نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۰، ص. ۲۹۵-۲۸۷

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.2, May-Jun 2011, p. 287-295
Archive of SID

غربال ارقام مختلف گندم بهاره از لحاظ تحمل به کمبود روی با استفاده از شاخص‌های مختلف تنش

امیر حسین خوشگفتارمنش[۱]- الهام السادات رضی زاده[۲]- حمید رضا عشقی زاده[۳*]- غلامرضا ثواقبی[۴]- آزاده صدرارحامی[۵]- داوود افیونی[۶]

تاریخ دریافت:۸۹/۳/۱
تاریخ پذیرش:۸۹/۹/۲۸

چکیده

این پژوهش برای ارزیابی تحمل به کمبود روی ۳۰ رقم گندم بهاره در مزرعه تحقیقاتی رودشت اصفهان به صورت آرایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی را دو سطح روی (بدون مصرف کود و مصرف ۸۰ کیلوگرم سولفات روی در زمان کاشت) و عامل فرعی را ارقام گندم تشکیل دادند. با توجه به نتایج تجزیه واریانس و نیز همبستگی شاخص‌های تحمل و حساسیت به کمبود روی و عملکرد دانه، شاخص‌های متوسط تولید، میانگین هندسی تولید و تحمل به تنش، مناسب‌ترین شاخص‌ها برای شناسایی و معرفی ارقام متحمل به کمبود روی بودند. همبستگی هر سه شاخص با عملکرد دانه در هر دو شرایط کمبود و کوددهی روی، مثبت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با شاخص تحمل به تنش، ارقام مورد مطالعه بر اساس پاسخ به کوددهی و پتانسیل عملکرد به گروه‌های مختلف دسته‌بندی شدند. بر اساس هر سه شاخص، رقم قدس متحمل‌ترین و رقم فلات حساس‌ترین رقم به کمبود روی بود.

واژه های کلیدی: شاخص تنش، گندم، کارآیی روی، تحمل

مقدمه

کمبود عناصر کم مصرف در اراضی زیر کشت غلات گسترش جهانی داشته و میلیون‌ها هکتار از اراضی قابل کشت در دنیا دارای کمبود یک یا چند عنصر غذایی کم مصرف هستند (۱). گراهام و ولچ (۱۲) گزارش کردند که حدود ۵۰ درصد از خاک‌های زیر کشت غلات جهان، دچار کمبود روی هستند. در ایران نیز طبق بررسی‌های انجام شده حدود ۴۰ درصد از مزارع تحت کشت گندم آبی دچار کمبود شدید روی هستند (۱). کمبود روی در گیاهان بیشتر در خاک‌های آهکی با pH بالا اتفاق می‌افتد. اینگونه خاک‌ها را در مناطق خشک و نیمه خشک می‌توان یافت (۱۴و۱۶). افزایش pH خاک، جذب سطحی روی به وسیله‌ی سطوح مختلف مثل اکسیدهای فلزی و کانی‌های رسی را افزایش می‌دهد و این امر سبب کاهش حلالیت و در نتیجه، کم‌شدن قابلیت استفاده روی برای گیاهان می‌شود (۲و۱۶). همچنین در خاک‌های با pH بالا، روی به شکل‌های کربنات، هیدروکسید و سیلیکات روی رسوب کرده که این امر سبب کاهش قابلیت دسترسی روی برای گیاهان می‌شود (۱۵). بنابراین مصرف کود روی در چنین شرایطی کارایی لازم را نخواهد داشت و برای برطرف کردن کمبود روی، مصرف مقادیر زیاد کودهای حاوی این عنصر ضروری است که آلودگی محیط زیست، تخریب ساختمان خاک و بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی را در پی خواهد داشت (۱۳و۱۸). یکی از کارآمدترین و اقتصادی‌ترین روش‌ها جهت غلبه بر این مشکل، شناسایی و کشت ارقام متحمل به کمبود روی می‌باشد.

کارایی ارقام گندم از لحاظ روی، به معنی قابلیت ژنوتیپ‌های مختلف گندم برای رشد بهتر و تولید عملکرد بالاتر در شرایط کمبود روی در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها می‌باشد (۶). مطالعات مختلف نشان می‌دهد بین ژنوتیپ‌های گندم از نظر کارایی روی تفاوت‌های ژنتیکی وجود دارد (۶،۱۳و۱۴). ساز و کارهایی نظیر ویژگی‌های ریختی ریشه، آلودگی میکروبی، آزاد سازی سیدروفورهای گیاهی متحرک کننده

۱- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲و۴- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۳- عضو مرکز پژوهشی کشت بدون خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان
(*- نویسنده مسئول: Email:hamid.eshghizadeh@gmail.com)
۵- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور اصفهان
۶- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی اصفهان

www.SID.ir

Archive of SID

روی و تفاوت در جذب توسط ریشه، در افزایش کارایی روی در ارتباط با گندم دخالت دارند (۸). در مقایسه با سایر غلات نظیر چاودار، تری‌تیکاله و جو، ارقام گندم نان و دوروم حساسیت بیشتری به کمبود روی دارند. لذا گندم یکی از غلات با کارآیی پایین روی می‌باشد (۱۳).

