نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد چهاردهم، شماره ۳(۵۵)، پاییز ۱۳۹۹، صفحه ۴۲۲-۴۰۱

مقاله پژوهشی DOI: 10.30495/jcep.2020.679070

واکنش ژنوتیپ‌های گندم دوروم نسبت به تاریخ کاشت و تراکم‌های بذر در شرایط دیم کرمانشاه

سعید قزوینه[۱]، سید علیرضا ولدآبادی[۲*]، عبدالوهاب عبدالهی[۳]، سعید سیف‌زاده[۴] و حمیدرضا ذاکرین[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۴/۱۰ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۶/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۲

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی واکنش ارقام گندم دوروم نسبت به تاریخ کاشت و تراکم‌های مختلف بذر تحت شرایط دیم طی آزمایشی در سال‌های ۹۵-۱۳۹۳ در سرارود کرمانشاه به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. سه ژنوتیپ گندم دوروم (SAJI، BCR و STJ) در سه تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر (مقدار و زمان وقوع بارندگی مؤثر به‌ترتیب ۳۳/۲ و ۳۴/۵ میلی‌متر و ۲۶ مهر و ۵ آبان ماه در دو سال آزمایش بود)، ۱۵ روز بعد از بارندگی مؤثر و ۳۰ روز بعد از بارندگی مؤثر و در چهار تراکم ۲۵۰، ۳۵۰، ۴۵۰ و ۵۵۰ بوته در متر مربع ارزیابی شدند. صفات تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد نور دریافتی، درصد پروتئین دانه و محتوای کلروفیل اندازه‌گیری شدند. نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که تعداد سنبله در متر مربع در تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر بیشتر بود. مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل نشان داد که ژنوتیپ STJ در تراکم ۲۵۰ دانه و تاریخ کاشت ۱۵ روز بعد از بارندگی مؤثر بیشترین وزن هزار دانه، رقم SAJI در تراکم ۵۵۰ دانه و تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر بیشترین عملکرد دانه و رقم SAJI در تراکم ۴۵۰ دانه و تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر بیشترین عملکرد بیولوژیک را داشتند. بالاترین میزان کلروفیل کل و درصد پروتئین دانه از تراکم ۳۵۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد. کمترین میزان کلروفیل از تاریخ کاشت ۳۰ روز بعد از بارندگی مؤثر حاصل شد.

واژگان کلیدی: بارندگی مؤثر، درصد پروتئین دانه، ژنوتیپ، عملکرد دانه، نور جذب شده.

۱- دانشجوی دکتری زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران.
۲- دانشیار گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران. (نگارنده‌ی مسئول) valadabadi97@gmail.com
۳- استادیار موسسه تحقیقات کشاورزی دیم، معاونت سرارود، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران.
۴- استادیار گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران.

مقدمه

گندم دوروم (*Triticum turgidum* L. var.durum) دومین گونه زراعی مهم گندم است (Asana *et al*., 2008) و تولید آن در دنیا در سال‌های اخیر، به بیش از ۳۰ میلیون تن افزایش یافته است (Mohammadi, 2017). این گونه زراعی، از غلات مهم منطقه مدیترانه است و تولید آن از دیرباز در تغذیه مردم این مناطق نقش مهمی داشته است. در ایران نیز کشت گندم دوروم از زمان‌های قدیم رایج بوده و به علت سازگاری ارقام محلی دوروم به شرایط محیطی و آب و هوایی مناطق نیمه خشک ایران، کشت گندم دوروم، کشت غالب دیم زارهای مناطق جنوبی به ویژه استان کهگیلویه و بویراحمد بوده است (Nour Mohammadi *et al*., 2008). بارندگی عامل مهمی برای وقوع فرآیندهای موفولوژیکی- جغرافیایی، هیدرولوژیکی، اکولوژیکی و کشاورزی به‌ویژه در دیم‌زارها محسوب می‌شود (Sepaskhah *et al*., 2006). عامل تعیین کننده تاریخ کاشت در مناطق دیم بارندگی می‌باشد که البته متاثر از زمان و مقدار آن است (Sepaskhah *et al*., 2006).

تاریخ کاشت مناسب گندم در هر منطقه متفاوت است. تاریخ کاشت بر اساس وضعیت آب و هوایی، آماده بودن مزرعه، دسترسی به آب آبیاری و خصوصیات رقم و زمان وقوع بیماری‌های خطرناک در منطقه مشخص می‌شود. بهترین تاریخ کاشت، زمانی است که بیشترین عملکرد دانه در آن به دست آید (Emam, 2007;). عموماً تصمیم‌گیری در رابطه با تاریخ کاشت مناسب، برای انجام هرچه بهتر مرحله گرده‌افشانی صورت می‌پذیرد. اسلام و همکاران (Aslam *et al*., 2018) تاکید کردند که تنش دمایی در مرحله گرده‌افشانی و مدت پرشدن دانه مهم‌ترین عامل محدود کننده بهره‌وری در گندم دیم محسوب می‌شوند. کاهش شش درصدی عملکرد دانه گندم به‌واسطه افزایش یک درجه سلسیوس میانگین درجه حرارت فصلی توسط آسنگ و همکاران (Asseng *et al*., 2015) گزارش شده است. میرالس و همکاران (Miralles *et al*., 2001) بیان داشتند که دلیل تغییرات رشد و عملکرد ارقام مختلف گیاهی تحت تاثیر تاریخ‌های متفاوت کاشت مربوط به آغازش برگ، سرعت سبز شدن برگ و مدت زمان مرحله رویشی تا قبل از گلدهی است که این عوامل به عنوان پارامترهای اجزای عملکرد محسوب می‌شوند و تاریخ کاشت بطور مؤثری بر این عوامل تاثیر می‌گذارد. بنایان و همکاران (Bannayan *et al*., 2013) در مطالعه‌ای روی تعیین تاریخ کاشت گندم دیم با عدم قطعیت بارندگی به دلیل تغییرات اقلیمی نتیجه گرفتند که انتخاب تاریخ کاشت مناسب راهکاری مطلوب و پایدار برای بهبود عملکرد پتانسیل به‌ویژه در شرایط دیم با عدم قطعیت بارندگی است. دوبور و همکاران (Dobor *et al*., 2016) تاکید کردند افزایش بهره‌وری اراضی زراعی و دست‌یابی به عملکرد بالا بستگی به تکنیک‌های مدیریتی و زمان اجرای آنها بویژه انتخاب تاریخ کاشت مناسب دارد. بر این اساس با توجه به اهمیت موضوع برخی از محققان با استفاده از مدل‌های مختلف سعی در انتخاب تاریخ کاشت مطلوب تحت تاثیر تغییرات اقلیمی برای گندم دیم (Bannayan *et al*., 2013; Andarzian *et al*., 2015) نموده‌اند. پس از تعیین تاریخ مناسب کاشت، هرگونه تاخیر در این تاریخ ممکن است باعث کاهش عملکرد دانه گندم شود. کاهش عملکرد در اثر تاخیر در تاریخ کاشت در مناطق

گرم بیشتر می‌باشد (Pour Mirza and Taj Bakhsh, 2003).

رشد و نمو گیاه زراعی یک نظام به هم پیوسته و پیچیده است و عملکرد دانه ناشی از روابط موجود بین اجزای تشکیل دهنده این نظام پیچیده می‌باشد. هر یک از اجزای این نظام نیز تحت تأثیر ژنوتیپ گیاه، شرایط محیطی و اثرات متقابل آن قرار می‌گیرند و عوامل محیطی اثر متفاوتی بر آن دارند. در بین عوامل مدیریتی، مطلوب بودن آماده‌سازی مزرعه، حاصلخیزی خاک و کنترل تنش‌های محیطی، مهم‌ترین عاملی که کشاورز می‌تواند آن را در محدوده مطلوب اجرا نماید، انتخاب تاریخ کاشت می‌باشد (Ansari, 2002). کشت گندم در زمان نامناسب اعم از دیر یا زود، اثرات نامطلوبی بدنبال دارد. در مقابل، کشت گندم در زمان مطلوب به درصد جوانه‌زنی بالا، پنجه‌زنی مناسب، رشد فنولوژیکی به موقع و تولید گیاهان با سیستم ریشه‌ای مستحکم منجر شده و کاهش خوابیدگی، افزایش وزن دانه برای تمام تیپ‌های رشد و بقای بهتر گیاه را به همراه دارد (Kirby and Appleyard, 2007). زمان مناسب کاشت و مسئله سرمازدگی در تاریخ کاشت پاییزه اهمیت زیادی داشته و گیاه بایستی قبل از فرا رسیدن سرما رشد و ذخیره غذایی کافی داشته باشد تا بتواند در برابر سرما تحمل نماید. کشت بسیار زود در پاییز مطلوب نیست، زیرا بعضی ارقام نسبت به طول روز حساسیت ندارند و ممکن است قبل از رسیدن سرما، رشد زایشی خود را آغاز نموده و در اثر سرما صدمه ببینند. تأخیر در کاشت نیز فرصت رشد کافی را به گیاه نمی‌دهد (Khajepour, 2007). جعفرنژاد (Jafar Nezhad, 2009) اثر سه تاریخ کاشت را بر روی عملکرد و اجزای عملکرد شش رقم گندم مورد بررسی قرار داد. وی گزارش کرد تأخیر در کاشت، شاخص برداشت گندم را به‌طور معنی‌داری کاهش داد و مقدار آن از ۴۱ درصد در تاریخ کاشت ۲۰ مهر به ۳۳ درصد در ۱۰ آذر رسید. او اظهار داشت که در تاریخ کاشت سوم، زمان کافی برای تشکیل مخازن وجود نداشت.

