ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات فنولوژیکی و مورفوفیزیولوژیکی لاین‌های پیشرفته جو دیم در منطقه شیروان

عباس بیابانی[۱*]، مرتضی کریمان[۲]، الیاس نیستانی[۳]، علی راحمی کاریزکی[۴] و رضا رضوانی[۵]

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵) گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.

نویسنده مسئول*: abas346@yahoo.com

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد می‌باشد.

تاریخ دریافت:۱۴۰۴/۰۶/۲۵ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۲۹**

چکیده

به‌منظور شناسایی و گزینش لاین‌های متحمل به خشکی جو دیم، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ لاین پیشرفته در سال زراعی ۰۱ - ۱۴۰۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم شهرستان شیروان - استان خراسان شمالی اجرا شد. در این پژوهش، مراحل فنولوژیکی بر اساس مقیاس زادوکس، صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد شامل ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی و همچنین برخی صفات فیزیولوژیکی از جمله کلروفیل کل، محتوای نسبی آب برگ و پایداری غشای سیتوپلاسمی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اغلب صفات مورد بررسی از جمله ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در بین لاین‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین صفات نشان داد که عملکرد دانه لاین‌های پیشرفته در مقایسه با لاین شاهد (رقم محلی) بین ۳۹/۲ تا ۴۵ درصد افزایش یافت به‌طوری‌که لاین ۹ و ۵ به‌ترتیب بیشترین (۰/۲۰۳ کیلوگرم در متر مربع) و کمترین عملکرد دانه (۰/۰۸۵ کیلوگرم در متر مربع) را نسبت به شاهد (۰/۱۴ کیلوگرم در متر مربع) داشتند. بیشترین عملکرد بیولوژیکی مربوط به لاین ۹ (۰/۳۲ کیلوگرم در متر مربع) بود که نسبت به شاهد (۰/۲۲ کیلوگرم در متر مربع)، افزایش ۴۳/۵ درصدی را به‌همراه داشت. نتایج روابط بین صفات نشان داد که عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی عمدتاً تحت تأثیر اجزای عملکرد به‌ویژه تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بوده است. صفات فنولوژیکی با تعیین طول دوره رشد و زمان‌بندی مراحل حیاتی، و صفات فیزیولوژیکی از طریق بهبود وضعیت آبی و پایداری غشای سلولی، به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم در تغییرات عملکرد نقش داشته‌اند. به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که انتخاب ژنوتیپ‌های زودرس با پایداری فیزیولوژیکی مناسب و ترکیب مطلوبی از اجزای عملکرد می‌تواند به‌عنوان راهبردی مؤثر در بهبود عملکرد و پایداری تولید جو دیم در شرایط اقلیمی خشک مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، جو، عملکرد دانه، تنش آبی و محتوای نسبی آب برگ.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

مقدمه

افزایش جمعیت جهان و محدودیت منابع تولید، به‌ویژه آب و خاک، اهمیت ارتقای بهره‌وری در بخش کشاورزی را دوچندان کرده است. در این شرایط، افزایش عملکرد در واحد سطح به‌عنوان مهم‌ترین راهکار توسعه پایدار نظام‌های زراعی مطرح است؛ زیرا در بسیاری از مناطق، امکان گسترش سطح زیرکشت محدود بوده و افزایش تولید عمدتاً از طریق بهبود عملکرد در واحد سطح حاصل می‌شود (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷). از طرفی استفاده گسترده از ارقام اصلاح‌شده و یکنواخت موجب کاهش تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی شده که این موضوع می‌تواند پایداری تولید را در مواجهه با تنش‌های محیطی تحت تأثیر قرار دهد (براتی و همکاران، ۱۴۰۰). جو (*Hordeum vulgare* L.) یکی از مهم‌ترین غلات خانواده گندمیان است که به دلیل سازگاری گسترده با شرایط محیطی، دوره رشد کوتاه، توان پنجه‌زنی مناسب و تحمل نسبی به تنش‌هایی مانند خشکی، شوری و سرما، نقش مهمی در تأمین امنیت غذایی انسان و دام دارد و در ایران پس از گندم، به‌ویژه در نظام‌های کشت دیم، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (موحدی و همکاران، ۱۴۰۴). مطالعات انجام‌شده در شرایط دیم در ایران نشان می‌دهد که بین عملکرد واقعی و عملکرد پتانسیل این محصول شکاف قابل‌توجهی وجود دارد و بخش عمده‌ای از این خلأ عملکرد از طریق بهبود مدیریت زراعی و استفاده از ارقام سازگار قابل جبران است (جعفری زراع و همکاران، ۱۴۰۴). در این راستا، انتخاب و معرفی لاین‌های امیدبخش متحمل به تنش‌های محیطی، به‌ویژه خشکی انتهای فصل، از راهکارهای اساسی در افزایش پایداری تولید محسوب می‌شود (Hochman *et al.,* 2012). اجرای آزمایش‌های مقایسه عملکرد در شرایط زارعین و ارزیابی لاین‌های پیشرفته، مرحله‌ای کلیدی در فرآیند معرفی ارقام جدید بوده و نقش مؤثری در افزایش ضریب خوداتکایی این محصول استراتژیک دارد (زالی و همکاران، ۱۴۰۱). عملکرد دانه در جو صفتی کمی و پیچیده است که تحت کنترل ژن‌های متعدد بوده و به‌شدت از برهم‌کنش ژنوتیپ و محیط تأثیر می‌پذیرد. این صفت حاصل برآیند اجزای عملکرد شامل تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه است (Corraliza *et al.,* 2019). به دلیل وراثت‌پذیری نسبتاً پایین عملکرد دانه در شرایط تنش، انتخاب مستقیم بر اساس این صفت، کارایی محدودی دارد. بنابراین شناسایی صفات مرتبط با عملکرد و استفاده از آن‌ها به‌عنوان شاخص‌های انتخاب غیرمستقیم، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (حاجی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که صفاتی نظیر تعداد پنجه بارور در واحد سطح، عملکرد بیولوژیکی، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله بیشترین سهم را در تبیین تغییرات عملکرد دانه دارند (ابرناک و همکاران، ۱۳۹۸؛ فاطمی و همکاران، ۱۳۹۸). علاوه بر صفات مورفولوژیکی، ویژگی‌های فیزیولوژیکی نیز در تعیین میزان تحمل به تنش خشکی و پایداری عملکرد نقش تعیین‌کننده دارند. شاخص‌هایی نظیر محتوای نسبی آب برگ، هدایت روزنه‌ای، فلورسانس کلروفیل و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان با

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

عملکرد دانه در شرایط تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داده‌اند (شهریاری و همکاران، ۱۳۹۹؛ رستگاری و همکاران، ۱۳۹۶). به‌کارگیری همزمان صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی می‌تواند دقت انتخاب ژنوتیپ‌های برتر را افزایش داده و فرآیند اصلاح ارقام سازگار با شرایط کم‌آبی را تسهیل نماید.

استان خراسان شمالی به‌عنوان یکی از مناطق مهم تولید جو دیم، دارای اقلیم نیمه‌خشک با نوسانات بارندگی است. با وجود انجام مطالعات در سایر مناطق کشور، ارزیابی جامع لاین‌های پیشرفته جو دیم در شرایط اقلیمی استان خراسان شمالی و بررسی همزمان صفات عملکردی، اجزای عملکرد و ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی مرتبط با تحمل خشکی، همچنان محدود است. لذا هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی عملکرد دانه، اجزای عملکرد و خصوصیات فنولوژیکی و مورفوفیزیولوژیکی لاین‌های پیشرفته جو دیم اجرا گردید تا گامی در جهت شناسایی و معرفی لاین‌های برتر، کاهش خلأ عملکرد و ارتقای بهره‌وری تولید جو دیم در این منطقه برداشته شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۰۱-۱۴۰۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم شیروان، واقع در استان خراسان شمالی (با مختصات جغرافیایی ۵۷ درجه و ۲۸ دقیقه طول شرقی، ۳۷ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۹۳۵ متر از سطح دریا) به اجرا درآمد. آزمایش حاضر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در چهار تکرار پیاده‌سازی شد. تیمارهای مورد بررسی شامل ۱۴ لاین پیشرفته جو دیم (شماره‌های ۱ الی ۱۴) به همراه رقم شاهد محلی (آبیدر (شماره ۱)) بود (جدول ۱).

