

برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات مختلف مرتبط با عملکرد در توده‌های گندم نان تحت دو شرایط متفاوت رطوبتی

فاطمه باوندپوری^{۱*}، عزت‌اله فرشادفر^۲، و محسن فرشادفر^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۵

چکیده

در پژوهشی به‌منظور بررسی ۲۵ توده گندم نان از نظر پارامترهای ژنتیکی و وراثت‌پذیری، صفات مورفوفیزیولوژیک، فنولوژیک و بیوشیمیایی، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط دیم و آبیاری آخر فصل در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه رازی به اجرا درآمد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنوع بالایی در بین توده‌های گندم نان برای اکثر صفات وجود داشت. در شرایط آبیاری آخر فصل، صفات وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع گیاه، طول پدانکل، طول پنالتی‌میت، تعداد سنبلچه در سنبله، شاخص برداشت، محتوی آب نسبی برگ و راندمان مصرف آب همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد و در شرایط دیم، صفات وزن هزاردانه، عملکرد چف، ارتفاع گیاه، طول اکستراژن، طول پدانکل، طول پنالتی‌میت، تعداد سنبلچه زایا، تعداد سنبلچه در سنبله، وزن دانه در سنبله، شاخص برداشت، راندمان مصرف آب، سرعت پرشدن دانه، فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز و آسکوربیک‌پراکسیداز همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد داشتند. در شرایط آبیاری آخر فصل با توجه به سودژنتیکی علاوه بر عملکرد، صفات فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز، آسکوربیک‌پراکسیداز، محتوی پرولین، محتوی پروتئین محلول، فعالیت آنزیم پراکسیداز و راندمان مصرف آب و در شرایط دیم صفات فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز، آسکوربیک‌پراکسیداز، محتوی پرولین، آب حفظ‌شده برگ و طول اکستراژن دارای بیشترین سودژنتیکی بودند. براساس صفات مورفوفیزیولوژیک، فنولوژیک و بیوشیمیایی در شرایط دیم و آبیاری آخر فصل، توده‌های ۱۰، ۱۵ و ۷ به عنوان توده‌های برتر شناسایی شدند. بنابراین می‌توان از طریق گزینش و دورگ‌گیری اقدام به تولید ارقام مطلوب نمود.

واژگان کلیدی: تنوع ژنتیکی، سود ژنتیکی، وراثت‌پذیری، همبستگی، *Triticum aestivum*.

۱- دانش آموخته دکتری اصلاح نباتات، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

۲- استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

۳ دانشیار گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

f.bavandpori@yahoo.com

نگارنده مسئول

مقدمه

گندم نان با نام علمی (*Triticum aestivum* L.) از سازگارترین گونه‌های غلات است که خاستگاه و مرکز تنوع آن را هلال حاصلخیز می‌دانند که غرب ایران را نیز دربرمی‌گیرد، مصرف عمده این نوع گندم در تهیه نان است و به همین دلیل آن را گندم نان می‌نامند و نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی بشر دارد (Imam, 2008; Karimi, 2020). یکی از مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین غله در سراسر جهان با ۲۱۵ میلیون هکتار سطح زیر کشت و با تولید ۷۶۵ میلیون تن در جهان، گندم می‌باشد (Anonymus, 2019). برای افزایش پیشرفت ژنتیکی در عملکرد گندم، به‌نژادگران به دنبال ژرم‌پلاسم با تنوع ژنتیکی بالا هستند، یکی از آن‌ها توده‌های بومی می‌باشد که واریته‌ها (گونه‌های) سنتی با تحمل خوب به تنش‌های زنده و غیرزنده هستند (Al-Naggar et al., 2020c). در ایران و به خصوص در کرمانشاه که جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور محسوب می‌گردد، تنش خشکی پس از گرده‌افشانی و در اواخر فصل رشد سبب نقصان چشمگیر عملکرد می‌شود؛ بنابراین، مطالعه و بررسی جنبه‌های مختلف مرتبط با خشکی در گندم که یکی از راه‌کارهای مقابله با عوارض این تنش است، بیش از پیش احساس می‌شود (Amiri et al., 2013). تنش خشکی یکی از پیچیده‌ترین تنش‌های غیرزنده در مقیاس جهانی به شمار می‌رود که رشدونمو گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و مطابق با تغییرات آب‌وهوایی و به طور شتابان در حال افزایش در مناطق خشک است (Nahas et al., 2020)، بنابراین هر گونه مطالعه‌ای مبنی بر ارزیابی اثرات آن بر روی گیاهان مختلف حایز اهمیت است. تنش آبی ممکن است

در اثر کمبود و یا کثرت آب در محیط نبات به وجود آید. کمبود آب را تنش کمبود آب و یا تنش خشکی می‌نامند که مهم‌ترین عامل محدودکننده عملکرد محصولات زراعی در اکثر نقاط جهان و ایران می‌باشد (Akbari et al., 2016). عوامل ایجاد شرایط تنش، تعادل طبیعی را تغییر داده و منجر به یک سری تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان می‌شوند که تأثیر منفی بر رشد و تولید آن‌ها دارد و در نهایت منجر به کاهش رشد و میزان عملکرد نهایی گیاه می‌شود (Guo et al., 2010). بنابراین دانشمندان همواره در تلاش بوده‌اند که مکانیسم‌های به کارگرفته‌شده به وسیله گیاه، جهت تحمل به خشکی را با استفاده از روش‌های مختلف، درک کنند و به ایجاد ارقام جدید با تحمل بیشتر نسبت به تنش خشکی منجر شوند (Farshadfar, 2018). صفاتی که منجر به افزایش تحمل به خشکی در گیاهان می‌شوند دارای اهمیت زیادی هستند؛ زیرا تحمل به خشکی تأثیر مستقیم بر امنیت غذایی میلیون‌ها انسان دارد (Tardieu, 2012). از طرفی بررسی روابط فنوتیپی و ژنوتیپی میان این صفات و همچنین نحوه توارث و نوع اثرات ژنتیکی و سود ژنتیکی انتخاب ضروری به نظر می‌رسد (Estehghari and Farshadfar, 2014). به منظور بهبود تحمل به خشکی بایستی صفات دخیل در پایداری عملکرد را شناسایی و به ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا منتقل نمود (Cativelli et al., 2008). موفقیت اصلاح گیاه، بستگی به فهم گسترده‌ی ساختمان ژنتیکی صفات مناسب دارد. ژن‌های با اثرات اصلی و ژن‌های دخیل در بیان صفات کمی، هر دو در کنترل تحمل به تنش‌ها نقش دارند. اصلاح برای مقاومت به تنش یک راه مؤثر

توسعه ارقام دارند. برآورد پیشرفت ژنتیکی در درک فعالیت ژن‌های درگیر در بیان صفات پلی‌ژنتیک مؤثر است (Khalili and Naghavi, 2018). در تحقیقی که به‌منظور برآورد پارامترهای ژنتیکی و توارث‌پذیری صفات دخیل در فرآیند فتوسنتز در توده‌های گندم وحشی *Aegilops tauschii* تحت شرایط تنش کم‌آبی انجام شد. نتایج نشان داد که پارامترهای ژنتیکی متأثر از شرایط تنش بودند به‌طوری‌که در شرایط تنش کم‌آبی میزان وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی صفات اندازه‌گیری‌شده افزایش یافت (Pour-Aboughadareh et al., 2019). در مطالعه دیگری بر روی ارزیابی تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی برای ویژگی‌های آگرومورفولوژیکی و برخی از صفات مربوط به آزمایشگاه در ۱۶ ژنوتیپ گندم دوروم در دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی، این نتیجه حاصل شد که حداکثر واریانس فنوتیپی (PCV) صفات به طور کلی در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی بالاتر از ضریب‌واریانس ژنوتیپی (GCV) بود و وراثت‌پذیری به دست آمده همراه با پیشرفت ژنتیکی بالا برای چندین صفت نشان داد که به احتمال زیاد وراثت‌پذیری ناشی از اثرات افزایشی ژن است و انتخاب ممکن است در نسل‌های اولیه برای این صفات مؤثر باشد (Heidari et al., 2020). براساس تحقیقی بر روی ارزیابی ژنتیکی صفات فیزیولوژیکی مرتبط با تحمل به خشکی در برخی از ژنوتیپ‌های گندم‌نان در شرایط دیم، این نتیجه حاصل شد که وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی بالا برای عملکرد دانه، پایداری غشا و راندمان مصرف آب مشاهده گردید که حاکی از عمل افزایشی ژن‌ها بود (Morovati et al., 2019). در پژوهشی که بر روی گندم‌نان مصری

سازگار کردن گیاهان زراعی به تنش‌های غیرزنده است (Farshadfar, 2018). انتخاب براساس صفات فیزیولوژیک، آسان و دقیق بوده و توارث‌پذیری این صفات نسبتاً بالاست. فیزیولوژیست‌ها اغلب پیشنهاد می‌کنند که شناسایی و گزینش صفات فیزیولوژی مرتبط با آب گیاه روش قابل اعتماد اصلاح برای عملکرد بالاتر است و می‌تواند یک استراتژی ارزشمند برای استفاده در اتصال با روش‌های نرمال اصلاح گیاه باشد (El Jaafari et al., 1993; Khadka et al., 2020; Blum, 2005). تنوع ژنتیکی، پایداری عملکرد و جداسازی اجزای قابل توارث و غیرقابل توارث با استفاده از پارامترهای ژنتیکی مانند میانگین، واریانس ژنوتیپی و فنوتیپی ارزیابی می‌شود (Farshadfar et al., 2014). بررسی تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی از جمله گندم برای برنامه‌های اصلاح نباتات و حفاظت از ذخایر توارثی کاربرد حمایتی دارد (Mohammadi and Prasanna, 2003). کنترل ژنتیکی اکثر صفات مهم و موردتوجه اقتصادی و به‌نژادی، پیچیده بوده و تحت تأثیر محیط و اثرمتقابل ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرند. بنابراین باید با شناخت کامل، به تجزیه و تحلیل ژنتیکی صفات مبادرت ورزید (Sharma et al., 2003). عدم وجود تنوع ژنتیکی باعث عدم کارایی روش‌های اصلاح‌نباتات شده و اتخاذ هر روش اصلاحی جهت بهبود این صفات غیرمؤثر است (Mohammadi et al., 2003). برآورد تنوع ژنتیکی در ارقام زراعی از جنبه کاربرد در برنامه‌های به‌نژادی و محافظت از منابع ژنتیکی حائز اهمیت است (Staub et al., 1996). وراثت‌پذیری به‌همراه پیشرفت ژنتیکی از پارامترهای مهم انتخاب روش اصلاحی هستند که اگر باهم استفاده شوند، کارایی بسیار بالایی در

تحت شرایط تنش شوری انجام شد، نتایج نشان داد که مقادیر وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی بالایی برای طول سنبله در شرایط مطلوب و تنش شوری مشاهده گردید. سرانجام، این نتیجه حاصل شد که عملکرد ژن غیرافزایشی نقش مهمی در کنترل صفات روز تا ۵۰ درصد پنجه‌دهی و تعداد سنبلچه در سنبله داشت. با این حال، عملکرد ژن افزایشی نقش عمده‌ای در کنترل طول سنبله داشت (Khaled et al., 2020). بنابراین هدف از این پژوهش ارزیابی تنوع ژنتیکی توده‌های مختلف گندم‌نان در شرایط دیم و آبیاری آخر فصل و همچنین انتخاب توده‌های متحمل به تنش خشکی و بررسی وراثت‌پذیری و همبستگی ژنتیکی بین عملکرد و صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک، فنولوژیک و بیوشیمیایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده در این تحقیق شامل دو رقم پیشتاز و پیشگام و ۲۳ توده (Accessions) گندم‌نان زمستانه که از این به بعد در این تحقیق به طور کلی توده نامیده می‌شوند (جدول ۱) بود، که توده‌ها از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه و جهت سهولت کار از ۱ تا ۲۵ کدگذاری شدند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در سال زراعی ۱۳۹۵ در شرایط دیم و آبیاری آخر فصل در مزرعه تحقیقاتی و آزمایشگاه‌های گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی به اجرا درآمد. موقعیت جغرافیایی و آب‌وهوایی محل اجرای آزمایش به شرح زیر می‌باشد: طول جغرافیایی (۴۷ درجه و ۹ دقیقه)، عرض جغرافیایی (۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه)، ارتفاع از سطح دریا (۱۳۱۹ متر)، میانگین بارندگی (۴۸۰-

۴۵۰ میلی‌متر)، بافت خاک (سیلتی‌رسی)، وضعیت آب‌وهوایی و وضع طبیعی (سرد معتدل، رشته‌کوه‌های زاگرس شمالی)، میانگین درجه حرارت سالیانه (۱۳/۳ درجه سلسیوس)، میزان بارندگی در سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ (۴۰۱/۵۱ میلی‌متر). هر کرت شامل پنج خط دو متری با فاصله خطوط ۲۳ سانتی‌متر و تراکم ۴۰۰ بذر در مترمربع بود. در شرایط دیم و آبیاری آخر فصل به دلیل نبود بارندگی در زمان کشت، یک آبیاری اولیه برای دو شرایط کشت صورت گرفت و اولین آبیاری پس از کاشت به‌عنوان تاریخ کشت (۹۵/۰۸/۲۴) در نظر گرفته شد، ولی بعد از آن برای شرایط دیم در تمام طول دوره رشد هیچ گونه آبیاری صورت نگرفت. درحالی‌که برای شرایط آبیاری تکمیلی در تاریخ ۲۵ اردیبهشت ماه در مرحله ۵۰ درصد سنبله‌دهی، اولین آبیاری با روش غرقابی انجام شد و مرحله دوم آبیاری در اوایل خرداد ماه بعد از سنبله‌دهی کامل و مرحله سوم در ۱۵ خرداد ماه و در مرحله شیری شدن دانه‌ها انجام شد. در طی اجرای آزمایش از هیچ‌گونه کود شیمیایی استفاده نشد و عملیات وجین به‌صورت دستی انجام گرفت. برای انجام یادداشت‌برداری از هر کرت ۵ نمونه به‌صورت تصادفی و با رعایت اثرحاشیه انتخاب شد. اندازه‌گیری صفات پس از آخرین آبیاری و در مرحله رشد دانه‌ها و باتوجه به وضعیت ظاهری توده‌های موردبررسی در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی انجام گردید. برداشت در اوایل تیر ماه ۱۳۹۶ انجام شد. صفات مورد مطالعه و نحوه اندازه‌گیری آنها در جدول ۱ ارایه شده است.