یکی دیگر از عوامل مؤثر در عملکرد گیاهان زراعی، تراکم بوته است. تراکم بوته با تاثیر بر عواملی همچون میزان دریافت نور توسط جامعه گیاهی، میزان تبخیر از سطح خاک، جذب مواد غذایی از خاک و همچنین رشد علف‌های هرز در نهایت بر صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاهان زراعی اثر می‌گذارد. تراکم از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر رشد و عملکرد مطلوب در گندم می‌باشد (Hosseinipur *et al.*, 2019). واکنش اجزای عملکرد دانه به تراکم بوته با یکدیگر متفاوت بوده و تا حدودی حالت جبران‌کنندگی دارد، به‌طوری‌که افزایش یکی با کاهش دیگری همراه است (Chegni, 2014). مهرور (Mehrvar, 2010) با بررسی اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته در گندم نان (لاین M-75-7)، تاریخ کاشت ۳۰ آبان ماه را در تراکم ۳۸۰ دانه در مترمربع به‌عنوان مناسب‌ترین ترکیب تیماری آزمایش خود گزارش کرد.

تغییرات بارندگی و عدم سازگاری ارقام و گیاهان از جمله عوامل اصلی محدودکننده تولید در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود که این امر نقش مدیریت زراعی را در دست‌یابی پایدار به عملکرد مطلوب پررنگ‌تر می‌نماید (Waongo *et al.*, 2015;Bannayan *et al.*, 2013). بر این اساس، با توجه به نامناسب بودن انتخاب تاریخ کاشت گندم دیم بر اساس تاریخ وقوع اولین بارندگی (Bannayan *et al.*, 2013)، هدف از انجام

آزمایش حاضر مقایسه ژنوتیپ‌های گندم در حال معرفی از نظر عملکرد دانه و اجزای آن و تعیین بهترین تراکم و تاریخ کاشت برای آنها تحت شرایط دیم در منطقه سرارود کرمانشاه بود.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی عکس‌العمل ژنوتیپ‌های گندم دوروم نسبت به تاریخ کاشت و تراکم‌های مختلف کاشت تحت شرایط دیم، آزمایشی طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۳ در مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه اجرا شد. مختصات جغرافیایی محل آزمایش با طول و عرض جغرافیایی به‌ترتیب 47°19' E و 34°20' N و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۵۱ متر بود. بافت خاک محل آزمایش از نوع سیلت، رسی لوم بود. اطلاعات هواشناسی مربوط به سال‌های آزمایش نیز در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. طرح آزمایشی به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود که طی دو سال متوالی اجرا گردید. سه ژنوتیپ گندم دوروم (ژنوتیپ پیشرفته STJ، ژنوتیپ پیشرفته BCR، و رقم SAJI) در سه تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر[1] (مقدار و زمان وقوع بارندگی مؤثر به‌ترتیب ۳۳/۲ و ۳۴/۵ میلی‌متر و ۲۶ مهر و ۵ آبان ماه در دو سال آزمایش بود)، ۱۵ روز بعد از بارندگی مؤثر و ۳۰ روز بعد از بارندگی مؤثر و چهار تراکم بوته (۲۵۰، ۳۵۰، ۴۵۰ و ۵۵۰ دانه در متر مربع) مورد ارزیابی قرار گرفتند (تاریخ کاشت به‌عنوان کرت اصلی و تراکم و ژنوتیپ به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شدند). هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف شش متری با فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر بود. قبل از کاشت بذور، مطابق با خصوصیات خاک (جدول ۳) و توصیه کودی آزمایشگاه خاک، کودهای اوره و سوپر فسفات هریک به‌ترتیب به میزان ۶۵ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار به خاک اضافه شدند. لازم به ذکر است که بذور ژنوتیپ‌های مورد نظر، از مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه تهیه شدند.

در طول فصل رشد، شرایط دیم به‌طور یکسان برای کلیه سطوح تیماری حفظ گردید. در انتهای فصل رشد، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت جمع‌آوری و پس از انتقال آنها به آزمایشگاه، وزن هزار دانه آنها برای هر تیمار اندازه‌گیری شد. تعداد سنبله در مترمربع در یک متر طولی از هر کرت آزمایشی اندازه‌گیری گردید. در نیمه پایینی هر کرت که به ارزیابی عملکرد اختصاص یافته بود، بوته‌ها پس از حذف حاشیه برداشت شده و عملکرد دانه و بیولوژیک (قرار دادن نمونه‌ها در دمای ۷۵ درجه سلسیوس آون، به مدت ۷۲ ساعت) به تفکیک اندازه‌گیری و از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت محاسبه شد. اندازه‌گیری میزان نور دریافتی در مرحله سنبله‌دهی با استفاده از دستگاه PAR/LAI Ceptometer (مدل LP-80) انجام شد، بدین صورت که در ساعت ۱۱ الی ۱۴ میزان نور در بالا، وسط و کف کانوپی اندازه‌گیری گردید. از تفاضل میزان نور بالا و نور رسیده به کف کانوپی، مقدار نور جذب شده توسط کانوپی در واحد میکرومول بر متر مربع بر ثانیه به‌دست آمد (Vafabakhsh *et al.*, 2008).

برای تعیین میزان کلروفیل، بر اساس روش پیشنهادی پورا و همکاران (Porra *et al.*, 1989)

۱- بارندگی مؤثر حداقل بارشی است که اگر برای یک مرتبه نازل شود، تحت شرایط مطلوب خاک مقداری از آن به‌صورت رطوبت در خاک ذخیره گردد و برای آنکه بتواند از تبخیر در امان باشد باید بتواند تا عمق ۱۰ تا ۱۲ سانتی‌متری خاک نفوذ کند و مقدار بارشی که بتواند تا این عمق نفوذ کند بارشی به میزان ۱۰ تا ۱۵ میلی‌متر در هر بارندگی تخمین زده شده است (Alizadeh, 2003).

در هر کرت، به‌طور تصادفی تعداد پنج برگ از پنج بوته برداشت و از هر برگ تعداد سه حلقه (در هر کرت ۱۵ حلقه) به قطر ۰/۵ سانتی‌متر از پهنک برگ تهیه شد. سپس نمونه‌های برگ به لوله‌های آزمایشی استریل حاوی پلی‌اتیلن‌گلایکول و آب خالص، منتقل شدند. بعد از نگهداری به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق، نمونه‌های برگ از لوله‌های آزمایشی خارج و در کاغذ صافی خشک شدند. سپس نمونه‌های برگی خشک شده را در لوله آزمایشی محتوی پنج میلی‌لیتر دی‌اتیل‌اتر ۹۰ درصد قرار داده و در شرایط دمای اطاق به‌مدت پنج روز تا زمانی که همه کلروفیل‌ها از نمونه‌های برگ جدا شدند، نگهداری گردیدند. پس از آن لوله‌های حاوی کلروفیل نمونه برگ در داخل دستگاه اسپکتروفتومتر گذاشته و غلظت محلول در طول موج‌های ۶۶۳E برای کلروفیل a و ۶۴۵E نانومتر برای کلروفیل b قرائت شد و نهایتاً میزان کلروفیل (a و b) با استفاده از معادله‌های ۳ و ۴محاسبه شد:

معادله (۳) $\text{Chlorophyll a} = (19.3\times A_{663} - 0.86\times A_{645})\ V/1000W$

معادله (۴) $\text{Chlorophyll b} = (19.3\times A_{645} - 3.6\times A_{663})\ V/1000W$

که در این معادله‌ها، V: حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)، A: جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر و W: وزن تر نمونه بر حسب گرم می‌باشد.

برای اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه ابتدا درصد نیتروژن دانه به‌وسیله روش کجلدال تعیین و سپس با ضرب کردن درصد نیتروژن در ضریب ۵/۷ درصد، پروتئین دانه تعیین گردید (Borghi *et al.*, 1995).

