Archive of SID

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد نهم، شماره سوم، ۱۳۹۸
۱۷۱-۱۸۷
http://ejsms.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejsms.2020.16210.1869

ارزیابی کارایی استفاده و پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف گندم (*Triticum aestivum* L.) به آهن و روی

روزبه محمدی[۱]، *اسماعیل دردی‌پور[۲]، علیرضا غیاثوند[۳] و فرشید قادری‌فر[۴]

[۱]دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]استاد گروه شیمی تجزیه، دانشگاه لرستان، [۴]دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۰۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۰٤

چکیده

سابقه و هدف: یکی از رویکردهایی که از دیرباز مورد توجه بوده اما امروزه اهمیت آن مضاعف شده است، استفاده از ژنوتیپ‌های کارای گیاهان در جذب و استفاده از عناصر غذایی است. در سال‌های اخیر، ژنوتیپ‌های گیاهی که کارایی بیش‌تری در استفاده از عناصر غذایی دارند، مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است و استفاده از آن‌ها رویکرد جدیدی در کشاورزی کم‌نهاده برای افزایش بازده کودها ایجاد کرده است. آهن و روی نیز از عناصر کم‌مصرف و ضروری برای گیاهان است که در تغذیه انسان نیز اهمیت بالایی دارد. هدف از پژوهش حاضر شناسایی ژنوتیپ‌های کارا از نظر استفاده آهن و روی و غنی‌سازی دانه گندم با این دو عنصر غذایی بود.

مواد و روش‌ها: برای بررسی کارایی استفاده و جذب آهن و روی در ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان، آزمایشی در شرایط گلدانی (مخلوط شن و خاک) و به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل ۱۲ ژنوتیپ مختلف گندم و فاکتور دوم شامل چهار سطح کودی بود. ژنوتیپ‌های گندم نان شامل ان ۲۰-۸۷، مروارید، گنبد، فلات، تجن، لاین ۷-۹۰، لاین ۱۷-۹۱، آفتاب، قابوس، کوهدشت، کریم و لاین ۱۷ بودند. تیمارهای کودی شامل محلول غذایی کامل، محلول غذایی کامل با کمبود آهن، محلول غذایی کامل بدون روی و محلول غذایی کامل با کمبود توأم آهن و روی بودند. سولفات روی به میزان صفر (سطح کمبود) و یک میکرومولار (سطح کفایت) و سکوسترین آهن در سطوح یک میکرومولار (سطح کمبود) و ۱۰۰ میکرومولار (سطح کفایت) به‌عنوان منابع روی و آهن مصرف گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که وزن خشک و جذب آهن و روی شاخساره ژنوتیپ‌ها در تیمارهای کمبود آهن و روی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ولی کارایی استفاده آهن و روی آن‌ها را افزایش داد. این شاخص‌ها در تیمار کمبود توأم آهن و روی بیش‌تر کاهش یافت ولی کارایی استفاده آن نسبت به تیمارهای کمبود تنهای آهن و روی افزایش یافت. لاین ۷-۹۰ بالاترین کارایی استفاده آهن و لاین ۱۷ و کوهدشت کم‌ترین مقدار را داشتند در حالی‌که بالاترین کارایی استفاده روی در لاین ۱۷ و کم‌ترین مقدار آن در ژنوتیپ‌های کوهدشت، تجن، کریم و قابوس مشاهده گردید. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها به روش گیل و براساس مقدار ماده خشک تولیدی و کارایی استفاده آهن و روی شاخساره نشان

* مسئول مکاتبه: e.dordipour@gau.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

داد که ژنوتیپ‌های لاین ۷-۹۰ و ان ۲۰-۸۷ بسیار پاسخ‌ده به‌ترتیب از نظر آهن و روی و لاین ۷-۹۰ و لاین ۱۷ به‌ترتیب بسیار کارا از نظر آهن و روی بودند. هم‌چنین ژنوتیپ تجن و ان ۲۰-۸۷ برترین و ژنوتیپ‌های لاین ۱۷ و کوهدشت به‌عنوان ژنوتیپ ضعیف در جذب و استفاده آهن و روی و تولید ماده خشک شناسایی شدند.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که در شرایط گلخانه‌ای، رقم‌های تجن و ان ۲۰-۸۷ هم پاسخ‌ده به کود آهن و روی و هم کارا از نظر استفاده آهن و روی با تولید ماده خشک بالا هستند و آزمایش مزرعه‌ای این رقم‌ها در اراضی حاصلخیز و کم‌بازده (کمبود آهن و روی) توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آهن، روی، کارایی استفاده، گندم، ماده خشک

مقدمه

حدود یک سوم جمعیت جهان در همه گروه‌های سنی و جمعیتی و اساساً در کشورهای در حال توسعه به‌ویژه زنان و کودکان به‌شدت زیر تأثیر یکی از عناصر کم‌مصرف کلیدی مانند آهن، روی، ید، سلنیم و ویتامین آ قرار دارند (۱۱). گیاهان و انسان‌ها به آسانی نمی‌توانند آهن را از منابع غذایی خود به‌دست آورند، اگرچه این عنصر در طبیعت فراوان است. آهن در تعدادی از کارکردهای سوخت‌وسازی گیاه سهیم است و این عنصر جزء برخی آنزیم‌ها است. آهن برای ساخت کلروفیل ضروری است و در تثبیت نیتروژن و انتقال الکترون دخالت دارد. بنابراین، کمبود آهن یکی از عوامل بزرگ محدودکننده عملکرد گیاهان زراعی، کیفیت غذا و تغذیه انسان می‌باشد (۲۳). کمبود روی نیز یکی از گسترده‌ترین اختلالات تغذیه‌ای در گیاهان زراعی به‌ویژه در غلات است. کاهش عملکرد دانه بیش از ۸۰ درصدی همراه با کاهش مقدار روی دانه در شرایط کمبود روی مشاهده شده است و این زنگ خطر جدی برای سلامت انسان در کشورهایی که رژیم‌های غذایی با پایه غلات دارند، می‌باشد. عنصر روی برای ساخت هورمون رشد و تشکیل کربوهیدرات ضروری است. نمو ریشه، فعال کردن برخی آنزیم‌ها و ضرورت برای ساخت تریپتوفان ازجمله کارکردهای عنصر روی در گیاه است (۹ و ١٤). گندم از نظر تولید و سطح زیر کشت مهم‌ترین محصول زراعی است و افزایش کمی و کیفی عملکرد آن در واحد سطح از مهم‌ترین اولویت‌های تحقیقاتی و اجرایی کشور می‌باشد. در ایران نیز کمبود عناصر غذایی کم‌مصرف وجود دارد و گزارش شده است که از اراضی زیر کشت گندم در ایران ۳۷ درصد دچار کمبود شدید آهن، ٤٠ درصد دچار کمبود شدید روی، ۲۵ درصد دچار کمبود منگنز و ٢٤ درصد نیز دچار کمبود مس می‌باشند (۲). ایران به‌دلیل واقع شدن در کمربند کمبود روی (۱)، کمبود آن در بیش‌تر نقاط کشور خودنمایی می‌کند و چون هزینه‌های مصرف کود بالا است در نتیجه استفاده از گونه‌ها یا ژنوتیپ‌های کارآمد گیاهان در مصرف روی یکی از راهبردهای مهم برای بهبود عملکرد در خاک‌های مواجهه با کمبود این عنصر می‌باشد. گندم ازجمله غلاتی است که در آن اختلاف در پاسخ رقم‌ها نسبت به کمبود روی زیاد است. دلیل این تفاوت ژنتیکی بین رقم‌های گندم هنوز به خوبی شناخته نشده است (٤). در آزمایش‌های کوتاه‌مدت، زیر شرایط کنترل‌شده، رقم‌های گندم با روی کارایی بیش‌تر نرخ جذب روی بیش‌تری نسبت به رقم‌های با روی کارایی کم‌تر داشتند (۵). کارایی جذب، توانایی

