مقایسه ارقام مختلف گندم بهاره از لحاظ پاسخ به کوددهی آهن در یک خاک آهکی

امیر حسین خوشگفتارمنش[۱]، الهام السادات رضی‌زاده[۲]، حمیدرضا عشقی‌زاده[۳*]، حمیدرضا شریفی[۴]

غلامرضا ثواقبی[۲]، داود افیونی[۵] و مسعود تدین‌نژاد[۵]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۳/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۲/۲۴)

چکیده

این پژوهش به منظور ارزیابی تحمل به کمبود آهن ۳۰ رقم گندم بهاره در مزرعه تحقیقاتی رودشت اصفهان به صورت آرایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی در آزمایش را دو سطح بدون مصرف کود و کوددهی ۲۰ کیلوگرم سکوسترین آهن ۱۳۸ (۶٪) در مرحله کاشت و شروع رشد فعال بهاره تشکیل داد. بررسی ارقام گندم از نظر عملکرد دانه در شرایط کوددهی و بدون کوددهی آهن نشان می‌دهد در اثر مصرف ۲۰ کیلوگرم سکوسترین آهن، عملکرد دانه حدود ۱۴ درصد افزایش یافت. با مصرف آهن عملکرد دانه در همه ارقام گندم مورد مطالعه به جز رقم روشن افزایش یافت. براساس نتایج به‌دست آمده، شاخص‌های میانگین بارآوری، میانگین هندسی بارآوری و تحمل به تنش مناسب‌ترین شاخص‌ها برای شناسایی و معرفی ارقام متحمل به کمبود آهن بودند. همبستگی هر سه شاخص با عملکرد دانه در هر دو شرایط کمبود و کوددهی آهن 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. براساس هر سه شاخص، رقم قدس، متحمل‌ترین و رقم فلات حساس‌ترین رقم به کمبود آهن بود.

واژه‌های کلیدی: شاخص تنش، گندم، آهن، کمبود، تحمل

۱. دانشیار خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد و دانشیار خاک‌شناسی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳. پژوهشگر مرکز پژوهشی کشت بدون خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴. عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، خراسان رضوی

۵. اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hamid.eshghizadeh@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

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 (۲). در ایران نیز طبق بررسی‌های انجام شده حدود ۳۷ درصد از مزارع تحت کشت گندم آبی دچار کمبود شدید آهن هستند (۱). کمبود آهن در گیاهان معمولا در خاک‌های آهکی اتفاق می‌افتد که علت آن قلیایی بودن و قابلیت هدایت الکتریکی زیاد عصاره اشباع خاک و مقدار قابل توجه کربنات‌های آزاد است (۲۱). بنابراین، مصرف کود آهن در چنین شرایطی کارایی لازم را نخواهد داشت و برای برطرف کردن کمبود آهن، 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 (۱۹ و ۲۷). یکی از کارآمدترین و اقتصادی‌ترین روش‌ها جهت غلبه بر این مشکل، شناسایی و کشت ارقام متحمل به کمبود آهن در کنار مدیریت صحیح کودی می‌باشد.

کارایی ارقام گندم از لحاظ آهن، قابلیت ژنوتیپ‌های مختلف گندم برای رشد بهتر و تولید عملکرد بالاتر در شرایط کمبود آهن در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها می‌باشد (۱۲). مطالعات مختلف نشان می‌دهد بین ژنوتیپ‌های گندم از نظر کارایی آهن تفاوت‌های ژنتیکی وجود دارد (۲۱). براساس یافته‌های برخی محققان، اصلاحات ژنتیکی در گونه‌های گیاهی مانند جو دوسر، سورگوم، لوبیا، گندم و جو جهت مقابله با کمبود آهن راهکار مؤثری می‌باشد (۲۱). ویژگی‌های ژنوتیپی که باعث بروز نشانه‌های متفاوت کمبود آهن در ژنوتیپ‌های مختلف می‌شود به توان این گیاهان برای محلول کردن، جذب و مصرف کاراتر و مؤثرتر این عنصر مربوط است. به‌طور خلاصه، به ژنوتیپ‌هایی که ریزوسفر کاراتری برای جذب آهن به‌وسیله ریشه و یا توان بالاتری در مصرف آهن جذب شده توسط گیاه دارند، ژنوتیپ‌های «آهن کارا» گفته می‌شود. ویژگی‌هایی نظیر توان بیشتر ریشه‌ها در کاهش Fe^{3+} به Fe^{2+} از طریق تولید H^+ (۲۱) و یا کاهنده‌های آهن سه ظرفیتی، برهمکنش‌های کمتر با سایر عنصرها مانند P، Ca، Cu، Zn، Mo، Al و عناصر سنگین و تولید کلات‌ها یا دارا بودن ترکیبات ذخیره‌ای و یا اعمال برخی فرآیندهای شیمیایی- فتوشیمیایی داخلی که دسترسی به آهن و مصرف آن را تنظیم می‌کنند، سبب کارآمدی بعضی ژنوتیپ‌ها در مصرف آهن می‌شود (۱۴). مطالعات نشان می‌دهد که گندمیان فیتوسیدروفورها را که شامل اسیدهای آمینه غیرپروتئینی است، در محلول خاک ترشح می‌کنند. فیتوسیدروفورها با یون‌های آهن سه ظرفیتی کمپلکس آهن- فیتوسیدروفور (Fe-PS) تشکیل داده و قابلیت دسترسی آهن را بهبود می‌بخشند. این آزاد سازی ارتباط مثبتی با تفاوت‌های ژنوتیپی در تحمل کمبود آهن دارد (۲۱).

