

ارزیابی تنوع ژنتیکی صفات فنولوژیکی توده‌های گندم ایمر وحشی تحت شرایط دیم و آبیاری تکمیلی

بهناز آفایانی^۱، لیلا زارعی^{۲*}، کیانوش چقامیرزا^۳، صحبت بهرامی نژاد^۴

۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

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

۳. مرکز تحقیقات غلات، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۱

چکیده

گندم ایمر وحشی به دلیل تنوع ژنتیکی بالای خود به عنوان منبعی غنی برای بهبود صفات مختلف در ارقام زراعی گندم شناخته می‌شود و این تنوع می‌تواند به افزایش بهره‌وری گندم در شرایط محیطی متفاوت کمک کند. این تحقیق با هدف برآورد تنوع ژنتیکی ۱۵۰ توده گندم ایمر وحشی با منشأ نقاط مختلف دنیا از نظر صفات فنولوژیکی در قالب طرح آلفا لایس با دو تکرار در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم طی سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ انجام شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثرات محیط و توده برای تمامی صفات زراعی مورد مطالعه معنی‌دار بود ($P < 0.01$). اثر متقابل محیط $\times$ توده فقط در صفات تعداد روز تا گرده‌افشانی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک معنی‌دار شد ($P < 0.01$). نتایج تجزیه خوشه‌ای، توده‌های مورد مطالعه را در شرایط آبیاری تکمیلی، دیم و براساس میانگین داده‌ها در هر دو شرایط به ترتیب به ۱۲، ۱۰ و ۱۳ گروه تقسیم کرد که در هر گروه، توده‌هایی با منشأ جغرافیایی متفاوت پراکنده شدند. نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که در هر دو شرایط بین تعداد روز تا سنبله‌دهی و تعداد روز تا گرده‌افشانی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت، بنابراین به نظر می‌رسد امکان بهبود همزمان این دو صفت در برنامه‌های اصلاحی مهیا باشد. توده‌های شماره ۲۸، ۳۳، ۴۴ و ۱۵۰ در هر دو شرایط وزن هزار دانه (همراه با پوسته) بالا و میانگین صفات فنولوژیکی کمتری داشتند. بنابراین این توده‌ها می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی گندم از نظر صفات فنولوژیکی و زودرسی مفید واقع شوند. توصیه می‌شود این توده‌ها در برنامه‌های اصلاحی گندم به منظور بهبود صفات زراعی استفاده شوند.

کلید واژگان: تجزیه خوشه‌ای، تجزیه همبستگی، روز تا سنبله‌دهی، روز تا گرده‌افشانی، وزن هزار دانه

مقدمه

گندم ایمر وحشی (*Triticum turgidum* ssp.) (dicoccoides, $2n = 4x = 28$ AABB) آلوتراپلوئید و متعلق به جنس *Triticum* و خانواده (*Poaceae* (*Gramineae*)) است. این گندم، جد گندم دوروم (*Triticum durum* or *Triticum turgidum* subsp. *Durum*) تتراپلوئید و گندم نان (*Triticum aestivum*) هگزاپلوئید است. از لحاظ گرده‌افشانی خودگشن بوده، دارای ساقه نیمه ترد و در هلال حاصلخیز رشد می‌کند (Ma'arup et al., 2019; Mohammadi et al., 2021). روند تکاملی گندم ایمر وحشی (*Triticum dicoccoides*, AABB) از طریق تلاقی بین *Triticum urartu* (AA) و *Aegilops speltoides* (BB) آغاز شد (Rahman et al., 2023). مطالعه مراحل رشد در طول چرخه زندگی گیاه به‌عنوان فنولوژی شناخته شده است. داشتن اطلاعات کافی در خصوص طول کل فصل رشد گیاه مهم است، زیرا عامل تعیین‌کننده عملکرد نهایی دانه در محیط‌های مختلف رشد محسوب می‌شود. بنابراین، آگاهی از زمان‌بندی صحیح رویدادهای فنولوژیکی و ارتباط آن‌ها با عوامل تعیین‌کننده عملکرد، پیش‌نیازی برای افزایش بهره‌وری گندم در شرایط مختلف محیطی است (Hussain et al., 2012). فنولوژی گندم به‌طور کلی به عنوان تغییرات رخ داده از سبز شدن تا بلوغ و تأثیر تاریخ کاشت و ارقام در نظر گرفته می‌شود، بنابراین طول مدت و مراحل صفات فنولوژیکی شاخص‌های قابل توجهی برای عملکرد بالقوه محصول هستند (Munsif et al., 2015). در گندم، عمدتاً زمانی که تنش خشکی در مرحله سنبله‌دهی یا گلدهی اتفاق می‌افتد، عملکرد بسیار کاهش می‌یابد. تنش خشکی در طی رسیدگی منجر به کاهش حدود ۱۰ درصدی عملکرد می‌شود (Jatoi et al., 2011). صفات فنولوژیکی از جمله روز تا ۵۰ درصد گرده‌افشانی و روز تا رسیدگی برای مطالعه ژرم‌پلاس گندم ایمر مهم است (Zaitoon et al., 2023). کاهش در صفات فنولوژیکی به افزایش عملکرد گندم کمک می‌کند (Esmaeilzadeh Moghaddam et al., 2014). بهبود عملکرد دانه یکی از چالش برانگیزترین اهداف در اصلاح گندم است، به دلیل اینکه عملکرد یک صفت پیچیده است که به‌طور قابل توجهی به تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بستگی دارد (Flohr et al., 2017 & Li et al., 2019). وزن هزار دانه، یکی از اجزاء عملکرد گندم و نتیجه فرآیند پر شدن