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 و مقایسات میانگین از طریق آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام گردید. آزمون معنی‌داری با استفاده از امید ریاضی با در نظر گرفتن فاکتور سال به‌عنوان فاکتور تصادفی انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد سنبله در متر مربع: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده سال و ژنوتیپ بر تعداد سنبله در متر مربع در سطح پنج درصد و اثر تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بررسی مقایسات میانگین مربوط به تعداد سنبله در متر مربع در دو سال آزمایش نشان داد که سال دوم نسبت به سال اول از تعداد سنبله بیشتری برخوردار بود (جدول نشان داده نشده). چنین به‌نظر می‌رسد که در سال دوم نسبت به سال اول، شرایط آب و هوایی برای شکل‌گیری سنبله‌ها مساعدتر بوده است. همچنین مقایسات میانگین تعداد سنبله در متر مربع در تاریخ‌های کاشت نشان داد که بیشترین میزان تعداد سنبله در متر مربع در تیمار تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر با ۴۹۱ سنبله در متر مربع به‌دست آمد (جدول ۵). احتمالاً فراهمی رطوبت در این تاریخ کاشت نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر، به‌طور بهتری انجام شده است. ضمن آنکه در این تاریخ کاشت، گیاه فرصت بیشتری برای جذب منابع به نفع خود و شکل‌گیری سنبله‌ها داشته است. مطالعات نشان داده‌اند که شکل گیری پنجه‌ها در آب و هوای خنک‌تر بهتر انجام می‌شود که موضوع می‌تواند منجر به افزایش تعداد سنبله بارور در واحد سطح گردد (Jafar Nezhad, 2009) و به نظر می‌رسد این مهم در تاریخ کاشت اول محقق شده است. در همین

راستا بررسی‌ها مؤید آن است که تغییر در شدت و مدت بارندگی همبستگی بالایی با عملکرد گیاهان زراعی دارد (Thornton *et al*., 2014).

علاوه بر این، در بررسی مقایسات میانگین تعداد سنبله در متر مربع در بین ارقام مورد مطالعه، مشخص شد که بیشترین تعداد سنبله متعلق به ژنوتیپ BCR بود (جدول ۶). به‌طوری که در این ژنوتیپ نسبت به ژنوتیپ STJ و رقم SAJI، تعداد سنبله در متر مربع به‌ترتیب به میزان ۹/۸ و ۲/۵ درصد بیشتر بود. به نظر می‌رسد که ژنوتیپ BCR نسبت به دو ژنوتیپ دیگر، از پتانسیل بالاتری برای تولید تعداد سنبله در واحد سطح برخوردار است. در آزمایش مهرور (Mehr Var, 2010) تفاوت معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌های گندم نان از نظر تعداد سنبله در واحد سطح گزارش شد. آسانا و همکاران (Asana *et al*., 2008) در آزمایش‌های خود که بر روی ارقام گندم انجام دادند، گزارش کردند که سنبله ساقه‌های اصلی سهم عمده و سنبله پنجه‌ها سهم ناچیزی در عملکرد دانه داشتند. آنها افزایش سنبله در ساقه‌های اصلی را عامل مهمی در افزایش عملکرد دانه گندم دانستند. شیرانی‌فر (Shirani Far, 2005) گزارش کرد که اثر ژنوتیپ و تراکم بوته بر تعداد سنبله در واحد سطح، عملکرد دانه، کاه و شاخص برداشت گندم معنی‌دار بود و در این صفات، بین ارقام مـورد مطالعه، تفاوت چشم‌گیری وجود داشت.

وزن هزار دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها برای صفت وزن هزار دانه نشان داد که اثر متقابل سه گانه تاریخ کاشت × تراکم × ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بررسی مقایسات میانگین اثرات متقابل سه‌جانبه حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در تاریخ‌های کاشت و تراکم‌های مختلف بود. بیشترین میزان وزن هزار دانه از ژنوتیپ STJ در تراکم ۲۵۰ دانه در متر مربع در تاریخ کاشت ۱۵ روز بعد از بارندگی مؤثر به‌دست آمد. هرچند که این تیمار با دو ترکیب تیماری ژنوتیپ STJ در تراکم ۲۵۰ دانه در متر مربع در تاریخ کاشت ۳۰ روز بعد از بارندگی مؤثر و همچنین ژنوتیپ STJ در تراکم ۵۵۰ دانه در متر مربع در تاریخ کاشت ۳۰ روز بعد از بارندگی مؤثر در یک گروه آماری قرار گرفت. به‌طورکلی، ژنوتیپ STJ در تراکم‌های مختلف بوته و تاریخ‌های کاشت مختلف، بالاترین وزن‌های هزار دانه را به خود اختصاص داد. این نتایج بازگوکننده این مطلب هستند که ژنوتیپ STJ نسبت به دو ژنوتیپ دیگر، از پتانسیل بالاتری برای تولید دانه‌های درشت‌تر برخوردار است (جدول ۸). جعفرنژاد (Jafar Nezhad, 2009) نیز در مطالعات خود بین ارقام گندم مورد بررسی از نظر وزن هزار دانه، تفاوت معنی‌داری را ملاحظه کرد. وی بیشترین (۴۱ گرم) و کمترین (۳۵ گرم) وزن هزار دانه را به‌ترتیب در ارقام پیشتاز و الموت مشاهده نمود. تحقیقات نشان داده‌اند که کشت گندم در زمان نامناسب اعم از دیر یا زود، اثرات نامطلوب فراوانی بدنبال دارد. در مقابل، کشت گندم در زمان مطلوب به درصد جوانه‌زنی بالا، پنجه‌زنی مناسب، رشد فنولوژیکی به موقع و تولید گیاهان قوی با سیستم ریشه‌ای محکم، کاهش خوابیدگی و افزایش وزن دانه برای تمام تیپ‌های رشد منجر می‌شود (Moghaddam *et al*., 2007). همچنین، مشخص شده است که کاهش وزن هزار دانه در تراکم‌های بالا به دلیل وجود رقابت بین بوته‌های مجاور در جذب رطوبت و مواد غذایی خاک باشد (Asana *et al*., 2008).

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل سه‌گانه تاریخ کاشت × تراکم × ژنوتیپ بر روی عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بررسی مقایسات میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت، تراکم و ژنوتیپ نشان داد که بالاترین عملکرد دانه در رقم SAJI در تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر و تراکم ۵۵۰ دانه در متر مربع مشاهده شد. به‌طورکلی، در هر سه ژنوتیپ، عملکرد دانه در تراکم ۴۵۰ و ۵۵۰ دانه در متر مربع بیشتر از ۲۵۰ و ۳۵۰ دانه در متر مربع بود. همچنین، در هر سه ژنوتیپ، بیشترین عملکردها در تاریخ کاشت قبل از وقوع بارندگی مؤثر مشاهده شد و با انتقال تاریخ کاشت از قبل از وقوع بارندگی مؤثر به ۱۵ و ۳۰ روز بعد از بارندگی مؤثر، عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و این موضوع در تراکم‌های مختلف کاشت مشهود بود (جدول ۸). ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند، بنابراین هر دو ژنوتیپ پیشرفته STJ و BCR قابلیت معرفی جهت کاشت را همانند رقم SAJI دارند. رشد و نمو گیاه زراعی یک نظام به هم پیوسته و پیچیده بوده و عملکرد دانه ناشی از روابط موجود بین اجزای تشکیل دهنده آن است. هر یک از اجزای این نظام تحت تأثیر ژنوتیپ گیاه، شرایط محیطی و اثرات متقابل آن قرار می‌گیرند و عوامل محیطی اثر متفاوتی بر آنها دارند. در بین عوامل مدیریتی مانند انتخاب عمق کاشت، مطلوب بودن آماده‌سازی مزرعه، حاصلخیزی خاک و کنترل تنش‌های محیطی، مهم‌ترین عاملی که کشاورز می‌تواند آن را در محدوده مطلوب اجرا نماید انتخاب تاریخ کاشت می‌باشد (Subhani and Chowdhry, 2000). در شرایط زراعی، درجه حرارت و طول روز به‌طور همزمان و پیوسته صفات مختلف گیاهی همچون سرعت آغازش برگ و سرعت سبز شدن برگ را تحت تاثیر قرار می‌دهند که این امر تعیین‌کننده مدت زمان تا گلدهی است (Miralles *et al.*, 2001). اهمیت زمان شروع مرحله گلدهی و رشد طولی ساقه (و رشد سنبلچه‌ها) در گندم به دلیل نقش مستقیم در عملکرد دانه توسط کیربی و اپلیارد (Kirby and Appleyard, 2007) تایید شده است که متاثر از عوامل محیطی به‌ویژه درجه حرارت و طول روز است. علاوه بر این، تاریخ کاشت بر روی مراحل مختلف رشد و نمو گندم مانند بهاره‌سازی، پنجه‌زنی، زمستان‌گذرانی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه، تشکیل آغازه‌های برگ و توسعه آنها تاثیرگذار است (Sadeghzadeh Ahari, 2001). شارما و بال (Sharma and Bal, 2007) در بررسی چهار تاریخ کاشت (۱ اکتبر، ۲۰ اکتبر، ۱۰ نوامبر و ۲۰ نوامبر) بر عملکرد دو رقم جو عنوان کردند که بالاترین عملکرد دانه از تاریخ کاشت ۲۰ اکتبر به‌دست آمد و بقیه تاریخ کاشت‌ها کاهش عملکرد را نشان دادند. دار و همکاران (Dar *et al.*, 2018) با بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت (۱۵ اکتبر، ۳۰ اکتبر و ۱۵ نوامبر) اظهار داشتند که با تاخیر در کاشت تعداد پنجه، شاخص سطح برگ، تعداد پنجه بارور، میزان تجمع ماده خشک کاهش یافت و بالاترین عملکرد دانه مربوط به زودترین تاریخ کاشت بود که این امر توسط سایر محققان نیز تایید شده است (Khan, 2003; Ahmed, 2011; Porter and Semenov, 2005; Hurkman *et al.*, 2009). از طرف دیگر، نوری و همکاران (Nouri *et al.*, 2017) نیز اظهار داشتند که به‌منظور کسب

