ارزیابی ژنوتیپ‌های امیدبخش گندم دوروم بر اساس عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی جهت انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل

علی اکبرآبادی[1*]، توحید نجفی‌میرک[2] و حسین کاظمی[3]

۱ و۳) استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (areeo)، اهواز، ایران.

۲) دانشیار بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (areeo)، کرج، ایران.

نویسنده مسئول[*]: a.akbarabadi@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۹ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۶**

چکیده

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که موجب کاهش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود. به‌منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم دوروم، ۱۷ ژنوتیپ خالص انتخابی به همراه ژنوتیپ‌های تابان، ثنا و مهرگان به‌عنوان شاهد، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور خوزستان بررسی شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مختلف موردمطالعه از لحاظ صفات روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع و عملکرد، طول سنبله و طول پدانکل وجود داشت. نتیجه مقایسات میانگین نشان داد که ژنوتیپ‌های ۱۲، ۱۹، ۲۲ و ۲۳ از نظر صفات موردمطالعه از بقیه ژنوتیپ‌ها بهتر بودند. بررسی‌های ژنتیکی نشان داد که بیشترین واریانس ژنتیکی مربوط به صفات عملکرد دانه، زمان سنبله‌دهی و ارتفاع بود. بیشترین وراثت‌پذیری عمومی مربوط به عملکرد دانه (۶۶ درصد)، روز تا سنبله‌دهی (۸۰ درصد) و ارتفاع (۴۶ درصد) بود. همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه، طول سنبله و ارتفاع وجود داشت که نشان می‌دهد این صفات در افزایش عملکرد دانه مؤثرند. از طرفی، شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) به‌عنوان ابزاری مفید برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر نشان داد که ژنوتیپ‌های ۱۲، ۲۲، ۱۹ و ۲۳ بهترین عملکرد را در بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه داشتند. نتایج این تحقیق می‌تواند به انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی با عملکرد دانه بالا کمک کند. همچنین این مطالعه نشان می‌دهد که صفاتی نظیر زمان سنبله‌دهی و ارتفاع از اهمیت زیادی در بهبود عملکرد در شرایط تنش خشکی برخوردارند.

واژه‌های کلیدی: گندم، تنش غیرزیستی، عملکرد دانه، وراثت‌پذیری و شاخصSIIG .

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

مقدمه

خشکی یکی از مهمترین تنش‌های غیرزیستی است که تولید گندم را در سطح جهان محدود می‌کند (Nyaupane *et al*., 2024; Sharma *et al*., 2022; Vassileva *et al*., 2023). این تنش محیطی در مناطق کشت گندم در سراسر جهان، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که این گیاه به عنوان یک محصول اصلی عمل می‌کند، به طور فزاینده‌ای مشکل‌ساز شده است (Kamal *et al*., 2019). الگوهای آب و هوایی در حال تغییر، از جمله تغییر توزیع بارندگی، افزایش سطح CO_2 اتمسفر، افزایش دما و بادهای گرم و خشک، به تشدید شرایط تنش خشکی کمک می‌کنند (Nyaupane *et al*., 2024). تأثیر خشکسالی بر تولید گندم قابل توجه است، به طوری که متاآنالیزهای قابل توجه، کاهش عملکرد از ۲۰/۶ درصد تا ۲۷/۵ درصد را در مطالعات متعدد نشان داده‌اند (Bapela *et al*., 2022; Daryanto *et al*., 2016; Zhang *et al*., 2018). مطالعات مختلف گزارش نمودند که عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی از ۲۵ تا ۶۲/۷۵ درصد کاهش می یابد (Bapela *et al*., 2022). زمان‌های نیاز آبی گیاه بسیار مهم است، زیرا تنش کم آبی در مراحل خاص رشد به ویژه پنجه‌زنی، پر شدن دانه و گلدهی باعث کاهش جدی در عملکرد می‌شود (Sharma *et al*., 2022). گندم دوروم به عنوان دهمین غله مهم جهان، با تولید سالانه تقریباً ۳۷ میلیون تن، عمدتاً در مناطقی مانند حوزه مدیترانه، آمریکای شمالی و هند به عنوان یک ماده اصلی در محصولاتی مانند پاستا و کوسکوس عمل می‌کند کشت می‌شود (Kabbaj *et al*., 2017; Royo *et al*., 2021; Sissons *et al*., 2020). تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های گندم دوروم نقش مهمی در تلاش‌های اصلاح نژاد ایفا می‌کند و انتخاب ارقامی را که می‌توانند با شرایط مختلف آب و هوایی و کشاورزی سازگار شوند، تسهیل می‌کند (Salehi *et al*., 2024). این امر به ویژه از آن جهت اهمیت دارد که منطقه مدیترانه، که تقریباً نیمی از عرضه جهانی گندم دوروم را تولید می‌کند، بزرگترین مصرف‌کننده و واردکننده این غله، عمدتاً به شکل پاستا، نیز می‌باشد (Royo *et al*., 2021; Sissons *et al*., 2020). درک تنوع ژنتیکی گندم دوروم برای اصلاح‌گران با هدف تقویت پایه ژنتیکی ارقام مدرن حیاتی است. ادغام منابع ژنتیکی متنوع می‌تواند به مقابله با عوامل تنش‌زای زیستی و غیرزیستی کمک کند و در نتیجه مقاومت محصول را بهبود بخشد (Kuru *et al*., 2025; Royo *et al*., 2021). باتوجه‌به اهمیت تاریخی و اقتصادی گندم دوروم، برنامه‌های اصلاح نژادی متمرکز بر بهبود تنوع ژنتیکی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر برای مقابله با چالش‌های ناشی از تغییرات اقلیمی و تغییر تقاضاهای کشاورزی ضروری هستند. شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG)، ابزاری پیشرفته است که در اصلاح نباتات برای ارزیابی و انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس چندین صفت زراعی استفاده می‌شود. شاخص SIIG[1] با ادغام ویژگی‌های کلیدی مانند عملکرد دانه، ارتفاع گیاه و تعداد روز تا بلوغ فیزیولوژیکی در یک امتیاز واحد، امکان ارزیابی جامع عملکرد ژنتیکی را