عملکرد دانه در مترمربع (GY): پس از حذف اثرحاشیه، سنبله‌های سه ردیف یک متری از هر کرت برداشت شده و خرمنکوبی گردیدند و

وزن دانه‌های به‌دست‌آمده محاسبه شد. تعداد سنبله در مترمربع (NSP): برای این منظور تمام سنبله‌های سه خط یک متری از هر کرت با رعایت اثر حاشیه شمارش و سپس تعداد سنبله در مترمربع محاسبه گردید. تعداد دانه در سنبله (NSPS): برای اندازه‌گیری این صفت پنج سنبله به‌صورت تصادفی از هر کرت انتخاب گردید و سپس تعداد دانه‌های آن‌ها شمارش شد. وزن هزاردانه (TSW): وزن هزاردانه‌ی هر ژنوتیپ با استفاده از دانه‌های برداشت‌شده از هر کرت برحسب گرم اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت سنبله (SHI): عملکرد دانه تقسیم بر عملکرد سنبله. عملکرد بیولوژیک (BY): با کف‌برکردن بوته‌ها از سطح خاک و محاسبه وزن آن صورت گرفت. شاخص برداشت (HI): این صفت مهم اقتصادی از تقسیم عملکرد دانه هر ژنوتیپ در هر تکرار بر عملکرد بیولوژیکی همان ژنوتیپ در همان تکرار محاسبه شد. عملکرد کاه (SY): عملکرد بیولوژیک منهای عملکرد سنبله. وزن هکتولیت (HW): با وزن کردن بذره‌ای داخل استوانه مدرج که حجم آن یک لیتر بود و بر حسب گرم در لیتر محاسبه شد. ارتفاع بوته (PHe): ارتفاع پنج بوته برحسب سانتی‌متر از سطح خاک تا سنبلچه‌ی انتهایی بدون درنظرگرفتن ریشک اندازه‌گیری شد. عملکرد چف (Chaff): عملکرد سنبله منهای عملکرد دانه. وزن سنبله‌ها در مترمربع (عملکرد سنبله) (SW): برای این منظور تمام سنبله‌های سه خط یک متری از هر کرت با رعایت اثر حاشیه‌ای که شمارش شده بودند، وزن شدند و سپس وزن سنبله‌ها در مترمربع محاسبه گردید. طول سنبله (SL): فاصله‌ی پایه سنبله تا سنبلچه‌ی انتهایی بدون درنظر گرفتن طول ریشک برای هر بوته برحسب سانتی‌متر

اندازه‌گیری شد. طول پدانکل (PL): فاصله‌ی پایه سنبله تا اولین گره برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. طول اکستراژن (XL): فاصله‌ی پایه سنبله تا یقه برگ‌پرچم برحسب سانتی‌متر برای پنج بوته محاسبه شد. طول پنالتی‌میت (PML): فاصله‌ی اولین گره تا دومین گره برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. طول سایر میانگره‌ها (OIL): ارتفاع بوته منهای مجموع طول پدانکل، پنالتی‌میت و سنبله. تراکم سنبله (SD): در این روش برای هر توده در هر کرت و در هر تکرار به‌طور تصادفی پنج سنبله انتخاب شد. سپس طول هر سنبله و تعداد دانه در هر سنبله برای هر توده در هر کرت محاسبه و با استفاده از فرمول $(10 \times (\text{طول سنبله} / \text{تعداد دانه در سنبله}))$ تراکم هر سنبله برای ده سانتی‌متر از طول سنبله به‌دست‌آمد. وزن خشک سنبله (SDW)، وزن دانه در سنبله (SGW) و وزن خشک ساقه (StW): به ترتیب با شمارش و وزن نمودن تصادفی پنج سنبله و سپس وزن نمودن ساقه‌های همان پنج بوته در هر کرت محاسبه شد. تعداد سنبلچه زایا و نازا (NPS و NNPS): به‌ترتیب با شمارش تعداد سنبلچه‌های بارور و نابارور پنج سنبله تصادفی انجام شد. تعداد سنبلچه در سنبله (NSS): با شمارش مجموع سنبلچه‌های زایا و نازا مربوط به پنج سنبله تصادفی انجام شد. تعداد روز تا بوتینگ (DB): فاصله‌ی زمانی از کاشت (اولین آبیاری) که به‌عنوان تاریخ کاشت درنظر گرفته‌شد، تا ۵۰ درصد بوته‌ها وارد مرحله شکم‌خوش شده باشند، محاسبه شد. روز تا سنبله‌دهی (DAS): فاصله‌ی زمانی از کاشت (اولین آبیاری) که به‌عنوان تاریخ کاشت درنظر گرفته‌شد، تا ۵۰ درصد بوته‌ها به سنبله رفته باشند، محاسبه شد. روز تا گلدهی (DF): فاصله‌ی زمانی از کاشت (اولین آبیاری) که

برگ‌پرچم از روش ایگرت و توینی (Egert and Tevini, 2002) صورت گرفت. برای به‌دست‌آوردن میزان آب مورد استفاده در شرایط آبی از سرریزمثلی استفاده شد که ارتفاع آب مورد استفاده برای آبیاری و مدت زمان آبیاری از طریق این وسیله به‌دست آمد و سپس در فرمول‌های مربوطه قرار گرفت و میزان آب آبیاری به‌دست آمد. در نهایت میزان آب آبیاری با آب حاصل از بارندگی جمع شد تا حجم کل آب مصرفی به‌دست آید. برای اندازه‌گیری محتوی کلرفیل و کاروتنوئید از روش لیچنتن‌تالر و ولبرن (Lichtenthaler and Welburn, 1983) استفاده شد و جذب در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۶ و ۴۷۰ nm با استفاده از دستگاه الایزا (Powerwave Bio Tek XS2) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سرعت فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی عصاره‌گیری به روش رامچاندرا و همکاران (Ramachandra Raddy et al., 2004) صورت گرفت و همین‌طور به‌منظور اندازه‌گیری سرعت فعالیت هر یک از آنزیم‌ها از دستگاه الایزا (Bio Tek Powerwave XS2) استفاده شد. سرعت فعالیت آنزیم پراکسیداز (POD) از روش چانس و ماهلی (Chance and Maehly, 1995) با اندکی تغییرات استفاده شد. اندازه‌گیری براساس میزان اکسیدشدن گوایکول توسط این آنزیم انجام گرفت و جذب در طول موج ۴۷۰ nm سرعت فعالیت آنزیم سوپراکسیدسموتاز (SOD) از روش بیچامپ و فریدویچ (Beauchamp and Fridovich, 1971) استفاده شد. اندازه‌گیری براساس توانایی آنزیم SOD در متوقف کردن احیاء فتوشیمیایی نیتروبولوتترازولیوم (NBT) توسط رادیکال‌های سوپراکسید در حضور ریوفلاوین در نور صورت می‌گیرد و جذب در طول موج ۵۶۰

به‌عنوان تاریخ کاشت در نظر گرفته‌شد، تا ۵۰ درصد گلدهی محاسبه شد. روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (DPM): فاصله‌ی زمانی از کاشت (اولین آبیاری) که به‌عنوان تاریخ کاشت در نظر گرفته‌شد، تا رسیدن فیزیولوژیک دانه که دیگر ماده‌ای به وزن خشک دانه اضافه نمی‌شود، برای هر توده در هر تکرار محاسبه شد. دوره پرشدن دانه (SFP): فاصله‌ی زمانی بین ۵۰٪ ظهور بساک‌ها در سنبله (۵۰ درصد گرده‌افشانی) تا رسیدن فیزیولوژیک دانه به‌عنوان دوره پرشدن دانه لحاظ شد. سرعت پرشدن دانه (RFS): از طریق تقسیم عملکرد دانه بر حسب گرم بر طول دوره پرشدن دانه (گرم/روز) محاسبه گردید. سرعت رشد رویشی (RVS): از تقسیم‌نمودن عملکرد بیولوژیک بر زمان رسیدگی فیزیولوژیک (گرم/روز) به‌دست‌آمد. اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک محتوی آب نسبی برگ (RWC) بارس (Barrs, 1968)، کمبود آب اشباع (WSD) بارس (Barrs, 1968)، میزان آب نسبی ازدست‌رفته (RWL) بارس (Barrs, 1968)، میزان آب نگهداری‌شده در برگ‌های بریده‌شده (ELWR) کلارک و مک‌کایگ (Clarke and Mccaig, 1982) آب ازدست‌رفته در برگ‌های بریده‌شده (ELWL) مانت و همکاران (Manette et al., 1988)، آب حفظ‌شده برگ (RWP) هاشمی‌نسب (Hashemi Nasab, 2011)، محتوی آب برگ (LWC) کلارک و مک‌کایگ (Clarke and Mccaig, 1982)، محتوی آب اولیه (IWC) کلارک و مک‌کایگ (Clarke and Mccaig, 1982) راندمان مصرف آب (WUE) رایت و همکاران (Wright et al., 1995) و کارایی تبخیر و تعرق (ETE) رایت و همکاران (Wright et al., 1995) در مرحله‌ی گل‌دهی، با استفاده از

لون (Levene, 1960) همگنی واریانس خطاهای آزمایشی مورد بررسی قرار گرفت. تنوع موجود در یک جمعیت را می‌توان از روش‌های مختلفی از جمله: اندازه‌گیری ساده تنوع، تجزیه اجزاء واریانس، استفاده از آماره D^2 ، تجزیه متروگلیف و نشانگرهای مولکولی ارزیابی کرد. در اینجا از روش تجزیه اجزاء واریانس برای ارزیابی تنوع استفاده شد که شامل، برآورد واریانس محیطی، ژنوتیپی و فنوتیپی می‌باشد، که از این واریانس‌ها برای برآورد ضریب تنوع استفاده می‌شود. برای برآورد وراثت‌پذیری عمومی از فرمول کرسی و پونی (Kearsey and Pooni, 1996) و نرم‌افزار SAS برنامه GLM آنالیز MANOVA استفاده شد. ضریب همبستگی ژنتیکی با استفاده از واریانس‌ها و کوواریانس‌های ژنتیکی از طریق فرمول‌های ارائه شده توسط میلر و همکاران (Miller et al., 1958) محاسبه گردید. روابط استفاده شده به‌منظور برآورد پارامترهای ژنتیکی به شرح زیر می‌باشند:

$$\delta_e^2 = MSe \quad \text{رابطه ۱ (واریانس محیطی)}$$

$$\delta_p^2 = \delta_g^2 + \frac{\delta_e^2}{r} \quad \text{رابطه ۲ (واریانس فنوتیپی)}$$

$$\delta_g^2 = \frac{MSG - MSe}{r} \quad \text{رابطه ۳ (واریانس ژنوتیپی)}$$

$$h_{b.s}^2 = \frac{\delta_g^2}{\delta_p^2} \quad \text{رابطه ۴ (وراثت‌پذیری عمومی)}$$

$$PCV = \frac{\sqrt{p}}{\bar{X}} \cdot 100 \quad \text{رابطه ۵ (ضریب تنوع فنوتیپی)}$$

$$GCV = \frac{\sqrt{g}}{\bar{X}} \cdot 100 \quad \text{رابطه ۶ (ضریب تنوع ژنوتیپی)}$$

$$ECV = \frac{\sqrt{e}}{\bar{X}} \cdot 100 \quad \text{رابطه ۷ (ضریب تنوع محیطی)}$$

$$GG = \frac{\left(\left(2.06 \cdot \frac{\delta_g^2}{\sqrt{\delta_p^2}} \right) \cdot 100 \right)}{\bar{X}} \quad \text{رابطه ۸ (سود ژنتیکی)}$$

nm سرعت فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) با استفاده از روش سینه‌ها (Sinha, 1972) با اندکی تغییرات صورت گرفت. در این روش از واکنش کاهشی دی‌کرومات‌پتاسیم محلول در اسیداستیک به کرومیک‌استات و تشکیل پرکرومیک‌اسید سبز رنگ در حضور هیدروژن‌پراکسید و حرارت استفاده شد و جذب در طول موج ۵۷۰ nm سرعت فعالیت آنزیم آسکوربیک پراکسیداز (APX) از روش ناکانو و آسادا (Nakano and Asada, 1981) استفاده شد و جذب در طول موج ۲۹۰ nm برای تعیین غلظت پروتئین محلول از روش برادفورد (Bradford, 1976) استفاده شد و جذب در طول موج ۵۹۵ nm انجام شد. سپس با توجه به مقادیر جذب نوری و غلظت‌های محلول ذخیره‌ی پروتئین، منحنی استاندارد رسم گردید و محتوی پروتئین محلول محاسبه شد. برای اندازه‌گیری پراکسیداسیون لیپیدهای غشا (MDA) از روش هیث و پیکر (Heath and Packer, 1968) استفاده شد و جذب در طول موج ۵۳۲ nm صورت گرفت. جذب بقیه رنگیزه‌های غیراختصاصی در ۶۰۰ nm تعیین و از مقدار حاصل کسر گردید. برای اندازه‌گیری غلظت پرولین از روش بیتس و همکاران (Bates et al., 1973) استفاده شد و جذب در طول موج ۵۲۰ nm انجام شد. سپس با توجه به مقادیر جذب نوری و غلظت‌های محلول ذخیره، منحنی استاندارد رسم گردید و پرولین محاسبه شد. به‌منظور انجام تجزیه‌های آماری در ابتدا آزمون کلموگروف-اسمیرنوف (kmogorov-Smirnov) برای بررسی نرمال‌بودن، چولگی و کشیدگی داده‌های محیط-های آزمایشی استفاده گردید. جهت اطلاع از وضعیت توزیع و ماهیت داده‌های موجود با استفاده از آزمون‌های بارتلت (Bartlett, 1937) و

$$\text{رابطه ۹ (وراثت‌پذیری توأم)} \quad c - h_{bs}^2 = \frac{\delta_{G1,2}}{\delta_{P1,2}}$$

در روابط بالا V_g واریانس ژنوتیپی، V_e واریانس محیطی، V_p واریانس فنوتیپی، MSe میانگین مربعات خطای آزمایش و MSg میانگین مربعات ژنوتیپ‌ها می‌باشد. همچنین، ضریب تغییرات فنوتیپی (PCV)، ضریب تغییرات ژنوتیپی (GCV) و ضریب تغییرات محیطی (ECV) به‌صورت نسبت انحراف معیار فنوتیپی و ژنوتیپی به میانگین صفات محاسبه شدند (Farshadfar, 2010).

