شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/idaj.2020.127807.272

ارزیابی خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های جو دیم در مزارع زارعین

رضا محمدی[1*]، رضا حق‌پرست[1]، مهدی گراوندی[1]، عبدالوهاب عبدالهی[1]، رضا ملک‌حسینی[2]، خداداد یارکرمی[3]

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

۲- مرکز خدمات کشاورزی لنجاب، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان سنقر، کرمانشاه، ایران

۳- مرکز خدمات کشاورزی قلعه‌شاهین، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان سرپل‌ذهاب، کرمانشاه ، ایران

چکیده

به‌منظور ارزیابی پتانسیل عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی و فیزیولوژیک تعدادی از ارقام موجود و لاین‌های امید بخش جو در شرایط بی‌خاکورزی دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در پایگاه‌های نوآوری ارتقای امنیت غذایی در مزارع دیم زارعین مناطق سرد (شهرستان سنقر) و نیمه گرمسیری (سرپل‌ذهاب) در استان کرمانشاه در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. در منطقه سرد میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از ۲۸۱۸ برای رقم سهند تا ۵۸۶۴ کیلوگرم در هکتار برای لاین پیشرفته G4 در نوسان بود. در منطقه نیمه‌گرمسیری سرپل‌ذهاب آزمایش با تنش شدید خشکی و گرما مواجه بوده و بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها از ۲۰۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم فراز، تا ۳۳۵ کیلوگرم در هکتار برای ارقام بهدان و محلی در نوسان بود. بر اساس نتایج بای‌پلات ژنوتیپ × صفت، در منطقه سرد ژنوتیپ‌های G4 و G6 از نظر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، شمار دانه در سنبله و تعداد روز تا گلدهی برترین ژنوتیپ‌ها بودند و در منطقه نیمه‌گرمسیری ارقام محلی و بهدان از لحاظ عملکرد دانه و وزن هزار دانه بعنوان برترین ژنوتیپ‌ها تعیین گردید. نتایج بررسی روابط بین صفات با استفاده از تجزیه همبستگی و تجزیه بای‌پلات ژنوتیپ × صفت نشان داد الگوی روابط صفات در دو اقلیم مذکور متفاوت بود.

واژه‌های کلیدی: جو، عملکرد دانه، بی‌خاکورزی، شرایط دیم، صفات زراعی و فیزیولوژیکی

* نگارنده مسئول: *r.mohammadi@areeo.ac.ir* تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۸

مقدمه

پیشینه تاریخی بالای جو، سازگاری و تحمل آن در برابر شرایط نامساعد محیطی مانند کمبود مواد غذایی، خشکی و شوری، این گیاه را به محصولی مناسب برای شرایط سخت و متغیر دیم تبدیل نموده است. سطح زیر کشت و عملکرد جهانی جو در سال ۲۰۱۷ برابر ۴۷ میلیون هکتار با متوسط عملکرد ۳۱۳۵ کیلوگرم در هکتار بود (FAOSTAT, 2017). در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، سطح برداشت جو در کشور حدود یک میلیون و ۴۷۳ هزار هکتار برآورد شده که حدود ۱۳ درصد از کل سطح محصولات زراعی و ۱۹ درصد از کل سطح غلات کشور را به خود اختصاص داد. میزان تولید در همان سال دو میلیون و ۹۷۶ هزار تن که حدود ۳/۶ درصد از کل تولید محصولات زراعی و ۱۵٪ کل تولید غلات را شامل می‌شود. سهم اراضی آبی جو ۴۳ درصد و اراضی دیم ۵۷ درصد می‌باشد (Anonymous, 2018). با توجه به اینکه نیاز مصرف سالانه کشور به جو نزدیک به پنج میلیون تن است در نتیجه قسمتی از نیاز کشور معادل حدود دو میلیون تن از طریق واردات تامین می‌گردد که این مقدار بسته به شرایط سال زراعی متغییر است. با در نظر گرفتن قیمت ۱۲۰-۱۰۰ دلار برای هر تن جو در بازار جهانی در حال حاضر و بدون در نظر گرفتن سایر هزینه‌ها حدود ۲۴۰-۲۰۰ میلیون دلار برای واردات جو ارز از کشور خارج می‌شود. لذا تولید بیشتر جو از طریق معرفی ارقام پرپتانسیل و رعایت اصول بهینه مدیریت مزرعه (کاشت، داشت و برداشت) به منظور خودکفایی و جلوگیری از خروج ارز نیازمند همت بیشتر بخش‌های مختلف از تحقیق تا اجرا می‌باشد.

ایران از نظر منابع آبی محدودیت دارد به نحوی که با متوسط بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر، یک سوم متوسط بارندگی جهان را دارد. از سوی دیگر از حدود ۱۸/۵ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی تقریبا ۶/۲ میلیون هکتار (۳۳٪) به کشت دیم اختصاص دارد که بیش از ۸۰٪ اراضی دیم کمتر از ۴۰۰ میلی‌متر بارندگی دارند. از اینرو قسمت اعظم نواحی زیر کشت جو دیم در کشور با مشکل کمبود بارش و نیز عدم پراکنش مناسب بارندگی در دیم‌زارها، تنش‌های محیطی از عوامل مهم کاهش عملکرد گیاهان بوده و به طور متوسط باعث کاهش ۵۰ درصدی محصول گیاهان زراعی عمده در دنیا و از جمله ایران می‌شود (Bray *et al.*, 2000).

تلاش برای بالا بردن تولید و حفظ پایداری آن در شرایط تنش نیازمند استفاده از روش‌ها و راهکارهای مناسب است که یکی از این راهکارهای اساسی و اصولی اجرای طرح‌های تحقیقاتی به‌نژادی برای اصلاح و معرفی ارقام پرمحصول و مقاوم به تنش‌های زنده و غیرزنده است. امروزه افزایش ظرفیت عملکرد، کار آسانی نیست، زیرا اصلاح‌گران با ژنوتیپ‌هایی سروکار دارند که در دهه‌های گذشته، فرآیند انتخابی شدیدی را تحمل کرده‌اند. بنابراین، بهبود آتی عملکرد نیازمند تلفیق ابزارها و راهبردهای جدید با فعالیت‌های رایج اصلاحی است (Slafer *et al.*, 2005). عملکرد گیاه نتیجه نهایی عمل هزاران ژن و بازخورد آنها با شرایط محیطی و عملیات زراعی

است. در سده گذشته، اصلاح کلاسیک در افزایش پتانسیل عملکرد بسیار موفق بوده است (Borlaug and Dowsw, 2005). در حال حاضر تعدادی از ارقام جو دیم برای اقلیم‌های سرد، معتدل و گرم توسط موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور معرفی شده و لازم است با ترویج و نمایش پتانسیل آنها به کشاورزان، جایگاه و مکان-یابی مناسبی برای ارقام معرفی شده، با توجه به ویژگی‌های زراعی و خصوصیات آنها انجام گیرد. برای افزایش تولید و توسعه پایدار محصولات زراعی در دیم‌زارهای کشور و بهره‌برداری مناسب از منابع و عوامل تولید، لازم است برنامه‌ریزی و تمهیدات علمی از قبیل اصلاح روش‌های معمول، توجه بیشتر به تحقیقات مکانیزاسیون، کشاورزی حفاظتی، تغذیه گیاهی، تناوب زراعی، روش‌هایی برای بالا بردن کارآیی استفاده از بارندگی‌های موثر از طریق بهره‌وری و مدیریت آب، تولید جو و علوفه در مزارع آیش و کم پتانسیل، معرفی ارقام جدید و پرپتانسیل و سازگار با شرایط آب و هوایی مناطق مختلف انجام شود تا موجب ارتقاء امنیت غذایی گردد. طبق پیش‌بینی‌های انجام شده، تولید جهانی گیاهان زراعی جهت فراهم کردن نیازهای غذایی جمعیت در حال رشد بایستی تا سال ۲۰۵۰ میلادی دو برابر شود (Ray *et al.,* 2013). تغییرات اقلیمی از طریق افزایش فراوانی تنش‌های زنده و غیر زنده بر تولیدات کشاورزی اثرات نامطلوبی می‌گذارد (Ceccarelli *et al.,* 2011; Waha *et al.,* 2017). استفاده از دانش بومی کشاورزان در کنار دانش علمی متخصصان می‌تواند در راه شناسائی ارقام با سازگاری بیشتر به محیط‌های واجد تنش کمک کند. کشت ارقام برتر و استفاده از تکنیک‌های زراعی می‌تواند در جهت بالابردن وضعیت معیشتی و کاهش آسیب پذیری بهره‌برداران در مقابل پدیده تغییرات اقلیمی کمک شایانی نماید (Ceccarelli *et al.,* 2011). به‌نژادی به‌عنوان یک راهکار کلیدی برای افزایش سازگاری و انطباق سیستم‌های زراعی با تغییرات اقلیمی شناخته شده است (Atlin *et al.,* 2017; Ceccarelli *et al.,* 2011).

