نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۳ ، پاییز ۱۳۹۲، ص. ۴۸۲-۴۷۳

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No. 3,Fall. 2013, p. 473-482

تأثیر تغذیه آهن بر عملکرد و صفات زراعی گندم‌های بهاره اصلاح شده ایرانی

امیر حسین خوشگفتارمنش[۱]- حمیدرضا عشقی‌زاده[۲*]- فرزاد مندنی[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۴/۱۵
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۵/۵

چکیده

به منظور مقایسه ویژگی‌های زراعی گندم‌های بهاره حاصل از انتخاب در توده‌های بومی ایران، گندم‌های حاصل از دورگ‌گیری در داخل کشور و گندم‌های مراکز بین المللی و نیز شناسایی صفات موثر در تولید دانه این ارقام تحت شرایط متفاوت آهن خاک، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار با ۳۰ ژنوتیپ گندم در سال زراعی ۸۶ – ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی رودشت اصفهان انجام شد. نتایج نشان داد که در گندم‌های با منشا بومی، در شرایط کمبود آهن، عملکرد دانه و تعداد پنجه به ترتیب با ۱۷/۲ و ۱۳/۰ از بیشترین ضریب تنوع برخوردار بودند. عملکرد دانه در هکتار از ۳۵۸۳ کیلوگرم در رقم شعله تا ۵۳۶۱ کیلوگرم در رقم سرخ تخم متغیر بود. در شرایط کوددهی آهن نیز در ارقام حاصل از دورگ‌گیری در داخل، عملکرد دانه (۱۷/۰)، عملکرد کاه (۱۴/۵) و تعداد پنجه (۱۳/۵) بیشترین ضرایب تنوع را دارا بودند. تفاوت بیشترین عملکرد دانه در هکتار در رقم قدس با کمترین در رقم چناب حدود ۲۴۴۰ کیلوگرم بود. همچنین تفاوت بیشترین عملکرد کاه در هکتار در رقم عدل با کمترین در رقم مارون حدود ۵۰۶۲ کیلوگرم بود. در شرایط کمبود آهن، همبستگی مثبت و معنی‌داری (r^2=۰/۵۸**) بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته ارقام حاصل از دورگه‌گیری مشاهده شد. تفاوت کمترین عملکرد کاه (در رقم فلات) در مقایسه با بیشترین عملکرد (در رقم دز) حدود ۳۵ درصد بود. به طور کلی تحت شرایط این آزمایش، کاربرد کود آهن تاثیر چشمگیری بر عملکرد و اجزای عملکرد سه گروه ارقام گندم بهاره حاصل از روند متفاوت اصلاحی در کشور نداشته است. ولی تاثیر کوددهی آهن بر عملکرد کاه ارقام به ویژه در دورگه‌های داخلی بیشتر بوده است.

واژه های کلیدی: کمبود آهن، گندم بومی، گندم دورگ داخلی، عملکرد دانه

مقدمه

کمبود عناصر کم مصرف به ویژه آهن 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. حدود ۳۷ درصد از اراضی زیر کشت گندم آبی کشور از کمبود آهن رنج می‌برند (۱). کمبود آهن منجر به کاهش رشد و عملکرد گیاه و همچنین کاهش میزان پروتئین‌های ضروری در بافت‌های گیاه می‌شود (۱۴ و ۱۷). عنصر آهن با وجود اینکه چهارمین عنصر از نظر میزان در پوسته کره زمین است (۱۸)، با این حال قابلیت جذب آن توسط گیاه به شدت تحت تأثیر سایر ویژگی‌های خاک، همچون pH می‌باشد (۶ و ۱۱). درصد بالای کربنات کلسیم و بیکربنات در خاک یا آب آبیاری، آبیاری بیش از حد یا شرایط غرقابی و کاهشی، اسیدیته بالای خاک، زیادی فسفات و عناصر سنگین، سطح بالای نیترات، تهویه ضعیف خاک و برخی مواد آلی اضافه شده به خاک، از دیگر عوامل مهم ایجاد کمبود آهن می‌باشد. خاک‌های آهکی معمولا از نظر مقدار کل آهن دچار کمبود نیستند، اما قابلیت دسترسی آهن قابل استفاده توسط گیاه، در این خاک‌ها کم است. خاک‌های آهکی حدود یک سوم از سطح اراضی جهان را شامل می شوند و غالبا در نواحی با کمتر از ۵۰۰ میلی متر بارندگی سالانه یافت می‌شوند (۲۲). مهمترین ویژگی خاک‌های آهکی، اسیدیته زیاد (بین ۷ تا ۹) و مقدار قابل توجه کربنات‌های آزاد است (۲۱ و ۲۲). با توجه به این که بخش زیادی از گندم مصرف شده در تهیه نان در شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک و از خاک‌های آهکی حاصل می شود، کمبود آهن در این شرایط رایج است (۵).

بنابراین مصرف کود آهن در چنین شرایطی کارایی لازم را نخواهد داشت و برای برطرف کردن کمبود آهن، مصرف مقادیر زیاد

۱ – استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲ – استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
(*– نویسنده مسئول: Email: hr.eshghizadeh@cc.iut.ac.ir)
۳– استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه

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 (۲۲ و ۲۳). یکی از کارآمدترین و اقتصادی‌ترین روش‌ها جهت غلبه بر این مشکل، شناسایی و کشت ارقام متحمل به کمبود آهن 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 (۱۶). مطالعات مختلف نشان می‌دهد بین ژنوتیپ‌های گندم از نظر کارایی آهن تفاوت‌های ژنتیکی وجود دارد (۲۰). بر اساس یافته‌های برخی محققان، اصلاحات ژنتیکی در گونه‌های گیاهی مانند جودوسر، سورگوم، لوبیا، گندم و جو جهت مقابله با کمبود آهن راهکار موثری می‌باشد (۲۰). 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 موثرتر این عنصر مربوط است. به طور خلاصه، به ژنوتیپ‌هایی که ریزوسفرکاراتری برای جذب آهن و یا توان بالاتری در مصرف آهن موجود در داخل گیاه را دارند، ژنوتیپ‌های «آهن-کارا» گفته می‌شود (۱۷).

