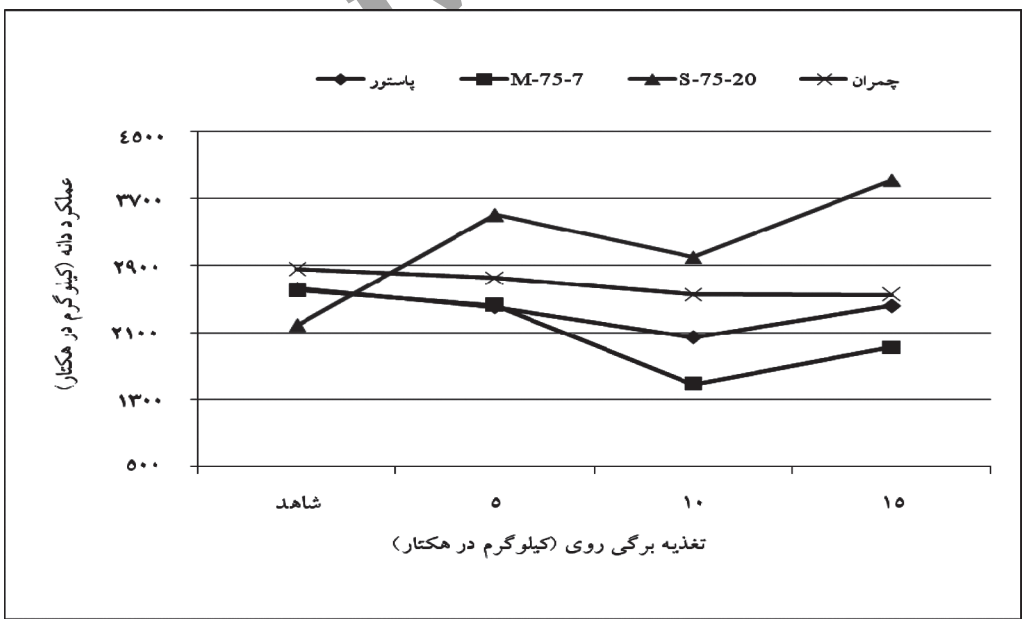
ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه از لحاظ عملکرد کاه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد داشتند (جدول۲). عملکرد کاه لاین S-۷۵-۲۰ بالاتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود. تغذیه برگی روی تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد کاه داشت (جدول۲). سطح ۵ کیلوگرم روی در هکتار سبب افزایش مختصری (۱۳۷ کیلوگرم) در عملکرد کاه نسبت به شاهد شد. سطوح ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم تغذیه برگی روی در هکتار کاهشی معادل با ۱۲۴۱ و ۱۷۷ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد نشان دادند. برهمکنش ژنوتیپ و تغذیه برگی روی تاثیری بر عملکرد کاه نداشت (جدول ۲). گندم برای رشد و نمو مناسب به غلظت کافی از روی در محیط ریشه نیاز دارد. کمبود روی به دلیل تاثیر منفی بر تغذیه دانه گرده، عموما عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار داده و تاثیر کمتری بر تولید ماده خشک گیاهی دارد (۶). به نظر می‌رسد که افزایش میزان تغذیه برگی کود روی از ۵ به ۱۰ کیلوگرم باعث ایجاد اختلال در سازوکارهای تولیدی در گیاه و برهم خوردن تعادل یونی داخل برگ شده است ولی میزان این اختلالات با افزایش کود روی به ۱۵ کیلوگرم دوباره کاهش یافته است.

شاخص برداشت

ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر شاخص برداشت تفاوت معنی داری داشتند (جدول ۲). لاین M-۷۵-۷ کمترین شاخص برداشت را در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها داشت (جدول۳). تغذیه برگی روی پیامد معنی داری بر شاخص برداشت نداشت. همچنین این صفت تحت تاثیر تغذیه برگی روی و بر همکنش آن با ژنوتیپ قرار نگرفت (جدول ۲). به نظر می‌رسد در مدیریت نوین گیاهان زراعی، شاخص برداشت یک رقم معین صفت ثابتی است که حتی در شرایط تنش تغییر اندکی می‌کند (۱۳)، که با نتایج پژوهش حاضر هم خوانی دارد.

