

ارزیابی عملکرد دانه و ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی ارقام تجاری و لاین‌های اصلاحی گندم دوروم در شرایط بی‌خاکورزی

رضا محمدی^{۱*}، رضا حق پرست^۱، مهدی گراوندی^۱، فرشید محمودی^۱، خداداد یارکرمی^۲، بهزاد شهسواری^۳

۱- موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، معاونت سرارود، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

۲- مرکز خدمات کشاورزی قلعه شاهین، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان سرپل ذهاب، سرپل ذهاب، ایران

۳- مرکز خدمات کشاورزی سراب نیلوفر، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

چکیده

در این پژوهش به منظور نمایش ظرفیت زراعی و پتانسیل لاین‌های جدید و ارقام داخلی و خارجی معرفی شده در مزارع زارعین به بهره‌برداران و شناسایی سازگارترین ژنوتیپ‌ها در شرایط کشت بدون شخم، تعداد ۲۶ لاین و رقم داخلی و خارجی گندم دوروم انتخابی از برنامه اصلاحی گندم دوروم موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور به همراه دو رقم شاهد محلی گندم در پایگاه نوآوری پروژه امنیت غذایی ایران-ایکاردا در شرایط بی‌خاکورزی در منطقه نیمه گرمسیری سرپل ذهاب در استان کرمانشاه در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ مورد ارزیابی قرار گرفتند. در طول اجرای آزمایش عملکرد دانه و خصوصیات مختلف آگرو-فیزیولوژیک ارقام و لاین‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین برای صفات مورد بررسی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ عملکرد دانه و ویژگی‌های آگرو-فیزیولوژیک وجود دارد. میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های مورد بررسی از ۳۲۷ کیلوگرم در هکتار (ژنوتیپ شماره G23) تا ۹۲۶ کیلوگرم در هکتار (ژنوتیپ شماره G16) متغیر بود و ژنوتیپ‌های برتر دارای افزایش عملکرد بین ۶ تا ۵۱٪ نسبت به شاهد آزمایش بودند. در مجموع بر اساس درصد برتری عملکرد دانه لاین‌های مورد بررسی نسبت به شاهد و سایر خصوصیات آگرو-فیزیولوژیک و امتیاز زراعی، ۶ ژنوتیپ گندم دوروم شامل ژنوتیپ‌های G24، G21، G7، G18، G16 و G25 برتر از شاهد منطقه بودند. از خصوصیات بارز این ژنوتیپ‌های برتر در شرایط دیم عملکرد دانه و وزن هزار دانه بیشتر، زودگلدهی، میزان سبزی‌نگی و شاخص پوشش گیاهی (NDVI) بیشتر و دمای کانوپی خنک‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: گندم دوروم، کشاورزی حفاظتی، صفات آگرو-فیزیولوژیک، شرایط دیم

* نگارنده مسئول: r.mohammadi@areeo.ac.ir تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۲۶

مقدمه

اصول کشاورزی حفاظتی مدت‌ها است که توسط کشاورزان در نقاط مختلف دنیا اعمال می‌شود و مزایای هر یک از این اصول در طول سالیان متمادی تجربه شده است (Derpsch, 2004). فعالیت‌های کشاورزی حفاظتی در مناطق مختلف جهان برای سیستم‌های دیم و آبیاری گسترش یافته است (Singh et al., 2014). چندین مطالعه نشان داده‌اند که سیستم کشاورزی حفاظتی باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی، کارایی استفاده از منابع (آب، مواد غذایی و انرژی) و سلامت خاک نسبت به سیستم‌های شخم متداول شده است (Pretty et al., 2006; FAO, 2008; Hengxin et al., 2008; Rockstorm et al., 2009; Hobbs and Govaerts, 2010; Jat et al., 2011). کشاورزی حفاظتی بعنوان یکی از تکنولوژی‌های شناخته شده کشاورزی پیشرفته ممکن است باعث کاهش اثر خشکی و بهبود شرایط فیزیکی خاک‌های جوان شود (He et al., 2010).

گندم (*Triticum spp.*) یکی از محصولات استراتژیک بوده و نقش مهمی در تغذیه انسان دارد و همواره از آن به عنوان یک سلاح مهم در مبارزه با گرسنگی استفاده شده است. ۹۰٪ گندم تولیدی دنیا گندم نان و ۱۰٪ به گندم دوروم اختصاص دارد. سطح زیر کشت گندم دوروم (*Triticum turgidum L. var durum*) در دنیا برابر ۲۰ میلیون هکتار می‌باشد و تولید آن در سال‌های اخیر به حدود ۳۷/۵ میلیون تن رسیده است (Guzman et al., 2016). سطح زیر کشت گندم دوروم در ایران

بین ۳۰۰-۴۰۰ هزار هکتار می‌باشد که بیشتر در مناطق گرمسیری و معتدل کشور شامل استان‌های گلستان، لرستان، کهگیلویه و بویر احمد، خوزستان، فارس، ایلام، اردبیل، کرمانشاه و برخی مناطق دیگر به صورت پراکنده واقع شده است (Mohammadi et al., 2016). گندم دوروم با وجود مزیت‌های متعددی که دارد (تهیه محصولات خمیری یا پاستا شامل ماکارونی، اسپاگتی و ورمیشل از آرد سمولینای گندم دوروم، ارزش افزوده صادراتی، وجود ژن‌های مقاومت به برخی بیماری‌های شایع غلات از قبیل زنگ‌ها و سیاهک‌ها، و پتانسیل ژنتیکی در سازگاری به شرایط دیم) در ایران جایگاه قابل توجهی نداشته است. موارد متعدد مصرف گندم دوروم در صنعت و تغذیه اهمیت این محصول را روز به روز بیشتر می‌سازد. مصرف سرانه نان با افزایش تولید و مصرف فرآورده‌های مختلف صنایع ماکارونی سازی کاهش نشان می‌دهد. علاوه بر این اختلاف قیمت گندم دوروم در بازارهای جهانی نسبت به گندم نان برخی از کشورها را بر آن داشته تا سطح زیر کشت و تولید این محصول را افزایش داده و به صادرات آن مبادرت ورزند و گندم نان مورد نیاز خود را از طریق واردات تامین کنند و با این کار مبالغ هنگفتی ارز استحصال نمایند. با توجه به وجود دیمزارهای وسیع در ایران، با تولید ارقام پر محصول و با کیفیت بالا و مقاوم به بیماری‌ها و جایگزین کردن آنها با ارقام کم بازده و حساس می‌توان تولید این محصول و درآمد کشاورزان را افزایش داد.

ناتوانی در انتقال یافته‌های تحقیقاتی ناشی از ارتباط ضعیف بین محقق، زارع و مروج می‌باشد و عدم موفقیت عده‌ای از محققین به دلیل منطبق نبودن نتایج تحقیقاتی بدست آمده با شرایط زارعین می‌باشد. اجرای نتایج تحقیقات در مزارع زارعین یکی از برنامه‌های اصلی مرکز بین‌المللی ایکاردا به منظور شرکت فعال زارعین در تحقیقات و انتقال تکنولوژی می‌باشد (Ceccarelli, 2012). سندز (Sands, 1986)، اجرای این آزمایشات را برای کشورهای منطقه خاورمیانه و مشرق زمین بسیار مفید دانسته است. پرین و همکاران (Perrin et al., 1967) نیز معتقدند اجرای اینگونه آزمایشات باید بر اساس ارزیابی اقتصادی بذر، حاصلخیزی خاک، نیروی انسانی و سایر نیازمندی‌های زارعین صورت گیرد.

محمدی و همکاران (Mohammadi et al., 2016) در آزمایشی به منظور انتقال یافته‌های تحقیقاتی و معرفی لاین‌های جدید گندم دوروم به مزارع زارعین و بررسی شکاف عملکردی بین ایستگاه تحقیقاتی و شرایط زارعین آزمایشی در ۴ منطقه در استان کرمانشاه انجام دادند. در این رابطه ۱۲ ژنوتیپ گندم شامل نه لاین اصلاحی گندم دوروم، یک رقم جدید گندم دوروم (ساجی) و دو رقم محلی گندم نان (سرداری) و دوروم (زردک) به عنوان شاهد در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود و شرایط زارعین در سه منطقه دالاهو، سرفیروزآباد و حمیل در استان کرمانشاه در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ مورد بررسی قرار گرفتند. مقایسه عملکرد ژنوتیپ‌ها در ایستگاه تحقیقاتی با شرایط

اهمیت استراتژیک گندم و تنوع ژنتیکی آن موجب گردیده تا از دیر باز و هر ساله تحقیقات وسیعی در ایستگاه‌های تحقیقاتی بین‌المللی و داخلی کشورهای مختلف دنیا به منظور پاسخگویی به نیازهای فزاینده جمعیت در حال افزایش جهان انجام گیرد. از آن جمله می‌توان به برنامه‌های به‌نژادی مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ایکاردا) و موسسه تحقیقات بین‌المللی ذرت و گندم (سیمیت) اشاره نمود. راجرام و همکاران (Rajaram et al., 2004) گزارش کردند که در نتیجه فعالیت‌های به‌نژادی و اصلاح گندم در موسسه تحقیقات بین‌المللی سیمیت، عملکرد دانه ارقام گندم تولید شده جدید این موسسه، در مقایسه با ارقام معرفی شده دهه ۱۹۵۰، افزایش چشمگیری داشته است.