عملکرد بالاتر در شرایط تغییرات بارندگی، تاخیر در کاشت به‌طور نسبی می‌تواند اثرات منفی خشکی بر تغییر اقلیم را در غرب و شمال غرب ایران طی سال‌های ۲۱۰۰-۲۰۷۱ تا حد زیادی جبران نماید. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود که انتخاب زمان مناسب کاشت و گزینش ارقام مقاوم به درجه حرارت‌های بالا را به عنوان راهکارهایی برای بهبود بهره‌وری گیاهان زراعی در مناطق تحت تنش درجه حرارتی مد نظر قرار داد (Aslam *et al*., 2018).

عملکرد بیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس برای صفت عملکرد بیولوژیک نشان داد که اثر ساده سال بر عملکرد بیولوژیک گندم در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بررسی مقایسات میانگین مربوط به عملکرد بیولوژیک در دو سال آزمایش نشان داد که سال دوم نسبت به سال اول از عملکرد بیولوژیک بیشتری برخوردار بود (جدول ۵). چنین به نظر می‌رسد که در سال دوم نسبت به سال اول، شرایط آب و هوایی برای جذب آب و مواد غذایی مساعدتر بوده است. همچنین، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل سه‌گانه تاریخ کاشت × تراکم × ژنوتیپ بر روی عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بررسی مقایسات میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت، تراکم و ژنوتیپ نشان داد که بالاترین عملکردهای بیولوژیک متعلق به رقم SAJI بود که در چهار ترکیب تیماری تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر و تراکم‌های ۲۵۰، ۳۵۰ و ۵۵۰ دانه در متر مربع و تاریخ کاشت ۱۵ روز بعد از بارندگی مؤثر و تراکم ۵۵۰ دانه در متر مربع مشاهده شد. این چهار ترکیب تیماری، با دو ترکیب تیماری تاریخ‌های کاشت قبل از بارندگی مؤثر و ۱۵ روز بعد از بارندگی مؤثر در تراکم ۴۵۰ دانه در متر مربع برای ژنوتیپ STJ و همچنین ترکیب تیماری تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر و تراکم ۳۵۰ دانه در متر مربع برای ژنوتیپ BCR در یک گروه آماری قرار گرفتند. با این وجود، بیشترین عملکردهای بیولوژیک در تراکم‌های مختلف متعلق به رقم SAJI بود (جدول ۸). به‌طورکلی، در هر سه ژنوتیپ، با افزایش تراکم بوته از ۲۵۰ به ۵۵۰ بوته در متر مربع، عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین، در هر سه ژنوتیپ، بیشترین عملکردهای بیولوژیک در تاریخ کاشت قبل از وقوع بارندگی مؤثر مشاهده شد و با انتقال تاریخ کاشت از قبل از وقوع بارندگی مؤثر به ۱۵ و ۳۰ روز بعد از بارندگی مؤثر، عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۸). نظری و نباتی (Nazari and Nabati, 2011) در تحقیقات خود دریافتند که تاریخ کاشت زود هنگام سبب افزایش وزن کاه و کلش جو می‌گردد. از نتایج این تحقیق حاضر، چنین بر می‌آید که ارقام مختلف گندم، قابلیت‌های متفاوتی از نظر تولید ماده خشک دارند. با این حال، کاشت زود هنگام می‌تواند پتانسیل آنها را برای تولید ماده خشک ارتقاء بخشد.

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس برای صفت شاخص برداشت نشان داد که اثر ساده سال بر شاخص برداشت گندم در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بررسی مقایسات میانگین شاخص برداشت در دو سال آزمایش نشان داد که سال اول نسبت به سال دوم علی‌رغم نور دریافتی کمتر، از شاخص برداشت بیشتری برخوردار بود (جدول نشان داده نشده). چنین به نظر می‌رسد که در سال اول نسبت به سال دوم، تاثیر عملکرد دانه بر روی شاخص برداشت، بیشتر بوده است.

همچنین، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل سه‌گانه تاریخ کاشت × تراکم × ژنوتیپ بر روی شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بررسی مقایسات میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت، تراکم و ژنوتیپ نشان داد که بالاترین شاخص برداشت به میزان ۲۷/۲۹ درصد در رقم SAJI در تاریخ کاشت ۳۰ روز بعد از بارندگی مؤثر و تراکم ۴۵۰ دانه در متر مربع مشاهده شد. در سایر ترکیبات تیماری، شاخص برداشت بالایی مشاهده نشد. از آنجا که ژنوتیپ SAJI با تراکم بوته ۴۵۰ بوته، ترکیب تیماری بهینه و متناسب با منطقه آزمایش بوده، با کشت دیرهنگام رشد رویشی (عملکرد بیولوژیکی) پایین‌تری نسبت به عملکرد دانه داشته است بنابراین شاخص برداشت بالایی در این تیمار مشاهده شد (جدول ۸). در سال‌های اخیر افزایش پتانسیل عملکرد دانه ارقام جدید گندم به‌طور عمده مرهون افزایش شاخص برداشت آنها بوده است (Richards *et al*., 2001). نظری و نباتی (Nazari and Nabati, 2011) در گزارش‌های خود بیان نمودند که کاشت زودهنگام جو می‌تواند دست‌یابی به پتانسیل‌های بالاتر شاخص برداشت جو را به همراه داشته باشد. ریچاردز و همکاران (Richards *et al*., 2001) گزارش کردند که تفاوت واریته‌ها از نظر شاخص برداشت به دلیل تفاوت خصوصیات آنها در جذب آب در مرحله پر شدن دانه می‌تواند باشد. کیفی (Kayfi, 2014) نیز در بررسی عکس‌العمل هشت رقم گندم به تاریخ‌های کاشت مختلف، گزارش کرد که در ارقام دهدشت، کریم، دنا، پیشتاز و فلات شاخص برداشت بیش از ۳۶ درصد بود و این ارقام همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند. لکن در سه رقم دیگر، شاخص برداشت به ۳۳ درصد هم نرسید.

درصد نور جذب شده: نتایج تجزیه واریانس برای صفت درصد جذب نور نشان داد که اثر ساده سال بر درصد جذب نور گندم در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). درصد جذب نور در سال دوم نسبت به سال اول بالاتر بود. به نظر می‌رسد که در سال دوم نسبت به سال اول، به واسطه افزایش عملکرد بیولوژیک و توسعه بهتر کانوپی، فرایند جذب نور بهتر صورت گرفته است. همچنین، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل سه‌گانه تاریخ کاشت × تراکم × ژنوتیپ بر روی درصد جذب نور در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بررسی مقایسات میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت، تراکم و ژنوتیپ نشان داد که در هر سه ژنوتیپ، بالاترین درصد جذب نور متعلق به تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر و تراکم‌های ۴۵۰ و ۵۵۰ دانه در متر مربع مشاهده شد. در هر سه ژنوتیپ، بیشترین درصد جذب نور در تاریخ کاشت قبل وقوع بارندگی مؤثر مشاهده و با انتقال تاریخ کاشت از قبل از وقوع بارندگی مؤثر به ۱۵ و ۳۰ روز بعد از بارندگی مؤثر، درصد جذب نور به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۸). گزارش شده است که افزایش تولید ماده خشک به واسطه تامین آب و مواد غذایی کافی می‌تواند سبب افزایش درصد جذب نور گردد (Jami Al-Ahmadi *et al*., 2008) و به نظر می‌رسد که این مهم در تاریخ کاشت قبل وقوع بارندگی مؤثر رخ داده است. به عبارت دیگر، در دو تاریخ کاشت ۱۵ و ۳۰ روز بعد از بارندگی مؤثر، شدت تنش خشکی بر روی گیاه بیشتر بوده و این موضوع سبب افت درصد جذب نور شده است. وفابخش و همکاران (Vafabakhsh *et al*., 2008) در بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و کارآیی مصرف نور ارقام کلزا کاهش

جذب نور را طی افزایش شدت تنش خشکی (به واسطه کاهش تامین نیاز آبی گیاه) گزارش کردند. آنها این موضوع را به کاهش قابل توجه سطح برگ ارقام کلزا و همچنین کاهش کارایی فتوسنتز گیاه تحت شرایط تنش خشکی نسبت دادند.