کشاورزی حفاظتی با هدف تولید پایدار محصولات کشاورزی مورد توجه زیادی قرار گرفته است. کشاورزی حفاظتی بر سه اصل کلی شامل عملیات خاکورزی حداقل، حفظ پوشش خاک با استفاده از بقایای گیاهی یا گیاهان پوششی و استفاده از تناوب زراعی به منظور حفاظت از خاک و آب استوار است (Hobbs *et al.,* 2008). استفاده از سیستم بدون شخم معمولاً باعث کاهش عملکرد گیاهان زراعی می‌گردد اما تحت شرایط خاص ممکن است میزان عملکرد بیشتر یا برابر با شرایط استفاده از روش‌های رایج خاک‌ورزی باشد (Pittelkow *et al.,* 2015). استفاده از سیستم بدون شخم به‌همراه تناوب مناسب و بهره‌برداری از پوشش خاک موجب به حداقل رسیدن اثرات منفی آن روی عملکرد می‌گردد. در مطالعه‌ای جامع که نتایج حاصل از صدها تحقیق مرتبط را مورد بررسی قرار داده است به نقش اصول کشاورزی حفاظتی بر افزایش معنی‌دار عملکرد گیاهان زراعی در شرایط دیم و خشک اشاره و از آن به‌عنوان یکی از استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی در شرایط خشک یاد شده است (Pittelkow *et al.,*

2015). بنابراین به نظر می‌رسد که بهره‌برداری از مزیت مذکور و صرفه جویی در هزینه عملیات خاکورزی در کنار سایر مزایای کشاورزی حفاظتی تلاشی در جهت ارتقاء وضعیت معیشتی کشاورزان دیم کار باشد.

شناسایی ژنوتیپ‌های مناسب بر اساس عملکرد دانه و سایر صفات مورد بررسی یکی از اهداف مهم اصلاح نباتات است. شناسایی ارتباط صفات زراعی با عملکرد دانه به‌عنوان یک صفت اقتصادی می‌تواند نقش موثری در انتخاب ژنوتیپ-های برتر داشته باشد. جهت شناسایی چنین صفاتی چندین روش آماری از قبیل تجزیه همستگی، تجزیه رگرسیون چندگانه، تجزیه ضرایب مسیر و غیره وجود دارد که در یک نقص کلی با هم مشترک هستند؛ که قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های مطلوب از لحاظ مجموعه‌ای از صفات نمی‌باشند. یان و راجکن (Yan and Rajcan, 2002) با معرفی مدل بای‌پلات ژنوتیپ در صفت (GT-biplot) روشی را برای ارزیابی و شناسایی ژنوتیپ‌های مطلوب در داده‌های دو طرفه ژنوتیپ در صفت معرفی نمودند. با استفاده از این روش می‌توان بصورت گرافیکی روابط بین صفات مورد بررسی و پروفایل خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی را شناسایی نمود. از این روش برای بررسی روابط متقابل بین ژنوتیپها و صفات مورد بررسی و همچنین ارزیابی، مقایسه و انتخاب ژنوتیپ‌های مختلف در گندم نان (Akcura *et al.*, 2011)، گندم دوروم (Mohammadi and Amri, 2011)، یولاف (Yan and Frégeau-Reid, 2008)، سویا (Yan and Rajcan, 2002) و سایر محصولات دیگر استفاده شده است.

هدف از این تحقیق ارزیابی عملکرد دانه و ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی تعدادی از ارقام و لاین‌های امید بخش جو در مزارع دیم کشاورزان و تحت شرایط کشاورزی حفاظتی (بی‌خاکورزی) و همچنین نمایش پتانسیل تولید مواد ژنتیکی مورد بررسی در مقایسه با ارقام موجود در منطقه به کشاورزان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق تعدادی از ارقام و لاین‌های اصلاحی امید بخش جو برای مقایسه عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی در شرایط دیم تحت کشاورزی حفاظتی و نیز برای نمایش ظرفیت زراعی آنها به کشاورزان سه آزمایش جداگانه در قالب پروژه ارتقای امنیت غذایی ایران-ایکاردا در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در پایگاه‌های نوآوری واقع در منطقه نیمه‌گرمسیری شهرستان سرپل‌ذهاب، دهستان قلعه شاهین روستای نقاره‌کوب (با طول جغرافیایی۳۴ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۴۵ درجه و ۹۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۴۴ متر از سطح دریا)، در منطقه سرد شهرستان سنقر روستای لنجاب (با طول جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۷۶۹ متر از سطح دریا) و در منطقه معتدل کرمانشاه، منطقه سراب نیلوفر دهستان بالادربند (با طول جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۴۶ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و

ارتفاع ۱۳۳۵متر از سطح دریا) اجرا گردید. آزمایش کشت شده در دهستان بالادربند به‌دلیل بارش شدید تگرگ در اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ آسیب دید بنابراین اندازه‌گیری صفات فقط در دو منطقه سرد و نیمه‌گرمسیری انجام گرفت. مزارع محل اجرای آزمایش در سال زراعی قبل (۹۶-۱۳۹۵) در منطقه سرد زیر کشت محصول نخود بود اما در منطقه نیمه‌گرمسیری تحت کشت گندم بود که قبل از کشت گندم‌های سبز شده و علف‌های هرز در اثر بارندگی‌های پاییزه با علفکش رانداپ (گلایفوسیت) کنترل شدند و بعد از آن کشت انجام گرفت. بقایای باقیمانده از محصول سال قبل به طور متوسط ۳۰ درصد سطح خاک را پوشانده بود. در منطقه سرد هفت ژنوتیپ شامل چهار رقم جدید، دو لاین امید بخش و یک رقم محلی به عنوان شاهد و در منطقه نیمه‌گرمسیری نیز هفت ژنوتیپ شامل دو رقم جدید، چهار لاین امیدبخش و یک رقم محلی به عنوان شاهد مورد بررسی قرار گرفتند. با عنایت به متفاوت بودن اقلیم‌ها، برای هر منطقه ارقام و لاین‌های امیدبخش مناسب آن منطقه انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند. در جدول ۱ کد و نام ارقام و لاین‌های مورد بررسی ارائه شده است. تیمارهای آزمایش در هر منطقه به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار و کشت با دستگاه مستقیم کار آسکه (Aske-2000) انجام شد. طول و عرض کرت‌های آزمایشی به‌ترتیب ۳۰ و ۲/۲ متر در نظر گرفته شد. فاصله خطوط کاشت ۱۷ سانتی‌متر و تراکم بذر نیز ۳۸۰ بذر در متر مربع بود. نیتروژن و فسفر مورد نیاز گیاه طبق نتایج آزمایش خاک در پاییز تأمین شد. از سم دویدین برای ضدعفونی بذور علیه بیماری‌های قارچی و از علف‌کش گرانستار برای مبارزه با علف‌های هرز استفاده گردید. صفات مورد بررسی در هر آزمایش شامل: تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل، طول پدانکل خارجی، طول برگ پرچم، محتوای نسبی کلروفیل (SPAD)، دمای تاج پوشش گیاهی، شاخص نرمال‌شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)، وزن هزار دانه، شمار سنبله در متر مربع، شمار دانه در سنبله و عملکرد دانه بودند. دمای تاج‌پوشش با دماسنج مادون قرمز (Kimo KIRAY 100, UK) در مرحله گرده افشانی با فاصله یک متر از جلوی کرت و با زاویه ۴۵ درجه از سطح تاج پوشش برای هر ژنوتیپ در هر تکرار بین ساعت ۱۲ تا ۱۴ و در یک روز صاف و آفتابی اندازه‌گیری شد. قرائت اسپد (میزان نسبی کلروفیل) با کلروفیل‌متر (Minolta Co. Ltd., Tokyo, Japan) بر اساس سه نمونه تصادفی برگ پرچم برای هر ژنوتیپ در هر تکرار در مرحله گرده‌افشانی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری شاخص نرمال شده پوشش گیاهی از حسگر قابل حمل مزرعه‌ای گرین‌سیکر (Trimble Greenseeker, USA) استفاده شد و در مرحله گرده افشانی و بین ساعت ۱۲ تا ۱۴ با حرکت دادن حسگر در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متری بالای کانوپی برای هر کرت اندازه‌گیری انجام شد (Pask *et al.*, 2012).

مراحل تجزیه آماری شامل بررسی نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس، مقایسه میانگین، تجزیه همبستگی و تجزیه بای‌پلات ژنوتیپ× صفت بود.

از مدل بای‌پلات ژنوتیپ × صفت (GT-biplot) برای ارزیابی خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی و مطالعه همبستگی بین صفات مورد بررسی استفاده شد (Yan and Rajcan, 2002). برای تجزیه داده‌ها از برنامه آماری GEA-R (Pacheco *et al.,* 2015) و PAST (Hamer *et al.,* 2001) استفاده شد.