غلظت روی دانه

غلظت روی دانه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد (جدول ۴). با افزایش مقدار تغذیه برگی روی غلظت روی در دانه افزایش یافت (جدول ۵). در بین تیمارهای آزمایشی با مصرف ۱۵ کیلوگرم روی در هکتار به صورت تغذیه برگی در رقم پاستور بالاترین غلظت روی در دانه بدست آمد. به طور کلی، پاسخ ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه به تغذیه برگی سطوح مختلف روی از لحاظ غلظت روی دانه، مثبت و افزایشی بود هر چند این روند صعودی متناسب با افزایش سطح تغذیه برگی روی نبود (جدول۵). Ming و Yin (۲۰) با انجام آزمایش‌های گلخانه ای گزارش کردند که با مصرف روی غلظت روی در دانه گندم از ۵۲ به ۱۰۷ میلی گرم در کیلوگرم افزایش یافت. این نتایج نشان می‌دهد که در صورتی که هدف افزایش غلظت روی در دانه باشد، محلول پاشی سولفات روی می‌تواند موثر باشد (۵، ۲۶).



شکل ۱- پاسخ ارقام مختلف گندم به سطوح مختلف تغذیه برگی روی

www.SID.ir

جدول۳- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در ژنوتیپ‌های گندم تحت تاثیر عنصر روی

عامل آزمایشی	تعداد سنبله بارور در متر مربع	تعداد سنبلچه بارور در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن ۱۰۰۰ دانه (g)	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)	عملکرد کاه ($kg\ ha^{-1}$)	شاخص برداشت (٪)	غلظت روی دانه ($mg\ kg^{-1}$)	جذب روی ($g\ ha^{-1}$)	کارایی مصرف کود روی (٪)	
										دانه	کاه
ژنوتیپ											
پاستور	۲۹۰ ab	۱۳/۹ b	۳۳/۴ b	۲۶/۴ a	۲۳۷۲ bc	۴۴۵۲ b	۳۴/۸ ab	۵۱/۰ a	۱۲۱ b	۵/۸۹ a	-۱/۴۳ b
-۷۵-۷M	۲۶۹ b	۱۴/۰ b	۳۲/۵ b	۲۶/۱ a	۲۱۰۷ c	۴۵۲۰ b	۳۲/۴ b	۴۷/۴ bc	۹۶ c	۶/۸۹ a	۲۷/۸ a
-۷۵-۲۰S	۳۲۱ a	۱۵/۵ a	۴۰/۳ a	۲۷/۲ a	۳۱۵۱ a	۵۶۸۱ a	۳۵/۸ ab	۴۹/۴ ab	۱۶۰ a	-۸۰/۶ c	-۴۴/۵ d
چمران	۳۲۳ a	۱۴/۱ b	۳۵/۲ b	۲۵/۲ a	۲۶۷۶ b	۴۵۳۱ b	۳۷/۶ a	۴۵/۶ c	۱۲۱ b	۳/۲۵ b	-۲۷/۳ c
روی ($kg\ ha^{-1}$)											
۰	۳۱۴ a	۱۴/۷ a	۳۷/۰ a	۲۵/۰ a	۲۵۶۷ ab	۵۱۱۶ a	۳۳/۸ a	۳۴/۶ d	۸۸/۶ c	–	–
۵	۲۹۷ a	۱۴/۹ a	۳۶/۵ a	۲۸/۵ a	۲۷۷۰ a	۵۲۵۳ a	۳۴/۴ a	۴۹/۱ c	۱۳۶ ab	–	–
۱۰	۲۸۱ a	۱۳/۴ a	۳۱/۵ a	۲۶/۲ a	۲۲۶۸ b	۳۸۷۵ b	۳۷/۱ a	۵۳/۱ b	۱۲۱ b	–	–
۱۵	۳۱۰ a	۱۴/۵ a	۳۶/۴ a	۲۵/۳ a	۲۷۰۱ a	۴۹۳۹ a	۳۵/۲ a	۵۶/۵ a	۱۵۲ a	–	–

* در هر ردیف و برای هر سطح از عوامل آزمایشی میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر پایه آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند.