در حال حاضر گندم‌های اصلاح شده در ایران به ارقام حاصل از انتخاب گندم‌های بومی، ارقام حاصل از دورگه گیری در داخل کشور و ارقام مراکز بین‌المللی تقسیم می‌شوند (۲). ارقام با منشا بومی شامل گندم‌هایی می‌باشند که در نتیجه بررسی‌هایی در مناطق مختلف کشور و از طریق انتخاب از بین گندم‌های بومی حاصل و برای کشت به کشاورزان معرفی شده‌اند. ارقام حاصل از دورگه‌گیری بین ارقام خارجی و خارجی و همچنین ارقام خارجی و ارقام خوب ایرانی به دست آمده‌اند. ارقامی که در دورگه‌گیری‌ها بکار می‌روند، دارای صفاتی مانند کودپذیری، ارزش نانوایی بالا، مقاومت به بیماری‌ها و کارایی بالای تولید می‌باشند. پس از دورگ‌گیری و با آزمودن نتاج در ایستگاه‌های مختلف مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر در سراسر کشور، ارقام مناسب برای هر منطقه انتخاب می‌شوند. ارقام گندم مراکز بین المللی از مراکز تحقیقاتی خارج کشور وارد ایران شده و پس از آزمایش در نقاط مختلف انتخاب و به کشاورزان معرفی شده‌اند (۲). بنابراین با توجه به نقش گندم در تغذیه انسان و کمبود آهن در اکثر خاک‌های نقاط مختلف کشور، این مطالعه با هدف مقایسه عملکرد و صفات زراعی گندم‌های بهاره حاصل از انتخاب در توده‌های بومی داخل کشور، گندم‌های حاصل از دورگه گیری در داخل کشور و گندم‌های مراکز بین المللی و نیز شناسایی صفات موثر در تولید دانه این ارقام تحت شرایط متفاوت آهن خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی عملکرد دانه ارقام مختلف گندم در شرایط مختلف آهن خاک، آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۸۶ – ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی رودشت اصفهان واقع در شمال رودخانه زاینده رود (۶۵ کیلومتری شرق اصفهان و در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۹ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و۳۰ دقیقه شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۱۵۰۰ متر) انجام شد. منطقه مورد آزمایش طبق تقسیم بندی کوپن دارای اقلیم خشک بسیار گرم با تابستان‌های خشک است.

قبل از کاشت، نمونه‌های خاک سطحی (عمق صفر تا ۳۰ سانتی متر) به روش نمونه‌برداری مرکب جمع آوری شده و پس از خشک شدن در مجاورت هوا، از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. سپس برخی از خصوصیات مهم شیمیایی و فیزیکی خاک اندازه گیری شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

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

ویژگی	واحد	مقدار
pH	–	۷/۷
کربنات کلسیم	٪	۱۵
قابلیت هدایت الکتریکی	dSm^{-1}	۸/۶
کربن آلی	٪	۰/۱۴
فسفر قابل عصاره گیری به روش اولسن	$mg\ kg^{-1}$	۲۷/۵
پتاسیم قابل عصاره گیری با استات آمونیوم	$mg\ kg^{-1}$	۲۸۵
آهن قابل جذب	$mg\ kg^{-1}$	۲/۱۵
روی قابل عصاره گیری با DTPA	$mg\ kg^{-1}$	۰/۸۶
مس قابل عصاره گیری با DTPA	$mg\ kg^{-1}$	۲/۱۵
بافت خاک	–	رسی سیلتی
نیتروژن کل	٪	۰/۰۷۵

زمین محل آزمایش در سال قبل آیش بود. عملیات تهیه زمین به ترتیب شامل، شخم نیمه عمیق، دیسک و تسطیح بود. کاشت 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 متر مربع انجام شد.

ژنوتیپ‌های گندم نان مورد بررسی شامل گندم‌های بهاره حاصل از انتخاب در توده‌های بومی (روشن، طبسی، شعله، سرخ تخم)، گندم‌های حاصل از دورگه گیری در داخل کشور (کرج ۱، آزادی، قدس، مرودشت، پیشتاز، شیراز، اروند، چناب، بیات، هیرمند، بک کراس بهاره روشن، مارون، کویر، لاین ۴ شوری، لاین ۶ شوری، لاین ۹ شوری، عدل) و گندم‌های مراکز بین المللی (نیک نژاد، ۷-M-۷۹، اینیا، مغان ۲، فلات، چمران، استار، Vee-Nac، دز) بودند که به طور جداگانه در دو سطح تیمار آهن (بدون مصرف و مصرف ۲۰ کیلو گرم در هکتار آهن از منبع سکوسترین آهن ۱۳۸ با ۶ درصد آهن) به صورت آرایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. کلات آهن به وسیله‌ی دیسک به خوبی با خاک سطحی (عمق صفر تا ۳۰ سانتی متر) مخلوط شده و سایر کودها بر مبنای آزمون خاک اضافه شدند. نیتروژن به صورت اوره به مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و به صورت سرک در دو مرحله پنجه زنی و به ساقه رفتن استفاده شد. ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم قبل از کاشت به خاک اضافه شد. اندازه‌گیری صفات بر مبنای کرت با ده گیاه به‌طور تصادفی انجام شد و صفاتی همچون تعداد پنجه در بوته، ارتفاع بوته در زمان سنبله‌دهی، طول سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد کاه و شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه به عملکرد بخش هوایی گیاه) اندازه گیری شدند.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار" اس. آ. اس" نسخه ۸ مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. برای بررسی ارتباط بین صفات، ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات محاسبه شد. همبستگی فنوتیپی ناشی از اثر کلی تمام عوامل محیطی است، که دو صفت را به طور مشابه و یا متفاوت تحت تأثیر قرار می‌دهند.

نتایج

ارقام حاصل از انتخاب در گندم‌های بومی

نتایج این بررسی نشان داد که در ارقام گندم بومی کشور در بین صفات مورد بررسی، عملکرد دانه در هکتار و تعداد پنجه بیشترین ضریب تنوع (به ترتیب ۱۷/۲ و ۱۳/۰) را در شرایط عدم کوددهی آهن داشت. عملکرد دانه در هکتار از ۳۵۸۳ کیلوگرم در رقم شعله تا ۵۳۶۱ کیلوگرم در رقم سرخ تخم و تعداد پنجه در بوته از ۴/۳۰ در رقم طبسی تا ۵/۹۰ عدد در رقم شعله متغیر بود (جدول ۲). در شرایط کمبود آهن، در میان صفات مورد بررسی، کمترین تنوع در ارتفاع بوته (۳/۴۳) و طول سنبله (۴/۱۳) مشاهده شد. کمترین و بیشترین ارتفاع بوته و طول سنبله به ترتیب متعلق به رقم‌های سرخ تخم و شعله بود (جدول ۲).

در شرایط کوددهی آهن نیز عملکرد دانه در هکتار (۱۷/۶) و تعداد پنجه (۱۲/۰) بیشترین ضریب تنوع را دارا بودند و ارقام روشن و سرخ تخم به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). تعداد پنجه در بوته رقم روشن در مقایسه با رقم سرخ تخم حدود ۲۲ درصد کمتر بود. کمترین و بیشترین طول سنبله با ضریب تنوع ۲/۷۳ به ترتیب در ارقام سرخ تخم و طبسی مشاهده شد.