قبل از اجرای طرح؛ از مزرعه، پنج نمونه خاک از نقاط مختلف زمین از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه شد که پس از ادغام نمونه‌های مربوط و انتقال به آزمایشگاه خاکشناسی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش تعیین گردید (جدول ۲). همچنین داده‌های هواشناسی محل اجرای آزمایش در جدول ۳ ارائه شده است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

جدول ۱: مشخصات ژنتیکی و اطلاعات منشأ ژنوتیپ‌های جو مورد استفاده در این آزمایش

شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	منبع	ویژگی
۱	GkOmega//ICB-103351/Arta/3/Tokak ICB10-100-0AP-0MH-0MH-0MH-3MH	ICARDA-CIMMYT	تحمل خشکی، عملکرد پایدار در شرایط دیم، ترکیب ژنوتیپ‌های مقاوم (Arta و Tokak)
۲	Grivita/CWB117-5-9-5//Tokak ICB10-107-0AP-0MH-0MH-0MH-1MH	ICARDA	سازگاری بالا، تحمل خشکی، پایداری عملکرد در شرایط نیمه خشک
۳	Ardak/4/Roho//Alger/Ceres362-1-1/3/Alpha/Durra/5/Roho/Mzurka ICB-103020/4/Roho//Alger/Ceres362-1-1/3/CWB117-77-9-7 ICB10-197-0AP-0MH-0MH-0MH-2MH	ICARDA	تحمل خشکی، سازگاری وسیع، عملکرد متوسط تا خوب در شرایط دیم
۴	Ardak/3/Alpha/Durra//CWB117-77-9-7/4/CUMHURİYET50 ICB10-311-0AP-0MH-0MH-0MH-1MH	ICARDA	رسیدگی نسبتاً زود، تحمل خشکی متوسط، مناسب مناطق نیمه خشک
۵	Nutans-3708//Bolgali//Sls/Bda ICB10-318-0AP-0MH-0MH-0MH-5MH	ICARDA	تحمل سرما و خشکی، پایداری عملکرد مناسب در شرایط دیم
۶	Bolgali/3/Alpha/Durra//CWB117-77-9-7/++/Ardak/3/Antares/Ky63-1294//Marageh ICB10-381-0AP-0MH-0MH-0MH-4MH	ICARDA	تحمل تنش‌های محیطی، پایداری عملکرد بالا در شرایط دیم
۷	Antares/Ky63-1294//Ste/Lignee 640/3/Bolgaly ICB10-414-0AP-0MH-0MH-0MH-3MH	ICARDA	رشد یکنواخت، تحمل خشکی متوسط در شرایط دیم
۸	L00-64/Baishishek ICB10-443-0AP-0MH-0MH-0MH-4MH6. 7.	ICARDA	تحمل سرما و خشکی، سازگاری بالا در مناطق سردسیر
۹	Roho//Alger/Ceres362-1-1/3/CWB117-77-9-7/4/Sls/Bda/++/A109-SA-706-79//4341N/Ot/3/Roho//Alger/Ceres362-1-1/4/Antares/Ky63-1294//Lignee131 ICB10-877-0AP-0MH-0MH-0MH-0AP-0MH-0MH-0MH-2MH	ICARDA	تنوع ژنتیکی بالا، پایداری عملکرد در شرایط تنش
۱۰	Unknown Composite-31	Composite population	ناهمگن، تنوع ژنتیکی بالا، عملکرد متغییر
۱۱	Unknown Composite-59	Composite population	تنوع ژنتیکی بالا، عملکرد متغییر، مناسب برنامه‌های اصلاحی
۱۲	Int. Barley Lebanon (Sel. by Roustaei 2015-16) Mar. 95-96-7	ICARDA germplasm	عملکرد پایدار، تحمل خشکی متوسط، سازگاری در شرایط دیم
۱۳	Int. Barley Lebanon (Sel. by Roustaei 2015-16) Mar. 95-96-17	ICARDA germplasm	عملکرد نسبتاً پایدار، سازگاری خوب در شرایط دیم
۱۴	Int. Barley Lebanon (Sel. by Roustaei 2015-16) Mar. 95-96-88	ICARDA germplasm	پایداری عملکرد بالا، تحمل خشکی و گرما، مناسب مناطق خشک

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

جدول ۲: مشخصات خاک مورد بررسی در آزمایش

بافت	واکنش خاک (pH)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اشباع خاک (درصد)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک)
لومی رسی	۷/۸۷	۱/۲۶	۳۰/۱۹	۰/۷۵۷	۰/۰۵۶	۳/۶۰	۲۲۵

جدول ۳: اطلاعات هواشناسی ایستگاه تحقیقات شهرستان شیروان در سال زراعی ۰۱-۱۴۰۰

ماه	متوسط دمای روز (سانتی‌گراد)	متوسط رطوبت نسبی (درصد)	مجموع بارندگی (میلی‌متر)
آبان	۱۰/۶	۵۷/۲	۱۹/۳
آذر	۱۱/۴	۵۲/۶	۸/۳
دی	۸/۴	۵۵/۷	۳۱/۷
بهمن	۷/۶	۵۴/۵	۵۵/۲
اسفند	۱۰/۲	۶۴/۲	۶۴/۷
فروردین	۱۲/۶	۵۸/۳	۱۵/۸
اردیبهشت	۱۵/۹۷	۶۳/۴	۶۸/۶
خرداد	۲۴/۲	۴۴/۳	۲/۱
جمع کل	۱۰۰/۹	۴۵۰/۲	۲۶۵/۷

زمین موردنظر در سال قبل، آیش بود و قبل از کاشت، در رطوبت مناسب خاک، با دو دیسک عمود بر هم بستر بذر آماده گردید کاشت به‌صورت دیم در آبان ماه ۱۴۰۰ به محض حادث شدن اولین بارندگی مؤثر، انجام شد. میزان مصرف کودهای شیمیایی بر اساس نتایج آزمایش خاک؛ ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل (P_2O_5)، ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره (CH_4N_2O) و ۳۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم (K2So4) تعیین شد. بذور پیش از کاشت با قارچ‌کش مناسب ضدعفونی شدند. میزان بذر مصرفی بر اساس وزن هزار دانه هر ژنوتیپ تنظیم و تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع اعمال گردید. در طول دوره رشد و نمو لاین‌های مختلف جو، کلیه مراحل داشت شامل وجین علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌ها برای کرت‌های آزمایش، به‌صورت یکسان صورت گرفت. به‌منظور حذف اثرات حاشیه‌ای، دو ردیف کناری و ۰/۵ متر از دو انتهای کرت به‌عنوان حاشیه درنظر گرفته شدند و در نمونه‌برداری مورد استفاده قرار نگرفتند. به‌منظور ثبت مراحل فنولوژیکی، در هر کرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری شد و پایش مراحل رشدی در فواصل دو تا پنج روز انجام گرفت. تعیین مراحل فنولوژیکی بر اساس مقیاس زادوکس صورت پذیرفت (Ambrose *et al.,* 2013). بازدیدهای مزرعه از آغاز هر مرحله تا تکمیل آن ادامه داشت و بوته‌های انتخاب‌شده در ناحیه‌ای از کرت قرار داشتند که در برداشت نهایی نیز مورد استفاده قرار می‌گرفتند. در انتهای آزمایش در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی (دهه دوم اردیبهشت ماه)، به‌منظور تعیین عملکرد دانه، در سطحی معادل دو متر مربع، تعداد ۱۰

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و با استفاده از خرمنکوب، دانه از کاه جدا گردید و سپس وزن دانه‌ها با ترازوی دیجیتال تعیین شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیکی، دو متر مربع از هرکرت به‌صورت تصادفی انتخاب و برداشت به‌صورت کف-بر از سطح زمین انجام شد. سپس نمونه‌های انتخابی در آون به‌مدت ۴۸ ساعت با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس وزن هر نمونه با ترازوی دیجیتال تعیین گردید و اعداد به‌دست‌آمده به کیلوگرم در هکتار تبدیل و به‌عنوان عملکرد بیولوژیکی مشخص گردید. هم‌چنین صفات دیگری در زمان برداشت مانند ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شدند.

صفات فیزیولوژیکی شامل محتوای نسبی آب برگ، پایداری غشاء سیتوپلاسمی و محتوای کلروفیل برگ در سه مرحله آبستنی (زادوکس ۴۰)، گلدهی کامل (زادوکس ۶۹) و خمیری شدن دانه (زادوکس ۸۳) اندازه‌گیری شدند که در تمامی مراحل، برگ پرچم سبز و سالم نمونه‌برداری شد. محتوای نسبی کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD mater) تعیین گردید که بر اساس تفاوت جذب نور در دو طول موج، شاخص نسبی کلروفیل را ارائه می‌دهد (قلی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳). از هر برگ چند قرائت انجام و میانگین آن‌ها ثبت شد. برای تعیین محتوای نسبی آب برگ، تعداد ۱۰ برگ پرچم انتخاب و وزن تر آن‌ها بلافاصله اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر دوبار تقطیرشده و در شرایط تاریکی قرار گرفتند و پس از رسیدن به حالت اشباع، وزن اشباع ثبت گردید. سپس برگ‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشک و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۴). درنهایت با استفاده از رابطه ۱، محتوای نسبی آب برگ بدست آمد.