از سوی دیگر، عملکرد، مهمترین و اقتصادی‌ترین ویژگی گیاهان زراعی است که تحت تأثیر شرایط محیطی، ساختار ژنتیکی گیاه و برهمکنش آن‌ها تغییر می‌یابد (۳). بنابراین یافتن ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط دارای کمبود و عدم کمبود روی از عملکرد خوبی برخوردار باشند، امری پیچیده به نظر می‌رسد (۷). برای نیل به این منظور محققان روش‌های مختلفی را پیشنهاد نموده‌اند. یکی از این روش‌ها استفاده از شاخص‌های متفاوتی است که پاسخ ژنوتیپ‌ها را در شرایط محیطی مختلف تعیین نموده و تحمل و یا حساسیت آن‌ها را ارزیابی می‌نماید (۳). این شاخص‌ها بر اساس عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های تنش و بدون تنش محاسبه می‌شوند (۱۰). از شاخص‌های تعیین کننده کارایی در گیاهان می‌توان نسبت کارایی[1] (ER) (۱۴،۶و۱۶)، شاخص تحمل[2] (TOL)، متوسط تولید[3] (MP)، شاخص حساسیت به تنش[4] (SSI)، میانگین هندسی تولید[5] (GMP) و شاخص تحمل به تنش[6] (STI) را نام برد (۱۰،۱۱و۱۷).

بر اساس پاسخ ژنوتیپ‌های ماش به شرایط محیطی با تنش و بدون تنش خشکی، فرناندز (۱۰) آن ها را به چهار گروه تقسیم کرد: گروه A: ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط از نظر عملکرد برتری نسبی داشته و عملکرد بالایی تولید می کنند. گروه B: ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط بدون تنش عملکرد بالایی دارند. گروه C: ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش عملکرد نسبی بالاتری دارند. این گونه ژنوتیپ‌ها در شرایط مطلوب عملکرد کمتری تولید می‌کنند. گروه D: ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش و بدون تنش عملکرد کمی دارند.

فتحی و همکاران (۹) در مطالعه گیاه جو، شاخص STI را به عنوان بهترین شاخص برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی گزارش کردند. همچنین نورمند مؤید و همکاران (۴) در مطالعه‌ای روی ۲۰ لاین گندم برای ارزیابی تحمل به خشکی، شاخص‌های STI و GMP را به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها معرفی کردند.

با توجه به اهمیت شناسایی ارقام متحمل به کمبود عناصر غذایی، این مطالعه برای بررسی پاسخ ارقام مختلف گندم نان بهاره به کمبود روی و ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش جهت غربال مقاوم‌ترین و حساس‌ترین ارقام طرح ریزی شد.

مواد و روش ها

این پژوهش در سال زراعی ۸۶ – ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی رودشت اصفهان انجام شد. ایستگاه تحقیقاتی رودشت در ۶۵ کیلومتری شرق اصفهان و در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و۳۰ دقیقه شمالی و شمال رودخانه زاینده رود واقع شده است. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵۰۰ متر و طبق تقسیم بندی کوپن دارای اقلیم خشک بسیار گرم با تابستان‌های خشک می‌باشد. قبل از کاشت نمونه‌های خاک سطحی (عمق ۳۰-۰ سانتی متر) به روش نمونه برداری مرکب جمع آوری شده و پس از خشک شدن در مجاورت هوا، از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. سپس برخی از ویژگی‌های مهم شیمیایی و فیزیکی خاک اندازه گیری شد که نتایج آن در جدول۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک محل آزمایش

ویژگی	واحد	اندازه
بافت خاک	–	رسی سیلتی
pH	–	۷/۷
قابلیت هدایت الکتریکی	دسی زیمنس بر متر	۸/۶
آهک	درصد	۱۵
نیتروژن کل	درصد	۰/۰۷۵
ماده آلی	درصد	۰/۱۴
فسفر قابل دسترس	میلی گرم بر کیلوگرم	۲۷/۵
پتاسیم قابل دسترس	میلی گرم بر کیلوگرم	۲۸۵
روی قابل جذب	میلی گرم بر کیلوگرم	۰/۸۶
آهن قابل جذب	میلی گرم بر کیلوگرم	۲/۱۵

زمین محل آزمایش در سال قبل آیش بود. عملیات تهیه زمین به ترتیب شامل شخم، دیسک و تسطیح بود. آزمایش به صورت آرایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد که عامل اصلی را دو سطح بدون مصرف کود و کوددهی ۸۰ کیلوگرم سولفات روی (حاوی ۲۵ درصد روی) در زمان کاشت تشکیل داد. سولفات روی به وسیله دیسک به خوبی با خاک سطحی (عمق ۳۰-۰ سانتی متر) مخلوط شد. بر مبنای آزمون خاک، نیتروژن به شکل اوره به مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و به صورت سرک در دو مرحله پنجه زنی و به ساقه رفتن استفاده شد. برای تأمین فسفر و پتاسیم مورد نیاز گیاه به ترتیب ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم قبل از کاشت به خاک اضافه شد (۱۴).