درصد پروتئین دانه: به علت اینکه در صنعت ماکارونی‌سازی خواص کیفی گندم‌های دروم به‌ویژه پروتئین دانه بسیار حایز اهمیت است، میزان پروتئین دانه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی سال در سطح احتمال یک درصد بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسات میانگین مربوط به اثر اصلی سال بر درصد پروتئین دانه نشان داد که درصد پروتئین دانه در سال دوم بیشتر از سال اول بود. تفاوت میزان پروتئین دانه را می‌توان ناشی از تغییرات شرایط آب و هوایی مانند بارندگی و درجه حرارت در طول دوره زایشی در دو سال آزمایش دانست. همچنین، نتایج تجزیه واریانس اثرات متقابل نشان داد که تنها اثر تراکم× ژنوتیپ بر درصد پروتئین دانه در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). ژنوتیپ STG در تراکم ۳۵۰ و ژنوتیپ SAJI در تراکم ۴۵۰ بوته در مترمربع، به‌ترتیب بیشترین و کمترین درصد پروتئین را به خود اختصاص دادند (جدول ۹). جعفری حقیقی و همکاران (Jafari Haghighi *et al.*, 2002) با بررسی اثر تراکم کاشت بر عملکرد دانه و خواص کیفی ژنوتیپ‌های گندم دوروم اهواز، بیان کردند که در تراکم کم بیشترین و در تراکم بالا کمترین میزان درصد پروتئین دانه به دست آمد. آنها دلیل این امر را چنین عنوان کردند که در تراکم‌های بالاتر رقابت بین بوته‌ها برای عنصر نیتروژن بیشتر می‌شود ولی در تراکم‌های پایین‌تر رقابت بین بوته‌ها برای این عنصر کاهش یافته و در نتیجه در تراکم پایین نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و درصد پروتئین دانه بالا می‌رود.

میزان کلروفیل: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که میزان کلروفیل کل تحت تأثیر تاریخ کاشت، تراکم، ژنوتیپ و اثر متقابل تراکم × ژنوتیپ در سطح ۵ درصد قرار گرفت (جدول ۴). میزان کلروفیل کل در تاریخ کاشت ۱۵ روز بعد از بارندگی مؤثر بیشتر از سایر تاریخ‌های کاشت بود که البته با تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۵). به نظر می‌رسد در تاریخ کشت دیرتر، گیاه با تنش خشکی آخر فصل مواجه شده است. تنش خشکی تأثیر مستقیم بر کاهش شاخص کلروفیل برگ گیاه دارد (Adebayo *et al.*, 2014). مقایسه میانگین تیمارهای اثر متقابل نشان داد که در تیمار اثر متقابل تراکم× ژنوتیپ، ژنوتیپ BCR در تراکم ۳۵۰ دانه در متر مربع بالاترین میزان را به خود اختصاص داد (جدول ۹). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها برای میزان کلروفیل a مشابه با میزان کلروفیل کل بود (جدول ۴). مجنون‌حسینی و همکاران (Majnoon hoseini *et al.*, 2003) پایین بودن میزان کلروفیل در تراکم‌های بالاتر را ناشی از عوامل درونی گیاه بر اثر رقابت بوته‌ها برای جذب رطوبت و عناصر غذایی خاک بیان کردند. کومار و همکاران (Kumar *et al.*, 2005) نیز طی یک مطالعه روی گیاه عدس اظهار داشتند که با افزایش تراکم، میزان کلروفیل تا یک حد اپتیمم با افزایش مواجه می‌شود و پس از آن کاهش می‌یابد. از نظر میزان کلروفیل b تجزیه واریانس نشان داد که تنها اثرات اصلی تاریخ کاشت، تراکم و ژنوتیپ در سطح ۵ درصد بر آن معنی‌دار بوده است (جدول ۴). میزان

کلروفیل b در تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر بیشتر از سایر تاریخ‌های کاشت بود (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر ساده تراکم نشان داد، بیشترین میزان کلروفیل b از تیمار ۴۵۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد (جدول ۷). همچنین، مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مورد بررسی حاکی از برتری ژنوتیپ STG نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بود (جدول ۶).

نتیجه‌گیری کلی

معنی‌دار بودن اثر تاریخ کاشت برای اکثر صفات مورد مطالعه حاکی از اثر بارز تاریخ کاشت بر این صفات بود. در اغلب صفات مورد بررسی، تاخیر در تاریخ کاشت منجر به کاهش میزان آنها شد که مهم‌ترین علت چنین پاسخی احتمالاً مواجهه گیاه با تنش خشکی و گرمای آخر فصل بود. بررسی مقایسات میانگین اثرات متقابل نشان داد که ژنوتیپ STJ در تراکم ۲۵۰ دانه و تاریخ کاشت ۱۵ روز بعد از بارندگی مؤثر بیشترین وزن هزار دانه، رقم SAJI در تراکم ۵۵۰ دانه و تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر بیشترین عملکرد دانه و رقم SAJI در تراکم ۴۵۰ دانه و تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر بیشترین عملکرد بیولوژیک را داشت. بالاترین میزان کلروفیل کل و درصد پروتئین دانه از تراکم ۳۵۰ بوته در مترمربع به دست آمد. کمترین میزان کلروفیل از تاریخ کاشت ۳۰ روز بعد از بارندگی مؤثر به دست آمد. با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار عملکرد ژنوتیپ‌های ارزیابی شده دو ژنوتیپ امید بخش STJ و BCR امکان معرفی به کشاورزان را همانند رقم SAJI دارند. نتایج نشان داد که در اغلب صفات مورد مطالعه هر سه ژنوتیپ مورد بررسی در تاریخ کاشت اول (قبل از بارندگی مؤثر) و تراکم ۴۵۰ دانه در متر مربع نسبت به سایر ترکیبات تیماری برتری داشت. از این رو، استفاده از این ژنوتیپ‌های گندم دوروم در تراکم ۴۵۰ دانه در متر مربع و کاشت قبل از وقوع بارندگی مؤثر در کرمانشاه توصیه می‌گردد.

جدول ۱- آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳

Table 1- Meteorological data of Sararoud dryland agricultural research station 2014-15

ماه Month	متوسط دمای حداکثر Average maximum temp. (°C)	متوسط دمای حداقل Average minimum temp. (°C)	تبخیر Evaporation (mm)	رطوبت نسبی Relative humidity (%)	تعداد روز زیر صفر number of days below zero	متوسط دما Average temp. (°C)	حداکثر دمای مطلق Maximum absolute temp. (°C)	حداقل دمای مطلق Minimum absolute temp. (°C)	بارندگی Rain (mm)
Mehr	26.1	10.2	176.8	47	0	18.2	31.8	2.8	60.4
Aban	16.9	4.0	19	55	4	10.4	22.6	-1.4	67.3
Azar	12.2	2.8	0	66	7	7.5	17	-3.0	37.4
Dey	10.2	-2.3	0	63	25	3.9	14.8	-7.8	10.2
Bahman	14.3	0.9	0	52	15	7.6	18.2	-7.2	15.6
Esfand	14.6	0.0	0	51	18	7.3	20.6	-6.2	20.6
Farvardin	11.5	3.7	84.6	54	3	11.5	28.1	-2.6	57.9
Ordibehesht	27.8	7.4	256.5	31	1	17.6	33.4	-0.6	0.6
Khordad	35.1	13.1	374.3	21	0	24.1	38.9	8.0	1.0
Tir	28.6	18.1	424.7	19.5	0	28.6	42.1	12.2	0.4

جدول ۲- آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود در سال زراعی۹۵-۱۳۹۴.