دانه است که با دو پارامتر تعیین می‌شود: مدت زمان پر شدن دانه و سرعت پر شدن دانه (Hagras, 2019). برای رسیدن به حداکثر اندازه و تعداد بذر (عملکرد بالقوه)، گندم باید در زمانی که با شرایط فصلی بهینه مطابقت دارد، مستقر شود، زیست توده را توسعه دهد و گل‌دهی کند (Trethowan, 2014). در اکثر برنامه‌های اصلاحی گندم، تمرکز اصلی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد (تعداد سنبله در واحد سطح، طول سنبله، تعداد سنبله در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه) است (Luković et al., 2020). ژنوتیپ‌های زودرس معمولاً بر ژنوتیپ‌های دیررس ترجیح داده می‌شوند، زیرا زودرس بودن یک استراتژی فرار است. زمان گلدهی از صفات فنولوژیکی مهم برای سازگاری و همچنین پتانسیل عملکرد و ثبات عملکرد هستند (Khumalo et al., 2017). در پژوهشی با هدف ارزیابی خصوصیات زراعی گندم دوروم صفات فنولوژیکی شامل تعداد روز تا سنبله‌دهی، تعداد روز تا گرده‌افشانی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک مورد بررسی قرار گرفتند (Bayhan et al., 2020). در این مطالعه لاین‌های برتر نسبت به شاهد شناسایی شدند؛ نتایج نشان داد که تنها انتخاب‌های مبتنی بر عملکرد نمی‌تواند جهت انجام برنامه‌های اصلاحی مفید باشد و سایر صفات از جمله صفات فنولوژیکی نیز در این زمینه مهم هستند و باید مورد توجه قرار گیرند. در پژوهشی دیگر ۲۶۳ توده گندم ایمر وحشی برای صفات فنولوژیکی روز تا سنبله‌دهی، روز تا گرده‌افشانی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و وزن هزار دانه مورد مطالعه قرار گرفتند. تنوع ژنتیکی زیادی در گندم ایمر وحشی برای صفات مورد مطالعه مشاهده شد، همچنین گندم ایمر وحشی به‌عنوان مخزن ژنی مفید جهت برنامه‌های اصلاحی گندم نان معرفی گردید (Rahman et al., 2023). مجموعه‌ای از ژرم‌پلاس گندم ایمر برای صفات فنولوژیکی یعنی روز تا ۵۰ درصد گرده‌افشانی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و وزن هزار دانه مورد مطالعه قرار گرفتند (Zaitoon et al., 2023). نتایج نشان داد که تنوع معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه وجود داشت. همچنین ژنوتیپ‌های دارای ویژگی‌های مفید برای بهبود صفات مورد مطالعه در پژوهش شناسایی شدند. در پژوهشی با هدف ارزیابی صفات سنبله‌دهی و وزن هزار دانه و تعیین روابط بین این صفات تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم

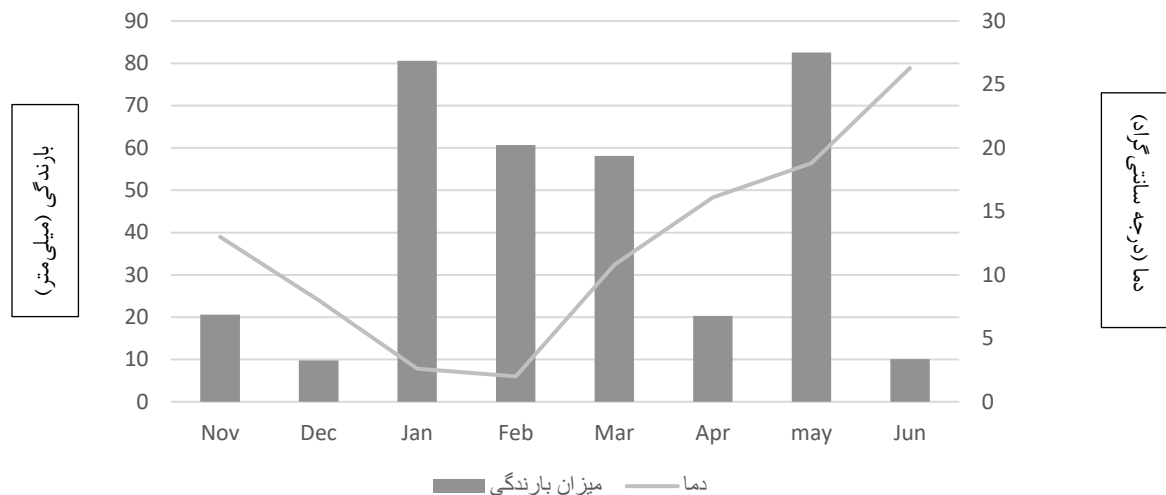
دوروم در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم مورد بررسی قرار گرفتند (Karaman et al., 2023). نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌های زمستانه و بهاره از نظر سنبله‌دهی اختلاف وجود داشت.

