بررسی عملکرد ارقام جدید و لاین‌های حاصل از برنامه به‌نژادی گندم در شرایط ارزوئیه کرمان

اعظم نیک‌بخت دهکردی[1*]، محسن حاج‌امینی[2]، فریدون آهنگری[2]، فاطمه منگلی[2]، مقداد گلستان[3]، محسن زمانی[3]، مسعود پوررحیمی[3]، یوسف پورعبداله[2]، فرشید رودباری[4]، رضا خلیل‌تاش[4]، ابوذر بحرینی[2]، محمدقادر قادری[5]، علی کاظمی‌پور[6]، روح‌اله عبدالشاهی[7]

[1*] نویسنده مسئول، استادیار پژوهشکده فناوری تولیدات گیاهی، پژوهشگاه افضلی‌پور، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. رایانامه: anikbakht@uk.ac.ir

[2] بخش مدیریت زراعت، سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان، کرمان، ایران. رایانامه: hajamini49@gmail.com

[2] بخش مدیریت زراعت، سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان، کرمان، ایران. رایانامه: Farshid.rudbari4@gmil.com

[2] بخش مدیریت زراعت، سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان، کرمان، ایران. رایانامه: fatemehmangeli@yahoo.com

[3] شرکت سوم شعبان، ارزوئیه، ایران. رایانامه: meghdadgolestan51@gmail.com

[3] شرکت سوم شعبان، ارزوئیه، ایران. رایانامه: zamanimohsen1344@gmail.com

[3] شرکت سوم شعبان، ارزوئیه، ایران. رایانامه: pourrahimimasoud@gmail.com

[2] بخش مدیریت زراعت، سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان، کرمان، ایران. رایانامه: josephpourabdollah@gmail.com

[4] بخش مدیریت زراعت، سازمان جهاد کشاورزی شهرستان ارزوئیه، ایران. رایانامه: farshidrudbarii@gmil.com

[4] بخش مدیریت زراعت، سازمان جهاد کشاورزی شهرستان ارزوئیه، ایران. رایانامه: khaliltash61@gmail.com

[2] کارشناس، بخش مدیریت زراعت، سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان، کرمان، ایران. رایانامه: aboozarbhr1@gmail.com

[5] استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. رایانامه: mghaderi@birjand.ac.ir

[6] استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. رایانامه: ali.kazemi@uk.ac.ir

[7] دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. رایانامه: abdoshahi@uk.ac.ir

چکیده

سابقه و هدف: بهبود عملکرد و پایداری گیاهان زراعی از مهم‌ترین اهداف برنامه‌های به‌نژادی است. با توجه به افزایش جمعیت و محدودیت منابع آب و خاک، معرفی ارقام جدیدی که بتوانند در شرایط اقلیمی مختلف عملکرد مناسبی داشته باشند، ضرورت دارد. گندم یکی از مهم‌ترین غلات در سطح جهان است که که بخش قابل توجهی از کالری دریافتی روزانه را تشکیل می‌دهد و به همین دلیل تولید پایدار و افزایش عملکرد آن همواره مورد توجه سیاست‌گذاران بخش کشاورزی بوده است. توسعه گونه‌های جدید و بهبود یافته گندم با عملکرد دانه بالا و سازگار با محیط زیست برای حفظ و افزایش امنیت غذایی در مواجهه با چالش‌هایی مانند تغییرات اقلیمی و رشد جمعیت ضروری است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش دو رقم مورد کشت در منطقه ارزوییه(سیروان و خلیل)، ۸ رقم جدید گندم نان (اوج، مهرگان، رخشان، آینه، سحر، جلال، بهاران و ستاره) ۴ لاین جدید حاصل از برنامه‌های به‌نژادی گندم در دانشگاه شهید باهنر کرمان (روشن سنبله بزرگ، روشن پاکوتاه، مهدوی زودرس و اکسکلیبر پابلند) مورد مطالعه قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. هر

کرت شامل ۲۵ ردیف با طول ۱۵ متر و فاصله ردیف‌ها ۱۰ سانتی‌متر بود. صفات عملکرد و اجزای عملکرد، ارتفاع بوته، و صفات فنولوژیک (روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، طول دوره پرشدن دانه) در طول دوره رشد و در زمان برداشت اندازه‌گیری شدند.
یافته‌ها: بر اساس نتایج این پژوهش رقم اوج با ترکیب مناسبی از عملکرد بالا (۷/۶۱ تن در هکتار) و صفات فنولوژیک مطلوب، بهترین عملکرد را در شرایط ارزوئیه داشته است. این رقم با ارتفاع ۱۰۴/۷۵ سانتی‌متر، دوره گلدهی ۱۰۷ روز و رسیدگی ۱۴۳/۷۵ روز، قابلیت فرار از تنش‌های انتهایی فصل را دارد که یکی از مهم‌ترین استراتژی‌های سازگاری با شرایط خشک محسوب می‌شود. همچنین، رقم مهرگان با عملکرد ۷/۱۸ تن در هکتار و ویژگی‌های مطلوب فنولوژیک، گزینه مناسب دیگری برای کشت در این منطقه محسوب می‌شود. این رقم با ارتفاع متوسط (۱۰۴/۷۵ سانتی‌متر) و دوره پر شدن دانه مناسب (۳۸ روز)، تعادل مطلوبی بین عملکرد و سازگاری با شرایط محیطی نشان داده است. هر دو رقم نسبت به رقم شاهد سیروان اختلاف معنی داری نشان ندادند ولی رقم اوج نسبت به رقم شاهد خلیل تفاوت معنی‌داری نشان داد. نتایج نشان داد ستاره با عملکرد ۳/۵۹ تن در هکتار ضعیف‌ترین رقم در این شرایط بود.
نتیجه‌گیری: یافته‌های این پژوهش نشان داد ارقام جدید و لاینهای به‌نژادی در دانشگاه باهنر هیچکدام برتری معنی‌داری نسبت به رقم شاهد سیروان نداشتند. این نتایج نشان می‌دهد در شرایط بهینه زراعی پیشرفت به‌نژادی کند شده است و افزایش معنی‌داری رخ نداده است. رقم ستاره ضعیف‌ترین رقم در شرایط ارزوئیه بود و ضعف عملکرد این رقم می‌تواند به ارتفاع خیلی کم (۷۹ سانتی‌متر) این رقم مربوط باشد. اگرچه اختلاف عملکرد ارقام اوج و مهرگان با رقم شاهد سیروان از لحاظ آماری معنی‌دار نبود، کاشت آنها در منطقه ارزوئیه می‌تواند تنوع رقم در منطقه را افزایش دهد و این امر می‌تواند در کاهش ریسک اپیدمی آفات و بیماریها موثر واقع شود.

واژگان کلیدی: ارتفاع گیاه، ارقام گندم، صفات فنولوژیک، عملکرد دانه

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهم‌ترین غلات در سطح جهان است که حدود ۳۱٪ از کل مصرف غلات در جهان را تشکیل می‌دهد و منبع اصلی انرژی در رژیم غذایی انسان است (۱). در ایران نیز گندم اصلی‌ترین گیاه زراعی است که بخش قابل توجهی از کالری دریافتی روزانه را تشکیل می‌دهد و به همین دلیل تولید پایدار و افزایش عملکرد آن همواره مورد توجه سیاست‌گذاران بخش کشاورزی بوده است (۲). ایران یکی از مصرف‌کنندگان اصلی گندم است و به دلیل حجم بالای مصرف، رتبه هفتم را در جهان دارد. این کشور به طور متوسط سالانه بیش از ۱۴ میلیون تن گندم تولید می‌کند که حدود ۹۷٪ آن گندم نان است. لازم به ذکر است که تولید گندم در ایران در سال‌های مختلف ممکن است نوسان داشته باشد (۱).