[1] Selection index of ideal genotype

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

در محیط‌های مختلف فراهم می‌کند (Kuru *et al*., 2025; Najafi Mirak *et al*., 2023). مطالعات اخیر اثربخشی این شاخص را در شناسایی ژنوتیپ‌های گندم دوروم پربازده و مقاوم نشان داده‌اند و کاربرد آن را در برنامه‌های اصلاح نژادی مدرن با هدف افزایش عملکرد محصول در شرایط آب و هوایی متنوع نشان داده‌اند (Najafi Mirak *et al*., 2018). نکته قابل توجه این است که تنوع ژنتیکی موجود در جمعیت‌های گندم دوروم برای توسعه ارقام مقاوم که می‌توانند با شرایط متغیر آب و هوایی-کشاورزی سازگار شوند، بسیار مهم است (Salehi *et al*., 2024). به طور خلاصه، تحقیقات مداوم در مورد تنوع ژنتیکی و کاربرد شاخص SIIG نشان دهنده پیشرفت قابل توجهی در اصلاح گندم دوروم است که هم به ضرورت تولید محصول با کیفیت بالا و هم به پایداری شیوه‌های کشاورزی می‌پردازد. همانطور که محققان همچنان به بررسی روش‌های نوآورانه و اصلاح فرآیندهای انتخاب ادامه می‌دهند، پتانسیل ارقام بهبود یافته گندم دوروم همچنان امیدوارکننده است و پیامدهایی برای امنیت غذایی و تاب‌آوری کشاورزی در مواجهه با چالش‌های جهانی دارد (Galal *et al*., 2023; Kuru *et al*., 2025; Royo *et al*., 2021). در مطالعات تادیلی و همکاران (Tadili *et al*., 2020)، ۱۲۰ ژنوتیپ خالص از طریق آزمایش‌های غیر تکراری تقویت‌شده مورد بررسی قرار دادند تا تنوع ژنتیکی آنها ارزیابی شود و ژنوتیپ‌های برتر بر اساس ویژگی‌های زراعی آنها شناسایی شوند. فرآیند انتخاب از شاخص SIIG استفاده کرد که صفات فنوتیپی مختلف را ادغام می‌کند و در نتیجه امکان ارزیابی جامع ژنوتیپ‌ها را در شرایط مختلف رشد فراهم می‌کند (Kuru *et al*., 2025; Zali *et al*., 2023). ژنوتیپ‌ها از نظر صفات کلیدی مانند عملکرد دانه، کاهش دمای کانوپی و محتوای کلروفیل در مراحل مختلف رشد ارزیابی شدند. ادغام SIIG با ابزارهای تحلیل ژنتیکی، توانایی انتخاب ژنوتیپ‌هایی را که نه‌تنها پربازده هستند، بلکه از نظر ژنتیکی متنوع و در محیط‌های مختلف پایدار هستند، افزایش می‌دهد؛ بنابراین، شاخص SIIG به‌عنوان یک روش ضروری در اصلاح نباتات مدرن، ارزیابی صفات را با تحلیل ژنتیکی ترکیب می‌کند تا از توسعه گونه‌های برتر محصولات زراعی پشتیبانی کند (Zali *et al*., 2023).

لذا هدف از انجام این پژوهش ارزیابی ژنوتیپ‌های امیدبخش گندم دوروم بر اساس عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی جهت انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (شاخص SIIG) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم دوروم، ۱۷ ژنوتیپ خالص انتخابی به همراه سه ژنوتیپ شاهد تابان، ثنا و مهرگان، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ کشت و مورد مقایسه قرار گرفت(جدول ۱). به‌منظور اعمال تنش خشکی، بعد از مرحله گلدهی، آبیاری قطع شد. تراکم کاشت ۴۵۰ دانه در مترمربع و کشت به‌صورت جوی و پشته و آبیاری نشتی بود. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط ۵ متری به فاصله۲۰ سانتی‌متر بود. عملیات تهیه زمین

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

شامل شخم و دیسک و ایجاد فارو هست. در مرحله پنجه‌زنی از علف‌کش‌های آتلانتیس، آکسیال و گرانستار برای مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک برگ (به ترتیب به نسبت ۱/۵، ۱ و ۰/۲۵ لیتر در هکتار) استفاده شد. در طول فصل رشد و نمو، عملیات زراعی به طور مرتب انجام و از صفات زراعی نیز یادداشت‌برداری شد. صفات موردنظر شامل تعداد روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و وزن هزار دانه بود.

محاسبه شاخص SIIG

شاخص SIIG با استفاده از روش‌های غیرپارامتری محاسبه می‌شود، که در آن ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکردشان در برابر پارامترهای ایده‌آل و غیرایده‌آل تعریف‌شده امتیازدهی می‌شوند. این شاخص بین ۰ تا ۱ متغیر است و مقادیر نزدیک به ۱ نشان دهنده شرایط مطلوب از نظر صفات مورد بررسی است (Kuru *et al*., 2025; Zali *et al*., 2023). نرمال‌سازی ماتریس انتخاب: مقدار هر صفت برای اطمینان از مقایسه‌پذیری تبدیل می‌شود و یک ماتریس تصمیم‌گیری نرمال ایجاد می‌کند که نشان‌دهنده پایداری و عملکرد صفات مختلف است (Zali *et al*., 2023). تعیین پارامترهای ایده‌آل: پارامترهای ایده‌آل مثبت (حداکثر پایداری) و منفی (حداقل پایداری) برای ژنوتیپ‌ها شناسایی می‌شوند و به ارزیابی عملکرد کلی آنها در برابر این معیارها کمک می‌کنند (Zali *et al*., 2023). استفاده از این شاخص نه تنها انتخاب ژنوتیپ‌های پرمحصول را تسهیل می‌کند، بلکه بینش‌هایی در مورد تنوع ژنتیکی موجود در یک جمعیت اصلاحی ارائه می‌دهد.

انتخاب ژنوتیپ‌های خالص

انتخاب ژنوتیپ‌های خالص برتر گندم دوروم، جنبه‌ای حیاتی از برنامه‌های اصلاح نژادی با هدف افزایش تنوع ژنتیکی و بهبود صفات زراعی است. یکی از روش‌های کلیدی مورد استفاده در این فرآیند انتخاب، شاخص SIIG است که به اصلاحگران اجازه می‌دهد تا چندین صفت را به طور همزمان ارزیابی کنند تا مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها را برای محیط‌های مختلف شناسایی کنند (Najafi Mirak *et al*., 2023; Zali *et al*., 2023). به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و انتخاب ژنوتیپ‌های با خصوصیات زراعی مطلوب، از روش SIIG استفاده شد (Dastfal *et al*., 2022).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه از نظر روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و عملکرد دانه، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. همچنین برای طول سنبله و طول پدانکل این تفاوت‌ها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). وجود این اختلافات بیانگر تنوع ژنتیکی قابل‌توجه میان ژنوتیپ‌ها در اکثر صفات است و امکان انتخاب مطلوب را فراهم می‌سازد؛ اگرچه در صفت وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که نشان می‌دهد این صفت در جمعیت مورد بررسی از تنوع محدودتری برخوردار است. در تحقیقی نیز با

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

ارزیابی تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم دوروم بیان شد که بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفات ارتفاع بوته، روز تا سنبله‌دهی، طول سنبله، طول پدانکل، عملکرد، وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله، کاهش دمای کانوپی و مقدار سبزینگی تفاوت معنی‌داری وجود داشت(Tadili *et al*., 2020).