سی رقم گندم بهاره نان شامل: کرج ۱، آزادی، قدس، نیک نژاد، مرودشت، پیشتاز، شیراز، 7 -79 -M، اینیا، مغان ۲، اروند، چناب، بیات، فلات، هیرمند، چمران، استار، Vee-Nac، دز، بک کراس بهاره

1- Efficiency Ratio
2- Tolerance Index
3- Mean productivity
4- Stress Susceptibility Index
5- Geometric Mean Productivity
6- Stress Tolerance Index

www.SID.ir

Archive of SID

روشن، مارون، کویر، لاین ۴ شوری، لاین ۶ شوری، لاین ۹ شوری، روشن، طبسی، شعله، سرخ تخم و عدل به عنوان عامل فرعی در سه تکرار در تاریخ ۸ آذر ۱۳۸۵ در کرت‌هایی به طول ۴ متر و عرض ۱/۲ متر (مساحت ۴/۸ متر مربع) با تراکم ۴۰۰ بذر در مترمربع کاشته شدند. در ارتباط با تعداد و کیفیت آب آبیاری نیز با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر ایستگاه تحقیقاتی رودشت اصفهان، ۸ نوبت (۲ نوبت در پاییز و ۶ نوبت در بهار) آبیاری صورت گرفت که قابلیت هدایت الکتریکی آب در آبیاری‌های پاییزه (خاک آب و پی آب) حدود ۱/۵ دسی زیمنس بر متر و در آبیاری‌های بهاره حدود ۶ دسی زیمنس بر متر بود.

در پایان دوره رشد، عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. کارایی ارقام گندم از لحاظ روی از طریق رابطه:

Zn- Efficiency=(Ys/Yp)× 100

شاخص تحمل از رابطه $TOL = Y_P - Y_S$ ، متوسط تولید یا میانگین حسابی عملکرد از رابطه $MP=(Y_p+Y_s)/2$، شاخص حساسیت به تنش از رابطه $SSI = \left\{1-(\frac{YS}{YP})\right\} / SI$ ، شاخص تنش از رابطه $SI = 1-(\overline{YS} / \overline{YP})$ شاخص تحمل به تنش از رابطه $STI = \frac{YS.YP}{(\overline{YP})^2}$ میانگین هندسی تولید از رابطه $GMP = \sqrt{Y_P * Y_S}$ به دست آمد. که Ys و Yp به ترتیب عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش، $\overline{YS}$ و $\overline{YP}$ میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط کمبود و بدون کمبود می‌باشند (۶،۱۱،۱۰و۱۷).

داده‌های بدست آمده از عملکرد دانه ارقام در شرایط مختلف کوددهی و عدم کوددهی روی به صورت آرایش کرت‌های خرد شده و با استفاده از روند Glm و اعداد حاصل از معادلات موجود برای ۳۰ رقم در سه تکرار به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از روند ANOVA و به کمک نرم افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. در صورت معنی دار بودن F جدول تجزیه واریانس، میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. همچنین همبستگی‌های ساده فنوتیپی به روش CORR بین شاخص‌ها و عملکرد دانه ارقام در شرایط کمبود و بدون کمبود روی محاسبه شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه و شاخص‌ها در جداول ۲، ۳ و ۴ آورده شده است. همانطور که در جدول ۲ و ۳ مشاهده می‌شود تفاوت بین ارقام گندم بهاره از نظر عملکرد دانه در هر دو شرایط کوددهی و بدون کوددهی روی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه ارقام گندم از نظر عملکرد دانه در شرایط کوددهی و بدون کوددهی روی نشان می‌دهد که میانگین عملکرد دانه در شرایط کوددهی روی ۴۷۲۴ کیلوگرم در هکتار و در شرایط بدون کوددهی روی ۳۷۲۶ کیلوگرم در هکتار بود. بنابراین با مصرف روی، عملکرد دانه حدود ۲۷ درصد افزایش یافت. با کوددهی روی، عملکرد دانه در همه ارقام مورد مطالعه افزایش یافت. بیشترین افزایش مربوط به لاین ۴ شوری (۱۷۹۰ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول۴).