انتخاب و گزینش ژنوتیپ‌های گیاهی با تحمل بیشتر در برابر کمبود آهن نیاز به تصحیح روش‌های شناسایی ژنوتیپ‌های برتر از این جهت دارد (۲۱). امروزه تعیین برخی شاخص‌های تنش، شیوه‌ای قابل قبول برای غربال کردن تعداد زیادی از ژنوتیپ‌ها در یک زمان کوتاه است. از شاخص‌های تعیین‌کننده کارایی در گیاهان می‌توان نسبت کارایی (Efficiency) (۲۰،۱۲ و۲۳)، شاخص تحمل (Tolerance, TOL)، میانگین بارآوری (Mean productivity, MP)، شاخص حساسیت به تنش (Stress Susceptibility Index, SSI)، میانگین هندسی بارآوری (Geometric Mean Productivity, GMP) و شاخص تحمل به تنش (Stress Tolerance Index, STI) را نام برد (۱۶، ۱۷ و۲۶). این شاخص‌ها براساس عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های تنش و بدون تنش محاسبه می‌شوند (۹). سنجری در مطالعه‌ای به بررسی عملکرد بالقوه ارقام گندم نان تحت شرایط تنش خشکی و بدون تنش پرداخت و شاخص های TOL، MP، SSI، GMP و STI را با هم مقایسه کرد(۶). نتایج آزمایش نشان داد که MP، GMP و STI شاخص‌های بهتری نسبت به TOL و SSI بودند و STI نسبت به دو شاخص دیگر بهتر بود. با توجه به گسترش کمبود آهن در مزارع گندم از یک سو و لزوم غربال ارقام متحمل به کمبود آهن برای

www.SID.ir

انتخاب یا به‌کارگیری در برنامه‌های اصلاحی آینده، در این مطالعه صحرایی، ضمن بررسی پاسخ ارقام مختلف گندم نان بهاره به کوددهی آهن، با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش، متحمل‌ترین و حساس‌ترین ارقام به کمبود آهن شناسایی شدند.