جدول ۱: شجره ژنوتیپ‌های خالص گندم دوروم مورد بررسی در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۳

لاین	شجره
شاهد ۱	Taban
شاهد ۲	Sana
شاهد ۳	Mehregan
۵	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHEN/ALTAR84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/7/SORA/2*PLATA_12/3/SORA/2*PLATA_12//SOMAT_3/4/AJAIA_13/YAZI//DIPPER_2/BUSHEN_3
۶	GUAYACANINIA/GUANAY//PORRON_4/BEJAH_7/6/TOPDY_18/FOCHA_1//ALTAR84/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/SOMAT_3/GREEN_22/5/VRKS_3/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/7/SOMAT_3/GREEN_22//2*RASCON_37/2*TARRO_2
۷	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHEN/ALTAR84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/11/MÂALI/6/MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/4/MUSK_4/3/PLATA_3//CREX/ALLA/5/OLUS*2/ILBOR//PATKA_7/YAZI_1/10/SELIM/9/ALTAR84/860137//YAZI_1/4/LIS_8/FILLO_6/3/FUUT//HORA/JOR
۸	CBC509CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR84/4/AJAIA_2/5/KJOVE_1/7/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/8/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/13/BOOMER_33/ZAR/3/BRAK_2/AJAIA_2//SOLGA_8/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3/ALBAD/5/AVO/HUI/
۱۲	GUAYACANINIA/GUANAY/8/GEDIZ/FGO//GTA/3/SRN_1/4/TOTUS/5/ENTE/MEXI_2//HUI/4/YAV_1/3/LD357E/2*TC60//JO69/6/SOMBRA_20/7/JUPARE C 2001/9/BAROYECA ORO C2013
۱۳	ALTAR84/STINT//SILVER_45/3/GUANAY/4/GREEN_14//YAV_10/AUK/5/GUAYACANINIA/YEBAS_8/3/TOPDY_18/FOCHA_1//ALTAR84/9/CBC509CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR84/4/AJAIA_2/5/KJOVE_1/7/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/8/SOOTY_9/RASCON_37//WO
۱۷	ALTAR84/STINT//SILVER_45/3/GUANAY/4/GREEN_14//YAV_10/AUK/5/SOMAT_4/INTER_8/6/CMH85.797//CADO/BOOMER_33/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/7/GUAYACANINIA/POMA_2//SNITAN/4/D86135/ACO89//PORRON_4/3/SNITAN
۱۸	SILVER_14/MOEWE//BISU_1/PATKA_3/3/PORRON_4/YUAN_1/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9/10/TARRO_1/2*YUAN_1//AJAIA_13/YAZI/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/11/SOOTY_9/RASCON_37//GUAYACAN INIA/5/BRAK_2/AJAIA_
۱۹	SOOTY_9/RASCON_37//GUAYACANINIA/11/BOOMER_33/ZAR/3/BRAK_2/AJAIA_2//SOLGA_8/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3/ALBAD/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/THKNEE_11/9/CHEN/ALTAR84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/12/PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT_3/3/SORA/2*PLATA_12//S
۲۰	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHEN/ALTAR84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/12/1A.1D5+106/3*MOJO//RCOL/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/11/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA-D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/RAFI97/9/MALMUK_1/SERRAT
۲۱	SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9/12/1A.1D5+106/3*MOJO//RCOL/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/11/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA-D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/RAF
۲۲	CBC509CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR84/4/AJAIA_2/5/KJOVE_1/7/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/8/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/13/BOOMER_33/ZAR/3/BRAK_2/AJAIA_2//SOLGA_8/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA-D/5/AVO/HUI/
۲۳	GUAYACANINIA/POMA_2//SNITAN/4/D86135/ACO89//PORRON_4/3/SNITAN/5/SOOTY_9/RASCON_37//SOMAT_3.1/3/SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM/4/SOOTY_9/RASCON_37//GUAYACANINIA/3/SOOTY_9/RASCON_37//LLARETA INIA
۲۵	CARPIO/12/1A.1D5+106/3*MOJO//RCOL/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/11/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QN/AA_7/3/ALBAD/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/RAFI97/9/MALMUK_1/SERRATOR_1/10/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/13/CIRNO C 2008
۲۷	GERUFTEL-1//GUAYACAN INIA/2*SNITAN
۳۰	BELLAROI/5/HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*SOOTY_9/RASCON_37/4/SOOTY_9/RASCON_37/11/CLAUDIO/4/YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/10/TARRO_1/2*YUAN_1//AJAIA_13/YAZI/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9
۳۷	BHA/3/SORA/2*PLATA_12//SRN_3/NIGRIS_4/4/AG122/2*ACO89//2*UC1113/8/2*STOT//ALTAR84/ALD/3/THB/CEP7780//2*MUSK_4/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR84/4/AJAIA_2/5/KJOVE_1/7/RASCON_37/2*TARRO_2/4/ROK/FGO//STIL/3/BISU_1/5/MALMUK_1/SERRATOR_1