گزارش‌های اخیر سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) و مرورهای تحلیلی نشان می‌دهند که پایداری تأمین گندم با نوسانات اقلیمی به‌طور مستقیم گره خورده است (۳ و ۴). همانطور که توسط فائو گزارش شده است، تقاضای پیش‌بینی شده برای گندم تا سال ۲۰۵۰ تقریباً ۸۴۰ میلیون تن است، در حالی که تولید فعلی حدود ۷۵۰ میلیون تن است (۵). برای تأمین این تقاضا، کشورهای در حال توسعه باید تولید گندم را ۷۷ ٪ افزایش دهند و بخش عمده‌ای از این رشد باید از طریق بهبود عملکرد انجام

شود (۵). با این وجود، به دلیل افزایش روزافزون جمعیت، کاهش زمین‌های قابل کشت و منابع آب، چالش‌های عمده‌ای برای حفظ تولید گندم در آینده وجود دارد. علاوه بر این، تغییرات در شرایط آب و هوایی، مانند افزایش دما و نوسانات در میزان و توزیع بارندگی، تأمین تقاضای رو به رشد گندم را به طور فزاینده‌ای دشوار می‌کند (۴).

توسعه گونه‌های جدید و بهبود یافته گندم با عملکرد دانه بالا و سازگار با محیط زیست برای حفظ و افزایش امنیت غذایی در مواجهه با چالش‌هایی مانند تغییرات اقلیمی و رشد جمعیت ضروری است (۱، ۶، ۷ و ۸).

تنوع ژنتیکی در گندم، به ویژه در توده‌های بومی، یک منبع ضروری برای اصلاح‌کنندگان است. به عنوان مثال، توده‌های بومی گندم ایران منابع ژنتیکی مهمی هستند که می‌توانند ژن‌های جدیدی را برای توسعه ارقام جدید و مقاوم برای بهبود تولید گندم فراهم کنند (۷). در استان کرمان، ارقام گندم نان مانند چمران، چمران۲ و سیروان غالب هستند. بیش از ۹۰٪ از سطح زیر کشت گندم آبی در حوزه کاری مرکز تحقیقات کرمان در مناطق گرم واقع شده است که نیاز به ارقام تولیدی سازگار با شرایط محلی را برجسته می‌کند (۱). توسعه ارقام جدید و بهبود یافته گندم یک راهبرد اصلی برای افزایش تولید و تضمین خودکفایی است. هدف اصلی، توسعه ارقامی با عملکرد دانه بالاتر از ارقام موجود است (۱).

با وجود اهمیت ویژه گندم، تولید این گیاه در بسیاری از مناطق کشور تحت تأثیر تنش‌های محیطی از جمله خشکی، شوری و دماهای بالا قرار دارد. شهرستان ارزوئیه با اقلیم نیمه گرمسیری و مختصات جغرافیایی ۲۸ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی با ارتفاع متوسط ۱۲۰۰ متر از سطح دریا در فاصله ۲۷۰ کیلومتری جنوب غربی شهر کرمان قرار دارد. در این شهرستان، تولید گندم به دلیل بارندگی اندک، وقوع دماهای بالا و کمبود رطوبت در انتهای فصل رشد به ویژه در مراحل حساس رشد مانند پر شدن دانه و محدودیت منابع آب با چالش‌های جدی مواجه است (۱۰ و ۱۱). بر این اساس، ارزیابی سازگاری و پایداری عملکرد ارقام جدید و لاین‌های به‌نژادی در این منطقه برای جایگزینی ارقام قدیمی و ارائه توصیه‌های بومی ضرورت دارد. مطالعات پیشین نشان داده‌اند در ارزوئیه تفاوت‌های معنی‌داری در عملکرد دانه و تحمل به تنش‌های انتهای فصل میان ژنوتیپ‌ها وجود دارد که اهمیت انتخاب رقم متناسب با شرایط محلی را دو چندان می‌سازد (۱ و ۷). علاوه بر این، تحلیل‌های اقلیمی و زراعی استان کرمان تأکید دارند که تاریخ کاشت و مدیریت مزرعه نقش مهمی در اجتناب از تنش گرمایی در مراحل گلدهی و پرشدن دانه دارد (۱۱ و ۱۲). همچنین، بررسی‌های منابع آب در دشت ارزوئیه نشان داده‌اند که استفاده از ارقام

پرمحصول و کارآب‌برتر می‌تواند سهم مهمی در افزایش بهره‌وری و پایداری کشت داشته باشد (۱۱). این شواهد، ضرورت بررسی عملکرد ارقام جدید و لاین‌های امیدبخش در مقایسه با ارقام شاهد را در شرایط بومی ارزوئیه کرمان برجسته می‌سازد. پژوهش‌های اخیر همچنین نشان می‌دهند که پایداری عملکرد دانه در شرایط متغیر محیطی، به‌طور چشمگیری تحت تأثیر تعامل ژنوتیپ × محیط قرار دارد، به‌ویژه در مناطق خشک که تنش‌های زیستی و غیرزیستی شدت بیشتری دارند (۱۳). از این رو، ترکیب شاخص‌های فنولوژیک (برای اجتناب از تنش گرما و خشکی) با صفات مورفولوژیک می‌تواند راهبردی مؤثر برای توسعه ارقام جدید و پایدار گندم در مناطقی مانند ارزوئیه کرمان باشد. با توجه به اهمیت راهبردی گندم و شرایط خاص اقلیمی و چالش‌های خاص تولید آن در منطقه ارزوئیه، بررسی دقیق عملکرد ارقام جدید، ضرورتی انکارناپذیر است. در همین راستا، این پژوهش با هدف بررسی و مقایسه عملکرد ارقام جدید و لاین‌های اصلاح‌شده در برابر ارقام شاهد در شرایط اقلیمی ارزوئیه کرمان و معرفی لاین‌های برتر برای بهبود تولید در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزارع سوم شعبان در منطقه قادرآباد ارزوئیه استان کرمان در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ انجام شد. ارزوئیه در جنوب استان کرمان قرار گرفته است و دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک با محدودیت منابع آب، دمای بالا و نوسانات شدید بارندگی است. به دلیل عدم وجود ایستگاه هواشناسی فعال در محل اجرای آزمایش، داده‌های اقلیمی برای سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ از پایگاه داده‌های باز سازمان ملی هوانوردی و فضانوردی آمریکا (https://power.larc.nasa.gov/) استخراج شد. داده‌ها بر اساس مختصات جغرافیایی منطقه ارزوئیه استخراج گردید (جدول ۱).

جدول ۱-مشخصات اقلیمی منطقه ارزوئیه کرمان در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ منبع (NASA)

Table 1-Climatic characteristics of the Orzuiyeh region during the 20222-2023 growing season (NASA database)

ماه	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
سرعت باد (m/s) Wind speed (m/s)	2.8	2.9	2.7	2.5	2.7	2.7	2.8	2.8	2.3	2.1	2.1	2.0
دما (c) Temperature (°C)	5.9	10.1	14.5	19.3	24.2	29.5	30.1	27.4	26.4	21.2	14.4	9.7
رطوبت خاص (g/kg) humidity (g/kg)	3.9	4.3	4.7	4.7	4.2	5.7	8.5	5.7	6.1	4.6	5.3	3.8
میزان بارش	2.1	0.5	0.6	0.2	0.1	0.0	0.6	0.1	0.0	0.1	0.3	0.2

(mm/day) Precipitation (mm/day)