نتایج و بحث

بررسی جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که در شرایط آبیاری آخر فصل برای اکثر صفات زراعی به‌جز وزن هکتولیت‌تر، تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد بیولوژیک، عملکرد چف و عملکرد کاه و در شرایط دیم برای تمامی صفات به‌استثنای تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد بیولوژیک و عملکرد کاه بین توده‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد وجود داشت. نقوی و همکاران (Naghavi et al., 2016) گزارش کردند که بین ارقام گندم بهاره از نظر صفات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و زراعی، تنوع معنی‌داری وجود داشت. تنش باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، اجزای عملکرد، ارتفاع و سایر خصوصیات مورفولوژیک گردید. جوکار و همکاران (Jowkar et al., 2020) در ارزیابی صفات مورفوفیزیولوژیک و شاخص‌های تحمل به خشکی در ۱۲ لاین پیشرفته گندم دوروم در شرایط آبیاری تکمیلی و بدون آبیاری به این نتیجه رسیدند که اکثر صفات موردبررسی در لاین‌ها واکنش متفاوتی به شرایط

آبیاری تکمیلی و بدون آبیاری نشان دادند و با نتایج این پژوهش مطابقت داشت.

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) در شرایط دیم نشان داد که برای صفات فیزیولوژیک RWP و WUE اختلاف معنی‌داری بین توده‌های گندم مورد مطالعه در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد وجود داشت. در شرایط آبیاری آخر فصل نیز همه صفات به‌جز $ELWR$ ، $ELWL$ ، LWL ، LWC ، IWC ، $Chl\ a$ ، $Chl\ b$ ، $Chl\ T$ و Car اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد نشان دادند. پورابوقداره و همکاران (Pour-Aboughadareh et al., 2020) در ارزیابی پارامترهای فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم در مرحله گیاهچه در طول تنش آبی ناشی از پلی‌اتیلن‌گلیکول گزارش نمودند که تفاوت‌های معنی‌داری در پارامترهای اندازه‌گیری‌شده در بین ژنوتیپ‌های گندم دوروم در پاسخ به تنش آبی ناشی از PEG مشاهده شد. کریمی دستگردی و همکاران (Karimi dastgerdi et al., 2020) وجود تنوع معنی‌دار برای ژنوتیپ‌های گندم از نظر صفات فیزیولوژیکی گزارش کردند. بررسی تجزیه واریانس بین نمونه‌های گندم مورد مطالعه در شرایط دیم و آبیاری آخر فصل برای همه صفات فیزیولوژیکی به‌جز سرعت رشد رویشی اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد نشان داده شد (جدول ۴). اشرفی و همکاران (Ashrafi-Parchin et al., 2011) در بررسی صفات فیزیولوژیک ۳۰ ژنوتیپ گندم، نتایج مشابه با این تحقیق گزارش کردند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی نشان داد که (جدول ۵) از نظر تمامی آنزیم‌ها در شرایط دیم و آبیاری آخر فصل تفاوت

آخر فصل (جدول ۶) نشان داد که بین عملکرد دانه در مترمربع با وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد سنبله، شاخص برداشت سنبله، ارتفاع گیاه، طول پدانکل، طول پنالتی‌میت، تعداد سنبلچه زایا، تعداد سنبلچه در سنبله، وزن خشک سنبله، وزن خشک ساقه، وزن دانه در سنبله، شاخص برداشت، محتوی آب نسبی برگ، راندمان مصرف آب و سرعت پرشدن دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت و همچنین با تعداد سنبلچه نازا، کمبود آب اشباع، تعداد روز تا سنبله‌دهی و محتوی پروتئین محلول همبستگی منفی و معنی‌دار وجود داشت. برآورد ضرایب همبستگی ژنتیکی بین صفات مورد مطالعه در شرایط دیم (جدول ۶) نشان داد که بین عملکرد دانه در مترمربع با وزن هزاردانه، عملکرد سنبله، عملکرد چف، شاخص برداشت سنبله، ارتفاع گیاه، طول اکستراژن، طول پدانکل، طول پنالتی‌میت، تعداد سنبلچه زایا، تعداد سنبلچه در سنبله، وزن خشک سنبله، وزن خشک ساقه، وزن دانه در سنبله، شاخص برداشت، راندمان مصرف آب، دوره پرشدن دانه، سرعت پرشدن دانه، فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و آسکوربیک پراکسیداز همبستگی مثبت و معنی‌دار و با وزن هکتولتر، تعداد سنبلچه نازا، تعداد روز تا سنبله‌دهی و روز تا گلدهی همبستگی منفی و معنی‌داری وجود داشت. در نهایت می‌توان گفت که برآورد ضرایب همبستگی ژنتیکی مثبت و معنی‌دار بزرگ‌تر برای صفات، نسبت به همبستگی فنوتیپی می‌تواند بیان‌گر ارتباط ژنتیکی نزدیک و قوی بین هر جفت صفت باشد که با نتایج گومز و کورونادو (Gomez-Coronado *et al.*, 2016) مطابقت داشت و حاکی از این است که امکان اصلاح همزمان این صفات در برنامه‌های اصلاحی

معنی‌داری بین نمونه‌های گندم مورد مطالعه در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد وجود داشت. براساس وجود اختلاف معنی‌دار از نظر تمامی صفات مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که توده‌های مورد بررسی دارای تنوع ژنتیکی مناسبی بوده و امکان انتخاب ارقام برتر براساس صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، فنولوژیکی و بیوشیمیایی در شرایط دیم و آبیاری آخر فصل وجود دارد. ساعد موجشی و همکاران (Saed- Moucheshi *et al.*, 2019) در مطالعه تعیین میزان ارتباط صفات بیوشیمیایی با عملکرد دانه تریتیکاله در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی به این نتیجه دست یافتند که محتوای پرولین، MDH، H_2O_2 و پروتئین و همچنین فعالیت‌های آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان به‌طور قابل‌توجهی در پاسخ به تنش خشکی افزایش یافته است که در تطابق با نتایج این پژوهش است.

هدف از محاسبه ضرایب همبستگی ژنتیکی، بررسی روابط در شرایطی است که عوامل محیطی دخالتی ندارند. گزینش عملکرد به‌تنهایی به‌علت کمی و پیچیده‌بودن این صفت و تأثیر بسیار زیاد محیط بر آن معمولاً به نتایج ثمربخشی منتهی نمی‌شود. لذا انتخاب صفات مرتبط و همراه با تأثیر مثبت بر عملکرد، می‌تواند به گزینش ژنوتیپ‌های ایده‌آل کمک شایانی کند (Estehghari and Farshadfar, 2014). به‌این‌ترتیب همبستگی بین صفات مختلف و عملکرد از دیدگاه پیوستگی و پلیوتروپی بین صفات مورد بررسی قرار خواهد گرفت. همبستگی‌های ژنتیکی یا مطلوبند یا نامطلوب. علامت مثبت و منفی همیشه نشانه خوبی از مطلوبیت نیست. برآورد ضرایب همبستگی ژنتیکی بین صفاتی که تنوع ژنتیکی معنی‌داری با عملکرد داشتند، در شرایط آبیاری

وجود دارد. برهمن اساس در یک جمع‌بندی کلی صفاتی که بیش‌ترین همبستگی ژنتیکی با عملکرد داشتند برای انتخاب همزمان با عملکرد دانه اهمیت بیشتری نسبت به دیگر صفات داشتند. گزارش شده است اگر همبستگی ژنوتیپی (r_g) در مقایسه با همبستگی فنوتیپی (r_p) بالاتر باشد نشان‌دهنده ارتباط ژنتیکی بیشتر بین صفات می‌باشد (Ahmed et al., 2020).

پارامترهای ژنتیکی برای صفاتی برآورد شد که در توده‌های مورد مطالعه دارای تنوع ژنتیکی معنی‌دار بودند (با توجه به تجزیه واریانس) و برهمن اساس، برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات زراعی (جدول ۷) در شرایط آبیاری آخر فصل نشان داد که صفت عملکرد دانه در مترمربع میزان ضریب تغییرات فنوتیپی بالایی (۲۶/۶۸٪) داشت که بیش‌ترین مقدار آن را تنوع ژنتیکی (۲۰/۷۴٪) تشکیل می‌داد، این موضوع بیانگر تأثیر بالای ژنوتیپ بر روی این صفت است. همچنین این صفت از میزان وراثت‌پذیری عمومی بالایی با مقدار ۰/۶۰ برخوردار بود. میزان سودژنتیکی این صفت نیز بالا بود و مقدار آن ۳۳/۲۰ است. براین اساس می‌توان گفت که به احتمال زیاد این صفت به انتخاب پاسخ دهد، چون وراثت‌پذیری بالایی دارد، از سودژنتیکی بالایی برخوردار است و همچنین سهم واریانس ژنتیکی در تنوع بالا بود. که با نتایج امیری و همکاران (Amiri et al., 2013) بر روی گندم نان مطابقت داشت. صفت وزن هزاردانه میزان ضریب تغییرات فنوتیپی متوسطی (۱۴/۱۵٪) داشت که بیشتر آن را ضریب تغییرات ژنتیکی (۱۳/۲۱٪) تشکیل می‌داد. میزان وراثت‌پذیری عمومی و توأم در آن زیاد و مقادیر آن‌ها به ترتیب ۰/۸۷ و ۰/۹۴ بود، از طرفی از میزان سودژنتیکی بالایی ۲۵/۴۰ نیز برخوردار بود

و سهم واریانس ژنتیکی در تنوع آن نیز بالا بود و احتمال می‌رود که این صفت نیز به انتخاب پاسخ دهد. صفت عملکرد سنبله میزان ضریب تغییرات فنوتیپی بالایی (۲۴٪) داشت که بیشتر آن را ضریب تغییرات محیطی (۱۸/۷۷٪) تشکیل می‌داد. میزان وراثت‌پذیری عمومی برای این صفت ۰/۳۹، میزان وراثت‌پذیری توأم این صفت با عملکرد دانه ۰/۵۲ و میزان سود ژنتیکی آن ۱۹/۲۱ می‌باشد. براساس این مقادیر می‌توان گفت که انتخاب برای اصلاح این صفت نیز مؤثر می‌باشد. صفت وزن دانه در سنبله میزان ضریب تغییرات فنوتیپی بالایی (۲۳/۴۰٪) داشت که میزان ضریب تغییرات محیطی در آن مقداری بیشتر از ژنتیکی بود و از نظر پارامترهای وراثت‌پذیری عمومی با مقدار ۰/۴۹، وراثت‌پذیری توأم با میزان ۱/۰۹ و سودژنتیکی ۲۳/۵۱ در سطح بالایی قرار داشت و احتمال می‌رود انتخاب روش اصلاحی مطلوب باشد. صفت تراکم سنبله میزان ضریب تغییرات فنوتیپی متوسط به بالایی (۱۸/۶۴٪) داشت که بیشتر آن را ضریب تغییرات ژنتیکی (۱۳/۳۶٪) تشکیل می‌داد. میزان وراثت‌پذیری عمومی متوسط به بالا (۰/۵۱) و وراثت‌پذیری توأم در آن بسیار بالا (۳۶/۰۳) بود، از طرفی از میزان سودژنتیکی بالایی ۱۹/۷۳ برخوردار بود و احتمال می‌رود که این صفت نیز به انتخاب پاسخ دهد. صفت شاخص برداشت میزان ضریب تغییرات فنوتیپی بالایی (۲۱/۶۳٪) داشت که ضریب تغییرات محیطی در آن مقداری بیشتر از ژنتیکی بود، میزان وراثت‌پذیری عمومی برای این صفت ۰/۵۰، میزان وراثت‌پذیری توأم این صفت با عملکرد دانه ۰/۸۱ و میزان سودژنتیکی آن ۲۲/۱۱ می‌باشد و احتمالاً این صفت نیز به انتخاب پاسخ دهد؛ که از لحاظ صفات

که احتمال می‌رود انتخاب دوره‌ای برای اصلاح این صفت مطلوب باشد.

برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات بیوشیمیایی (جدول ۱۰) در شرایط آبیاری آخر فصل نشان داد که صفت فعالیت آنزیم کاتالاز بالاترین ضریب تغییرات فنوتیپی ($0.65/13$) را داشت و بیشترین مقدار آن را تنوع ژنتیکی ($0.65/0.2$) تشکیل می‌داد که بیانگر تأثیر بالای ژنوتیپ روی این صفت بود، همچنین از میزان وراثت‌پذیری عمومی بالایی با مقدار ۱ برخوردار بود. در ضمن بیشترین میزان سودژنتیکی نیز مربوط به این صفت با مقدار $133/70$ بود. صفت فعالیت آنزیم آسکوربیک پراکسیداز نیز میزان تنوع زیادی داشت و مقدار ضریب تغییرات فنوتیپی در آن ($0.40/38$) بود و ضریب تغییرات ژنتیکی در آن بالاتر از محیطی بود، این صفت از میزان وراثت‌پذیری عمومی و توأم بالایی با مقادیر $0/97$ و $0/87$ برخوردار بود، در ضمن میزان سودژنتیکی این صفت بالا و مقدار آن $80/39$ بود، همچنین سهم واریانس ژنتیکی در تنوع این صفت نیز بالا بود. صفت پرولین میزان ضریب تغییرات فنوتیپی بالایی ($0.41/25$) داشت که بیشتر آن را ضریب تغییرات ژنتیکی ($0.40/82$) تشکیل می‌داد، میزان وراثت‌پذیری عمومی و توأم در آن زیاد و مقادیر آن‌ها به ترتیب $0/98$ و $1/07$ بود، از طرفی از میزان سودژنتیکی بالایی $83/19$ نیز برخوردار بود. براین اساس می‌توان گفت که به احتمال زیاد این صفات به انتخاب پاسخ دهند، چون وراثت‌پذیری بالایی دارند و از سودژنتیکی بالایی نیز برخوردار هستند. در ضمن این سه صفت نیز سهم واریانس ژنتیکی در تنوع بالایی داشتند.

برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات زراعی در شرایط دیم (جدول ۱۱) نشان داد که

عملکرد دانه، وزن هزاردانه و شاخص برداشت با نظر چودری و خالیک (Chowdhry and Khaliq, 1992) در رابطه با گندم‌نان مطابقت داشت.

برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات فیزیولوژیک (جدول ۸) در شرایط آبیاری آخر فصل نشان داد که صفات آب حفظ‌شده برگ و راندمان مصرف آب، میزان تنوع زیادی داشتند که در این صفات ضریب تغییرات فنوتیپی به ترتیب $0.29/75$ و $0.27/0.4$ بودند که بیشتر آن را ضریب تغییرات ژنتیکی به ترتیب $0.26/64$ و $0.20/62$ تشکیل می‌دادند و این بیانگر تأثیر بالای ژنوتیپ روی این صفات بود. میزان پارامترهای وراثت‌پذیری عمومی، وراثت‌پذیری توأم و سودژنتیکی در صفت آب حفظ‌شده برگ به ترتیب $0/80$ ، $1/47$ و $49/14$ و همچنین در صفت راندمان مصرف آب به ترتیب $0/58$ ، $0/61$ و $32/39$ بودند و به احتمال زیاد روش اصلاحی مناسب برای این صفات انتخاب باشد. در ضمن در مورد صفت آب حفظ‌شده برگ، سهم واریانس ژنتیکی در تنوع نیز بالا بود.

برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات فنولوژیک (جدول ۹) در شرایط آبیاری آخر فصل نشان داد که صفت سرعت پرشدن دانه میزان ضریب تغییرات فنوتیپی بالایی ($0.24/27$) داشت که بیشترین مقدار آن را تنوع محیطی ($0.20/74$) تشکیل می‌داد که بیانگر تأثیر بالای محیط در این صفت بود، همچنین از میزان وراثت‌پذیری عمومی پایین ($0/27$) و توأم متوسط به بالا ($0/60$) برخوردار بود. میزان سودژنتیکی این صفت نیز $13/47$ بود، که با نظر چودری و خالیک (Chowdhry and Khaliq, 1992) در رابطه با گندم‌نان مطابقت داشت. براین اساس می‌توان گفت

صفت عملکرد دانه در مترمربع ضریب تغییرات فنوتیپی بالایی (۰/۲۸/۰۸) داشت که بیشتر آن را ضریب تغییرات محیطی تشکیل می‌داد و همچنین از نظر پارامترهای وراثت‌پذیری عمومی و سودژنتیکی با داشتن مقادیر ۰/۲۸ و ۱۶/۰۸ در سطح متوسطی قرار داشت و احتمال می‌رود انتخاب برای اصلاح این صفت در شرایط دیم دشوار باشد. ممکن است انتخاب دوره‌ای روش اصلاحی مطلوبی برای این صفت باشد. صفت عملکرد چف میزان تنوع فنوتیپی بالایی (۰/۲۸/۴۸) داشت که میزان ضریب تغییرات محیطی در آن بالاتر از ژنتیکی بود و همچنین وراثت‌پذیری عمومی در این صفت ۰/۲۳، وراثت‌پذیری توأم ۰/۴۴ و سودژنتیکی برای این صفت ۱۳/۷۰ و در سطح متوسطی بود و احتمالاً روش انتخاب دوره‌ای برای اصلاح این صفت مطلوب باشد. صفت طول اکستراژن دارای میزان تنوع فنوتیپی بسیار بالایی (۰/۳۹/۷۸) بود و بیشترین میزان آن را ضریب تغییرات ژنتیکی (۰/۲۸/۷۰) تشکیل می‌داد، میزان وراثت‌پذیری عمومی ۰/۵۲، وراثت‌پذیری توأم ۰/۶۲ و از سودژنتیکی بسیار بالایی ۴۲/۶۶ برخوردار بود و همچنین سهم واریانس ژنتیکی در تنوع آن نیز بالا بود و احتمال می‌رود این صفت به انتخاب پاسخ دهد، چون از وراثت‌پذیری و سودژنتیکی بالایی برخوردار بوده و میزان واریانس ژنتیکی در تنوع آن نیز بالا بود. صفت وزن هزاردانه میزان تنوع فنوتیپی متوسطی (۰/۱۲/۲۹) داشت که بیش‌ترین میزان آن را تنوع ژنتیکی (۰/۱۰/۷۵) تشکیل می‌داد. میزان سودژنتیکی (۱۹/۳۹)، وراثت‌پذیری عمومی (۰/۷۷) و وراثت‌پذیری توأم (۰/۹۴) در آن بالا بود و براین‌اساس می‌توان گفت که احتمالاً این صفت به انتخاب پاسخ دهد، چون

وراثت‌پذیری بالایی دارد، از سودژنتیکی بالایی نیز برخوردار است و همچنین سهم واریانس ژنتیکی در تنوع آن نیز بالا بود. صفت وزن دانه در سنبله میزان ضریب تغییرات فنوتیپی بالایی (۰/۲۱/۴۰) داشت که میزان ضریب تغییرات محیطی در آن بیشتر از ژنتیکی بود و پارامترهای وراثت‌پذیری عمومی با مقدار ۰/۲۵، وراثت‌پذیری توأم با میزان ۱/۶۷ و از سودژنتیکی ۱۱/۰۲ برخوردار بود و احتمال می‌رود انتخاب روش اصلاحی مطلوب باشد. صفت شاخص برداشت میزان ضریب تغییرات فنوتیپی بالایی (۰/۱۷/۳۴) داشت که ضریب تغییرات محیطی در آن بیشتر از ژنتیکی بود، میزان وراثت‌پذیری عمومی برای این صفت ۰/۳۷، میزان وراثت‌پذیری توأم این صفت با عملکرد دانه ۰/۵۹ و میزان سودژنتیکی آن ۱۳/۲۰ می‌باشد و احتمالاً این صفت نیز به انتخاب پاسخ دهد.

برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات فیزیولوژیک در شرایط دیم (جدول ۱۲) نشان داد که صفت آب حفظ‌شده برگ از میزان ضریب تغییرات فنوتیپی بالایی (۰/۲۶/۸۵) برخوردار بود که سهم ضریب تغییرات ژنتیکی در آن بالا (۲۳/۷۰) بود و این موضوع بیانگر تأثیر بالای ژنتیک بر روی این صفت بود، از نظر پارامترهای وراثت‌پذیری عمومی (۰/۷۸)، وراثت‌پذیری توأم (۱/۹۸) و سودژنتیکی (۴۳/۱۰) در سطح بالایی قرار داشت. همچنین سهم واریانس ژنتیکی در تنوع آن نیز بالا بود و به احتمال زیاد این صفت به انتخاب پاسخ دهد. صفت کارایی مصرف آب، تنوع فنوتیپی بالایی (۰/۲۶/۷۳) داشت که میزان ضریب تغییرات محیطی در آن بالاتر از ژنتیکی بود، از نظر پارامترهای ژنتیکی وراثت‌پذیری عمومی (۰/۲۴)، وراثت‌پذیری توأم (۰/۲۶) و سود ژنتیکی

(۱۳/۱۱) در سطح متوسطی قرار داشت و احتمال می‌رود انتخاب دوره‌ای برای اصلاح این صفت مطلوب باشد.

برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات فنولوژیک در شرایط دیم (جدول ۱۳) نشان داد که صفت سرعت پرشدن دانه از میزان ضریب تغییرات فنوتیپی بالایی (۲۴/۷۰٪) برخوردار بود که بیشتر این تنوع شامل تنوع محیطی (۱۸/۶۱٪) بود که بیانگر تأثیر بالای محیط بر روی این صفت بود، میزان وراثت‌پذیری عمومی (۰/۴۳) و توأم (۰/۵۳) این صفت متوسط به بالا و سودژنتیکی (۲۱/۹۸) بالایی داشت و احتمال می‌رود این صفت نیز به انتخاب پاسخ دهد.

برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات بیوشیمیایی در شرایط دیم (جدول ۱۴) نشان داد که صفت فعالیت آنزیم کاتالاز بالاترین ضریب تغییرات فنوتیپی (۴۵/۴۶٪) را دارا بود که بیشترین سهم آن را ضریب تغییرات ژنتیکی (۴۵/۰۷٪) تشکیل می‌داد و این بیانگر تأثیر بالای ژنتیک در این صفت می‌باشد، این صفت همچنین از میزان وراثت‌پذیری عمومی و توأم بالایی با مقادیر به ترتیب ۰/۹۸ و ۱/۰۱ برخوردار بود. در ضمن بیشترین میزان سودژنتیکی نیز مربوط به این صفت می‌باشد و مقدار آن ۹۲/۰۲ است، براین اساس می‌توان گفت که به احتمال زیاد این صفت به انتخاب پاسخ دهد، چون وراثت‌پذیری بالایی دارد و از سودژنتیکی بالایی نیز برخوردار است. صفت فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز میزان ضریب تغییرات فنوتیپی بالایی (۴۳/۷۹٪) داشت که بیشتر آن را ضریب تغییرات ژنتیکی (۴۳/۷۲٪) تشکیل می‌داد. میزان وراثت‌پذیری عمومی و توأم در آن زیاد و مقادیر آن‌ها به ترتیب ۱ و ۱/۰۲ بود، از طرفی از میزان سودژنتیکی

بالایی ۸۹/۹۱ نیز برخوردار بود و احتمال می‌رود که این صفت نیز به انتخاب پاسخ دهد. صفت فعالیت آنزیم آسکوربیک پراکسیداز میزان تنوع زیادی داشت و مقدار تنوع فنوتیپی در آن (۳۳/۷۹٪) بود که میزان ضریب تغییرات ژنتیکی در آن (۳۳/۳۰٪) بالاتر از محیطی بود و این موضوع بیانگر تأثیر بالای ژنتیک در این صفت می‌باشد. این صفت از میزان وراثت‌پذیری عمومی و توأم بالایی با مقادیر ۰/۹۷ و ۰/۹۴ برخوردار بود، در ضمن میزان سودژنتیکی این صفت نیز بالا و مقدار آن ۶۷/۶۲ بود، براین اساس می‌توان گفت که به احتمال زیاد این صفت به انتخاب پاسخ دهد، چون وراثت‌پذیری بالایی دارد، از سود ژنتیکی بالایی برخوردار است و همچنین سهم واریانس ژنتیکی در تنوع آن نیز بالا بود. صفت پرولین میزان ضریب تغییرات فنوتیپی بالایی (۳۰/۷۹٪) داشت که بیشتر آن را ضریب تغییرات ژنتیکی (۳۰/۷۵٪) تشکیل می‌داد. میزان وراثت‌پذیری عمومی برای این صفت بالا (۱)، میزان وراثت‌پذیری توأم این صفت با عملکرد دانه ۰/۹۶ و میزان سودژنتیکی آن ۶۳/۲۸ می‌باشد. براساس این مقادیر می‌توان گفت که انتخاب برای اصلاح این صفت نیز مؤثر می‌باشد. در ضمن این چهار صفت نیز سهم واریانس ژنتیکی در تنوع بالایی داشتند.

در نتیجه می‌توان گفت مقادیر ضریب تغییرات فنوتیپی بزرگ‌تر از مقادیر ضریب تغییرات ژنوتیپی در هر دو شرایط در صفات مورد مطالعه بود، از طرفی در برخی صفات تفاوت بین ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی ناچیز بود و این بیانگر رابطه نزدیک بین ژنوتیپ و فنوتیپ بوده و نشانگر تأثیر اندک محیط روی این صفات بود که با نتایج امیری و همکاران (Amiri, 2019) و

مردانی و همکاران (Mardani *et al.*, 2018) مطابقت داشت. بنابراین اگر بخش قابل توجهی از تنوع فنوتیپی، ژنتیکی باشد، نشان‌دهنده این است که اثر محیط بر روی ظهور این صفت کم بوده، اگر سهم ضریب تغییرات ژنتیکی کم باشد، بدان معناست که تنوع حاصل فقط به علت ژنوتیپ‌ها نبوده بلکه به علت اثرات محیط نیز می‌باشد، اگر ضریب تغییرات محیطی بیشتر از ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی باشد، نشان می‌دهد که محیط، نقش عمده‌ای در ظهور این صفت دارد، اگر مقدار وراثت‌پذیری عمومی زیاد باشد، نشان‌دهنده این است که گرچه صفت کم‌تر تحت تأثیر اثرات محیطی است، اما برای اصلاح چنین صفتی مفید نیست زیرا وراثت‌پذیری عمومی بر مبنای واریانس ژنتیکی کل می‌باشد که شامل واریانس‌های افزایشی (قابل تثبیت)، غالبیت و اپیستازی (غیرقابل تثبیت) است، اگر وراثت‌پذیری عمومی پایین باشد، بیانگر تنوع فنوتیپی بیشتر به دلیل تأثیر محیط روی صفات می‌باشد و اصلاح ژنتیکی از طریق انتخاب مشکل است، زیرا اثرات ژنوتیپی را می‌پوشاند. چنانچه مقدار پیشرفت یا سودژنتیکی زیاد باشد نشان می‌دهد که صفت به وسیله ژن‌های افزایشی کنترل می‌شود و انتخاب برای اصلاح چنین صفتی مفید است. اگر پیشرفت یا سودژنتیکی کم باشد نشان می‌دهد که صفت به وسیله ژن‌های غیرافزایشی کنترل می‌شود و اصلاح هتروزیس مفید خواهد بود (Farshadfar, 2010). اگرچه وجود وراثت‌پذیری بالا، مؤثر بودن گزینش را براساس کارایی فنوتیپی نشان می‌دهد ولی هیچ اطلاعاتی در مورد بهبود صفت موردنظر با گزینش بهترین افراد نمی‌دهد که این مورد با استفاده از پیشرفت یا سودژنتیکی امکان‌پذیر است (Yaghotipoor and Farshadfar, 2018)

وراثت‌پذیری به همراه پیشرفت ژنتیکی از پارامترهای مهم انتخاب روش اصلاحی هستند که اگر باهم به کار برده شوند کارایی بسیار بالایی در توسعه ارقام دارند، برآورد پیشرفت ژنتیکی در درک فعالیت ژن‌های درگیر در بیان صفات پلی‌ژنتیک مؤثر است (Khalili and Naghavi, 2018). مقادیر بزرگ وراثت‌پذیری توأم بالاتر از یک برای برخی از صفات می‌تواند به دلیل اثر محیطی کم، روی این صفات باشد که با نتایج این پژوهش نیز صدق می‌کند و مطابق با نظرات چاودری و خلیق (Chowdhry and Khaliq, 1992) در گندم‌نان و یوسف و همکاران (Yusuf *et al.*, 2021) می‌باشد و انتخاب همزمان صفات مورد بررسی می‌تواند منجر به افزایش عملکرد دانه گردد. اندازه وراثت‌پذیری توأم، امکان انتقال مشترک از دو ویژگی را امکان‌پذیر ساخته و اجازه مطالعه تغییرات همزمان در دو ویژگی همبسته از طریق انتخاب در یکی از صفات را فراهم می‌سازد (Chakraborty and Chakraborty, 2010; Yusuf *et al.*, 2021). با مقایسه نتایج به دست آمده در هر یک از شرایط محیطی مشاهده شد که تنش منجر به افزایش میزان وراثت‌پذیری و پیشرفت یا سودژنتیکی در برخی صفات موردبررسی در این پژوهش شده است. از این رو این نتیجه می‌تواند بیانگر زیادتربودن تنوع ژنتیکی نسبت به تنوع محیطی و همچنین ادغام اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در جمعیت موردنظر باشد که با نظر کمالی‌زاده و همکاران (Kamalizadeh *et al.*, 2013) مطابقت داشت. با این وجود لازم به ذکر است، اگرچه میزان وراثت‌پذیری عمومی به خوبی نمی‌تواند سهم ژنتیکی تنوع را مشخص نماید، اما بالابودن میزان آن می‌تواند منجر به افزایش پیشرفت یا سودژنتیکی برای صفت مورد