علم و اطلاعات زارعین پیچیده و شامل علوم ادراکی از ژنوتیپ و محیط می‌شود، این دانش هم‌شبهه و هم‌متفاوت از علم دانشمندان است. برای توسعه پایدار محصول تنظیم گنجایش علمی زارع و تلفیق علوم ادراکی او با علوم جدید و تحقیقات امکان‌پذیر می‌باشد. در انتقال نتایج تحقیقات، تجربیات نشان داده است که زارعینی که به روش‌های سنتی عمل می‌کنند اغلب فناوری‌های جدید را نمی‌پذیرند. ارزیابی نتایج تحقیقات در شرایط زارعین (On-farm) یکی از روش‌های جایگزینی فناوری جدید با روش‌های سنتی می‌باشد. اجرای تحقیقات مشارکتی با کشاورزان در شرایط زارعین به عنوان موثرترین روش انتقال تکنولوژی شناخته شده است (Ceccarelli, 2012).

زراعین نشان داد که از ۳۵ تا ۸۰ درصد بسته به مناطق، کاهش عملکرد نسبت به ایستگاه تحقیقاتی وجود دارد.

در تحقیقی در سیمیت ۲۴ رقم گندم نان و دوروم در دو شرایط کشاورزی حفاظتی و متداول در شرایط آبیاری کامل و کم آبیاری مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج، عملکرد ارقام گندم نان همبستگی بالایی با وزن هزار دانه نشان داد در حالیکه در ارقام گندم دوروم، عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله همبستگی بالایی داشت. افزایش عملکرد گندم نان در سیستم های متداول و آبیاری کامل بدست آمد در حالیکه افزایش عملکرد در ارقام گندم دوروم در کشاورزی حفاظتی بدست آمد. اثر متقابل ژنوتیپ در سیستم خاکورزی برای ارقام گندم معنی دار اما برای ارقام دوروم معنی دار گزارش نشد (Honsdorf et al., 2016). بنابراین هدف از این تحقیق بررسی ظرفیت زراعی و پتانسیل عملکرد و سایر ویژگی های آگرو-فیزیولوژیک ارقام و لاین های گندم دوروم در مقایسه با شاهد محلی در مزارع زارعین در شرایط کشاورزی حفاظتی و ترویج و انتقال یافته های تحقیقاتی به بهره برداران منطقه بود.

مواد و روش ها

در این پژوهش به منظور نمایش ظرفیت زراعی و پتانسیل تولید لاین های جدید و ارقام معرفی شده داخلی و خارجی گندم دوروم در مزارع کشاورزان به بهره برداران، ۲۶ لاین و رقم داخلی انتخابی از برنامه اصلاحی گندم دوروم

موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور در مقایسه با ارقام شاهد محلی گندم آفتاب و کوهدشت در قالب پروژه امنیت غذایی ایران-ایکاردا در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در شرایط بی خاکورزی) در پایگاه نوآوری منطقه نیمه گرمسیری شهرستان سرپل ذهاب (روستای نقاره کوب) مورد بررسی قرار گرفت. مزرعه مورد استفاده جهت اجرای پروژه مورد بررسی در سال زراعی گذشته تحت کشت گندم بود که قبل از کشت گندم های سبز شده و علف های هرز با علفکش رانداپ کنترل شدند. بقایای باقیمانده از محصول سال قبل که عمدتاً به صورت ایستاده بودند بطور متوسط ۳۱ درصد سطح خاک را پوشانده بود. کشت به صورت بدون شخم انجام شد. از نظر حاصلخیزی مزرعه جزء مزارع درجه دو بود. نتایج آزمایش تجزیه خاک نشان داد که بافت خاک لومی-رسی با درصد کربن آلی ۰/۹۵، پتاسیم قابل جذب ۴۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم و برابر با ۱۴ گرم بر کیلوگرم فسفر قابل جذب (Pav)^۱ بود.

مشخصات ژنوتیپ های مورد بررسی در جدول ۱ آمده است. ارقام و لاین های مورد بررسی در کرت های نمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و در دو تکرار کشت شدند. ابعاد کرت های آزمایشی شامل ۲/۲ متر عرض، ۳۰ متر طول و فاصله خطوط ۱۷ سانتی متر بود. تراکم بذر بر اساس ۳۸۰ دانه در متر مربع و نیتروژن مورد نیاز گندم در قطعه زمین آزمایشی بر اساس نتایج تجزیه خاک از منبع اوره و تماماً در پائیز مصرف شد. فسفر مورد نیاز از منبع فسفات آمونیم و بر اساس

¹ Phosphorous availability

آزمون خاک و کمبود از حد بحرانی این عنصر در خاک (۹ میلی گرم در کیلوگرم) تأمین گردید (Faizi-asl et al., 2004). در هنگام کشت برای ضدعفونی بذور علیه بیماری‌های قارچی از سم سیستمیک دویدین و برای مبارزه با علف‌های هرز از علف کش‌های گرانستار و تاپیک در مرحله انتهای پنجه‌زنی و ابتدای ساقه‌دهی استفاده شد.

جدول ۱. مشخصات ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی در پایگاه نوآوری امنیت غذایی ایران-ایکارا در شرایط زارعین در سرپل ذهاب

کد ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	منشا
G1	BEZAJIHANE	ICARDA
G2	ICAKASSEM	ICARDA
G3	ICAMORAM-7	ICARDA
G4	ICARUKUS	ICARDA
G5	ICAVERVE	ICARDA
G6	IDON 39-18	ICARDA
G7	IDON39-15	ICARDA
G8	IDON39-30	ICARDA
G9	IDON39-33	ICARDA
G10	JABAL	ICARDA
G11	JULIA	ICARDA
G12	MAGHROUR	ICARDA
G13	MARGHERITA	ICARDA
G14	MIKIKASSEM	ICARDA
G15	OUSSARA-2	ICARDA
G16	TROUVE	ICARDA
G17	ZAGHARINE-2	ICARDA
G18	Berghouta	ICARDA
G19	Miki-3	ICARDA
G20	Yilmaz	Turkey
G21	Imren	Turkey
G22	Altin40-98	Turkey
G23	Gene bank	Turkey
G24	Eminbey	Turkey
G25	Kumbet	Turkey
G26	Mirzabey	Turkey
G27	Aftab (Local check)	Iran
G28	Kohdasht (Local check)	Iran

برگ پرچم، طول پدانکل، پدانکل اکستروژن، حساسیت یا تحمل نسبت به بیماری‌ها و آفات و بیماری‌ها شایع در منطقه، وزن هزار دانه، عملکرد در طول فصل زراعی ضمن مراقبت‌های لازم، یادداشت‌برداری از صفات مورد بررسی از قبیل تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول

دانه و امتیاز زراعی (نمره ۵ بهترین، ۱ بدترین) بر اساس خصوصیات فنوتیپی هر ژنوتیپ که ترکیبی از ارتفاع مناسب، زودرسی، وضعیت پرکردن دانه و ... در شرایط دیم می باشد، یادداشت برداری بعمل آمد. همچنین در مرحله گلدهی از ویژگی های فیزیولوژیکی ژنوتیپها از قبیل قرائت اسپد (محتوای نسبی کلروفیل)، دمای کانوپی، شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) یا میزان سبزیگی محصول یادداشت برداری بعمل آمد. پس از جمع آوری داده ها و اطمینان از نرمال بودن آنها، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به منظور بررسی میزان تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپهای مورد بررسی بر اساس هر صفت انجام شد. به منظور بررسی روابط بین صفات مورد بررسی از تجزیه همبستگی پیرسون استفاده شد. از مدل بای پلات ژنوتیپ x صفت (GT)، به منظور بررسی پروفایل خصوصیات زراعی و فیزیولوژی ژنوتیپها و یافتن ژنوتیپهای مناسب بر اساس صفات مورد بررسی، استفاده شد. تجزیه های آماری داده ها با استفاده از نرم افزارهای SPSS، MSTAT-C و GenStat انجام شد.