در ارقام حاصل از انتخاب در گندم‌های بومی، در شرایط کمبود آهن، بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته همبستگی منفی و معنی داری (r^2=-۰/۶۴*) مشاهده شد (جدول ۳). همچنین بین طول سنبله گندم‌های با منشا بومی با عملکرد دانه، همبستگی منفی معنی‌داری (r^2=-۰/۶۵*) وجود داشت. در شرایط عدم کوددهی آهن، وزن هزار دانه نقش مهمی (r^2=۰/۶۱*) در تولید عملکرد دانه داشت. شاخص برداشت با ارتفاع بوته، همبستگی منفی و معنی دار (r^2=-۰/۷۱*) و با عملکرد دانه، همبستگی مثبت و معنی دار (r^2=۰/۸۰**) داشت (جدول ۳). در شرایط کوددهی آهن، روند همبستگی صفات در ارقام حاصل از انتخاب در گندم‌های بومی متفاوت از شرایط عدم کوددهی بود، به گونه ای که هیچ یک از صفات مورد مطالعه بجز ارتفاع بوته (r^2=-۰/۶۴*)، با عملکرد دانه همبستگی معنی دار نداشتند. ارتباط معنی دار شاخص برداشت با عملکرد دانه نیز مثبت و معنی دار (r^2=۰/۸۶**) بود (جدول ۳).

ارقام گندم حاصل از دورگه‌گیری در داخل کشور

در ارقام حاصل از دورگه‌گیری در داخل کشور، در شرایط عدم کوددهی آهن در خاک، بین صفات مورد بررسی، عملکرد دانه در هکتار، تعداد پنجه و عملکرد کاه بیشترین ضرایب تنوع را دارا بودند. در شرایط عدم کوددهی تفاوت بیشترین عملکرد دانه در هکتار در رقم قدس با کمترین مقدار در رقم چناب، حدود ۴۸ درصد بود (جدول۴). تعداد پنجه در بوته از ۳/۱۰ در رقم قدس با حدود ۴۹ درصد افزایش به ۶/۱۰ عدد در بوته‌های رقم مارون رسید. تفاوت کمترین عملکرد کاه با ضریب تنوع ۱۷/۸ در رقم هیرمند نسبت به رقم قدس حدود ۴۱ درصد بود. در میان صفات مورد بررسی تحت این شرایط کمترین تنوع در شاخص برداشت (۶/۴۷) و طول سنبله (۸/۳۶) مشاهده شد (جدول ۴).

جدول۲- ضریب تنوع، دامنه تغییرات صفات مورد مطالعه و ژنوتیپ‌های با کمینه و بیشینه مقدار صفات ارقام حاصل از انتخاب در گندم‌های بومی در شرایط مختلف آهن خاک

وضعیت آهن خاک	صفات	میانگین	ضریب تنوع (%)	دامنه		ژنوتیپ	
				کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه
عدم کودهی	تعداد پنجه	۵/۰۷	۱۳/۰	۴/۳۰	۵/۹۰	طبسی	شعله
	ارتفاع	۸۸/۴	۳/۴۳	۸۴/۳	۹۱/۳	سرخ تخم	شعله
	طول سنبله	۹۱/۰	۴/۱۳	۸۷/۰	۹۵/۳	سرخ تخم	شعله
	سنبله در متر مربع	۴۴۲	۱۱/۰	۳۹۰	۴۸۷	شعله	روشن
	وزن هزار دانه	۴۱/۱	۷/۱۲	۳۷/۰	۴۳/۹	شعله	طبسی
	عملکرد دانه	۴۳۹۹	۱۷/۲	۳۵۸۳	۵۳۶۱	شعله	سرخ تخم
	عملکرد کاه	۱۰۹۳۵	۹/۳۲	۹۶۰۱	۱۲۰۴۶	روشن	طبسی
	شاخص برداشت	۲۸/۶	۱۱/۱	۲۴/۹	۳۲/۳	شعله	سرخ تخم
کوددهی آهن	تعداد پنجه	۵/۳۲	۱۲/۰	۴/۷۰	۶/۱۰	روشن	سرخ تخم
	ارتفاع	۸۷/۶	۶/۳۶	۸۰/۰	۹۲/۷	سرخ تخم	شعله
	طول سنبله	۹۳/۶	۲/۷۳	۹۰/۰	۹۶/۰	سرخ تخم	طبسی
	سنبله در متر مربع	۴۸۱	۶/۳۶	۴۳۶	۵۰۰	سرخ تخم	طبسی
	وزن هزار دانه	۴۰/۳	۴/۶۸	۳۸/۰	۴۲/۶	شعله	طبسی
	عملکرد دانه	۴۶۳۱	۱۷/۶	۳۷۸۷	۵۷۵۴	روشن	سرخ تخم
	عملکرد کاه	۱۰۹۴۳	۶/۲۵	۱۰۰۴۲	۱۱۶۸۵	روشن	سرخ تخم
	شاخص برداشت	۲۹/۶	۸/۳۱	۲۷/۳	۳۳/۱	روشن	سرخ تخم

جدول۳- ضرایب همبستگی ساده بین صفات در ارقام حاصل از انتخاب در گندم‌های بومی

ردیف	صفت	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸
۱	تعداد پنجه	۱	-۰/۴۴^{ns}	-۰/۱۴^{ns}	-۰/۳۰^{ns}	-۰/۲۸^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۳۴^{ns}	۰/۴۹^{ns}
۲	ارتفاع	۰/۰۵^{ns}	۱	۰/۵۹*	۰/۶۰*	-۰/۱۰^{ns}	-۰/۴۷^{ns}	-۰/۶۴*	-۰/۴۴^{ns}
۳	طول سنبله	۰/۲۸^{ns}	۰/۳۵^{ns}	۱	۰/۶۶*	۰/۲۴^{ns}	-۰/۴۶^{ns}	-۰/۳۴^{ns}	۰/۱۵^{ns}
۴	سنبله در متر مربع	-۰/۵۰^{ns}	۰/۰۵^{ns}	-۰/۰۳^{ns}	۱	۰/۲۱^{ns}	-۰/۵۲^{ns}	-۰/۴۵^{ns}	۰/۰۳^{ns}
۵	وزن هزار دانه	-۰/۵۲^{ns}	-۰/۱۴^{ns}	-۰/۴۲^{ns}	۰/۶۳*	۱	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۷^{ns}	-۰/۰۰^{ns}
۶	عملکرد دانه	-۰/۲۱^{ns}	-۰/۶۴*	-۰/۶۵*	-۰/۰۲^{ns}	۰/۶۱*	۱	۰/۵۱^{ns}	۰/۸۶**
۷	عملکرد کاه	۰/۱۹^{ns}	۰/۲۷^{ns}	-۰/۳۶^{ns}	-۰/۱۵^{ns}	۰/۲۷^{ns}	-۰/۴۷^{ns}	۱	۰/۰۲^{ns}
۸	شاخص برداشت	-۰/۰۹^{ns}	-۰/۷۱**	-۰/۳۵^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۰/۴۱^{ns}	۰/۸۰**	۰/۱۳^{ns}	۱

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

اعداد بالای قطر مربوط به کوددهی آهن و اعداد زیر قطر مربوط عدم کوددهی آهن می‌باشند.

