

## 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 ۷-۷۵-M، لاین ۲۰-۷۵-S، 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 ۲۰-۷۵-S دارای بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد سنبله 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 ۲۰-۷۵-S 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 ۲۰-۷۵-S معادل ۸۰/۶- درصد و در تولید کاه حدود ۴۴/۵- درصد از سایر ژنوتیپ‌ها کمتر بود. به نظر می‌رسد 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 مهمی است که در مدیریت کود باید در نظر گرفته شود.

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

Agronomy Journal (Pajouhesh &amp; 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<sup>-1</sup> from the source of ZnSO<sub>4</sub>) 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 m<sup>2</sup>, number of fertilized spiklets in spike and number of seeds in spike) as well as grain yield (3151 kg ha<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup> increased the grain yield as compared to the control while a decrease in grain yield was found by application of 10 kg Zn ha<sup>-1</sup>. Among different treatments, the highest grain yield (3914 kg ha<sup>-1</sup>) was related to the line S-75-20 in 15 kg Zn ha<sup>-1</sup> 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**

**مقدمه**

کمبود روی در مناطق زیر کشت گندم در سطح جهان، بویژه در خاک‌های آهکی ایران رایج است (۱۶). حدود ۴۰ درصد از خاک‌های زیر کشت گندم در ایران با کمبود روی مواجه هستند (۵). اگر چه کشت متوالی در طول سال‌ها باعث خروج مقادیر زیادی عنصر روی از خاک شده، ولی توجه کافی برای تامین این عنصر صورت نگرفته است (۱۷). از سوی دیگر جذب عناصر کم نیاز تحت تاثیر نوع خاک، شرایط آب و هوایی، گونه و رقم گیاه قرار می‌گیرد. قابلیت استفاده روی در خاک‌های آهکی و شور معمولاً 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 می‌شود (۱۱، ۲۴).

در تغذیه برگی، عناصر غذایی به راحتی در دسترس بافت‌های گیاهی قرار گرفته و دستیابی به عملکرد بالاتر محقق می‌شود (۴). Mohamad و همکاران در سال ۱۹۹۰ گزارش دادند که کاربرد روی به روش‌های مختلف عملکرد گندم را نسبت به شاهد افزایش داد و بیشترین عملکرد دانه و غلظت روی در دانه با کاربرد روی به روش محلول پاشی بدست آمد (۲۱). در آزمایشی که توسط Yilmaz و همکاران (۲۶) با شش تیمار شاهد، کاربرد خاکی، محلول پاشی، آغشته کردن بذر و روش توام خاکی و

محلول پاشی و روش توام آغشته کردن بذر به همراه محلول پاشی برای رفع کمبود روی در گندم انجام شد، معلوم گردید که صرف نظر از روش مصرف، کاربرد روی موجب افزایش عملکرد همه تیمارها نسبت به شاهد شد. مجیدی و ملکوتی (۱۳۷۷) با بررسی اثر روی بر عملکرد گندم آبی و دیم در مزارع گندم کردستان اعلام نمودند که با مصرف روی علاوه بر افزایش عملکرد دانه، غلظت روی دانه گندم دیم و آبی به ترتیب از ۱۰/۷ و ۱۲ به ۲۷ و ۳۲ میکروگرم روی در گرم دانه افزایش 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 مقایسه با کاربرد خاکی و آغشته کردن بذر افزایش داد (۵). Khoshgoftarmanesh و همکاران (۱۶) دریافتند که در خاک‌های شور مصرف سولفات روی موجب افزایش تحمل گندم به شوری و در نتیجه افزایش عملکرد آن شد. این پژوهشگران گزارش کردند که در خاک‌های شور کارایی مصرف سولفات 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 است (۱۸). تحمل به کمبود

### 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 ۱۵/۴ درجه سلیسیوس با دوره یخبندان از اواسط دی تا اواسط بهمن بود، که نزولات عمدتاً در اواخر پاییز، زمستان و اوایل بهار اتفاق افتاد. این آزمایش فاکتوریل با چهار ژنوتیپ گندم (رقم پاستور، لاین ۷-۷۵-۷، M، لاین ۲۰-۷۵-۷، 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 (۰-۳۰ 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 نیترژن 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 سنبله 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.

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 ۵-۷۵-۷ C و الوند نسبت به تربیتکاله، رقم طوس و فلات کارایی مصرف بالاتری از نظر روی و آهن دارند (به نقل از ۴). در مقایسه با سایر غلات نظیر چاودار، تری تیکاله و جو، ارقام گندم نان و دوروم حساسیت بیشتری به کمبود روی دارند (۱۵، ۱۰).