رابطه ۱:

$$RWC = \frac{FW\text{-}DW}{(TW\text{-}DW)} \times 100$$

که RWC محتوای نسبی آب برگ، FW وزن تر، DW وزن خشک و TW وزن اشباع است.

جهت سنجش میزان پایداری غشاء سیتوپلاسمی، برگ‌های پرچم پس از شستشو با آب ژاول، با استفاده از پانچ به ۲۰ دیسک دایره‌ای تبدیل و در ظروف درب‌دار حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شدند. نمونه‌ها به‌مدت ۲۰ ساعت در تاریکی نگهداری شدند و هدایت الکتریکی اولیه با دستگاه هدایت‌سنج اندازه‌گیری شد. سپس به‌منظور آزادسازی کامل الکترولیت‌ها، نمونه‌ها حرارت داده شدند و هدایت الکتریکی ثانویه ثبت گردید. درصد نشت الکترولیت به‌عنوان شاخص آسیب غشایی براساس رابطه ۲ محاسبه گردید (عشقی و همکاران، ۱۳۸۹).

رابطه ۲:

$$El = 1\text{-}(\frac{C_1}{C_2}) \times 100$$

که El درجه نشت الکترولیت، C_1: میزان هدایت الکتریکی اولیه نمونه و C_2 میزان هدایت الکتریکی ثانویه نمونه است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

پیش از محاسبات آماری آزمایش، از آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها و تبدیل زاویه‌ای (ارک سینوس) داده‌هایی که به‌صورت درصد بودند به‌وسیله نرم افزار Mini tab 21.4 اطمینان حاصل شد و نیازی به تبدیل داده‌ها مشاهده نشد. در نهایت تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار SAS 9.4 و ترسیم نمودارها با نرم افزار Microsoft Excell 2021 انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها به‌روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد محاسبه شدند.

نتایج و بحث

صفات فنولوژیکی

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد صفات مورفولوژیکی لاین‌های پیشرفته جو دیم بجز تعداد روز تا سبز شدن از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد (P<۰/۰۱) معنی‌دار بودند (جدول ۴).

جدول ۴: نتایج تجزیه واریانس صفات فنولوژیکی لاین‌های پیشرفته جو دیم در منطقه شیروان

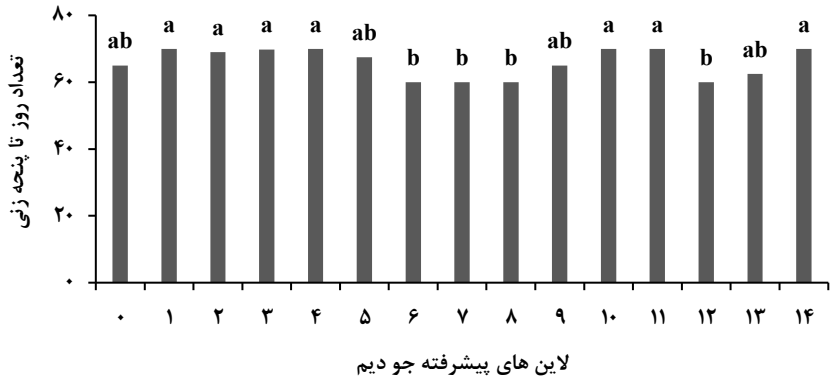
منابع تغییرات	درجه آزادی	روز تا سبز شدن	روز تا پنجه‌زنی	روز تا سنبله‌دهی	روز تا گرده افشانی	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی
بلوک	۳	۰/۴۶	۰/۰۲	۱/۱	۰/۳	۱/۶
تیمار	۱۴	۰/۳۳ns	۷۵/۳**	۲/۵**	۳۲**	۳۴**
خطای آزمایش	۴۳	۰/۲۵	۸/۳۵	۰/۷	۶/۰۶	۵/۴
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲/۵۸	۴/۴	۰/۶۸	۱/۵	۱/۴

تعداد روز تا پنجه‌زنی

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان داد که صفت تعداد روز تا پنجه‌زنی دارای دامنه تغییرات ۶۰ تا ۷۰ روز پس از کاشت بود که بیانگر وجود تنوع فنوتیپی قابل ملاحظه میان لاین‌ها است. کمترین مقدار این صفت (۶۰ روز) در لاین‌های ۶، ۷، ۸ و ۱۲ مشاهده شد که در مقایسه با لاین شاهد، به‌طور متوسط پنج روز زودتر وارد مرحله پنجه‌زنی شدند. در مقابل، سایر لاین‌های مورد بررسی با میانگین ۷۰ روز، دیرترین زمان پنجه‌زنی را نشان دادند (شکل ۱). اختلافات مشاهده‌شده را می‌توان به تفاوت‌های ژنتیکی در سرعت رشد رویشی و واکنش متفاوت لاین‌ها به شرایط محیطی نسبت داد. از دیدگاه فیزیولوژیکی، مرحله پنجه‌زنی یکی از مراحل حیاتی و تعیین‌کننده در توسعه اجزای عملکرد گیاه جو به شمار می‌رود؛ زیرا تعداد پنجه‌های بارور نقش مستقیمی در تعیین تعداد نهایی سنبله در واحد سطح ایفا می‌کند. بر اساس گزارش آهک‌پز و همکاران (۱۳۹۸)، بین عملکرد دانه و صفات مرتبط با پنجه‌زنی و طول سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد، به‌طوری که این صفات می‌توانند به عنوان شاخص‌های کلیدی در برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار گیرند. کنترل این صفت تحت تأثیر برهم‌کنش ژنوتیپ و محیط بوده و عواملی نظیر تیپ رشد، دمای خاک و هوا، طول

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

دوره رشد و مدیریت زراعی (تراکم بوته، تاریخ کاشت و تغذیه) در بروز آن نقش دارند. از این رو، شناسایی ژنوتیپ‌های زودپنجه و دارای ظرفیت تولید پنجه بارور بیشتر، می‌تواند راهبرد مؤثری در بهبود سازگاری، افزایش کارایی استفاده از منابع و نهایتاً ارتقای عملکرد دانه در واحد سطح باشد.

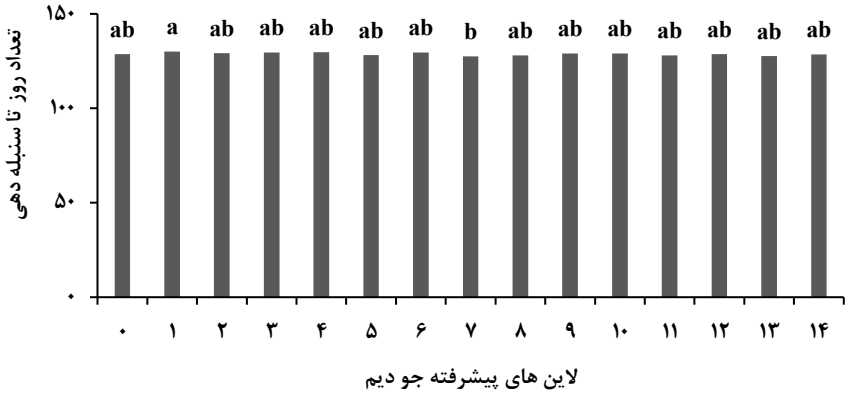


شکل ۱: مقایسه میانگین تعداد روز تا پنجه‌زنی در لاین‌های پیشرفته جو

تعداد روز تا سنبله‌دهی

بررسی مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که صفت روز تا سنبله‌دهی در دامنه نسبتاً محدودی تغییر کرد. بیشترین تعداد روز تا سنبله‌دهی با میانگین ۱۳۰ روز در لاین ۱ مشاهده شد. در حالی‌که لاین ۷ با میانگین ۱۲۷ روز، کمترین مقدار این صفت را به خود اختصاص داد. سایر لاین‌های مورد آزمون از نظر زمان رسیدن به مرحله سنبله‌دهی در فاصله بین این دو مقدار قرار گرفتند (شکل ۲). این اختلاف بیانگر وجود تنوع ژنتیکی در الگوی رشد فنولوژیک لاین‌ها است که می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مورد توجه قرار گیرد. براساس مطالعات، ویژگی‌های فنولوژیکی جو به‌شدت تحت تأثیر برهم‌کنش ژنوتیپ و شرایط محیطی قرار دارد و این تأثیر در ژنوتیپ‌های دیم بارزتر است (Elía *et al.,* 2016) همچنین گزارش‌ها حاکی از آن است که در اقلیم‌های خشک، ارقامی که زودتر به مرحله سنبله‌دهی می‌رسند و زمان این مرحله با پایان دوره بارش هم‌زمان می‌شود، قادرند از رطوبت ذخیره‌شده در خاک بهره‌وری بیشتری داشته باشند و در نتیجه عملکرد دانه بالاتری تولید کنند. از این‌رو، شناسایی و گزینش لاین‌های زودسنبله می‌تواند به‌عنوان یکی از معیارهای مؤثر در برنامه‌های اصلاحی جو دیم مورد توجه قرار گیرد تا آثار منفی خشکی انتهای فصل رشد کاهش یابد (Kebede *et al.,* 2019).