مواد و روش‌ها

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 زاینده‌رود واقع شده است. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵۰۰ متر و طبق تقسیم‌بندی کوپن دارای اقلیم خشک بسیار گرم با تابستان‌های خشک می‌باشد. قبل از کاشت، نمونه‌های خاک سطحی (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر) به روش نمونه‌برداری مرکب جمع‌آوری شده و پس از خشک شدن در مجاورت هوا، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس برخی از ویژگی‌های مهم شیمیایی و فیزیکی خاک اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. آهک خاک از طریق تیتره کردن با NaOH یک نرمال اندازه‌گیری شد. فسفر قابل دسترس خاک با $NaHCO_3$ استخراج و با روش رنگ سنجی مولیبدات تعیین شد. پتاسیم قابل دسترس خاک با NH4-OAC استخراج و به‌وسیلهٔ شعله‌سنج تعیین شد. نیتروژن کل در خاک به روش کجلدال و ماده آلی به روش سوزاندن تر تعیین شد. آهن و روی در خاک با DTPA استخراج و به‌وسیله دستگاه جذب اتمی تعیین شد. تعیین بافت خاک به روش هیدرومتری انجام شد (۴). زمین محل آزمایش در سال قبل آیش بود. عملیات تهیه زمین به ترتیب شامل شخم، دیسک و تسطیح بود. این آزمایش به صورت آرایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد که عامل اصلی را دو سطح بدون مصرف کود و کوددهی ۲۰ کیلوگرم سکوسترین آهن ۱۳۸ (۶٪) در مرحله کاشت و شروع رشد فعال بهاره تشکیل داد. کلات آهن به‌وسیله دیسک به خوبی با خاک سطحی (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر) مخلوط شد. بر مبنای آزمون خاک نیتروژن به صورت اوره به مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و به صورت سرک در دو مرحله پنجه‌زنی و به ساقه رفتن استفاده شد. ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم قبل از کاشت به خاک اضافه شد. تعداد ۳۰ رقم گندم بهاره نان شامل: کرج ۱، آزادی، قدس، نیک نژاد، مرودشت، پیشتاز، شیراز، 7 -M- 79، اینیا، مغان ۲، اروند، چناب، بیات، فلات، هیرمند، چمران، استار، Vee-Nac، دز، بک کراس بهاره 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 (مساحت ۴/۸ مترمربع) با تراکم ۴۰۰ بذر در مترمربع کاشته شدند.

در پایان دوره رشد عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. کارایی ارقام گندم از لحاظ آهن از طریق رابطه Fe-Efficiency=(Ys/Yp)× 100 ، شاخص تحمل از رابطه $TOL = Y_P - Y_S$، میانگین بارآوری 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 $STI = \frac{YS.YP}{(\overline{YP})^2}$ و میانگین هندسی بارآوری از رابطه $GMP = \sqrt{Y_P * Y_S}$ به‌دست آمد. که Ys و Yp به‌ترتیب عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش ، $\overline{YS}$ و $\overline{YP}$ میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط کمبود و بدون کمبود می‌باشند (۱۲، ۱۶، ۱۷ و ۲۶). داده‌های عملکرد و شاخص‌های محاسبه شده با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. در صورت معنی‌دار بودن F جدول تجزیه واریانس، میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند. هم‌چنین همبستگی‌های ساده فنوتیپی به روش CORR بین شاخص‌ها و عملکرد دانه ارقام در شرایط کمبود و بدون کمبود آهن محاسبه شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک محل آزمایش

ویژگی	واحد	اندازه
بافت خاک	–	رسی سیلتی
پ–هاش	–	۷/۷
قابلیت هدایت الکتریکی	دسی زیمنس بر متر	۸/۶
کربنات کلسیم معادل	درصد	۱۵
نیتروژن کل	درصد	۰/۱۴
ماده آلی	درصد	۰/۰۷۵
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

نتیجه‌گیری

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌های عملکرد دانه در دو وضعیت کوددهی و عدم کوددهی آهن و شاخص‌ها در جداول ۲ و ۳ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت بین ارقام گندم از نظر عملکرد دانه در هر دو وضعیت کوددهی و عدم کوددهی آهن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بررسی ارقام گندم از نظر عملکرد دانه در شرایط کوددهی و عدم کوددهی آهن نشان می‌دهد که میانگین عملکرد دانه در شرایط کوددهی آهن ۴۵۴۲ کیلوگرم در هکتار و در شرایط بدون کوددهی آهن ۳۹۹۲ کیلوگرم در هکتار بود. بنابراین در نتیجه مصرف ۲۰ کیلوگرم سکوسترین آهن ۱۳۸ عملکرد دانه حدود ۱۴ درصد افزایش یافت. با مصرف آهن عملکرد دانه در همه ارقام گندم مورد مطالعه، به‌جز رقم روشن، افزایش یافت. بیشترین افزایش عملکرد دانه با مصرف آهن مربوط به رقم شعله (۱۱۳۶ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۳). از نظر شاخص کارایی آهن بین ارقام تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). در بین رقم‌های مورد بررسی ارقام روشن و چمران به ترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین رقم‌ها بودند (جدول ۳). همبستگی شاخص آهن کارایی با عملکرد دانه در شرایط کوددهی آهن معنی‌دار نبود ولی همبستگی این شاخص با عملکرد دانه در شرایط کمبود، مثبت و در سطح احتمال ۱درصد معنی دار بود (جدول ۴). تفاوت بین ارقام گندم از نظر شاخص تحمل (TOL) معنی‌دار نبود (جدول۲). همبستگی شاخص TOL با عملکرد دانه در شرایط کوددهی آهن مثبت و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. همبستگی این شاخص با عملکرد دانه در شرایط کمبود آهن، منفی و در سطح احتمال ۱درصد معنی دار بود (جدول ۴). تفاوت بین رقم‌ها از نظر شاخص میانگین بارآوری (MP) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۲). رقم قدس و رقم فلات به ترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین ارقام بودند (جدول ۳). همبستگی شاخص MP با عملکرد دانه هم در شرایط کوددهی آهن و هم در شرایط کمبود مثبت و در سطح احتمال ۱درصد معنی دار بود(جدول ۴). تفاوت بین ارقام گندم مورد مطالعه از نظر شاخص حساسیت به تنش (SSI) معنی‌دار نبود (جدول ۲) و ارقام روشن و چمران به ترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین رقم‌ها بودند (جدول۳). همبستگی شاخص SSI با عملکرد دانه در شرایط کوددهی آهن معنی‌دار نبود. همبستگی این شاخص با عملکرد دانه در شرایط عدم کوددهی آهن منفی و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). از نظر شاخص تحمل به تنش(STI) تفاوت بین رقم‌ها در سطح احتمال یک درصد