در این پژوهش دو رقم مورد کشت که در ارزوئیه به طور گسترده کشت می‌شوند بنام‌های (سیروان و خلیل)، ۸ رقم جدید گندم نان (اوج، مهرگان، رخشان، آینه، سحر، جلال، بهاران و ستاره) و ۴ لاین جدید حاصل از برنامه‌های به‌نژادی گندم در دانشگاه شهید باهنر کرمان (روشن سنبله بزرگ، روشن پاکوتاه، مهدوی زودرس و اکسکلیبر پابلند) مورد مطالعه قرار گرفتند (جدول۲). آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در آذرماه ۱۴۰۱ انجام شد و هر کرت شامل ۲۵ ردیف با طول ۱۵ متر و فاصله ردیف‌ها ۱۰ سانتی‌متر بود. آبیاری در طول دوره رشد به‌صورت منظم هر ۱۰ روز یک‌بار انجام شد و شوری آب آبیاری حدود $1\ dS\ m^{-1}$ بود. صفات مورد بررسی شامل عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار؛ مرحله رسیدگی کامل، Zadoks 92)، صفات زراعی شامل ارتفاع بوته (Zadoks 65)، تعداد سنبله در مترمربع (Zadoks 65)، تعداد دانه در سنبله (Zadoks 92) و وزن هزار دانه (Zadoks 92) و صفات فنولوژیک شامل روز تا گلدهی (Zadoks 65)، روز تا رسیدگی (Zadoks 92) و طول دوره پرشدن دانه (Zadoks 71–92) بودند که در طول دوره رشد و در زمان برداشت اندازه‌گیری شدند. میزان بذر در هر کرت معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود بدین صورت که در هر مترمربع ۳۰۰ عدد بذرکاشته شد. پس از حذف ردیف‌های اول و آخر و یک متر ابتدایی و انتهایی هر کرت، سطح باقیمانده که مساوی ۳۰ متر مربع بود برداشت و با استفاده از تناسب عملکرد هر کرت به تن در هکتار تبدیل شد. زمین قبل از کاشت آماده‌سازی شد. عملیات کاشت، داشت و برداشت مطابق توصیه‌های فنی منطقه و با مدیریت یکسان برای تمامی تیمارها انجام شد. طبق بررسی‌های میدانی، خاک منطقه دارای بافت لومی بود و برنامه کوددهی شامل مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره بود. برداشت با استفاده از داس توسط کارگر انجام شد و محصول هر کرت به طور جداگانه با استفاده از خرمنکوب پشت تراکتوری خرمنکوبی شد. برای اندازه‌گیری تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه، ۲۰۰ سنبله از هر کرت به طور تصادفی انتخاب شد. پس از جدا کردن دانه از سنبله‌ها، با استفاده از بذرشمار تعداد بذر آنها شمارش و با تقسیم تعداد بذرها به ۲۰۰، تعداد دانه در سنبله مشخص شد. وزن این دانه‌ها با استفاده از ترازوی حساس اندازه‌گیری و با استفاده از تناسب وزن هزاردانه برای هر کرت تعیین گردید. میانگین ارتفاع بوته هر رقم، از سطح خاک تا انتهای سنبله محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار R (R 4.5.0) و

مقایسه میانگین‌ها با روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال یک درصد انجام شد. شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید.

جدول ۲- پیشینه به‌نژادی، منشأ، طبقه‌بندی بوتانیکی و عادت رشد ارقام و لاین‌های گندم مورد مطالعه

Table 2. Breeding background, origin, botanical classification and growth habit of the studied wheat cultivars and lines

ژنوتیپ **Genotype**	نوع type	پیشینه به‌نژادی Breeding origin	گونه Species	عادت رشد Growth habit
سیروان (Sirvan)	رقم شاهد	منشأ سیمیت(CIMMYT) ؛ معرفی و رهاسازی برای مناطق گرم ایران	*Triticum aestivum L.*	بهاره
خلیل (Khalil)	رقم شاهد	برنامه ملی اصلاح گندم ایران (مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر)	*T. aestivum*	بهاره
اوج(Ouj)	رقم تجاری	CIMMYT؛ معرفی و ثبت در ایران	*T. aestivum*	بهاره
مهرگان (Mehregan)	رقم تجاری	CIMMYT / برنامه ملی اصلاح گندم ایران	*T. aestivum*	بهاره
رخشان (Rakhshan)	رقم تجاری	برنامه ملی اصلاح گندم ایران	*T. aestivum*	بهاره
آینه(Ayene)	رقم تجاری	برنامه ملی اصلاح گندم ایران	*T. aestivum*	بهاره
سحر(Sehar)	رقم تجاری	برنامه ملی اصلاح گندم ایران	*T. aestivum*	بهاره
جلال(Jalal)	رقم تجاری	برنامه ملی اصلاح گندم ایران	*T. aestivum*	بهاره
بهاران(Baharan)	رقم تجاری	برنامه ملی اصلاح گندم ایران	*T. aestivum*	بهاره
ستاره(Setare)	رقم تجاری	برنامه ملی اصلاح گندم ایران	*T. aestivum*	بهاره
روشن سنبله بزرگ	لاین اصلاحی	برنامه به‌نژادی گندم – دانشگاه شهید باهنر کرمان	*T. aestivum*	بهاره
روشن پاکوتاه	لاین اصلاحی	برنامه به‌نژادی گندم – دانشگاه شهید باهنر کرمان	*T. aestivum*	بهاره
مهدوی زودرس	لاین اصلاحی	برنامه به‌نژادی گندم – دانشگاه شهید باهنر کرمان	*T. aestivum*	بهاره
اکسکلیبر پابلند	لاین آزمایشی	ژرم‌پلاسم وارداتی(CIMMYT) ؛ ارزیابی محلی	*T. aestivum*	بهاره

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که بین ارقام و لاین‌های مورد بررسی، از نظر صفات تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. این موضوع نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی قابل توجه بین ارقام و لاین‌های مورد بررسی برای این صفات است که که امکان انتخاب ژنوتیپ‌های برتر را فراهم می‌کند. مطالعات مشابه در ایران نیز وجود تنوع ژنتیکی معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های گندم را در شرایط تنش خشکی گزارش کرده‌اند (۱۴ و ۱۵).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه ارقام و لاین‌های گندم

Table 3- Analysis of variance of the studied traits of wheat cultivars and lines

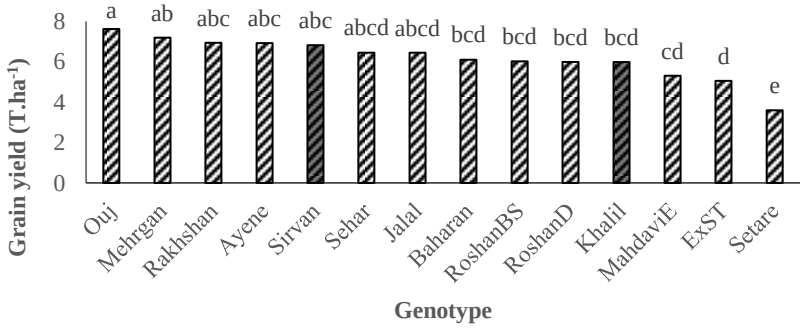
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته Plant height	تعداد روز تا گلدهی Days to Heading	تعداد روز تا رسیدگی Days to Ripening	طول دوره پر شدن Grain filling Period	تعداد سنبله در مترمربع N. spikes per m^2	تعداد دانه در سنبله N. grains per spike	وزن هزار دانه 1000 Grain Weight	عملکرد دانه Grain yield
بلوک Replication	3	104.80**	2.82*	1.59^{ns}	2.62^{ns}	7601.00**	204.41**	49.74*	0.57^{ns}
تیمار Treatment	13	406.70**	104.44**	136.19**	41.65*	7003.00**	92.25**	96.84**	4.01**
خطای آزمایش Error	39	22.40	0.99	17.81	19.17	1643.00	19.28	13.09	0.98
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	4.63	0.91	2.85	11.36	14.87	9.02	7.80	16.05

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح ۵ درصد و معنی‌داری در سطح ۱ درصد می‌باشد.

ns, *, and ** indicate non-significance, significance at the 5%, and significance at the 1% probability level, respectively.

نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱) نشان داد که رقم اوج با میانگین عملکرد ۷/۶۱ تن در هکتار بالاترین عملکرد دانه را داشت و از نظر آماری در گروه برتر قرار گرفت. این رقم نسبت به ارقام شاهد سیروان (۶/۶۲ تن در هکتار) و خلیل (۵/۹۸ تن در هکتار) عملکرد مطلوب‌تری نشان داد که به ترتیب ۷/۲۵ و ۱۸/۷۳ ٪ افزایش عملکرد در مقایسه با آن‌ها دارد. همچنین ارقام مهرگان (۷/۱۸ تن در هکتار)، رخشان (۶/۹۳ تن در هکتار) و آینه (۶/۹۲ تن در هکتار) نیز عملکرد بالاتری نسبت به هر دو رقم

شاهد نشان دادند ولی این تفاوت‌ها از لحاظ آماری معنی دار نبود (شکل ۱). این نتایج با یافته‌های پژوهشگران دیگر که بر اهمیت نقش برنامه‌های هدفمند به‌نژادی در توسعه و انتخاب ارقام جدید با عملکرد دانه بالاتر در شرایط تنش‌زای اقلیمی تأکید کرده‌اند، همخوانی دارد (۱۶، ۱۷ و ۱۸). همچنین جوهری-پیریوتلو و مارالیان (۲۰۱۱) در شرایط مشابه در مغان نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه در رقم چمران مشاهده شد (۱۴). رقم ستاره کم‌ترین عملکرد در واحد سطح را داشت و بعد از آن اکسکلیبر نیمه-پابلند قرار داشت (شکل ۱). دلیل عملکرد بسیار پایین اکسکلیبر نیمه پابلند ریزش شدید دانه این لاین در شرایط ارزوئیه بود. به طور کلی لاین‌های به‌نژادی دانشگاه شهید باهنر کرمان نسبت به ارقام جدید عملکرد پایین تری داشتند و مناسب کشت در شرایط موجود این منطقه نبودند.

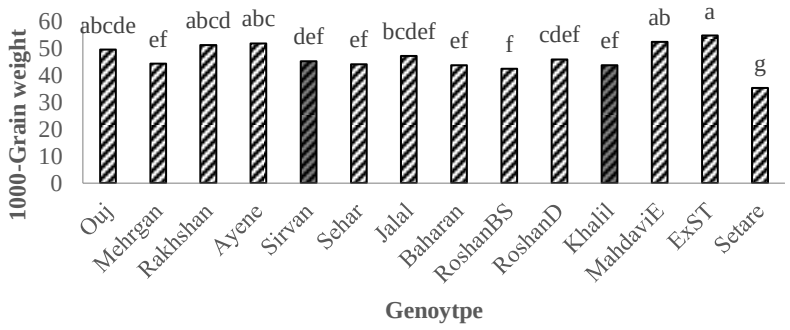


شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد ارقام و لاین‌های گندم در شرایط اقلیمی ارزوئیه

Figure 1- Comparison of the mean of grain yield of wheat cultivars and lines in the climatic conditions of Orzuiyeh

بررسی وزن هزار دانه نشان داد که لاین اکسکلیبر پابلند با ۵۴/۶۸ گرم بالاترین مقدار را داشته و در گروه آماری برتر قرار گرفت. ارقام مهدوی زودرس (۵۲/۳۷ گرم)، آینه (۵۱/۸۲ گرم) و رخشان (۵۱/۱۳ گرم) نیز عملکرد مطلوبی در این صفت در مقایسه با ارقام شاهد، سیروان (۴۵/۱۷ گرم) و خلیل (۴۳/۷۰ گرم) نشان دادند که نشان‌دهنده برتری ژنوتیپ‌های جدید در این صفت مهم است (شکل ۲). وزن هزار دانه یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد محسوب می‌شود که تحت تأثیر شرایط محیطی و ژنتیک قرار می‌گیرد. مطالعات مهربان و همکاران (۲۰۱۸) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مغان نشان داد که تنش آبی به‌طور معنی‌داری بر وزن هزار دانه تأثیر می‌گذارد و این صفت یکی از حساس‌ترین اجزای عملکرد نسبت به تنش خشکی محسوب می‌شود (۱۹). در شرایط اقلیمی ارزوئیه که با محدودیت منابع آبی مواجه است، داشتن ژنوتیپ‌هایی با وزن هزار دانه بالا اهمیت ویژه‌ای دارد.

نتایج این مطالعه نشان داد که وزن هزار دانه تأثیر مثبت اما متغیری بر عملکرد نهایی داشت. ارقام آینه و رخشان، پس از لاین اکسکلیبر پابلند، مقادیر بالاتری از وزن هزار دانه را نشان دادند و در عین حال از عملکرد قابل قبولی برخوردار بودند. وزن هزار دانه از جمله صفاتی بود که تنوع چشمگیری بین ژنوتیپ‌ها داشت و همبستگی مثبتی با عملکرد دانه نشان داد. با این حال، بالاترین وزن هزار دانه در رقم مهدوی زودرس الزاماً به بالاترین عملکرد منجر نشد. این موضوع را می‌توان به کاهش شدید تعداد سنبله در واحد سطح در این رقم نسبت داد، به‌طوری‌که مهدوی زودرس با وجود داشتن بیشترین تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بالا، به دلیل کمترین تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد نهایی پایین‌تری نسبت به ارقام پرمحصول نشان داد. این نتیجه بیانگر وجود اثر جبرانی بین اجزای عملکرد و نقش کلیدی تعداد سنبله در واحد سطح در تعیین عملکرد نهایی گندم در شرایط اقلیمی ارزوئیه است. این نتیجه با یافته‌های برال و همکاران (۲۰۲۰) درباره اثر متقابل اجزای عملکرد گندم تحت تنش‌های محیطی مطابقت دارد که نشان دادند وزن هزار دانه یکی از اجزای مهم عملکرد است اما اثر جبرانی بین اجزای مختلف عملکرد وجود دارد (۲۰). بنابراین انتخاب ترکیبی از صفات، بویژه در شرایط تنش (مانند منطقه ارزوئیه)، ضروری است. همچنین واسایا و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که ژنوتیپ Galaxy-2013 با حفظ بالاترین عملکرد دانه و وزن هزار دانه در شرایط تنش شدید خشکی و همچنین عملکرد مطلوب در شرایط آبیاری کافی، قابلیت انطباق بالایی با شرایط مختلف آب و هوایی نشان داد (۲۱).

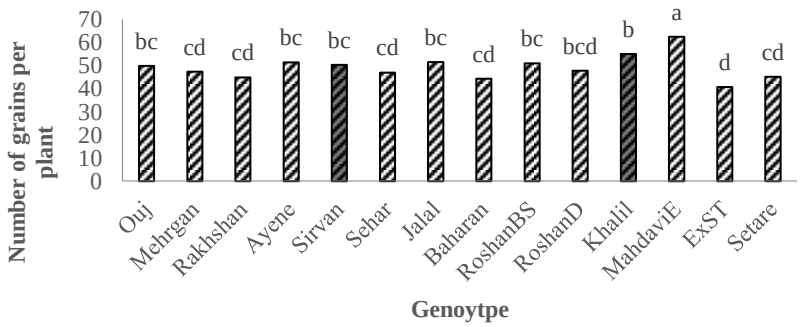


شکل ۲- مقایسه میانگین وزن هزار دانه ارقام گندم در شرایط اقلیمی ارزوئیه کرمان

Figure 2- Comparison of the mean of 1000-grain weight of wheat cultivars in the climatic conditions of Orzuiyeh

شکل ۳ نشان داد که رقم مهدوی زودرس با ۶۲/۵۱ دانه در سنبله بالاترین مقدار را داشت و رقم خلیل (۵۵/۰۵) در رده آماری دوم قرار گرفت. این دو رقم با وجود داشتن بالاترین تعداد دانه در سنبله، عملکرد کمتری نشان دادند که نشان‌دهنده اهمیت

تعادل بین اجزای مختلف عملکرد است. ارقام دیگر مانند اوج (۴۹/۹۱) و آینه (۵۱/۳۴)، جلال (۵۱/۵۲)، روشن سنبله بزرگ (۵۱/۰۴)، سیروان (۵۰/۳۳) در رده‌های آماری بعدی نیز عملکرد مطلوبی نشان دادند. این یافته نشان می‌دهد که اگرچه رقم خلیل در این صفت برتری دارد، اما ارقام جدید توانسته‌اند عملکرد نهایی بالاتری از طریق بهبود سایر اجزای عملکرد کسب کنند. برینتون و اووی (۲۰۱۹) تأکید کردند که تعداد دانه در مترمربع در شرایط مطلوب مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده عملکرد است، اما در شرایط تنش، وزن دانه اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. در مطالعه حاضر نیز این الگو قابل مشاهده بود (۲۲).