جدول۴- مقادیر درجه آزادی و سطح احتمال معنی دار بودن برخی ویژگی‌های ارقام گندم تحت تاثیر سطوح مختلف تغذیه برگی روی

منابع تغییر	درجه آزادی	Pr > F			
		غلظت روی	جذب روی	کارایی تغذیه برگی کود روی	
				دانه	کاه
رقم	۳	*	**	*	*
روی	* (-) ۳	**	**	–	–
رقم*روی	(-) ۹	**	**	–	–

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

علامت داخل پرانتز بیانگر عدم وجود درجه آزادی این منابع برای ویژگی‌های کارایی مصرف کود روی دانه و کاه است.

www.SID.ir

جذب روی

ژنوتیپ‌هـای گندم مورد مطالعه، از نظر جذب روی در سـطح احتمال ۱ درصد اختلاف نشـان دادند (جـدول ۴). لاین S-۷۵-۲۰ که بیشـترین عملکرد دانه در هکتار را داشت در مقایسـه با لاین M-۷۵-۷ ۴۰ درصد و در مقایسه با رقم‌های پاستور و چمران حدود ۲۴ درصد روی بیشتری جذب کـرد (جدول۳). با افزایـش مقدار روی مصرفی، جـذب روی افزایش یافت و بجز سـطح ۱۰ کیلوگرم در هکتار در دو سـطح دیگر این روند، افزایشـی منظم داشت (جدول ۵). با مصرف ۱۵ کیلو گرم روی به صورت تغذیه برگی در لایـن S-۷۵-۲۰ بیشـترین میزان جذب روی در هکتار بدسـت آمد. به طور کلی تغذیه برگی روی سـبب افزایش جذب روی دانه ژنوتیپ‌های مورد مطالعـه (به جز تیمار ۱۰ کیلوگـرم روی در هکتار در لاین M-۷۵-۷) شد (جدول ۵).

جدول ۵- برهمکنش ژنوتیپ و تغذیه برگی روی بر عملکرد دانه، غلظت روی دانه و مقدار کل (جذب) روی

ژنوتیپ	روی ($kg\ ha^{-1}$)	غلظت روی دانه ($mg\ kg^{-1}$)	جذب روی ($g\ ha^{-1}$)
پاستور	۰	۳۵/۰ m	۹۱ hi
	۵	۵۵/۰ d	۱۳۴ e
	۱۰	۵۱/۰ i	۱۰۴ g
	۱۵	۶۳/۰ a	۱۵۲ d
M-۷۵-۷	۰	۳۲/۰ n	۸۴ ij
	۵	۵۰/۰ j	۱۲۰ f
	۱۰	۵۴/۰ e	۷۹ ij
	۱۵	۵۳/۰ f	۱۰۱ gh
S-۷۵-۲۰	۰	۳۵/۵ l	۷۷ j
	۵	۵۲/۵ g	۱۸۳ b
	۱۰	۵۵/۵ c	۱۶۷ c
	۱۵	۵۴/۰ e	۲۱۱ a
چمران	۰	۳۵/۵ l	۱۰۲ gh
	۵	۳۹/۰ k	۱۰۶ g
	۱۰	۵۲/۰ h	۱۳۲ ef
	۱۵	۵۶/۰ b	۱۴۳ df
LSD روی *رقم (۵٪)		۰/۱۵۶	۱۲۷

در هر سـتون و برای هر تیمار آزمایشـی میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشـترک هستند بر پایه آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند

کارایی تغذیه برگی کود روی در ژنوتیپ‌های گندم

کارایـی تغذیه برگی کود روی ژنوتیپ‌های گندم در تولید دانه و کاه بر اسـاس تیمار شاهد و تیمار ۵ کیلوگرم تغذیه برگـی روی در هکتار مطابق فرمول ارائه شده در قسـمت مـواد و روش‌ها تعیین شد. تفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید دانه در سـطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۴)، تفاوت کاراترین ژنوتیپ (لاین M-۷۵-۷) نسـبت بـه ناکارآمدترین ژنوتیـپ (لاین S-۷۵-۲۰) به طور متوسـط حدود ۸۷/۵ درصد بود که اختلاف چشمگیری می باشد (جدول ۳). تفاوت ژنوتیپ‌ها در ارتبـاط با کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید کاه نیز در سـطح احتمال ۵ درصـد معنی دار بود (جدول۴) و تفاوت لاین M-۷۵-۷ و S-۷۵-۲۰ که کارآمد و ناکارآمد تریـن ژنوتیپ‌ها بودند حدود ۷۱ درصد بود. در مطالعات مختلف تنوع گسـترده ای در ارتباط با کارایی مصرف کود روی ارقام گندم گزارش شده است (۱۰، ۱۲، ۱۵، ۱۹) که ناشی از سازوکارهایی همانند تغییر شکل ظاهری ریشـه، همزیستی میکوریزایی، آزاد سازی فیتوسیدروفورهای متحرک کننده روی و آهن و ترشح اسـیدهای آلی اسـت. این نتایج نشـان می‌دهـد که قابلیت ژنتیکی برای افزایش کارایـی تغذیه برگی کود روی در گنـدم وجود دارد (۱۵). Cakmak و همکـاران (۹) اظهار داشتند که آزاد شدن فیتوسـیدروفورها از ریشه گیاهان خانواده گندمیان در شرایط کمبود آهن و روی صورت می‌گیرد. ترشح فیتوسـیدروفورها در شرایط کمبود روی افزایـش یافته و ایـن موضوع در تحمل ژنوتیپ‌های گنـدم به تنش کمبود دخیل می‌باشد (۸).

همچنیـن در ارقـام گندم حسـاس به کمبـود روی، فعالیـت آنزیم Zn-Cu سوپر اکسید دیسموتاز کم می‌باشد (۱۰). به طور کلی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه پاسخ متفاوتی نسبت به تغذیه برگی روی از خود نشان دادند. مصرف ۵ کیلوگرم روی در هکتار مناسـب تر از دو سـطح دیگر بود. سطح ۱۰ کیلوگرم روی در هکتار نسـبت به سـایر سـطوح مصرفی روی، نتایج متفاوتی نشـان داد. بین کارایی تغذیه برگی روی محاسـبه شده با غلظت و جذب روی در شرایط کمبود و کوددهی روی رابطه ای مشـاهده نشـد (جدول ۶).

ضرایب همبستگی سـاده بین کارایی تغذیه برگی روی در تولید دانه با عملکرد دانه ارتباط منفی و معنی داری را نشان داد (R^2=۰/۵۳**) که بیانگر کارایی کمتر تغذیه برگی کود روی در لاین S-۷۵-۲۰ با عملکرد دانه بیشتر است. به عبارت دیگر می توان گفت که بین تحمل به کمبود روی و عملکرد دانه در این ژنوتیپ‌ها رابطه عکس وجود داشته است. این مطلب با توجه به نقش عنصر روی به عنوان یک عامل همراه در بسـیاری از واکنش‌های موثر در تولید عملکرد توسط گیاه زراعی قابل توجیه است.

بیـن عملکرد گندم در شرایط کمبود و کوددهـی روی با کارایی روی روابط متفاوتی مشـاهده شد جدول۷ و این موضـوع نکته حایز اهمیتی در ارزیابـی روی کارایی ژنوتیپ‌ها و نیز برنامه‌هـای اصلاحی می باشد. به نظر می رسـد که تغذیه برگـی روی در خاک‌های آهکی در شرایط مشـابه این آزمایـش نمی توانـد متضمن رفع کمبود روی در گیـاه باشد و ژنوتیپ‌های مختلف پاسـخ متفاوتی به تغذیه برگی روی نشان می دهند که این موضوع در مدیریـت کـود روی باید در نظـر گرفته شود. انجـام مطالعاتی دقیق‌تر پیرامـون مکـان ذخیره عنصر روی در دانه گندم و چگونگی اسـتفاده از آن برای تغذیه انسان مورد نیاز است.

Archive of SID

جدول۶- ضرایب همبستگی ساده بین کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید دانه ژنوتیپ‌های گندم با عملکرد دانه، غلظت و جذب روی تحت شرایط کمبود و کفایت عنصر روی

	عملکرد دانه[1]	عملکرد دانه[2]	غلظت روی[1]	غلظت روی[2]	جذب روی[1]	جذب روی[2]	کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید دانه
عملکرد دانه[1]	۱						
عملکرد دانه [2]	-۰/۳۵۳*	۱					
غلظت روی[1]	۰/۰۳ ns	-۰/۱۳ ns	۱				
غلظت روی[2]	-۰/۰۸ ns	-۰/۱۲ ns	۰/۹۷**	۱			
جذب روی[1]	-۰/۰۴ ns	-۰/۱۵ ns	۰/۹۸**	۰/۹۳**	۱		
جذب روی[2]	-۰/۰۸ ns	۰/۱۵ ns	۰/۹۰**	۰/۹۱**	۰/۸۸**	۱	
کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید دانه	۰/۶۸**	-۰/۷۹**	۰/۰۰ ns	-۰/۰۱ ns	۰/۰۴ ns	-۰/۱۴ ns	۱