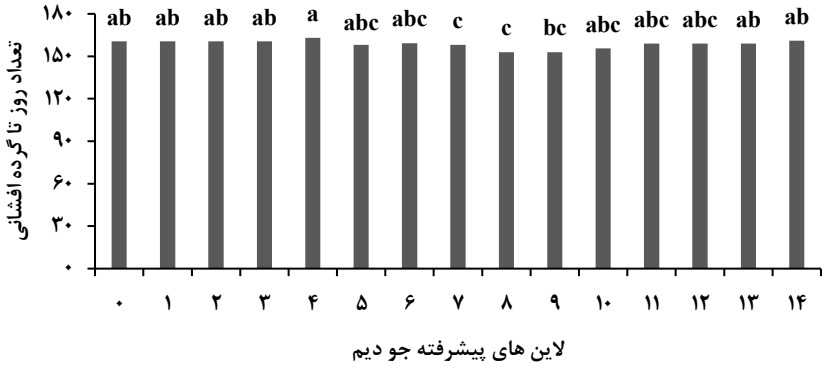
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]



شکل ۲: مقایسه میانگین تعداد روز تا سنبله‌دهی در لاین‌های پیشرفته جو

تعداد روز تا گرده افشانی

مقایسه میانگین تیمارها مؤید آن بود که بیشترین تعداد روز تا گرده افشانی مربوط به میانگین ۱۶۰ روز در لاین ۴ و کمترین مقدار آن مربوط به میانگین ۱۵۳ روز در لاین‌های ۸ و ۹ بود (شکل ۳). سایر لاین‌های مورد بررسی تفاوت آماری معنی‌داری در این صفت نشان ندادند. این یافته‌ها بیانگر وجود تنوع فنوتیپی در طول دوره روز تا گرده‌افشانی و اهمیت آن در عملکرد نهایی گیاه می‌باشد. مطابق نظر فاطمی و همکاران (۱۳۹۸)، طولانی بودن مرحله ساقه‌دهی تا گرده‌افشانی یکی از عوامل کلیدی در افزایش عرضه آسیمیلات (مواد تولید شده توسط گیاه در طی فرآیند فتوسنتز) به سنبله و در نتیجه بهبود عملکرد دانه محسوب می‌شود. افزایش طول این مرحله موجب بزرگ‌تر شدن اندازه سنبله، افزایش تعداد دانه در سنبله و ارتقای شاخص برداشت می‌گردد. در مناطق خشک، عملکرد بالای دانه را می‌توان با استفاده از ژنوتیپ‌های زودرس که تاریخ گلدهی آن‌ها همزمان با پایان فصل بارندگی است، تأمین نمود و زودرسی می‌تواند در افزایش پایداری عملکرد جو در شرایط محدودیت رطوبتی نیز نقش مؤثری ایفا کند.

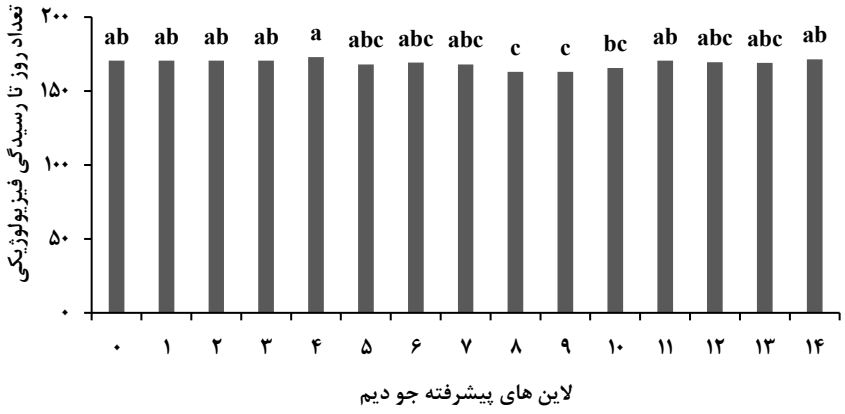


شکل ۳: مقایسه میانگین تعداد روز تا گرده افشانی در لاین‌های پیشرفته جو

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که دامنه تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در بین لاین‌های پیشرفته جو دیم بین ۱۶۳ تا ۱۷۳ روز پس از کاشت متغیر بود. لاین‌های ۸ و ۹ با میانگین ۱۶۳ روز زودرس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند، در حالی که دیررس‌ترین لاین در لاین ۴ مشاهده شد (شکل ۴). این اختلاف‌ها نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی قابل توجه در کنترل طول دوره رشد رویشی و زایشی است و می‌تواند مبنای مناسبی برای انتخاب ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط مختلف محیطی باشد، به‌طوری‌که در برنامه‌های به‌نژادی برای توسعه ارقام پایدارتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hamzeh-Kahnoji *et al.*, 2021). مطالعات پیشین نشان داده‌اند که تفاوت در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی، تحت تأثیر تعامل ژنوتیپ و محیط قرار دارد و یکی از عوامل کلیدی در تعیین عملکرد دانه و سازگاری گیاه با شرایط اقلیمی است (Lak *et al.*, 2018).



شکل ۴: مقایسه میانگین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در لاین‌های پیشرفته جو

صفات فیزیولوژیکی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که صفات فیزیولوژیکی رطوبت برگ (در مرحله ۴۰ زادوکس و ۸۳ زادوکس) و پایداری غشاء سیتوپلاسمی (در مرحله ۴۰ زادوکس) لاین‌های پیشرفته جو دیم به لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد ($P<۰/۰۱$) معنی‌دار بودند (جدول ۵).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

جدول ۵: نتایج تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی لاین‌های پیشرفته جو دیم در منطقه شیروان

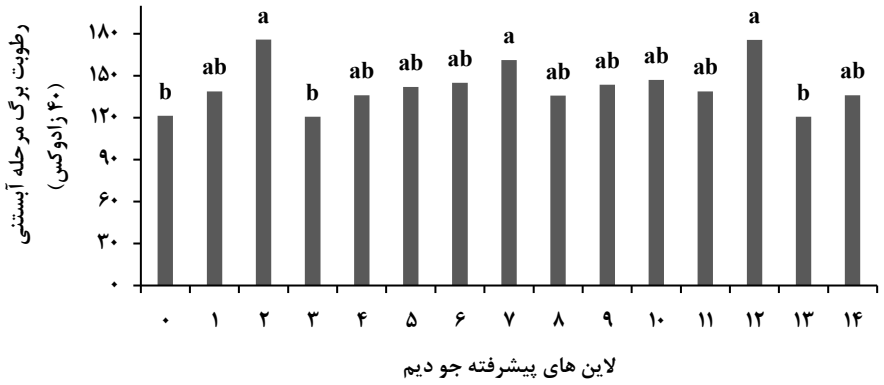
منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل			رطوبت برگ		
		مرحله آبستنی (۴۰ زادوکس)	۱۰۰٪ گلدهی (۶۹ زادوکس)	خمیری شدن دانه (۸۳ زادوکس)	مرحله آبستنی (۴۰ زادوکس)	۱۰۰٪ گلدهی (۶۹ زادوکس)	خمیری شدن دانه (۸۳ زادوکس)
بلوک	۳	۴۲	۴۳	۱۲۷	۱/۶	۳۷۷۸	۱۷۶۹۶
تیمار	۱۴	۳۹/۶ns	۴۶/۸ns	۶۴ ns	۱۱۳۰ **	۳۰۶۱ns	۲۲۹۲**
خطای آزمایش	۴۳	۴۰	۴۶	۱۳۱	۳۸۰	۳۷۷۸	۵۱۷
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۲	۱۵	۳۲	۱۳	۱۷	۱۲