در شرایط کوددهی آهن نیز عملکرد دانه در هکتار (۱۷/۰)، عملکرد کاه (۱۴/۵) و تعداد پنجه (۱۳/۵) بیشترین ضرایب تنوع را دارا بودند و تفاوت بیشترین و کمترین عملکرد دانه در هکتار به ترتیب در ارقام قدس و چناب حدود ۲۴۴۰ کیلوگرم و تفاوت بیشترین و کمترین عملکرد کاه در هکتار به ترتیب در ارقام عدل و مارون حدود ۵۰۶۲ کیلوگرم بود (جدول ۴). همچنین تفاوت کمترین تعداد پنجه در بوته

(رقم قدس) نسبت به بیشترین تعداد (رقم اروند) حدود ۴۵ درصد بود. کمترین و بیشترین طول سنبله با ضریب تنوع ۷/۵۳ به ترتیب در ارقام مرودشت و شیراز مشاهده شد (جدول ۴).

نتایج این بررسی همچنین نشان داد که در شرایط عدم کوددهی همبستگی مثبت و متوسطی (r^2=۰/۵۸**) بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته ارقام حاصل از دورگه‌گیری در داخل کشور مشاهده شد (جدول ۵). همچنین ارتباط مثبت تعداد سنبله در متر مربع با عملکرد دانه قوی و در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (r^2=۰/۶۵*). در شرایط عدم کوددهی آهن بین عملکرد کاه و ارتفاع بوته همبستگی قوی (r^2=۰/۶۱**)، طول سنبله همبستگی ضعیف (r^2=۰/۲۹*) و سنبله در متر مربع همبستگی متوسط (r^2=۰/۴۶*) وجود داشت. در شرایط کوددهی همبستگی ارتفاع بوته و تعداد سنبله در متر مربع با عملکرد دانه به ترتیب با ضرایب ۰/۴۸ و ۰/۶۱ در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۵).

جدول ٤- ضریب تنوع، دامنه تغییرات صفات مورد مطالعه و ژنوتیپ‌های با کمینه و بیشینه میزان صفات ارقام گندم حاصل از دورگ‌گیری در داخل کشور در شرایط مختلف آهن خاک

وضعیت آهن خاک	صفات	میانگین	ضریب تنوع (٪)	دامنه		ژنوتیپ	
				کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه
بدون کوددهی	تعداد پنجه	۴/۸۷	۱۸/۵	۳/۱۰	۶/۱۰	قدس	مارون
	ارتفاع	۷۶/۲	۱۱/۳	۶۳/۷	۹۹/۷	کویر	کرج۱
	طول سنبله	۹۲/۹	۸/۳۶	۷۹/۰	۱۰۸	پیشتاز	شیراز
	سنبله در متر مربع	۴۶۶	۱۴/۱	۳۵۲	۵۶۸	کویر	پیشتاز
	وزن هزار دانه	۳۷/۲	۸/۷۰	۳۱/۹	۴۱/۸	مرودشت	لاین ۶ شوری
	عملکرد دانه	۴۵۷۳	۱۹/۹	۳۱۲۰	۶۰۴۱	چناب	قدس
	عملکرد کاه	۸۸۶۱	۱۷/۸	۶۳۲۵	۱۰۷۰۸	هیرمند	قدس
	شاخص برداشت	۳۴/۰	۶/۴۷	۳۰/۷	۳۸/۳	چناب	پیشتاز
کوددهی آهن	تعداد پنجه	۴/۹۶	۱۳/۵	۳/۴۰	۶/۲۰	قدس	اروند
	ارتفاع	۷۶/۶	۱۰/۳	۶۸/۳	۹۵/۷	پیشتاز	کرج۱
	طول سنبله	۹۵/۸	۷/۵۳	۸۳/۰	۱۰۸	مرودشت	شیراز
	سنبله در متر مربع	۴۷۸	۱۱/۲	۳۶۰	۵۸۸	هیرمند	شیراز
	وزن هزار دانه	۳۷/۴	۹/۶۲	۳۱/۱	۴۲/۸	مرودشت	لاین ۶ شوری
	عملکرد دانه	۴۶۷۹	۱۷/۰	۳۴۲۱	۵۸۶۱	چناب	قدس
	عملکرد کاه	۹۳۵۰	۱۴/۵	۶۷۵۸	۱۱۸۲۰	مارون	عدل
	شاخص برداشت	۳۳/۴	۷/۶۹	۲۶/۵	۳۷/۷	چناب	شیراز

جدول۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات در گندم‌های حاصل از دورگ‌گیری در داخل کشور

ردیف	صفت	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸
۱	تعداد پنجه	۱	-۰/۱۲^{ns}	۰/۱۰^{ns}	-۰/۰۵^{ns}	۰/۱۹^{ns}	-۰/۱۳^{ns}	-۰/۰۳^{ns}	-۰/۰۶^{ns}
۲	ارتفاع	-۰/۱۳^{ns}	۱	۰/۲۵^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۰/۴۸**	۰/۴۲**	۰/۱۲^{ns}
۳	طول سنبله	۰/۰۸^{ns}	۰/۳۰*	۱	۰/۳۵*	۰/۱۳^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۱۵^{ns}
۴	سنبله در متر مربع	-۰/۳۴*	۰/۴۱**	۰/۱۴^{ns}	۱	۰/۱۲^{ns}	۰/۶۱**	۰/۳۱*	۰/۲۹*
۵	وزن هزار دانه	۰/۳۷**	۰/۱۷^{ns}	۰/۳۱*	-۰/۰۷^{ns}	۱	۰/۱۶^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۰۹^{ns}
۶	عملکرد دانه	-۰/۰۸^{ns}	۰/۵۸**	۰/۲۱^{ns}	۰/۶۵*	۰/۲۰^{ns}	۱	۰/۳۹**	۰/۵۹**
۷	عملکرد کاه	-۰/۰۸^{ns}	۰/۶۱**	۰/۲۹*	۰/۴۶*	۰/۳۰*	۰/۶۱**	۱	-۰/۴۹**
۸	شاخص برداشت	۰/۰۰^{ns}	۰/۰۲^{ns}	-۰/۱۰^{ns}	۰/۲۷^{ns}	-۰/۰۵^{ns}	۰/۵۲**	-۰/۳۵**	۱

ns، * و **- به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

اعداد بالای قطر مربوط به تیمار کوددهی آهن و اعداد زیر قطر مربوط تیمار بدون کوددهی آهن می‌باشند.