Table 2- Meteorological data of Sararoud dryland agricultural research station 2015-16

ماه Month	متوسط دمای حداکثر Average maximum temp. (°C)	متوسط دمای حداقل Average minimum temp. (°C)	تبخیر Evaporation (mm)	رطوبت نسبی Relative humidity (%)	تعداد روز زیر صفر number of days below zero	متوسط دما Average temp. (°C)	حداکثر دمای مطلق Maximum absolute temp. (°C)	حداقل دمای مطلق Minimum absolute temp. (°C)	بارندگی Rain (mm)
Mehr	28.4	10.8	200.7	34	0	19.6	34.0	6.0	8.8
Aban	15.9	5.6	49.4	70	2	10.8	26.8	0.0	244.8
Azar	10.1	0.1	0	67	16	5.1	17.2	-11.0	55.7
Dey	9.9	-0.9	0	64	19	4.5	16.6	-7.8	42.0
Bahman	10.1	-2.4	0	62	23	3.9	17.4	-9.0	61.6
Esfand	16.2	2.6	0	57	6	9.4	21.0	-3.4	88.2
Farvardin	16.5	3.3	49.0	63	8	9.9	21.4	-2.4	207.3
Ordibehesht	25.0	8.9	137.6	58	0	16.9	33.0	2.0	31.9
Khordad	30.9	10.8	272.3	36	0	20.8	35.4	4.4	0.2
Tir	27.8	17.5	332.5	27	0	27.8	41	13.8	0.0

جدول ۳- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 3- Traits of soil in experiment location

اسیدیته pH	هدایت‌الکتریکی EC (dS/m)	نیتروژن کل N (٪)	فسفر قابل دسترس P (ppm)	پتاسیم قابل دسترس K (ppm)	کربن آلی OC (%)
7.3	4.2	0.0861	13	413	0.87

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت و تراکم بذر بر عملکرد و برخی صفات گندم

Table 4- Analysis of variance for effect of planting date and seed density on yield and some traits of wheat

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد سنبله در مترمربع No. of spike in m^2	وزن هزار دانه 1000-Kernel weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
سال Year (Y)	1	3855150 *	54 ns	716550000**	13414600000**	1080.18*
تکرار در سال Y / Rep	6	266215	41	1209140	13071600	127.54
تاریخ کاشت Planting Date (P)	2	387242 **	20 ns	16599400 *	322061000 ns	121.25 ns
سال × تاریخ کاشت P×Y	2	1372 ns	0.86 ns	13544900 ns	282965000 **	44.50 ns
خطای (الف) Error (a)	12	123567	247	4086830	12549500	219.28
تراکم Density (D)	3	45568 ns	95 *	1178940 ns	15705800 ns	17.52 ns
سال × تراکم D×Y	3	28236 ns	17 ns	688019 ns	6523380 ns	11.63 ns
تاریخ کاشت × تراکم D×P	6	19235 ns	33 ns	150082 ns	1905440 ns	17.89 ns
سال × تاریخ کاشت × تراکم D× P ×Y	6	47438 ns	13 ns	131540 ns	1915640 ns	23.79 ns
ژنوتیپ Genotype (G)	2	49915 *	570 **	222589 ns	3878600 ns	60.70 ns
سال × ژنوتیپ G×Y	2	37 ns	65 ns	195183 ns	10659600 *	82.56*
تاریخ کاشت × ژنوتیپ G×P	4	4502 ns	64 *	279521 ns	598729 ns	20.51 ns
سال × تاریخ کاشت × ژنوتیپ G× P ×Y	4	8649 ns	11 ns	349416 ns	523674 ns	25.12 ns
تراکم × ژنوتیپ G×D	6	18848 ns	52 *	127880 ns	2069670 ns	3.92 ns
سال × تراکم × ژنوتیپ G× D ×Y	6	27894 ns	7 ns	186873 ns	1957690 ns	43.99 ns
تاریخ کاشت × تراکم × ژنوتیپ G× D ×P	12	21828 ns	86 **	1137520 **	7500290 **	32.70 **
سال ×تاریخ کاشت×تراکم × ژنوتیپ G× D × P ×Y	12	12203 ns	31 ns	152436 ns	6956640 ns	22.06 ns
خطای (ب) Error (b)	198	14393	23	278012	4785960	26.62
ضریب تغییرات (%) C.V.	-	28.4	12.0	21.7	20.4	22.6

ns، * و**: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

ns, * and **: significant at 5% and 1% probability level, respectively.

ادامه جدول ۴-

Table 4- Continued

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	درصد جذب نور Percentage of light absorbed	درصد پروتئین دانه Protein content (%)	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll
سال Year (Y)	1	4186 **	0.78**	0.004ns	0.002ns	0.007ns
تکرار در سال Y / Rep	6	315	0.023	0.004	0.002	0.004
تاریخ کاشت Planting Date (P)	2	90 ns	0.18ns	0.05*	0.03*	0.07*
سال × تاریخ کاشت P×Y	2	2.9 ns	0.015ns	0.02ns	0.01ns	0.03ns
خطای (الف) Error (a)	12	39.7	0.021	0.09	0.007	0.018
تراکم Density (D)	3	33 ns	0.02ns	0.01*	0.01*	0.02*
سال × تراکم D×Y	3	2.2 ns	0.09ns	0.003ns	0.001ns	0.003ns
تاریخ کاشت × تراکم D×P	6	152 *	0.11ns	0.03ns	0.01ns	0.05ns
سال × تاریخ کاشت × تراکم D× P ×Y	6	3.1 ns	0.09	0.001ns	0.01ns	0.001ns
ژنوتیپ Genotype (G)	2	22 ns	0.1ns	0.4*	0.2*	0.5*
سال × ژنوتیپ G×Y	2	16 ns	0.03ns	0.002ns	0.001ns	0.004ns
تاریخ کاشت × ژنوتیپ G×P	4	9.9 ns	0.08ns	0.007ns	0.003ns	0.009ns
سال × تاریخ کاشت × ژنوتیپ G× P ×Y	4	3.4 ns	0.05ns	0.007ns	0.004ns	0.01ns
تراکم × ژنوتیپ G×D	6	36 **	0.81*	0.08*	0.04ns	0.09*
سال × تراکم × ژنوتیپ G× D ×Y	6	18 *	0.05ns	0.05ns	0.001ns	0.005ns
تاریخ کاشت × تراکم × ژنوتیپ G× D ×P	12	22 **	0.09ns	0.004ns	0.002ns	0.005ns
سال ×تاریخ کاشت×تراکم × ژنوتیپ G× D × P ×Y	12	2.5 ns	0.07ns	0.004ns	0.007ns	0.002ns
خطای (ب) Error (b)	198	7.9	0.10	0.009	0.005	0.01
ضریب تغییرات (%) C.V.		8.6	6.4	2.3	2.6	1.9

ns، * و**: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

ns, * and **: significant at 5% and 1% probability level, respectively.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر ساده تاریخ کاشت بر برخی صفات گندم

Table 5- Mean comparisons for simple effect of planting date on some traits of wheat

تاریخ کاشت Planting date	**تعداد سنبله در مترمربع** No. of spike in m^2	**کلروفیل a** Chlorophyll a ($mg.g^{-1}$)	**کلروفیل b** Chlorophyll b ($mg.g^{-1}$)	**کلروفیل کل** Total Chlorophyll ($mg.g^{-1}$)
قبل از بارندگی موثر Before effective rainfall	491 a	2.0b	0.72a	2.69a
۱۵ روز بعد از بارندگی موثر 15 days after effective rainfall	431 c	2.03a	0.68b	2.71a
۳۰ روز بعد از بارندگی موثر 30 days after effective rainfall	364 b	1.9b	0.69b	2.62 b

میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means that have a common letter, have not significantly different together at 5%.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر ساده ژنوتیپ بر برخی صفات گندم

Table 6- Mean comparisons for simple effect of genotypes on some traits of wheat

ژنوتیپ Genotype	**تعداد سنبله در مترمربع** No. of spike in m^2	**کلروفیل b** Chlorophyll b ($mg.g^{-1}$)
STJ	403 c	0.95a
BCR	447 a	0.82b
SAJI	436 b	0.85b

میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means that have a common letter, have not significantly different together at 5%.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر ساده تراکم بر میزان کلروفیل b گندم

Table 7- Mean comparisons for simple effect of genotypes on chlorophyll b content of wheat

تراکم Density (plant in m^2)	**کلروفیل b** Chlorophyll b ($mg.g^{-1}$)
250	0.82b
350	0.88b
450	0.97a
550	0.93ab

میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means that have a common letter, have not significantly different together at 5%.