منابع تغییرات	درجه آزادی	پایداری غشاء سیتوپلاسمی			محتوی نسبی آب برگ		
		مرحله آبستنی (۴۰ زادوکس)	۱۰۰٪ گلدهی (۶۹ زادوکس)	خمیری شدن دانه (۸۳ زادوکس)	مرحله آبستنی (۴۰ زادوکس)	۱۰۰٪ گلدهی (۶۹ زادوکس)	خمیری شدن دانه (۸۳ زادوکس)
بلوک	۳	۱۰۸۷	۳۲۴۳	۳۸۴۳	۱۱۹	۴۸۴	۱۱۳۹
تیمار	۱۴	۳۷۱*	۴۶۴ns	۵۰۰ ns	۸۶/۶ns	۴۲۳ns	۸۸ ns
خطای آزمایش	۴۳	۱۶۸	۲۹۴	۳۱۸	۲۴۲	۳۴۰	۱۸۹
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲۲	۱۹	۲۰	۲۳	۲۳	۱۳

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

رطوبت برگ در مرحله آبستنی (۴۰ زادوکس)

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که لاین‌های ۳، ۱۳ و شاهد کمترین مقدار رطوبت برگ را داشتند، در حالی که لاین‌های ۲، ۷ و ۱۴؛ درصد رطوبت برگ بیشتری نسبت به لاین شاهد نشان دادند به‌طوری که به‌ترتیب ۴۴/۹۲، ۳۴/۸۹ و ۴۴/۸۴ درصد افزایش نسبت به شاهد داشتند (شکل ۵). شایان ذکر است که دامنه این صفت در بین لاین‌های جو پیشرفته، بین ۱۷۵-۱۲۰ بود. نتایج سایر محققان نشان داده است که انتخاب ژنوتیپ‌های با ظرفیت حفظ رطوبت برگ بالاتر می‌تواند نقش مهمی در افزایش مقاومت به تنش خشکی و بهبود عملکرد جو دیم ایفا کند (Barati *et al.,* 2025).

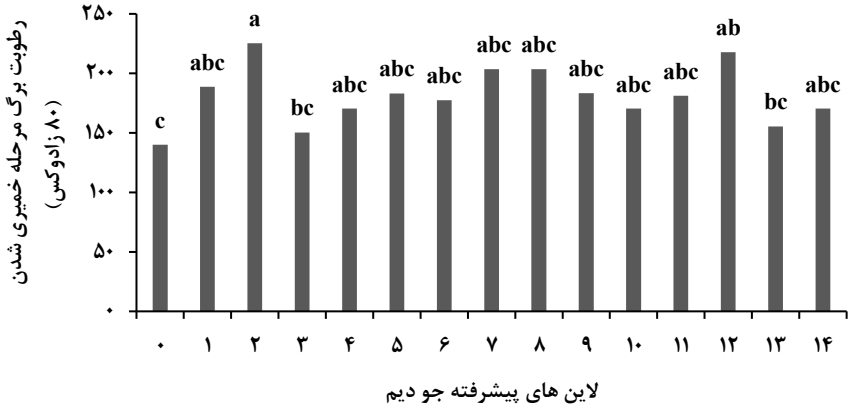


شکل ۵: مقایسه میانگین رطوبت برگ مرحله آبستنی (۴۰ زادوکس) در لاین‌های پیشرفته جو

رطوبت برگ مرحله خمیری شدن دانه (۸۳ زادوکس)

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین رطوبت برگ در مرحله خمیری شدن دانه مربوط به لاین ۲ با میانگین ۲۲۹ درصد بود که نسبت به لاین شاهد افزایش ۶۰/۸۱ درصدی را به‌همراه داشت که رطوبت برگ سایر لاین‌ها بین آن‌ها متغیر بود (شکل ۶). چنین تفاوت‌هایی در محتوی آب برگ تحت تنش خشکی معمولاً به ظرفیت متفاوت ژنوتیپ‌ها در حفظ آب برگ نسبت داده می‌شود، که می‌تواند نقش مهمی در سازگاری گیاه با خشکی داشته باشد (شهریاری و همکاران، ۱۳۹۹).

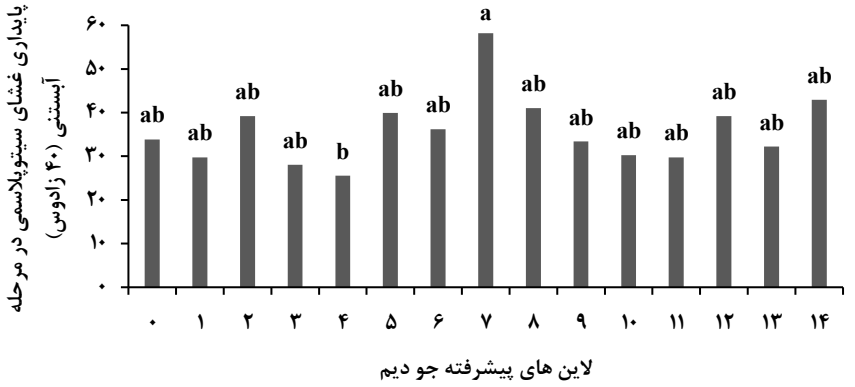
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]



شکل ۶: مقایسه میانگین رطوبت برگ مرحله خمیری شدن (۸۳ زادوکس) در لاین‌های پیشرفته جو

پایداری غشاء سیتوپلاسمی مرحله آبستنی (۴۰ زادوکس)

در بررسی مقایسه میانگین تیمارها مشخص شد که بیشترین میزان غشای سیتوپلاسمی مربوط به لاین ۷ با میانگین ۵۸ درصد در مرحله آبستنی و کمترین مقدار آن مربوط به لاین ۴ با میانگین ۲۵ درصد بود (شکل ۷). در شرایط خشکی و گرما، غشاء سلولی پایداری خود را از دست می‌دهد و هنگام قرار گرفتن برگ در محیط آبی، مواد محلول از سلول‌ها تراوش می‌شوند. بنابراین، پایداری غشاء سیتوپلاسمی عمدتاً با میزان تراوش یون‌ها از سلول تعیین می‌شود و می‌تواند شاخص مهمی برای ارزیابی تحمل ژنوتیپ‌های جو به تنش خشکی باشد. محققان با بررسی گزینش لاین‌های پیشرفته جو برای عملکرد دانه، پایداری عملکرد و تحمل به تنش خشکی انتهای فصل در سه منطقه بیرجند، یزد و ورامین گزارش کردند که ژنوتیپ‌هایی با پایداری بالای غشاء سلولی توانایی بیشتری در حفظ عملکرد فتوسنتزی و کاهش آسیب ناشی از تنش خشکی دارند و انتخاب چنین ژنوتیپ‌هایی می‌تواند به بهبود عملکرد و سازگاری جو دیم در مناطق خشک کمک کند (براتی و همکاران، ۱۴۰۳).



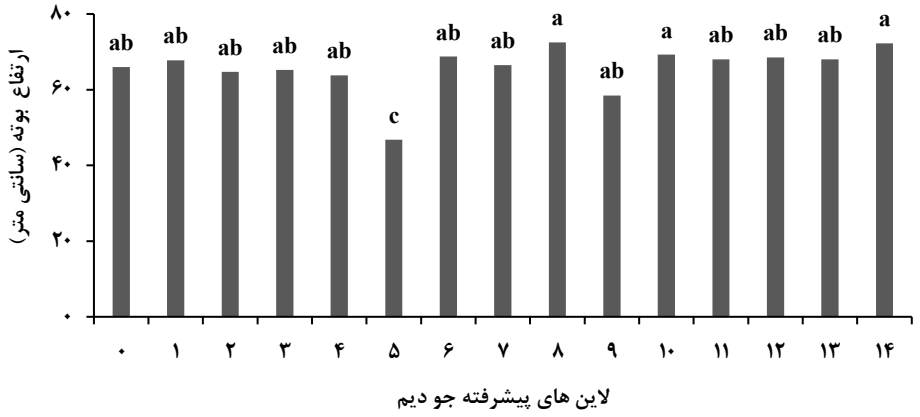
شکل ۷: مقایسه میانگین پایداری غشا سیتوپلاسمی مرحله آبستنی (۴۰ زادوکس) در لاین‌های پیشرفته جو

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

صفات مورفولوژیکی

ارتفاع بوته

بررسی نتایج نشان داد که ارتفاع بوته در میان لاین‌های پیشرفته جو، دامنه‌ای بین ۴۶ تا ۷۲ سانتی‌متر داشت. کمترین ارتفاع بوته مربوط به لاین ۵ و بیشترین آن مربوط به لاین‌های ۸، ۱۰ و ۱۴ اختصاص یافت که نسبت به شاهد به‌ترتیب افزایش ۹/۸۴، ۴/۹۲ و ۹/۴۶ را به‌همراه داشت (شکل ۸). این اختلاف نشان‌دهنده‌ی وجود تنوع ژنتیکی قابل توجه بین لاین‌های مورد بررسی از نظر رشد رویشی است. ارتفاع بوته، یکی از صفات مورفولوژیک مهم در تعیین عملکرد دانه محسوب می‌شود، چرا که طول ساقه می‌تواند بر ظرفیت ذخیره و انتقال مواد فتوسنتزی تأثیرگذار باشد. ساقه اصلی طی دوره رشد و به‌ویژه پس از مرحله طویل شدن، بخش قابل توجهی از مواد فتوسنتزی تولیدشده در برگ‌ها را ذخیره می‌کند که این ذخایر می‌توانند در مراحل بعدی رشد، به‌ویژه در پر شدن دانه، مورد استفاده قرار گیرند (جعفری زارع و همکاران، ۱۴۰۴). بنابراین، تفاوت در ارتفاع بوته می‌تواند در نهایت بر میزان عملکرد و کارایی انتقال مواد فتوسنتزی اثرگذار باشد.