جدول ۱- کد و نام/ شجره ارقام و لاین‌های جو ارزیابی‌شده در سرپل‌ذهاب و سنقر

سنقر		سرپل‌ذهاب	
کد	نام ژنوتیپ	کد	نام ژنوتیپ
G1	آبیدر	G1	Moroc9-75//WI2291/WI2269 ICB93-1132-0AP-31AP-0AP-5TR-20AP-0AP
G2	انصار	G2	فراز
G3	سهند	G3	بهدان
G4	Larende	G4	Moroc9-75//WI2291/WI2269 ICB93-1132-0AP-31AP-0AP-6TR-46AP-0AP
G5	نادر	G5	ماهور
G6	INCE 04	G6	خرم
G7	رقم محلی	G7	رقم محلی

نتایج و بحث

میزان بارندگی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در شهرستان سنقر حدود ۵۵۳ میلی‌متر بود که نسبت به مدت مشابه در سال قبل (۳۸۴ میلی‌متر) حدود ۴۴٪ افزایش نشان داد. میزان بارندگی شهرستان سرپل‌ذهاب برابر ۴۶۸ میلی‌متر بود که نسبت به بارندگی سال گذشته (۳۰۳ میلی‌متر) حدود ۵۴٪ افزایش داشت. در سال زراعی در منطقه گرمسیری سرپل‌ذهاب از اواسط اسفند تا دهه سوم فروردین (که مصادف با مرحله گلدهی بود) بارندگی موثری نداشتیم و به همین دلیل موجب خسارت تنش به مزارع غلات و متعاقب آن کاهش شدید عملکرد گندم در دیم‌زارهای این مناطق شد. داده-های بارش و درجه حرارت در دو منطقه در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در جدول ۱ ارائه شده است. اطلاعات ارائه شده در خصوص میزان بارندگی، مقادیر عددی ارائه شده توسط ایستگاه‌های هواشناسی شهرستان‌های مذکور است و اطلاعاتی در خصوص میزان بارندگی در محل دقیق اجرای آزمایش‌ها واقع در روستاهای لنجاب و نقاره‌کوب در دسترس نبود. میانگین دمای استان نسبت به سال گذشته و بلند مدت افزایش نسبی داشته بطوریکه در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در اغلب مناطق سرد استان شاهد زمستان نسبتا" معتدل بودیم که منجر به

افزایش میزان دمای روزانه و متعاقب آن افزایش سرعت رشد اولیه در نبود بارندگی موثر گردید.

جدول ۲) اطلاعات هواشناسی شهرستان‌های سنقر و سرپل‌ذهاب در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

ماه	شهرستان سنقر			شهرستان سرپل‌ذهاب		
	مقدار بارندگی (میلی‌متر)	متوسط دما (ºC)		مقدار بارندگی (میلی‌متر)	متوسط دما (ºC)	
		حداکثر	حداقل		حداکثر	حداقل
مهر	۰	۲۵/۲	۵/۸	۰	۳۲/۲	۱۴/۱
آبان	۳۲/۲	۱۹/۸	۴/۷	۲۱/۵	۲۷/۱	۱۳/۲
آذر	۲۴/۶	۱۱/۷	-۳/۴	۱۶/۱	۱۹/۶	۵/۷
دی	۲۸/۵	۱۱/۱	-۲/۱	۳۳/۹	۱۹/۲	۵/۸
بهمن	۱۱۸/۴	۹/۳	-۳/۱	۱۵۶/۵	۱۷/۶	۵/۴
اسفند	۴۸/۵	۱۴/۳	۱/۷	۹۶/۱	۲۰/۹	۸/۷
فروردین	۱۴۵/۹	۱۹/۵	۴/۴	۳۷/۸	۲۶/۸	۱۲/۲
اردیبهشت	۱۴۶	۱۹/۵	۶/۷	۱۰۳/۸	۲۷/۷	۱۵/۱
خرداد	۹/۱	۲۹/۲	۹/۲	۲/۸	۳۸	۲۰/۴

نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای صفات اندازه‌گیری شده در منطقه سرد نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر تعداد روز تا گلدهی، محتوای نسبی کلروفیل، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد اختلاف آماری معنی‌دار وجود دارد (جدول ۳). ژنوتیپ‌های مورد بررسی در منطقه نیمه‌گرمسیری از نظر صفات NDVI در سطح احتمال ۱ درصد و از نظر دمای تاج‌پوشش گیاهی و طول پدانکل خارجی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف آماری معنی‌دار نشان دادند (جدول ۴). میانگین صفات اندازه‌گیری شده و مقادیر عددی حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد در مناطق سرد و نیمه‌گرمسیری بر اساس هر یک از صفات مورد بررسی به ترتیب در جداول ۵ و ۶ آمده است. در پایگاه نوآوری ارتقای امنیت غذایی در منطقه سرد سنقر میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از ۲۸۱۸ برای رقم سهند تا ۵۸۶۴ کیلوگرم در هکتار برای لاین پیشرفته G4 در نوسان بود. در این آزمایش عملکرد رقم جو محلی نیز ۳۳۱۹ کیلوگرم در هکتار بود که به جز رقم سهند بقیه ژنوتیپ‌ها عملکرد بیشتری نسبت به آن داشتند. میانگین وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های مورد بررسی نیز از ۳۹/۵ گرم برای رقم سهند تا ۴۴ گرم برای لاین پیشرفته G4 در نوسان بود. ارقام انصار، نادر و لاین G6 نیز به ترتیب دارای میانگین وزن هزار دانه ۴۳/۵، ۴۳/۵ و ۴۳ گرم بودند. میانگین وزن هزار دانه رقم محلی

نیز ۴۰/۵ گرم بود. کمترین تعداد روز تا گلدهی مربوط به ارقام نادر و محلی با ۱۳۸ روز و بیشترین تعداد روز تا گلدهی مربوط به لاین اصلاحی G4 با ۱۴۷ روز بود. بیشترین مقدار قرائت اسپد مربوط به رقم انصار و کمترین آن مربوط به رقم محلی بود. از لحاظ شاخص NDVI، رقم آبیدر بیشترین و ژنوتیپ G4 کمترین مقدار را داشتند. دمای تاج پوشش گیاهی نیز از ۱۱/۸ درجه سانتی‌گراد تا ۱۳/۲ درجه سانتی‌گراد در بین ژنوتیپ‌ها متغیر بود. بنابراین رقم انصار خنک‌ترین تاج‌پوشش گیاهی و ژنوتیپ G6 (لاین اصلاحی INCE 04) گرمترین تاج‌پوشش گیاهی را داشتند. ارتفاع بوته ژنوتیپ‌ها از ۹۰ سانتی‌متر مربوط به ارقام محلی و نادر تا ۱۱۰ سانتی‌متر مربوط به رقم سهند متغیر بود. طول برگ پرچم از ۹/۷ سانتیمتر مربوط به ژنوتیپ‌های G6 و G1 (آبیدر) تا ۱۵/۷ سانتیمتر مربوط به رقم سهند متفاوت بود. دامنه تغییرات طول پدانکل بین ۲۳ و ۳۸ سانتی‌متر و برای طول پدانکل خارجی نیز بین ۴/۲ و ۱۷/۷ سانتی متر بود که بیشترین مقدار آن مربوط به رقم انصار و کمترین آن مربوط به لاین اصلاحی G4 بود. طول سنبله نیز از ۷ سانتی‌متر (مربوط به رقم انصار) تا ۸/۳ سانتی‌متر (مربوط به لاین G6) متغیر بود. شمار سنبله در متر مربع برای ژنوتیپ‌ها متغیر و از ۴۴۲ (مربوط به رقم نادر) تا ۵۸۶ (مربوط به رقم آبیدر) متغیر بود. رقم محلی دارای کمترین شمار دانه در سنبله (۲۲ دانه) و لاین‌های G4 و G6 دارای بیشترین شمار دانه در سنبله (۲۷ دانه) بودند. تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک از ۱۷۴ روز (رقم محلی) تا ۱۸۲ روز (آبیدر) متغیر بود.