www.SID.ir

Archive of SID

ریشه‌های گیاه را در شرایط کمبود یک عنصر غذایی نشان می‌دهد و کارایی بهره‌وری به معنی استفاده بیش‌تر از عنصر غذایی جذب شده یا استفاده مؤثر از هر واحد آن در اعمال فیزیولوژیکی و متابولیسمی گیاه می‌باشد. با این‌که هر یک از این توانایی‌های گیاه می‌تواند به‌طور جداگانه انجام شود، اما معمولاً این دو سازوکار توأم اتفاق می‌افتد (۲٤). فاجریا (۲۰۰۹) گزارش کرد که کارایی مصرف آهن در برنج دیم با افزایش سن گیاه به‌صورت تابع درجه دوم افزایش یافت و مقدار آن در دانه در مقایسه با شاخساره بیش‌تر بود و کارایی مصرف آهن و سن گیاه در لوبیای معمولی به‌صورت خطی بود. هم‌چنین بیان نمودند که کارایی مصرف آهن دانه غلات (برنج و ذرت) در مقایسه با بقولات (لوبیای معمولی و سویا) بالاتر بود و شاخص برداشت آهن (جذب آهن در دانه تقسیم بر مجموع آهن جذب شده در دانه و شاخساره) در غلات در مقایسه با بقولات بالاتر بود. مشیری و همکاران (۲۰۱۰) در آزمایشی بر روی رقم‌های گندم نان و دوروم در شرایط مزرعه‌ای گزارش کردند که در شرایط کمبود روی، وزن خشک شاخساره در اغلب رقم‌ها کاهش یافت. میزان کارایی روی رقم‌ها بین ۸۰/٤ تا ۱٦۰/۲ درصد متغیر بود. رقم‌های داراب و پیشتاز بیش‌ترین کارایی روی و رقم‌های الوند و مهدوی کم‌ترین کارایی روی را داشتند. طباطبایی و همکاران (۲۰۱۱) در آزمایشی در شرایط گلخانه‌ای گزارش کردند که گلرنگ رقم اراک و هیبریدهای ذرت در مقایسه با گندم رقم قدس و روشن و تریتیکاله رقم الینر، نسبت به کمبود آهن حساس‌تر بودند و کاهش بیش‌تری در وزن خشک شاخساره آن‌ها در تیمار ۵ میکرومولار آهن مشاهده گردید. در مقابل گندم رقم قدس و روشن در شرایط کمبود آهن کم‌ترین کاهش وزن خشک ریشه و شاخساره را در مقایسه با شرایط آهن کافی داشتند. ارنوغلو و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که رقم‌های جو طارم-۹۲ و حامیدیه-۷۹ در شرایط دریافت بهینه روی و آهن، مقدار ترشح فیتوسیدروفور از ۱ میکرومول در ٤۲ گیاه و در سه ساعت بیش‌تر نبود، ولی در شرایط کمبود روی و به‌ویژه کمبود آهن بوته‌های جو مقدار ترشح زیادتری را نشان دادند و در این ارتباط رقم با کارایی بالای روی نسبت به رقم ناکارای روی مقدار بیش‌تری فیتوسیدروفور ترشح نمود. ترشح فیتوسیدروفور از ریشه‌های گرامینه هم در شرایط کمبود آهن و هم در شرایط کمبود روی رخ می‌دهد (۳). رضایی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که بالاترین عملکرد دانه و کارایی عناصر پرمصرف در شرایط تنش آب در ژنوتیپ‌های پیشگام، زارع و C-81-10 حاصل گردید. انتخاب ژنوتیپ‌های گندم نان متحمل به کمبود آب و عرضه کم عنصر غذایی در خاک، ممکن است در شرایط آب و حاصلخیزی کم، بهره‌وری را افزایش دهد و نیاز به کود شیمیایی را کاهش دهد. سینگ و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که عوامل مؤثر بر کارایی روی در غلات شامل خصوصیات ریشه (طول، قطر، تراکم و حجم)، تولید و ترشح فیتوسیدروفور، سینتیک جذب روی، انتقال و انتقال مجدد روی و استفاده از روی هستند. استفاده از کودهای شیمیایی یکی از راهکارهای افزایش عملکرد در گیاهان زراعی است، هر چند که این روش منجر به ایجاد مشکلاتی ازجمله مصرف زیاد انرژی، سرمایه و نیروی کار، آلودگی محیط زیست و تخریب منابع شده است. بروز این مشکلات، منجر به ارائه راهکارهای دیگری شد که در آن انتخاب ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط کمبود عناصر در خاک بیش‌تر مورد تأکید قرار گرفته است. در سال‌های اخیر، ژنوتیپ‌هایی که کارایی بیش‌تری در استفاده از عناصر غذایی دارند، مورد توجه قرار گرفته و استفاده از آن‌ها رویکرد جدیدی در کشاورزی

www.SID.ir

Archive of SID

کم‌نهاده برای افزایش بازده کودها است و ژنوتیپ‌هایی که چنین توانایی را دارند، از دو جنبه کارایی جذب و کارایی استفاده مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (۱۹). با توسعه کشت گیاهان کارا در استفاده از عناصر غذایی می‌توان هزینه‌های مصرف کود شیمیایی را کاهش داد، از اتلاف زیاد عناصر غذایی در خاک جلوگیری نمود، تولید و کیفیت محصول را افزایش داد و مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی را تعدیل نمود (٦). بنابراین، پژوهش حاضر با هدف شناسایی و مطالعه ژنوتیپ‌های برتر از نظر پاسخ‌دهی و کارایی استفاده آهن و روی و معرفی آن‌ها برای کشت در هردوی اراضی حاصلخیز و کم‌بازده (کمبود این عناصر) انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در شرایط گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلدان‌های پلاستیکی با پوشش سیاه رنگ و هر گلدان حاوی مخلوط همگن ۵ کیلوگرم شن شسته به‌علاوه ۱۰۰ گرم خاک با فراهمی کم آهن و روی (جدول ۱) اجرا شد. فاکتور اول شامل ۱۲ ژنوتیپ مختلف گندم و فاکتور دوم شامل چهار سطح کودی بود. ژنوتیپ‌های گندم نان شامل ان ۲۰-۸۷، مروارید، گنبد، فلات، تجن، لاین ۷-۹۰، لاین ۱۷-۹۱، آفتاب، قابوس، کوهدشت، کریم و لاین ۱۷ بودند و بذرهای این ژنوتیپ‌ها از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه گردید. تیمارهای کودی شامل محلول غذایی کامل، محلول غذایی با کمبود آهن، محلول غذایی با کمبود روی و محلول غذایی با کمبود توأم آهن و روی بودند. بذرها با محلول هیپوکلریت سدیم یک درصد به‌مدت پنج دقیقه ضدعفونی شدند. بذور در عمق ۳ سانتی‌متری کاشته شدند و تا سبز شدن با آب مقطر آبیاری شدند. سپس تعداد گیاه به ۱۵ بوته در گلدان تقلیل یافت. محلول‌های غذایی بهمراه آب آبیاری (آب مقطر) تا ١٤ روز اول هر ٤ روز یک بار و بعد از آن تا پایان آزمایش یک روز در میان اعمال شدند. ترکیب محلول غذایی در تیمار کامل محلول هوگلند اصلاح شده بود (کک‌مک، ١٩٩٦) و در بقیه تیمارهای کودی، محلول هوگلند برای عناصر مورد آزمایش تنظیم گردید. روی از منبع سولفات روی ($ZnSO_4, 7H_2O$) در دو سطح صفر (سطح کمبود) و یک میکرومولار (سطح کفایت) و آهن از منبع سکوسترین آهن (FeEDDHA, 6 % Fe, Daymsa firm, Spain) در دو سطح یک میکرومولار (سطح کمبود) و ۱۰۰ میکرومولار (سطح کفایت) تأمین گردید. گیاهان پس از ٤٥ روز برداشت و پس از شستشوی نهایی با آب مقطر در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤٨ خشک و بخش‌های ریشه و شاخساره جداگانه توزین شدند. سپس نمونه‌های گیاهی در کوره الکتریکی خاکستر و به کمک اسید کلریدریک ۲ مولار حل شدند (جونز و کیس، ۱۹۹۰). غلظت آهن و روی در نمونه‌های ریشه و شاخساره با کمک دستگاه جذب اتمی (Unicam 919AA) قرائت شد. مقادیر جذب آهن و روی و کارایی استفاده آن‌ها برای هر ژنوتیپ با استفاده از روابط زیر تعیین گردید:

(۱) غلظت عنصر × مقدار ماده خشک = مقدار جذب عنصر (ژنگ و همکاران، ۲۰۰۷)

(۲) مقدار جذب عنصر ÷ مقدار ماده خشک =کارایی استفاده عنصر (ژنگ و همکاران، ۲۰۰۷)

www.SID.ir

Archive of SID

برای گروه‌بندی ۱۲ ژنوتیپ از روش گیل و همکاران (۲۰۰٤) استفاده گردید. مبنای گروه‌بندی این روش، شاخصی به نام شاخص امتیازی است. به این ترتیب که اگر مقدار صفت مورد مطالعه با x، میانگین همه ژنوتیپ‌ها برای آن صفت μ و انحراف معیار آن‌ها با STD نشان داده شود، سه وضعیت زیر تعریف می‌شود:

جدول ۱- برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی منتخب خاک مورد استفاده.

Table 1. Some selected physicochemical characteristic of the soil.

خاک منطقه Region of soil	پ.هاش pH	هدایت الکتریکی EC	روی فراهم Ava. Zn	آهن فراهم Ava. Fe	فسفر قابل‌جذب Ava. P	پتاسیم قابل‌جذب Ava. K	کربن آلی OC	رس Clay	سیلت Silt	بافت خاک Soil texture
		($dS\ m^{-1}$)	($mgKg^{-1}$)				(%)			
آهنگر محله Ahangar Mahalleh	7.8	0.27	0.45	4.9	10	84	0.7	19	47	لوم رسی C.L.