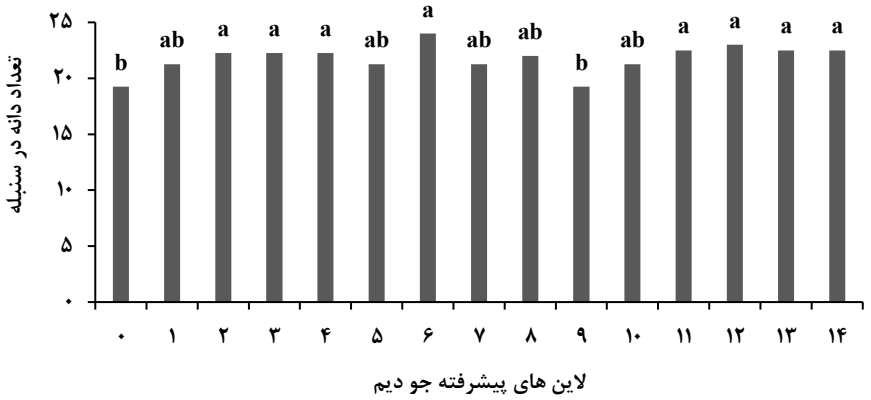
شکل ۸: مقایسه میانگین ارتفاع بوته در لاین‌های پیشرفته جو

تعداد و وزن دانه در سنبله

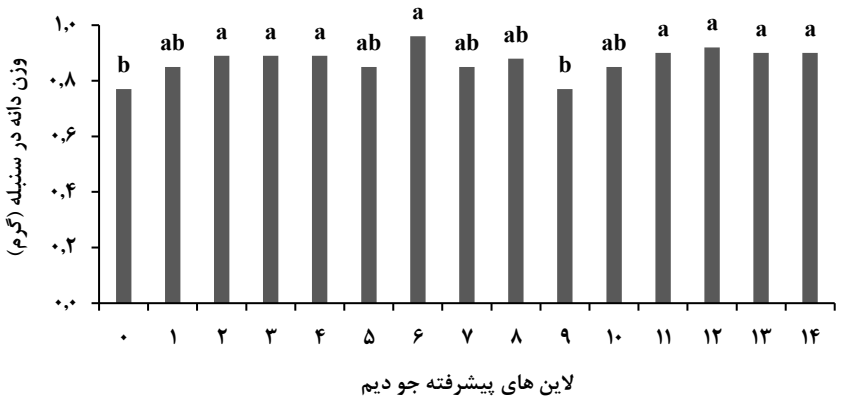
بررسی مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار تعداد دانه در سنبله به‌ترتیب مربوط به لاین ۶ (۲۴ دانه در سنبله) و شاهد (میانگین ۱۹ دانه در سنبله) بود (شکل ۹). همچنین مشاهده شد که بیشترین وزن دانه در سنبله مربوط به لاین ۶ (میانگین ۰/۹۶ گرم) و کمترین آن مربوط به لاین ۹ و شاهد (میانگین ۰/۷۷ گرم) بود (شکل ۱۰). تعداد دانه در سنبله یکی از اجزای مهم عملکرد دانه بوده و تغییر در آن می‌تواند نقش قابل توجهی در تعیین عملکرد نهایی ایفا نماید (خداشناس، ۱۴۰۰). محتمل است که افزایش تعداد دانه در سنبله در لاین‌ها می‌تواند نشان‌دهنده تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به رشد و توسعه اجزای زایشی باشد، در نهایت منجر به افزایش مخازن ذخیره و تعداد دانه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

می‌شود. محققان با بررسی صفات عملکردی و اجزای عملکرد در جو گزارش کردند تعداد دانه در سنبله و وزن دانه از اجزای مهم عملکرد دانه بوده و با عملکرد کل محصول ارتباط معنی‌داری دارند؛ به‌طوری‌که تغییر در تعداد دانه در سنبله می‌تواند بر وزن کل دانه و عملکرد نهایی تأثیرگذار باشد (جعفری زارع و همکاران، ۱۴۰۴).



شکل ۹: مقایسه میانگین تعداد دانه در سنبله در لاین‌های پیشرفته جو

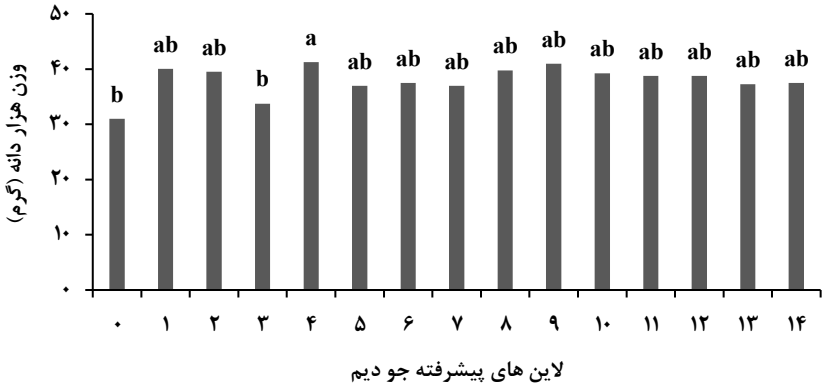


شکل ۱۰: مقایسه میانگین وزن دانه در سنبله در لاین‌های پیشرفته جو

وزن هزار دانه

بررسی مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه (۴۱/۲۵ گرم) مربوط به لاین ۴ بود که نسبت به لاین شاهد ۳۳/۰۶ درصد افزایش داشت، در حالی که تفاوت معنی‌داری بین سایر لاین‌ها مشاهده نشد (شکل ۱۱). موسوی و همکاران (۱۳۹۳). در مطالعه‌ای با بررسی تنوع و شناسایی صفات موثر بر عملکرد جو (*Hordeum vulgare* L.) تحت شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی آخر فصل نشان دادند که صفات عملکردی از جمله وزن هزار دانه با دیگر اجزای عملکرد ارتباط مستقیم دارند و انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس این صفات می‌تواند به بهبود عملکرد کمک کند.

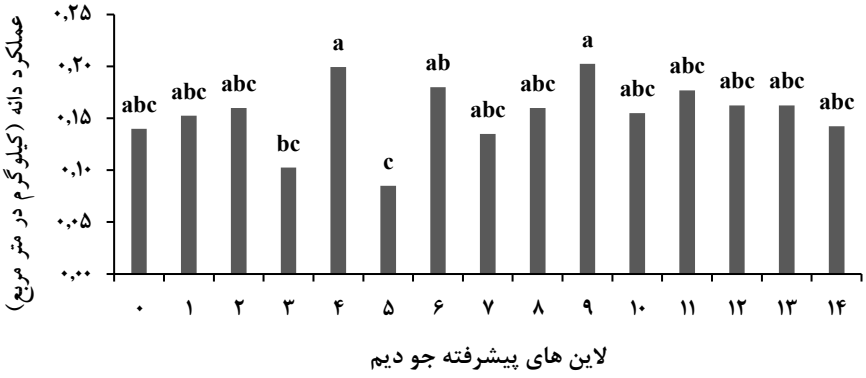
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]



شکل ۱۱: مقایسه میانگین وزن هزار دانه در لاین‌های پیشرفته جو

عملکرد دانه

براساس مقایسه میانگین تیمارها، بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب مربوط به لاین‌های ۹ و ۵ (۰/۲۰۳ کیلوگرم در متر مربع) و لاین ۵ (۰/۰۸۵ کیلوگرم در متر مربع) بود که افزایش ۴۵ و ۳۹/۲ درصدی نسبت به لاین شاهد (۰/۱۴ کیلوگرم در متر مربع) داشت (شکل ۱۲). در سایر لاین‌ها تفاوت معنی‌داری در عملکرد دانه مشاهده نشد. به‌نظر می‌رسد تفاوت‌های مشاهده‌شده در عملکرد دانه تحت تأثیر تعداد دانه در سنبله و ظرفیت تولید ژنتیکی لاین‌ها باشد. محققان در مطالعه‌ای با بررسی روند بهبود عملکرد دانه جو دیم در استان گلستان طی نیم قرن اخیر، گزارش کردند ژنوتیپ‌های جدید نسبت به ژنوتیپ‌های قدیمی افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه و اجزای عملکرد نشان داده‌اند (حاجی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵). این یافته‌ها نشان‌دهنده اهمیت انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب به منظور ارتقای عملکرد دانه و بهبود بهره‌وری در برنامه‌های اصلاحی جو است. انتخاب ارقام در محیط‌هایی با منابع کم از لحاظ عوامل مختلف محیطی و غیر محیطی یک استراتژی موثر برای بهبود عملکرد دانه می‌باشد (Ceccarelli *et al.,* 1998).