۱- تیمار بدون مصرف روی (شاهد)

۲- تیمار تغذیه برگی ۵ کیلوگرم روی در هکتار

۳- ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول۷- ضرایب همبستگی ساده بین کارایی تغذیه برگی کود روی ژنوتیپ‌های گندم در تولید دانه و کاه با عملکرد دانه و کاه تحت شرایط کمبود و کفایت روی

	عملکرد دانه[1]	عملکرد دانه[2]	عملکرد کاه[1]	عملکرد کاه[2]	کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید دانه	کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید کاه
عملکرد دانه[1]	۱					
عملکرد دانه [2]	-۰/۳۵۳*	۱				
عملکرد کاه[1]	۰/۲۷ ns	-۰/۰۶ ns	۱			
عملکرد کاه[2]	-۰/۴۷ ns	۰/۷۷**	-۰/۰۸ ns	۱		
کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید دانه	۰/۶۸**	-۰/۷۹**	۰/۱۳ ns	-۰/۷۵**	۱	
کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید کاه	۰/۴۳ ns	۰/۲۸ ns	۰/۷۸**	-۰/۴۸ ns	۰/۴۵ ns	۱

۱- تیمار بدون مصرف روی (شاهد)

۲- تیمار تغذیه برگی ۵ کیلوگرم روی در هکتار

۳- ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

سپاسگزاری

بدینوسیله از آقای دکتر خسرو پیری و آقای مهندس سروش قائدی بخاطر مساعدت در روند اجرای تحقیق و از آقای مهندس قباد شعبانی بخاطر توصیه‌های مفیدشان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱- ضیائیان، ع. و ملکوتی. م. ج. (۱۳۷۸) بررسی گلخانه ای اثرات مصرف آهن، منگنز، روی و مس بر تولید گندم در خاک‌های شدیدا آهکی. مجله علمی‌پژوهشی خاک و آب، ویژه نامه گندم، جلد ۱۲ شماره ۶.

۲- مجیدی، ع. و ملکوتی. م. ج. (۱۳۷۷) اثر مقادیر و منابع مختلف روی بر عملکرد و جذب روی در گندم آبی. مجله علمی‌پژوهشی خاک و آب، جلد ۱۲ شماره ۴، ص ۸۷-۷۸.

۳- مرشدی، آ. و نقیبی. ح. (۱۳۸۶) پیامد مصرف روی و پتاسیم بر درصد پروتئین و عملکرد دانه و کاه دو ژنوتیپ گندم در شرایط شوری. مجموعه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران، صص ۹۵-۷۹. ۲۶-۲۵ مهرماه، گرگان.

۴- ملکوتی، م. ج.، خوگر ز. و خادمی. ز. (۱۳۸۳) روش‌های نوین تغذیه گندم «مجموعه مقالات». انتشارات سنا، تهران. ۸۵۱ صفحه.

5- Balali, M. R., Malakouti, M. J. Mashayekhi H. and Khademi. Z. (1999) The effect of micronutrient on the yield increase of wheat in ten provinces of Iran. *J. Soil Water.* 12 (8):111–119.

6- Brown, P. H., Cakmak I. and Zhang. Q. (1993) *Form and function of zinc in plants, In Zinc in Soils and Plants; Robson,* A.D., Ed.; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands, pp. 3–106.

7- Cakmack, I. and Marschner. H. (1988) Increase in membrane permeability and exudation in roots of zinc deficiency plants. *J. Plant Physiol.* 132: 356-361.

8- Cakmak, I., Gulut, K. Marshner H. and Graham. R. D. (1994) Effect of zinc and iron deficiency on phytosiderophore release in wheat genotypes differing in zinc efficiency. *J. Plant Nut.* 17: 1-17.