از نظر شاخص کارایی روی بین ارقام گندم مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۳). در بین رقم‌های گندم مورد مطالعه رقم‌های بیات و شعله به ترتیب بیشترین و کمترین کارایی را به خود اختصاص دادند (جدول۴). همبستگی شاخص کارایی روی با عملکرد دانه در شرایط کوددهی روی معنی دار نبود ولی همبستگی این شاخص با عملکرد دانه در شرایط کمبود، مثبت و در سطح احتمال ۱درصد معنی دار بود (جدول ۵). تفاوت بین رقم‌ها از نظر شاخص تحمل (TOL) معنی دار نبود (جدول۳). بر اساس این شاخص، رقم‌های بیات و لاین ۴ شوری به ترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین رقم‌ها بودند (جدول۴). همبستگی شاخص TOL با عملکرد دانه در شرایط کوددهی روی مثبت و در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. همبستگی این شاخص با عملکرد دانه در شرایط کمبود معنی‌دار نبود (جدول۵). اختلاف بین ارقام از نظر شاخص میانگین تولید (MP) در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول۳). رقم قدس و رقم فلات به ترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین رقم‌ها بودند (جدول۴). همبستگی شاخص MP با عملکرد دانه هم در شرایط کوددهی روی و هم در شرایط کمبود، مثبت و در سطح احتمال ۱درصد معنی دار بود (جدول ۵). تفاوت بین ارقام گندم نان از نظر شاخص حساسیت به تنش (SSI) معنی دار نبود (جدول ۳). در بین رقم‌های مورد بررسی ارقام بیات و شعله به ترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین رقم‌ها بودند (جدول ۴). همبستگی شاخص SSI با عملکرد دانه در شرایط کوددهی روی معنی دار نبود. همبستگی این شاخص با عملکرد دانه در شرایط بدون کوددهی روی منفی و در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۵). از نظر شاخص تحمل به تنش (STI) تفاوت بین رقم‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). در بین ارقام مورد بررسی رقم قدس و رقم فلات متحمل‌ترین و حساس‌ترین ارقام بودند (جدول ۴). همبستگی شاخص STI با عملکرد دانه هم در شرایط کوددهی روی و هم در شرایط کمبود مثبت و در سطح احتمال ۱درصد معنی دار بود (جدول ۵). اختلاف بین رقم‌ها از نظر شاخص میانگین هندسی تولید (GMP) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بر اساس شاخص میانگین هندسی تولید، در بین ارقام گندم مورد مطالعه رقم قدس و فلات به ترتیب متحمل ترین و حساس‌ترین رقم‌ها بودند (جدول۳). همبستگی شاخص GMP با عملکرد دانه هم در شرایط کوددهی روی و هم در شرایط کمبود، مثبت و در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۵).

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

وجود تنوع در رابطه با کارایی روی در برخی از گونه‌ها و ژنوتیپ‌های گیاهی به اثبات رسیده ولی هنوز سازوکارهایی که این تنوع را بوجود می‌آورد به طور کامل شناسایی نشده است. کشت ژنوتیپ‌های گندم روی کاراً یکی از راهکارهای موثر برای غلبه بر کمبود روی در کنار کوددهی در مزارع گندم است. تحمل در برابر کمبود روی به عنوان یک صفت ژنتیکی شناخته شده و در مفهوم زراعی با عنوان « کارایی روی[1] » نامیده می‌شود. مطالعات انجام شده در ارتباط با کارایی عناصر کم مصرف در خانواده گندمیان نشان می‌دهد که توان گیاه برای استخراج عنصر غذایی از خاک نقش بیشتری نسبت به پویایی دوباره عنصر در درون گیاه در افزایش کارایی این عناصر دارد (۱۶).

در این رابطه استفاده از شاخص مناسبی که بتوان به کمک آن ارقام متحمل را در شرایط تنش انتخاب کرد، اهمیت زیادی دارد و روشی از اعتبار بیشتر برخوردار است که در عین صرفه‌جویی در وقت و هزینه، دارای دقت بالایی باشد (۱۰). در این مطالعه از شاخص‌های کارایی روی، شاخص تحمل، شاخص متوسط تولید، شاخص حساسیت به تنش، شاخص میانگین هندسی تولید و شاخص تحمل به تنش جهت تعیین ارقام گندم نان بهاره متحمل به کمبود روی استفاده شد. بررسی شاخص‌های تحمل و حساسیت به کمبود روی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ارقام از نظر شاخص‌های MP، GMP و STI وجود دارد. تفاوت بین رقم‌های مورد بررسی از نظر این سه شاخص در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. از نظر شاخص‌های کارایی روی، TOL و SSI تفاوت بین ارقام معنی دار نبود. بنابراین، این شاخص‌ها نمی‌توانند برای تفکیک ارقام متحمل و حساس مناسب باشند. همچنین مطالعات نشان می‌دهد که شاخص‌هایی که در هر دو شرایط کمبود و بدون کمبود دارای همبستگی بالایی با عملکرد باشند به عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی می شوند، زیرا این شاخص‌ها قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط هستند و می توان از آن‌ها برای تخمین پایداری عملکرد استفاده کرد (۱۰). نتایج همبستگی بین شاخص‌های تحمل و حساسیت به کمبود روی و عملکرد دانه در این پژوهش نشان داد که سه شاخص MP، GMP و STI همبستگی بالایی با عملکرد دانه در شرایط کوددهی و بدون کوددهی روی داشتند. همبستگی هر سه شاخص با عملکرد دانه در هر دو شرایط کمبود و بدون کمبود، مثبت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اما همبستگی سایر شاخص‌های مورد بررسی به این صورت نبود به عنوان مثال همبستگی شاخص تحمل با عملکرد دانه در شرایط کمبود معنی دار نبود ولی در شرایط کوددهی دارای همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال یک درصد بود (جدول۴). در آزمایشی هم که توسط نیکخواه (۵) با گندم نان برای ارزیابی تحمل به تنش خشکی انجام شد ضرایب همبستگی شاخص‌های MP، GMP و STI با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش بسیار معنی‌دار بود.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه ارقام گندم نان تحت تاثیر کوددهی و عدم کوددهی روی