www.SID.ir

جدول۲. مقادیر درجه آزادی و میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌های عملکرد دانه و شاخص‌های تحمل و حساسیت به کمبود آهن در ارقام گندم بهاره

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد در شرایط کوددهی (kg/ha)	عملکرد در شرایط کمبود ((kg/ha	کارایی آهن (-)	شاخص تحمل (kg/ha)	شاخص میانگین بارآوری (kg/ha)	شاخص حساسیت به تنش(-)	شاخص تحمل به تنش(-)	شاخص میانگین هندسی بارآوری (kg/ha)
تکرار	۲	۱۶۳۶۱۵	۱۵۸۶۱۲۱	۴۶۷	۱۰۹۳۶۰۶	۶۰۱۵۶۸	۰/۰۴۶	۰/۰۵۱	۶۶۲۵۶۸
ژنوتیپ	۲۹	۲۰۳۰۳۰۲ **	۲۰۲۸۲۹۶ **	۱۴۷ ns	۳۲۹۶۶۱ ns	۱۹۴۷۰۴۹ **	۱/۲۳ ns	۰/۳۲۲ **	۱۹۵۵۱۸۵ **
خطا	۵۸	۲۱۶۳۱۵	۲۰۶۹۶۰	۱۹۱	۴۲۹۳۳۵	۱۰۴۲۹۴	۱/۶۲	۰/۰۱۷	۱۰۳۲۸۰

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

معنی دار بود (جدول ۲) و رقم قدس و فلات به ترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین ارقام بودند (جدول ۳). همبستگی شاخص STI با عملکرد دانه هم در شرایط کوددهی آهن و هم در شرایط کمبود مثبت و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). اختلاف بین ارقام از نظر شاخص میانگین هندسی بارآوری (GMP) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). که براساس این شاخص هم رقم قدس و رقم فلات متحمل‌ترین و حساس‌ترین ارقام بودند (جدول ۳). همبستگی شاخص GMP با عملکرد دانه هم در شرایط کوددهی آهن و هم در شرایط کمبود مثبت و در سطح احتمال ۱درصد معنی دار بود (جدول ۴).

بحث

برای بررسی پاسخ ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف و تعیین تحمل و یا حساسیت آنها به شرایط کمبود، یکی از بهترین روش‌ها استفاده از شاخص‌های متفاوتی است که براساس عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های تنش و بدون تنش محاسبه می‌شوند (۹ و ۱۶). در این مطالعه از شاخص‌های کارایی آهن، شاخص تحمل، شاخص میانگین بارآوری، شاخص حساسیت به تنش، شاخص میانگین هندسی بارآوری و شاخص تحمل به تنش جهت تعیین ارقام گندم نان بهاره متحمل به کمبود آهن استفاده شد. بررسی شاخص‌های تحمل و حساسیت به کمبود آهن 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 آهن، TOL و SSI تفاوت بین ارقام معنی‌دار نبود. بنابراین این شاخص‌ها نمی‌توانند برای تفکیک ارقام متحمل و حساس مناسب باشند. هم‌چنین مطالعات نشان می‌دهد که شاخص‌هایی که در هر دو وضعیت کمبود و بدون کمبود دارای همبستگی بالایی با عملکرد باشند به عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی می‌شوند، زیرا این شاخص‌ها قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط هستند و می‌توان از آنها برای تخمین پایداری عملکرد استفاده کرد (۱۶). نتایج همبستگی بین شاخص‌های تحمل و حساسیت به کمبود آهن و عملکرد دانه در این پژوهش نشان داد سه شاخص MP، GMP