۱- اگر مقدار x کم‌تر از μ-STD باشد ($x< \mu- STD$)؛
۲- مقدار x بیش‌تر از μ+ STD باشد ($x > \mu + STD$)
و ۳- مقدار x بین این دو حالت باشد ($\mu - STD > x < \mu + STD$). اگر برای صفت موردنظر در هر ژنوتیپ وضعیت ۱ برقرار باشد، آن ژنوتیپ در آن ویژگی با صفت «کم» نامگذاری می‌شود و برای وضعیت ۲ صفت «زیاد» و برای وضعیت ۳ صفت «متوسط» به‌کار می‌رود. برای صفت کم امتیاز یک، برای صفت متوسط امتیاز ۲ و برای صفت زیاد امتیاز ۳ محسوب می‌گردد. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با این روش، برای شرایط کمبود و کفایت هر عنصر به‌طور جداگانه انجام می‌گیرد. در شرایط کفایت، از واژه «کارایی پاسخ» برای واکنش ژنوتیپ استفاده گردید. وزن خشک شاخساره، وزن خشک ریشه، مقدار جذب آهن شاخساره، مقدار جذب روی شاخساره، کارایی استفاده آهن و کارایی استفاده روی در شاخساره مبنای این گروه‌بندی بود. تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS (SAS، ۱۹۹۹) و مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار کودی بر همه صفات مورد اندازه‌گیری ($P\leq ۰/۰۱$) و وزن خشک ریشه ($P\leq ۰/۰۵$) معنی‌دار بود. اثر ژنوتیپ نیز بر وزن خشک شاخساره و ریشه، جذب آهن و روی شاخساره، کارایی استفاده آهن و روی شاخساره معنی‌دار بود ($P\leq ۰/۰۱$). اثر متقابل ژنوتیپ و تیمار کودی بر صفات وزن خشک شاخساره، مقدار جذب روی شاخساره، کارایی استفاده روی شاخساره ($P\leq ۰/۰۱$) و بر مقدار جذب آهن شاخساره ($P\leq ۰/۰۵$) معنی‌دار بود ولی بر وزن خشک ریشه، کارایی استفاده آهن شاخساره معنی‌دار نبود.

اثر تیمار کودی: نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای کمبود آهن و روی و کمبود توأم آن‌ها باعث کاهش شدید وزن خشک شاخساره نسبت به محلول غذایی کامل گردید (شکل ۱- الف). بین تیمار کمبود آهن و کمبود توأم آهن و روی از نظر تولید وزن خشک شاخساره تفاوت معنی‌داری وجود داشت ولی بین تیمار کمبود روی با تیمار های کمبود آهن و کمبود توأم آهن و روی تفاوت معنی‌داری از این نظر

www.SID.ir

Archive of SID

مشاهده نگردید. چون آهن و روی هر دو جزء عناصر ضروری برای بسیاری از فرآیندهای رشدی گیاه مانند رشد مریستمی (منگل و همکاران ۲۰۰۱؛ مارشنز، ۲۰۱۲) هستند، بنابراین انتظار می‌رود با کمبود آن‌ها، جذب و غلظت آن‌ها در اندام‌ها و در نتیجه رشد گیاه کاهش یابد. سوزوکی و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که بعد از چهار هفته وزن خشک شاخساره بوته‌های جو مواجه با کمبود روی حدود نصف تیمار شاهد بود. کک‌مک و همکاران (۱۹۹٤) گزارش کردند که در هر دو ژنوتیپ کارا و ناکارا در شرایط کمبود هر دو عنصر آهن و روی باهم، رشد شاخساره کم‌ترین مقدار بود ولی رشد ریشه شبیه گیاهان شاهد بود. نتایج همچنین نشان داد که گرچه تیمار کمبود آهن مقدار وزن خشک ریشه گیاه را کاهش داد ولی این کاهش نسبت به شرایط کفایت معنی‌دار نبود. اما تیمارهای کمبود روی و کمبود هر دو عنصر باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک گیاه گردید (شکل ۱- ب). کک‌مک و همکاران (۱۹۹٤) گزارش کردند که با محدودکردن روی و کاهش تأمین آهن (۲ میکرومولار) به‌مدت دوهفته اثر محسوسی بر رشد شاخساره یا ریشه در هر دو ژنوتیپ کارا و ناکارای روی نداشت. نتایج این پژوهش با یافته‌های طباطبایی و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت که در آن گندم رقم قدس و روشن در شرایط کمبود آهن کم‌ترین کاهش وزن خشک ریشه و شاخساره را در مقایسه با شرایط کفایت آهن داشتند. آزمون مقایسه میانگین‌ها اثر تیمارهای کودی بر کارایی استفاده آهن شاخساره نیز براین نکته تأکید دارد که کمبود آهن و کمبود توأم هر دو عنصر، میزان کارایی استفاده آهن را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. اگرچه تیمار کمبود روی کارایی استفاده آهن شاخساره را نسبت به شرایط کفایت آهن و روی افزایش داد ولی این افزایش معنی‌دار نبود. قرنجیکی (۲۰۱۸) گزارش کرد که کمبود پتاسیم نسبت به شرایط کفایت آن، کارایی استفاده پتاسیم پنبه را افزایش می‌دهد (شکل ۱- پ). فاجریا (۲۰۰۹) بیان کرد کارایی استفاده آهن دانه غلات (ذرت و برنج) در مقایسه با بقولات (لوبیا و سویا) بالاتر بود. کارایی استفاده بالاتر آهن در غلات در مقایسه با بقولات ممکن است که به جذب بیش‌تر آهن در آن‌ها ربط داشته باشد. نتایج هم‌چنین نشان داد که تیمارهای کمبود روی، آهن و توأم آن‌ها موجب افزایش معنی‌دار کارایی استفاده روی شاخساره نسبت به شرایط کفایت آن‌ها گردید و اثر کمبود روی و توأم روی و آهن بر کارایی استفاده روی بیش‌تر از تیمار کمبود آهن بود. اثرات کمبود روی به تنهایی و همراه با کمبود آهن نسبت به همدیگر بر کارایی استفاده روی شاخساره یکسان بود و اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۱- ت). در شرایط کمبود روی به‌دلیل کاهش مقدار جذب کارایی استفاده آن (رابطه ۲) افزایش می‌یابد. فاجریا (۲۰۰۹) گزارش کرد که کارایی استفاده روی با توجه به سن گیاه نیز تغییر می‌کند. مقایسه میانگین‌ها جذب آهن شاخساره نشان داد که مقدار جذب آهن و روی شاخساره نسبت به تیمار کفایت آن‌ها کاهش معنی‌داری نشان داد. بین اثر تیمارهای کمبود آهن و روی بر جذب آهن تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید ولی از نظر جذب روی معنی‌دار بود. هم‌چنین کم‌ترین جذب آهن و روی در تیمار کمبود توأم آهن و روی وجود داشت (شکل‌های ۱- ث و ج). مشیری و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی رقم‌های گندم گزارش کردند که در شرایط کمبود روی، غلظت روی در شاخساره تمام رقم‌ها حداقل ۱/۵ برابر کم‌تر از شرایط کفایت روی بود. فاجریا (۲۰۰۹) در مطالعات خود آورده است که غلظت و جذب آهن در بافت‌های گیاه بسته به سن گیاه، گونه گیاه زراعی و بخش مورد آزمایش تفاوت داشت.