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات عملکرد دانه ($kgha^{-1}$)
تکرار	۲	۴۶۲۷۱۸۹
روی	۱	۴۴۸۶۲۱۰۵**
خطای الف	۲	۱۶۱۹۲
رقم	۲۹	۳۶۶۳۶۱۴**
رقم × روی	۲۹	۱۶۹۸۷۹ ns
خطای ب	۱۱۶	۲۰۵۰۰۱

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

بنابراین با توجه به نتایج تجزیه واریانس و نیز همبستگی شاخص‌های تحمل و حساسیت به کمبود روی و عملکرد دانه، شاخص‌های متوسط تولید (MP)، میانگین هندسی تولید (GMP) و تحمل به تنش (STI) مناسب‌ترین شاخص‌ها برای شناسایی و معرفی ارقام متحمل به کمبود روی هستند. بر اساس هر سه شاخص، رقم قدس متحمل‌ترین و رقم فلات حساس‌ترین رقم به کمبود روی بود. اما شاخص STI به دلیل جدا نمودن ارقام گروه A که شامل ارقامی است که در هر دو شرایط کمبود و بدون کمبود از نظر عملکرد برتری نسبی داشته و عملکرد بالایی دارند بر دو شاخص MP و GMP نیز برتری داشته و لذا می‌توان آن را بهترین شاخص برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش معرفی کرد. بررسی نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که مقادیر بالای شاخص STI برای یک ژنوتیپ، نشان‌دهنده تحمل به تنش بیشتر و پتانسیل عملکرد بالاتر آن ژنوتیپ می‌باشد. بنابراین با استفاده از شاخص STI می‌توان ژنوتیپ‌هایی را که نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها هم دارای تحمل بیشتر به کمبود روی و هم عملکرد بالاتر در هر دو شرایط کمبود و بدون کمبود هستند از سایر گروه ها تفکیک کرد. این نتایج با یافته‌های فرناندز (۱۰) همخوانی دارد. از ۳۰ رقم گندم نان مورد بررسی در این پژوهش بر اساس شاخص STI ارقامی مانند کرج ۱، قدس، شیراز، دز، لاین ۶ و ۹ شوری، سرخ تخم و عدل در گروه A قرار دارند که از بین ارقامی هم که در گروه A قرار دارند رقم قدس بالاترین مقدار شاخص STI را دارد و لذا به عنوان بهترین و متحمل‌ترین رقم به کمبود روی در این آزمایش بوده و رقم فلات دارای کمترین مقدار STI است و در گروه D قرار دارد یعنی گروهی که در هر دو شرایط کمبود و بدون کمبود عملکرد پایینی دارند و بنابراین فلات حساس‌ترین رقم به کمبود روی از بین ۳۰ رقم گندم نان مورد بررسی می‌باشد (شکل۱).

1- Zinc efficiency

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس داده‌های عملکرد دانه و شاخص‌های تحمل و حساسیت به کمبود روی در ارقام گندم بهاره

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد در شرایط کوددهی (kg/ha)	عملکرد در شرایط کمبود (kg/ha)	کارایی روی (٪)	شاخص تحمل (kg/ha)	شاخص متوسط تولید (kg/ha)	شاخص حساسیت به تنش(-)	شاخص تحمل به تنش(-)	شاخص میانگین هندسی تولید (kg/ha)
تکرار	۲	۲۲۲۹۴۷۴۹	۲۳۴۸۶۴۲۷	۱۰۶	۳۲۳۲۰	۲۳۱۳۰۱۲	۰/۰۲۱	۰/۰۰۵	۱۲۲۵۸۶۷۳
ژنوتیپ	۲۹	۲۰۹۱۳۱۹**	۱۷۴۲۱۷۴**	۱۱۶ns	۳۳۹۷۹۲ns	۱۸۳۱۵۸۲**	۰/۲۷۰ns	۰/۲۵۸**	۱۸۴۷۰۸۰**
خطا	۵۸	۲۴۶۳۹۷	۱۶۳۶۰۴	۱۴۰	۳۹۴۹۲۸	۱۰۶۲۹۶	۰/۲۲۷	۰/۰۱۳	۱۰۳۴۴۸

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- میانگین‌های عملکرد و شاخص‌های تحمل و حساسیت به کمبود در شرایط کوددهی و بدون کوددهی روی در ارقام گندم