نتایج و بحث

در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ میانگین میزان بارندگی استان کرمانشاه برابر ۵۳۲/۸ میلی متر بوده که نسبت به مدت مشابه در سال قبل (۴۴۰/۹ میلی متر) ۲۱٪ افزایش و نسبت به میانگین بلندمدت بارش (۴۶۱/۳ میلی متر) در این دوره ۱۶٪ افزایش نشان می دهد. میزان کل بارندگی دریافت شده در پایگاه نوآوری اجرای آزمایش در سرپل ذهاب در سال زراعی

۹۷-۱۳۹۶ برابر با ۴۶۴/۵ میلی متر بوده است که نسبت به بارندگی سال گذشته ۵۳٪ و نسبت بارندگی بلندمدت ۵٪ افزایش نشان داد. میانگین دمای استان نسبت به سال گذشته و بلند مدت افزایش نسبی داشته است. در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در اغلب مناطق استان شاهد زمستان نسبتاً معتدل بودیم که منجر به افزایش میزان دمای روزانه و متعاقب آن افزایش سرعت رشد در نبود بارندگی موثر گردید. از طرفی تاخیر ۵۰ روزه از دهه اول اسفند تا ۲۰ فروردین برای غلات بویژه گندم و جو در منطقه نیمه گرمسیری استان باعث افزایش تنش خشکی شدید گردید. این شرایط باعث کاهش سرعت رشد مزارع گردید که این شرایط باعث کاهش ارتفاع محصول گندم و جو دیم در دیمزارهای استان بویژه در مناطق گرمسیری گردیده و بیشتر مزارع با ارتفاع بسیار کم وارد مرحله زایشی شدند، بطوریکه اکثر مزارع دیم در منطقه گرمسیری قابلیت برداشت نداشتند.

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه و خصوصیات آگرو-فیزیولوژیک ژنوتیپهای مورد بررسی در پایگاه امنیت غذایی ایران-ایکاردا در سرپل ذهاب در جدول ۲ آمده است. نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین ژنوتیپهای مورد بررسی از لحاظ عملکرد دانه و برخی از خصوصیات آگرو-فیزیولوژیک از قبیل تعداد سنبله در واحد سطح، طول سنبله، طول پدانکل و قرائت اسپد (محتوای نسبی کلروفیل) وجود داشت. در جدول ۲ همچنین ضریب تغییرات (CV٪) برای آزمایش بر اساس هر یک از صفات مورد بررسی آمده است.

جدول ۲. میانگین مربعات صفات آگرو-فیزیولوژیک مورد بررسی در پایگاه نوآوری امنیت غذایی ایران-ایکاردا در مزارع زارعین در سرپل ذهاب

پدانکل	تعداد دانه در	تعداد سنبله در	وزن هزار	عملکرد دانه	درجه آزادی	منابع تغییر
اکستروژن	دانه	سنبله	متر مربع	TKW	Df	
PE	NSPS	SPP	SL	PL	YLD	
۹/۲۸۳	۱۸۵/۷۸۶	۱۸۹/۴۴۶	۱/۱۴۳	۰/۲۰۶	۱۹۱۱۷۸/۲۸۶	تکرار
۳/۶۱۵ ^{ns}	۳۵/۷۷۵ ^{ns}	۵۶۶/۵۳۶ ^{**}	۴/۶۷۶ ^{**}	۹/۰۹۷ ^{**}	۴۱۰۹۴۶/۱۶۴ ^{**}	ژنوتیپ
۲/۲۸۷	۲۸/۰۰۸	۲۸۴/۰۳۹	۰/۴۵۳	۳/۰۴۲	۱۵۰۶۱۳/۷۳	خطا
۲۷/۹۷	۱۶/۵۶	۱۳/۷۸	۹/۱۸	۹/۰۷	۱۷/۹۷	ضریب تغییرات (%)

ادامه جدول ۲

تعداد روز تا	محتوای نسبی	شاخص اختلاف	ارتفاع بوته	طول برگ پرچم	درجه آزادی	منابع تغییر
گلدهی	کلروفیل	پوشش رویشی	دمای کانوپی	PH	Df	
DH	SPAD	NDVI	CT	FL		
۰/۰۷۱	۰/۳۷۸	۰/۰۳۵	۲۰/۱۶	۶۲/۵۸۳	۱۰/۱۱۵	تکرار
۴/۵۱۶ ^{ns}	۱۷/۹۷ ^{**}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۸/۲۵۸ ^{ns}	۷۰/۴۳۷ ^{ns}	۱۰/۵۸۸ ^{ns}	ژنوتیپ
۴/۳۶۸	۵/۹۶۳	۰/۰۰۵	۴/۸۱	۴۶/۵۹۶	۶/۹۳۵	خطا
۱/۸۳	۵/۴۳	۲۰/۵۸	۹/۷۳	۱۱/۶۰	۱۵/۵۱	ضریب تغییرات (%)

* ، ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰.۵٪ و ۰.۱٪ ; ns غیر معنی دار

جدول ۳. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفات آگرو-فیزیولوژیک مورد بررسی در پایگاه نوآوری امنیت غذایی ایران-ایکاردا در مزارع زارعین در سرپل ذهاب