جدول ۸- مقایسات میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت، تراکم بوته و ژنوتیپ بر روی صفات زراعی ژنوتیپ‌های گندم

Table 8- Mean comparisons for interactions of planting date, plant density and Genotype in durum wheat

تاریخ کاشت Planting date	تراکم Density (plant in m^2)	ژنوتیپ Genotype	درصد نور دریافتی Percentage of light absorbed	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha^{-1})	عملکرد دانه Grain yield (kg ha^{-1})	وزن هزار دانه 1000-Kernel weight (g)
قبل از بارندگی موثر before effective rainfall	250	STJ	62.9	24.3	11127.7	2697.8	40.9
		BCR	56.8	22.2	12179.6	2548.4	33.9
		SAJI	58.5	25.2	11176.8	2917.9	41.1
	350	STJ	59.7	23.2	11683.4	2726.0	43.1
		BCR	62.1	23.7	12944.6	2756.4	40.4
		SAJI	64.7	22.9	12003.7	3006.0	35.1
	450	STJ	66.0	23.9	12237.6	3017.4	35.5
		BCR	65.3	26.8	11080.0	2674.4	34.9
		SAJI	67.4	21.1	14551.7	2815.6	43.5
	550	STJ	66.1	21.8	13665.4	2879.4	38.9
		BCR	67.6	23.2	12071.9	2910.5	37.2
		SAJI	65.9	26.1	12999.3	3082.9	35.0
۱۵ روز بعد از بارندگی موثر 15 days after effective rainfall	250	STJ	65.2	19.9	10682.1	2216.7	46.9
		BCR	60.1	23.0	11055.7	2368.7	39.7
		SAJI	64.0	19.0	11412.6	2111.8	39.9
	350	STJ	61.9	20.9	11117.4	2410.1	41.5
		BCR	62.2	21.3	10569.1	2409.0	34.2
		SAJI	65.2	22.0	9972.4	2225.4	41.5
	450	STJ	63.5	22.3	11281.3	2741.6	41.5
		BCR	63.2	22.0	10650.4	2365.4	33.7
		SAJI	62.1	23.1	11698.0	2639.5	35.7
	550	STJ	62.0	21.2	11149.4	2494.8	40.9
		BCR	62.9	21.8	11374.0	2618.7	34.2
		SAJI	62.3	22.2	12285.5	2684.9	40.4
۳۰ روز بعد از بارندگی موثر 30 days after effective rainfall	250	STJ	63.4	22.7	8680.7	1840.1	44.1
		BCR	62.3	25.7	7446.2	1894.6	40.0
		SAJI	63.3	25.3	8199.8	1921.5	36.0
	350	STJ	64.3	19.8	8641.8	1684.9	42.4
		BCR	62.4	24.1	7940.1	1953.4	35.0
		SAJI	60.7	24.1	8924.8	2071.5	38.2
	450	STJ	61.6	22.4	8834.7	2090.5	37.4
		BCR	60.4	22.1	9944.9	2236.6	37.0
		SAJI	60.9	27.2	8504.0	2239.5	39.2
	550	STJ	60.4	20.8	8671.8	1942.1	43.6
		BCR	60.3	22.5	9283.0	2108.7	38.1
		SAJI	59.5	22.2	9466.7	2073.4	36.0
LSD			3.28	6.03	2556.3	616.14	5.61

مقادیر بارندگی موثر ۲، ۳۳، ۵ و ۳۴ میلی‌متر و زمان وقوع بارندگی موثر ۲۶ مهر و ۵ آبان ماه در دو سال آزمایش بود.

Effective rainfall values were of 2, 33, 5 and 34 mm and effective rainfall time of occurrence were October 26 and November 5, in two years.

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و ژنوتیپ بر برخی صفات فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم

Table 9- Mean comparisons for interactions of plant density and Genotype in durum wheat

Density (plant in m^2)	ژنوتیپ Genotype	پروتئین Protein (%)	کلروفیل a Chlorophyll a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل کل Total Chlorophyll
250	STJ	16.23	1.72	2.67
	BCR	14.1	2.29	3.04
	SAJI	14.3	1.7	2.54
350	STJ	16.77	2.26	3.14
	BCR	14.24	2.35	3.2
	SAJI	15.56	1.94	2.67
450	STJ	14.55	1.77	2.57
	BCR	14.0	1.92	2.77
	SAJI	13.89	2.29	3.11
550	STJ	15.36	2.11	2.92
	BCR	15.2	2.23	3.06
	SAJI	14.25	1.95	2.86
LSD		0.37	0.11	0.12

References منابع مورد استفاده

- Adebayo, M.A., A. Menkir, E. Blay, V. Gracen, E. Danquah, and S. Hearne. 2014. Genetic analysis of drought tolerance in adapted × exotic crosses of maize inbred lines under managed stress conditions. *Euphytica*. 196: 261-270.
- Ahmed, M. 2011. Climatic resilience of wheat using simulation approaches in pothowar. In: Department of Agronomy. PMAS Arid Agricultural University Rawalpindi, Pakistan.
- Alizadeh, A. 2003. Drainage of lands: design and planning of drainage systems in agriculture. Ferdowsi University Publications of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian)
- Andarzian, B., G. Hoogenboom, M. Bannayan, M. Shirali, and B. Andarzian. 2015. Determining optimum sowing date of wheat using CSM-CERES-Wheat model. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.* 14(2): 189-199.
- Ansari, A.H. 2002. Influence of seeding time in grain yield, its components and their interrelation in bred wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Pakistan Journal of Agricultural Research*. 17(1): 7-12.
- Asana, R.D., P.N. Bahi, P.N. Sharma, and B. Kumar. 2008. Grain weight of main shoot as an index of yield for non-irrigated wheat. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding.* 28: 85-90.

- Aslam, M.A., M. Ahmed, F. ul-Hassan, S. Ahmad, R. Hayat, and O. Afzal. 2018. Quantification of impact of sowing dates on productivity of rainfed wheat. *Science, Technology and Development*. 37 (1): 28-35.
- Asseng, S., F. Ewert, P. Martre, R.P. Rötter, D.B. Lobell, D. Cammarano, B.A. Kimball, M.J. Ottman, G.W. Wall, J.W. White, M.P. Reynolds, P.D. Alderman, P.V.V. Prasad, P.K. Aggarwal, J. Anothai, B. Basso, C. Biernath, A.J. Challinor, G. De Sanctis, J. Doltra, E. Fereres, M. Garcia-Vila, S. Gayler, G. Hoogenboom, L.A. Hunt, R.C. Izaurralde, M. Jabloun, C.D. Jones, K.C. Kersebaum, A.K. Koehler, C. Müller, S. Naresh Kumar, C. Nendel, G. O'Leary, J.E. Olesen, T. Palosuo, E. Priesack, E. Eyshi Rezaei, A.C. Ruane, M.A. Semenov, I. Shcherbak, C. Stöckle, P. Stratonovitch, T. Streck, I. Supit, F. Tao, P. Thorburn, K. Waha, E. Wang, D. Wallach, J. Wolf, Z. Zhao, and Y. Zhu. 2015. Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature Climate Change.* 5(2): 143-147.
- Bannayan, M., E. Eyshi RezaeI, and G. Hoogenboom. 2013. Determining optimum planting dates for rain fed wheat using the precipitation uncertainty model and adjusted crop evapotranspiration. *Agricultural Water Management.* 126: 56-63.
- Bassu, S., A. Asseng, R. Motzo, and F. Giunta. 2009. Optimizing sowing date of durum wheat in a variable Mediterranean environment. *Field Crops Research*. 111: 109-118.
- Borghi, B., M. Corbellini, M. Ciaffi, D. Lafiandra, E. Stefanis, D. Sgrulletta, G. Boggini, N. Fonzo, E. De Stefanis, and F.N. Di. 1995. Effect of heat shock during grain filling on grain quality of bread and durum wheats. *Australian Journal of Agricultural Research*. 46(7): 1365-1380.
- Chegni, H. 2014. Investigation of the effect of plant density on yield and yield components of wheat cultivars. *Agricultural Applied Research Journal.* 27(104): 9-21. (In Persian).
- Dar, S.B., R.H. Kanth, W. Raja, S.A. Bangroo, and S.A. Mir. 2018. Performance of wheat in relation to sowing dates and nitrogen levels under rainfed conditions of Kashmir. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7(4): 2600-2608.
- Dobor, L., Z. Barcza, T. Hlásny, T. Árendás, T. Spitkó, and N. Fodor. 2016. Crop planting date matters: Estimation methods and effect on future yields. *Agricultural and Forest Meteorology*. 223(15): 103-115.
- Emam, Y. 2007. Agronomy of cereals. Shiraz Jihad Daneshgahi Publications Shiraz, Iran 194 pp. (In Persian).
- Hurkman, W.J., W.H. Vensel, C.K. Tanaka, L. Whitehand, and S.B. Altenbach. 2009. Effect of high temperature on albumin and globulin accumulation in the endosperm proteome of the developing wheat grain. *Journal of Cereal Science.* 49(1): 12- 23.
- Hosseinipour, R., S.A. Valadabady, M.R. Mehrvar, and S. Sayfzadeh. 2019. Leaf gas exchange, yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars as affected by plant density. *Journal of Crop Ecophysiology*. 13(3): 431-446. (In Persian).