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

در مطالعه دیگری محققین با مطالعه تأثیر تنش خشکی بر برخی صفات زراعی و مورفوفیزیولوژیکی در ژنوتیپ‌های گندم دوروم اظهار داشتند که ژنوتیپ‌های مختلف گندم دوروم واکنش متفاوتی به تنش خشکی دارند. تنش خشکی به طور قابل توجهی دوره پر شدن دانه، ارتفاع گیاه، طول پدانکل، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، زیست توده را در همه ژنوتیپ‌ها در مقایسه با شرایط نرمال کاهش داد. همچنین تجزیه و تحلیل همبستگی نشان داد که عملکرد دانه با ویژگی های فنولوژیکی و دوره پرشدن دانه (روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی و دوره پر شدن دانه) و تعداد سنبله در بوته، زیست توده و شاخص برداشت در شرایط خشکسالی ارتباط مثبت و معنی‌داری دارد (Pour-Aboughadareh *et al*., 2020). زمان سنبله‌دهی و رسیدگی از جمله شاخص‌های مهم در انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی هستند. نتایج تجزیه واریانس و مقایسات میانگین نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه از لحاظ روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی وجود داشت به‌طوری‌که کمترین میزان روز تا سنبله‌دهی مربوط به ژنوتیپ ۷ با میانگین ۹۷ روز اختصاص داشت و بیشترین مقدار آن مربوط به ژنوتیپ ۲۳ با میانگین ۱۰۷ روز بود (شکل ۱ الف). همچنین کمترین و بیشترین میزان روز تا رسیدگی به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های ۷ و ۲۳ بود که با ژنوتیپ‌های شاهد تابان و مهرگان اختلاف معنی‌داری داشتند (شکل ۱ ب). در شرایط کم‌آبی، چرخه زندگی و مدت‌زمان پر شدن دانه کوتاه می‌شود. در چنین شرایطی، میزان روز تا رسیدگی به دلیل پیری سریع برگ، کاهش فتوسنتز و محدودیت‌های مخزن کاهش می‌یابد. علاوه بر این، کوتاه‌شدن دوره پر شدن دانه مستقیماً موجب کاهش عملکرد گندم می‌شود؛ بنابراین، ژنوتیپ‌هایی که سنبله‌دهی زودتر و میزان روز تا رسیدگی کمتری دارند برای کشت در مناطقی که تنش کمبود رطوبت در انتهای فصل وجود دارد، مناسب هستند (Dolferus *et al*., 2011). میزان عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های ۱۲، ۱۹، ۲۲ و ۲۳ بیشترین مقدار و در ژنوتیپ ۷ کمترین مقدار ثبت گردید. عملکرد دانه در ژنوتیپ ۱۲ در مقایسه با ارقام شاهد تابان و مهرگان از نظر آماری اختلاف معنی‌داری داشت و مقدار عملکرد بالاتری نسبت به این ارقام شاهد به دست آمد که نشان‌دهنده توانایی بیشتر در مقابله با تنش خشکی می‌باشد (شکل ۱ ت). محققین با مطالعه عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مختلف گندم تحت شرایط تنش خشکی بیان کردند که تفاوت معنی‌داری در عملکرد دانه بین ژنوتیپ‌های مختلف وجود دارد که می‌تواند به دلیل تنوع ژنتیکی و سازگاری متفاوت آنها نسبت به شرایط کم‌آبی باشد. از مهم‌ترین دلایل کاهش عملکرد ژنوتیپ ۷ می‌توان به کمترین میزان روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی و در نتیجه زودرس بودن آن اشاره نمود در واقع ژنوتیپ‌های زودرس برای فرار از شرایط تنش سریع‌تر سیکل خود را تکمیل نموده و در نتیجه انتظار می‌رود عملکرد پایین‌تری داشته باشند. همچنین از مهم‌ترین دلایل میزان عملکرد بالا در ژنوتیپ‌های ۱۲، ۱۹، ۲۲ و ۲۳ می‌توان به بالابودن میزان طول سنبله، طول پدانکل، و میزان روز تا رسیدگی و روز تا سنبله‌دهی نسبتاً بالا اشاره نمود. بین ژنوتیپ‌های مختلف از لحاظ وزن هزاردانه تفاوت معنی‌داری مشاهده

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

نشد. نتایج تجزیه واریانس و مقایسات میانگین نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر ارتفاع بوته تفاوت معنی‌داری وجود داشت به‌طوریکه بیشترین ارتفاع در ژنوتیپ ۱۹ مشاهده گردید که با ارقام شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت، در حالی که ژنوتیپ‌های ۳۰، ۲۵ و ۱۷ کمترین ارتفاع را نشان دادند که این تفاوت‌ها از نظر آماری با ارقام شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند (شکل ۱ پ). محققین با مطالعه ژنوتیپ‌های گندم دوروم در شرایط تنش خشکی بیان کردند که تنش کم آبی باعث کاهش در ارتفاع بوته و طول پدانکل در غلات خواهد شد. این محققان اظهار داشتند که در شرایط تنش، محدودیت در منابع آبی منجر به کم کردن رشد رویشی و اتمام زود هنگام مرحله رویشی و شروع مرحله زایشی می‌گردد، در نتیجه دوره رشدی، ارتفاع، طول سنبله و عملکرد کاهش می‌یابد (Armioun *et al*., 2010; Pour-Aboughadareh *et al*., 2020).

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های مختلف گندم دوروم تحت شرایط تنش خشکی

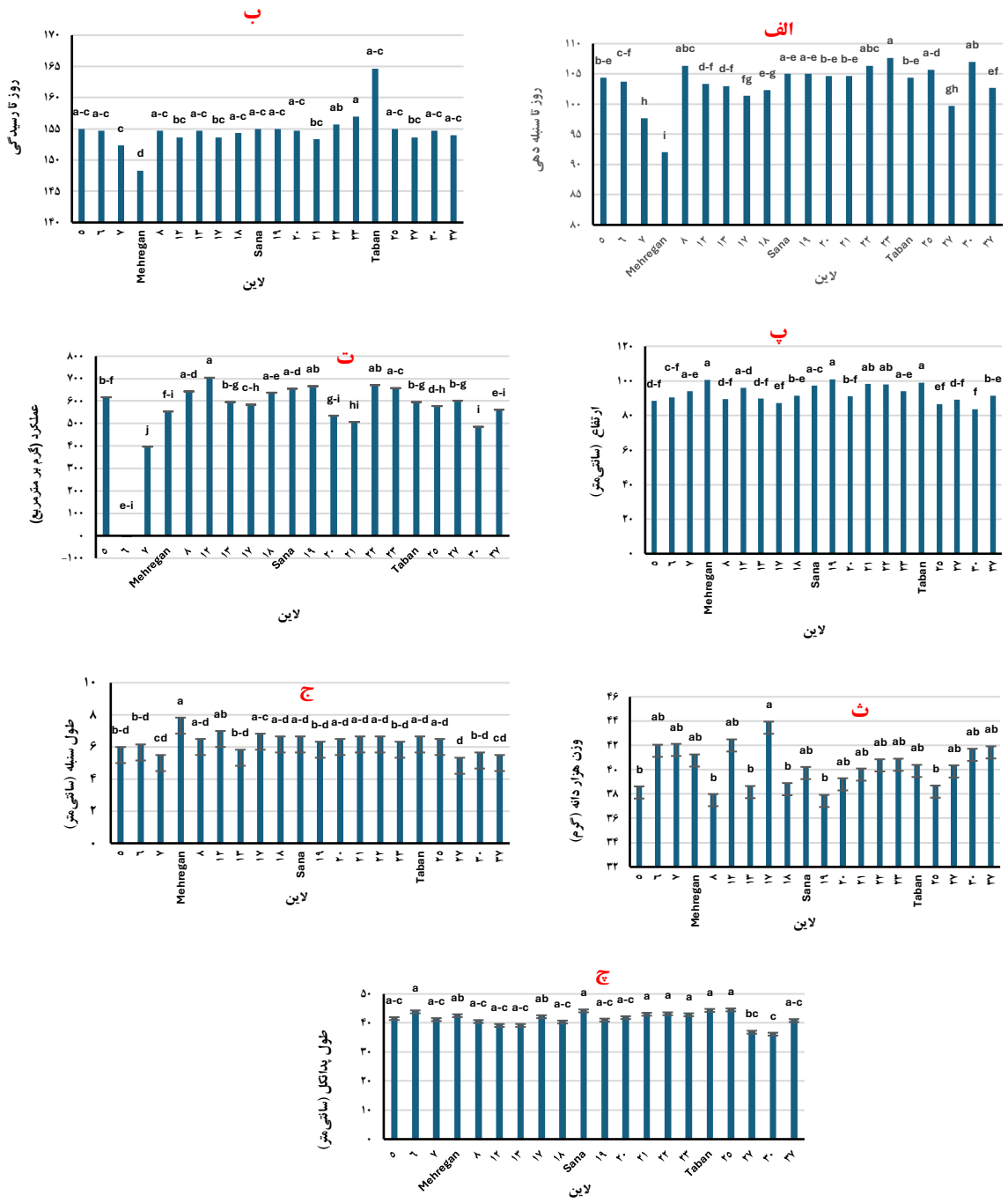
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		روز تا سنبله‌دهی	روز تا رسیدگی	ارتفاع	طول سنبله	طول پدانکل	وزن هزار دانه	عملکرد
تکرار	۲	۱۱/۷۱*	۱۴/۶*	۲۲/۲۱ns	۰/۰۶ns	۲/۱۸ ns	۲/۷۶*	۴۷۰۰/۸۱ns
ژنوتیپ	۱۹	۳۸/۹۱**	۸/۴۳**	۷۵/۲۸**	۱/۰۷*	۱۶/۱۳ *	۸/۳۱ns	۱۶۰۰۹/۴۳**
خطا	۳۸	۲/۹۶	۳/۶۳	۲۰/۶۲	۰/۸۱	۱۲/۶۹	۸/۵۴	۲۳۲۳/۲
ضریب تغییرات (٪)		۱/۶۶	۱/۲۳	۴/۸۹	۱۴/۰۹	۸/۴۹	۷/۲۳	۸/۱۵