ژنوتیپ	تعداد روز تا گلدهی	محتوای نسبی کلروفیل	شاخص اختلاف پوشش رویشی	دمای کانوبی	ارتفاع بوته	طول برگ پرچم	طول پدانکل	پدانکل اکستروژن	طول سنبله	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد نسبت به عملکرد شاهد	امتیاز زراعی
Genotype	DH	SPAD	NDVI	CT	PH	FL	PL	PE	SL	SPP	NSPS	TKW	YLD	%CH	AS
G1	۱۱۵ac	۴۶/۵bg	۰/۳۶ab	۲۰/۷ce	۵۸/۰ad	۱۶/۱ce	۲۰/۶bc	۶/۶ad	۶/۶di	۱۱۸cg	۳۳ab	۳۹/۱ab	۶۹۴af	۱۱۴	۳+
G2	۱۱۳c	۴۳/۱ei	۰/۳۶ab	۲۲/۴be	۶۸/۱a	۱۴/۹ce	۲۱/۵ac	۵/۸ae	۶/۶ei	۱۲۸ag	۳۱ac	۴۰/۸ab	۸۱۲af	۱۳۳	۳
G3	۱۱۵ac	۴۵/۱bi	۰/۳۳b	۲۱/۸ce	۶۷/۲ab	۱۸/۲ac	۱۹/۴be	۶/۱af	۶/۹di	۱۴۷ac	۲۸bc	۳۸/۶ab	۸۳۵ae	۱۳۷	۳
G4	۱۱۵ac	۴۱/۹fi	۰/۳۴ab	۲۶/۴ab	۵۳/۳bd	۱۶/۰ce	۱۹/۰be	۴/۸bf	۶/۹di	۱۵۳ab	۳۴ab	۳۸/۳ab	۵۶۵fh	۹۲	۲
G5	۱۱۵ac	۴۱/۳hi	۰/۳۴ab	۲۲/۳be	۶۱/۴ad	۱۶/۲be	۱۶/۹df	۳/۰ef	۶/۶ei	۱۲۹af	۳۴ab	۴۲/۹ab	۷۷۸af	۱۲۷	۲
G6	۱۱۵ac	۴۱/۹fi	۰/۳۰b	۲۲/۵be	۵۰/۳d	۱۵/۹ce	۱۸/۳ce	۲/۳f	۵/۸hi	۱۱۹bg	۴۰a	۳۹/۲ab	۶۷۷af	۱۱۱	۲
G7	۱۱۴bc	۴۸/۷bc	۰/۳۶ab	۲۱/۹be	۶۸/۸a	۱۸/۹ac	۲۰/۳bd	۷/۶ae	۶/۶ei	۱۴۰af	۳۲ac	۳۸/۴ab	۹۲۳a	۱۵۱	۴
G8	۱۱۳c	۴۷/۳be	۰/۳۵ab	۱۹/۲e	۵۱/۸d	۱۷/۳ae	۱۹/۸be	۳/۶df	۷/۲dh	۱۰۴g	۳۸ab	۳۹/۱ab	۵۸۳dh	۹۵	۲
G9	۱۱۵ac	۴۵/۲bi	۰/۳۰b	۲۴/۳ad	۴۸/۸d	۱۵/۲ce	۲۰/۲bd	۷/۱af	۶/۰gi	۹۹g	۳۷ab	۳۶/۹ab	۶۰۷cg	۹۹	۲
G10	۱۱۳3c	۴۵/۵bh	۰/۳۸ab	۲۱/۵ce	۵۷/۸ad	۱۹/۸ac	۲۲/۳ab	۶/۶ae	۶/۳fi	۱۲۴ag	۳۷ab	۴۳/۴a	۸۸۳ab	۱۴۴	۳
G11	۱۱۶ac	۴۵/۲bi	۰/۳۵ab	۲۰/۰de	۵۹/۸ad	۱۸/۹ac	۱۹/۴be	۶/۸ad	۸/۰d	۱۰۲g	۲۸bc	۳۹/۶ab	۷۳۲af	۱۲۰	۳
G12	۱۱۴ac	۴۶/۵bh	۰/۳۴ab	۲۱/۹be	۴۹/۲d	۱۶/۷ae	۲۰/۰bd	۶/۲ae	۶/۷di	۱۰۹fg	۳۶ab	۴۰/۴ab	۸۶۸ac	۱۴۲	۲
G13	۱۱۵ac	۴۴/۲ci	۰/۳۱b	۲۳/۶ae	۵۳/۳bd	۲۱/۶a	۱۹/۲ef	۵/۹ae	۶/۲fi	۱۰۴g	۳۰ac	۳۸/۳ab	۳۶۹gh	۶۰	۱
G14	۱۱۳c	۴۳/۰ei	۰/۳۳ab	۱۹/۵e	۵۹/۵ad	۱۶/۸ae	۱۶/۴ef	۴/۸bf	۶/۴fi	۱۵۵a	۲۸bc	۴۰/۲ab	۶۴۶bf	۱۰۶	۲
G15	۱۱۴bc	۴۱/۹gi	۰/۲۹b	۲۲/۴be	۵۸/۷ad	۱۵/۲ce	۱۶/۲ef	۷/۶ae	۵/۷i	۱۲۷ag	۳۱ac	۳۸/۲ab	۶۱۱cg	۱۰۰	۴
G16	۱۱۵ac	۴۵/۶bh	۰/۳۱b	۲۲/۱be	۶۶/۸ac	۱۷/۸ad	۲۰/۱bd	۸/۱a	۶/۴ei	۱۱۵cg	۳۱ac	۴۲/۸ab	۹۲۶a	۱۵۱	۴
G17	۱۱۷ac	۴۶/۸bf	۰/۳۳ab	۲۲/۰be	۶۷/۸a	۱۶/۲ae	۱۸/۸ce	۶/۶ad	۷/۵df	۱۰۶fg	۳۵ab	۴۲/۰ab	۷۶۵af	۱۲۵	۳
G18	۱۱۳c	۴۳/۷ci	۰/۳۹ab	۲۲/۸be	۵۸/۰ad	۲۱/۵ab	۱۸/۷ce	۶/۲ae	۷/۷de	۱۴۶ad	۳۰ac	۴۰/۹ab	۸۴۷ad	۱۱۱	۴
G19	۱۱۶ac	۴۳/۷di	۰/۳۱b	۲۵/۲ac	۶۱/۵ad	۱۵/۵ce	۲۰/۹bc	۷/۴af	۱۱/۰ab	۱۲۷ag	۳۳ab	۳۶/۳ab	۹۰۳ab	۱۴۸	۴
G20	۱۱۴ac	۴۰/۱di	۰/۳۶ab	۲۶/۳ab	۵۵/۸ad	۱۶/۱be	۲۱/۱bc	۴/۸bf	۷/۷de	۱۱۲dg	۳۴ab	۴۰/۱ab	۷۶۳af	۱۲۵	۳
G21	۱۱۳c	۴۹/۴b	۰/۳۹ab	۲۲/۶be	۵۶/۰ad	۱۹/۳ac	۲۴/۸a	۷/۵ab	۶/۷di	۹۸g	۳۵ab	۴۱/۰ab	۷۸۴af	۱۲۸	۳
G22	۱۱۴bc	۴۲/۹ei	۰/۳۸ab	۲۱/۶ce	۵۳/۰cd	۱۶/۸ce	۱۸/۰ce	۵/۴af	۷/۲dg	۱۱۸cg	۲۹bc	۴۱/۷ab	۷۶۲af	۱۲۵	۴
G23	۱۱۸a	۴۲/۶ei	۰/۳۰b	۲۸/۰a	۶۰/۵ad	۱۲/۵de	۱۴/۴f	۵/۳ab	۶/۳fi	۱۱۰eg	۳۴ab	۳۸/۶ab	۳۲۷h	۵۳	۱
G24	۱۱۳c	۵۴/۷a	۰/۴۸a	۲۱/۲ce	۶۲/۵ad	۱۲/۰e	۲۱/۰bc	۷/۰ac	۷/۲dh	۱۴۴ae	۳۳ab	۳۹/۴ab	۸۳۱ae	۱۳۶	۴
G25	۱۱۸ab	۴۸/۴bd	۰/۳۹ab	۲۱/۳ce	۵۸/۵ad	۱۵/۸ce	۱۸/۰ce	۵/۸ae	۱۰/۱bc	۱۰۹fg	۳۰ac	۴۲/۲ab	۷۶۶af	۱۲۲	۴
G26	۱۱۵ac	۴۴/۲ci	۰/۳۵ab	۲۱/۴ce	۶۷/۸a	۱۸/۵ac	۱۸/۵ce	۶/۸ad	۷/۲dh	۱۲۵ag	۳۰ac	۴۲/۳ab	۷۳۹af	۱۲۱	۲
G27	۱۱۶ac	۴۳/۱ci	۰/۳۰b	۲۴/۱ad	۵۸/۳ad	۱۸/۳ac	۱۹/۵be	۵/۸ae	۹/۶c	۱۳۳ag	۲۲c	۳۷/۶ab	۶۱۱cg	۱۰۰	۳
G28	۱۱۶ac	۴۵/۴bi	۰/۲۹b	۲۲/۷be	۵۵/۵ad	۱۹/۱ac	۱۸/۲ce	۳/۹cf	۱۱/۹a	۱۱۹bg	۲۲c	۳۵/۱b	۵۷۴eh	۹۴	۳
LSD <5%	۴/۲۹	۵/۰۱	۰/۱۴	۴/۵۰	۱۴/۱	۵/۰۴	۳/۵۸	۳/۲۴	۱/۳۸	۳۴/۶	۱۰/۹	۷/۸۵	۲۶۵/۳		

میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. حروف مقایسه میانگین بصورت خلاصه نشان داده شده‌اند. برای مثال ad اختصار abcd است.

برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی بین ۴۰/۵ تا ۵۴/۷ واحد اسپد متغیر بود. ژنوتیپ‌های شماره G24، G21، G7، G25، G8، G17، G12 و G1 دارای محتوای نسبی کلرفیل بیشتری نسبت به شاهد کوهدشت بودند.

میزان شاخص دوام سبزیگی یا NDVI برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی بین ۰/۲۸ (مربوط به رقم شاهد کوهدشت) تا ۰/۴۸ (مربوط به ژنوتیپ G24) متغیر بود. تقریباً اکثر ژنوتیپ‌های مورد بررسی از شاخص دوام سبزیگی بیشتری نسبت به ارقام شاهد برخوردار بودند. از لحاظ دمای کانوپی ژنوتیپ G8 دارای خنک‌ترین کانوپی (۱۹/۲ درجه سانتی گراد) و ژنوتیپ G23 دارای گرم‌ترین کانوپی (۲۸ درجه سانتی گراد) بودند. دمای کانوپی ارقام شاهد کوهدشت و آفتاب به ترتیب ۲۲/۷ و ۲۴/۱ درجه سانتی گراد بود و ۱۷ ژنوتیپ دمای کانوپی خنک‌تری نسبت به رقم کوهدشت بودند. میانگین ارتفاع بوته بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از ۴۸/۸ سانتی متر (ژنوتیپ G9) تا ۶۸/۸ سانتی متر (ژنوتیپ G7) متغیر بود. ارتفاع بوته ارقام شاهد کوهدشت و آفتاب نیز ۵۵/۵ و ۵۸/۳ سانتی متر بود و ۱۴ ژنوتیپ ارتفاع بوته بیشتری نسبت به شاهد آفتاب داشتند. طول برگ پرچم از ۱۲ سانتی متر (ژنوتیپ G24) تا ۲۱/۶ سانتی متر (ژنوتیپ G13) در بین ژنوتیپ‌ها متغیر بود و ارقام شاهد کوهدشت و آفتاب نیز دارای طول برگ پرچم ۱۹/۱ و ۱۸/۳ سانتی متر بودند. ژنوتیپ‌های G13، G18، G10 و G21 طول برگ پرچم بیشتری نسبت به شاهد کوهدشت داشتند.