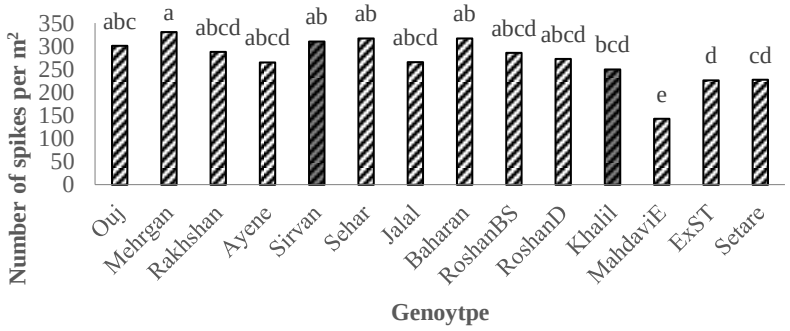


شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد دانه در سنبله ارقام گندم در شرایط اقلیمی ارزوئیه کرمان

Figure 3- Comparison of the mean of number of grains per spike of wheat cultivars in the climatic conditions of Orzuiyeh

طبق شکل ۴ رقم مهرگان با ۳۳۰/۵۹ سنبله در مترمربع بالاترین مقدار را نشان داد که با عملکرد بالای آن (۷/۱۸ تن در هکتار) همخوانی دارد. ارقام سحر (۳۱۶/۳۵)، بهاران (۳۱۶/۷۴) و رقم شاهد سیروان (۳۰۹/۹۱) نیز عملکرد مناسبی در این صفت داشتند. رقم شاهد خلیل (۲۴۹/۵۲) در مقایسه با بهترین ژنوتیپ‌ها عملکرد پایین‌تری نشان داد. رقم مهدوی زودرس (۱۴۲/۵۷) پایین‌ترین مقدار را نشان داد (شکل ۴). تعداد سنبله در واحد سطح یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده عملکرد نهایی در گندم محسوب می‌شود. مطالعات مؤیدی و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که تنش آبی به‌طور معنی‌داری بر تعداد سنبله در مترمربع تأثیر می‌گذارد و زمان‌بندی تنش خشکی تأثیر متفاوتی بر اجزای مختلف عملکرد دارد. مطالعه آنها بر ژنوتیپ‌های گندم دوروم و نان در ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی مشهد نشان داد که ژنوتیپ گندم نان چمران G3 بیشترین تعداد سنبله را برای سایر رژیم‌های محدودیت آب نشان داد (۲۳). موسوی و همکاران (۲۰۲۰) با مطالعه بر روی ۶۱ لاین پیشرفته و پنج رقم تجاری ایرانی گندم به منظور شناسایی مؤثرترین اجزای عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل نشان دادند که تعداد سنبله بارور در متر مربع و

وزن سنبله در متر مربع همراه با تعداد دانه در سنبله، ۹۴/۰۶ ٪ از واریانس عملکرد دانه تحت تنش انتهایی خشکی را توضیح می‌دهند. در نهایت، تعداد سنبله بارور در متر مربع و وزن سنبله در متر مربع، شاخص‌های اصلی افزایش وزن دانه در مترمربع، به عنوان مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی انتهایی پیشنهاد شدند. (۲۴). این نتایج اهمیت تعادل بین اجزای مختلف عملکرد را برای دستیابی به عملکرد بالا نشان می‌دهد.



شکل ۴- مقایسه میانگین تعداد سنبله در مترمربع ارقام گندم در شرایط اقلیمی ارزوئیه کرمان

Figure 3- Comparison of the mean of number of spikes per m^2 of wheat cultivars in the climatic conditions of Orzuiyeh

صفات مورفولوژیک و فنولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام و لاین‌های گندم مورد بررسی از نظر صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (در سطح احتمال یک درصد) و طول دوره پر شدن دانه (در سطح احتمال ۵ درصد) اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). این یافته نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی قابل توجه بین مواد ژنتیکی مورد بررسی است که امکان انتخاب و بهره‌برداری از این تنوع در برنامه‌های به‌نژادی را فراهم می‌کند.

نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ۴) نشان داد که ارتفاع بوته در دامنه ۷۹-۱۲۵/۶۷ روز متغیر بود. کوتاه‌ترین ارتفاع مربوط به رقم ستاره (۷۹ سانتی‌متر) و بلندترین آن مربوط به رقم مهدوی زودرس (۱۲۵/۶۷ سانتی‌متر) مشاهده شد. ارقام شاهد سیروان و خلیل به ترتیب ارتفاع ۹۷/۲۵ و ۱۰۴/۵۰ سانتی‌متر داشتند. از نظر تعداد روز تا گلدهی، ارقام مختلف در دامنه ۱۰۲-۱۲۱ روز قرار داشتند. کمترین تعداد روز تا گلدهی مربوط به رقم اکسکلیبر پابلند (۱۰۲ روز) و بیشترین آن مربوط به روشن سنبله بزرگ (۱۲۱ روز) بود. ارقام شاهد سیروان و خلیل به ترتیب ۱۰۹/۷۵ و ۱۱۰ روز تا گلدهی نیاز داشتند. تعداد روز تا رسیدگی نیز در دامنه

۱۴۱/۵۰–۱۶۰/۵۰ روز متغیر بود. کوتاه‌ترین دوره رسیدگی مربوط به رقم اکسکلیبر پابلند (۱۴۱/۵۰ روز) و طولانی‌ترین آن مربوط به روشن سنبله بزرگ (۱۶۰/۵۰ روز) مشاهده شد. طول دوره پر شدن دانه نیز از ۳۵/۲۵ روز (رقم سحر) تا ۴۸/۷۵ روز (رقم‌های رخشان و روشن پاکوتاه) متغیر بود. این صفت در شرایط تنش خشکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا دوره مناسب پر شدن دانه منجر به تشکیل دانه‌های پر و عملکرد بالاتر می‌شود (۲۵). این تنوع در صفات فنولوژیک اهمیت ویژه‌ای در شرایط اقلیمی ارزوئیه دارد، زیرا امکان فرار از تنش‌های انتهایی فصل را فراهم می‌کند (۲۶).

یکی از رویکردهای حیاتی در به‌نژادی برای ارتقای عملکرد و پایداری در اقلیم‌های گرم و خشک، استفاده از صفات فنولوژیک مانند دوره‌هایی چون گل‌دهی و پرشدن دانه و ویژگی‌های مورفولوژیک است. صفات فنولوژیک مانند زمان گل‌دهی و رسیدگی، دوره پر شدن دانه و ارتفاع بوته، بر تعادل رشد رویشی و زایشی تأثیر گذاشته و به‌طور مستقیم با عملکرد نهایی دانه در شرایط تنش‌زا همبستگی دارند و در شرایط خشک و گرم، ارقام زودرس اغلب عملکرد و کیفیت دانه بالاتری ارائه می‌دهند (۲۷).

نتایج این پژوهش نشان داد که رقم اوج با ترکیب مناسبی از عملکرد بالا (۷/۶۱ تن در هکتار) و صفات فنولوژیک مطلوب، بهترین عملکرد را در شرایط ارزوئیه داشته است. این رقم با ارتفاع ۱۰۴/۷۵ سانتی‌متر، دوره گلدهی ۱۰۷ روز و رسیدگی ۱۴۳/۷۵ روز، قابلیت فرار از تنش‌های انتهایی فصل را دارد که یکی از مهم‌ترین استراتژی‌های سازگاری با شرایط خشک محسوب می‌شود (۲۸). همچنین، رقم مهرگان با عملکرد ۷/۱۸ تن در هکتار و ویژگی‌های مطلوب فنولوژیک، گزینه مناسب دیگری برای کشت در این منطقه محسوب می‌شود. این رقم با ارتفاع متوسط (۱۰۴/۷۵ سانتی‌متر) و دوره پر شدن دانه مناسب (۳۸ روز)، تعادل مطلوبی بین عملکرد و سازگاری با شرایط محیطی نشان داده است.