ارقام گندم مراکز بین‌المللی

در ارقام گندم مراکز بین‌المللی، در شرایط بدون کوددهی آهن، بین صفات مورد بررسی، عملکردهای دانه و کاه در هکتار بیشترین ضرایب تنوع (به ترتیب برابر با ۲۲/۳ و ۱۹/۹) را دارا داشت. در شرایط بدون کوددهی، تفاوت بیشترین عملکرد دانه در هکتار (در رقم دز) با کمترین مقدار (در رقم فلات) حدود ۵۳ درصد بود (جدول ۶). تفاوت کمترین عملکرد کاه با ضریب تنوع ۱۹/۹ در رقم فلات در مقایسه با رقم دز، حدود ۴۹۰۷ کیلوگرم در هکتار بود. در میان صفات مورد بررسی تحت این شرایط، کمترین تنوع در وزن هزار دانه (۶/۳۶) و ارتفاع (۷/۰۴) مشاهده شد (جدول ۶).

در شرایط کوددهی آهن نیز عملکرد دانه در هکتار (۲۰/۸) بیشترین ضریب تنوع را دارا بود و تفاوت بیشترین و کمترین عملکرد دانه در هکتار به ترتیب در ارقام دز و فلات، حدود ۲۷۵۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶). همچنین تفاوت کمترین عملکرد کاه (در رقم فلات) در مقایسه با بیشترین عملکرد (در رقم دز) حدود ۳۵ درصد بود. وزن هزاردانه و ارتفاع به ترتیب با حدود ۵/۱۶ و ۵/۹۲، کمترین ضرایب تنوع را در بین صفات مورد مطالعه در ارقام گندم مراکز بین‌المللی تحت شرایط کوددهی آهن خاک داشتند (جدول ۶).

در شرایط بدون کوددهی آهن، تعداد سنبله در متر مربع (r^2=۰/۷۲**) و وزن هزار دانه (r^2=۰/۵۰**) نقش عمده ای در ایجاد عملکرد دانه داشتند. این روند با ضریب همبستگی پایین تر (r^2=۰/۴۰**) برای این دو صفت در شرایط کوددهی آهن نیز مشاهده شد (جدول ۷). در شرایط بدون کودهی آهن، تعداد سنبله در متر مربع همبستگی ضعیفی (r^2=۰/۴۰*) با عملکرد کاه داشت در حالی که در شرایط کوددهی آهن، ارتفاع بوته (r^2=۰/۵۱**) و طول سنبله (r^2=۰/۴۶**) نقش برجسته تری در تولید کاه داشتند (جدول۷).

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در جداول ۸، ۹ و ۱۰ خلاصه شده‌اند. کوددهی آهن در خاک با افزایش حدود ۲/۹۵ میلیمتری طول سنبله و نیز افزایش حدود ۴۶۹ کیلوگرمی وزن کاه، تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر این صفات داشت. اثر روش اصلاح ارقام گندم بر تمام صفات مورد بررسی به جز تعداد پنجه، طول سنبله و تعداد سنبله در متر مربع در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. این بدان معنا است که تنوع ژنتیکی مطلوبی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر اغلب صفات وجود داشت (جدول ۸). همچنین در شرایط بدون کوددهی آهن، تعداد پنجه در گندم‌های بومی بیشتر از گندم‌های حاصل از دورگه‌گیری در داخل کشور و ارقام گندم مراکز بین‌المللی بود (جدول ۹). این در حالی است که در شرایط کوددهی آهن، تعداد پنجه ارقام گندم مراکز بین‌المللی با افزایش حدود ۵ درصدی، به تعداد پنجه ارقام گندم بومی نزدیک شد (جدول ۹).

جدول۶- ضریب تنوع، دامنه تغییرات صفات مورد مطالعه و ژنوتیپ‌های با کمینه و بیشینه مقدار صفات در ارقام گندم مراکز بین‌المللی در شرایط مختلف آهن خاک

وضعیت آهن خاک	صفات	میانگین	ضریب تنوع (٪)	دامنه		ژنوتیپ	
				کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه
بدون کودهی	تعداد پنجه	۴/۹۵	۷/۶۷	۴/۴۰	۵/۶۰	نیک نژاد	Vee-Nac
	ارتفاع	۶۸/۶	۷/۰۴	۵۸/۷	۷۳/۰	Vee-Nac	نیک نژاد
	طول سنبله	۹۰/۱	۸/۴۵	۸۰/۷	۱۰۵	مغان۲	M-۷-۷۹
	سنبله در متر مربع	۴۶۱	۱۱/۶	۳۸۹	۵۳۱	چمران	Vee-Nac
	وزن هزار دانه	۳۴/۹	۶/۳۶	۳۱/۴	۳۸/۵	نیک نژاد	استار
	عملکرد دانه	۴۰۱۹	۲۲/۳	۲۶۸۵	۵۶۹۹	فلات	دز
	عملکرد کاه	۷۸۵۳	۱۹/۹	۵۸۳۴	۱۰۷۴۱	فلات	دز
	شاخص برداشت	۳۳/۹	۹/۵۵	۲۹/۷	۳۹/۲	اینیا	Vee-Nac
کوددهی آهن	تعداد پنجه	۵/۲۱	۸/۸۳	۴/۴۰	۵/۷۰	مغان۲	چمران
	ارتفاع	۷۰/۴	۵/۹۲	۶۲/۳	۷۵/۰	Vee-Nac	دز
	طول سنبله	۹۳/۳	۸/۳۱	۸۳/۷	۱۰۸	مغان۲	M-۷-۷۹
	سنبله در متر مربع	۴۷۴	۱۰/۱	۴۰۴	۵۳۱	مغان۲	چمران
	وزن هزار دانه	۳۴/۷	۵/۱۶	۳۲/۶	۳۸/۳	نیک نژاد	استار
	عملکرد دانه	۴۲۴۵	۲۰/۸	۲۷۶۸	۵۵۱۸	فلات	دز
	عملکرد کاه	۸۴۹۰	۱۲/۷	۶۷۷۳	۱۰۳۶۱	فلات	دز
	شاخص برداشت	۳۳/۲	۱۱/۱	۲۷/۳	۳۷/۵	اینیا	Vee-Nac