در جدول ۳ نتایج مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها بر اساس هر یک از صفات مورد بررسی آمده است. اگرچه بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اختلاف آماری معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها برای همه صفات مشاهده نشد، اما نتایج مقایسه میانگین بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف آماری معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها برای همه صفات مورد بررسی نشان داد. همچنین در جدول ۳ مقادیر حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ برای هر یک از صفات مورد بررسی آمده است.

میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های مورد بررسی از ۳۲۷ کیلوگرم در هکتار (ژنوتیپ شماره G23) تا ۹۲۶ کیلوگرم در هکتار (ژنوتیپ شماره G16) متغیر بود. میانگین عملکرد ارقام شاهد آفتاب و کوهدشت به ترتیب ۶۱۱ و ۵۷۴ کیلوگرم در هکتار بود که ۲۰ ژنوتیپ دارای افزایش عملکرد بین ۶ تا ۵۱٪ نسبت به شاهد آفتاب بودند. نمره زراعی ژنوتیپ‌ها نیز بین ۱ و ۴ متغیر بود که در این آزمایش ارقام شاهد نمره زراعی ۳ را به خود اختصاص دادند و ۹ ژنوتیپ دارای نمره زراعی بهتری نسبت به شاهد‌های آزمایش بودند (جدول ۳).

تعداد روز تا گلدهی ژنوتیپ‌های مورد بررسی در آزمایش از ۱۱۳ روز (ژنوتیپ شماره G18) تا ۱۱۸ روز (ژنوتیپ شماره G23) متغیر بود. تعداد روز تا گلدهی ارقام شاهد (کوهدشت و آفتاب) در آزمایش ۱۱۶ روز بود و ۷ ژنوتیپ با تعداد روز تا گلدهی ۱۱۳ روز، برتر از شاهد آزمایش بودند. میزان کلروفیل نسبی (قرائت اسپد)

هزاردانه رقم شاهد آفتاب نیز ۳۷/۶ گرم بود که ۲۴ ژنوتیپ دارای وزن هزار دانه بیشتری نسبت به شاهد آفتاب بودند (جدول ۳). بنابراین گزینش لاین‌های برتر که دارای وزن هزاردانه بیشتری از رقم شاهد می‌باشند می‌تواند در شرایط دیم مفید باشد.

در جدول ۴ ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی ارائه شده است. عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری با شاخص دوام سبزینگی (NDVI)، ارتفاع بوته، پدانکل اکستروژن و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۵٪ و طول پدانکل در سطح احتمال ۱٪ نشان داد. در آزمایش کیراتزیس و همکاران (Kyratzis et al., 2015) همبستگی مثبتی بین عملکرد و شاخص NDVI در ژنوتیپ‌های گندم دوروم گزارش گردیده است. در مطالعات انجام شده بر روی گندم توسط تاتاریس و همکاران (Tattaris et al., 2016) و مارتی و همکاران (Marti et al., 2008) ارتباط مثبت بین NDVI با عملکرد دانه و صفات مرتبط با تحمل خشکی در گندم گزارش شده است. از شاخص NDVI همچنین برای برآورد میزان کلروفیل (Munden et al., 1994)، بیوماس (Hansen and Schjoerring, 2003)؛ پوشش رویشی مزرعه (Boissard et al., 1992)؛ وضعیت ازت (Mullan and Reynolds, 2010) و عملکرد در گندم و سایر غلات (Aparicio et al., 2000; Royo et al., 2003) استفاده شده است. قرائت اسپد همبستگی مثبت و معنی داری با شاخص پوشش رویشی و

میانگین طول پدانکل (فاصله بالاترین گره تا ابتدای سنبله) در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از ۱۴/۴ سانتی متر (ژنوتیپ G23) تا ۲۴/۸ سانتی متر (ژنوتیپ G21) متغیر بود. میانگین طول پدانکل در آزمایش برای ارقام آفتاب و کوهدشت نیز به ترتیب ۱۹/۵ و ۱۸/۲ سانتی متر بود. میانگین طول پدانکل اکستروژن (فاصله خروج برگ پرچم تا ابتدای سنبله) در ژنوتیپ G6 کمترین (۲/۳ سانتی متر) و در ژنوتیپ G16 بیشترین (۸/۱ سانتی متر) بود. میانگین طول پدانکل اکستروژن در آزمایش برای ارقام آفتاب و کوهدشت نیز به ترتیب ۳/۹ و ۵/۸ سانتی متر بود.

میانگین طول سنبله در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از ۵/۷ سانتی متر (ژنوتیپ G15) تا ۱۱/۹ سانتی متر (شاهد کوهدشت) متغیر بود. در این آزمایش ارقام شاهد گندم نان طول سنبله بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های گندم دوروم داشتند. میانگین تعداد سنبله در متر مربع برای ژنوتیپ‌های G21 و G9 کمترین (به ترتیب ۹۸ و ۹۹ سنبله در متر مربع) و برای ژنوتیپ‌های G14 و G4 بیشترین (به ترتیب ۱۵۳ و ۱۵۵ سنبله در متر مربع) بود. تعداد سنبله در متر مربع برای ارقام شاهد آفتاب و کوهدشت نیز ۱۳۳ و ۱۱۹ بود. میانگین تعداد دانه در سنبله برای ارقام شاهد گندم نان کمترین (۲۲ دانه در سنبله) و برای ژنوتیپ گندم دوروم G6 بیشترین (۴۰ دانه در سنبله) بود. ارقام شاهد گندم نان تعداد دانه در سنبله کمتری نسبت به ژنوتیپ‌های گندم دوروم داشتند. مقادیر وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های گندم دوروم در آزمایش بین ۳۵/۱ گرم (مربوط به کوهدشت) و ۴۳/۴ گرم (مربوط به ژنوتیپ G10) متغیر بود. وزن

همبستگی مثبت و غیر معنی‌داری بین عملکرد با قرائت اسپد (سبزی‌نگی)، و همبستگی منفی و غیر معنی‌داری بین دمای کانوپی و تعداد روز تا گلدهی با عملکرد مشاهده گردید که ممکن است بیانگر این موضوع باشد که صفات مربوط به سبزی‌نگی در اشتراک با سایر صفات زراعی از جمله صفات فنولوژیک برای بهبود سازگاری به شرایط تنش خشکی دارای اثرات تجمعی می‌باشند (Lopes and Reynolds, 2012).

پدانکل اکستروژن نشان داد. تعداد روز تا گلدهی نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با دمای کانوپی و طول سنبله نشان داد. بنابراین ژنوتیپ‌های دیررس‌تر دارای کانوپی گرم‌تر و طول سنبله بیشتر می‌باشند. طول پدانکل با پدانکل اکستروژن نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ نشان داد. امتیاز زراعی همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص NDVI نشان داد که بیانگر رابطه مثبت دیدگاه اصلاح‌گر به دوام سبزی‌نگی کرت‌های آزمایشی در انتخاب می‌باشد. در این آزمایش

جدول ۴. ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی برای ۲۸ ژنوتیپ مورد بررسی