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 ۰-۳۰ سانتی متر) محل اجرای آزمایش

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

## نتایج و بحث

## عملکرد و اجزای عملکرد

تعداد سنبله بارور در واحد سطح به طور معنی داری ( $p < 0/01$ ) در بین ژنوتیپ‌ها متفاوت بود (جدول ۲)، رقم چمران و لاین S-۷۵-۲۰ بیشترین تعداد سنبله بارور در واحد سطح را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). 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 سنبله بارور اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد (جدول ۲). لاین S-۷۵-۲۰ بیشترین سنبله بارور در سنبله (برابر با ۱۵/۵) را دارا بود. تاثیر تغذیه برگی روی بر تعداد سنبله بارور در سنبله معنی دار نبود (جدول ۲). با این حال بیشترین تعداد سنبله 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 (جدول ۲).

بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گندم اختلاف معنی داری از لحاظ تعداد دانه در هر سنبله مشاهده شد جدول ۲ 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 ۱۵ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳). تعداد دانه در سنبله تحت تاثیر برهمکنش ژنوتیپ و تغذیه برگی روی قرار نگرفت (جدول ۲).

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 (جدول ۳). 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). Grag و Hemantaranjam (۱۴) نشان دادند که آهن 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 (شکل ۱). 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 مصرفی 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 مصرفی، عملکرد دانه کاهش یافت (شکل ۱). 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).

جدول ۲- مقادیر درجه آزادی و سطح احتمال معنی دار بودن برخی ویژگی‌های ارقام گندم تحت تاثیر سطوح مختلف تغذیه برگی روی

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

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

ژنوتیپ‌ها داشت (جدول ۳). 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

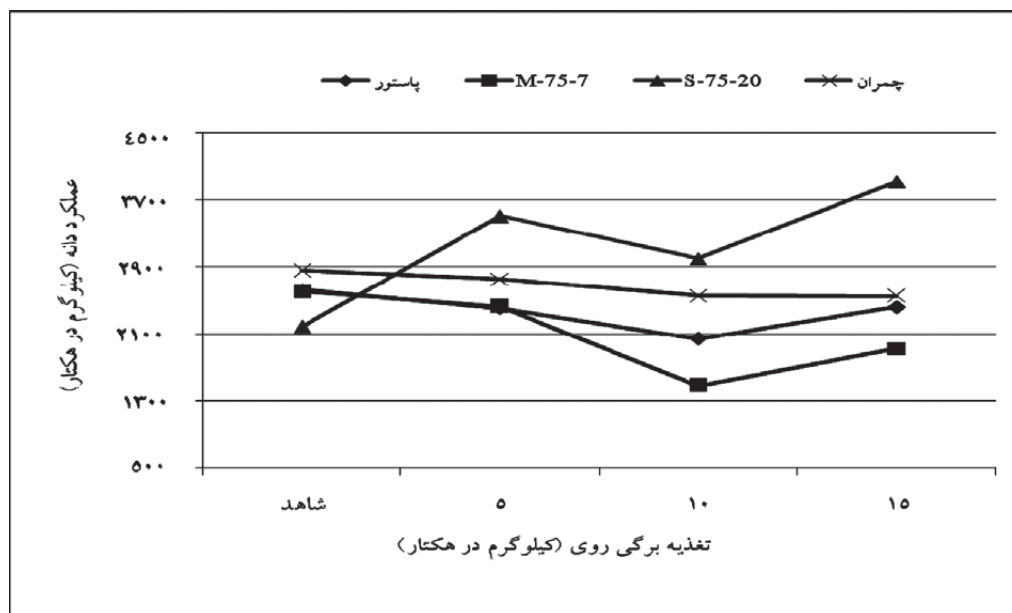
غلظت روی دانه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد (جدول ۴). با افزایش مقدار تغذیه برگی روی غلظت روی در دانه افزایش یافت (جدول ۵). در بین تیمارهای آزمایشی با مصرف ۱۵ کیلوگرم روی در هکتار به صورت تغذیه برگی در رقم پاسستور بالاترین غلظت روی در دانه بدست آمد. به طور کلی، 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 (جدول ۵). Yin و Ming (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).

#### عملکرد کاه

ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه از لحاظ عملکرد کاه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد داشتند (جدول ۲). عملکرد کاه لاین S-75-20 بالاتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود. تغذیه برگی روی تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد کاه داشت (جدول ۲). 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 کاهش 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، عموماً 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-75-7 کمترین شاخص برداشت را در مقایسه با سایر



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

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در ژنوتیپ‌های گندم تحت تاثیر عنصر روی

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

\* 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.

جدول ۴- مقادیر درجه آزادی و سطح احتمال معنی دار بودن برخی ویژگی‌های ارقام گندم تحت تاثیر سطوح مختلف تغذیه برگی روی

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

\* و \*\* به ترتیب معنی دار 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.