در پایگاه نوآوری امنیت غذایی در منطقه نیمه‌گرمسیری آزمایش با تنش شدید خشکی و گرما مواجه بود. بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و میانگین عملکرد آنها از ۲۰۸ (رقم فراز) تا ۳۳۵ کیلوگرم در هکتار برای رقم بهدان در نوسان بود. عملکرد رقم بهدان تقریبا برابر با رقم محلی (۳۳۴ کیلو گرم در هکتار) بود (جدول ۶). بیشترین میانگین وزن هزار دانه مربوط به رقم محلی (۴۳/۷ گرم) و کمترین آن مربوط به رقم خرم بود. دامنه تغییرات تعداد روز تا گلدهی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از ۱۱۰ روز (رقم فراز و لاین G4) تا ۱۱۳ روز (رقم خرم) متغیر بود. میزان محتوای نسبی کلروفیل از ۳۶/۷ واحد اسپد برای رقم ماهور تا ۴۴/۶ واحد برای رقم خرم متغیر بود. بیشترین میزان NDVI مربوط به لاین G1 و رقم خرم و کمترین میزان آن مربوط به رقم محلی بود. رقم خرم دارای خنک‌ترین دمای تاج‌پوشش گیاهی و گرمترین تاج پوشش گیاهی مربوط به رقم محلی بود. ارتفاع بوته از ۳۹/۵ درجه سانتی‌گراد تا ۴۸/۴ به ترتیب مربوط به لاین G3 و رقم محلی متغیر بود. بیشترین طول برگ پرچم مربوط به رقم محلی و کمترین آن مربوط به رقم خرم بود. طول پدانکل برای رقم خرم کمترین و برای رقم فراز و رقم ماهور بیشترین بود. طول پدانکل خارجی برای رقم خرم بیشترین و برای لاین اصلاحی G1 کمترین مقدار بود. رقم ماهور دارای بیشترین طول سنبله (۸ سانتی‌متر) و لاین G4 از کمترین (۶/۱ سانتی‌متر) طول سنبله برخوردار بود. بیشترین شمار سنبله در واحد سطح مربوط به رقم فراز و کمترین آن مربوط به رقم خرم

بود و از لحاظ شمار دانه در سنبله رقم خرم با ۱۸ دانه در سنبله بیشترین و رقم ماهور با ۱۴ دانه در سنبله دارای کمترین شمار دانه در سنبله بودند.

در شرایط نیمه‌گرمسیری سرپل‌ذهاب هم تنش خشکی و به تبع آن تنش گرمایی اثر منفی قابل توجهی بر مولفه‌های عملکرد از قبیل شمار سنبله در متر مربع، شمار دانه در سنبله و وزن هزار دانه داشتند. برعکس در منطقه سردسیری سنقر به دلیل رطوبت کافی و عدم تنش گرمایی اجزاء عملکرد تحت تاثیر تنش‌های محیطی قرار نداشته و شرایط ایده‌آل برای تولید فراهم گردید. این نتایج با گزارش‌های قبلی مبنی بر تاثیر منفی عوامل محیطی بر اجزاء عملکرد در محیط‌های با تنش خشکی و گرمایی و عدم تاثیر منفی تنش‌های خشکی و گرما در محیط‌های سرد سازگاری دارد (García del Moral *et al.,* 2003; Moragues *et al.,* 2006; Royo *et al.,* 2006, 2014).

تجزیه گرافیکی همبستگی عملکرد دانه و صفات زراعی و فیزیولوژیکی مورد بررسی برای ژنوتیپ‌های جو در شکل ۱ آمده است. در منطقه سرد همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد روز تا گلدهی وجود داشت (شکل a-۱).

عملکرد دانه همبستگی منفی با طول پدانکل و پدانکل خارجی نشان داد. همبستگی منفی بین طول پدانکل و عملکرد دانه در جو نیز قبلا" توسط سانیل و همکاران (۲۰۱۷) گزارش گردید درحالیکه ال-عبدالت و همکاران (۲۰۱۷) در یک مکان همبستگی مثبت و در یک مکان دیگر عدم همبستگی را گزارش نمودند.

ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری با NDVI، SPAD، شمار سنبله در واحد سطح و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک داشت. بنابراین ژنوتیپ‌های پابلند نسبت به ژنوتیپ‌های پاکوتاه از سطح پوشش و محتوای کلرفیل بیشتر و شمار سنبله در واحد سطح بیشتر برخوردار بودند که این شرایط باعث تاخیر در رسیدگی فیزیولوژیک این ژنوتیپ‌ها گردید. نا و همکاران (Na et al., 2017) نیز همستگی مثبت معنی‌داری بین شاخص NDVI با ارتفاع بوته گزارش نمودند. دمای تاج-پوشش گیاهی نیز همبستگی منفی و معنی‌داری با SPAD نشان داد. بنابراین ژنوتیپ‌های با دمای تاج پوشش گیاهی بیشتر از میزان محتوای کلروفیل کمتری برخوردار بودند. در شرایط نیمه‌گرمسیری نیز عملکرد دانه همبستگی مثبتی با تعداد دانه در سنبله و همبستگی منفی با طول پدانکل نشان داد (شکل b-۱). اسپد (محتوای نسبی کلروفیل) با طول پدانکل، طول برگ پرچم و دمای تاج‌پوشش گیاهی همبستگی منفی معنی‌دار اما با تعداد دانه در سنبله و تعداد روز تا گلدهی همبستگی مثبت نشان داد. شاخص NDVI در ژنوتیپ‌های جو با دمای تاج‌پوشش گیاهی همبستگی منفی معنی‌دار و با تعداد روز تا گلدهی همبستگی مثبت نشان داد.

روابط بین صفات و اثر متقابل آنها با ژنوتیپ‌های مورد بررسی از طریق نمایش بای‌پلات ژنوتیپ × صفت در شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است. مولفه‌های اصلی اول و دوم در آزمایش منطقه سرد ۷۲/۵ درصد و در آزمایش منطقه گرم ۶۸/۲ درصد از تنوع داده‌های استاندارد شده ژنوتیپ × صفت را توجیه نمودند.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در منطقه سرد سنقر

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات												
		DH	SPAD	NDVI	CT	PH	FL	PL	PE	SL	NS	NGPS	DM	TKW	YLD
بلوک	۱	۰/۲۸	۰/۰۱	۰/۰۰۹	۴/۵۷**	۲۵۷/۱	۳۱/۲۰	۶۳/۰	۱۶/۷	۰/۷۷	۲۳۱۴/۳	۰/۲۸	۰/۶۴	۰/۶۴	۲۱۲۴۷۲۲/۶**
ژنوتیپ	۶	۱۸/۵**	۱۶/۷۱**	۰/۰۰۷	۰/۳۹	۱۵۵/۹	۸/۹۴	۵۵/۵۳	۴۱/۹	۰/۳۷	۵	۹/۷۸	۱۸/۹۰**	۵/۹۷	۱۸۵۳۷۹۳/۵**
ضریب تغییرات٪	-	۰/۹۵	۲/۶	۸/۰	۶/۴	۶/۷	۲۲/۱	۱۴/۸	۲۷/۲	۹/۲	۱۱/۶	۷/۳	۰/۶۰	۳/۸	۳/۹

DH: تعداد روز تا گلدهی، PH: ارتفاع بوته، DM: تعداد روز تا رسیدگی، SPAD: محتوای نسبی کلروفیل، NDVI: شاخص پوشش سطح سبز، CT: دمای تاج‌پوشش گیاهی، SL: طول سنبله، PL: طول پدانکل، PEL: طول پدانکل خارجی، FL: طول برگ پرچم، NS: شمار سنبله در متر مربع، NGPS: شمار دانه در سنبله، TKW: وزن هزار دانه، YLD: عملکرد دانه

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در منطقه نیمه‌گرمسیری سرپل‌ذهاب

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات												
		DH	SPAD	NDVI	CT	PH	FL	PL	PEL	SL	NS	NGPS	TKW	YLD
بلوک	۱	۸/۶۴	۰/۰۸	۰/۰۰	۴۰/۱۲	۱۸/۲۸	۱/۸	۹/۴	۰/۰۱	۰/۰۳	۴۱۲/۶	۵/۴	۰/۶۳	۷۴۸۷/۶
ژنوتیپ	۶	۱/۶۲	۱۵/۴۸	۰/۰۰۱**	۱۷/۰۶*	۲۰/۸۹	۲/۳	۴/۳	۰/۴۷*	۱/۳	۹۸۵/۶	۳/۸	۵۴/۱	۵۰۶۰/۲
ضریب تغییرات٪	-	۱/۴۲	۵/۴۶	۱/۵۸	۸/۰۹	۵/۱۰	۱۹/۴	۱۳/۳۹	۱۱/۹۸	۸/۱۷	۱۶/۱۵	۸/۸۱	۱۰/۱۵	۱۳/۷۲

DH: تعداد روز تا گلدهی، PH: ارتفاع بوته، DM: تعداد روز تا رسیدگی، SPAD: محتوای نسبی کلروفیل، NDVI: شاخص پوشش سطح سبز، CT: دمای تاج‌پوشش گیاهی، SL: طول سنبله، PL: طول پدانکل، PEL: طول پدانکل خارجی، FL: طول برگ پرچم، NS: شمار سنبله در متر مربع، NGPS: شمار دانه در سنبله، TKW: وزن هزار دانه، YLD: عملکرد دانه

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۵- میانگین صفات زراعی و فیزیولوژیکی ارقام و لاین‌های امید بخش جو در منطقه سرد سنقر در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