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

بیشترین میزان طول سنبله مربوط به ژنوتیپ‌های ۱۷ و ۱۲ بود و کمترین مقدار نیز به ژنوتیپ ۲۷ اختصاص داشت که با ژنوتیپ شاهد مهرگان تفاوت معنی‌داری وجود داشت (شکل ۱ چ). بیشترین میزان طول پدانکل نیز مربوط به ژنوتیپ‌های ۶ و ۲۵ بود که با ارقام شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و کمترین میزان مربوط به ژنوتیپ‌های ۲۷ و ۳۰ بود که با ارقام شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند (شکل ۱ ث). به طور کلی میزان طول سنبله و طول پدانکل ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نسبت به ارقام شاهد کاهش یافت. محققین با ارزیابی اثرات تنش خشکی با استفاده از خصوصیات زراعی- مورفولوژیکی گندم نشان دادند تحت شرایط تنش خشکی میزان ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول میانگرده و عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد، همچنین بیان کردند که ژنوتیپ‌هایی که طول پدانکل آنها در شرایط تنش خشکی کاهش یافته بودند، عملکرد بهتری داشتند و طول پدانکل یک شاخص مفید برای عملکرد گیاه تحت شرایط تنش خشکی پیشنهاد شد (Khalid *et al*., 2023). نتایج محاسبه پارامترهای ژنتیکی نشان داد که بیشترین واریانس ژنتیکی مربوط به روز تا سنبله‌دهی، ارتفاع و عملکرد دانه و کمترین واریانس ژنتیکی به ترتیب مربوط به وزن هزار دانه و طول سنبله بود. بیشترین وراثت‌پذیری عمومی مربوط به عملکرد دانه (۶۶ درصد)، روز تا سنبله‌دهی (۸۰ درصد) و ارتفاع (۴۶ درصد) بود (جدول ۳)، که نشان می‌دهد صفات عملکرد دانه و روز تا رسیدگی مؤثرترین صفات برای ارزیابی تنوع ژنتیکی و پیش‌بینی ژنوتیپ‌ها می‌باشند. وراثت‌پذیری بالای صفات ذکر شده، نقش فاکتورهای ژنتیکی را در کنترل این صفات در مقایسه با اثرات غیر ژنتیکی را نشان می‌دهد که

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب با توجه به فنوتیپ قابل اطمینان می‌باشد (Singh *et al.*, 2014). بیشترین مقدار ضریب تنوع ژنتیکی مربوط به عملکرد و روز تا سنبله‌دهی بود که مقدار مقادیر آنها به ضریب تنوع فنوتیپی نزدیک بود.



شکل ۱: مقایسه میانگین صفات (الف) روز تا سنبله‌دهی، (ب) روز تا رسیدگی، (پ) ارتفاع، (ت) عملکرد، (ث) طول پدانکل، (ج) وزن هزار دانه و (چ) طول سنبله در ژنوتیپ‌های گندم دوروم تحت شرایط تنش خشکی. ستون‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند. ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

وقتی که ضریب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی بهم نزدیک باشند، بطوریکه تفاوت معنی‌داری بین آنها نباشد این موضوع نشان دهنده آن است که اثرات ژنتیکی برای این صفات بیشتر از اثرات محیطی می‌باشد (Chaubey and Richharia, 1993). محققین نیز با مطالعه تنوع مورفولوژیکی، پیشرفت ژنتیکی و وراثت‌پذیری در ژنوتیپ‌های مختلف گندم نشان دادند که تنوع بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها برای همه صفات مشاهده شد. پیشرفت ژنتیکی برای تعداد دانه در سنبلچه و روز تا رسیدگی کم و برای ارتفاع بوته و طول سنبله متوسط و برای عملکرد دانه، عملکرد زیست توده و شاخص برداشت بالا بود. همچنین میزان وراثت‌پذیری برای صفات روز تا رسیدگی، روز تا سنبله‌دهی، ارتفاع بوته و عملکرد دانه نسبتا بالا به دست آمد (Fufa *et al*., 2024)

جدول ۳: پارامترهای ژنتیکی محاسبه شده صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