نظر باشد، همچنین باید توجه داشت که مقدار وراثت‌پذیری به نوع صفت، جمعیت مورد مطالعه و شرایط محیطی در برگیرنده افراد مورد ارزیابی و نحوه اندازه‌گیری صفت مورد نظر بستگی دارد (Kearsey and Pooni, 1996). در یک جمع‌بندی کلی در این تحقیق بر اساس سود ژنتیکی در شرایط آبیاری آخر فصل علاوه بر عملکرد دانه، صفات فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز، محتوی پرولین، فعالیت آنزیم آسکوربیک پراکسیداز، تعداد سنبلچه نازا، آب حفظ‌شده برگ، محتوی پروتئین محلول، فعالیت آنزیم پراکسیداز و راندمان مصرف آب دارای بیشترین سود ژنتیکی بودند که برای انتخاب و گزینش صفات مناسب‌تر بودند، اما در شرایط دیم صفات فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز، آسکوربیک پراکسیداز، محتوی پرولین، تعداد سنبلچه نازا، آب حفظ‌شده برگ و طول اکستراژن دارای بیشترین سود ژنتیکی و مناسب‌ترین صفات برای اصلاح در شرایط دیم برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی بودند که با نظرات چاودری و خلیق (Chowdhry and Khaliq, 1992) و یوسف و همکاران (Yusuf et al., 2021) در رابطه با به‌کارگیری پیشرفت یا سود ژنتیکی به‌منظور انتخاب صفات مناسب مطابقت داشت. در تحقیقی که با عنوان تنوع در اجزای عملکرد، صفات فنولوژیک و مورفولوژیک در توده‌های بومی مراکشی انجام شد، تنوع بالایی به‌ویژه از نظر صفات ظرفیت تولیدی مانند شاخص برداشت مشاهده شد (El-Fatehi et al., 2016). در پژوهش حیدری و همکاران (Heidari et al., 2020) گزارش کردند که در گندم اکثر صفات ضریب تغییرات (CV) بالایی دارند و بیان داشتند که واریانس فنوتیپی (PCV) صفات به‌طور کلی

بالاتر از واریانس ژنوتیپی (GCV) بود که با نتایج این پژوهش نیز مطابقت داشت. وراثت‌پذیری به‌دست‌آمده همراه با پیشرفت ژنتیکی بالا برای چندین صفت نشان می‌دهد که به احتمال زیاد وراثت‌پذیری به‌علت تأثیرات ژن افزایشی است و انتخاب در نسل‌های اولیه برای این صفات تأثیرگذار است. محمدخانی (Mohammadkhani and Sharifi, 2016) در تحقیق خود اظهار داشت که صفات دوره پرشدن دانه، روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی از قابلیت توارث‌پذیری بالایی برخوردار بودند. در پژوهشی به‌منظور تعیین تنوع ژنتیکی گزارش شد که تعداد سنبله در مترمربع، وزن سنبله و ارتفاع گیاه نسبت به سایر صفات ضریب تغییرات ژنتیکی بالاتری داشتند و نیز از وراثت‌پذیری خوبی برخوردار بودند (Ranjbar, 2018). در پژوهش بختیار و همکاران (Bakhtiar et al., 2021) محاسبه ضریب تغییرات فنوتیپی بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بالایی در اکثر صفات مورد مطالعه بود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. در گزارشی، نتایج آمار توصیفی نشان داد که بیش‌ترین میزان ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی مربوط به عملکرد دانه بود (Soleymani, 2020) (Fard and Naseri, 2020) که در تطابق با نتایج این پژوهش می‌باشد. در تحقیقی که بر روی وراثت‌پذیری ژنوتیپ‌های گندم انجام گرفت این نتیجه حاصل گردید که برای بیشتر صفات، واریانس ژنوتیپی و فنوتیپی در شرایط نرمال بیشتر از تنش بود. در واقع در شرایط نرمال امکان بروز تنوع ناشی از دسترسی آب در بین ژنوتیپ‌ها فراهم می‌شود. باتوجه به نتایج مشخص شد که همه صفات به‌جز سرعت ازدست‌دادن آب برگ از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار بودند که نشان می‌دهد این صفات کم‌تر تحت تأثیر محیط قرار

می‌گیرند. باتوجه به وجود تنوع ژنتیکی و میزان وراثت‌پذیری بالا برای صفات می‌توان از طریق گزینش و دورگ‌گیری اقدام به تولید ارقام مطلوب نمود. پایین‌بودن میزان آب نسبی از دست رفته و بالابودن محتوی آب نسبی برگ به‌عنوان مکانیسمی از بقا شناخته‌شده و راندمان مصرف آب بالا، به‌عنوان شاخصی از تحمل به تنش معرفی شده است. نتایج نشان داد که محتوی آب نسبی برگ توسط اثرات افزایشی ژن کنترل‌شده و دارای وراثت‌پذیری بالایی می‌باشد؛ بنابراین، می‌توان بازده ژنتیکی بالایی را از گزینش برای این صفت انتظار داشت (Karimi dastgerdi et al., 2020).

بررسی‌ها نشان داده که مقادیر وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی بالا برای طول سنبله در شرایط مطلوب و تنش شوری وجود دارد، علاوه‌براین، مقادیر $(h^2_{b.s})$ و $(h^2_{n.s})$ به‌ترتیب برای ۵۰ درصد پنجه‌دهی و تعداد سنبله‌چه در سنبله در شرایط مطلوب و تنش شوری بسیار زیاد و کم بود. سرانجام، می‌توان نتیجه گرفت که عملکرد ژن غیرافزایشی نقش مهمی در کنترل صفات روز تا ۵۰ درصد پنجه‌دهی و تعداد سنبله‌چه در سنبله و عملکرد ژن افزایشی نقش عمده‌ای در کنترل طول سنبله داشتند (Khaled et al., 2020). در پژوهشی دیگر بر روی ارزیابی ژنتیکی صفات فیزیولوژیکی مرتبط با تحمل به خشکی در برخی از ژنوتیپ‌های گندم‌نان در شرایط دیم این نتیجه حاصل شد که وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی بالا برای عملکرد دانه، پایداری غشا و راندمان مصرف آب مشاهده شد که حاکی از عمل افزایشی ژن‌ها است. بر این اساس، با توجه به سهم بالای اثرات افزایشی در صفات پایداری غشا، عملکرد دانه و راندمان مصرف آب، انتخاب در نسل‌های اولیه در برنامه اصلاحی پیشنهاد می‌شود (Morovati et

نتیجه‌گیری کلی

بین ۲۵ توده مورد مطالعه، تنوع بالایی برای اکثر صفات وجود داشت و بر اساس صفات مطلوب، توده‌های ۱۰، ۱۵ و ۷ برتر بودند و از طرفی برمبنای کلیه صفات مورفوفیزیولوژیکی، فنولوژیکی و بیوشیمیایی در شرایط دیم و آبیاری آخر فصل توده‌های ۱۰، ۱۵، ۷ و ۱۸ به‌عنوان توده‌های برتر شناسایی شدند و باتوجه به مشترک بودن توده‌های ۱۰، ۱۵ و ۷ در هر دو گروه از صفات اندازه‌گیری شده، این توده‌ها را می‌توان برای برنامه‌های بعدی اصلاحی به‌منظور دورگ‌گیری و تولید ارقام هیبرید معرفی نمود. برآورد میزان وراثت‌پذیری صفات نشان داد که در شرایط دیم صفت روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و به‌طور مشترک در هر دو شرایط محیطی، صفات فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز، آسکوربیک‌پراکسیداز، محتوی پرولین، پروتئین محلول، وزن هزاردانه و آب حفظ‌شده برگ از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار بودند. همچنین، براساس سودژنتیکی در شرایط آبیاری آخر فصل علاوه بر عملکرد دانه، صفات فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز، محتوی پرولین، فعالیت آنزیم آسکوربیک‌پراکسیداز، تعداد سنبله‌چه نازا، آب حفظ‌شده برگ، محتوی پروتئین محلول، فعالیت آنزیم پراکسیداز و راندمان مصرف آب دارای بیش‌ترین سودژنتیکی بودند که برای انتخاب و گزینش صفات مناسب‌تر بودند، اما در شرایط دیم صفات فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز، آسکوربیک پراکسیداز، محتوی پرولین، تعداد سنبله‌چه نازا، آب حفظ‌شده برگ و طول اکسترژن دارای بیش‌ترین سود

ژنتیکی و مناسب‌ترین صفات برای اصلاح در
شرایط دیم برای توده‌های مورد بررسی بودند.
باتوجه به وجود تنوع ژنتیکی، میزان
وراثت‌پذیری و سودژنتیکی بالا برای صفات
می‌توان از طریق گزینش و دورگ‌گیری اقدام
به تولید ارقام مطلوب نمود.

جدول ۱- کد و نام ارقام و توده‌های گندم نان مورد مطالعه

Table 1- Code and name of cultivars and bread wheat accessions studied

کد توده Accession code	نام توده Accession name	منشأ Origin	کد توده Accession code	نام توده Accession name	منشأ Origin	کد توده Accession code	نام توده Accession name	منشأ Origin
1	WC-4924	Kalat	10	WC-4987	Unknown	19	Pishtaz	Pishtaz
2	WC-4582	Kermanshah	11	WC-47615	Mexico	20	Pishgam	Pishgam
3	WC-4592	Kermanshah	12	WC-4612	Kordestan Babrar	21	WC-47640	Minnesota
4	WC-47341	Montana	13	WC-5001	Unknown	22	WC-47467	Mexico
5	WC-4965	Kashan	14	WC-4994	Unknown	23	WC-4553	Kerend
6	WC-4840	Sarakhs	15	WC-47638	Peru	24	WC-4583	Kermanshah
7	WC-4958	Badranloo	16	WC-47583	Canada	25	WC-4554	Kerend
8	WC-47399	Bulgaria	17	WC-47522	Mexico			
9	WC-4600	Kermanshah	18	WC-47569	Minnesota			

جدول ۲- تجزیه واریانس در شرایط دیم و آبیاری آخر فصل برای صفات زراعی ۲۵ توده گندم نان

Table 2- Analysis of variance in rainfed and irrigation at the end of the growing season conditions for agronomic traits of 25 accessions of bread wheat

میانگین مربعات (آبیاری آخر فصل Irrigation)									
عملکرد کاه SY	وزن سنبله‌ها در مترمربع SW	عملکرد بیولوژیک BY	تعداد سنبله در مترمربع NSP	تعداد دانه در سنبله NSPS	وزن هزاردانه TSW	وزن هکتولتر HW	عملکرد دانه در مترمربع GY	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V.
3586.07 ^{ns}	41319.22 ^{**}	28489.66 ^{ns}	4574.63 ^{ns}	102.42 [*]	8.22 ^{ns}	9507.03 ^{ns}	32929.76 ^{**}	2	بلوک Block
21734.83 ^{ns}	34846.11 ^{**}	56599.15 ^{ns}	16968.14 ⁿ _s	54.06 [*]	87.36 ^{**}	8926.39 ^{ns}	24612.73 ^{**}	24	توده Accession
27725.71	11992.88	59036.03	14877.81	29.97	4.09	9397.09	4411.17	48	خطا Error
22.42	18.77	18.60	26.93	14.32	5.07	11.32	16.78		C.V. (%) ضریب تغییرات
میانگین مربعات (دیم Rainfed)									
عملکرد کاه SY	وزن سنبله‌ها در مترمربع SW	عملکرد بیولوژیک BY	تعداد سنبله در مترمربع NSP	تعداد دانه در سنبله NSPS	وزن هزاردانه TSW	وزن هکتولتر HW	عملکرد دانه در مترمربع GY	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V.
1987.79 ^{ns}	24423.62 ^{ns}	40607.15 ^{ns}	6493.51 ^{ns}	9.68 ^{ns}	10.79 [*]	1023.35 ^{ns}	10051.89 ^{ns}	2	بلوک Block
16258.84 ^{ns}	19866.34 ^{**}	64537.71 ^{ns}	6419.54 ^{ns}	63.27 ^{**}	31.44 ^{**}	11756.71 ^{**}	9874.99 ^{**}	24	توده Accession
14720.76	9591.26	53851.24	4070.41	22.42	2.90	3018.12	4581.55	48	خطا Error
19.95	21.32	21.27	18.14	13.61	5.94	7.23	23.85		C.V. (%) ضریب تغییرات

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.* and ** are significant at the 5 and 1% probability levels and ^{ns} are non-significant, respectively.

ادامه جدول ۲-
Table 2- Continued

میانگین مربعات (آبیاری آخر فصل Irrigation)									
تراکم سنبله SD	طول سایر میانگره‌ها OIL	طول سنبله SL	طول پنالتی‌میت PML	طول پدانکل PL	طول اکستراژن XL	ارتفاع گیاه PH	شاخص برداشت سنبله SHI	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V.
118.24**	5.47 ^{ns}	0.64 ^{ns}	13.04 ^{ns}	47.74*	24.58 ^{ns}	30.66 ^{ns}	31.72 ^{ns}	2	Block بلوک
102.11**	67.55**	4.41**	22.35**	42.93**	34.40**	247.94**	42.71**	24	Accession توده
24.48	10.73	0.74	4.91	14.05	12.87	63.96	18.90	48	Error خطا
12.99	14.06	8.35	9.22	10.35	22.97	8.33	6.35		C.V. (%) ضریب تغییرات
میانگین مربعات (دیم Rainfed)									
تراکم سنبله SD	طول سایر میانگره‌ها OIL	طول سنبله SL	طول پنالتی‌میت PML	طول پدانکل PL	طول اکستراژن XL	ارتفاع گیاه PH	شاخص برداشت سنبله SHI	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V.
46.84 ^{ns}	186.33**	3.44**	12.93 ^{ns}	27.81 ^{ns}	12.55 ^{ns}	14.89 ^{ns}	17.79 ^{ns}	2	Block بلوک
101.07**	93.39**	3.41**	26.34**	61.50**	46.75**	326.30**	63.92**	24	Accession توده
21.31	34.81	0.71	5.20	12.30	10.98	62.23	15.93	48	Error خطا
13.06	21.58	8.52	10.20	10.80	27.53	8.78	6.61		C.V. (%) ضریب تغییرات

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.

* and ** are significant at the 5 and 1% probability levels and ^{ns} are non-significant, respectively.