گلکاری و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی ژنوتیپ‌های گندم زمستانه در شرایط دیم ایران، بر اهمیت تنوع ژنتیکی و نقش آن در انتخاب ارقام سازگار تأکید کردند (۲۹). آنها نشان دادند که استفاده از مدل‌های آماری مناسب برای شناسایی ژنوتیپ‌های پایدار و پرمحصول ضروری است. محمدی و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای بر روی ژنوتیپ‌های گندم بهاره در شرایط دیم ایران، اهمیت برهمکنش ژنوتیپ × محیط را مورد تأکید قرار دادند (۳۰). آنها پیشنهاد کردند که برای معرفی ارقام جدید، ارزیابی پایداری در محیط‌های مختلف ضروری است که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

جدول ۴- مقایسه میانگین ارقام و لاین‌های گندم برای صفات مورد مطالعه

Table 4. Comparison of the mean of wheat cultivars and lines for studied traits

عملکرد دانه Grain yield	وزن هزار دانه 1000-Grain weight	تعداد دانه در سنبله Number of grains per spike	تعداد سنبله در مترمربع Number of spikes per m^2	طول دوره پر شدن Grain filling period (days)	تعداد روز تا رسیدگی Days to Ripening (days)	تعداد روز تا گلدهی Days to Heading (days)	ارتفاع بوته Plant height	نام ژنوتیپ Genotype
7.61^{a}	49.47^{abcde}	49.91^{bc}	300.62^{abc}	36.75^{b}	143.75^{de}	107.00^{e}	104.75^{cde}	اوج Ouj
7.18^{ab}	44.26^{ef}	47.44^{cd}	330.59^{a}	38.00^{b}	144.00^{de}	106.00^{ef}	104.75^{cde}	مهرگان Mehrgan
6.93^{abc}	51.13^{abcd}	44.90^{cd}	287.20^{abcd}	48.75^{a}	158.50^{ab}	109.75^{d}	110.25^{bc}	رخشان Rakhshan
6.92^{abc}	51.82^{abc}	51.34^{bc}	264.90^{abcd}	37.75^{b}	143.00^{e}	105.25^{f}	99.00^{e}	آینه Ayene
6.62^{abc}	45.17^{def}	50.33^{bc}	309.91^{ab}	38.00^{b}	147.75^{cde}	109.75^{d}	97.25^{e}	سیروان Sirvan
6.45^{abcd}	43.99^{ef}	47.01^{cd}	316.35^{ab}	35.25^{b}	145.75^{de}	110.50^{cd}	108.25^{bcd}	سحر Sehar
6.44^{abcd}	47.13^{bcdef}	51.52^{bc}	265.40^{abcd}	38.00^{b}	145.00^{de}	107.00^{e}	102.00^{de}	جلال Jalal
6.10^{bcd}	43.66^{ef}	44.3^{9cd}	316.74^{ab}	38.50^{b}	150.25^{cd}	111.75^{c}	100.00^{e}	بهاران Baharan
6.02^{bcd}	42.34^{f}	51.04^{bc}	285.07^{abcd}	39.50^{b}	160.50^{a}	121.00^{a}	100.75^{de}	روشن سنبله بزرگ RoshanBS
5.98^{bcd}	45.88^{cdef}	47.74^{bcd}	272.39^{abcd}	48.75^{a}	153.75^{bc}	118.75^{b}	90.25^{f}	روشن پاکوتاه RoshanD
5.98^{bcd}	43.70^{ef}	55.05^{b}	249.52^{bcd}	38.25^{b}	148.25^{cde}	110.00^{d}	104.50^{cde}	خلیل Khalil
5.30^{cd}	52.37^{ab}	62.51^{a}	142.57^{e}	38.66^{b}	145.66^{de}	107.00^{d}	125.67^{a}	مهدوی زودرس MahdaviE
5.045^{d}	54.68^{a}	40.81^{d}	225.70^{d}	39.50^{b}	141.50^{e}	102.00^{g}	112.25^{b}	اکسکلیبر پابلند ExST
3.59^{e}	35.21^{g}	45.14^{cd}	226.96^{cd}	37.50^{b}	143.75^{de}	106.25^{ef}	79.00^{g}	ستاره Setare

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که صفاتی مانند عملکرد دانه، ارتفاع بوته و صفات فنولوژیک از تنوع معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها برخوردار هستند که نقش مهمی در شناسایی ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط تنش خشکی ایفا می‌کنند. این نتایج با گزارش‌های

پیشین از جمله مطالعه انجام‌شده توسط الحق و همکاران (۲۰۲۲) همخوانی دارد که اهمیت این صفات را در تشخیص ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی گزارش کردند (۳۱). همچنین موسوی و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی اجزای عملکرد گندم تحت تنش خشکی انتهایی، بر اهمیت صفاتی مانند تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه و طول دوره پر شدن دانه تأکید کردند (۲۴) که این یافته‌ها با نتایج مطالعه حاضر مبنی بر نقش مثبت طول دوره پر شدن دانه بر عملکرد دانه مطابقت دارد. علاوه بر این، لوپس و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که استفاده هدفمند از ژنوتیپ‌های منتخب محلی و لاین‌های جدید می‌تواند کاهش عملکرد ناشی از خشکی را در شرایط اقلیمی خاص ایران و ترکیه کاهش دهد، که این موضوع نتایج پژوهش حاضر را تأیید می‌کند (۳۲). ربیعیان و همکاران (۲۰۲۳) نیز با بررسی ۲۹۸ رقم و اکوتیپ گندم ایرانی، وجود تنوع ژنتیکی قابل توجه برای تحمل به خشکی را گزارش کردند (۳۳) که این یافته‌ها بر ضرورت برنامه‌های به‌نژادی هدفمند، مشابه رویکرد اتخاذشده در این پژوهش، تأکید دارد. همچنین مطالعات روستایی و همکاران (۲۰۲۲) در تجزیه تعامل ژنوتیپ × محیط در گندم دیم نشان دادند که محیط ۸۳/۵ ٪ از تغییرات عملکرد را تشکیل می‌دهد (۱۸). این امر اهمیت انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار را نشان می‌دهد که در شرایط مختلف محیطی عملکرد مناسبی داشته باشند.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که ارقام اوج و مهرگان با داشتن بیشترین عملکرد قابلیت انطباق مناسبی با شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک مشابه ارزوئیه نشان دادند، ولی اختلاف عملکرد این رقم‌ها نسبت به رقم شاهد سیروان معنی‌دار نبود. این ارقام علاوه بر عملکرد بالا، تعادل مناسبی بین اجزای مختلف عملکرد نشان دادند که نشان‌دهنده پایداری مناسب آن‌ها با شرایط محیطی منطقه است و گزینش آن‌ها می‌تواند تاب‌آوری سیستم‌های زراعی گندم را در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی را افزایش دهد. این یافته‌ها اهمیت ادامه برنامه‌های به‌نژادی هدفمند برای تولید ارقام سازگار با شرایط اقلیمی ویژه هر منطقه را تأکید می‌کند و امکان بهبود امنیت غذایی در مناطق خشک کشور را فراهم می‌سازد. در مجموع، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد پاسخ به گزینش در برنامه به‌نژادی با شیب کندی در حال بهبود است. بر اساس نتایج این پژوهش، پیشنهادهای زیر برای بهبود عملکرد گندم در شرایط مشابه ارزوئیه ارائه می‌شود: ۱. معرفی و توسعه کشت ارقام اوج و مهرگان که عملکرد قابل قبولی نشان داده‌اند، می‌توانند برای کشت در ارزوئیه مناسب باشد. با ورود این ارقام به چرخه کشت گندم در ارزوئیه تنوع ژنتیکی ارقام در این منطقه افزایش