9- Cakmak, I., Sari, N. Marshner, H. Yilmaz, A. Ekiz S. and Gulut. K. Y. (1996) Dry matter production and distribution of zinc in bread and durum wheat genotypes differing in zinc efficiency. *Plant and Soil.* 180: 173-181.

10- Cakmak, I., Ekiz, H. Yilmaz, A. Torun, B. Koleli, N. Guttekin, I. Alkan A. and Eker. S. (1997) Differential response of rye, triticale, bread and durum wheat to zinc deficiency in calcareous soils. *Plant Soil.* 188: 1-10.

11- Dogar, M. A. and Van Haj.T. (1980) Effect of P, N and $HCo3^-$ levels in the solution on rate of Zn absorbtion by rice roots and Zn content in plants. *Z. Pflanzenphysiol.* 98: 203-212.

12- Graham, R. D. and Aschner. J. S. (1992) Selecting zinc-efficient cereal genotypes for soils of low zinc status. *Plant and Soil.* 146, 241-250.

13- Hay, R. K. and Walker; A. J. (1989) An introduction to the physiology of crop yield. John Wiley & Sons, Inc., New York.

14- Hemantaranjam, A. and Grag. O. K. (1988) Iron and zinc fertilization with reference to the grain quality of *Triticum aestivum L. J. Plant Nut.* 11: 1439-1450.

15- Kalayci, M., Torun, B. Eker, S. Aydin, M. Ozturk L. and Cakmak. I. (1999) Grain yield, zinc efficiency and zinc concentration of wheat cultivation grown in a zinc-deficient calcareous soil in field and greenhouse. *Field Crops Res.*63. 87-98.

16- Khoshgoftarmanesh, A. H., Balai, M. R. Khademi. Z. (2001) *The effect of ZnSo4 on the growth and yield of wheat in saline-bare soils*, In 7th Iranain Soil Science Congress, Univ. of Shahrekord: Shahr-e-kord, Iran, Sept. 14–21.

17- Khoshgoftarmanesh, A. H., Shariatmadari, H. Karimian N. and Khajehpour; M. R. (2004) Zinc efficiency of wheat cultivars grown on a saline calcareous soil. *J. Plant Nut*. 27 (11): 1953-1962.

18- Khoshgoftarmanesh, A. H., Shariatmadari, H. and Karimian. N. (2006) Responses of wheat genotypes to zinc fertilization under saline soil conditions. *J. Plant Nut*. 27(9):1-14.

19- Marschner, H. (1995) *Mineral Nutrition of Higher Plants;* Academic Press, Harcourt Brace and Company Publishers: Germany, 889 pp.

20- Ming, C. and Yin. C. R. (1992) *Effect of Mn and Zn fertilizer on nutrient balance and deficiency diagnosis of winter wheat crop in pot experiment.* International Symposium on the rule of Sulphur, Magnesium, and Micronutrients in Balance Plant Nutrition. 369-379. Sulphur Institute, U. S. A.

21- Mohamad, W., Lqbal M. and Shal. S. M. (1990) Effect of mode of application zinc and iron on yield of wheat. *Sar. J. Agric*. 6 (6): 615-618.

22- Singh, J. P., Dahiya D. J. and Narwat. R. P. (1990) Boron uptake and toxicity in wheat in relation to zinc supply. *Fert. Res.* 24. 105-110.

23- Takkar, P. N. and Walker. C. D. (1993) *The distribution and correction of zinc deficiency.* In Zinc in Soils and Plants; Robson, A. D., Ed.; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands, pp. 151–166.

24- Trehan, S. P. and Sekhon. G. S. (1977) Effect of clay, organic matter CaCo3 content of zinc adsorption by soils. *Plant and Soil.* 46: 329-336.

25- Welch, R. M and Norvell. W. A. (1993) Growth and nutrient uptake of barley (Hordeum vulgar L. cv. Hera).Studies using an N-(2-hydroxyethyl) ethylenedinitrit-rilotria acetic acid- buffered nutrient solution technique. 1: Role of zinc in uptake and root leakage of mineral nutrition. *Plant Physiol*. 10: 627-631.

26- Yilmaz, A., Ekiz, H. Torun, B. Guttekin, I. Karanlik, S. Bagci S. A. and Cakmak. I. (1997) Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc deficient calcareous soils. *J. Plant Nut.* 20: 461-471.

Archive of SID

www.SID.ir