ادامه جدول ۲-
Table 2- Continued

میانگین مربعات (آبیاری آخر فصل Irrigation)									
شاخص برداشت HI	عملکرد چف Chaff	وزن دانه در سنبله SGW	وزن خشک ساقه StW	وزن خشک سنبله SDW	تعداد سنبله در سنبله NSS	تعداد سنبله نازا NNPS	تعداد سنبله زایا NPS	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V.
111.28**	3232.11 ^{ns}	0.23*	0.02 ^{ns}	0.67**	0.35 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.42 ^{ns}	2	Block بلوک
85.12**	2421.98 ^{ns}	0.27**	0.12**	0.44**	3.08*	1.07**	5.37**	24	Accession توده
21.52	2724.94	0.07	0.04	0.14	1.55	0.17	1.76	48	Error خطا
15.35	27.18	16.21	15.08	17.21	6.43	24.79	7.54		C.V. (%) ضریب تغییرات
میانگین مربعات (دیم Rainfed)									
شاخص برداشت HI	عملکرد چف Chaff	وزن دانه در سنبله SGW	وزن خشک ساقه StW	وزن خشک سنبله SDW	تعداد سنبله در سنبله NSS	تعداد سنبله نازا NNPS	تعداد سنبله زایا NPS	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V.
25.24 ^{ns}	1059.52 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.04 ^{ns}	1.79 ^{ns}	0.88*	6.17*	2	Block بلوک
34.28**	3345.49*	0.08**	0.13**	0.17**	2.26*	1.43**	5.86**	24	Accession توده
12.43	1747.79	0.04	0.04	0.08	1.30	0.29	1.47	48	Error خطا
13.76	24.94	18.01	17.90	17.27	6.03	25.45	7.16		C.V. (%) ضریب تغییرات

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.

* and ** are significant at the 5 and 1% probability levels and ^{ns} are non-significant, respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس در شرایط دیم و آبیاری آخر فصل برای صفات فیزیولوژیک ۲۵ توده گندم نان

Table 3- Analysis of variance in rainfed and irrigation at the end of the growing season conditions for physiological traits of 25 accessions of bread wheat

میانگین مربعات (آبیاری آخر فصل Irrigation)									
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	محتوای آب نسبی برگ RWC	کمبود آب اشباع WSD	میزان آب نسبی از دست رفته RWL	میزان آب نگهداری شده برگ های بریده شده ELWR	آب از دست رفته برگ های بریده شده ELWL	میزان آب از دست رفته برگ LWL	آب حفظ شده برگ RWP	محتوای آب برگ LWC
Block بلوک	2	150.96*	150.96*	0.95 ^{ns}	89.86 ^{ns}	75.62 ^{ns}	199.33**	3.48 ^{ns}	0.62 ^{ns}
Accession توده	24	69.47*	69.48*	45.12*	93.02 ^{ns}	191.03 ^{ns}	63.16 ^{ns}	188.98**	14.59 ^{ns}
Error خطا	48	36	36	24.76	87.23	234.26	44.11	14.38	10.80
C.V. (%) ضریب تغییرات		9.50	16.27	20.28	17.71	21.44	24.32	13.24	4.92
میانگین مربعات (دیم Rainfed)									
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	محتوای آب نسبی برگ RWC	کمبود آب اشباع WSD	میزان آب نسبی از دست رفته RWL	میزان آب نگهداری شده برگ های بریده شده ELWR	آب از دست رفته برگ های بریده شده ELWL	میزان آب از دست رفته برگ LWL	آب حفظ شده برگ RWP	محتوای آب برگ LWC
Block بلوک	2	5.60 ^{ns}	5.60 ^{ns}	6.59 ^{ns}	105.84 ^{ns}	217.63 ^{ns}	237.80**	0.1 ^{ns}	2.45 ^{ns}
Accession توده	24	89.84 ^{ns}	89.84 ^{ns}	30.76 ^{ns}	113.37 ^{ns}	250.59 ^{ns}	38.14 ^{ns}	250.71**	7.50 ^{ns}
Error خطا	48	69.52	69.52	29.40	100.88	209.91	47.49	21.64	5.44
C.V. (%) ضریب تغییرات		15.38	18.21	29.90	16.75	22.94	30.30	12.62	3.72

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ^{ns} غیر معنی دار.

* and ** are significant at the 5 and 1% probability levels and ^{ns} are non-significant, respectively.

ادامه جدول ۳-

Table 3- Continued

میانگین مربعات (آبیاری آخر فصل Irrigation)								
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	محتوای آب اولیه IWC	راندمان مصرف آب WUE	کارایی تبخیر و تعرق ETE	کلروفیل a Chl a	کلروفیل b Chl b	کلروفیل کل Chl T	کاروتنوئید Car
Block بلوک	2	461.22 ^{ns}	0.41**	0.35 ^{ns}	0.81 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.86 ^{ns}	0.24 ^{ns}
Accession توده	24	1091.79 ^{ns}	0.31**	0.87 ^{ns}	2.92 ^{ns}	0.21 ^{ns}	4.62 ^{ns}	0.25 ^{ns}
Error خطا	48	734.40	0.06	0.74	3.41	0.21	5.26	0.27
C.V. (%) ضریب تغییرات		13.39	16.79	18.80	10.83	11.71	10.98	11.05
میانگین مربعات (دیم Rainfed)								
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	محتوای آب اولیه IWC	راندمان مصرف آب WUE	کارایی تبخیر و تعرق ETE	کلروفیل a Chl a	کلروفیل b Chl b	کلروفیل کل Chl T	کاروتنوئید Car
Block بلوک	2	184.38 ^{ns}	0.80 ^{ns}	7.32 ^{ns}	7.25 ^{ns}	0.16 ^{ns}	10.92 ^{ns}	0.09 ^{ns}
Accession توده	24	537.30 ^{ns}	0.93*	6.95 ^{ns}	5.17 ^{ns}	0.23 ^{ns}	7.56 ^{ns}	0.39 ^{ns}
Error خطا	48	332.74	0.48	5.81	4.22	0.22	6.24	0.40
C.V. (%) ضریب تغییرات		10.72	23.40	20.81	13.60	13.46	13.43	14.88

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ^{ns} غیر معنی دار.

* and ** are significant at the 5 and 1% probability levels and ^{ns} are non-significant, respectively.

جدول ۴- تجزیه واریانس در شرایط دیم و آبیاری آخر فصل برای صفات فنولوژیک ۲۵ توده گندم نان

Table 4- Analysis of variance in rainfed and irrigation at the end of the growing season conditions for phenological traits of 25 accessions of bread wheat

میانگین مربعات (آبیاری آخر فصل Irrigation)								
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	روز تا بوته‌داری DB	روز تا سنبله‌دهی DAS	روز تا گلدهی DF	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک DPM	دوره پرشدن دانه SFP	سرعت رشد رویشی RVS	سرعت پرشدن دانه RFS
Block بلوک	2	1.56 ^{ns}	4.81 ^{ns}	3.72 ^{ns}	4.21 ^{**}	3.05 ^{ns}	0.37 ^{ns}	33.28 ^{**}
Accession توده	24	12.27 ^{**}	23.98 ^{**}	15.08 ^{**}	3.49 ^{**}	13.75 ^{**}	1.44 ^{ns}	12.62 ^{**}
Error خطا	48	2.69	3.19	3.55	0.81	3.80	1.04	5.99
(%)C.V. ضریب تغییرات		0.97	1.02	1.04	0.42	5.49	16.97	20.74

میانگین مربعات (دیم Rainfed)								
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	روز تا بوته‌داری DB	روز تا سنبله‌دهی DAS	روز تا گلدهی DF	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک DPM	دوره پرشدن دانه SFP	سرعت رشد رویشی RVS	سرعت پرشدن دانه RFS
Block بلوک	2	3.36 ^{ns}	3.61 ^{ns}	4.85 ^{ns}	0.05 ^{ns}	5.81 ^{ns}	1.87 ^{ns}	7.55 ^{ns}
Accession توده	24	24.27 ^{**}	26.01 ^{**}	26.39 ^{**}	12.35 ^{**}	10.95 ^{**}	1.49 ^{ns}	12.11 ^{**}
Error خطا	48	2.61	3.16	3.98	1.05	5.04	1.49	3.69
(%)C.V. ضریب تغییرات		0.96	1.02	1.11	0.5	8.72	22.79	18.62

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.

* and ** are significant at the 5 and 1% probability levels and ^{ns} are non-significant, respectively.

جدول ۵- تجزیه واریانس در شرایط دیم و آبیاری آخر فصل برای صفات بیوشیمیایی ۲۵ توده گندم نان

Table 5- Analysis of variance in rainfed and irrigation at the end of the growing season conditions for biochemical traits of 25 accessions of bread wheat

میانگین مربعات (آبیاری آخر فصل Irrigation)								
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	پراکسیداز POD	سوپراکسید دیسموتاز SOD	کاتالاز CAT	پروتئین محلول Protein	پرولین Prolin	آسکوربیک پراکسیداز APX	مالون دی‌آلدئید MDA
Block بلوک	2	0.0001 ^{ns}	0.0003 ^{ns}	0.0002 ^{ns}	9.31 ^{ns}	0.02 ^{ns}	10.13 ^{ns}	0.0008 ^{ns}
Accession توده	24	0.008 ^{**}	0.05 ^{**}	0.52 ^{**}	1724.56 ^{**}	8.42 ^{**}	8973.20 ^{**}	0.002 [*]
Error خطا	48	0.0002	0.0005	0.0006	6.36	0.06	102.87	0.001
(%)C.V. ضریب تغییرات		5.14	7.15	3.64	2.21	5.83	7.41	10.02

میانگین مربعات (دیم Rainfed)								
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	پراکسیداز POD	سوپراکسید دیسموتاز SOD	کاتالاز CAT	پروتئین محلول Protein	پرولین Prolin	آسکوربیک پراکسیداز APX	مالون دی‌آلدئید MDA
Block بلوک	2	0.0006 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.0006 ^{ns}	13.39 ^{ns}	0.009 ^{ns}	346.24 ^{ns}	0.001 ^{ns}
Accession توده	24	0.01 ^{**}	0.18 ^{**}	1.53 ^{**}	547.42 ^{**}	13.09 ^{**}	21204.55 [*]	0.004 ^{**}
Error خطا	48	0.001	0.0002	0.009	44.42	0.01	204.87	0.002
(%)C.V. ضریب تغییرات		10.11	2.24	6.06	7.88	1.69	5.70	10.09

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.

* and ** are significant at the 5 and 1% probability levels and ^{ns} are non-significant, respectively

جدول ۶- بررسی همبستگی ژنتیکی صفات دارای تنوع ژنتیکی معنی‌دار با عملکرد دانه در دو شرایط متفاوت رطوبتی
Table 6 - Investigation of genetic correlation of traits with significant genetic diversity with grain yield under two different moisture conditions

Irrigation آبیاری آخر فصل				Rainfed دیم			
TSW	0.688**	RWC	1**	HW	-0.856**	SGW	0.988**
NSPS	0.827**	WSD	-1**	TSW	0.748**	HI	۱**
SW	1**	RWL	0.141	NSPS	0.109	RWP	0.191
SHI	0.780**	RWP	0.109	SW	1**	WUE	1**
PH	0.451*	WUE	1**	Chaff	0.740**	DB	-0.361
XL	0.132	DB	-0.394	SHI	0.476*	DAS	-0.502*
PL	0.497*	DAS	-0.397*	PH	0.510**	DF	-0.482*
PML	0.564**	DF	-0.144	XL	0.776**	DPM	-0.184
SL	0.291	DPM	0.047	PL	0.899**	SFP	0.681**
OIL	-0.058	SFP	0.179	PML	0.654**	RFS	۱**
SD	0.177	RFS	1**	SL	0.344	POD	-0.140
NPS	0.833**	POD	0.294	OIL	0.134	SOD	0.664**
NNPS	-0.740**	SOD	0.018	SD	-0.206	CAT	0.145
NSS	0.773**	CAT	0.079	NPS	0.667**	Protein	-0.237
SDW	0.968**	Protein	-0.419*	NNPS	-0.727**	Prolin	0.262
StW	0.709**	Prolin	-0.153	NSS	0.776**	APX	0.447*
SGW	1**	APX	0.165	SDW	0.961**	MDA	0.137
HI	1**	MDA	0.230	StW	0.556**		

جدول ۷- برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات زراعی در ۲۵ توده گندم نان تحت شرایط آبیاری آخر فصل
Table 7- Estimation of genetic parameters of agronomic traits in 25 bread wheat accessions under irrigation at the end of the growing season conditions

صفت Trait	میانگین Mean	واریانس ژنتیک σ^2_G	واریانس فنونتیپ σ^2_p	واریانس محیطی σ^2_e	کوواریانس ژنتیکی Cov _G (GY,i)	کوواریانس فنونتیپی Cov _p (GY,i)	وراثت پذیر عمومی h^2_{bs}	وراثت پذیر توأم c-h ² _{bs}	ضریب تغییرات فنونتیپی PCV	ضریب تغییرات ژنتیکی GCV	ضریب تغییرات محیطی ECV	سود ژنتیکی GG
GY	395.7	6733.9	11145	4411.2	---	---	0.604	---	26.68	20.74	16.78	33.2
TSW	39.9	27.8	31.9	4.1	297.4	315.9	0.872	0.942	14.15	13.21	5.07	25.4
NSPS	38.2	8.03	38.0	29.97	192.2	115.3	0.211	1.67	16.13	7.41	14.32	7.02
SW	583.4	2617.7	19610.6	11992.9	7260.6	13978.8	0.388	0.519	24.00	14.96	18.77	19.21
SHI	68.48	7.94	26.84	18.9	180.1	184.1	0.296	0.978	7.57	4.11	6.35	4.61
PH	96.04	61.3	125.3	63.96	289.8	450.6	0.489	0.643	11.66	8.15	8.33	11.75
XL	15.62	7.18	20.05	12.87	29.05	112.24	0.358	0.259	28.66	17.15	22.97	21.14
PL	36.21	9.63	23.68	14.05	126.47	212.47	0.407	0.595	13.44	8.57	10.35	11.26
PML	24.04	5.81	10.72	4.91	111.63	171.11	0.542	0.652	13.62	10.03	9.22	15.21
SL	10.30	1.22	1.96	0.74	26.44	21.82	0.623	1.21	13.60	10.74	8.35	17.46
OIL	23.31	18.94	29.67	10.73	-20.87	20.50	0.638	-1.02	23.37	18.67	14.05	30.73
SD	38.08	25.88	50.36	24.48	74.06	34.33	0.514	2.16	18.64	13.36	12.99	19.73
NPS	17.61	1.20	2.96	1.76	75.03	74.09	0.406	1.01	9.78	6.23	7.53	8.18
NNPS	1.67	0.30	0.47	0.17	-33.34	-32.59	0.638	1.02	41.05	32.80	24.69	53.98
NSS	19.36	0.51	2.06	1.55	45.38	39.02	0.248	1.16	7.41	3.69	6.43	3.78
SDW	2.21	0.10	0.24	0.14	25.06	24.13	0.42	1.04	22.22	14.34	16.97	19.07
StW	1.29	0.027	0.067	0.04	9.86	11.26	0.4	0.876	20.02	12.66	15.50	16.49
SGW	1.58	0.067	0.14	0.07	22.15	20.30	0.49	1.09	23.40	16.34	16.75	23.51
HI	30.22	21.20	42.72	21.52	389.32	481.60	0.50	0.808	21.63	15.24	15.35	22.11