جدول۷- ضرایب همبستگی ساده بین صفات در ارقام گندم مراکز بین‌المللی

ردیف	صفت	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸
۱	تعداد پنجه	۱	۰/۲۱^{ns}	۰/۲۹*	۰/۰۸^{ns}	۰/۰۶^{ns}	-۰/۱۵^{ns}	۰/۲۱^{ns}	-۰/۳۲*
۲	ارتفاع	-۰/۱۱^{ns}	۱	۰/۵۷**	-۰/۰۰^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۵۱**	-۰/۱۷^{ns}
۳	طول سنبله	-۰/۰۶^{ns}	۰/۳۵^{ns}	۱	۰/۲۴^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۴۶**	-۰/۱۸^{ns}
۴	سنبله در متر مربع	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۱	۰/۲۶^{ns}	۰/۴۰**	۰/۲۹*	۰/۲۵^{ns}
۵	وزن هزار دانه	۰/۰۱^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۱	۰/۴۰**	۰/۰۶^{ns}	۰/۳۷**
۶	عملکرد دانه	۰/۰۷^{ns}	۰/۳۰^{ns}	۰/۲۷^{ns}	۰/۷۲**	۰/۵۰**	۱	۰/۳۳*	۰/۸۱**
۷	عملکرد کاه	-۰/۰۶^{ns}	۰/۳۸^{ns}	۰/۳۴^{ns}	۰/۴۰*	۰/۳۱^{ns}	۰/۵۳**	۱	-۰/۲۷*
۸	شاخص برداشت	۰/۱۴^{ns}	-۰/۰۴^{ns}	-۰/۰۲^{ns}	۰/۳۴^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۵۲**	-۰/۴۴*	۱

ns، * و **- به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

اعداد بالای قطر مربوط به تیمار کوددهی آهن و اعداد زیر قطر مربوط تیمار بدون کوددهی آهن می‌باشند.

در شرایط بدون کوددهی و کوددهی آهن، ارتفاع ارقام گندم بومی بیشتر از گندم‌های حاصل از دورگه‌گیری در داخل کشور و ارقام گندم مراکز بین‌المللی بود (جدول ۹). طول سنبله تحت شرایط مختلف آهن خاک در گندم‌های دورگه بیشتر از سایر گندم‌ها بود. کوددهی آهن باعث افزایش حدود ۲/۵، ۳/۱ و ۳/۲ میلیمتری طول سنبله به ترتیب در ارقام گندم بومی، گندم‌های حاصل از دورگه‌گیری در داخل کشور و مراکز بین المللی شد (جدول ۹). همچنین در شرایط بدون کوددهی و کوددهی آهن، وزن هزار دانه ارقام گندم بومی بیشتر از گندم‌های حاصل از دورگه‌گیری در داخل کشور و هر دو بیش از ارقام گندم مراکز بین‌المللی بود (جدول ۹).

تحت شرایط بدون کوددهی آهن، عملکرد دانه ارقام دورگه داخلی بیش از ارقام بومی بود ولی این تفاوت در شرایط کوددهی آهن بسیار ناچیز بود. عملکرد دانه ارقام مراکز بین المللی تحت شرایط بدون کوددهی و کوددهی آهن کمتر از سایر ارقام بود (جدول ۱۰). در هر دو تیمار آهن، عملکرد کاه ارقام بومی بیش از سایر ارقام بود. در شرایط بدون کوددهی، عملکرد کاه ارقام گندم با منشا بومی به ترتیب حدود ۱۸ و ۲۸ درصد بیش از ارقام دورگه و مراکز بین المللی بود. چنین روندی در شرایط کوددهی آهن نیز قابل مشاهده بود، اگرچه تفاوت‌ها کمتر از تیمار بدون کوددهی بود. همچنین نتایج نشان داد که عملکرد کاه ارقام با منشا بومی حدود ۱۴ درصد بیش از ارقام دورگه و حدود ۲۲ درصد بیش از ارقام بین المللی بود. همچنین شاخص برداشت در ارقام گندم با منشا بومی کمتر از سایر ارقام بود (جدول ۱۰).

بحث

به طور کلی یکی از موارد مهم در اصلاح گیاهان زراعی، شناسایی میزان تنوع صفات مورد نظر در بین جمعیت آنها می‌باشد (۳، ۱۶ و ۲۰). از سوی دیگر، بیشتر زمین‌های زیر کشت گندم در ایران دارای خاک آهکی و با شوری متوسط تا زیاد هستند که این موضوع باعث عدم دسترسی به عناصر غذایی، بویژه عناصر کم‌مصرف نظیر آهن می‌شود (۴). این موضوع با توجه به نقش عنصر آهن در فعالیت‌های فیزیولوژیکی، پویایی مواد ذخیره ای، واکنش‌های سوخت و سازی مربوط به انتقال انرژی، نمو کلروپلاست، سوخت و ساز نیتروژن و توزیع و ذخیره آهن، مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته اما به طور کامل شناخته نشده است (۸ و ۱۷).

جدول ۸- مقادیر درجه آزادی و سطح احتمال معنی دار بودن برخی ویژگی‌های گندم‌های بهاره اصلاح شده در ایران تحت شرایط مختلف آهن خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد پنجه	ارتفاع	طول سنبله	سنبله در متر مربع	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد کاه	عملکرد شاخساره	شاخص برداشت
					Pr > F					
کوددهی		NS	NS	*	NS	NS	NS	*	NS	NS
روند اصلاح		NS	**	NS	NS	**	**	**	**	**
کوددهی× روند صلاح		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

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

جدول ۹- مقایسه میانگین‌های تعداد پنجه، ارتفاع، طول سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه گندم‌های بهاره اصلاح شده در ایران تحت شرایط مختلف آهن خاک

وضعیت آهن خاک	روند اصلاح گندم	تعداد پنجه	ارتفاع (cm)	طول سنبله (cm)	تعداد سنبله در متر مربع	وزن هزار دانه (g)
بدون کوددهی	بومی	۵/۰۶±۰/۹۰	۸۸/۵±۴/۲۹	۹۱/۱±۴/۴۸	۴۴۲±۴۷	۴۱/۱±۲/۹۴
	دورگ داخلی	۴/۸۸±۱/۲۰	۷۶/۲±۸/۹۰	۹۲/۹±۷/۹۹	۴۶۶±۶۷	۳۷/۲±۳/۴۳
	مراکز بین المللی	۴/۹۶±۰/۸۲	۶۸/۶±۵/۸۱	۹۰/۱±۷/۷۴	۴۶۱±۵۴	۳۵/۰±۲/۳۵
کوددهی	بومی	۵/۳۳±۱/۰۰	۸۷/۶±۵/۶۶	۹۳/۶±۳/۹۸	۴۸۱±۴۳	۴۰/۳±۲/۰۸
	دورگ داخلی	۴/۹۶±۱/۰۱	۷۶/۶±۸/۱۲	۹۵/۸±۷/۷۴	۴۷۸±۵۶	۳۷/۴±۳/۸۱
	مراکز بین المللی	۵/۲۱±۱/۰۵	۷۰/۴±۴/۶۱	۹۳/۳±۸/۰۹	۴۷۵±۵۱	۳۴/۷±۲/۱۸