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳. میانگین‌های عملکرد و شاخص‌های تحمل و حساسیت به کمبود در شرایط کوددهی و عدم کوددهی آهن در ارقام گندم

رقم	صفات							
	عملکرد در کوددهی (kg/ha)	عملکرد در کمبود (kg/ha)	کارایی آهن (٪)	شاخص تحمل (kg/ha)	شاخص میانگین بارآوری (kg/ha)	شاخص حساسیت به تنش	شاخص تحمل به تنش	شاخص میانگین هندسی بارآوری(kg/ha)
کرج ۱	۵۱۵۷	٤۷۲۱	۹۳/۵	٤۳٦	٤۹۳۹	۰/٤۰۷	۱/۱٦	٤۹۰٤
آزادی	٤۷۷۳	٤۰۵٤	۸٤/۹	۷۱۹	٤٤۱۳	۱/۳٦	۰/۹٤۱	٤۳۹۹
قدس	۵۸٦۱	۵٤۳۷	۹۳/۷	٤۲۳	۵٦٤۹	۰/۱۹۱	۱/۵۳	۵٦۲۷
نیک نژاد	٤٤٦۷	۳۷۵۸	۸٤/۳	۷۰۹	٤۱۱۳	۱/٤۸	۰/۸۱۵	٤۰۹٤
مرو دشت	٤۷۲۲	٤۳۵۰	۹۳/۰	۳۷۲	٤۵۳٦	۰/۵۹٤	۰/۹۹۱	٤۵۲۲
پیشتاز	٤٦۸۰	٤۱۲۹	۸۷/۹	۵۵۱	٤٤۰۵	۰/۷۸٤	۰/۹٤۱	٤۳۸۷
شیراز	۵۸۱۰	٤۸٦۲	۸٤/۳	۹٤۷	۵۳۳٦	۱/۱۰	۱/۳٦	۵۳۰۱
M-79-7	٤۰۳۷	۳۸٤۲	۹٤/٦	۱۹۵	۳۹۳۹	۰/۲۸٦	۰/۷۵۸	۳۹۳٤
اینیا	۲۹۵۸	۲۷۷۱	۹۳/٦	۱۸۷	۲۸٦٤	۰/۵۸۰	۰/٤۰۸	۲۸٦۲
مغان ۲	٤۳٤۷	۳۵۲۹	۸۲/٦	۸۱۸	۳۹۳۸	۱/۸۱	۰/۷٤۲	۳۹۰٤
اروند	٤۰٦٤	۳٤۹۲	۸٦/۸	۵۷۳	۳۷۷۸	۰/۸۷۱	۰/٦۸٤	۳۷۵۸
چناب	۳٤۲۱	۲۸۰۸	۸۲/۸	٦۱۳	۳۱۱۵	۱/۱۷	۰/٤٦۵	۳۰۸۸
بیات	٤۵٦۹	٤۳٤۲	۹۵/٤	۲۲۸	٤٤۵۵	۰/۱۳۱	۰/۹۵۸	٤٤٤۵
فلات	۲۷٦۸	۲٤۱٦	۸۸/۲	۳۵۲	۲۵۹۲	۱/۱۳	۰/۳۲۳	۲۵۷۸
هیرمند	۳٤۸٦	۲۹۲۹	۸٦/۹	۵۵۷	۳۲۰۷	۱/۲۱	۰/٤۹۱	۳۱۷۳
چمران	٤۷۳٦	۳۰۷۹	٦۵/۵	۱٦۵۷	۳۹۰۷	۲/۸۸	۰/۷۰۳	۳۸۰٤
استار	٤۸۹۸	٤۲٤٦	۸۸/٦	٦۵۲	٤۵۷۲	۱/۰۰	۰/۹۹۳	٤۵۳۹
Vee-Nac	٤٤۷۷	۳۷۸۷	۸٤/٦	٦۸۹	٤۱۳۲	۱/٤۱	۰/۸۲۷	٤۱۱۷
دز	۵۵۱۸	۵۱۲۹	۹۲/۹	۳۸۹	۵۳۲٤	۰/۵٦۰	۱/۳۸	۵۳۱۸
بک کراس بهاره روشن	۵۱۸۵	٤۵۰۸	۸۷/۷	٦۷۷	٤۸٤٦	۱/۱۵	۱/۱۲	٤۸۲۷
مارون	۳٦٦۲	۳۱۷۹	۸۷/۹	٤۸۳	۳٤۲۰	۱/۰۲	۰/۵۵۸	۳۳۹۵
کویر	۳٤۹۰	۲۹۷٤	۸٤/۹	۵۱٦	۳۲۳۲	۱/۳۲	۰/۵۰۵	۳۲۱۸
لاین ٤ شوری	٤۸۵٦	٤۰۷۲	۸۳/۵	۷۸۵	٤٤٦٤	۱/۳۳	۰/۹٦۰	٤٤٤۲
لاین ٦ شوری	۵۳۹۸	٤۹۰٦	۹۱/۷	٤۹۲	۵۱۵۲	۰/٤٤٤	۱/۲۷	۵۱۳۵
لاین ۹ شوری	۵۳۹۸	۵۳۰۸	۹۸/٤	۹۰/۳	۵۳۵۳	۰/۱۷۳	۱/۳۹	۵۳۵۲
روشن	۳۷۸۷	۳۷۹٦	۱۰۰	-۹/۳	۳۷۹۲	۰/۰۱۸	۰/٦۹۸	۳۷۹۰
طبسی	٤۵۱۸	٤۲۵۱	۹٤/٤	۲٦۷	٤۳۸۵	۰/۳٦۲	۰/۹۳۵	٤۳۷۹
شعله	٤٤٦۷	۳۳۳۱	۷٤/۸	۱۱۳٦	۳۸۹۹	۲/۲۳	۰/۷۲۲	۳۸۵٦
سرخ تخم	۵۷۵٤	۵۰۰۲	۸۷/۰	۷۵۲	۵۳۷۸	۱/۱۱	۱/۳۹	۵۳٦۲
عدل	۵۰۰۹	٤۷۵۲	۹۵/۳	۲۵٦	٤۸۸۱	۰/۷۰۲	۱/۱٤	٤۸٦٤
LSD رقم (٥٪)	۷٦۰	۷٤۳	۲۲/٦	۱۰۷۰	۵۲۷	۲/۰۸	۰/۲۱۹	۵۲۵