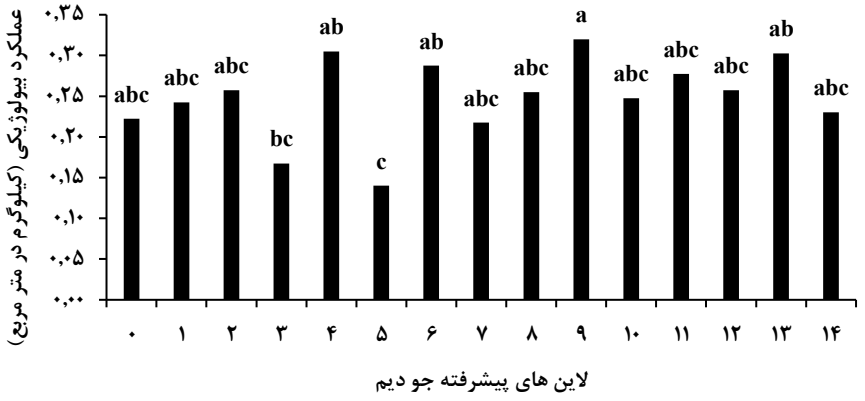


شکل ۱۲: مقایسه میانگین عملکرد دانه در لاین‌های پیشرفته جو

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

عملکرد بیولوژیکی

بررسی مقایسه میانگین تیمارها حاکی از آن بود که بیشترین عملکرد بیولوژیکی مربوط به لاین ۹ (میانگین ۰/۳۲ کیلوگرم در متر مربع) بود که نسبت به لاین شاهد (۰/۲۲ کیلوگرم در متر مربع) افزایش ۴۳/۵ درصدی را به‌همراه داشت (شکل ۱۳). تفاوت در عملکرد بیولوژیکی بین لاین‌ها را می‌توان ناشی از تغییر در صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد دانست. ارتفاع بوته از طریق افزایش سطح تولید و ذخیره مواد فتوسنتزی در رشد رویشی نقش داشته و زمینه افزایش ماده خشک کل را فراهم می‌کند. همچنین اجزای عملکرد از جمله تعداد و وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه با بهبود تخصیص مواد فتوسنتزی به بخش‌های زایشی، در افزایش تولید زیست‌توده مؤثر بوده‌اند. بنابراین، باین امکان وجود دارد که عملکرد بیولوژیکی بالاتر در برخی لاین‌ها، نتیجه هم‌افزایی بین رشد رویشی مناسب و کارایی بالاتر در تشکیل و پر شدن دانه‌ها و در نهایت افزایش تولید ماده خشک کل گیاه بوده است. برخی محققان در مطالعه‌ای با بررسی سازگاری، پتانسیل عملکرد دانه و روابط بین صفات در ارقام و لاین‌های جو بهاره در استان آذربایجان غربی اعلام کردند که ژنوتیپ‌هایی که دارای عملکرد زیستی بالاتری هستند، معمولاً توانایی باروری بیشتری دارند، تعداد گلچه بیشتری تولید می‌کنند و در نهایت تعداد دانه در سنبله در آن‌ها بیشتر است که منجر به افزایش عملکرد نهایی می‌شود (فاطمی و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل ۱۳: مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیکی در لاین‌های پیشرفته جو

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که لاین‌های پیشرفته جو دیم مورد بررسی از نظر صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و عملکردی دارای تنوع قابل توجهی بودند. لاین‌های ۸ و ۹ با کوتاه‌تر بودن دوره رشد، به‌ویژه در مراحل گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیکی، توانستند سازگاری مناسبی با شرایط دیم منطقه نشان دهند. همچنین تفاوت معنی‌دار در رطوبت نسبی برگ و پایداری غشای سیتوپلاسمی در مراحل مختلف رشد بیانگر تفاوت توانایی لاین‌ها در حفظ

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

وضعیت آبی و تحمل تنش خشکی بود. علاوه بر این، تفاوت معنی‌دار در صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر تولید و تخصیص ماده خشک دارای رفتارهای متفاوتی هستند. نتایج حاکی از آن بود که عملکرد دانه تحت تأثیر مجموعه‌ای از صفات فنولوژیکی، فیزیولوژیکی و اجزای عملکرد قرار داشته و برتری عملکردی برخی لاین‌ها را نمی‌توان به یک صفت منفرد نسبت داد. در این میان، لاین‌های ۴ و ۹ با برخورداری از ترکیب مطلوب‌تری از صفات مورد ارزیابی، عملکرد دانه بالاتری نسبت به سایر لاین‌ها نشان دادند. در مجموع، انتخاب ژنوتیپ‌های زودرس با پایداری فیزیولوژیکی مناسب و ویژگی‌های عملکردی مطلوب می‌تواند به‌عنوان راهکاری مؤثر در بهبود تولید جو دیم در مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد توجه قرار گیرد. با این حال، ارزیابی پایداری عملکرد و سازگاری این لاین‌ها در سال‌ها و محیط‌های مختلف برای تأیید نهایی برتری آن‌ها ضروری است. بر این اساس، لاین‌های ۴ و ۹ به‌عنوان لاین‌های امیدبخش برای بررسی‌های تکمیلی و استفاده در برنامه‌های به‌نژادی جو دیم پیشنهاد می‌شوند

منابع

ابرناک، س.، زارعی، ل. و چقامیرزا، ک. (۱۳۹۸). مقایسه ارقام جو متداول ایرانی و اروپایی از نظر صفات مختلف زراعی و آزمایشگاهی در شرایط دیم معتدل. نشریه زراعت دیم ایران، دوره ۸ شماره ۲. ص ۱۷۷-۲۴۶.

آهک‌پز، ف.، برنوسی، ا.، عبدالهی، ب.، گلکاری، ص.، جعفرزاده، ج. و یودوپا، س. (۱۳۹۸). ارزیابی ژنوتیپ‌های جو بر اساس صفات مورفولوژیک و شاخص‌های تحمل به تنش خشکی تحت شرایط دیم و آبیاری تکمیلی. نشریه زراعت دیم ایران، دوره ۸ شماره ۲. ص ۱۵۳-۱۷۷.

براتی، ع.، آزرم جو، ا.، طباطبائی، س.ع. و حسن‌پور، ج. (۱۴۰۳). گزینش ژنوتیپ‌های جو (*Hordeum vulgare* L.) برای عملکرد دانه، پایداری عملکرد و تحمل به تنش خشکی انتهای فصل در شرایط اقلیم معتدل ایران. نشریه علوم زراعی ایران، دوره ۲۶ شماره۳. ص ۳۹۰-۴۰۵.

براتی، ع.، زالی، ح.، مرزوقیان، ا.، کوهکن، ش.ع. و قلی‌پور، ا. (۱۴۰۰). گزینش لاین‌های خالص جو با عملکرد بالا و خصوصیات زراعی مطلوب در مناطق گرم ایران. نشریه تولید گیاهان زراعی، دوره ۱۴ شماره ۱. ص ۱۹۹-۲۱۸.

بهروز، پ.، برنوسی، ا.، اهری‌زاد، س. و. آهک‌پز کرکجی، ف. (۱۴۰۲). بررسی تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های جو براساس شاخص‌های مرتبط با عملکرد دانه تحت شرایط دیم و آبیاری تکمیلی. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، دوره ۱۵ شماره ۴۶. ص ۲۷-۳۳.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

جعفری زارع، م.، اصغری، ع.، زالی، ح.، سفالیان، ا.، و پورابوقداره، ع. (۱۴۰۴). گزینش ژنوتیپ‌های جو با استفاده از صفات مورفوفنولوژیک تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی آخر فصل. مجله تحقیقات غلات، دوره ۱۵ شماره۳. ص ۲۸۵-۳۰۱.