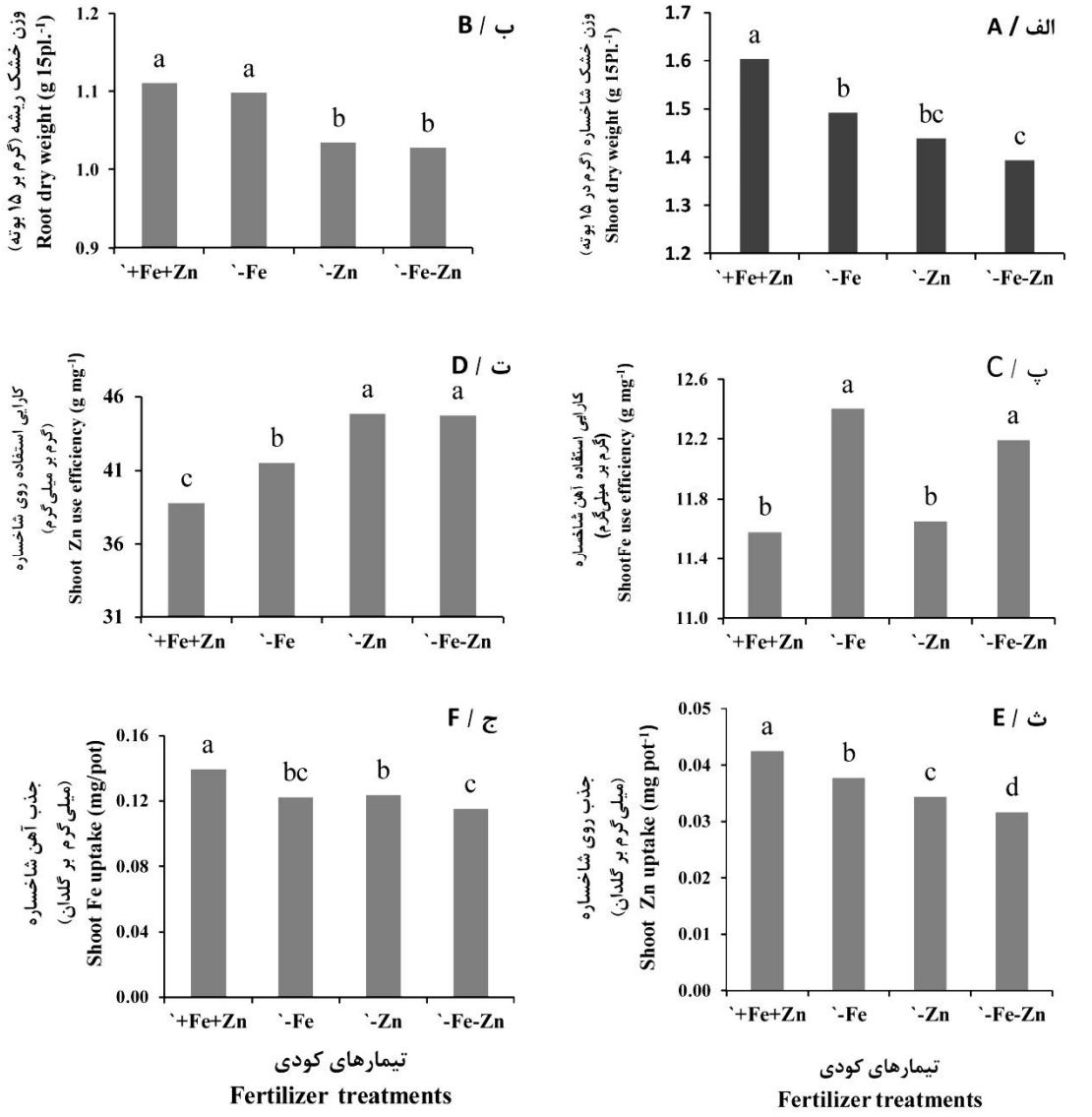
www.SID.ir

Archive of SID

اثر ژنوتیپ: آزمون مقایسه میانگین‌های داده‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف گندم مقادیر ماده خشک تولیدی متفاوتی دارند. بالاترین مقدار ماده خشک تولیدی در رقم تجن و کم‌ترین مقدار آن در رقم کوهدشت مشاهده گردید. هم‌چنین ژنوتیپ‌های تجن و N_{87-20} بایکدیگر و با همه رقم‌ها و لاین‌های دیگر تفاوت معنی‌دار داشتند. لاین ۱۷-۹۱ و رقم آفتاب با یکدیگر، ژنوتیپ‌های کریم، فلات قابوس با یکدیگر، ژنوتیپ‌های مراربد، لاین ۷-۹۰، لاین ۱۷، گنبد و کوهدشت نیز بایکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی این مجموعه ها با هم‌دیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (شکل ۲- الف). با توجه به ساختار ریشه، توانایی متفاوت جذب توسط آن‌ها، انتقال مواد غذایی از ریشه به ساقه، بارگیری در آوند چوبی و آبکشی، کارایی استفاده عناصر در گیاه همه این عوامل به‌طورکلی باعث تفاوت در تجمع ماده خشک می‌گردد (۱٤). بسیاری از مطالعات قبلی نشان داده‌اند که عملکرد گیاهان به‌صورت ژنتیکی در بین گونه‌های گیاهی متفاوت است و حتی در ژنوتیپ‌های درون یک گونه نیز به‌علت تغییرات ژنتیکی و محیطی نیز توانایی آن‌ها در عملکرد دانه و بیولوژیک متفاوت است (۹). فاجریا (۲۰۰۹) بیان کرده است که وزن خشک شاخساره رقم‌های برنج آبی زیر تأثیر غلظت آهن در محلول غذایی مقادیر متفاوتی را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف گندم مقادیر وزن خشک ریشه متفاوتی دارند. بالاترین وزن خشک ریشه در ژنوتیپ تجن و پس از آن ژنوتیپ ان ۲۰-۸۷ و کم‌ترین مقدار در ژنوتیپ‌های لاین ۱۷ و گنبد مشاهده گردید که از این نظر همان الگوی مقدار ماده خشک شاخساره را داشتند. بین مجموعه ژنوتیپ‌های ان ۲۰-۸۷ و آفتاب؛ آفتاب، قابوس و لاین ۱۷-۱۹؛ قابوس، لاین ۱۷-۱۹، فلات و کریم؛ کریم، مروارید و لاین ۷-۹۰؛ لاین ۷-۹۰ و کوهدشت و کوهدشت، گنبد و لاین ۱۷ باهم‌دیگر تفاوت معنی‌داری داشتند ولی در داخل مجموعه‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۲- ب). هم‌چنین نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های لاین ۷-۹۰ بالاترین و لاین ۱۷ و کوهدشت کم‌ترین کارایی استفاده آهن شاخساره را داشتند. مجموعه ژنوتیپ‌های ان ۲۰-۸۷، لاین ۱۷-۹۱، کریم، آفتاب و فلات؛ لاین ۱۷-۹۱، کریم، آفتاب، فلات و تجن؛ تجن و قابوس؛ قابوس، گنبد و مروارید و لاین ۱۷ و کوهدشت با همدیگر اختلاف معنی‌داری از این نظر داشتند ولی داخل مجموعه‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۲- پ). فاجریا (۱۹۹۲) نشان داد که اختلاف‌های میان رقم‌های درون یک گونه از نظر جذب و استفاده روی گاهی اوقات بزرگ‌تر از گونه‌ها و جنس‌های خویشاوند است و گزارش کرد که نوسان معنی‌داری در جذب و استفاده در بین گونه‌های گیاهان زراعی و ژنوتیپ‌هایی از همان گونه وجود دارد. از نظر کارایی استفاده روی شاخساره، ژنوتیپ لاین ۱۷ بالاترین و ژنوتیپ‌های کوهدشت، تجن، کریم و قابوس کم‌ترین مقادیر را داشتند. هم‌چنین مجموعه ژنوتیپ‌های گنبد و ان ۲۰-۸۷؛ ان ۲۰-۸۷، آفتاب و لاین ۷-۹۰؛ آفتاب، لاین ۷-۹۰ و فلات؛ فلات، مروارید و لاین ۱۷-۹۱؛ و قابوس، کریم، تجن و کوهدشت با هم دیگراختلاف معنی‌داری از نظر این صفت داشتند ولی داخل مجموعه‌ها با یکدیگر از این نظر اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۲- ت). سینگ و همکاران (۲۰۰۵) بیان نمودند که عوامل مختلفی مثل ویژگی‌های ریشه، انتقال روی و توزیع مجدد و استفاده از آن بر کارایی روی در غلات مؤثرند. این اختلاف در میان ژنوتیپ‌ها از نظر کارایی ممکن است ناشی از تفاوت رشد ریشه باشد. جذب بیش‌تر در رقم‌های کارا و یا آزادسازی فیتوسیدروفورهای متحرک‌کننده آهن و روی از ریشه‌ها به محیط ریزوسفر و افزایش انتقال از ریشه به شاخساره در شرایط کمبود عنصر نیز در کارایی استفاده اثر دارند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی بر الف) وزن خشک شاخساره ب) وزن خشک ریشه پ) کارایی استفاده آهن شاخساره ت) کارایی استفاده روی شاخساره ث) جذب روی شاخساره ج) جذب آهن شاخساره.

Figure 1. Mean comparison of fertilizer treatments effect on A. Shoot DW B. Root DW C. Shoot Fe use efficiency D. Shoot Zn use efficiency E. Shoot Zn uptake and F. Shoot Fe uptake.

ککمک و همکاران (۱۹۹٤) نیز گزارش دادند که ژنوتیپ‌های مختلف غلات توانایی تولید فیتوسیدروفور متفاوت دارند و حتی در ژنوتیپ‌های درون یک گونه نیز اختلاف وجود دارد که بر کارایی آهن و روی اثرگذار می‌باشد. همچنین سیستم انتقالی ویژه فیتوسیدروفور- آهن نیز در ژنوتیپ‌های گندم ممکن است تفاوت داشته باشد که باز هم بر کارایی استفاده و انتقال به شاخساره مؤثر است.