جدول ۸- برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات فیزیولوژیک در ۲۵ توده گندم نان تحت شرایط آبیاری آخر فصل

Table 8- Estimation of genetic parameters of physiological traits in 25 bread wheat accessions under irrigation at the end of the growing season conditions

سود ژنتیکی GG	ضریب تغییرات محیطی ECV	ضریب تغییرات ژنتیکی GCV	ضریب تغییرات فنوتیپی PCV	وراثت پذیری توأم c-h ² _{bs}	وراثت پذیری عمومی h ² _{bs}	کوواریانس فنوتیپی Cov _p (GY,i)	کوواریانس ژنتیکی Cov _G (GY,i)	واریانس محیطی σ ² _e	واریانس فنوتیپی σ ² _p	واریانس ژنتیکی σ ² _G	میانگین Mean	صفت Trait
33.2	16.78	20.74	26.68	---	0.604	---	---	4411.2	11145	6733.9	395.7	GY
5.30	9.50	5.29	10.88	1.71	0.237	175.63	299.97	36.00	47.16	11.16	63.13	RWC
9.08	16.27	9.06	18.63	1.71	0.237	-175.60	-299.98	36.00	47.16	11.16	36.87	WSD
10.14	20.28	10.62	22.89	-6.76	0.215	-4.47	30.23	24.76	31.55	6.79	24.54	RWL
49.14	13.24	26.64	29.75	1.47	0.802	46.38	68.17	14.38	72.58	58.2	28.64	RWP
32.39	17.50	20.62	27.04	0.61	0.581	39.25	23.77	0.06	0.14	0.083	1.40	WUE

جدول ۹- برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات فنولوژیک در ۲۵ توده گندم نان تحت شرایط آبیاری آخر فصل

Table 9- Estimation of genetic parameters of phenological traits in 25 bread wheat accessions under irrigation at the end of the growing season conditions

سود ژنتیکی GG	ضریب تغییرات محیطی ECV	ضریب تغییرات ژنتیکی GCV	ضریب تغییرات فنوتیپی PCV	وراثت پذیری توأم c-h ² _{bs}	وراثت پذیری عمومی h ² _{bs}	کوواریانس فنوتیپی Cov _p (GY,i)	کوواریانس ژنتیکی Cov _G (GY,i)	واریانس محیطی σ ² _e	واریانس فنوتیپی σ ² _p	واریانس ژنتیکی σ ² _G	میانگین Mean	صفت Trait
33.2	16.78	20.74	26.68	---	0.604	---	---	4411.2	11145	6733.9	395.7	GY
1.6	0.967	1.05	1.43	0.862	0.543	-67.09	-57.86	2.69	5.88	3.19	169.56	DB
2.56	1.02	1.50	1.81	0.901	0.685	-95.11	-85.69	3.19	10.12	6.93	175.41	DAS
1.61	1.04	1.09	1.51	0.490	0.520	-47.11	-23.09	3.55	7.39	3.84	180.6	DF
0.652	0.416	0.437	0.604	-1.01	0.524	-3.72	3.75	0.81	1.7	0.893	216.11	DPM
7.21	5.49	5.13	7.51	0.62	0.466	43.39	26.76	3.8	7.12	3.32	35.51	SFP
13.47	20.74	12.60	24.27	0.60	0.270	232.13	139.17	5.99	8.2	2.21	11.8	RFS

جدول ۱۰- برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات بیوشیمیایی در ۲۵ توده گندم نان تحت شرایط آبیاری آخر فصل

Table 10- Estimation of genetic parameters of biochemical traits in 25 bread wheat accessions under irrigation at the end of the growing season conditions

سود ژنتیکی GG	ضریب تغییرات محیطی ECV	ضریب تغییرات ژنتیکی GCV	ضریب تغییرات فنوتیپی PCV	وراثت پذیری توأم c-h ² _{bs}	وراثت پذیری عمومی h ² _{bs}	کوواریانس فنوتیپی Cov _p (GY,i)	کوواریانس ژنتیکی Cov _G (GY,i)	واریانس محیطی σ ² _e	واریانس فنوتیپی σ ² _p	واریانس ژنتیکی σ ² _G	میانگین Mean	صفت Trait
33.2	16.78	20.74	26.68	---	0.604	---	---	4411.2	11145	6733.9	395.7	GY
42.18	5.89	21.25	22.05	0.821	0.929	1.71	1.40	0	0.003	0.003	0.24	POD
86.90	7.45	42.82	43.46	-3.71	0.971	-0.047	0.175	0.001	0.017	0.017	0.3	SOD
133.70	3.83	65.02	65.13	1.22	0.997	2.22	2.72	0.001	0.174	0.173	0.64	CAT
42.93	2.21	20.96	21.07	0.974	0.989	845.15	822.79	6.36	579.09	572.73	114.2	Protein
83.19	5.99	40.82	41.25	1.07	0.979	-19.48	-20.93	0.06	2.85	2.79	4.09	Prolin
80.39	7.40	39.70	40.38	0.865	0.966	852.72	737.58	102.87	3059.7	2956.8	136.98	APX
5.37	9.04	5.22	10.43	1.07	0.25	0.37	0.397	0.001	0.001	0	0.35	MDA

جدول ۱۱- برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات زراعی در ۲۵ توده گندم نان تحت شرایط دیم

Table 11- Estimation of genetic parameter of agronomic trait in 25 bread wheat accession under rainfed condition

صفت Trait	میانگین Mean	واریانس ژنتیکی σ^2_G	واریانس فنوتیپی σ^2_P	واریانس محیطی σ^2_e	کوواریانس ژنتیکی Cov_G (GY,i)	کوواریانس فنوتیپی Cov_P (GY,i)	وراثت پذیری عمومی h^2_{bs}	وراثت پذیری توام $c-h^2_{bs}$	ضریب تغییرات فنوتیپی PCV	ضریب تغییرات ژنتیکی GCV	ضریب تغییرات محیطی ECV	سود ژنتیکی GG
GY	283.75	1764.5	6346.03	4581.6	---	---	0.278	---	28.08	14.8	23.86	16.08
HW	760.15	2912.9	5930.98	3018.1	-1939.7	-2418.3	0.491	0.802	10.13	7.10	7.23	10.25
TSW	28.68	9.51	12.41	2.9	96.94	103.26	0.766	0.939	12.29	10.75	5.94	19.39
NSPS	34.8	13.62	36.04	22.42	16.87	-43.54	0.378	-0.387	17.25	10.6	13.61	13.43
SW	459.31	3425.03	13016.29	9591.26	2487.9	8325.13	0.263	0.299	24.84	12.74	21.32	13.46
Chaff	167.65	532.57	2280.36	1747.79	717.72	1633.9	0.234	0.439	28.48	13.77	24.94	13.7
SHI	60.4	15.99	31.93	15.93	79.99	185.44	0.501	0.431	9.36	6.62	6.61	9.66
PH	89.88	88.02	150.25	62.23	201.2	342.59	0.586	0.587	13.64	10.44	8.78	16.46
XL	12.03	11.92	22.9	10.98	112.57	180.77	0.521	0.623	39.78	28.7	27.55	42.66
PL	32.47	16.4	28.7	12.3	152.88	210.66	0.571	0.726	16.5	12.47	10.8	19.42
PML	22.35	7.05	12.25	5.2	72.97	137.89	0.575	0.529	15.66	11.88	10.2	18.56
SL	9.88	0.9	1.61	0.71	13.7	1.41	0.559	9.73	12.84	9.6	8.53	14.79
OIL	27.34	19.53	54.34	34.81	24.85	76.46	0.359	0.325	26.96	16.16	21.58	19.96
SD	35.35	26.59	47.9	21.31	-44.62	-95.89	0.555	0.465	19.58	14.59	13.06	22.39
NPS	16.96	1.46	2.93	1.47	33.9	24.67	0.499	1.37	10.1	7.13	7.15	10.38
NNPS	2.1	0.38	0.67	0.29	-18.85	-14.46	0.567	1.30	38.98	29.35	25.64	45.54
NSS	18.92	0.32	1.62	1.3	18.38	10.65	0.198	1.73	6.73	2.99	6.03	2.74
SDW	1.61	0.03	0.11	0.08	7.11	3.3	0.273	2.15	20.57	10.74	17.54	11.55
StW	1.15	0.03	0.07	0.04	3.94	4.55	0.429	0.865	23.01	15.06	17.39	20.31
SGW	1.08	0.01	0.053	0.04	4.89	2.93	0.25	1.67	21.4	10.7	18.53	11.02
HI	25.61	7.28	19.71	12.43	121.89	205.08	0.369	0.594	17.34	10.54	13.77	13.2

جدول ۱۲- برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات فیزیولوژیک در ۲۵ توده گندم نان تحت شرایط دیم

Table 12- Estimation of genetic parameters of physiological traits in 25 bread wheat accessions under rainfed conditions

صفت Trait	میانگین Mean	واریانس ژنتیکی σ^2_G	واریانس فنوتیپی σ^2_P	واریانس محیطی σ^2_e	کوواریانس ژنتیکی Cov_G (GY,i)	کوواریانس فنوتیپی Cov_P (GY,i)	وراثت پذیری عمومی h^2_{bs}	وراثت پذیری توام $c-h^2_{bs}$	ضریب تغییرات فنوتیپی PCV	ضریب تغییرات ژنتیکی GCV	ضریب تغییرات محیطی ECV	سود ژنتیکی GG
GY	283.75	1764.5	6346.03	4581.6	---	---	0.278	---	28.08	14.8	23.86	16.08
RWP	36.87	76.36	97.99	21.64	70.22	35.49	0.779	1.98	26.85	23.7	12.62	43.1
WUE	2.97	0.15	0.63	0.48	16.26	61.52	0.238	0.264	26.73	13.04	23.33	13.11

جدول ۱۳- برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات فنولوژیک در ۲۵ توده گندم نان تحت شرایط دیم

Table 13- Estimation of genetic parameters of phenological traits in 25 bread wheat accessions under rainfed conditions

صفت Trait	میانگین Mean	واریانس ژنتیک σ^2_G	واریانس فنوטיפ σ^2_p	واریانس محیطی σ^2_e	کوواریانس ژنتیکی CovG (GY,i)	کوواریانس فنوטיפی Covp (GY,i)	وراثت پذیر عمومی h^2_{bs}	وراثت پذیر توام $c-h^2_{bs}$	ضریب تغییرات فنوטיפی PCV	ضریب تغییرات ژنتیکی GCV	ضریب تغییرات محیطی ECV	سود ژنتیکی GG
GY	283.75	1764.5	6346.03	4581.6	---	---	0.278	---	28.08	14.8	23.86	16.08
DB	168.56	7.22	9.83	2.61	-40.8	-73.08	0.734	0.558	1.86	1.59	0.96	2.81
DAS	174.01	7.62	10.78	3.16	-58.32	-85.51	0.707	0.682	1.89	1.59	1.02	2.75
DF	179.03	7.47	11.45	3.98	-55.25	-111.27	0.652	0.497	1.89	1.53	1.11	2.54
DPM	204.77	3.77	4.82	1.05	-15.01	-17.05	0.782	0.88	1.07	0.95	0.5	1.73
SFP	25.75	1.97	7.01	5.04	40.24	94.22	0.281	0.427	10.28	5.45	8.72	5.95
RFS	10.32	2.81	6.5	3.69	71.45	134.16	0.432	0.533	24.7	16.23	18.61	21.98

جدول ۱۴- برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات بیوشیمیایی در ۲۵ توده گندم نان تحت شرایط دیم

Table 14- Estimation of genetic parameters of biochemical traits in 25 bread wheat masses under rainfed conditions

صفت Trait	میانگین Mean	واریانس ژنتیک σ^2_G	واریانس فنوטיפ σ^2_p	واریانس محیطی σ^2_e	کوواریانس ژنتیکی CovG (GY,i)	کوواریانس فنوטיפی Covp (GY,i)	وراثت پذیر عمومی h^2_{bs}	وراثت پذیر توام $c-h^2_{bs}$	ضریب تغییرات فنوטיפی PCV	ضریب تغییرات ژنتیکی GCV	ضریب تغییرات محیطی ECV	سود ژنتیکی GG
GY	283.75	1764.5	6346.03	4581.6	---	---	0.278	---	28.08	14.8	23.86	16.08
POD	0.34	0.003	0.004	0.001	-0.344	-0.504	0.75	0.683	18.6	16.11	9.3	28.74
SOD	0.56	0.06	0.06	0	6.76	6.62	0.997	1.02	43.79	43.72	2.53	89.91
CAT	1.58	0.51	0.52	0.009	4.34	4.28	0.983	1.01	45.46	45.07	6	92.02
Protein	84.57	167.67	212.09	44.42	-128.97	-148.29	0.791	0.87	17.22	15.31	7.88	28.04
Prolin	6.79	4.36	4.37	0.01	22.99	23.98	0.998	0.959	30.79	30.75	1.47	63.28
APX	251.23	6999.9	7204.8	204.87	1571.8	1669.9	0.972	0.941	33.79	33.3	5.7	67.62
MDA	0.39	0.001	0.003	0.002	-0.081	0.45	0.25	-0.18	13.24	6.62	11.47	6.82