رقم	عملکرد در کوددهی (kg/ha)	عملکرد در کمبود (kg/ha)	کارایی روی (٪)	شاخص تحمل (kg/ha)	شاخص متوسط تولید (kg/ha)	شاخص حساسیت به تنش	شاخص میانگین هندسی تولید (kg/ha)
کرج ۱	۵۳۸۴	۴۴۵۸	۸۲/۷	۹۲۵	۴۹۲۱	۰/۸۰۳	۴۸۹۳
آزادی	۴۸۵۶	۳۸۲۹	۷۸/۷	۱۰۲۷	۴۳۴۲	۱/۰۰	۴۳۱۱
قدس	۶۰۰۰	۵۱۳۵	۸۵/۴	۸۶۴	۵۵۶۷	۰/۶۷۵	۵۵۴۸
نیک نژاد	۴۱۸۵	۳۵۴۹	۸۴/۹	۶۳۵	۳۸۶۷	۰/۷۱۵	۳۸۵۰
مرو دشت	۵۰۶۵	۴۱۰۸	۸۱/۳	۹۵۶	۴۵۸۶	۰/۸۹۳	۴۵۶۰
پیشتاز	۴۹۰۷	۳۸۹۹	۷۹/۲	۱۰۰۷	۴۴۰۳	۰/۹۶۳	۴۳۶۵
شیراز	۵۸۷۵	۴۵۹۲	۷۸/۶	۱۲۸۳	۵۲۳۳	۱/۰۱	۵۱۸۸
M-79-7	۴۲۳۱	۳۶۲۸	۸۵/۸	۶۰۳	۳۹۳۰	۰/۶۳۷	۳۹۰۸
اینیا	۳۳۱۹	۲۶۱۶	۷۹/۸	۷۰۲	۲۹۶۸	۰/۹۰۷	۲۹۳۱
مغان ۲	۴۰۹۲	۳۳۳۳	۸۱/۴	۷۵۹	۳۷۱۲	۰/۸۸۶	۳۶۹۱
اروند	۴۴۶۳	۳۲۹۷	۷۴/۳	۱۱۶۵	۳۸۸۰	۱/۲۲	۳۸۳۴
چناب	۳۶۶۲	۲۶۵۲	۷۲/۰	۱۰۰۹	۳۱۵۷	۱/۳۱	۳۱۱۴
بیات	۴۶۶۲	۴۱۰۰	۸۷/۹	۵۶۱	۴۳۸۱	۰/۵۷۲	۴۳۷۱
فلات	۳۱۳۸	۲۲۸۲	۷۵/۲	۸۵۶	۲۷۱۰	۱/۲۰	۲۶۵۵
هیرمند	۴۱۲۰	۲۷۶۶	۶۷/۵	۱۳۵۴	۳۴۴۳	۱/۵۵	۳۳۶۶
چمران	۴۰۶۹	۲۹۰۸	۷۱/۳	۱۱۶۱	۳۴۸۸	۱/۳۴	۳۴۳۶
استار	۴۵۸۳	۴۰۱۰	۸۷/۵	۵۷۳	۴۲۹۷	۰/۵۹۱	۴۲۸۴
Vee-Nac	۴۴۱۲	۳۵۷۷	۸۲/۱	۸۳۵	۳۹۹۴	۰/۸۱۳	۳۹۵۷
دز	۵۶۹۴	۴۸۴۴	۸۶/۰	۸۵۰	۵۲۶۹	۰/۶۸۸	۵۲۴۰
بک کراس بهاره روشن	۴۹۳۰	۴۲۵۸	۸۶/۸	۶۷۲	۴۵۹۴	۰/۶۲۶	۴۵۸۰
مارون	۳۷۸۲	۲۸۹۶	۷۷/۴	۸۸۶	۳۳۳۹	۱/۰۴	۳۲۹۵
کویر	۳۷۲۶	۲۷۱۵	۷۳/۳	۱۰۱۱	۳۲۲۱	۱/۲۶	۳۱۸۰
لاین ۴ شوری	۵۵۰۴	۳۷۱۴	۷۰/۰	۱۷۸۹	۴۶۰۹	۱/۴۰	۴۴۸۷
لاین ۶ شوری	۵۸۱۹	۴۴۸۲	۷۶/۹	۱۳۳۷	۵۱۵۰	۱/۰۸	۵۱۰۷
لاین ۹ شوری	۵۷۵۰	۴۸۶۴	۸۴/۳	۸۸۶	۵۳۰۷	۰/۷۲۹	۵۲۸۷
روشن	۴۰۶۴	۳۴۶۶	۸۶/۰	۵۹۷	۳۷۶۵	۰/۶۲۳	۳۷۴۲
طبسی	۴۷۸۲	۳۸۸۷	۸۱/۷	۸۹۴	۴۳۳۵	۰/۸۷۸	۴۳۰۳
شعله	۴۸۱۰	۳۰۴۵	۶۵/۱	۱۷۶۴	۳۹۲۸	۱/۶۷	۳۸۱۹
سرخ تخم	۶۱۱۱	۴۵۵۷	۷۵/۰	۱۵۵۴	۵۳۳۴	۱/۱۸	۵۲۷۳
عدل	۵۷۴۰	۴۳۱۳	۷۵/۸	۱۴۲۸	۵۰۲۷	۱/۱۴	۴۹۶۲
LSD رقم (۵ ٪)	۸۱۱	۶۶۱	۱۹/۳	۱۰۲۷	۵۳۲	۰/۹۳۵	۵۲۵