صفات	میانگین	واریانس ژنتیکی	واریانس محیطی	واریانس فنوتیپی	وراثت‌پذیری	ضریب تغییرات ژنتیکی	ضریب تغییرات محیطی	ضریب تغییرات فنوتیپی
روز تا سنبله‌دهی	۱۰۳/۳۳	۱۱/۹۸	۲/۹۶	۱۴/۹۴	۸۰/۱۹	۳/۳۵	۱/۶۶	۳/۷۴
روز تا رسیدگی	۱۵۴/۲	۱/۶	۳/۶۳	۵/۲۳	۳۰/۵۹	۰/۸۲	۱/۲۳	۱/۴۸
ارتفاع	۹۲/۸۳	۱۸/۲۲	۲۰/۶۲	۳۸/۸۴	۴۶/۹۱	۴/۵۹	۴/۸۹	۶/۷۱
طول سنبله	۶/۳۵	۰/۰۸۶	۰/۸۱	۰/۸۹	۹/۶۶	۴/۶۳	۱۴/۱۷	۱۴/۹۱
طول پدانکل	۴۱/۹۵	۱/۱۴	۱۲/۶۹	۱۳/۸۳	۸/۲۸	۲/۵۵	۸/۴۹	۸/۸۶
عملکرد دانه	۵۹۰/۸۶	۴۵۶۳/۰۷	۲۳۲۳/۲	۶۸۸۵/۲۷	۶۶/۲۵	۱۱/۴۳	۸/۱۵	۱۴/۰۴
وزن هزار دانه		-۰/۰۷۶	۸/۵۴	۸/۴۶	-۰/۹۱	۰/۶۸	۷/۲۲	۷/۱۹

نتایج همبستگی بین شاخص SIIG و سایر صفات اندازه گیری شده نشان داد که عملکرد دانه (**۰/۸۱۴)، طول سنبله (**۰/۷۷۷) و ارتفاع (*۰/۴۹۵) همبستگی بالا و معنی‌داری با شاخص SIIG داشتند. همبستگی شاخص SIIG با روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، وزن هزار دانه و طول پدانکل به ترتیب برابر با ۰/۰۵۶، ۰/۳۲۱، ۰/۰۰۱ و ۰/۴۲۸ بود (جدول ۴). این نتایج نشان داد که عملکرد دانه، طول سنبله و ارتفاع بوته به ترتیب بیشترین سهم را در مقدار شاخص SIIG داشتند، بنابراین ژنوتیپ‌های انتخابی با روش SIIG از پتانسیل عملکرد دانه بالایی برخوردار خواهند بود. همچنین وزن هزاردانه و روز تا سنبله‌دهی نقش کمتری در مقدار شاخص SIIG داشتند که این مطلب، بیانگیر تنوع ژنتیکی پایین این صفات نسبت به سایر صفات مورد بررسی بود. نتایج شاخصSIIG نشان داد که ژنوتیپ‌های ۱۲، ۲۲، ۱۹ و ۲۳ بیشترین مقدار SIIG را به خود اختصاص دادند و جزء بهترین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه بودند. عملکرد ژنوتیپ‌های ۱۲ و ۲۲ از عملکرد شاهدها و میانگین کل و ژنوتیپ‌های ۱۹ و ۲۳ از ژنوتیپ شاهد تابان و میانگین کل بالاتر بود (جدول ۵). نتایج ضرایب همبستگی بین سایر صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با روز تا سنبله‌دهی، ارتفاع و طول سنبله داشت، بنابراین افزایش هر کدام از آنها می‌تواند باعث افزایش عملکرد شود. همبستگی مثبت بین روز تا سنبله‌دهی و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

روز تا رسیدگی مشاهده شد. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفات طول پدانکل، ارتفاع و طول سنبله وجود داشت.

جدول ۴: همستگی بین صفات مختلف اندازه‌گیری شده و شاخص SIIG در ژنوتیپ‌های گندم دوروم

صفات	روز تا سنبله‌دهی	روز تا رسیدگی	ارتفاع	طول سنبله	طول پدانکل	وزن هزار دانه	عملکرد
روز تا رسیدگی	۰/۷۰۸**						
ارتفاع	۰/۰۶۷	-۰/۰۴۱					
طول سنبله	-۰/۰۰۸	-۰/۰۶۴	۰/۴۴۶**				
طول پدانکل	۰/۱۰۸	۰/۱۰۸	۰/۳۸۴**	۰/۳۴۶**			
وزن هزار دانه	۰/۲۱۵	۰/۰۷۶	-۰/۰۰۸	۰/۰۶۶	۰/۲۱		
عملکرد	۰/۲۶۱*	۰/۲۲۳	۰/۲۸۴*	۰/۲۸۹*	۰/۱۲۷	۰/۱۸۴	
SIIG	۰/۰۵۶	۰/۳۲۱	۰/۴۹۵*	۰/۷۷۷**	۰/۴۲۸	۰/۰۰۱	۰/۸۱۴**

جدول ۵: مقادیر صفات مختلف اندازه گیری شده و شاخص SIIG در ژنوتیپ‌های مختلف گندم دوروم

SIIG	رتبه شاخص SIIG	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	طول پدانکل	طول سنبله	ارتفاع بوته	روز تا رسیدگی	روز تا گلدهی	شجره
۰/۸۸	۱	۷۰۴/۵۴	۴/۲۵	۳۹/۶۷	۷/۰۱	۹۶/۰۱	۱۵۳/۶۷	۱۰۳/۳۳	۱۲
۰/۸۳	۲	۶۷۱/۷۱	۴/۰۹	۴۳/۶۷	۶/۶۷	۹۸	۱۵۵/۶۷	۱۰۶/۳۳	۲۲
۰/۸۲	۳	۵۵۴/۱۹	۴/۱۳	۴۳/۰۱	۷/۸۳	۱۰۰/۶۷	۱۴۸/۳۳	۹۲/۰۱	مهرگان
۰/۸۱	۴	۶۵۵/۵۵	۴/۰۲	۴۴/۶۷	۶/۶۷	۹۷/۳۳	۱۵۵/۰۱	۱۰۵/۰۱	ثنا
۰/۷۲	۵	۶۶۶/۶۶	۳/۷۹	۴۱/۵	۶/۳۳	۱۰۱/۰۱	۱۵۵/۰۱	۱۰۵/۰۱	۱۹
۰/۷۲	۶	۶۵۸/۰۸	۴/۰۹	۴۳/۳۳	۶/۳۳	۹۴/۰۱	۱۵۷/۰۱	۱۰۷/۶۷	۲۳
۰/۷۱	۷	۵۹۵/۹۵	۴/۰۴	۴۴/۸۳	۶/۶۷	۹۹/۰۱	۱۵۴/۶۷	۱۰۴/۳۳	تابان
۰/۷۱	۸	۶۳۷/۸۷	۳/۸۹	۴۰/۸۳	۶/۶۷	۹۱/۳۳	۱۵۴/۳۳	۱۰۲/۳۳	۱۸
۰/۶۷	۹	۵۸۴/۳۴	۴/۴۰	۴۲/۶۷	۶/۸۳	۸۷/۳۳	۱۵۳/۶۷	۱۰۱/۳۳	۱۷
۰/۶۴	۱۰	۶۴۳/۴۳	۳/۸	۴۱/۰۱	۶/۵	۸۹/۳۳	۱۵۴/۶۷	۱۰۶/۳۳	۸
۰/۵۳	۱۱	۵۷۸/۲۸	۳/۸۷	۴۵/۰۱	۶/۵	۸۶/۶۷	۱۵۵	۱۰۵/۶۷	۲۵
۰/۵۱	۱۲	۶۱۷/۶۷	۳/۸۶	۴۲/۰۱	۶/۰۱	۸۸/۶۷	۱۵۵/۰۱	۱۰۴/۳۳	۵
۰/۴۸	۱۳	۵۶۲/۶۲	۴/۲۱	۴۴/۳۳	۶/۱۷	۹۰/۳۳	۱۵۴/۶۷	۱۰۳/۶۷	۶
۰/۴۴	۱۴	۵۰۷/۵۷	۴/۰۱	۴۳/۵۰	۶/۶۷	۹۸/۳۳	۱۵۳/۳۳	۱۰۴/۶۷	۲۱
۰/۴	۱۵	۵۹۵/۹۵	۳/۸۷	۳۹/۶۷	۵/۸۳	۸۹/۶۷	۱۵۴/۶۷	۱۰۳/۰۱	۱۳
۰/۴	۱۶	۵۳۵/۳۵	۳/۹۳	۴۲/۳۳	۶/۵۰	۹۱/۰۱	۱۵۴/۶۷	۱۰۴/۶۷	۲۰
۰/۳۵	۱۷	۶۰۲/۰۲	۴/۰۴	۳۷/۳۳	۵/۳۳	۸۹/۰۱	۱۵۳/۶۷	۹۹/۶۷	۲۷
۰/۳۳	۱۸	۵۶۲/۱۲	۴/۱۹	۴۱/۳۳	۵/۵	۹۱/۳۳	۱۵۴/۰۱	۱۰۲/۶۷	۳۷
۰/۱	۱۹	۳۹۷/۴۷	۴/۲۱	۴۱/۶۷	۵/۵	۹۴/۰۱	۱۵۲/۳۳	۹۷/۶۷	۷
۰/۰۹	۲۰	۴۸۵/۸۵	۴/۱۷	۳۶/۶۷	۵/۶۷	۸۳/۶۷	۱۵۴/۶۷	۱۰۷/۰۱	۳۰