References

منابع مورد استفاده

- Ahmed, K., G.H. Shabbir, M. Ahmed, and K. Nawaz Shah. 2020. Phenotyping for drought resistance in bread wheat using physiological and biochemical traits. *Science of the Total Environment*. 729: 1-14.
- Akbari, S., M. Kafi, and S. Rezvani-Beidokhti. 2016. The effects of drought stress on yield, yield components and antioxidant of two garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes with different planting densities. *Journal Agroecol*. 81: 95-106. (In Persian).
- Al-Naggar, A.M.M., M.A.E. Abd El-Shafi, M.H. El-Shal, and A.H. Anany. 2020c. Evaluation of Egyptian wheat landraces (*Triticum aestivum* L.) for drought tolerance, agronomic, grain yield and quality traits. *Plant Archives*. 20(1): 3487-3504.
- Amiri, R. 2019. Genetic analysis of iron and zinc concentrations of bread wheat. Ph.D. Thesis in Plant Breeding. Razi University Campus of Agriculture and Natural Resources. (In Persian).
- Amiri, R., S. Bahraminejad, and S. Jalali-Honarmand. 2013. Effect of terminal drought stress on grain yield and some morphological traits in 80 bread wheat genotypes. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5(10): 1145.
- Anonymus. 2019. FAO. FAOSTAT Database. Available online at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Ashrafi-Parchin, R., A. Najafi, E. Farshadfar, and S. Hokmalipour. 2011. Evaluation of wheat Genotypes under drought stress based on phenological traits. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 3(1): 12-19.
- Bakhtiar, F., H. Ghazvini, and M. Aghaee-Sarbarzeh. 2021. Evaluation of variability of agronomic and morpho-logical traits in doubled haploid wheat lines using multivariate statistical methods. *Applied Research in Field Crops*. 34(1): 71-92. (In Persian).
- Barrs, H.D. 1968. Determination of water deficits in plant tissues. In: T.T. Kozolovski (Ed.). *Water Deficits and Plant Growth*. Academic Press. 1: 235-368.
- Bartlett, M.S. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*. 268-282.
- Bates, L., R. Waldren, and I. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*. 39: 205-207.
- Beauchamp, C., and I. Fridovich. 1971. Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. *Analytical Biochemistry*. 44: 276-287.
- Blum, A. 2005. Use of PEG to induce and control plant water deficit in experimental hydroponics culture. www.plantstress.com/method/PEC.htm.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principles of protein dye binding. *Analytical Biochemistry*. 72: 248-254.
- Cattivelli, L., F. Rizza, F.W. Badeck, E. Mazzucotelli, A.M. Mastrangelo, E. Francia, C. Mare, A. Tondelli, and A.M. Santaca. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research*. 105: 1-14.
- Chakraborty, R., and S. Chakraborty. 2010. Genetic variability and correlation of some morphometric traits with grain yield in bold grained rice (*Oryza sativa* L.) gene

- pool of Barak valley. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*. 4(1): 26-29.
- Chance, B., and A.C. Maehly. 1995. Assay of catalase and peroxidase. In: S.P. Culowic, and N.O. Kaplan (eds). *Methods in enzymology* Volume: 2. Academic Press. Inc. NewYork. PP. 764-765.
 - Chowdhry, M.A., and I. Khaliq. 1992. Coheritability among different economic traits in bread wheat. *Pakistan Journal Agricultural of Sciences*. 29(2):185-187.
 - Clarke, C.M., and T.N. Mccaig. 1982. Evaluation of techniques for screening for drought resistance in wheat. *Crop Science*. 22: 503-506.
 - Egert, M., and M. Tevini. 2002. Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (*Allii choenoprasum*). *Enviromental Experimental Botany*. 48: 43-49.
 - El Fatehi, S., G. Béna, L. Sbabou, A. Filali-Maltouf, and M. Ater. 2016. Genetic diversity of morrocan bitter vetch *Vicia ervilia* (L.) Willd. Landraces revealed by morphological and SSR markers. *Australian Journal of Crop Science*. 10:717-725.
 - El Jaafari S., R. Paul, P. Lepoivre, J. Semal, and E. Laitat. 1993. Résistance à la sécheresse et réponse à l'acide abscissique: Analyse d'une approche synthétique. *Cahiers Agricultures*. 2: 256-263.
 - Estehghari, M.R., and E. Farshadfar. 2014. Evaluation of phenotypic variability, genetic parameters, heritability and genetic gain in bread wheat genotypes under rainfed conditions. *International Journal of Biosciences*. 4(12): 193-201.
 - Farshadfar, A. 2010. New topics in biometric genetics. Islamic Azad University Publications, pp, 722. (In Persian).
 - Farshadfar, A. 2018. Genetic modification of environmental stresses. Vosough Publications. First Edition, pp, 844. (In Persian).
 - Farshadfar, E., A. Sheibanirad, and M. Soltanian. 2014. Screening landraces of bread wheat genotypes for drought tolerance in the field and laboratory. *International Journal of Farming and Allied Sciences*. 3(3): 304-311.
 - Gomez-Coronado, F., M.J. Poblaciones, A.S. Almeida, and I. Cakmak. 2016. Zinc (Zn) concentration of bread wheat grown under Mediterranean conditions as affected by genotype and soil/foliar Zn application. *Plant Soil*. 401: 331-346.
 - Guo, X.Y., X.S. Zhang, and Z.Y. Huang. 2010. Drought tolerance in three hybrid poplar clones submitted to different watering regimes. *Journal of Plant Ecology*. 3(2): 79-87.
 - Hashemi-Nasab, H. 2011. Study of several biochemical criteria of drought resistance in wheat cultivars and their relationship with yield. Master Thesis in Plant Breeding. Shiraz University. (In Persian).
 - Heath, R.L., and L. Packer. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 125: 189-198.
 - Heidari, Sh., P. Heidari, R. Azizinezhad, A. Etminan, and M. Khosroshahli. 2020. Assessment of genetic variability, heritability and genetic advance for agromorphological and some in-vitro related-traits in durum wheat. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 26(1): 120-127.

- Lichtenthaler, K. and A.R. Welburn. 1983. Determination of Total Carotenoids and Chlorophylls A and B of Leaf Extracts in Different Solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11, 591-592. <http://dx.doi.org/10.1042/bst0110591>.
- Imam, Y. 2008. Cereal cultivation. Shiraz University Press. Third edition, pp, 190. (In Persian).
- Jowkar, F., A. Masomi-Asl, and R. Karimizadeh. 2020. Evaluation of morphophysiological traits and drought tolerance indices in some advanced durum wheat (*Triticum durum* L.) lines under supplementary irrigation and irrigation conditions. *Journal of Plant Ecophysiology*. 12(42): 162-173. (In Persian).
- Kamalizadeh, M., A. Hoseinzadeh, and H. Zeinalikhanghah. 2013. Evaluation of inheritance for some quantitative traits in bread wheat using generation mean analysis under water deficit condition. *Iranian Journal of Field Crop Science*. 44: 317-326.
- Karimi-dastgerdi, Z., S.H. Mohammady, S. Hyshmand, and M. Rabiei. 2020. The study of different irrigation regimes influences on heritability and some physiological characteristics in wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Crop Production*. 13(4): 111-134. (In Persian).
- Kearsey, J.M., and S.H. Pooni. 1996. The genetic analysis of quantitative traits. 1st Edn.
- Khadka, K., H.J. Earl, M.N. Raizada, and A. Navabi. 2020. A physio-morphological trait-based approach for breeding drought tolerant wheat. *Frontiers in Plant Science*. 11(715): 1-26.
- Khaled, A.G.A., T.M. Elameen, and I.F.O. Elshazly. 2020. Heterosis and combining ability under favorable and salinity stress in Egyptian bread wheat. *Asian Journal of Research and Review in Agriculture*. 2(1): 35-51.
- Khalili, M., and M.R. Naghavi. 2018. Evaluation of genetic diversity of spring wheat cultivars for physiological and agronomic traits under drought stress. *Journal of Crop Breeding*. 10(25): 138- 151.
- Levene, H. 1960. Robust tests for equality of variances in contribution to probability and Statistics, (Ed) 1. Olkin: Stanford University Press, Palo Alto.
- Manette, A.S., C.J. Richard, B.F. Carver, and D.W. Mornhinweg. 1988. Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. *Crop Science*. 28: 526-531.
- Mardani, Z. 2018. Genetic diversity and water deficit tolerance in bitter vetch. Master Thesis in Plant Breeding. Razi University Campus of Agriculture and Natural Resources. (In Persian).
- Miller, P.A., C. Willams, H.F. Robiwsen, and R.E. Comstock. 1958. Estimates of genotypeic and environmental variance and covariance and their implication in section. *Agronomy Journal*. 50: 126-131.
- Mohammadi, S.A., and B.M. Prasanna. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants: Salient statistical tools and considerations. *Crop Science*. 43: 1235-1248.
- Mohammadkhani, N., and P. Sharifi. 2016. Anti-oxidative response of different wheat genotypes to drought during anthesis. *Iranian Journal of Plant Physiology*. 6(4): 1845- 1854.
- Morovati, Z., E. Farshadsfar, and M.H. Romena. 2019. Genetic evaluation of physiological traits related to drought tolerance in some bread wheat genotypes

- under rain fed conditions. *Iranian Journal of Agriculture and Plant Breeding*. 15(2): 35-50. (In Persian).
- Naghavi, M.R., M. Moghaddam, M. Toorchi, and M.R. Shakiba. 2016. Evaluation of spring wheat cultivars for physiological, morphological and agronomic traits under drought stress. *Journal of Crop Breeding*. 8(18): 64-77. (In Persian).
 - Nahas, L.D., A.M. Alsamman, A. Hamwieh, N. Al-Husein, and G.H. Lababidi. 2020. Characterization of EST-SSR markers in bread wheat EST related to drought tolerance and functional analysis of SSR-containing unigenes. *Highlights in Bioscience*. 3: 1-12.
 - Nakano, Y., and K. Asada. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant and Cell Physiology*. 22: 867-880.
 - Pour-Aboughadareh, A., A. Etminan, M. Abdelrahman, K.H.M. Siddique, and L.S. Phan Tran. 2020. Assessment of biochemical and physiological parameters of durum wheat genotypes at the seedling stage during polyethylene glycolinduced water stress. *Plant Growth Regulation*. 1-14.
 - Pour-Aboughadareh, A., M. Omid, M.R. Naghavi, A. Etminan, and A.A. Mehrabi. 2019. Estimation of genetic parameters and heritability of photosynthetic-related traits in *Aegilops tauschii* accessions under water deficit stress. *Modern Genetics Journal*. 14(3): 249- 260. (In Persian).
 - Ramachandra-Reddy, A., K.V. Chaitanya, P.P. Jutur, and K. Sumithra. 2004. Differential antioxidative responses to water stress among five mulberry (*Morus alba* L.) cultivars. *Environmental and Experimental Botany*. 52(1): 33-42.
 - Ranjbar, H. 2018. Study of genetic diversity of bread wheat under drought stress. *Journal of New Ideas in Science, Engineering and Technology*. 1(2): 1-7. (In Persian).
 - Saed-Moucheshi, A., H. Razi, A. Dadkhodaie, M. Ghodsi, and M. Dastfal. 2019. Association of biochemical traits with grain yield in triticale genotypes under normal irrigation and drought stress conditions. *Australian Journal of Crop Science*. 13(02): 272-281.
 - Sharma, S.N., R.S. Sain, and R.K. Sharma. 2003. The genetic control of flag leaf length in normal and late sown durum wheat. *The Journal of Agricultural Science*. 141(3-4): 323-331.
 - Sinha, A.K. 1972. Colorimetric assay of catalase. *Analytical biochemistry*. 47: 389-394.
 - Soleymani-Fard, A., and R. Naseri. 2020. Evaluation of relationships between grain yield and agro-physiological traits of bread wheat genotypes under rainfed conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 13(3): 701-714. (In Persian).
 - Staub, J.E., F.C. Serquen, and M. Gupta. 1996. Genetic markers, map construction, and their application in plant breeding. *Horticulture Sciences*. 31: 729-741.
 - Tardieu, F. 2012. Any trait or trait-related allele can confer drought tolerance: just design the right scenario. *Journal of Experimental Botany*. 63: 25-31.
 - Wright P.R., J. Morgan, R. Jessop, and A. Cass. 1995. Comparative adaptation of canola (*Brassica napus*) and Indian mustard (*B. juncea*) to soil water deficits: yield and yield components. *Field Crops Research*. 42: 1-13.
 - Yaghotipoor, A., and E. Farshadfar. 2018. Evaluation of genetic diversity of durum wheat (*Triticum Durum* L.) genotypes based on physiological and biochemical

traits in non-tension conditions. *Journal of Crop Physiology*. 10(37): 35-48. (In Persian).

- Yusuf, Z., W. Mohammed, H. Zeleke, S.H. Hussein, and H. Arno. 2021. Coheritability and genetic advances of agromorphological and oil quality traits in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes from Ethiopia. *International Journal of Agronomy*. 5148772 (5).

Research Article

DOI:

Estimation of Genetic Parameters of Different Traits Related to Yield in Bread Wheat Accessions under Two Different Moisture Conditions

Fatemeh Bavandpouri¹, Ezatollah Farshadfar^{2*}, and Mohsen Farshadfar³

Received: December 2023, Revised: 8 July 2023, Accepted: 6 August 2023

Abstract

According to the research to investigate 25 bread wheat accessions in terms of genetic parameters and heritability, morphophysiological, phenological and biochemical traits, an experiment was conducted in the 2016-2017 crop year in a randomized complete block design with three replications in rainfed and irrigation at the end of the growing season conditions were carried out in the research field of Razi University. The results of variance analysis showed that there was a high diversity among wheat accessions for most of the traits. At the end of growing season irrigation, thousand seed weight, number of seeds per spike, plant height, peduncle length, mitt penalty length, number of spikelets per spike, harvest index, relative water content and water use efficiency traits showed a positive and significant correlation with yield and in rainfed conditions the traits of thousand seed weight, chaff yield, plant height, xteragen length, peduncle length, mitt penalty length, number of fertile spikelets, number of spikelets per spike, grain spike weight, harvest index, water use efficiency, rate of filing seed, activity of superoxide dismutase and ascorbic peroxidase enzymes had positive and significant correlation with yield. At the end of growing season irrigation, according to genetic gain, in addition to yield, the traits of activity catalase, superoxide dismutase, ascorbic peroxidase enzymes, proline content, soluble protein content, peroxidase enzyme activity and water use efficiency and in rainfed conditions, traits of activity of catalase, superoxide dismutase, ascorbic peroxidase enzymes, proline content, rlatve water protective and xteragen length had the highest genetic gain. Based on morphophysiological, phenological and biochemical traits in rainfed and irrigation at the end of the growing season conditions, accessions 10, 15 and 7 were identified as superior accessions. Therefore, it is possible to produce desirable cultivars through selection and hybridization.

Key words: Correlation, Genetic diversity, Genetic gain, Heritability, *Triticum aestivum*.

¹ Ph.D. Student in Plant Breeding, Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agricultural Science and Engineering, Razi University of Kermanshah, Kermanshah, Iran.

²- Professor, Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agricultural Science and Engineering, Razi University, Kermanshah, Kermanshah, Iran.

³- Associate Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.

*Corresponding Authors: f.bavandpouri@yahoo.com