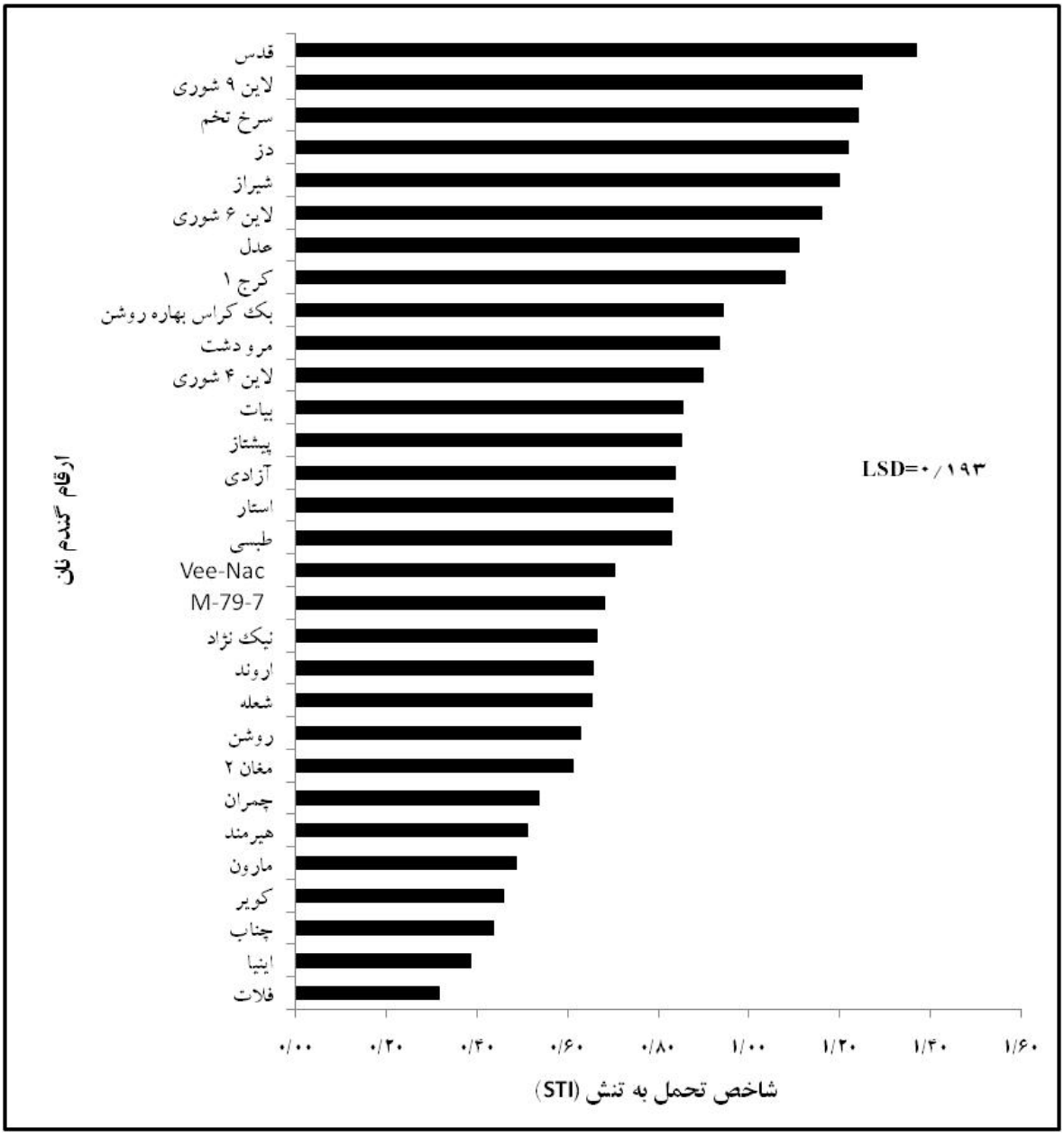
جدول ۵- همبستگی بین شاخص‌های تحمل و حساسیت به کمبود و عملکرد دانه در شرایط کوددهی و بدون کوددهی روی در ارقام گندم

ردیف	صفت	۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷	۸
۱	عملکرد در شرایط کوددهی	۱							
۲	عملکرد در شرایط کمبود	۰/۷۷**	۱						
۳	کارایی روی	-۰/۱۲ns	۰/۵۰**	۱					
۴	شاخص تحمل	۰/۴۶**	-۰/۱۹ns	-۰/۹۱**	۱				
۵	شاخص متوسط تولید	۰/۹۴**	۰/۹۳**	۰/۱۸ns	۰/۱۶ns	۱			
۶	شاخص حساسیت به تنش	۰/۱۵ns	-۰/۴۷**	-۰/۹۹**	۰/۹۱**	-۰/۱۵ns	۱		
۷	شاخص تحمل به تنش	۰/۹۰**	۰/۹۱**	۰/۲۰*	۰/۱۱ns	۰/۹۶**	-۰/۱۹ns	۱	
۸	شاخص میانگین هندسی تولید	۰/۹۳**	۰/۹۵**	۰/۲۳*	۰/۱۱ns	۰/۹۹**	-۰/۲۰ns	۰/۹۶**	۱

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- مقایسه مقادیر میانگین شاخص تحمل به تنش (STI) ارقام مختلف گندم

منابع

۱- بلالی م.ر.، ملکوتی م.ج.، مشایخی ح. و خادمی ز. ۱۳۷۸. اثر عناصر ریز مغذی بر افزایش عملکرد و تعیین حد بحرانی آنها در خاک‌های تحت کشت گندم آبی ایران. مجله آب و خاک ۱۲(۶): ۱۱۹- ۱۱۱.