کارایی استفاده آهن و روی در برابر تولید ماده خشک: در شرایط کفایت آهن، روش گروه‌بندی گیل و همکاران (۲۰۰٤) ۱۲ ژنوتیپ گندم در ۵ گروه (از ۹ گروه گیل) قرار گرفتند (شکل ۳- الف) که

www.SID.ir

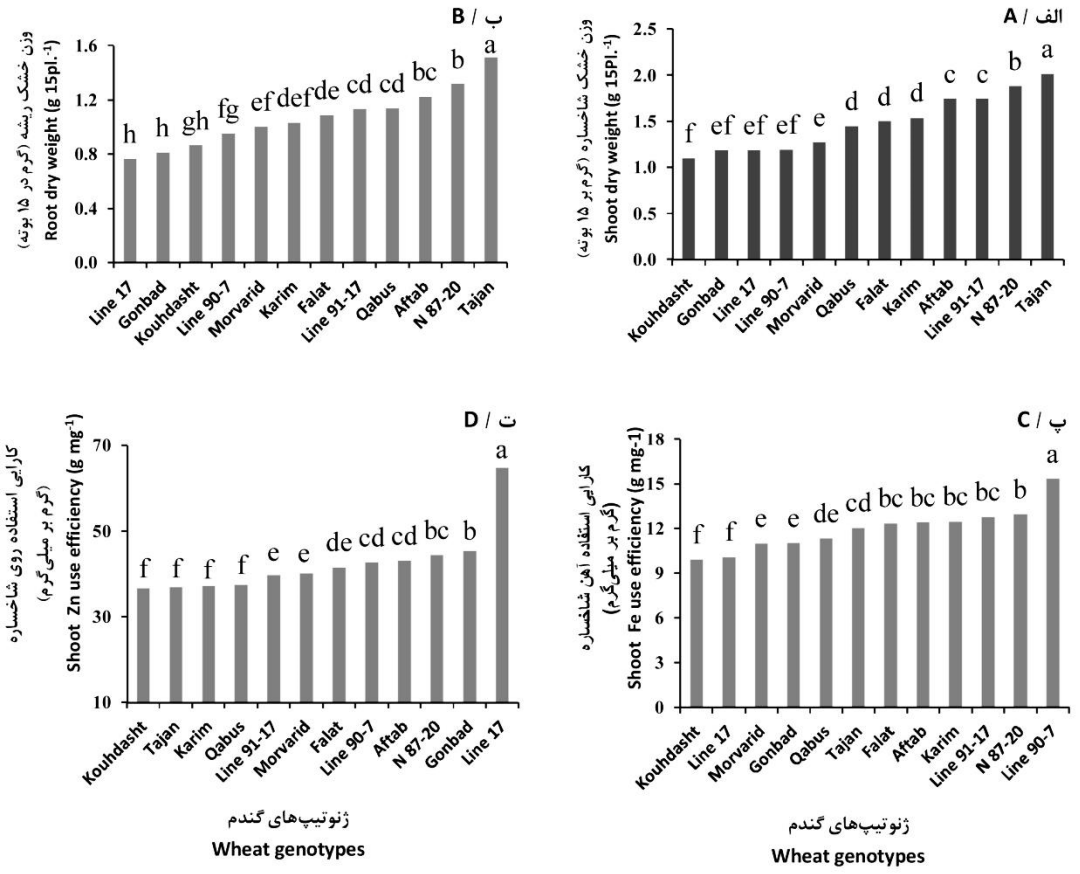
Archive of SID

عبارت بودند از: گروه کم‌پاسخ‌ده با ماده خشک کم شاخساره شامل ژنوتیپ لاین ۱۷، گروه متوسط پاسخ‌ده با ماده خشک کم شامل ژنوتیپ کوهدشت، گروه متوسط پاسخ‌ده با ماده خشک متوسط شامل لاین ۱۷–۹۱، آفتاب، فلات، کریم، مروارید، قابوس و گنبد، گروه متوسط پاسخ‌ده با ماده خشک زیاد شامل تجن و ان ۲۰–۸۷ و گروه بسیار پاسخ‌ده با ماده خشک متوسط شامل لاین ۷–۹۰ و در ٤ گروه دیگر هیچ ژنوتیپی قرار نگرفت. در شرایط کفایت آهن بیشترین تعداد ژنوتیپ‌ها در گروه متوسط پاسخ‌ده با ماده خشک متوسط قرار گرفتند. بنابراین ژنوتیپ‌های تجن و ان ۲۰–۸۷ به‌دلیل تولید ماده خشک بالاتر و پاسخ‌دهی متوسط در مقابل ژنوتیپ لاین ۷–۹۰ با پاسخ‌دهی بسیار بالا به کود ولی تولید ماده خشک کم‌تر، ترجیح داده می‌شود و در اراضی حاصلخیز (آهن کافی) قابل توصیه است. در شرایط کفایت عنصر روی، ژنوتیپ‌های گندم در ٦ گروه طبقه‌بندی شد (شکل ۳– ب). این گروه‌بندی به این شرح است: گروه کم‌پاسخ‌ده با ماده خشک متوسط شامل ژنوتیپ مروارید؛ گروه متوسط‌پاسخ‌ده با ماده خشک کم شامل کوهدشت؛ گروه متوسط پاسخ‌ده با ماده خشک متوسط شامل ژنوتیپ‌های آفتاب، لاین ۱۷–۹۱، فلات، لاین ۷–۹۰، کریم، قابوس و گنبد؛ گروه متوسط پاسخ‌ده با ماده خشک زیاد شامل تجن؛ گروه بسیار پاسخ‌ده با ماده خشک کم شامل لاین ۱۷ و گروه بسیار پاسخ‌ده با ماده خشک زیاد شامل ان ۲۰–۸۷ و در بقیه گروه‌ها هیچ ژنوتیپی قرار نگرفت. بیش‌ترین تعداد ژنوتیپ در گروه متوسط پاسخ‌ده با ماده خشک متوسط قرار گرفتند. بنابراین ژنوتیپ‌های ان ۲۰–۸۷ و تجن به‌دلیل تولید ماده خشک بالاتر و پاسخ‌دهی متوسط تا بالا به کود برای کشت در اراضی حاصلخیز (روی کافی) مناسب و قابل توصیه است. گیل و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند که ژنوتیپ‌هایی که مقدار جذب فسفر بیش‌تری داشتند تناسب بهتری با محیط‌های با فسفر بالا دارند زیرا که مقدار فسفر بیش‌تری برای تولید مقدار بهینه ماده خشک نیاز دارند. در شرایط کمبود آهن، ژنوتیپ گندم در ۵ گروه طبقه بندی گردید (شکل ۳– پ) که به این شرح می‌باشد: گروه کم‌کارا و ماده خشک کم شامل کوهدشت؛ گروه متوسط‌کارا و ماده خشک کم شامل لاین ۱۷؛ گروه بسیارکارا و ماده خشک متوسط شامل لاین ۷–۹۰؛ گروه متوسط‌کارا و ماده خشک متوسط شامل آفتاب، فلات، گنبد، مروارید، لاین ۱۷–۹۱، کریم و قابوس؛ و گروه متوسط‌کارا و ماده خشک زیاد شامل ان ۲۰–۸۷ و تجن. بنابراین ژنوتیپ‌های تجن و ان ۲۰–۸۷ به‌دلیل تولید ماده خشک بالاتر و کارایی متوسط در استفاده از آهن در مقابل ژنوتیپ لاین ۷–۹۰ که گرچه کاراست (جذب بالاتر و استفاده کم‌تر آهن) ولی تولید ماده خشک کم‌تری دارد ترجیح داده می شود و برای کشت در اراضی کم‌بازده (آهن ناکافی) مناسب و قابل توصیه است. در شرایط کمبود عنصر روی، ژنوتیپ‌های گندم در ٤ گروه طبقه‌بندی شد (شکل ٤– الف) که به این شرح می‌باشد: گروه متوسط‌کارا با ماده خشک کم شامل کوهدشت و لاین ۷–۹۰؛ گروه بسیارکارا و ماده خشک متوسط شامل لاین ۱۷؛ گروه متوسط‌کارا با ماده خشک متوسط شامل آفتاب، لاین ۱۷–۹۱، قابوس، کریم، فلات، گنبد و مروارید؛ و گروه متوسط‌کارا با ماده خشک زیاد شامل ان ۲۰–۸۷ و تجن. بنابراین، ژنوتیپ‌های تجن و ان ۲۰–۸۷ به‌دلیل تولید ماده خشک بالاتر و کارایی متوسط در استفاده از روی در مقابل ژنوتیپ لاین ۱۷ که گرچه کاراست (جذب

www.SID.ir

Archive of SID

بالاتر و استفاده کم‌تر روی) ولی تولید ماده خشک کم‌تری دارد ترجیح داده می‌شود و برای کشت در اراضی کم‌بازده (روی ناکافی) مناسب و قابل توصیه است. این نتایج با یافته‌های مشیری و همکاران (۲۰۱۰) بر روی رقم‌های گندم نان و دوروم در شرایط مزرعه‌ای مطابقت دارد که در آن، وزن خشک شاخساره در اغلب رقم‌ها شرایط کمبود روی کاهش یافت و رقم‌های داراب و پیشتاز بیش‌ترین و رقم‌های الوند و مهدوی کم‌ترین کارایی روی را داشتند. در آزمایش‌های کوتاه‌مدت، زیر شرایط کنترل شده، رقم‌های گندم با روی کارایی بیش‌تر نرخ جذب روی بیش‌تری نسبت به رقم‌های با روی کارایی کم‌تر داشتند (۵).