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۴. همبستگی بین شاخص‌های تحمل و حساسیت به کمبود و عملکرد دانه در شرایط کوددهی و بدون کوددهی آهن در ارقام گندم

ردیف	صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱	عملکرد در شرایط کوددهی	۱							
۲	عملکرد در شرایط کمبود	۰/۷۴ **	۱						
۳	کارایی آهن	-۰/۱۸ ns	۰/۵۰ **	۱					
۴	شاخص تحمل	۰/۳۳ **	-۰/۳۷ **	-۰/۹۷ **	۱				
۵	میانگین بارآوری	۰/۹۳ **	۰/۹۳ **	۰/۱۷ ns	-۰/۰۲ ns	۱			
۶	شاخص حساسیت به تنش	۰/۱۵ ns	-۰/۴۸ **	-۰/۹۳ **	۰/۹۰ **	-۰/۱۷ ns	۱		
۷	شاخص تحمل به تنش	۰/۹۱ **	۰/۹۳ **	۰/۲۰ ns	-۰/۰۵ ns	۰/۹۸ **	-۰/۲۰ *	۱	
۸	میانگین هندسی بارآوری	۰/۹۲ **	۰/۹۴ **	۰/۱۹ ns	-۰/۰۴ ns	۰/۹۹ **	-۰/۱۹ ns	۰/۹۸ **	۱