جدول۱۰- مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه، عملکرد کاه، عملکرد شاخساره و شاخص برداشت در گندم‌های بهاره اصلاح شده در ایران تحت شرایط مختلف آهن خاک

وضعیت آهن خاک	روند اصلاح گندم	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد کاه (kg/ha)	عملکرد شاخساره (kg/ha)	شاخص برداشت (٪)
بدون کوددهی	بومی	۴۳۹۹±۷۷۹	۱۰۹۳۵±۱۲۲۶	۱۵۳۳۵±۱۵۴۰	۲۸/۶±۴/۱۰
	دورگ داخلی	۴۵۷۳±۱۰۲۶	۸۸۶۱±۱۸۲۳	۱۳۴۳۵±۲۵۷۸	۳۴/۱±۴/۵۵
	مراکز بین المللی	۴۰۱۹±۹۷۵	۷۸۵۳±۱۸۱۲	۱۱۸۷۳±۲۴۷۱	۳۳/۹±۵/۴۳
کوددهی	بومی	۴۶۳۱±۷۹۹	۱۰۹۴۳±۹۹۵	۱۵۵۷۵±۱۵۶۵	۲۹/۶±۲/۹۷
	دورگ داخلی	۴۶۷۹±۸۷۱	۹۳۵۰±۱۶۳۴	۱۴۰۲۹±۲۱۳۴	۳۳/۴±۴/۴۴
	مراکز بین المللی	۴۲۴۵±۹۴۷	۸۴۹۰±۱۴۳۱	۱۲۷۳۵±۲۰۱۲	۳۳/۲±۵/۲۰

آهن همچنین در ساخت و فعالیت تعدادی از آنزیم‌ها و عوامل کاهنده فرآیندهای اصلی مربوط به سوخت و ساز گیاه شامل: فتوسنتز، تنفس، حفاظت سلولی، تثبیت نیتروژن و بسیاری از روابط دیگر به عنوان «عامل همراه» نقش کلیدی ایفاء می‌کند (۷). با توجه به نتایج بدست آمده از این بررسی (جداول ۲، ۴ و ۶) به نظر می‌رسد، تحت شرایط کمبود و کوددهی آهن در خاک، تنوع لازم بین گندم‌های بهاره اصلاح شده در ایران وجود داشته و این امر می تواند در برنامه‌های آتی اصلاح گندم برای کشت در شرایط مختلف آهن خاک موثر باشد. در بین ارقام حاصل از انتخاب در توده‌های بومی، رقم سرخ تخم تحت شرایط متفاوت آهن خاک بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۲) که به نظر می‌رسد کارآیی تولید دانه آن، تحت شرایط کمبود آهن مناسب است. بر این اساس می توان اینگونه نتیجه گیری کرد که با شناخت دقیق ویژگی های ژنتیکی رقم سرخ تخم و استفاده از آن در فرآیند به نژادی گندم، برای رسیدن به ارقامی از گندم با کارایی زیاد استفاده از آهن، به ویژه در مناطقی از کشور که دارای خاک‌های آهکی و شور هستند، می تواند منجر به افزایش تولید این محصول شود. متأسفانه در بیشتر مواقع عدم شناخت بهره برداران و کارشناسان در بخش کشاورزی از اینگونه روابط (برای مثال جلوگیری از جذب عناصر کم نیاز در خاک های شور و آهکی) باعث توصیه‌های اشتباهی از نظر مصرف کودهای شیمیایی شده است که این مسئله علاوه بر تخریب بافت خاک به علت اثرات طولانی مدت مصرف نادرست این کودها، منجر به افزایش آلودگی های زیست محیطی شده است. بنابراین اصلاح ارقامی از گندم با کارایی زیاد جذب و استفاده از عناصر کم نیاز، منجر به کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی می شود (۱۲). نتایج این مطالعه همچنین نشان داد، در ارقامی با منشا بومی ارتفاع و طول سنبله، با عملکرد دانه همبستگی منفی داشت (جدول ۳). این نتایج با در نظر گرفتن تاریخچه اصلاح گندم که با کاهش ارتفاع بوته و معرفی ارقام نیمه پاکوتاه و پاکوتاه، و در پی آن بهبود عملکرد دانه همراه بوده است، همخوانی دارد (۳ و ۱۶). چرا که در بیشتر فرآیندهای به نژادی برای رسیدن به عملکرد بیشتر، اکثر صفات ژنتیکی بوم سازگار، به علت عدم شناخت کافی از این ویژگی های ژنتیکی از ژنوم گیاه حذف شده است، پس امروزه با افزایش نگرانی‌های ناشی از تخریب محیط زیست، شناخت بیشتر این صفات و وارد کردن دوباره آنها به ساختار ژنتیکی گیاه، گامی موثر در رسیدن به سیستم های پایدار تولید غذا می باشد (۱۲).

در بین گندم‌های حاصل از دورگ گیری در داخل کشور، رقم قدس با عملکرد دانه حدود ۶۰۴۱ گیلوگرم در هکتار در شرایط کمبود آهن، بیشترین تحمل به کمبود آهن را داشت (جدول ۴). در این گروه از ارقام، ارتفاع گیاه نقش مهمی در تولید دانه تحت شرایط مختلف

آهن خاک داشت (جدول ۵). ارتفاع گیاه یکی از ویژگی مهم در بهبود توزیع سطح برگ در پروفیل کانوپی و بنابراین جذب و کارایی بیشتر نور و در نهایت عملکرد بالاتر می باشد که این موضوع با توجه به افزایش شاخص سطح برگ ارقام اصلاح شده و بهبود ساختار فضایی آنها قابل توجیه است (۳ و ۱۶). در ارقام مراکز بین المللی نیز رقم دز به کمبود آهن متحمل تر بود. همچنین در این گروه از گندم‌ها، تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه (جدول ۷) نقش عمده‌ای در عملکرد دانه تولیدی داشتند. این روند نیز با نحوه اصلاح گندم در جهان از طریق افزایش سنبله‌های بارور همخوانی داشت (۳).