محققان با ارزیابی عملکرد دانه و روابط بین صفات ژنوتیپ های خالص گندم نشان دادند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با ارتفاع و طول سنبله وجود دارد (Tabatabaei *et al.*, 2018). همچنین در مطالعه دیگری محققین با بررسی رابطه عملکرد با اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف گندم دیم بیان کردند که همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد با روز تا سنبله‌دهی و طول سنبله گزارش نمودند (Neistani *et al.*, 2020). محققین اظهار داشتند که شاخص

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

SIIG، یک روش ترکیبی جدید و کارا است که با ادغام صفات یا شاخص‌های مختلف، انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب را مؤثرتر انجام می‌دهد (Zali *et al*., 2017). پژوهشگران با بررسی غربال ژنوتیپ‌های برتر جو با استفاده از شاخص‌های مختلف انتخاب مبتنی بر چند صفت، بهترین ژنوتیپ‌های جو از نظر عملکرد دانه، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، رسیدگی و تعداد روز تا رسیدگی به طور همزمان با استفاده از شاخص SIIG استفاده نمودند. با استفاده از این شاخص، ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شش گروه قرار گرفتند. همچنین بیان کردند که شاخص SIIG به خوبی توانست ژنوتیپ‌ها را بر اساس سه صفت عملکرد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزاردانه دسته‌بندی نماید (Zali and Barati, 2020).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان‌دهنده وجود تنوع قابل‌توجه در ژنوتیپ‌های موردمطالعه از نظر صفات مختلف از جمله زمان سنبله‌دهی، زمان رسیدگی، ارتفاع، عملکرد دانه، طول سنبله و طول پدانکل بود. تفاوت‌های معنی‌داری در بیشتر صفات بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد که این امر نشان‌دهنده قابلیت انتخاب برای بهبود این صفات به‌ویژه عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی است. عملکرد دانه به‌عنوان یکی از صفات کلیدی با وراثت‌پذیری بالا و همبستگی مثبت با ویژگی‌های مهمی همچون طول سنبله و ارتفاع در این تحقیق موردتأکید قرار گرفت. همچنین شاخص SIIG به‌عنوان ابزاری برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر، نشان داد که ژنوتیپ‌های ۱۲، ۲۲، ۱۹ و ۲۳ از پتانسیل عملکردی بالایی برخوردار هستند. از سوی دیگر، صفاتی مانند وزن هزار دانه و روز تا سنبله‌دهی کمتر از سایر صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه بودند. به‌طورکلی، این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از صفاتی همچون عملکرد دانه، زمان سنبله‌دهی و ارتفاع می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی و بهبود عملکرد دانه مؤثر واقع شود.

منابع

Armioun, M., Kahrizi, D., Amri, A., & Mohammadi, R. 2010. Efficiency of screening techniques for evaluating durum wheat genotypes under mild drought conditions. International Journal of Plant Production. 4(1):11

Bapela, T., Shimelis, H., Tsilo, T. J., & Mathew, I. 2022. Genetic improvement of wheat for drought tolerance: Progress, challenges and opportunities. Plants. 11, 1331.

Chaubey, P., % Richharia, A. 1993. Genetic variability, correlations and path-coefficients in indica rices. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 53, 356-360.

Daryanto, S., Wang, L., & Jacinthe, P.A. 2016. Global synthesis of drought effects on maize and wheat production. PloS one 11, e0156362.

Dastfal, M., Aghaee-Sarbarzeh, M., & Zali, H. 2022. Genetic diversity and selection of durum wheat pure lines with desirable agronomy traits using SIIG index. Iranian Journal of Field Crop Science 53, 161-174.

Dolferus, R., Ji, X., & Richards, R. A. 2011. Abiotic stress and control of grain number in cereals. Plant science 181, 331-341.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

Fufa, M., Gedebo, A., Leta, T., & Lule, D. 2024. Genetic variation, genetic advance, heritability and correlation analysis of phenotypic traits in tetraploid wheat (*Triticum turgidum* spp.) landraces and some improved cultivars of Ethiopia. Plant Genetic Resources 22, 8-16.

Galal, A. A., Safhi, F. A., El-Hity, M. A., Kamara, M. M., Gamal El-Din, E. M., Rehan, M., Farid, M., Behiry, S. I., El-Soda, M., & Mansour, E. 2023. Molecular genetic diversity of local and exotic durum wheat genotypes and their combining ability for agronomic traits under water deficit and well-watered conditions. Life 13, 2293.

Kabbaj, H., Sall, A. T., Al-Abdallat, A., Geleta, M., Amri, A., Filali-Maltouf, A., Belkadi, B., Ortiz, R., & Bassi, F. M. 2017. Genetic diversity within a global panel of durum wheat (*Triticum durum*) landraces and modern germplasm reveals the history of alleles exchange. Frontiers in plant science 8, 1277.