ژنوتیپ	DH	SPAD	NDVI	CT	PH	FL	PL	PEL	SL	NS	NGPS	DM	TKW	YLD
G1	۱۴۱/۵	۴۹/۹	۰/۶۶	۱۲/۳	۱۰۷/۵	۹/۷	۳۲/۲	۱۱/۸	۸/۰	۵۰۴/۰	۲۳/۰	۱۴۱/۵	۴۱/۵	۳۸۱۸/۵
G2	۱۴۱/۰	۵۴/۱	۰/۶۲	۱۱/۸	۱۰۷/۵	۱۵/۷	۳۸/۰	۱۷/۷	۷/۰	۵۸۶/۰	۲۵/۰	۱۴۱/۰	۴۳/۵	۴۳۱۸/۵
G3	۱۴۰/۰	۵۲/۵	۰/۶۱	۱۲/۴	۱۰۹/۵	۱۱/۲	۳۵/۲	۱۳/۹	۷/۸	۵۲۲/۰	۲۲/۵	۱۴۰/۰	۳۹/۵	۲۸۱۸/۰
G4	۱۴۷/۰	۵۰/۴	۰/۵۰	۱۲/۵	۹۲/۵	۱۲/۵	۲۳/۰	۴/۲	۷/۹	۴۹۰/۰	۲۷/۰	۱۴۷/۰	۴۴/۰	۵۸۶۳/۵
G5	۱۳۸/۰	۴۸/۳	۰/۵۲	۱۲/۸	۹۰/۰	۱۱/۰	۳۴/۷	۱۳/۵	۷/۵	۴۴۲/۰	۲۳/۰	۱۳۸/۰	۴۳/۵	۴۱۳۶/۵
G6	۱۴۱/۵	۴۸/۲	۰/۵۶	۱۳/۲	۹۸/۵	۹/۷	۲۷/۲	۷/۲	۸/۳	۵۵۴/۰	۲۷/۰	۱۴۱/۵	۴۳/۰	۴۳۶۳/۵
G7	۱۳۸/۰	۴۵/۵	۰/۵۸	۱۲/۸	۸۹/۵	۱۰/۵	۳۵/۰	۳۵/۰	۷/۳	۴۸۲/۰	۲۱/۵	۱۳۸/۰	۴۰/۵	۳۳۱۸/۵
LSD (5%)	۳/۲۶	۳/۱۵	۰/۱۱	۱/۹۵	۱۶/۲۸	۶/۱۸	۱۱/۶۷	۷/۷۸	۱/۷۳	۱۴۶/۷	۴/۳۲	۲/۶۱	۳/۹۷	۳۹۴/۵

DH: تعداد روز تا گلدهی، PH: ارتفاع بوته، DM: تعداد روز تا رسیدگی، SPAD: محتوای نسبی کلروفیل، NDVI: شاخص پوشش سطح سبز، CT: دمای تاج‌پوشش گیاهی، SL: طول سنبله، PL: طول پدانکل، PEL: طول پدانکل خارجی، FL: طول برگ پرچم، NS: شمار سنبله در متر مربع، NGPS: شمار دانه در سنبله، TKW: وزن هزار دانه، YLD: عملکرد دانه، LSD: حداقل تفاوت معنی‌دار

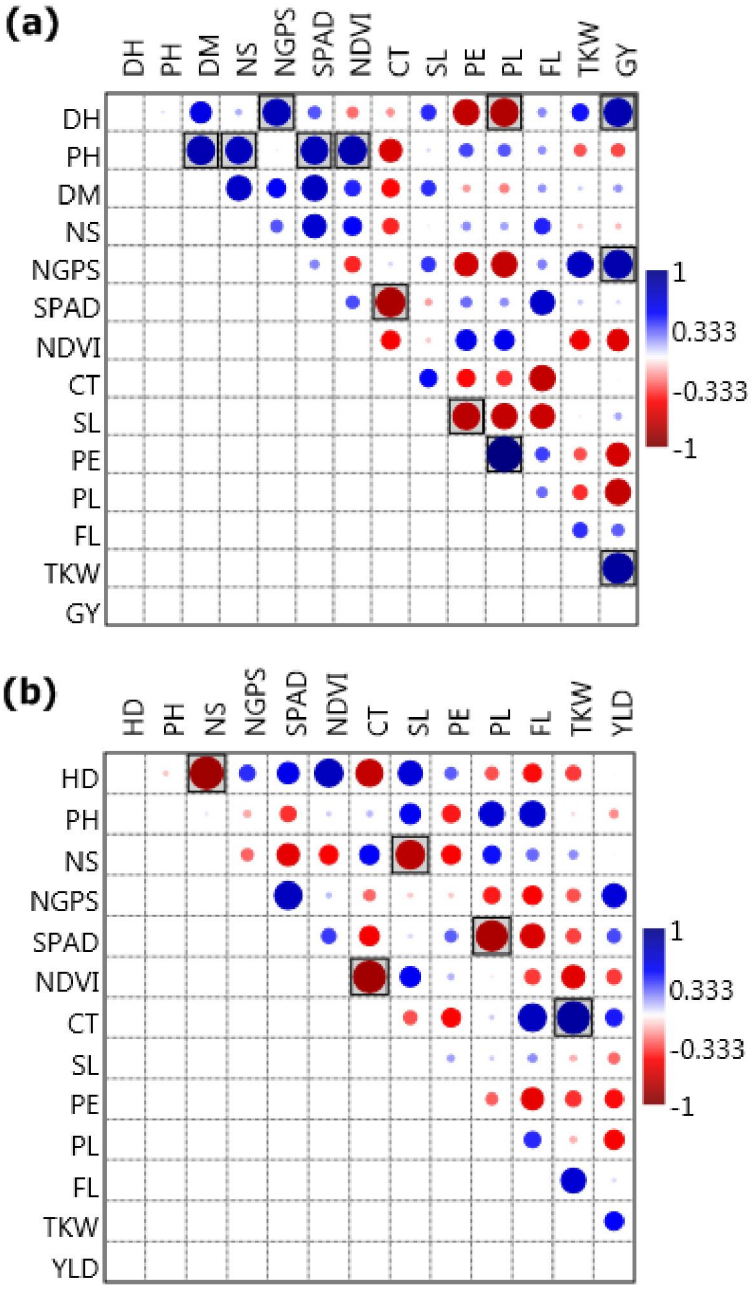
جدول ۶) میانگین صفات زراعی و فیزیولوژیکی ارقام و لاین‌های امید بخش جو در منطقه نیمه‌گرمسیری سرپل‌ذهاب در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

ژنوتیپ	DH	SPAD	NDVI	CT	PH	FL	PL	PEL	SL	NS	NGPS	TKW	YLD
G1	۱۱۱/۰۰	۳۹/۰۰	۰/۳۳	۲۱/۵	۴۷/۳	۵/۶	۱۲/۹	۱/۳	۶/۹	۱۴۱/۰	۱۶/۳	۳۴/۳	۳۰۵/۴
G2	۱۰۹/۵۰	۳۷/۳۵	۰/۳۱	۲۲/۵	۴۷/۳	۵/۹	۱۳/۳	۲/۳	۶/۸	۱۵۲/۰	۱۳/۸	۳۲/۳	۲۰۷/۶
G3	۱۱۰/۵۰	۴۱/۲۰	۰/۳۰	۲۴/۳	۳۹/۵	۵/۰	۹/۶	۲/۳	۶/۲	۱۳۰/۰	۱۵/۶	۴۱/۱	۳۳۵/۱
G4	۱۱۰/۰۰	۳۸/۴۰	۰/۲۹	۲۳/۶	۴۴/۷	۴/۹	۱۳/۰	۲/۰۳	۶/۱	۱۴۹/۰	۱۶/۹	۳۲/۸	۳۱۴/۵
G5	۱۱۱/۵۰	۳۶/۷۰	۰/۳۲	۲۱/۱	۴۵/۷	۵/۶	۱۳/۳	۲/۵۳	۸/۰	۱۱۰/۰	۱۴/۲	۳۴/۹	۲۳۰/۵
G6	۱۱۲/۰۰	۴۴/۵۰	۰/۳۳	۱۸/۵	۴۵/۰	۴/۵	۱۰/۵	۲/۵۳	۸/۰	۹۰/۰	۱۷/۶	۲۸/۵	۲۹۳/۹
G7	۱۱۰/۰۰	۳۷/۲۰	۰/۲۹	۲۷/۸	۵۰/۰	۷/۷	۱۲/۵	۱/۵۳	۷/۶	۱۳۰/۰	۱۵/۲	۴۳/۴	۳۳۴/۴
LSD (5%)	۳/۸۵	۵/۲۳	۰/۰۱	۴/۵	۵/۷	۲/۶۷	۳/۹	۰/۵۹	۱/۴۳	۵۰/۹	۳/۴	۸/۸	۹۶/۹