نتایج مطالعه روند اصلاح گندم‌های بهاره در ایران که در جدول ۸ آمده است، حاکی از تاثیر روند اصلاحی بر ارتفاع بوته و وزن هزار دانه این ارقام است که در پی آن، عملکردهای بیولوژیک، اقتصادی و شاخص برداشت را نیز متاثر می‌سازد (جدول ۸). به طور نسبی، ارتفاع گیاه در ارقامی با منشا بومی بیش از دورگه‌های داخلی و ارقام بین المللی بود (جدول ۹). نکته حایز اهمیت، عملکرد دانه بیشتر ارقام با منشا بومی و دورگه‌های داخلی نسبت به گروه دیگر است که نشان دهنده‌ی سازگاری بهتر و گزینش مناسب تر ارقام برای کشت در کشور است. از سوی دیگر، عملکرد کاه ارقام بومی در شرایط متفاوت آهن خاک، بیش از سایر گروه‌ها بود. همچنین کودپذیری آهن ارقام دورگه داخلی و ارقام بین‌المللی در تولید کاه بیش از ارقام بومی بود (جدول۱۰). این نتیجه با توجه به اصلاح ارقام جدید گندم جهت تولید بیشتر در شرایط پرنهاده قابل توجیه است (۳ و ۲۰). یکی دیگر از ویژگی های موثر بر جذب عناصر کم نیاز توسط گیاه، برهمکنش آنها با دیگر عناصر خاک همچون نیتروژن می باشد (۱۰). این موضوع با توجه به افزایش قابلیت کود پذیری ارقام گندم در فرآیند اصلاحی طی تاریخ، بسیار مهم می باشد. چندل و همکاران (۱۰) در بررسی خود گزارش کردند که ارقام اصلاحی برنج با قابلیت کود پذیری بالا از نظر میزان عناصر کم نیازی همچون آهن و روی در دانه خود در شرایط مصرف کود نیتروژن در مقایسه با عدم مصرف این کود، تفاوت معنی داری نداشتند. بر این اساس به نظر می رسد ارقامی با قابلیت کود پذیری زیاد، از کارایی مصرف بالای از نظر عناصر کم نیاز برخوردار باشند (۹). شاخص برداشت دورگه‌های داخلی تحت شرایط متفاوت آهن خاک بیش از سایر گروه‌ها بود (جدول۱۰).

به طور کلی به نظر می‌رسد که تحت شرایط این آزمایش، کاربرد کود کلات آهن از نوع سکوسترین ۱۳۸ با خلوص ۶ درصد، تاثیر چشمگیری بر عملکرد و اجزای عملکرد سه گروه ارقام گندم بهاره حاصل از روند متفاوت اصلاحی در کشور نداشته است. ولی تاثیر کوددهی آن بر عملکرد کاه ارقام بویژه در دورگه‌های داخلی بیشتر بوده است. با این حال انجام آزمایش‌های تکمیلی جهت ارزیابی کیفی دانه و کاه تولیدی ارقام در شرایط متفاوت آهن خاک ضروری است.

منابع

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

۲- بی نام. ۱۳۸۸. شبکه اطلاع رسانی گندم ایران، وزارت جهاد کشاورزی. قابل دسترس در نشانی الکترونیکی http://www.iranwheat.ir/

۳- رحیمیان، ح.، ع. کوچکی، و ا. زند. ۱۳۷۷. تکامل، سازگاری و عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات نشر آموزش کشاورزی.

۴- عشقی زاده، ح.، ا. ح. خوشگفتارمنش، ع. اشرفی، ا. ح. معلم، ن. پورسخی، ن. پورقاسمیان، ا. میلادی و م. گرجی. ۱۳۸۷. آهن کارایی تعدادی از محصولات زراعی در محیط کشت محلول. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ویژه نامه علوم و فنون آب، خاک و منابع طبیعی، سال دوازدهم، شماره چهل وششم، صص ۶۵۵ تا ۶۶۷.

۵- ملکوتی، م. ج.، غ. ر. ثواقبی، م. ر. بلالی. ۱۳۷۸.بررسی اثرات عناصر ریز مغذی در غنی سازی آردوسبوس گندم و کاهش اسید فیتیک به منظور ارتقاءسلامتی جامعه. مجله آب و خاک.۱۲(۶): ۱۷۷–۱۸۵ .

6- Banerjee, S., A. Farhana, N. Z. Ehtesham, and S. E. Hasnain. 2011. Iron acquisition, assimilation and regulation in mycobacteria. Infection, Genetics and Evolution, 11: 825-838.

7- Bennett, J. H., E. H. Lee, D. T. Kirzek, R. A. Olsen, and J. C. Brown. 1982. Photochemical reduction of iron. II. Plant related factors. J. Plant Nutr. 5: 335-344.

8- Bennett, J. H., R. A. Olsen, and R. B. Clark. 1982. Modification of soil fertility by plant roots: Iron stress-response mechanism. What's New in Plant Physiol. 13(1):1- 4.

9- Caliskan, S. I. Ozkaya., M. E. Caliskan, and M. Arslan. 2008. The effects of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean-type soil. Field Crops Research, 108: 126-132.

10- Chandel, G., S. Banerjeel., S. See., R. Meena., D. J. Sharma, and S. B. Verulkar. 2010. Effects of Different Nitrogen Fertilizer Levels and Native Soil Properties on Rice Grain Fe, Zn and Protein Contents. Rice Science, 17(3): 213-227.

11- Chipperfield, J. R, and C. Ratledge. 2000. Salicylic acid is not a bacterial siderophore: a theoretical study. Biometals 13, 165–168.

12- Clark, R. B. 1983. Plant genotype differences in the uptake, translocation, accumulation, and use of mineral elements required for plant growth. Plant and soil. 72, 175-196.
13- El-Jendoubi, H., J. C. Melgar., A. Álvarez-Fernández., M. Sanz., A. Abadía, and J. Abadía. 2011. Setting good practices to assess the efficiency of iron fertilizers. Plant Physiology and Biochemistry, 49: 483-488.
14- Hammond, C. R. 2004. The elements, section-4, properties of the elements and inorganic compounds. In: Lide, D.R. (Ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics. 84th ed. CRC Press, FL, USA, p. 17.
15- Kalayci, M., B. Torun, S. Eker, M. Aydin, L. A. Ozturk, 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 .
16- 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 nutrition,11: 1953-1962.
17- Larbi A., A., Abadıa., J. Abadıa, and F. Morales. 2006. Downco-regulation of light absorption, photochemistry, and carboxylationin Fe-deficient plants growing indifferent environments.Photosynth Res, 89:113-26.
18- Larbi, A., F. Morales., A. Abadia, and J. Abadi. 2010. Changes in iron and organic acid concentrations in xylem sap and apoplastic fluid ofiron-deficient Beta vulgaris plants inresponse to iron resupply. Journal of Plant Physiology, 167, 255-260.
19- Mashner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. 2nd ed. Harcourt Brace and Company Publishers, 889 p.
20- Mendoza. A. B.1999. Absorption and Assimilation of iron in plant. Departamento De Horticultura, Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Translation by Roger Miller.
21- Reynolds, M. P., J. l. Ortiz- Monasterio, and A. McNab (eds.). 2001. Application of physiology in wheat Breeding. Mexico, D. F.: CIMMYT.183- 196.
22- Römheld, Volker. 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
23- Tinker, P. B, and A. Lauchli. 1984. Advances in plant nutrition. Academic Publisher: Dordrecht, the Netherlands, 215 pp.