می‌یابد و می‌تواند سبب کاهش ریسک اپیدمی آفات و بیماری‌ها در منطقه باشد. ۲. انجام بررسی‌های بیشتر برای تأیید پایداری عملکرد ارقام جدید در شرایط مختلف محیطی در سال‌ها و مکان‌های مختلف پیشنهاد می‌شود تا قابلیت معرفی آن‌ها به طور قطعی تأیید شود. ۳. تکنیک‌های زراعی مناسب برای هر رقم جهت حداکثر استفاده از پتانسیل ژنتیکی آن‌ها در شرایط محدودیت آبی توسعه یابد. ۵. دوره‌های آموزشی برای کشاورزان جهت آشنایی با ویژگی‌های ارقام جدید و روش‌های مدیریت مناسب آن‌ها برگزار شود. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد پیشرفت‌های به نژادی در سال‌های اخیر چشمگیر نبوده است، به طوری که رقم نسبتا قدیمی سیروان با مبدأ سیمیت نسبت به ارقام جدید که عمدتا مبدأ آنها سیمیت است اختلاف معنی‌داری نشان نداند. ارتفاع کمتر از دامنه بهینه برای گندم نان آبی در مناطق گرم (حدود ۹۰ تا ۱۱۰ سانتی‌متر) نیز مناسب کشت در این منطقه نیست. همین طور، اگر چه لاین‌های به‌نژادی دانشگاه باهنر کرمان زودرس بودند و این صفت در شرایط گرم ارزوئیه مفید است ولی این صفت به تنهائی نمی‌تواند عامل موفقیت باشد.

تشکر و قدردانی

نگارندگان مقاله از شرکت سوم شعبان به خاطر در اختیار گذاشتن مزرعه، ماشین آلات کشاورزی، آب، کود، سموم و نیروی کارگری برای اجرای این طرح صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایند. همچنین از جهاد کشاورزی کرمان، جهاد کشاورزی ارزوئیه و دانشگاه شهید باهنر کرمان بابت همکاری در این طرح سپاسگزاریم.

References

1. Javaheri, M. A. (2022a). Evaluation of several novel bread wheat cultivars in Kerman province's warm regions. Agriculture, Environment & Society, 2(1), 71–76.
2. Shahbazi Homounlu, K., Ebadi, A., Farzaneh, S., & Khodarahmi, M. (2024). Evaluation of bread wheat cultivars and lines under normal irrigation and drought stress. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 34(1), 205–219. https://doi.org/10.22034/saps.2022.53889.2939 [In Persian]
3. FAO. (2023). The state of food security and nutrition in the world 2023 (SOFI 2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
4. Dadrasi, A., Chaichi, M., Nehbandani, A., Sheikhi, A., Salmani, F., & Nemati, A. (2023). Addressing food insecurity: An exploration of wheat production expansion. PLoS ONE, 18(12), e0290684.
5. FAO. (2021). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved July 28, 2022, from https://www.fao.org/statistics/en

6. Mondal, S., Singh, R. P., Mason, E. R., Huerta-Espino, J., Autrique, E., & Joshi, A. K. (2016). Grain yield, adaptation and progress in breeding for early-maturing and heat-tolerant wheat lines in South Asia. Field Crops Research, 192, 78–85.
7. Alipour, H., Bihamta, M. R., Mohammadi, V., Peyghambari, S. A., Bai, G., & Zhang, G. (2017). Genotyping-by-sequencing (GBS) revealed molecular genetic diversity of Iranian wheat landraces and cultivars. Frontiers in Plant Science, 8, 1293.
8. Karabekovna, I. V. (2023). Evaluation of wheat (Triticum aestivum L.) lines for drought tolerance in Kyrgyzstan. Emirates Journal of Food and Agriculture, 35, 436–441.
9. Javaheri, M. A. (2022b). Identification of bread and durum wheat varieties suitable for planting in Orzuiyeh region of Kerman province. Journal of Crop Science Research in Arid Regions, 4(1), 87–95. [In Persian]
10. Semiromi, J. T., Amirizadeh, S., & Meighani, H. (2024). New simple approach to the site-specific prediction of grapevine (Vitis vinifera) phenological phases (the case of Kerman, Iran). Agricultural and Forest Meteorology, 353, 110057.
11. Dehghani Dashtabi, R., Mirhashemi, S., Jahani, M., & Haghighatjou, P. (2021). The role of irrigation management on wheat water productivity (case study: Arzooieh city of Kerman). Iranian Journal of Soil and Water Research, 52(7), 1931–1940. [In Persian]
12. Omrani, A., Omrani, S., Khodarahmi, M., Shojaei, S. H., Illés, Á., Bojtor, C., Mousavi, S. M. N., & Nagy, J. (2022). Evaluation of grain yield stability in some selected wheat genotypes using AMMI and GGE biplot methods. Agronomy, 12(5), 1130.
13. Mohammadi, R., Abdipour, M., Rahmati, M., Armion, M., Mehri, N., & Mehraban, A. (2025). Genotype × environment interaction analysis and climatic factors impacts on grain yield in rainfed durum wheat trials in Iran. BMC Plant Biology, 25(1), 1065.
14. Johari-Pireivatlou, M., & Maralian, H. (2011). Evaluation of 10 wheat cultivars under water stress at Moghan (Iran) condition. African Journal of Biotechnology, 10(56), 10900–10905.
15. Hosseini, A. D., Dadkhodaie, A., Heidari, B., & Kazemeini, S. A. (2020). Evaluation of a hexaploid wheat collection (Triticum aestivum L.) under drought stress conditions using stress tolerance indices. Annual Research and Review in Biology, 34(6), 1–10.
16. Mohammadi, R., & Amri, A. (2013). Genotype × environment interaction and genetic improvement for yield and yield stability of rainfed durum wheat in Iran. Euphytica, 192(2), 227–249.
17. Tabatabai, S. M. T., Solouki, M., Fakhery, B., Esmailzadeh-Moghaddam, M., & Mehdinezhad, N. (2017). Evaluation of grain yield of recombinant inbred lines of bread wheat (Triticum aestivum L.) derived from SeriM82/Babax cross under drought stress conditions. Iranian Journal of Crop Sciences, 19(4), 270–283. [In Persian]
18. Roostaei, M., Jafarzadeh, J., Roohi, E., Nazary, H., Rajabi, R., Mohammadi, R., Khalilzadeh, G. R., Sief, F., Mirfatah, S. M. M., Sief Amiri, S., Hatamzadeh, H., & Ahmadi, M. M. (2022). Genotype × environment interaction and stability analyses of grain yield in rainfed winter bread wheat. Experimental Agriculture, 58, e37.
19. Mehraban, A., Tobe, A., Gholipouri, A., Amiri, E., Ghafari, A., & Rostaii, M. (2019). The effects of drought stress on yield, yield components, and yield stability at different growth stages in bread wheat cultivar (Triticum aestivum L.). Polish Journal of Environmental Studies, 28(2), 739–748. https://doi.org/10.15244/PJOES/85350
20. Beral, A., Rincent, R., Le Gouis, J., Girousse, C., & Allard, V. (2020). Wheat individual grain-size variance originates from crop development and from specific genetic determinism. PLoS ONE, 15(3), e0230689.
21. Wasaya, A., Manzoor, S., Yasir, T. A., Sarwar, N., Mubeen, K., Ismail, I. A., Raza, A., Rehman, A., Hossain, A., & El Sabagh, A. (2021). Evaluation of fourteen bread wheat (Triticum aestivum L.) genotypes by observing gas exchange parameters, relative water and chlorophyll content, and yield attributes under drought stress. Sustainability, 13(9), 4799. https://doi.org/10.3390/su13094799
22. Brinton, J., & Uauy, C. (2019). A reductionist approach to dissecting grain weight and yield in wheat. Journal of Integrative Plant Biology, 61(3), 337–358.