صفات	HD	SPAD	NDVI	CT	PH	FL	PL	PE	SL	SPP	NSPS	TKW	YLD	
تعداد روز تا گلدهی	HD	۱												
محتوای نسبی کلروفیل	SPAD	-۰/۱۲												
شاخص پوشش رویشی	NDVI	-۰/۴۰*	۰/۶۱**											
دمای کانوپی	CT	۰/۴۱*	-۰/۴۳*	-۰/۳۵										
ارتفاع بوته	PH	۰/۱۰	۰/۱۶	۰/۱۶	-۰/۱۴									
طول برگ پرچم	FL	-۰/۲۱	-۰/۰۳	-۰/۱۱	-۰/۲۳	-۰/۰۱								
طول پدانکل	PL	-۰/۴۳*	۰/۳۴	۰/۳۳	-۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۸							
پدانکل اکستروژن	PE	-۰/۰۴	-۰/۴۲*	۰/۲۰	-۰/۰۵	۰/۴۱*	۰/۱۰	۰/۵۶**						
طول سنبله	SL	۰/۴۰*	۰/۱۰	-۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۱۱	-۰/۰۲	-۰/۰۷					
تعداد سنبله	SPP	۰/۳۰	-۰/۱۳	۰/۱۷	-۰/۰۲	۰/۳۵	۰/۰۳	-۰/۱۲	-۰/۱۰	-۰/۰۲				
تعداد دانه در سنبله	NSPS	۰/۱۵*	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۰۷	-۰/۲۷	-۰/۳۱	۰/۲۰	-۰/۱۰	-۰/۵۳*	-۰/۲۸			
وزن هزار دانه	TKW	-۰/۱۷	۰/۰۵	۰/۴۶*	-۰/۳۶	۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۰۶	-۰/۳۴	-۰/۰۴۰	۰/۲۶		
عملکرد دانه	YLD	-۰/۲۹	۰/۳۲	۰/۴۱*	-۰/۳۷	۰/۴۲*	۰/۰۱	۰/۶۹**	۰/۳۸*	۰/۰۷	۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۴۳*	
امتیاز زراعی	AS	۰/۱۲	۰/۳۷	۰/۵۰**	۰/۰۴	۰/۱۱	-۰/۲۸	۰/۱۰	۰/۲۶	۰/۳۰	۰/۰۱	-۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۱۴

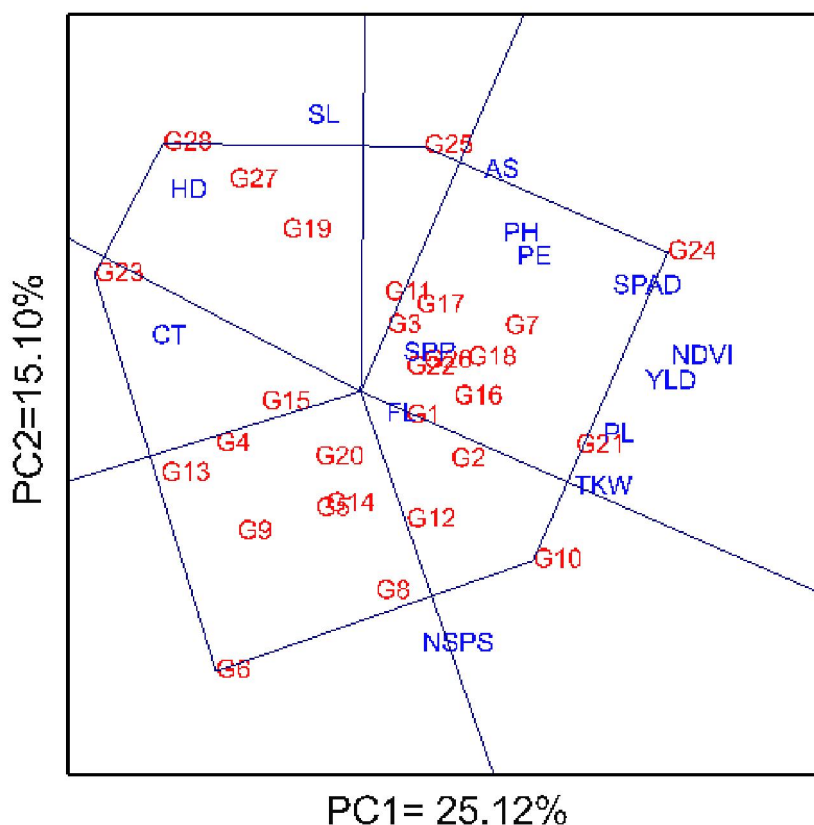
*، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪؛ ns غیر معنی‌دار

صفت خاص می‌باشند و ممکن است بر اساس برخی از صفات بهترین و بر اساس برخی از صفات ضعیف باشند. بنابراین ژنوتیپ‌ها در شش گروه و صفات در پنج گروه قرار گرفتند. صفات اسپد، NDVI، عملکرد دانه، طول پدانکل، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، پدانکل اکستروژن، تعداد سنبله در متر مربع و امتیاز زراعی در یک گروه قرار

در شکل ۱ بای‌پلات ژنوتیپ X صفت برای ۲۸ ژنوتیپ و ۱۴ صفت مورد بررسی آمده است. در شکل ۱ ژنوتیپ‌ها و صفات در بخش‌های مختلف بای‌پلات پراکنده می‌باشند. بر اساس نتایج حاصل ژنوتیپ‌های G10 و G6، G23، G28، G25، G24 در رئوس چند ضلعی قرار دارند. این ژنوتیپ‌ها دارای خصوصیات اختصاصی بر اساس یک یا چند

امیدبخش جهت ارزیابی در شرایط زارعین انتخاب شده است که در این آزمایش نسبت به شاهد گندم نان ۳۶٪ افزایش عملکرد داشته است. از دیگر خصوصیات آن وزن هزار دانه بالا، میزان سبزینگی و کلروفیل بالا نسبت به شاهد می باشد.

گرفتند و بهترین ژنوتیپ بر اساس این صفات ژنوتیپ G24 بود که این ژنوتیپ با نام Eminbey از ارقام ترکیه ای می باشد که در برنامه اصلاحی گندم دوروم موسسه ارزیابی های اصلاحی لازم بر روی آن انجام گرفته است و به عنوان لاین



شکل ۱. بای پلات ژنوتیپ X صفت بر اساس الگوی "کدام ژنوتیپ برای کدام صفات" برای ۲۸ ژنوتیپ و ۱۴ صفت مورد بررسی در پایگاه نوآوری امنیت غذایی ایران- ایکاردا در شرایط زارعین در سرپل ذهاب در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

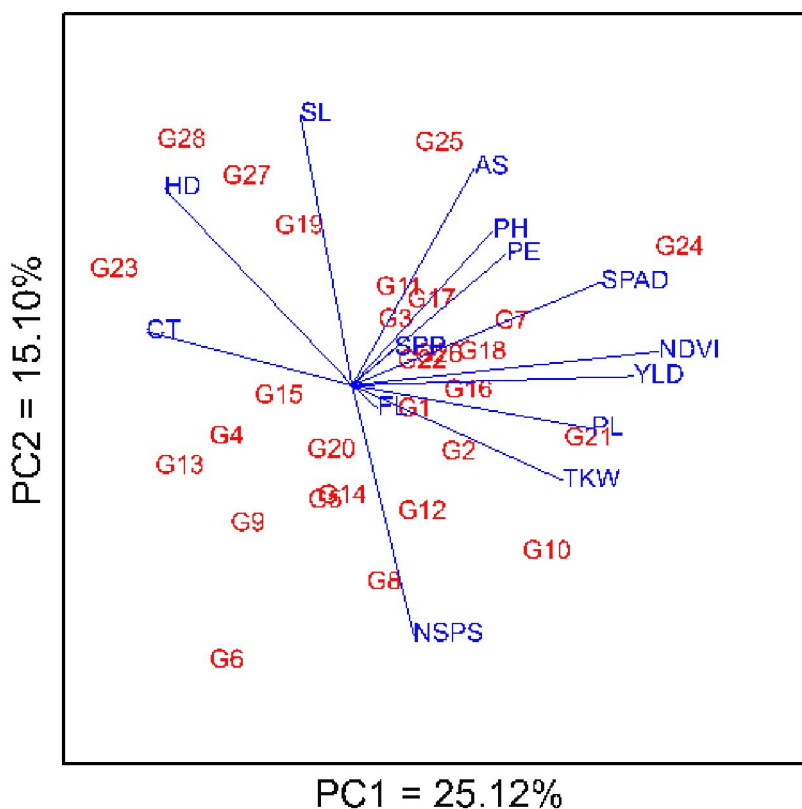
صفات دمای کانوپی و تعداد دانه در سنبله هر یک در گروه های جداگانه قرار گرفتند و به ترتیب G23 و G6 دارای بیشترین مقدار برای هر یک از این صفات بودند. بهترین ژنوتیپ با دمای کانوپی خنک، ژنوتیپ G24 و سایر ژنوتیپ هایی که در مجاورت این ژنوتیپ در بای پلات قرار دارند می باشند. ژنوتیپ هایی که در مجاورت مرکز بای پلات قرار دارند از لحاظ هیچ کدام از صفات برتر

دیگر خصوصیات بارز این لاین در جدول ۳ آمده است. ژنوتیپ های G7، G18، G16، G21 که در مجاورت این گروه از صفات در بای پلات (شکل ۱) قرار دارند تا حدودی خصوصیات مشابه ژنوتیپ G24 دارند. ارقام شاهد گندم نان (G27 و G28) به همراه ژنوتیپ گندم دوروم G19 در گروه جداگانه قرار داشتند و این ژنوتیپ ها دارای بیشترین تعداد روز تا گلدهی و طول سنبله بودند.