- Jafar Nezhad, A. 2009. Determination of optimum sowing date for bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars with different flowering habits in Neyshabour. *Journal of Cultivation of Seed and Plant.* 25(2): 117-135. (In Persian).
- Jafari Haghighi, B., R. Mamaghani, A. Kashani, and A. Siadat. 2002. Effect of plant density on grain yield and some qualitative characteristics of five durum wheat (*Triticum durum*) genotypes under Ahvaz climatic conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences.* 4(1): 67-79. (In Persian).
- Jami Al-Ahmadi, M., M. Kafi, and M. Nassiri Mahalati. 2008. Salinity effects on radiation utilization characteristics of Kochia (*Kochia Scoparia* L. Schrad.). *Journal of Pajouhesh and Sazandegi*. 78: 177-185. (In Persian).
- Kayfi, S. 2014. Evaluating and comparing energy efficiency of different wheat cultivars in response to changing planting dates. M.Sc. Dissertation, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Shirvan, Iran. (In Persian).
- Khajehpour, M.R. 2007. Principles of agronomy. Isfahan Jihad Daneshgahi Publications, Isfahan, Iran. 272 pp. (In Persian).
- Khan, M.A. 2003. Wheat crop management for yield maximization. Wheat Research Institute, Faisalabad, Pakistan.
- Kirby, E.J.M., and M. Appleyard. 2007. Cereal development guide. Stoneleigh, Kenilwrth, UK, NAC Cereal Unit. 85pp.
- Kumar, J., D. Kumar, and R. Nandan. 2005. Effects of dates of sowing and seed rates on yield of lentil varieties. *Journal of Farming Systems Research and Development*. 11: 249-252.
- Majnoon hoseini, H., H. Mohammadi, K. Poustini, and H. Zeinaly KHanghah. 2003. Effect of plant density on agronomic characteristics, chlorophyll content and stem remobilization percentage in chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Agricultural Science.* 34(4): 1011-1019. (In Persian).
- Mehrvar, M.R. 2010. Comparison of promising lines of winter wheat in desirable and cultivate dates under normal irrigation and drought conditions at the end of the season. The final report of the Crop Research Project, Institute for Seed and Plant Improvement Research. Karaj, Tehran, Iran. (In Persian).
- Miralles, D.J., B.C. Ferro, and G.A. Slafer. 2001. Developmental responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed. *Field Crops Research*. 1(3): 211-223.
- Moghaddam, M., B. Ehdaie, and J.D.G. Waines. 2007. Genetic variation and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southern Iran. *Euphytica*. 95: 361- 369.
- Mohammadi, R. 2017. SAJI durum wheat (Suitable for dryland conditions and complementary irrigation in temperate regions). Agricultural Education Publication. (In Persian).
- Nazari, H.R., and J. Nabati. 2011. Effect of planting date and plant density on yield and components of barley performance in Aligudarz cold region. *Journal of Modern Science in Sustainable Agriculture*. 7(3): 59-67
- Nour Mohammadi, G., A. Siyadat, and A. Kashani. 2008. Agronomy of cereals. Ahvaz Jihad Daneshgahi Publications, Ahvaz, Iran. 468 pp. (In Persian)

- Nouri, M., M. Homaee, M. Bannayan, and G. Hoogenboom. 2017. Towards shifting planting date as an adaptation practice for rainfed wheat response to climate change. *Agricultural Water Management.* 18(31): 108-119.
- Porra, R.J., W.A. Thompson, and P.E. Kriedemann. 1989. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophyll a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *Acta Biochemistry and Biophysics*. 975: 384-394.
- Porter, J.R., and M.A. Semenov. 2005. Crop responses to climatic variation. Philosophical Transactions of the Royal Society B: *Biological Sciences*. 360: 2021-2035.
- Pour Mirza, M., and A. Taj Bakhsh. 2003. Agronomy of cereals. Azerbaijan Jihad Daneshgahi Publications, Ahvaz, Iran. 316 pp. (In Persian)
- Richards, R.A., A.G. Condon, and G.J. Rebetzke. 2001. Traits to improve yield in dry environments. In: Reynolds, M.P., G.J.I. Ortiz- Monasterio, and B.A. Mc Nab (Eds.). Application of b Physiology in Wheat Breeding. Mexico, D.F. CIMMYT.
- Sadeghzadeh Ahari, D. 2001. Investigating the performance of wheat cultivars with different growth habits in two planting dates in order to determine the appropriate developmental habit for cold dryland regions. *Journal of Cultivation of Seed and Plant*. 17(1): 32-43. (In Persian).
- Sepaskhah, A.R., A. Azizian, and A.R. Tavakoli. 2006. Optimal applied water and nitrogen for winter wheat under variable seasonal precipitation and planning scenarios for consequent crops in a semi-arid region. *Agricultural Water Management.* 44: 113–122.
- Sharma, P.K., and S.K. Bal. 2007. Evaluation of heat units in relation to crop phonology and grain yield of barley (*Hordeum vulgare* L.). Punjab Agricultural University of Hebei. *Journal of Agricultural Science*. 44: 90-95.
- Shirani Far, B. 2005. Effect of different plant densities on tillering and its relationship with yield in three wheat cultivars under Ahwaz climate. M.Sc. Dissertation, Faculty of Agriculture, Chamran University of Ahvaz, Iran. (In Persian).
- Subhani, G.M., and M.A. Chowdhry. 2000. Correlation and path coefficient analysis in bread wheat under drought stress and normal conditions. *Pakistan Journal of Biological Science*. 3: 72-77.
- Thornton, P.K., P.J. Ericksen, M. Herrero, and A.J. Challinor. 2014. Climate variability and vulnerability to climate change: A review. *Global Change Biology*. 20(11): 3313-3328.
- Vafabakhsh, J., M. Nassiri Mahallati, and A. Koocheki. 2008. Effect of drought stress on yield and radiation use efficiency in colza cultivars (*Brassica napus* L.). *Iranian Journal of Agronomic Research*. 6(1): 193-204. (In Persian).
- Waongo, M., P. Laux, and H. Kunstmanna. 2015. Adaptation to climate change: The impacts of optimized planting dates on attainable maize yields under rainfed conditions in Burkina Faso. *Agricultural and Forest Meteorology.* 205(1): 23-39.

Research Article DOI: 10.30495/jcep.2020.679070

Response of Durum Wheat Genotypes to Different Planting Dates and Plant Densities under Dryland Conditions

Saeid Ghazvineh[1], Ali Reza Valadabadi[2*], Abdol Vahab Abdolahi[3], Saeed Seyfzadeh[4], and Hamid Reza Zakerin[4]

Received: June 2019 , Revised: 14 October 2019, Accepted: 22 November 2019

Abstract

The present study was conducted to investigate the response of durum wheat cultivars to different planting dates and densities under rainfed conditions during the years 2014-2016 in Sararood, Kermanshah, using a split plot factorial experiment based on randomized complete block design with four replications. Three durum wheat genotypes (SAJI, BCR and STJ) with three sowing dates, prior to effective rainfall (the amount and time of effective rainfall were 33.2 and 34.5 mm, and 26 October, and 5 November for two years of experiment, respectively). 15 days after effective rainfall and 30 days after effective rainfall were evaluated for four densities of 250, 350, 450 and 550 plant per square meter. Traits like number of spikes per square meter, 1000 kernel weight, seed and biological yield, harvest index and absorbed radiation percentage were measured. The results of mean comparisons of simple effects showed that the number of spikes per square meter in the planting date before rainfall was more effective than two other planting dates. Biological yield and absorbed radiation percentage were 26.9 and 12.9 percent higher respectively in second year of experiment as compared to the first year. Comparison of interactions means showed that STJ genotype under 250 seeding density and 15 days sowing date after effective rainfall, produced highest 1000 kernel weight, while SAJI cultivar at 550 seeding density and planting date before effective rainfall showed the highest kernel yield. The SAJI cultivar showed highest biological yield under 450 seeding density and planting date before effective rainfall. For all three genotypes, the highest percentage of radiation absorption was observed when sowing date used before rainy season using 450 and 550 seeding densities. In this study all genotypes showed the highest traits values at first planting date and under 450 seeding density. The highest values of protein and chlorophyll content were observed using 350 seeding density.

Key words: Absorbed radiation, Effective rainfall, Grain yield, Wheat genotypes, Protein content.

1-Ph.D. Student of Agronomy, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.
2-Associate Professor, Department of Agronomy, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.
3-Assistant Professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran.
4-Assistant Professor, Department of Agronomy, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.
**Corresponding Author: valadabadi97@gmail.com*