حاجی‌پور، م.، راحمی‌کاریزکی، ع.، صبوری، ح. و فلاحی، ح.ع. (۱۳۹۵). بررسی روند بهبود عملکرد دانه‌ی جو دیم در طی نیم قرن اخیر در استان گلستان. نشریه علمی پژوهشی پژوهش‌های زراعی ایران، دوره ۱۴ شماره ۴. ص ۷۷۴-۷۶۵.

خداشناس، ع.ر. ۱۴۰۰. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جو (*Hordeum vulgare*) به کاهش طول دوره رشد. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۵۲. ص۱۳-۳۲.

رستگاری، و. میر شکاری، ب.، محمدی، س.، فرحوش، ف. و خلیل وند، ا. (۱۳۹۶). ارزیابی عملکرد لاین‌های امید بخش جو در شرایط تنش کم آبی و آبیاری کامل. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، دوره ۲۸ شماره ۲. ص ۹۲-۱۰۶.

زالی، ح.، دستفال، م.، هاشمی، س.ه.، فرسوده، ف.، کریمی، م.، جعفری، م. و مهدوی‌نیا، ز. ۱۴۰۱. بررسی عملکرد دانه و ویژگی‌های مورفولوژیکی تعدادی از ارقام و لاین‌های امیدبخش جو در شهرستان‌های جنوبی استان فارس. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، دوره ۱۴ شماره ۴۱. ص ۶۳-۷۴.

سلیمانی، ز.، رامشینی، ح،ع.، مرتضویان، س.م. و فوقی، ب. (۱۳۹۴). بررسی غربال ارقام گندم نان برای قابلیت انتقال مجدد، محتوای نسبی آب برگ و تنظیم اسمزی در شرایط تنش خشکی. نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، دوره ۹ شماره ۱. ص ۷۹-۹۲.

شهریاری، ر.، شهبازی، ح. هجران، ن. و سیف‌برقی، س. (۱۳۹۹). کارایی برخی صفات فیزیولوژیکی در ارزیابی تحمل لاین‌های پیشرفته جو (*Hordeum vulgare* L.) به تنش خشکی انتهای فصل. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، دوره ۱۳ شماره ۱. ص ۵۷-۷۱.

عشقی، ا.، عادل‌زاده، غ.، رشیدی، م.ر و شهبازی، ک. (۱۳۸۹). اثر سرمای زمستان بر پایداری غشای سیتوپلاسمی، میزان کلروفیل و عمق طوقه در تعدادی از ژنوتیپ‌های بهاره و زمستانه گندم در منطقه اردبیل. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دوره ۳ شماره ۲. ص ۲۵۵-۲۶۲.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

فاطمی، ر.، یارنیا، م.، محمدی، س.، خلیل‌وند، ا. و میرشکاری، ب. (۱۳۹۸). بررسی سازگاری، پتانسیل عملکرد دانه و روابط بین صفات در ارقام و لاین‌های جو بهاره در استان آذربایجان غربی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی ایران، دوره ۱۲ شماره ۳. ص ۷۰۹-۷۲۴.

قلی‌زاده، ا. دهقانی، ح. دوراک، ج. (۱۳۹۳). ارتباط بین محتوای کلروفیل برگ و عملکرد دانه تحت شرایط تنش شوری در گندم نان. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۴۵ شماره ۴. ص ۶۲۵-۶۳۸.

محمدی، س.، سرخی، ب.، رضایی، م. و مجیدی،ع. (۱۳۹۷). بررسی سازگاری و پتانسیل عملکرد لاین‌های امیدبخش جو در شرایط آبیاری کامل و تنش کم‌آبی در استان آذربایجان غربی. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، دوره ۱۰ شماره ۲۸. ص ۱۸۸-۲۰۰.

موحدی، ز.، معینی، ا، قبولی، م. و خلیلی، س. (۱۴۰۴). اثر تنش شوری بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) در سیستم هواکشت. نشریه بیوتکنولوژی و بیوشیمی غلات، دوره ۴ شماره ۱. ص ۴۹-۶۵.

موسوی، س.س.، زاهدی‌نو، م.، چایچی، م. و عبداللهی، م.ر. (۱۳۹۳). ارزیابی تنوع و شناسایی صفات موثر بر عملکرد جو (*Hordeum vulgare* l.) تحت شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی آخر فصل. فصلنامه تحقیقات غلات ایران، دوره ۴ شماره ۳. ص ۱۵۵-۱۷۳.

Ambrose, G., Bambara, S., Cower, C., Croizer, C., Ewerman, w., Hiniger, R., Herbert, A., Jordan, T. D., Murphy, P., Reisig, D. 2013. Small grain production guide. NC state university, 78p.

Bruinsma, J. 2009. The resource outlook to 2050: By How much do land, water and crop yields need to increase by 2050. FAO Expert meeting on how to feed the world in 2050, Rome**.**

Ceccarelli, S., Grando, S. and Impiglia, A. 1998. Choice of selection strategy in breeding barley for stress environments. Euphytica, 103: 307-318.

Corraliza, M. G., Rplp, V., Lopez, M. L. and Moreno, G. 2019. Wheat and barley can increase grain yield in shade through acclimation of physiological and morphological traits in mediterranean conditions. Scientific Reports, 9: 9547.

Elía, M., Savin, R., and Slafer, G.A. 2016. Fruiting efficiency in wheat: physiological aspects and genetic variation among modern cultivars. Field Crops Research, 191: 83-90

Hamzeh-Kahnoji, Z., Ebrahimi, A., Sharifi-Sirchi, G. R., and Majidi-Hervan, E. 2021. Monitoring of morphological, biochemical and molecular responses of four contrasting barley genotypes under salinity stress. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 21(3): 187-196.

Hochman, Z., Gobbett, D., Holzworth, D. McClelland, T., Van Rees, H., Marinoni, O., Garcia, J. N. and Horan, H. 2012. Quantifying yield gaps in rainfed cropping systems: A case study of wheat in Australia. Field crops research, 13: 85-96.

Kebede, A., Kang, M. S., and Bekele, E. 2019. Advances in mechanisms of drought tolerance in crops, with emphasis on barley. Advances in Agronomy, 156: 265-314.

Lak, M., Astaraki, K., Khorshidvand, M., Nabati, E., and Shaaban, M. 2018. Comparisons of seed yield, its components, phenologic and morphologic traits of Iranian barley cultivars under Lorestan weather condition. Crop nutrition science, 4(3): 15-24.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]

Evaluation of Yield, Yield Components, and Some Phenological and Morphophysiological Traits of Advanced Winter Barley (*Hordeum vulgare* L.) Lines in the Shirvan Region

A. Biabani[1*], M. Kariman[2], E. Neyestani[3], A. Rahemi[4] and R. Rezvani[5]

1, 2 ,3, 4 & 5) Department of Plant Production, University of Gonbad Kavous, Gonbad Kavous, Iran.

Corresponding Author*: abas346@yahoo.com

This article is taken from the master's thesis.

Received date: 2025.09.16 **Accepted date: 2025.12.20**

Abstract

In order to identify and select drought-tolerant rainfed barley lines, an experiment was conducted using a randomized complete block design (RCBD) with 15 advanced lines during the 2020–2021 growing season at the Dryland Agricultural Research Station of Shirvan, North Khorasan Province, Iran. In this study, phenological stages were recorded based on the Zadoks scale, while morphological traits and yield components, including plant height, number of spikes per square meter, number of grains per spike, thousand-grain weight, grain yield, and biological yield, were evaluated. In addition, physiological traits including total chlorophyll content, relative water content (RWC), and membrane stability index (MSI) were evaluated. Analysis of variance revealed significant differences among the studied lines for most traits, including plant height, grains per spike, thousand-grain weight, grain yield, and biological yield at the 1% level of significance ($P<0.01$). Mean comparison showed that the grain yield of the advanced lines increased by 39.2% to 45.0% compared with line control (local cultivar). Line 9 and line 5 exhibited the highest (0.203 kg m^{-2}) and lowest (0.085 kg m^{-2}) grain yields, respectively, compared with the check line (0.140 kg m^{-2}). The highest biological yield was recorded for line 9 (0.32 kg m^{-2}), representing a 43.5% increase compared with the check line (0.22 kg m^{-2}). The relationships among traits indicated that grain yield and biological yield were mainly influenced by yield components, particularly the number of grains per spike and thousand-grain weight. Phenological traits contributed to yield variation through determining the duration of the growth period and the timing of critical developmental stages, whereas physiological traits affected performance directly and indirectly through improving plant water status and maintaining cellular membrane stability. Overall, the results demonstrated that the selection of early-maturing genotypes with appropriate physiological stability and a favorable combination of yield components can serve as an effective strategy for improving grain yield and enhancing the production stability of rainfed barley under dry climatic conditions.

Keywords: Plant height, barley, grain yield, water stress, and relative leaf water content.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-23]