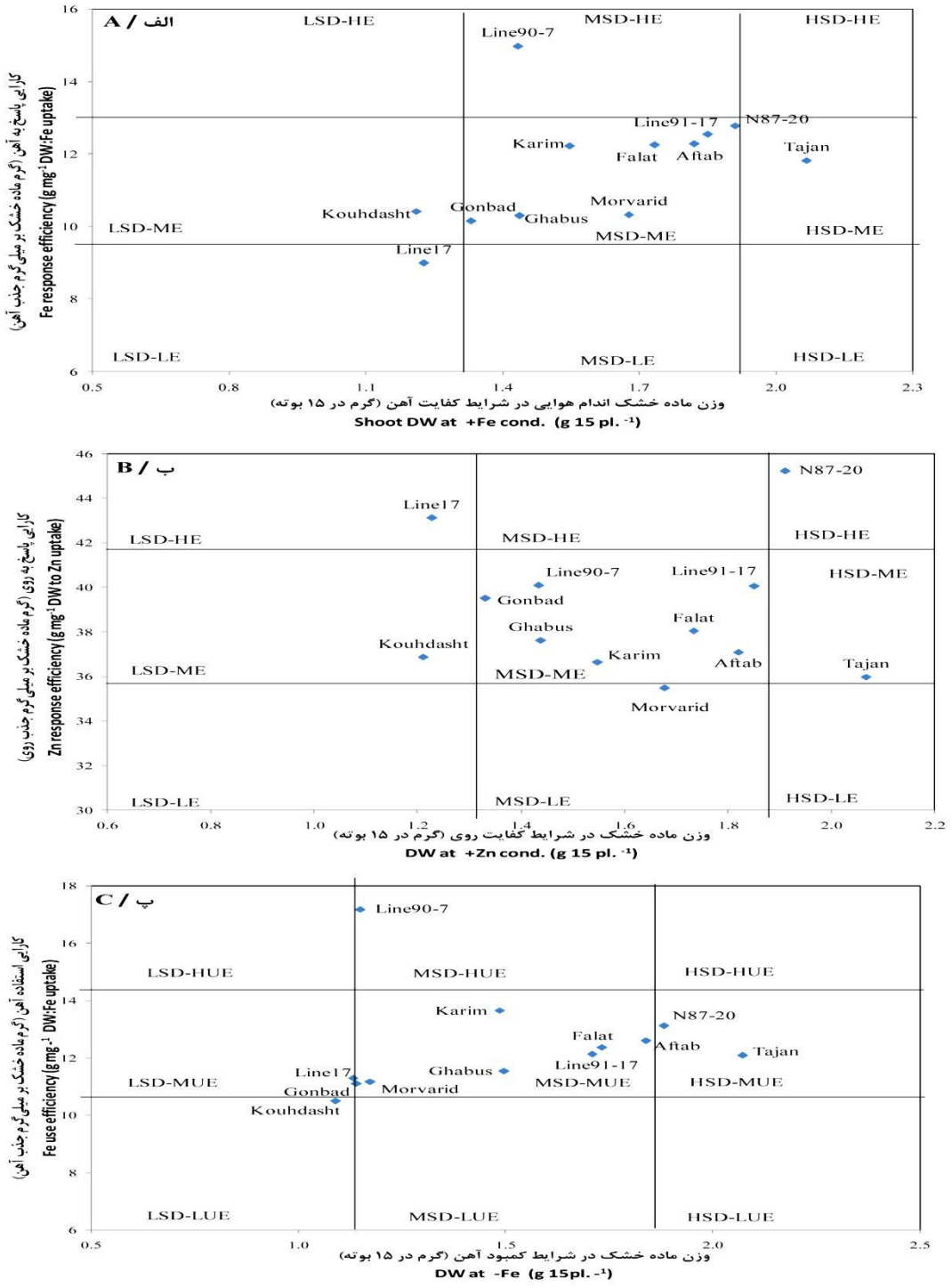


شکل ۲- اثر ژنوتیپ‌های گندم بر الف) وزن خشک شاخساره ب) وزن خشک ریشه پ) کارایی استفاده آهن شاخساره ت) کارایی استفاده روی شاخساره.

Figure 2. Wheat genotypes effect on A. Shoot DW B. Root DW C. Shoot Fe use efficiency D. Shoot Zn use efficiency.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- گروه‌بندی الف- پاسخ به آهن، ب- پاسخ به روی و پ- استفاده آهن ژنوتیپ‌های گندم با روش گیل و همکاران (۲۰۰٤).

Figure 3. Classification of responding A.Fe B.Zn and C. using Fe in wheat genotypes by Gill et al. (2004).