## کارایی تغذیه برگی کود روی در ژنوتیپ‌های گندم

کارایی تغذیه برگی کود روی ژنوتیپ‌های گندم در تولید دانه و کاه بر اساس تیمار شاهد و تیمار ۵ کیلوگرم تغذیه برگی روی در هکتار مطابق فرمول ارائه شده در قسمت مواد و روش‌ها تعیین شد. تفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۴)، تفاوت کاراترین ژنوتیپ (لاین ۷-۷۵-۷) نسبت به ناکارآمدترین ژنوتیپ (لاین ۲۰-۷۵-۷) به طور متوسط حدود ۸۷/۵ درصد بود که اختلاف چشمگیری می‌باشد (جدول ۳). تفاوت ژنوتیپ‌ها در ارتباط با کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید کاه نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۴) و تفاوت لاین ۷-۷۵-۷ و ۲۰-۷۵-۷ که کارآمد و ناکارآمدترین ژنوتیپ‌ها بودند حدود ۷۱ درصد بود. در مطالعات مختلف تنوع گسترده‌ای در ارتباط با کارایی مصرف کود روی ارقام گندم گزارش شده است (۱۰، ۱۲، ۱۵، ۱۹) که ناشی از سازوکارهایی همانند تغییر شکل ظاهری ریشه، همزیستی میکوریزایی، آزاد سازی فیتوسیدروفورهای متحرک کننده روی و آهن و ترشح اسیدهای آلی است. این نتایج نشان می‌دهد که قابلیت ژنتیکی برای افزایش کارایی تغذیه برگی کود روی در گندم وجود دارد (۱۵). Cakmak و همکاران (۹) اظهار داشتند که آزاد شدن فیتوسیدروفورها از ریشه گیاهان خانواده گندمیان در شرایط کمبود آهن و روی صورت می‌گیرد. ترشح فیتوسیدروفورها در شرایط کمبود روی افزایش یافته و این موضوع در تحمل ژنوتیپ‌های گندم به تنش کمبود دخیل می‌باشد (۸).

همچنین در ارقام گندم حساس به کمبود روی، فعالیت 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 مناسب تر از دو سطح دیگر بود. سطح ۱۰ کیلوگرم روی در هکتار نسبت به سایر سطوح مصرفی روی، نتایج متفاوتی نشان داد. بین کارایی تغذیه برگی روی محاسبه شده با غلظت و جذب روی در شرایط کمبود و کوددهی روی رابطه‌ای مشاهده نشد (جدول ۶).

ضرایب همبستگی ساده بین کارایی تغذیه برگی روی در تولید دانه با عملکرد دانه ارتباط منفی و معنی داری را نشان داد ( $R^2 = 0.053^{**}$ ) که بیانگر کارایی کمتر تغذیه برگی کود روی در لاین ۲۰-۷۵-۷ با عملکرد دانه بیشتر است. به عبارت دیگر می‌توان 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 بسیاری از واکنش‌های موثر در تولید عملکرد توسط گیاه زراعی قابل توجیه است.

بین عملکرد گندم در شرایط کمبود و کوددهی روی با کارایی روی روابط متفاوتی مشاهده شد جدول ۷ و این موضوع نکته حایز اهمیتی در ارزیابی روی کارایی ژنوتیپ‌ها و نیز برنامه‌های اصلاحی می‌باشد. به نظر می‌رسد که تغذیه برگی روی در خاک‌های آهکی در شرایط مشابه این آزمایش نمی‌تواند متضمن رفع کمبود روی در گیاه باشد و ژنوتیپ‌های مختلف پاسخ متفاوتی به تغذیه برگی روی نشان می‌دهند که این موضوع در مدیریت کود روی باید در نظر گرفته شود. انجام مطالعاتی دقیق‌تر پیرامون مکان ذخیره عنصر روی در دانه گندم و چگونگی استفاده از آن برای تغذیه انسان مورد نیاز است.