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

و STI همبستگی بالایی با عملکرد دانه در شرایط کوددهی و عدم کوددهی آهن داشتند. همبستگی هر سه شاخص با عملکرد دانه در هر دو وضعیت کمبود و بدون کمبود مثبت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. ولی همبستگی سایر شاخص‌های مورد بررسی به این صورت نبود مثلاً همبستگی شاخص کارایی آهن با عملکرد دانه در شرایط کوددهی معنی‌دار نبود ولی در شرایط کمبود دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد بود (جدول ۴). در آزمایشی هم که توسط نیکخواه (۱۳۷۸) 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. بنابراین با توجه به نتایج تجزیه واریانس و نیز همبستگی شاخص‌های تحمل و حساسیت به کمبود آهن و عملکرد دانه، شاخص‌های میانگین بارآوری (MP)، میانگین هندسی بارآوری (GMP) و تحمل به تنش (STI) مناسب‌ترین شاخص‌ها برای شناسایی و معرفی ارقام متحمل به کمبود آهن هستند. براساس هر سه شاخص، رقم قدس متحمل‌ترین و رقم فلات حساس‌ترین رقم به کمبود آهن بود. اما شاخص STI به دلیل جدا نمودن ارقامی که در هر دو وضعیت کمبود و بدون کمبود از نظر عملکرد برتری نسبی داشته و عملکرد بالایی تولید می‌کنند 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 مقادیر بالای شاخص STI برای یک ژنوتیپ، نشان‌دهنده تحمل به تنش بیشتر و عملکرد بالقوه بالاتر آن ژنوتیپ می‌باشد. بنابراین با استفاده از شاخص STI می‌توان

Archive of SID

www.SID.ir

ژنوتیپ‌هایی را که نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها هم دارای تحمل بیشتر به کمبود آهن و هم عملکرد بالاتر در هر دو شرایط کمبود و بدون کمبود هستند، از سایر گروه‌ها تفکیک کرد. فرناندز هم براساس واکنش ژنوتیپ‌های ماش به شرایط محیطی با تنش و بدون تنش خشکی آنها را به ۴ گروه تقسیم کرد(۱۶). از ۳۰ رقم گندم نان مورد بررسی در این پژوهش براساس شاخص STI ارقامی‌مانند کرج ۱، قدس، شیراز، دز، لاین ۶، ۹ شوری، سرخ تخم و عدل در گروه A قرار دارند که از بین ارقامی‌هم که در گروه A قرار دارند رقم قدس بالاترین مقدار شاخص STI را دارد و لذا به عنوان بهترین و متحمل‌ترین رقم به کمبود آهن در این آزمایش بوده و رقم فلات دارای کمترین مقدار STI است و در گروه D قرار دارد. بنابراین فلات حساس‌ترین رقم به کمبود آهن از بین ۳۰ رقم گندم نان مورد بررسی می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد که تفاوت در آهن کارایی به عواملی هم چون مقدار فیتوسیدروفورهای خارج شده به ریزوسفر همراه با دیگر مکانیسم‌های پیشنهادی برای جذب آهن مانند ظرفیت جذب سایدروفورهای میکروبی و القاء احیاکننده آهن فریک برای جذب غیرفعال کلات‌های آهن بستگی دارد (۲۱). در گندمیان، آزادسازی فیتوسیدروفورها یا اسیدهای آمینه غیرپروتئینی در خاک، منجر به تشکیل ترکیب آهن- فیتوسیدروفور (Fe-PS) شده، بهبود قابلیت دسترسی آهن خاک توسط گیاه را در پی داشته و این قابلیت ارتباط مثبتی با تفاوت‌های ژنوتیپی در تحمل کمبود آهن در برخی گیاهان دارد (۴). براساس نتایج برخی پژوهشگران، یکی از دلایل اختلاف ژنوتیپی گیاهان از لحاظ جذب آهن، تفاوت آنها از لحاظ مقدار ترشح اسیدهای آلی و فیتوسیدروفور می‌باشد. به‌طورکلی به نظر می‌رسد، علاوه بر شناسایی ارقام متحمل به کمبود آهن مسئله شناخت راهکارهای تحمل به کمبود آهن در ارقام متحمل به کمبود نیز حائز اهمیت است که باید در مطالعات بعدی مورد توجه قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

۱. بلالی، م.ر، م. ج. ملکوتی، ح. مشایخی و ز. خادمی. ۱۳۷۸. اثر عناصر ریزمغذی بر افزایش عملکرد و تعیین حد بحرانی آنها در خاک‌های تحت کشت گندم آبی ایران. مجله آب و خاک۱۲(۶): ۱۱۹- ۱۱۱.