www.SID.ir

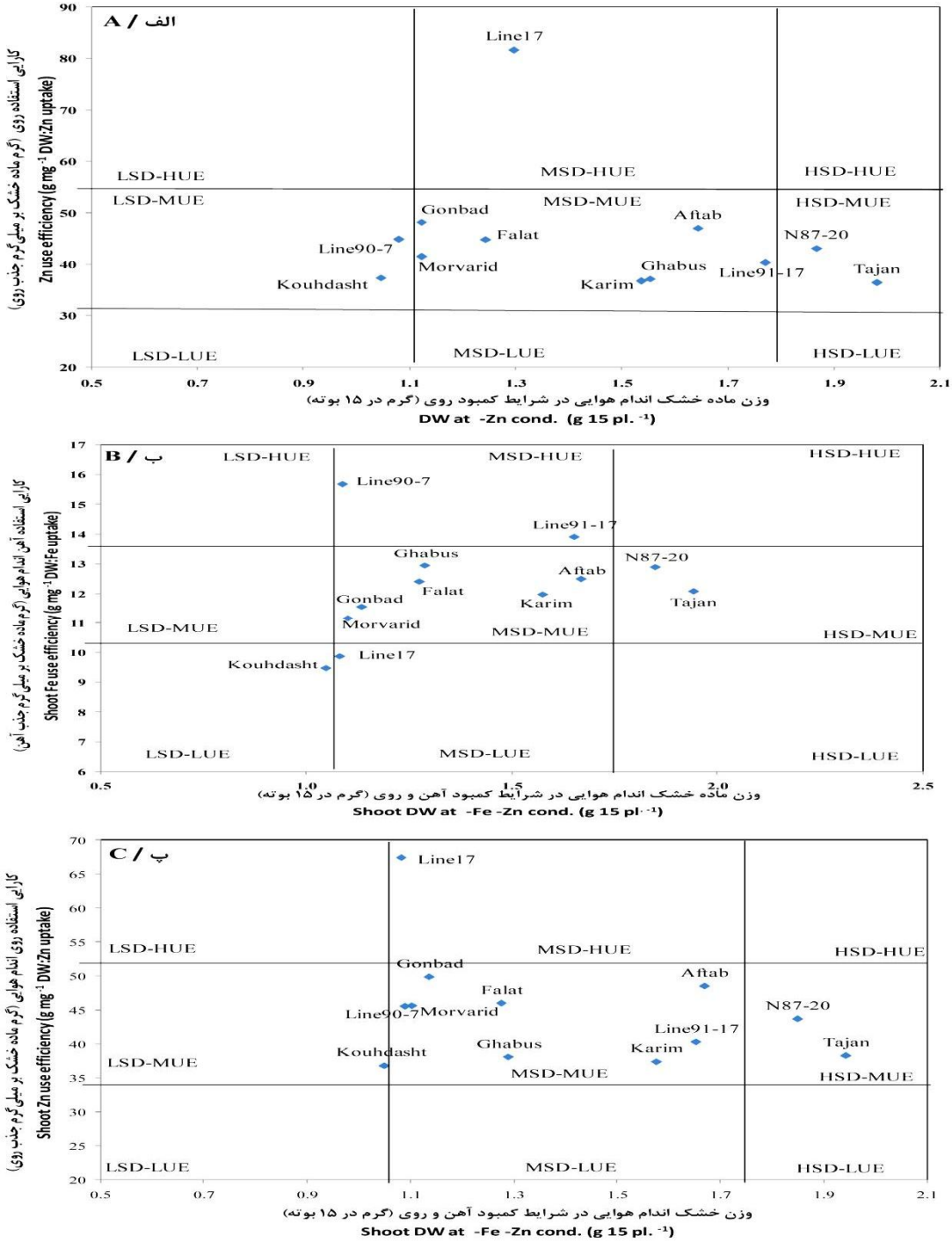
Archive of SID

در شرایط کمبود آهن و روی، از نظر کارایی استفاده آهن ژنوتیپ‌های گندم به ۵ گروه طبقه‌بندی شد (شکل ٤- ب) که به این شرح است: گروه کم‌کارا با ماده خشک کم شامل کوهدشت؛ گروه کم‌کارا با ماده خشک متوسط شامل لاین ۱۷؛ گروه متوسط‌کارا با ماده خشک متوسط شامل آفتاب، کریم، قابوس، فلات، گنبد و مروارید، گروه متوسط‌کارا با ماده خشک زیاد شامل ان ۲۰-۸۷ و تجن و گروه بسیار کارا با ماده خشک متوسط شامل لاین‌های ۷-۹۰ و ۱۷-۹۱. بنابراین، ژنوتیپ‌های تجن و ان ۲۰-۸۷ به‌دلیل تولید ماده خشک بالاتر و کارایی متوسط در استفاده از آهن و روی در مقابل ژنوتیپ لاین‌های ۷-۹۰ و ۱۷-۹۱ که گرچه کاراست (جذب بالاتر و استفاده کم‌تر از آهن و روی) ولی تولید ماده خشک کم‌تری دارد ترجیح داده می‌شود و برای کشت در اراضی کم‌بازده (آهن و روی ناکافی) مناسب و قابل‌توصیه است. کک‌مک و همکاران (۱۹۹٦) بیان کردند که ژنوتیپ‌های کارای روی گندم توانایی انتقال مقدار بیش‌تری روی از ریشه به شاخساره دارند. در خاک‌های آهکی استرالیا و ترکیه مقدار جذب بیش‌تر روی در ژنوتیپ‌های کارای روی گندم به مقدار ترشح فیتوسیدروفور بیش‌تر از ریشه‌ها مرتبط بود (٤ و ۱۳). در شرایط کمبود آهن و روی، از نظر کارایی استفاده روی شاخساره ژنوتیپ‌های گندم به ٤ گروه طبقه‌بندی شد (شکل ٤- پ). گروه متوسط‌کارا با ماده خشک کم شامل کوهدشت، گروه متوسط‌کارا با ماده خشک متوسط شامل آفتاب، لاین ۱۷-۹۱، کریم، قابوس، فلات، لاین ۷-۹۰، گنبد و مروارید؛ گروه بسیار کارا با ماده خشک متوسط شامل لاین ۱۷ و گروه متوسط‌کارا با ماده خشک زیاد شامل ان ۲۰-۸۷ و تجن. بنابراین، ژنوتیپ‌های تجن و ان ۲۰-۸۷ به‌دلیل تولید ماده خشک بالاتر و کارایی متوسط در استفاده از آهن و روی در مقابل ژنوتیپ لاین‌های ۱۷ که گرچه کاراست (جذب بالاتر و استفاده کم‌تر از آهن و روی) ولی تولید ماده خشک کم‌تری دارد ترجیح داده می‌شود و برای کشت در اراضی کم‌بازده (آهن و روی ناکافی) مناسب و قابل توصیه است. در آزمایش‌های کوتاه‌مدت، زیر شرایط کنترل شده، رقم‌های گندم با روی کارایی بیش‌تر نرخ جذب روی بیش‌تری نسبت به رقم‌های با روی کارایی کم‌تر داشتند (۵). ژیا و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که تجمع ماده خشک در بخش‌های مختلف گیاه پنبه بین تیمارهای مصرف پتاسیم و ژنوتیپ‌ها تفاوت داشت و در شرایط مصرف پتاسیم یا بدون مصرف پتاسیم وزن خشک ریشه، ساقه و برگ ژنوتیپ LG122 بیش‌تر از ژنوتیپ HG103 بود. این وضعیت نشان‌دهنده این است که توانایی تجمع این ژنوتیپ قوی‌تر از دیگری بود. کک‌مک و همکاران (۱۹۹٤) گزارش کردند که در هر دو ژنوتیپ کارا و ناکارا در شرایط کمبود هر دو عنصر آهن و روی باهم، رشد شاخساره کم‌ترین مقدار بود ولی رشد ریشه شبیه گیاهان شاهد بود.

تعیین ژنوتیپ برتر: با توجه به نتایج جدول ۲ امتیازاتی که به‌دست آمد در شرایط کفایت، ژنوتیپ‌های تجن و ان ۲۰-۸۰ با بیش‌ترین امتیاز (مجموع امتیاز، به‌ترتیب ۱٦ و ۱٤) ژنوتیپ برتر و ژنوتیپ‌های لاین ۱۷ و کوهدشت با کم‌ترین امتیاز (مجموع امتیاز ۱۰) به‌عنوان ژنوتیپ ضعیف از نظر پاسخ‌دهی به کود شناسایی شدند. باقی ژنوتیپ‌ها هم در گروه متوسط از این نظر قرار گرفتند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- گروه‌بندی استفاده الف- روی، ب- آهن (کمبود توأم آهن و روی) و پ- روی (کمبود توأم آهن و روی) در ژنوتیپ‌های گندم با روش گیل و همکاران (۲۰۰٤).

Figure 4. Classification of using A. Zn B. Fe (at –Fe –Zn) and C. Zn (at -Fe –Zn) in wheat genotypes by Gill et al. (2004).

www.SID.ir

Archive of SID

از نظر کارایی نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های تجن و ان ۲۰-۸۰ با بیش‌ترین امتیاز (مجموع امتیاز، به‌ترتیب ۱٦ و ۱۳ برای آهن، ۱٦ و ۱۵ برای روی و توأم آهن و روی) به‌عنوان ژنوتیپ برتر (کارا) و ژنوتیپ‌های لاین ۱۷ و کوهدشت با کم‌ترین امتیاز (مجموع امتیاز به‌ترتیب ۹ و ۱۰ برای آهن، ۱۱ و ۱۰ برای روی و ۱۰ برای توأم آهن و روی) به‌عنوان ژنوتیپ ضعیف (کارا) از نظر جذب و کارایی استفاده آهن و روی و تولید ماده خشک شاخساره و ریشه در شرایط کمبود آهن و کمبود روی و کمبود توأم آن‌ها شناسایی شدند. باقی ژنوتیپ‌ها هم در گروه متوسط از این نظر قرار گرفتند. گیل و همکاران (۲۰۰٤) با گروه‌بندی ۳۰ واریته گندم براساس عملکرد دانه و جذب فسفر با روش آنالیز متروگلیف اثبات کردند که این روش برای شناسایی واریته‌های مناسب برای کشت در خاک‌های با وضعیت مختلف فسفر و هم‌چنین انتخای والدین در اصلاح و پرورش رقم‌های کارای فسفر سودمند است. آن‌ها براساس نتایج حاصل شده بیان داشتند که واریته‌های با عملکرد دانه زیاد و جذب فسفر بالا برای خاک‌های با وضعیت فسفر بالا مناسب خواهند بود و واریته‌های دارای عملکرد زیاد ولی با جذب فسفر کم در خاک‌های با وضعیت فسفر کم مناسب هستند.

جدول ۲- شاخص مجموع امتیازات صفات اندازه‌گیری‌شده ژنوتیپ‌های مختلف گندم به روش گیل و همکاران (۲۰۰٤).

Table 2. Index of total scores of different wheat genotypes traits by Gill et al. (2004).

ژنوتیپ‌ها	Genotypes	مجموع امتیازات Sum of scores			
		کفایت آهن و روی +Fe +Zn	کمبود آهن -Fe	کمبود روی -Zn	کمبود توأم آهن و روی -Fe -Zn
ان ۲۰-۸۷	N 87-20	14	13	15	15
مروارید	Morvarid	12	12	12	12
گنبد	Gonbad	11	11	11	11
فلات	Falat	12	12	12	12
تجن	Tajan	16	16	16	16
لاین ۷-۹۰	Line 90-7	11	12	11	12
لاین ۱۷-۹۱	Line 91-17	12	12	12	13
آفتاب	Aftab	12	12	12	12
قابوس	Qabus	12	12	12	12
کوهدشت	Kouhdasht	10	10	10	10
کریم	Karim	12	12	12	12
لاین ۱۷	Line 17	10	9	11	10

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

با توجه به گسترش کشاورزی به مناطق کم‌بارده در سال‌های اخیر که موجب مصرف بیش‌تر کودهای شیمیایی و در نتیجه تحمیل هزینه‌های بیش‌تر به‌دلیل افزایش روزافزون قیمت این نهاده و خطرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه آن‌ها، نتایج این پژوهش می‌تواند در این راستا راهگشا باشد. بنابراین رقم تجن و ان ۲۰-۸۷ به‌عنوان رقم‌های هم پاسخ‌ده به کود آهن و روی با تولید ماده خشک بیش‌تر در اراضی حاصلخیز و هم کارا از نظر استفاده آهن و روی با عملکرد ماده خشک بالا در اراضی با کمبود آهن و روی برای بررسی کشت مزرعه‌ای معرفی می‌گردد.