منفرجه دارای همبستگی منفی و بردارهای با زاویه قائمه دارای همبستگی نیستند (Yan and Kang, 2003). همچنین طول بردار یک صفت بیانگر اهمیت آن صفت در نشان دادن میزان تنوع بین ژنوتیپ‌ها می‌باشد، لذا صفات با طول بردار بیشتر اطلاعات بیشتری در خصوص میزان تنوع بین ژنوتیپ‌ها در اختیار قرار می‌دهند.

نبودند و دارای مقدار متوسطی از تمام صفات می‌باشند.

در شکل ۲ با استفاده از مدل GGE بای پلات روابط بین صفات مورد مطالعه بررسی شده است. کسینوس زاویه بین بردارهای صفات بیانگر میزان همبستگی بین صفات می‌باشد. بردارهای با زاویه حاده دارای همبستگی مثبت، بردارهای با زاویه



شکل ۲. بای پلات ژنوتیپ × صفت بررسی روابط گرافیکی بین ۱۴ صفت مورد بررسی در پایگاه نوآوری امنیت غذایی ایران-ایکاردا در شرایط زارعین در سرپل ذهاب در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

(Yan and Rajcan, 2002; Yan and Frégeau-) Reid, 2008). همبستگی مثبت و نزدیکی بین عملکرد دانه با شاخص NDVI، قرائت اسپد، طول پدانکل و وزن هزار دانه وجود داشت. این صفات دارای اثر متقابل مثبتی با ژنوتیپ‌های G21، G24، G7 و G18 بودند و دارای اثر متقابل منفی با برخی از ژنوتیپ‌ها از جمله G15، G23، G4، G13، G9،

یکی از کاربردهای استفاده از بای پلات ژنوتیپ × صفت برای بررسی همبستگی بین صفات می‌باشد. بعلاوه می‌توان از آن برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و صفت در محیط‌های مختلف، شناسایی صفات همبسته و تکراری در برنامه‌های اصلاحی و در نهایت انتخاب صفات کلیدی و استفاده از آنها در مطالعات بعدی اشاره نمود

زراعی از لحاظ توزیع بارندگی بویژه در مرحله ساقه رفتن تا گلدهی و متعاقب آن کاهش دوره رشد گیاه و ارتفاع بوته، انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از شاهد می‌تواند در سال‌های نامطلوب موثر باشد. بر اساس نتایج زسویچ و همکاران (Zečević et al., 2004) وزن هزار دانه ساده ترین صفت برای انتخاب بوده و نسبت به سایر اجزاء تأثیر بیشتری در افزایش عملکرد دارد، البته باید خاطر نشان کرد به دلیل رابطه منفی بین وزن هزاردانه با تعداد پنجه و تعداد دانه در سنبله، برآیند افزایش در وزن هزار دانه در افزایش عملکرد مؤثر نخواهد بود. عملکرد دانه گندم نتیجه اثرات ساده و متقابل اجزای عملکرد یعنی تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه، شرایط محیطی رشد گیاه، سازگاری با محیط و کارآیی استفاده از عوامل محیطی مؤثر بر تولید است (Loss and Siddique 1994).

نتیجه‌گیری

در مجموع بر اساس درصد برتری عملکرد لاین‌ها نسبت به شاهد و سایر خصوصیات آگرو-فیزیولوژیک و امتیاز زراعی، ۶ ژنوتیپ گندم دوروم شامل ژنوتیپ‌های G18، G7، G21، G24، G16 و G25 برتر از شاهد منطقه بودند. از خصوصیات بارز این ژنوتیپ‌ها عملکرد دانه و وزن هزار دانه بیشتر، زودرسی، میزان سبزی‌نگی و شاخص پوشش گیاهی (NDVI) بیشتر و دمای کانوپی خنک‌تر بود. لاین‌ها و ارقام گندم دوروم مورد بررسی در شرایط کشاورزی حفاظتی و بی‌خاک‌ورزی در مزارع زارعین بر اساس ویژگی‌های

G28، G27 و G6 بودند. این صفات همچنین دارای همبستگی منفی با صفات تعداد روز تا گلدهی و دمای کانوپی بودند. صفات NDVI، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و اسپد با بیشترین طول بردار حاوی اطلاعات بیشتری برای نشان دادن تنوع بین ژنوتیپ‌ها بودند لذا بر اساس این صفات می‌توان ژنوتیپ‌های با حداکثر اختلاف را شناسایی نمود. بر عکس صفات طول برگ پرچم و تعداد سنبله در متر مربع با کمترین طول بردار صفات مفیدی برای ارزیابی تنوع بین ژنوتیپ‌ها نبودند (شکل ۲).

بر اساس نتایج حاصل تنوع فنوتیپی زیادی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در آزمایش وجود داشت بطوریکه بر اساس هر یک از خصوصیات مورد بررسی می‌توان لاین‌های برتر از شاهد را انتخاب نمود. بنابراین بهره‌برداری از تنوع موجود در یک ژرم پلاسما می‌تواند، منجر به انتخاب ارقام بهتر و همچنین استفاده از این تنوع در جهت بهبود خصوصیات ارقام زراعی در برنامه اصلاحی گردد (Mohammadi et al., 2014; Dempewolf et al. 2017).

بر اساس نتایج حاصل برخی از لاین‌های انتخابی (برای مثال ژنوتیپ‌های G24 و G21) که بر اساس عملکرد دانه برتر از شاهد بودند از لحاظ زودرسی و وزن هزار دانه و برخی از خصوصیات فیزیولوژیک مورد بررسی در این تحقیق نیز از شاهد برتر بودند. بنابراین انتخاب لاین‌های با عملکرد و وزن هزار دانه بالا و زودرس تر از شاهد در شرایط دیم می‌تواند باعث بهبود عملکرد در شرایط دیم شود. با توجه به نامطلوب بودن سال

سپاسگزاری

بدینوسیله از معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور و مدیر اجرایی پروژه امنیت غذایی ایران-ایکاردا در استان کرمانشاه که امکانات لازم برای اجرای این پروژه فراهم نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد. این مقاله از پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب ۹۶۱۵۴۳-۱۳۱-۱۵۵۷-۰۳۴ استخراج شده است.

زراعی، فنولوژی و فیزیولوژی نشان داد که برخی از لاین‌های مورد بررسی از ارقام شاهد منطقه برتر بودند.

این ژنوتیپ‌ها انتخابی از برنامه اصلاحی گندم دوروم موسسه تحقیقات کشاورزی دیم می‌باشد که قبلاً "مراحل ارزیابی‌های فنوتیپی آن در طی یک دوره ۵ ساله (۹۷-۱۳۹۲) مورد بررسی قرار گرفته و در شرایط زارعین نیز برتر از ارقام شاهد بودند.

منابع

- Aparicio N, Villegas D, Casadesus J, Araus JL, Royo C. 2000. Spectral Vegetation Indices as Nondestructive Tools for Determining Durum Wheat Yield. *Agron. J.* 92: 83-91
- Babar MA, Reynolds MP, van Ginkel M, Klatt AR, Raun WR, Stone ML. 2006. Spectral Reflectance to Estimate Genetic Variation for In-Season Biomass, Leaf Chlorophyll, and Canopy Temperature in Wheat. *Crop Sci.* 46: 1046-1057.
- Boissard P, Pointel JG, Tranchefort J. 1993. Reflectance, green leaf area index and ear hydric status of wheat from anthesis until maturity. *International Journal of Remote Sensing* 14: 2713-2729.
- Ceccarell S. 2012. Plant Breeding with Farmers – a Technical Manual, ICARDA, Aleppo, Syria. ISBN 92-9127-271-X, Publisher: ICARDA
- Dempewolf H, Baute G, Anderson J, Kilian B, Smith C, Guarino L. 2017. Past and Future Use of Wild Relatives in Crop Breeding. *Crop Sci.* 57: 1-13.
- Derpsch R. 2004. History of Crop Production, With & Without Tillage. : 150–154. FAO. 2011. Save and Grow.
- FAO. 2008. FAO Statistical Yearbook. The Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. <http://faostat.fao.org>.
- Feiziaasl V, Kasraei R, Moghaddam M, Valizadeh GR. 2004. Investigation on uptake limitation and nutrition deficiency diagnosis applied phosphorous and zinc fertilizers by different methods in Sardari wheat. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*, 11(3): 23-33.
- Jat ML, Saharawat YS, Gupta R. 2011. Conservation agriculture in cereal systems of South Asia: nutrient management perspectives. *Karnataka Journal Agricultural Science* 24: 100–105.
- Guzman C, Autrique JE, Mondal S, Singh RP, Govindan V, Morales-Dorantes A, Romano GP, Crossa J, Ammar K, Pena RJ. 2016. Response to drought and heat stress on wheat quality, with special emphasis on bread-making quality, in durum wheat. *Field Crops Res* 186: 157–165.