DH: تعداد روز تا گلدهی، PH: ارتفاع بوته، DM: تعداد روز تا رسیدگی، SPAD: محتوای نسبی کلروفیل، NDVI: شاخص پوشش سطح سبز، CT: دمای تاج‌پوشش گیاهی، SL: طول سنبله، PL: طول پدانکل، PE: طول پدانکل خارجی، FL: طول برگ پرچم، NS: شمار سنبله در متر مربع، NGPS: شمار دانه در سنبله، TKW: وزن هزار دانه، YLD: عملکرد دانه، LSD: حداقل تفاوت معنی‌دار

در نمایش چند ضلعی بای‌پلات ژنوتیپ× صفت در منطقه سرد (شکل a-۲) پنج ژنوتیپ در رئوس چند ضلعی قرار گرفتند. این ژنوتیپ‌ها از نظر یک یا چند صفت دارای برتری نسبی بودند (Yan and Rajcan, 2002). ژنوتیپ G4 و بعد از آن ژنوتیپ G6 از نظر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، شمار دانه در سنبله و تعداد روز تا گلدهی برترین ژنوتیپ بود. ژنوتیپ G2 و به تبع آن ژنوتیپ‌های G1 و G3 از لحاظ ارتفاع بوته، شمار سنبله در واحد سطح، طول برگ پرچم، محتوای نسبی کلروفیل (اسپد)، NDVI و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک دانه بیشترین مقدار را داشتند. ژنوتیپ‌های G5 و G7 از لحاظ هیچ‌کدام از صفات برترین نبودند و صفات طول پدانکل و دمای

تاج‌پوشش گیاهی در بخش‌های جداگانه‌ای از بای‌پلات بدون ژنوتیپ قرار گرفتند.



شکل ۱- همبستگی گرافیکی صفات مورد بررسی برای ژنوتیپ‌های جو در پایگاه نوآوری امنیت غذایی در منطقه سرد سنقر (a) و نیمه گرمسیری سرپل‌ذهاب (b) در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

نمایش برداری تجریه بای‌پلات ژنوتیپ× صفت مربوط به آزمایش منطقه سرد در شکل ۲-b آمده است. زاویه حاده نشان‌دهنده همبستگی مثبت، زاویه منفرجه نشان‌دهنده همبستگی منفی و زاویه ۹۰ درجه نشان‌دهنده عدم وجود همبستگی است. طول بردار نیز بیانگر میزان تنوع ژنوتیپ‌ها از نظر صفت مربوطه می‌باشد (Yan and Kang, 2003). با توجه به زاویه حاده بین بردارهای

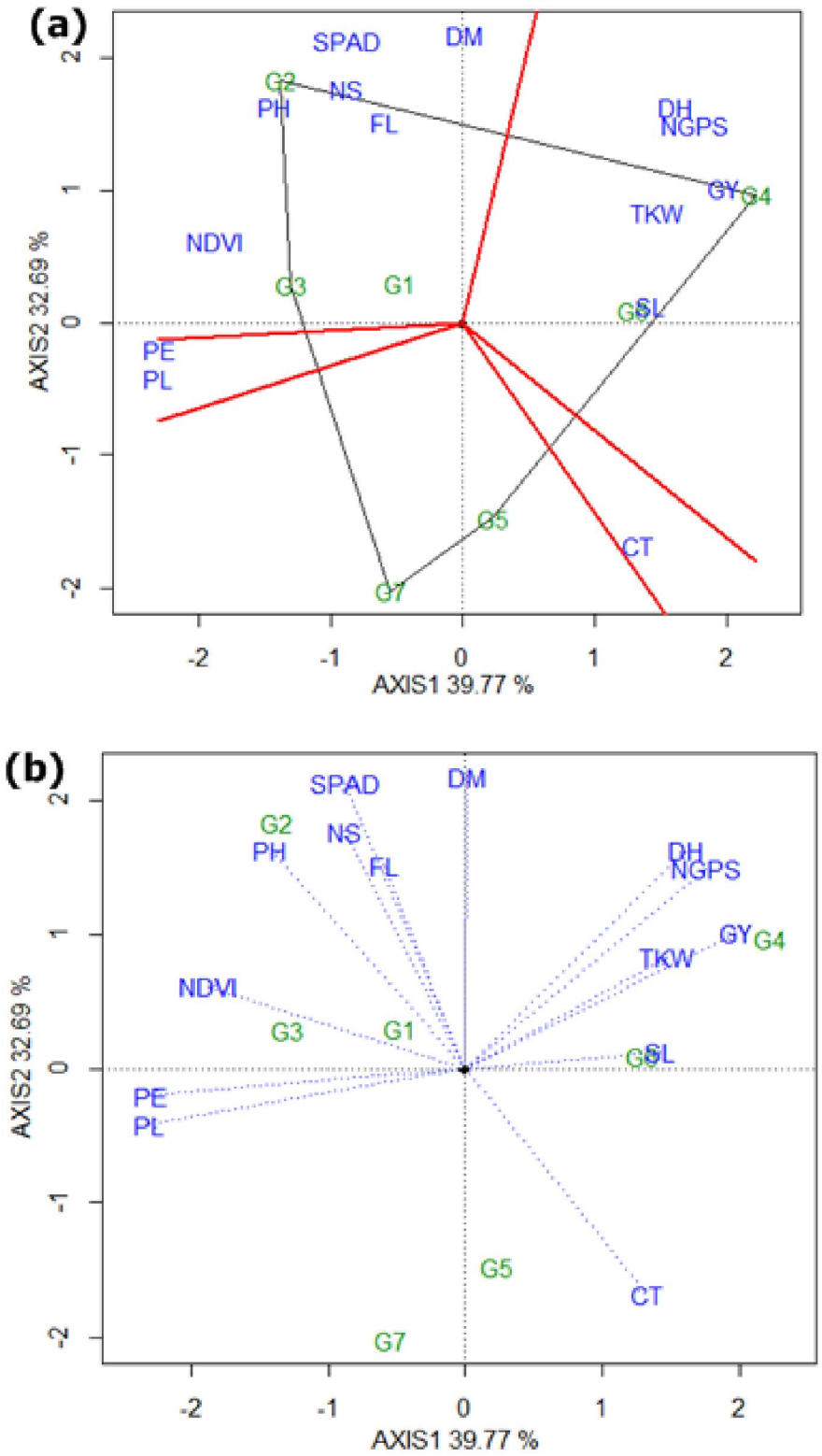
عملکرد دانه، وزن هزاردانه، شمار دانه در سنبله، تعداد روز تا گلدهی و طول سنبله، همبستگی مثبتی بین این صفات وجود داشت. بر اساس ترکیب این صفات ژنوتیپ G4 برترین ژنوتیپ بود. همبستگی منفی صفات با طول پدانکل، دمای تاج‌پوشش گیاهی و NDVI وجود داشت. همچنین زاویه حاده بین محتوای نسبی کلروفیل، طول برگ پرچم، شمار سنبله در واحد سطح، ارتفاع بوته و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک دانه نیز بیانگر همبستگی مثبت بین این صفات و گزینش همسو ژنوتیپ‌ها بر اساس این صفات می‌باشد که بر اساس این گروه از صفات ژنوتیپ G2 برترین ژنوتیپ بود. نتایج همبستگی صفات بر اساس بای‌پلات با نتایج همبستگی صفات بر اساس شکل ۱-a در تطابق می‌باشد. محققان دیگری نیز از بای‌پلات ژنوتیپ × صفت برای تحلیل روابط بین صفات و ارزیابی ژنوتیپ‌ها براساس چند صفت استفاده کرده‌اند (Mohammadi and Amri, 2011; Peterson *et al.,* 2005; Yan and Rajcan, 2002; Xu *et al.,* 2017).

در نمایش چند ضلعی بای‌پلات ژنوتیپ× صفت در منطقه نیمه‌گرمسیری (شکل ۲-b) پنج ژنوتیپ فراز، بهدان، G5، G6 و محلی در رئوس چندضلعی قرار گرفتند. در این آزمایش ژنوتیپ‌های بهدان و محلی با هم در یک بخش از بای‌پلات با بیشترین میزان عملکرد دانه و وزن هزار دانه قرار گرفتند. ژنوتیپ فراز از نظر صفات مرتبط با قامت گیاه شامل ارتفاع بوته، طول پدانکل و طول برگ پرچم نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها از مقادیر عددی بزرگتری برخوردار بودند. صفات تعداد روز تا گلدهی، اسپد، شمار دانه در سنبله، طول پدانکل خارجی، طول سنبله و شاخص NDVI در یک گروه قرار گرفتند بطوریکه ژنوتیپ G6 بیشترین مقدار صفات این گروه را به خود اختصاص داد. ژنوتیپ G5 در یک گروه جداگانه قرار گرفت که دارای بیشترین طول سنبله بود.