Kamal, M.-H., Dadkhodaie, A., Dorostkar, S., & Heidari, B. 2019. Differential activity of antioxidant enzymes and physiological changes in wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought stress. Notulae Scientia Biologicae 11, 266-276.

Khalid, M. A., Ali, Z., Tahir, M. H. N., Ghaffar, A., & Ahmad, J. 2023. Genetic effects of GA-responsive dwarfing gene Rht13 on plant height, peduncle length, internodal length and grain yield of wheat under drought stress. Genes 14, 699.

Kuru, B., Menzir, A., & Kassa, M. 2025. Genetic parameters, association of traits and selection of durum wheat genotypes (*Triticum turgidum* L .var. durum) advanced lines at Injibara, Northwestern Ethiopia. Agrosystems, Geosciences & Environment 8, e70143.

Najafi Mirak, T., Dastfal, M., Andarzian, B., Farzadi, H., Bahari, M., & Zali, H. 2018. Stability analysis of grain yield of durum wheat promising lines in warm and dry areas using parametric and non-parametric methods. Isfahan University of Technology-Journal of Crop Production and Processing 8, 79-96.

Najafi Mirak, T., Dastfal, M., Sasani, S., Sayyahfar, M., Farzadi, H., Naghipour, F., & Zali, H. 2023. Selection of promising durum wheat lines according to grain yield and yield stability using graphic methods and quality indexes. Journal of Crop Production 16, 91-108.

Neistani, E., Makarian, H., Ameri, A., & Heidari, M. 2020. Investigating the Relationship between Yield and Yield Components of Different Rainfed Wheat Genotypes. Journal of Plant Ecophysiology, 12(40): 90-83.

Nyaupane, S., Poudel, M. R., Panthi, B., Dhakal, A., Paudel, H., & Bhandari, R. 2024. Drought stress effect, tolerance, and management in wheat–a review. Cogent Food & Agriculture 10, 2296094.

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, 5610.

Royo, C., Ammar, K., Villegas, D., & Soriano, J. M. 2021. Agronomic, physiological and genetic changes associated with evolution, migration and modern breeding in durum wheat. Frontiers in plant science 12, 674470.

Salehi, S., Shooshtari, L., Mohammadi, R., Pour-Aboughadareh, A., & Etminan, A. 2024. Investigation of genetic diversity of durum wheat genotypes based on grain yield and yield components. Cereal Research 14, 251-266.

Sharma, B., Yadav, L., Shrestha, A., Shrestha, S., Subedi, M., Subedi, S., & Shrestha, J. 2022. Drought stress and its management in wheat (*Triticum aestivum* L.): a review. Agricultural Science & Technology. 14(1): 313-8820.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

Singh, T., Raiger, H., Kumari, J., Singh, A., & Deshmukh, P. 2014. Evaluation of Chickpea genotypes for variability in seed protein content and yield components under restricted soil moisture condition. Indian Journal of Plant Physiology. 19:273-280.

Sissons, M., Kadkol, G., & Taylor, J. 2020. Genotype by environment effects on durum wheat quality and yield-implications for breeding. Crop Breeding, Genetics and Genomics 4.

Tadili, S., Asghari, A., Karimizadeh, R., Sofalian, O., & Chamanabad, H. M. 2020. Evaluation of drought stress tolerance in advanced lines durum wheat using the selection index of ideal genotype (SIIG). Journal of Crop Ecophysiology. 14(1): 45-62.

Tabatabaei, M.T., Suluqi, M., Fakheri, B., Esmaeil Zadeh Moghadam, M, & Mehdinejad, N. 2018. Evaluation of grain yield and relationships between traits of pure recombinant bread wheat lines (*Triticum aestivum* L.) obtained from the SeriM82/Babax cross under drought stress conditions. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 19(4), 270-283.

Vassileva, V., Georgieva, M., Zehirov, G., & Dimitrova, A. 2023. Exploring the genotype-dependent toolbox of wheat under drought stress. Agriculture 13, 1823.

Zali, H., & Barati, A. 2020. Evaluation of selection index of ideal genotype (SIIG) in other to selection of barley promising lines with high yield and desirable agronomy traits. Journal of Crop Breeding 12, 93-104.

Zali, H., Barati, A., Pour-Aboughadareh, A., Gholipour, A., Koohkan, S., Marzoghiyan, A., Bocianowski, J., Bujak, H., & Nowosad, K. 2023. Identification of superior barley genotypes using selection index of ideal genotype (SIIG). Plants 12, 1843.

Zali, H., Hassanloo, T., Sofalian, O., Asghari, A., & Zeinalabedini, M. 2017. Appropriate strategies for selection of drought tolerant genotypes in canola. Journal of Crop Breeding 8, 90-77.

Zhang, J., Zhang, S., Cheng, M., Jiang, H., Zhang, X., Peng, C., Lu, X., Zhang, M., & Jin, J. 2018. Effect of drought on agronomic traits of rice and wheat: A meta-analysis. *International journal of environmental research and public health* **15**, 839.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

Evaluation of Durum Wheat Lines Based on Yield and Morphological Traits for the Selection of Ideal Genotypes

A. Akbarabadi[1,*], T. Najafi Mirak[2] and H. Kazemi[3]

1 & 3) Assistant Prof, Horticultural Science Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

2) Associate Prof, Seed and Plant Improvement Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

*** Corresponding Author: a.akbarabadi@areeo.ac.ir**

Received date: 2025.03.09 **Accepted date: 2025.05.03**

Abstract

Drought is a major abiotic stress that significantly impairs plant growth and productivity. This study aimed to evaluate 17 durum wheat lines, alongside three control cultivars Taban, Sana, and Mehregan under drought conditions at the Shavour Agricultural Research Station during the 1402-1403 crop year. The experiment was conducted using a randomized complete block design with three replications. Analysis of variance revealed significant differences among the wheat lines for several traits, including days to spike emergence, days to maturity, plant height, grain yield, spike length, and peduncle length. Mean comparison results indicated that lines 12, 19, 22, and 23 outperformed the other lines in most traits. Genetic analysis revealed that the highest genetic variance was associated with grain yield, spike emergence time, and plant height. Furthermore, general heritability estimates were highest for grain yield (66%), days to spike (80%), and plant height (46%). Significant positive correlations were found between grain yield, spike length, and height, suggesting that these traits contribute to higher grain yield. The SIIG index, a useful tool for selecting superior genotypes, identified lines 12, 22, 19, and 23 as the top performers. These findings suggest that spike emergence time and plant height are key traits for improving grain yield under drought stress. The results of this study provide valuable insights for the selection of drought-resistant wheat lines with high grain yield potential.

Keywords: wheat, Abiotic stress, grain yield, heritability and SIIG index.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]