23. Moayedi, A. A., Boyce, A. N., & Barakbah, S. S. (2010). The performance of durum and bread wheat genotypes associated with yield and yield component under different water deficit conditions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4(1), 106–113.
24. Moosavi, S. S., Nazari, M., Chaichi, M., & Jamshidi Goharrizi, K. (2020). The most effective yield-components associated with increasing yield of wheat (Triticum aestivum L.) under terminal drought stress conditions. Desert, 25(2), 139–146. https://doi.org/10.22059/jdesert.2020.79251
25. Joudi, M., Ahmadi, A., & Mohammadi, V. (2017). Changes in stem and spike related traits resulting from breeding in Iranian wheat cultivars: Associations with grain yield. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 53(3), 107–113. https://doi.org/10.17221/178/2016-CJGPB
26. Pour-Aboughadareh, A., Mohammadi, R., Etminan, A., Shooshtari, L., Maleki-Tabrizi, N., & Poczai, P. (2020). Effects of drought stress on some agronomic and morpho-physiological traits in durum wheat genotypes. Sustainability, 12(14), 5610. https://doi.org/10.3390/su12145610
27. Gulino, D., & Lopes, M. S. (2024). Phenological adaptation of wheat varieties to rising temperatures: Implications for yield components and grain quality. Plants, 13(20), 2929. https://doi.org/10.3390/plants13202929
28. Fleury, D., Jefferies, S., Kuchel, H., & Langridge, P. (2010). Genetic and genomic tools to improve drought tolerance in wheat. Journal of Experimental Botany, 61(12), 3211–3222.
29. Golkari, S., Hagparast, R., Roohi, E., Mobasser, S., Ahmadi, M. M., Soleimani, K., Khalilzadeh, G., Abedi-Asl, G., & Babaei, T. (2016). Multi-environment evaluation of winter bread wheat genotypes under rainfed conditions of Iran using AMMI model. Crop Breeding Journal, 6(2), 17–31. https://doi.org/10.22092/cbj.2016.107104
30. Mohammadi, M., Ghojigh, H., Khanzadeh, H., Hosseinpour, T., & Armion, M. (2016). Assessment of yield stability of spring bread wheat genotypes in multi-environment trials under rainfed conditions of Iran using the AMMI model. Crop Breeding Journal, 6(2), 59–66.
31. Alhag, D. D., Rashidi, V., Aharizad, S., Farahvash, F., & Mirshekari, B. (2022). The traits affecting wheat grain yield and determining tolerant genotypes using drought indices. Cereal Research Communications, 50(4), 627–636. https://doi.org/10.1007/S42976-021-00225-2
32. Lopes, M. S., Royo, C., Alvaro, F., Sanchez-Garcia, M., Ozer, E., Ozdemir, F., Karaman, M., Roustaii, M., Jalal-Kamali, M. R., & Pequeno, D. (2018). Optimizing winter wheat resilience to climate change in rainfed crop systems of Turkey and Iran. Frontiers in Plant Science, 9, 563.
33. Rabieyan, E., Bihamta, M. R., Moghaddam, M. E., Alipour, H., Mohammadi, V., Azizyan, K., & Javid, S. (2023). Analysis of genetic diversity and genome-wide association study for drought tolerance related traits in Iranian bread wheat. BMC Plant Biology, 23(1), 431.

Evaluation of the yield of new cultivars and lines from the wheat breeding program under the Orzuiyeh, Kerman conditions

Azam Nikbakht-Dehkordi[1]*, Mohsen Hajamini[2], Fereydoun Ahangari[2], Fatemeh Mangeli[2], Meghdad Golestan[3], Mohsen Zamani[3], Masoud Pourrahimi[3], Yousef Pourabdollah[2], Farshid Roudbari[4], Reza Khaliltash[4], Aboozar Bahraini[2], Mohammad Ghader Ghaderi[5], Ali Kazemipour[6], Roohollah Abdolshahi[7]

[1] Corresponding author, Assistant Professor, Research and Technology Institute of Plant Production, Afzalipour Research Institute, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran Email: anikbakht@uk.ac.ir
[2]Department of Agronomy Management, Agricultural Jihad Organization of Kerman Province, Kerman, Iran. Email: hajamini49@gmail.com
[2]Department of Agronomy Management, Agricultural Jihad Organization of Kerman Province, Kerman, Iran. Email: Farshid.rudbari4@gmil.com

[2]Department of Agronomy Management, Agricultural Jihad Organization of Kerman Province, Kerman, Iran. Email: fatemehmangeli@yahoo.com
[3] Sevom Shaban Company, Orzuiyeh, Iran. Email: meghdadgolestan51@gmail.com
[3] Sevom Shaban Company, Orzuiyeh, Iran. Email: zamanimohsen1344@gmail.com
[3] Sevom Shaban Company, Orzuiyeh, Iran. Email: pourrahimimasoud@gmail.com
[2] Department of Agronomy Management, Agricultural Jihad Organization of Kerman Province, Kerman, Iran. Email: josephpourabdollah@gmail.com
[4] Department of Agronomy Management, Agricultural Jihad Organization of Orzuiyeh County, Iran. Email: farshidrudbarii@gmil.com
[4] Department of Agronomy Management, Agricultural Jihad Organization of Orzuiyeh County, Iran. Email: khaliltash61@gmail.com
[2] Department of Agronomy Management, Agricultural Jihad Organization of Kerman Province, Kerman, Iran. Email: aboozarbhr1@gmail.com
[5] Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran. Email: mghaderi@birjand.ac.ir
[6] Assistant Professor, Department of Plant production and Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. Email: ali.kazemi@uk.ac.ir
[7] Associated Professor, Department of Plant production and Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. Email: abdoshahi@uk.ac.ir

Abstract

Background and objectives: Improving the yield and sustainability of crops is one of the most important goals of breeding programs. Given the increasing population and the limitations of water and soil resources, it is necessary to introduce new cultivars capable of delivering satisfactory yield in different climatic conditions. Wheat is one of the world's most important cereals and constitutes a significant part of the daily calorie intake; therefore, its sustainable production and yield enhancement have long been priorities for agricultural policymakers. The development of new and improved wheat varieties with high grain yield and environmental friendliness is essential to maintain and increase food security in the face of challenges such as climate change and population growth.

Materials and methods: In this study, 'Sirvan' and 'Khalil' cultivars were used as controls and 12 new cultivars from breeding programs (Ouj, Mehregan, Rakhshan, Ayene, Sehar, Jalal, Baharan, RoshanBS, RoshanD, MahdaviE, ExST and Setare) were evaluated. The experiment was conducted in a randomized complete block design with 4 replications. Each plot consisted of 25 rows 15 m in length, with a row spacing of 10 cm. The studied traits included grain yield and yield components, plant height, and phenological traits (days to flowering, days to maturity, grain filling period) were measured during the growth period and at harvest.

Results: The results of this study indicated that wheat breeding programs in Iran have successfully developed cultivars and lines that show significant superiority in grain yield and yield components compared with the control cultivars 'Sirvan' and 'Khalil'. Based on these results, the Ouj cultivar with a suitable combination of high yield (7.61 $t.ha^{-1}$) and favorable phenological traits has the best performance in Arzooieh conditions. This cultivar with a height of 104.75 cm, flowering period of 107 days, and maturity of 143.75 days has the ability to escape from terminal-season stresses, which is considered one of the most important strategies for adapting to dry conditions. Also, the Mehregan cultivar with a yield of 7.18 $t.ha^{-1}$ and favorable phenological characteristics is another suitable option for cultivation in this region. This cultivar with an average height (104.75 cm) and favorable grain filling period (38 days) has shown a favorable balance between yield and adaptation to environmental conditions.

Conclusion: In general, based on the results of this study, the identification of lines and cultivars that have higher yields than control cultivars indicate a favorable progress in wheat breeding programs in Iran. These findings emphasize the importance of continuing targeted breeding programs to produce cultivars that are compatible with the specific climatic conditions of each region and provide the possibility of improving food security in the arid regions of the country. Given the success of the breeding program in

producing superior cultivars, it is essential to continue these programs with an emphasis on selection for resistance to environmental stresses.

Keywords: Grain yield, Phenological traits, Plant height, Wheat cultivars.