بر اساس نتایج در هر دو شرایط سرد و نیمه‌گرمسیری عملکرد همبستگی مثبتی با شمار دانه در سنبله و وزن هزار دانه و همبستگی منفی معنی‌دار با ارتفاع بوته و طول پدانکل داشت.

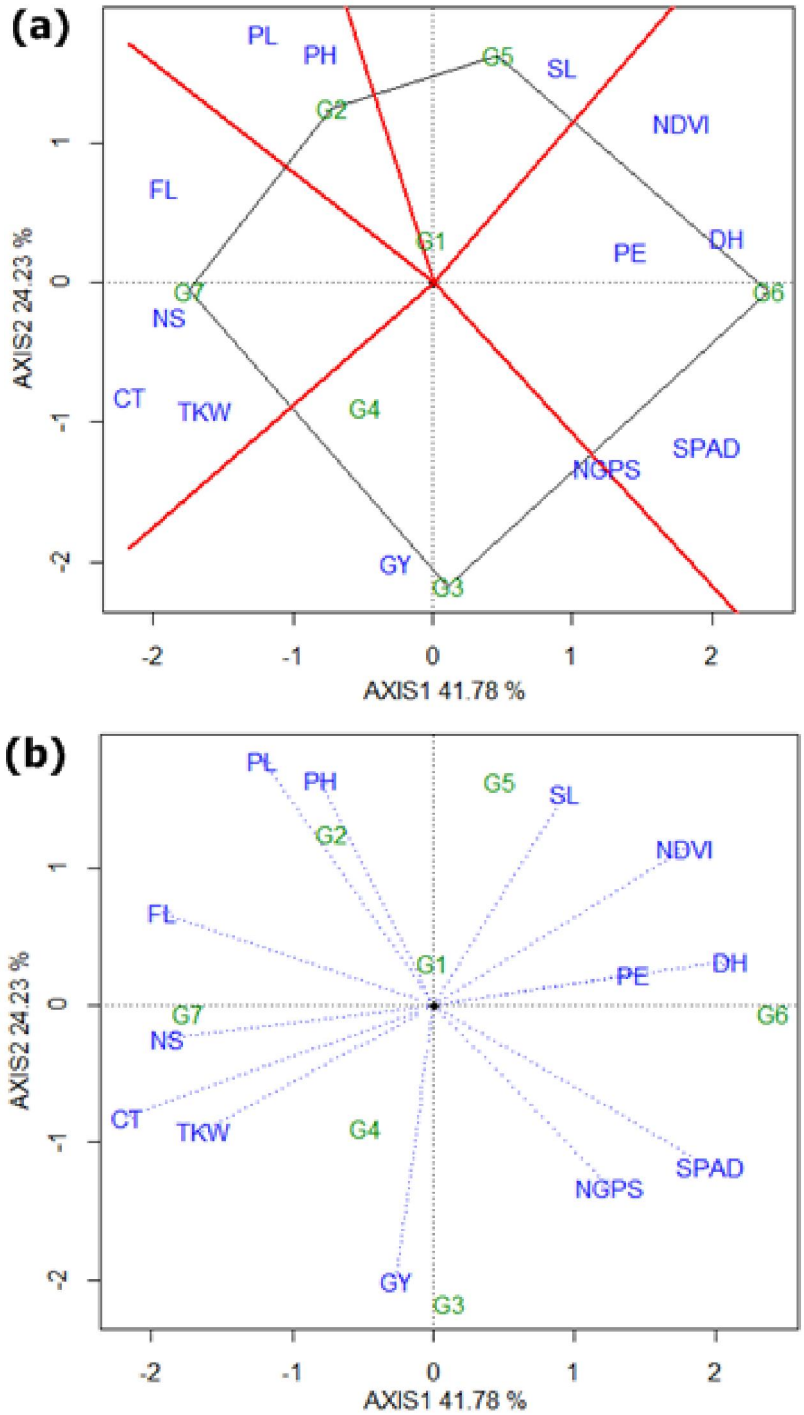
همبستگی مثبت و غیر معنی‌داری بین عملکرد با قرائت اسپد (محتوای نسبی کلروفیل)، و همبستگی منفی و غیر معنی‌داری بین NDVI با عملکرد مشاهده شد که ممکن است بیانگر این موضوع باشد که صفات مربوط به سبزینگی در اشتراک با سایر صفات زراعی از جمله صفات فنولوژیک برای بهبود سازگاری به شرایط تنش خشکی دارای اثرات تجمعی باشند (Lopes and Reynolds, 2012).

به دلیل تنوع فنوتیپی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر اساس هر یک از خصوصیات مورد بررسی می‌توان ژنوتیپ‌های برتر از شاهد را انتخاب نمود. بنابراین بهره‌برداری از تنوع موجود می‌تواند، منجر به انتخاب ارقام بهتر و همچنین استفاده از این تنوع در جهت بهبود خصوصیات ارقام زراعی جدید در برنامه اصلاحی گردد (Dempewolf *et al.,* 2017).



شکل ۲- نمایش چند ضلعی بای‌پلات ژنوتیپ × صفت (a) و نمایش برداری بای‌پلات ژنوتیپ × صفت (b) در منطقه سرد برای ارقام و لاین‌های جو ارزیابی شده در شرایط بدون شخم در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

DH: تعداد روز تا گلدهی، PH: ارتفاع بوته، DM: تعداد روز تا رسیدگی، SPAD: محتوای نسبی کلروفیل، NDVI: شاخص پوشش سطح سبز، CT: دمای تاج‌پوشش گیاهی، SL: طول سنبله، PL: طول پدانکل، PEL: طول پدانکل خارجی، FL: طول برگ پرچم، NS: شمار سنبله در متر مربع، NGPS: شمار دانه در سنبله، TKW: وزن هزار دانه، YLD: عملکرد دانه



شکل ۳- نمایش چند ضلعی بای‌پلات ژنوتیپ × صفت (a) و نمایش برداری بای‌پلات ژنوتیپ × صفت (b) در منطقه نیمه‌گرمسیری برای ارقام و لاین‌های جو ارزیابی شده در شرایط بدون شخم در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

DH: تعداد روز تا گلدهی، PH: ارتفاع بوته، DM: تعداد روز تا رسیدگی، SPAD: محتوای نسبی کلروفیل، NDVI: شاخص پوشش سطح سبز، CT: دمای تاج‌پوشش گیاهی، SL: طول سنبله، PL: طول پدانکل، PEL: طول پدانکل خارجی، FL: طول برگ پرچم، NS: شمار سنبله در متر مربع، NGPS: شمار دانه در سنبله، TKW: وزن هزار دانه، YLD: عملکرد دانه

بر اساس نتایج حاصل برخی از لاین‌های انتخابی (برای مثال ژنوتیپ‌های G4 و G6) که بر اساس عملکرد دانه برتر از شاهد بودند از لحاظ وزن هزار دانه، شمار دانه در سنبله، طول سنبله و

برخی از خصوصیات فیزیولوژیک از شاهد برتر بودند. بنابراین انتخاب لاین‌های با وزن هزار دانه بالاتر از شاهد در شرایط دیم سردسیر می‌تواند باعث بهبود عملکرد در شرایط دیم شود. بر اساس نتایج زسویچ و همکاران (Zečević et al., 2004) وزن هزار دانه ساده‌ترین صفت برای انتخاب بوده و نسبت به سایر اجزاء تأثیر بیشتری در افزایش عملکرد دارد، البته باید خاطر نشان کرد به دلیل رابطهٔ منفی بین وزن هزاردانه با شمار پنجه و شمار دانه در سنبله، برآیند افزایش در وزن هزار دانه در افزایش عملکرد بصورت معنی‌داری مؤثر نخواهد بود. عملکرد دانه گندم نتیجه اثرات ساده و متقابل اجزای عملکرد یعنی شمار دانه در سنبله، شمار 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). در آزمایش مورد بررسی همبستگی مثبتی بین شمار دانه در سنبله و وزن هزار دانه با عملکرد مشاهده گردید که این اجزا همبستگی منفی با شمار سنبله در واحد سطح نشان دادند. بنابراین افزایش عملکرد در اقلیم سرد نتیجه تاثیر مثبت شمار دانه در سنبله و وزن هزاردانه بر عملکرد نسبت به سایر اجزا عملکرد می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

در پایگاه نوآوری منطقه سرد (شهرستان سنقر) ژنوتیپ‌های مورد بررسی (بجز ژنوتیپ سهند) عملکرد بیشتری نسبت به رقم محلی نشان دادند و از وزن هزاردانه بیشتری نیز برخوردار بودند. در بین این ژنوتیپ‌های برتر، G4 و G6 از لاین‌های امید بخش جهت معرفی برای مناطق سرد و معتدل سرد می‌باشند. در پایگاه نوآوری منطقه نیمه‌گرمسیری با توجه به تنش‌های خشکی و گرما هیچ‌کدام از لاین‌ها و ارقام جدید مورد بررسی نسبت به شاهد محلی برتری محسوسی نداشتند و تنها رقم بهدان در حد رقم محلی عملکرد داشت. بنابراین برای این منطقه لاین امیدبخشی معرفی نمی‌گردد. پروفایل بای‌پلات ژنوتیپ × صفت و روابط بین صفات در آزمایش‌های انجام شده در مناطق سرد و گرم نسبتاً متفاوت بودند. با توجه به متفاوت بودن اقلیم مناطق مذکور و همچنین متفاوت بودن ژنوتیپ‌های ارزیابی شده در دو منطقه این تفاوت‌ها قابل توجیه است. با توجه به روابط مذکور می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در منطقه سرد ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه بیشتر از شمار دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد روز تا گلدهی بیشتری برخوردار بودند.