۲. بلالی، م. ر. ۱۳۸۳. امنیت جهانی غذا ونقش حاصل‌خیزی خاک در آن. روش‌های نوین تغذیه گندم (مجموعه مقالات)، ۵۷۸-۵۵۱.

۳. پرویزی آلمانی، م. ۱۳۷۷. بررسی شاخص‌های تحمل به خشکی برای صفات مهم چغندرقند. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.ص۲۸۵.

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

۵. سمیع زاده لاهیجی، ح. ۱۳۷۵. بررسی تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی صفات کمی‌و همبستگی آنها با عملکرد نخود سفید. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد اصلاح نبات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی‌کرج.

۶. سنجری، ا. ق. ۱۳۷۷. ارزیابی منابع متحمل به تنش خشکی و پایداری عملکرد ارقام و لاین‌های گندم در منطقه نیمه خشک کشور. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.ص ۲۴۳-۲۴۴.

۷. کشاورز، پ. و م. ج ملکوتی. ۱۳۸۳. نقش روی در کاهش تنش شوری. روش‌های نوین تغذیه گندم (مجموعه مقالات)، ۵۱۱-۵۱۹.

۸. ملکوتی، م. ج.، ا. بای بوردی و ع. خامسی. ۱۳۸۳. روی عنصری فراموش شده در چرخه حیات گیاه، دام، انسان. روش‌های نوین تغذیه گندم (مجموعه مقالات)، ۶۰۶- ۶۱۵.

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

www.SID.ir

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

۱۱. نیکخواه، ح. ۱۳۷۸. ارزیابی و مطالعه نحوه توارث‌پذیری مقاومت به خشکی در گندم نان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد اصلاح نبات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

12. Behl. K. R., M. Osaki, J. Wasaki, T. Watanabe and T. Shinano. 2003. Breeding wheat for zinc efficiency improvement in semi-arid climate- A review. Tropics. 12: 295-312.
13. Biswas, B. K., M. Hasanuzzaman, F. ELTaj, M. S. Alam and M. R. Amin, 2001. Simultaneous selection for fodder and grain yield in sorghum. J. Biological Sci. 1:321-323.
14. Clark, R. B. 1983. Plant genotype differences in the uptake, translocation, accumulation, and use of mineral elements required for plant growth. Plant Soil 72: 175-196.
15. Fathi, G., G. K. Mc Donald, R. C. M. Lance and L. C. Giles. 1998. Variation in the response of barley cultivars to nitrogen fertilizer. Iran Agric. Res. 17: 103-124.
16. Fernandz, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. PP. 87-99. *In:* Kuo, C. G. (Ed.), Adaptation *of food crops to temperature and water stress*. AVRDC, Shanhaue, Taiwan.
17. Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.
18. Foy, C. D., R. L. Chaney and M. C. White. 1978. The physiology of metal toxicity in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. 29: 511 566.
19. Kalayci, M., B. Torun, S. Eker, M. Aydin, L. Ozturk,A 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.
20. Khoshgoftarmanesh, A. H, H. Shariatmadari, N. Karimian, M. Kalbasi and M. R. Khagehpour. 2004. Zinc efficiency of wheat cultivars grown on a saline calcareous soil. Plant Nutr. 11: 1953-1962.
21. Mendoza. A. B.1999. Absorption and Assimilation of Iron in Plant. Departamento De Horticultura, Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Translation by Roger Miller. Available in electronic adress: http://home.infinet.net/teban/iron/ironw.html.
22. Porch, T. 2006. Application of stress indices for heat tolerance screening of common bean. Crop Sci. 192:1-5.
23. Reynolds M. P., S, Copland, R. M. Trethowan and B. Skovmand B. 2001. Physiological approaches to stress breeding for wheat. In book of abstracts, Plant Breeding Sustaining the Future,16th Eucarpia Congress, Edinburgh International Conference Centre, 10–14 September, 2001.
24. Ramirez-Vallejo, P. and J. D. Kelly. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica 99: 127-136
25. Römheld, V. 1998. Mechanisms of micronutrient uptake: from agronomic to molecular aspects. 11th Congress of the Federation of European Societies for Plant Physiology. http://www.bulgaria.com/fespp98/pllect.html#VRomheld
26. Rosielle, A. A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selections for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 943-946.
27. Tinker, P. B. and A. Lauchli. 1984. Advances in Plant Nutrition. Academic Pub., Dordrecht, The Netherlands.

Archive of SID

www.SID.ir