- Hansen PM, Schjoerring JK. 2003. Reflectance measurement of canopy biomass and nitrogen status in wheat crops using normalized difference vegetation indices and partial least squares regression, *Remote Sensing of Environment*, 86: 542-553.
- Hengxin L, Hongwen L, Xuemin F, Liyu X. 2008. The current status of conservation tillage in China. In: Goddard, T., Zebisch, M. A., Gan, Y.T., Ellis, W., Watson, A., Sombatpanit, S. (Eds.), *No-till Farming Systems*. WASWC, Bangkok, pp. 413–428. World Association of Soil and Water Conservation, Special Publication No. 3.
- Hobbs PR, Govaerts B. 2010. How conservation agriculture can contribute to buffering climate change. In: Reynolds, M.P. (Ed.), *Climate Change and Crop Production*. CABI, Wallingford, U.K, pp. 117–199.
- Honsdorf N, Govaerts B, Ammar K, Singh RP, Mulvaney M. 2016. Conservation Agriculture and Genotypes – Are There Interactions? Resilience Emerging from Scarcity and Abundance," on Nov. 6-9, 2016, in Phoenix, AZ. Annual Meeting News.
- Kyratzis A, Skarlatos D, Fotopoulos V, Vamvakousis V, Katsiotis A. 2015. Investigating Correlation among NDVI Index Derived by Unmanned Aerial Vehicle Photography and Grain Yield under Late Drought Stress Conditions. *Procedia Environmental Sciences* 29: 225-226.
- Lopes MS, Reynolds MP. 2012. Stay-green in spring wheat can be determined by spectral reflectance measurements (normalized difference vegetation index) independently from phenology, *Journal of Experimental Botany*, 63(10): 3789-3798.
- Loss SP, Siddique KHM. 1994. Morphological and physiological traits associated with wheat yield increases in Mediterranean environments. *Advances in Agronomy* 52: 229-276.
- Marti J, Bort J, Slafer GA, Araus JL. 2007. Can wheat yield be assessed by early measurements of Normalized Difference Vegetation Index? *Annals of Applied Biology* 150: 253-257.
- Mohammadi R, Haghparast R, Sadeghzadeh B, Ahmadi H, Solimani K, Amri A. 2014. Adaptation patterns and yield stability of durum wheat landraces to highland cold rainfed areas of Iran. *Crop Science* 54(3): 944-954.
- Mohammadi R, Abdolahi A, Mohammadi MS, Elahi K, Yari SR. 2016. Evaluation of Yield Gap of Durum Wheat Genotypes Under Research and Farmers' Fields Conditions. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops*, 5(2): 133-141
- Mullan, D.J., Reynolds, M.P., 2010. Quantifying genetic effects of ground cover on soil water evaporation using digital imaging. *Functional Plant Biology* 37: 703-712
- Munden R, Curran PJ, Catt JA. 1994. The relationship between red edge and chlorophyll concentration in the broadbalk winter wheat experiment at Rothamsted. *International Journal of Remote Sensing*, 15:705-709.
- Perrin RK, Winkleman DL, Moscardi ER, Anderson JR. 1967. From agronomic data to farmer recommendations. In: F. Train. Ball. 21. CIMMYT. EL, Batan, Mexico.
- Pretty JN, Noble AD, Bossio D, Dixon J, Hine RE, Penning de Vries FWT, Morison JIL. 2006. Resource-Conserving Agriculture Increases Yields in Developing Countries. *Environmental Science & Technology*, 40(4): 1114-1119.
- Rajaram S, Borlaug NE, van. Ginkel M. 2004. CIMMYT international wheat breeding. Cimmyt. Mexico.

- Rockstrom J, Kaumbutho P, Mwalley J, Nzabi AW, Temesgen M, Barron J, Mutua J, Damagaard-Larsen S. 2009. Conservation farming strategies in East and Southern Africa: yields and rain water productivity from on-farm action research. *Soil Tillage Research* 103: 23-32.
- Royo C, Aparicio N, Villegas D, Casadesus J, Monneveux P, Araus JL. 2003. Usefulness of spectral reflectance indices as durum wheat yield predictors under contrasting Mediterranean conditions. *International Journal of Remote Sensing*, 24: 4403-4419.
- Singh Y, Kukal SS, Jat ML, Sidhu HS. 2014. Improving Water Productivity of Wheat-Based Cropping Systems in South Asia for Sustained Productivity. *Advances in Agronomy* 127: 157-258.
- Sands DM. 1986. Farming system research: Clarification farms and concepts. *Experimental Agriculture*, 22: 87-104.
- Tattaris M, Reynolds MP, Chapman SC. 2016. A direct comparison of remote sensing approaches for high-throughput phenotyping in plant breeding. *Frontiers in Plant Science*. 7:1131.
- Yan, W., Fregeau-Reid, J., 2008. Breeding line selection based on multiple traits. *Crop Science* 48, 417–423.
- Yan W, Kang M.S. 2003. *GGE Biplot Analysis A Graphical Tool for Breeders, Geneticists, and Agronomists*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Yan W, Rajcan I.R. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Canadian Journal of Plant Science* 42: 11–20.
- Wright Jr. DL, Philip Rasmussen Jr V, Douglas-Ramsey R. 2005. Comparing the Use of Remote Sensing with Traditional Techniques to Detect Nitrogen Stress in Wheat. *Geocarto International*, 20: 63-68.
- Zečević V, Knežević D, Mićanović D. 2004. Genetic correlations and path-coefficient analysis of yield and quality components in wheat, *Triticum aestivum* L. *Genetika* 36(1): 13-21.

DOI: 10.22092/idaj.2019.125663.252

Evaluation of grain yield, agronomic and physiological characteristics of durum wheat breeding lines and cultivars under no-till condition

Reza Mohammadi^{1*}, Reza Haghparast¹, Mehdi Geravandi¹, Farshid Mahmoudi¹,
Khodadad Yarkarami², Behzad Shamsavari³

1- Dryland Agricultural Research Institute, Sararood Branch, Agricultural Research,
Education and Extension (AREEO), Kermanshah, Iran

2- Jihad-Agriculture Center of Sarpol-e Zahab, Qaleshahin Branch, Sarpol-e Zahab, Iran

3- Jihad-Agriculture Center of Kermanshah, Sarab Niloufar Branch, Kermanshah, Iran

Abstract

In this study, in order to display the crop capacity and production potential of durum wheat breeding lines and internal and external cultivars to farmers and identifying the best adapted genotypes under no-tillage condition, 26 durum wheat genotypes along with two local bread wheat cultivars as checks were evaluated at innovation platform of Iran-ICARDA food security project in moderate warm region of Sarpol-e Zahab, Kermanshah, Iran under conservation agriculture (no-tillage) in farmers' fields during 2017-18 cropping season. During the experiment the genotypes were evaluated for grain yield and agro-physiological characteristics. The results of ANOVA and mean comparison for the studied traits in innovation platform indicated significant differences among genotypes for grain yield and some of the agro-physiological traits. Mean yields among genotypes varied from 327 kg/ha (corresponding for G23) to 926 kg/ha (corresponding for G16) and superior genotypes had increasing yields between 6 to 51% than the local check. In general, according to the yield productivity, agro-physiological characteristics and agronomic scores, six durum wheat genotypes (G24, G21, G7, G18, G16 and G25) were superior to the local check. These well performing genotypes, were characterized for high grain yield and 1000-kernel weight, early heading, high SPAD-reading and NDVI (normal difference vegetative index) and cooler canopy under rainfed condition.

Keywords: Durum wheat, conservation agriculture, agro-physiological characteristics, rainfed condition

* Corresponding author: r.mohammadi@areeo.ac.ir Received: 2018/10/14 Accepted: 2019/07/17