سپاسگزاری

از معاونت محترم موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور و مدیر محترم پروژه امنیت غذایی ایران-ایکاردا در استان کرمانشاه که امکانات لازم برای اجرای این پروژه را فراهم نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد. این مقاله از پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب ۹۶۱۴۷۱- ۱۰۳-۱۵۵۷-۱۵-۰۳۴ استخراج شده است.

منابع

Anonymous. 2018. Agriculture statistics, volume I, pp. 116. http://amar.maj.ir

Akcura M. 2011. The relationships of some traits in Turkish winter bread wheat landraces. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 35:115-125.

Atlin GN, Cairns JE, Das B. 2017. Rapid breeding and varietal replacement are critical to adaptation of cropping systems in the developing world to climate change. Global Food Security 12: 31-37.

Borlaug NE, Dowsw CR. 2005. Feeding a world of ten billion people: a 21st century challenge. In R Tuberosa, RL Phillips, M Gale, (eds.). Proceedings of the International Congress in the Wake of the Double Helix: From the Green Revolution to the Gene Revolution, 27–31 May 2003, Bologna, Italy. Avenue Media, Bologna, Italy, pp 3–23.

Bray EA, Bailey-Serres J, Weretilnyk E. 2000. Responses to abiotic stresses. In: Gruissem W, Buchannan B, Jones R (eds) Biochemistry and molecular biology of plants. American Society of Plant Physiologists, Rockville, MD, pp 1158-1249.

Ceccarelli S, Grando S, Maatougui M, Michael M, Slash M, Haghparast R, Rahmanian M, Taheri A, Al-Yassin A, Benbelkacem A, Labdi M, Minmoun H, Nachit M. 2010. Plant breeding and climate changes. The Journal of Agricultural Science 148(6): 627-637.

Dempewolf H, Baute G, Anderson J, Kilian B, Smith C, Guarino L. 2017. Past and future use of wild relatives in crop breeding. Crop Science 57: 1-13.

FAOSTAT. 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. http://www.fao.org/faostat/en/ FAO, 2017.

García del Moral LF, Rharrabti Y, Villegas D, Royo C. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: an ontogenic approach. Agronomy Journal 95: 266-274.

Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, vol. 4, issue 1, art. 4: 9pp., 178kb. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

Hobbs PR, Sayre K, Gupta R. 2008. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society B. 36: 543-555.

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.

Mohammadi R, Amri A. 2011. Graphic analysis of trait relations and genotype evaluation in durum wheat. Journal of Crop Improvement 25: 680–696.

Moragues M, García del Moral LF, Moralejo M, and Royo C. 2006. Yield formation strategies of durum wheat landraces with distinct pattern of dispersal within the Mediterranean Basin: I. Yield components. Field Crops Research 95: 194-205.

Pacheco Á, Vargas M, Alvarado G, Rodríguez F, Crossa J, Burgueño J. 2015. "GEA-R (Genotype × Environment Analysis with R for Windows) Version 4.1", hdl:11529/10203, CIMMYT Research Data & Software Repository Network, V16.

Pask A, Pietragalla J, Mullan D. 2012. Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping. Mexico: CIMMYT.

Peterson DM, Wesenberg DM, Burrup DE, Erickson CA. 2005. Relationships among agronomic traits and grain composition in oat genotypes grown in different environments. Crop Science 45: 1249-1255.

Pittelkow CM, Liang X, Linquist BA, Van Groenigen KJ, Lee J, Lundy ME, Van Gestel N, Six J, Venterea RT, van Kessel C. 2015. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. Nature 517: 365-368.

Ray DK, Mueller ND, West PC, Foley JA. 2013. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. PLOS one 8(6: (e66428).

Royo C, Nazco R, Villegas D. 2014. The climate of the zone of origin of Mediterranean durum wheat (*Triticum durum* Desf.) landraces affects their agronomic performance. Genetic Resources and Crop Evolution 61: 1345-1358.

Sunil K, Sehrawat D, Khan M. 2017. Evaluation of Character Association in Barley (*Hordeum vulgare* L.) Genotypes for Yield and Yield Related Traits. Current Journal of Applied Science and Technology 24(1):1-9

Al-Abdallat AM, Karadsheh A, Hadadd NI. 2017 Assessment of genetic diversity and yield performancein Jordanian barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces grown under Rainfed conditions. BMC Plant Biology 17: 191.

Na S, Park C, So K, Park J, Lee K. 2017. "Mapping the spatial distribution of barley growth based on unmanned aerial vehicle," 2017 6th International Conference on Agro-Geoinformatics, Fairfax, VA, 2017, pp. 1-5. doi: 10.1109/Agro-Geoinformatics.2017.8047029

Slafer G, Araus J, Royo C, Morol LG. 2005. Promising eco– physiological traits for genetic improvement of cereal yields in Mediterranean environments. Annals of Biology 146: 61-70.

Waha K, Krummenauer L, Adams S, Aich V, Baarsch F, Coumou D, Fader M, Hoff H, Jobbins G, Marcus R, Mengel M, Otto IM, Perrette M, Rocha M, Robinson A, Schleussner CF. 2017. Climate change impacts in the Middle East and Northern Africa (MENA) region and their implications for vulnerable population groups. Regional Environmental Change 17 (6): 1623-1638.

Xu N, Fok M, Li J, Yang X, Yan W. 2017. Optimization of cotton variety registration criteria aided with a genotype-by-trait biplot analysis. Scientific Reports 7(1): 17237.

Yan W, Frégeau-Reid J. 2008. Breeding line selection based on multiple traits. Crop Sci. 48: 417-423.

Yan W, Kang MS. 2003. GGE Biplot Analysis: A graphical tool for breeders,

geneticists, and agronomists. Boca Raton, FL: CRC Press.

Yan WK, Rajcan I. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Science 42: 11-20.

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.2020.127807.272

Evaluation of agronomic and physiological characteristics of barley genotypes in farmers' fields

Reza Mohammadi[1*], Reza Haghparast[1], Mahdi Geravandi[1], Abdolvahab Abdulahi[1], Reza Malekhosseini[2], Khodadad Yarkarami[3]

1- Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Sararood branch, AREEO, Kermanshah, Iran

2- Jahad-Agriculture Center of Songor, Lanjab branch, Songor, Iran

3- Jahad-Agriculture Center of Sarpol-e Zahab, Qal-e shahin branch, Sarpol-e Zahab, Iran

Abstract

In order to evaluate the productivity potential of some barley varieties and promising lines under no-till condition an experiment was conducted in cold (Sonqor) and warm (Sarpol-e Zahab) dryland regions of Kermanshah province during 2017-18 cropping season. In the cold condition, seven winter genotypes and in the semi-warm condition seven spring genotypes were evaluated for grain yield and some agro-physiological traits. The results of ANOVA in the cold condition indicated significant differences (P<1%) days to heading, chlorophyll content (SPAD), days to physiological maturity and grain yield. In the semi-warm condition the genotypes were significantly differed (P<5%) for normalized difference vegetation index (NDVI) and canopy temperature (CT). In cold condition, grain yield of genotypes varied from 2818 (Sahand variety) to 5864 kgha^{-1} (belong to breeding line G4). In the semi-warm condition, due to severe drought and terminal heat stress the grain yield of genotypes varied from 208 (Faraz cultivar) to 367 kgha^{-1} (local variety). Based on genotype × trait biplot analysis, in cold region genotypes G4 and G6 was the best for grain yield (YLD) with 1000-kernel weight (TKW), number of grain per spike (NGPS) and days to heading; and in semi-warm condition genotype G3 had the best results for both YLD and TKW. The profiles of trait associations were relatively different in cold and semi-warm conditions. The positive correlations of NGPS and TKW with grain yield showing the importance of these traits to enhance yield productivity under dryland conditions.

Keywords: Barley, grain yield, no-till, dryland condition, agro-physiological traits

* *Corresponding author: r.mohammadi@areeo.ac.ir* *Received: 2019/09/19 Accepted: 2020/03/18*