۲- خوشگفتارمنش ا.ح. ۱۳۸۶. ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه و مدیریت بهینه کودی (تالیف). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳- نادری ا.، مجیدی هروان ا.، هاشمی دزفولی ا.، رضایی ع. و نورمحمدی ق. ۱۳۷۸. تحلیل کارایی شاخص‌های ارزیابی کننده تحمل گیاهان زراعی به تنش‌های محیطی و معرفی یک شاخص جدید. مجله نهال و بذر ۱۵: ۴۰۲-۳۹۰.

www.SID.ir

Archive of SID

۴- نورمند مؤید ف.، رستمی م.ع. و قنادها م.ر. ۱۳۸۰. ارزیابی شاخص‌های مقاومت به خشکی در گندم نان. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۲(۴): ۷۹۵-۸۰۵.

۵- نیکخواه ح. ۱۳۷۸. ارزیابی و مطالعه نحوه توارث‌پذیری مقاومت به خشکی در گندم نان. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نبات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

6- Behl K.R., Osaki M., Wasaki J., Watanabe T., and Shinano T. 2003. Breeding wheat for zinc efficiency improvement in semi-arid climate. -A review. Tropics 12: 295-312.

7- Biswas B.K., Hasanuzzaman M., ELTaj F., Alam M.S., and Amin M.R. 2001. Simultaneous selection for fodder and grain yield in sorghum. J. Biol. Sci. 1:321-323.

8- Cakmak I., and Brown J.C. 2001. Genotypic variation for zinc efficiency. J. Plant Nutr. 183-196.

9- Fathi G., Mc Donald G.K., Lance R.C.M., and Giles L.C. 1998. Variation in the response of barley cultivars to nitrogen fertilizer. Iran Agric. Res. 17: 103-124.

10- Fernandz G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. p. 87-99. In Kuo, C. G. (ed.), Adaptation of food crops to temperature and water stress. AVRDC, Shanhaue, Taiwan.

11- Fischer R.A., and Maurer R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.

12- Graham R.D., and Welch R.M. 1996. Breeding for staple-food crops with high micronutrient density. Working Papers on Agricultural Strategies for Micronutrients, No. 3. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.

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

14- Khoshgoftarmanesh A.H, Shariatmadari H., Karimian N., Kalbasi M., and Khagehpour M.R. 2004. Zinc efficiency of wheat cultivars grown on a saline calcareous soil. J. Plant Nutr. 11: 1953-1962.

15- Ma Q.Y., and Lindsay W.L. 1993. Measurement of free zinc activity in uncontaminated and contaminated soils using chelation. Soil Sci. Soc. Am. J. 57:963-967.

16- Reynolds M.P., Ortiz-Monasterio J.L., and McNab A. (eds.). 2001. Application of physiology in wheat Breeding. Mexico, D. F.: CIMMYT.183- 196.

17- Rosielle A.A., and Hamblin J. 1981. Theoretical aspects of selections for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 943-946.

18- Tinker P.B, and Lauchli A. 1984. Advances in Plant Nutrition. Academic Publisher: Dordrecht, the Netherlands, 215 pp.

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.2, May-Jun 2011, p. 287-295
Archive of SID
نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۰، ص. ۲۹۵-۲۸۷

Screening Tolerance of Different Spring Wheat Genotypes to Zinc Deficiency with Using Different Stress Indices

A.H. Khoshgoftarmanesh[1] - E.S. Razizadeh [2]- H.R. Eshghizadeh[3*]- Gh. Savaghebi[4]- A. Sadrearhami[5]- D. Afuni[6]
Received:22-5-2010
Accepted:19-12-2010

Abstract

This study was conducted at Rudasht Research Farm in Isfahan to evaluate tolerance to zinc (Zn) deficiency of 30 spring wheat genotypes, using split plots in a randomized complete blocks design with triplications. Main plot consisted of two Zn levels (Zero and 80 kg Zn ha^{-1} applied as zinc sulfate at planting). The results of ANOVA as well as correlations between tolerance and susceptibility indices to Zn deficiency stress and grain yield indicated that MP, GMP and STI were the most suitable indices for identifying and selecting Zn-deficiency tolerant wheat genotypes. Both at with and without added Zn treatments, grain yield had significant positive correlation with MP, GMP and STI. The STI could separate the studied wheat genotypes in different groups based on both their response to fertilization and grain yield potential. Therefore, the STI was the best index to identify Zn deficiency tolerant genotypes. Based on three indices, Ghods and Falat genotypes were the most tolerant and sensitive genotypes to Zn deficiency, respectively.

Keywords: Stress indicator, Wheat, Zinc efficiency, Tolerance

1- Associate Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology
2,4- Former MSc Student and Associate Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Tehran University, Karaj
3- Member of Soil Less Culture Research Center (SCRC), Isfahan University of Technology
(*-Corresponding Author Email: hamid.eshghizadeh@gmail.com)
5- Assistant Professor, Department of Agriculture, Payamenoor University, Isfahan
6- Academic Member, Research and Instruction Center of Agriculture, Isfahan

www.SID.ir