## جذب روی

ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه، از نظر جذب روی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف نشان دادند (جدول ۴). لاین ۲۰-۷۵-۷ که بیشترین عملکرد دانه در هکتار را داشت در مقایسه با لاین ۷-۷۵-۷ ۴۰ درصد و در مقایسه با رقم‌های پاستور و چمران حدود ۲۴ درصد روی بیشتری جذب کرد (جدول ۳). با افزایش مقدار روی مصرفی، جذب روی افزایش یافت و بجز سطح ۱۰ کیلوگرم در هکتار در دو سطح دیگر این روند، افزایشی منظم داشت (جدول ۵). با مصرف ۱۵ کیلوگرم روی به صورت تغذیه برگی در لاین ۲۰-۷۵-۷ بیشترین میزان جذب روی در هکتار بدست آمد. به طور کلی تغذیه برگی روی سبب افزایش جذب روی دانه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه (به جز تیمار ۱۰ کیلوگرم روی در هکتار در لاین ۷-۷۵-۷) 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 <sup>-1</sup> )	غلظت روی دانه (mg kg <sup>-1</sup> )	جذب روی (g ha <sup>-1</sup> )
پاستور	۰	۳۵/۰ <sup>m</sup>	۹۱ <sup>hi</sup>
	۵	۵۵/۰ <sup>d</sup>	۱۳۴ <sup>e</sup>
	۱۰	۵۱/۰ <sup>i</sup>	۱۰۴ <sup>g</sup>
M-۷۵-۷	۱۵	۶۳/۰ <sup>a</sup>	۱۵۲ <sup>d</sup>
	۰	۳۲/۰ <sup>n</sup>	۸۴ <sup>ij</sup>
	۵	۵۰/۰ <sup>j</sup>	۱۲۰ <sup>f</sup>
S-۷۵-۲۰	۱۰	۵۴/۰ <sup>e</sup>	۷۹ <sup>ij</sup>
	۱۵	۵۳/۰ <sup>f</sup>	۱۰۱ <sup>gh</sup>
	۰	۳۵/۵ <sup>l</sup>	۷۷ <sup>j</sup>
چمران	۵	۵۲/۵ <sup>g</sup>	۱۸۳ <sup>b</sup>
	۱۰	۵۵/۵ <sup>c</sup>	۱۶۷ <sup>c</sup>
	۱۵	۵۴/۰ <sup>e</sup>	۲۱۱ <sup>a</sup>
LSD (۵٪) رقم* روی	۰	۳۵/۵ <sup>l</sup>	۱۰۲ <sup>gh</sup>
	۵	۳۹/۰ <sup>k</sup>	۱۰۶ <sup>g</sup>
	۱۰	۵۲/۰ <sup>h</sup>	۱۳۲ <sup>ef</sup>
	۱۵	۵۶/۰ <sup>b</sup>	۱۴۳ <sup>df</sup>
		۰/۱۵۶	۱۲۷

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

جدول ۶- 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

کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید دانه	جذب روی <sup>۲</sup>	جذب روی <sup>۱</sup>	غلظت روی <sup>۲</sup>	غلظت روی <sup>۱</sup>	عملکرد دانه <sup>۲</sup>	عملکرد دانه <sup>۱</sup>	
						۱	عملکرد دانه <sup>۱</sup>
					۱	-۰/۳۵۳ <sup>°</sup>	عملکرد دانه <sup>۲</sup>
				۱	-۰/۱۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	غلظت روی <sup>۱</sup>
			۱	۰/۹۷ <sup>°°</sup>	-۰/۱۲ <sup>ns</sup>	-۰/۰۸ <sup>ns</sup>	غلظت روی <sup>۲</sup>
		۱	۰/۹۳ <sup>°°</sup>	۰/۹۸ <sup>°°</sup>	-۰/۱۵ <sup>ns</sup>	-۰/۰۴ <sup>ns</sup>	جذب روی <sup>۱</sup>
	۱	۰/۸۸ <sup>°°</sup>	۰/۹۱ <sup>°°</sup>	۰/۹۰ <sup>°°</sup>	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	-۰/۰۸ <sup>ns</sup>	جذب روی <sup>۲</sup>
۱	-۰/۱۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	-۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰ <sup>ns</sup>	-۰/۷۹ <sup>°°</sup>	۰/۶۸ <sup>°°</sup>	کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید دانه

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

جدول ۷- 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

کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید کاه	کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید دانه	عملکرد کاه <sup>۲</sup>	عملکرد کاه <sup>۱</sup>	عملکرد دانه <sup>۲</sup>	عملکرد دانه <sup>۱</sup>	
					۱	عملکرد دانه <sup>۱</sup>
				۱	-۰/۳۵۳ <sup>°</sup>	عملکرد دانه <sup>۲</sup>
			۱	-۰/۰۶ <sup>ns</sup>	۰/۲۷ <sup>ns</sup>	عملکرد کاه <sup>۱</sup>
		۱	-۰/۰۸ <sup>ns</sup>	۰/۷۷ <sup>°°</sup>	-۰/۴۷ <sup>ns</sup>	عملکرد کاه <sup>۲</sup>
	۱	-۰/۷۵ <sup>°°</sup>	۰/۱۳ <sup>ns</sup>	-۰/۷۹ <sup>°°</sup>	۰/۶۸ <sup>°°</sup>	کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید دانه
۱	۰/۴۵ <sup>ns</sup>	-۰/۴۸ <sup>ns</sup>	۰/۷۸ <sup>°°</sup>	۰/۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۴۳ <sup>ns</sup>	کارایی تغذیه برگی کود روی در تولید کاه

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