منابع

1. Alloway, B.J. 2008. Zinc in soils and crop nutrition. 2nd ed., published by IZA and IFA Brussels, Belgium and Paris, France. 135p.
2. Balali, M.R., Malakooti, M.J., Mashyekhi, H.H., and Khademi, Z. 2010. Effect of micronutrients on increasing yield and determine of critical nutrient in soils cultivated with wheat in Iran. J. Soil Water. 12: 6. 111-119. (In Persian)
3. Cakmak, I., Giiliit, K.Y., Marschner, H., and Graham, R.D. 1994. Effect of zinc and iron deficiency on phytosiderophore release in wheat genotypes differing in zinc efficiency. J. Plant Nutr. 17: 1-17.
4. Cakmak I., Sari, N., Marschner, H., Ekiz, H., Kalayci, M., Yilmaz, A., and Braun, H.J. 1996. Phytosiderophore release in bread and durum wheat genotypes differing in zinc efficiency. Plant and Soil. 180: 183-189.
5. Cakmak, I., Erenoglu, B., Gulut, K.Y., Derici, R., and Romheld, V. 1998. Light-mediated release of phytosiderophores in wheat and barley under iron and zinc deficiency. Plant and Soil. 202: 309-315.
6. Damon, P.M., and Rengel, Z. 2007. Wheat genotypes differ in potassium efficiency under glasshouse and field conditions. Austr. J. Agric. Res. 58: 816-825.
7. Erenoglu, B., Eker, S., Derici, R., and Romheld, V. 2000. Effect of iron and zinc deficiency on release of phytosiderophore in barely cultivars differing in zinc efficiency. J. Plant Nutr. 23: 11-12. 1645-1656.
8. Fageria, N.K. 1992. Maximizing crop yields. New York: Marcel Dekker, Inc., New York. 288p.
9. Fageria, N.K. 2009. The use of nutrients in crop plants. CRC press. Taylor and Francis group. 430p.
10. Gharangiki, A.R. 2018. Potassium uptake and use efficiency on cotton genotypes in loess soil in Golestan province, Ph.D. Thesis, Dept. of Soil Sci., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Persian)
11. Ghandilyan, A., Vreugdenhil, D., and Aarts, M.G.M. 2006. Progress in the genetic understanding of plant iron and zinc nutrition. Physiologia Plantarum. 126: 407-417.
12. Gill, H., Singh, A., Sethi, S., and Behl, R. 2004. Phosphorus uptake and use efficiency in different varities of bread wheat (*Triticum aestivum*). Archives of Agronomy and Soil Science 50: 563-572.
13. Jones, J.B.Jr., and Case, V.W. 1990. Sampling, handling, and analyzing plant tissue samples. P 389-427, In: R.L. Westerman (ed.), Soil testing and plant analysis. 3rd ed. Soil Science Society of America, Madison, WI, USA.
14. Graham, R.D., Ascher, J.S., and Hynes S.C. 1992. Selecting zinc-efficient cereal genotypes for soils of low zinc status. Plant and Soil. 146: 241-250.
15. Marschner, P. 2012. Marschners Mineral Nutrition in Higher Plants, 3nd. Academic Press, Amesterdam, Boston, London, New York. 651p.
16. Mengel, K., Kirkby, E.A., Kosegarten, H., and Apple, T. 2001. Principles of Plant Nutrition, 5th ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 849p.

www.SID.ir

Archive of SID

17.Moshiri, F., Moez Ardalan, M., Tehrani, M.M., and Savaghebi, G. 2010. Zinc efficiency on different wheat cultivars in calcareous soil with zinc deficiency. J. Water Soil. 24: 145-153. (In Persian)
18.Rezaei, M., Najafi, N., Salmasi, S.Z., and Golezani, K.G. 2013. Internal efficiency of macronutrients and grain yield of bread wheat genotypes. Inter. J. Agron. Plant Prod. 4: 4. 632-641.
19.SAS Institute Inc. 1999. SAS/ETS users guide. Version 8. Cary, NC, USA, 2418p.
20.Sattelmacher, B., Horst, W.J., and Becker, H.C. 1994. Factors that contribute to genetic variation for nutrient efficiency of crop plants. Zeitschrift für pflanzenernährung und Bodenkdunde, 157: 215-224.
21.Singh, B., Kumar, S., Natesan, A., Singh, B.K., and Usha, K. 2005. Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. Current Science, 88: 36-43.
22.Suzuki, M., Takashi, M., Tsukamoto, T., Watanabe, S., Matsuhashi, S., Yazaki, J., Kishimoto, N., Kikuchi, S., Nakanishi, H., Mori, S., and Nishizawa, N.K. 2006. Biosynthesis and secretion of mugineic acid family phytosiderophores in zinc-deficient barley. Plant J. 48: 85-97.
23.Tabatabaei, S.S., Razazi, A., Khoshgoftarmanesh, A.H., Khodaeian, N., and Mehrabi, Z. 2011. Effect of Fe-deficiency on uptake, concentration and translocation of Fe, Zn and Mn in some plants with different Fe- efficiency in hydroponics culture. J. Water Soil. 25: 728-735. (In Persian)
24.Xia, Y., Jiang, C., Chen, F., Lu, J., and Wang, Y. 2011. Differences in growth and potassium-use efficiency of two cotton genotypes. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 42: 132-143.
25.Yuanemi, Z., and Zhang, F. 2011. Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops. Plant Soil. 339: 83-95.
26.Zia-ul-Hassan, M., Arshad, and Khalid, A. 2011. Evaluating potassium use-efficient cotton genotypes using different ranking methods. J. Plant Nutr. 34: 1957-1972.
27.Zhang, Z., Tian, X., Duan, L., Wang, B., He, Z., and Li, Z. 2007. Differential responses of conventional and Bt-transgenic cotton to potassium deficiency. J. Plant Nutr. 30: 659-670.

www.SID.ir

Archive of SID

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 9(3), 2019
http://ejsms.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejsms.2020.16210.1869

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Evaluation of use efficiency and response of different wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.) to iron and zinc

R. Mohammadi[1], *E. Dordipour[2], A.R. Ghiasvand[3] and F. Ghaderifar[4]

[1]Ph.D. Student, Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Associate Prof., Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Professor, Dept. of Analytical Chemistry, University of Lorestan, [4]Associate Prof., Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 01.23.2019; Accepted: 02.23.2019

Abstract

Background and Objectives: One of the approaches that attracted attentions since the early time and has recently gained more importance is the use of plant genotypes efficient at uptake and utilization of nutrients. Recently, these efficient plant genotypes have attracted researchers' attention. Their use in low input agriculture is a new way of increasing the efficiency of fertilizers. Iron and zinc are essential macronutrient for plants. These macronutrients are very important for human nutrition as well. The purpose of this study was to identify the efficient genotypes on use efficiency of iron and zinc as well as enriching wheat seeds with these two nutrients.

Materials and Methods: The experiment was conducted as a factorial in a completely randomized design with three replications in order to investigate use and uptake efficiencies of iron and zinc in bread wheat genotypes. The first experimental factor included 12 different wheat genotypes and the second factor was 4 fertilizer levels. These wheat genotypes were N87-20, Morvarid, Gonbad, Falat, Tajan, Line90-7, Line91-17, Aftab, Ghabus, Kouhdasht, Karim and Line17. Fertilizer treatments consisted of complete nutrient solution, iron deficient complete nutrient solution, complete nutrient solution without zinc and iron and zinc deficient complete nutrient solution. Zinc sulfate at zero (deficiency level) and 1µM (sufficiency level) and sequestrene at 1µM (deficiency level) and 100µM (sufficiency level) were supplied as sources of Iron and Zinc.

Results: The results showed that shoot dry weight and iron and zinc uptake of shoot significantly decreased in iron and zinc deficient treatments, but, the use efficiency of iron and zinc in these treatments increased. These indices in treatment with both iron and zinc deficiency decreased in comparison with only iron or only zinc deficient treatment. However, the use efficiency of these genotypes increased. Line 90-7 had the highest iron use efficiency and line 17 had the lowest one. In contrast, line 17 had the highest zinc use efficiency and Kouhdasht, Tajan, Karim and Ghabus genotypes had the lowest ones. Classification of genotypes based on dry matter weight and use efficiency of shoot iron and zinc (Gill's method) showed that the Line 90-7 and N87-20 were high responsive to iron and zinc supply respectively and the Line 90-7 and Line17 were high efficient at iron and zinc use respectively. The findings also showed that the Tajan and N87-20 were the best and Line17 and Kouhdasht were poor in uptake and use of iron and zinc and production of dry matter.

Conclusion: The results of this study indicated that in greenhouse conditions Tajan and N87-20 genotypes were responsive to iron and zinc fertilizers. They were also efficient in using iron and zinc and producing high dry matter. However, further field trial of these cultivars in both high and low fertile lands (iron and zinc deficient lands) is suggested.

Keywords: Dry matter, Iron, Use efficiency, Wheat, Zinc

* Corresponding Author; Email: e.dordipour@gau.ac.ir

www.SID.ir

www.SID.ir