در میان تنش‌های محیطی، تنش خشکی یکی از اصلی‌ترین عوامل محدود کننده رشد و تولید محصولات زراعی از قبیل گندم در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. علاوه بر استفاده از روش‌های جدید به‌زراعی در دیم‌کاری ایران، مسأله به‌نژادی و یافتن ارقام زودرس و متحمل به خشکی برای دیم‌زارها مورد توجه است. با وجود محدودیت‌های اقلیمی از جمله خشکی در ایران، لزوم شناسایی ژنوتیپ‌های زودرس و پرمولکرد گندم ایمر و بکارگیری آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی گندم دوروم و نان ضروری به نظر می‌رسد، لذا این پژوهش با هدف برآورد تنوع ژنتیکی صفات فنولوژیکی توده‌های گندم ایمر وحشی با منشأ نقاط مختلف جهان، تحت شرایط دیم و آبیاری تکمیلی انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۱۵۰ توده گندم ایمر وحشی دریافت شده از مرکز تحقیقات ژنومیک و پست ژنومیک CREA-GB ایتالیا (جدول ضمیمه ۱) با استفاده از طرح آلفالایس در دو تکرار تحت شرایط آبیاری تکمیلی و دیم در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ بررسی شدند. هر توده در دو خط ۱/۵ متری با فاصله خطوط ۲۵ سانتی‌متری و تعداد ۲۳ بذر در هر خط کشت شدند. به منظور ایجاد شرایط آبی، آبیاری تکمیلی مزرعه در زمان‌های ساقه‌دهی، گلدهی، سنبله‌دهی و پر شدن دانه انجام شد. موقعیت جغرافیایی مزرعه واقع در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه

رازی، با طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۵۰ متر بود. میزان بارندگی در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ برابر با ۳۴۲/۸ میلی‌متر بود (شکل ۱). صفات مورد اندازه‌گیری در مزرعه شامل صفات فنولوژیک: تعداد روز تا ۵۰ درصد سنبله‌دهی (Days to Heading (DTH)، تعداد روز تا ۵۰ درصد گرده‌افشانی (Days to Anthesis (DTA) و تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک (Days to Physiological Maturity (DTPM) و وزن هزار دانه (همراه با پوسته) (Thousand Kernel Weight (TKW) (برحسب گرم) بودند. به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی خاک، از نقاط مختلف مزرعه تحقیقاتی، نمونه-برداری به‌صورت مرکب از سطح مورد نظر به عمل آمد (جدول ۱). داده‌های جمع‌آوری شده پس از بررسی وجود توزیع نرمال، با درنظر گرفتن محیط و توده به‌عنوان اثر ثابت، با استفاده از رویه GLM بسته آماری SAS (SAS Institute, 2002) تحت تجزیه واریانس مرکب قرار گرفتند و سپس مقایسه میانگین نیز با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD5%) انجام شد. ضرایب همبستگی فنوتیپی پیرسون توسط نرم‌افزار SPSS IBM 23 محاسبه و نمودار حرارتی مربوط به آن با استفاده از نرم افزار R (R Core Team 2016) ترسیم شد، تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از روش کامل (Complete Linkage) و نرم‌افزار R (R Core Team 2016) انجام شد.



شکل ۱- نمودار دما و بارندگی در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بافت خاک مزرعه

نمونه	بافت خاک	pH	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	نیترژن (%)	آهن (ppm)	روی (ppm)
خاک محل آزمایش	لومی رسی	۷/۶۵	۲۴/۳۸	۵۱۴/۵۷	۰/۱۱	۹/۰۶	۰/۳۵

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای صفات مورد مطالعه در پژوهش نشان داد که اثرات محیط و توده برای تمام صفات زراعی اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود ($P < 0.01$). اثر متقابل محیط و توده فقط برای صفات تعداد روز تا گرده‌افشانی و

تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک معنی‌دار بود ($P < 0.01$). بدین مفهوم که تعداد روز تا گرده‌افشانی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک از محیطی به محیط دیگر متفاوت است، بنابراین این صفات در توده‌ها تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب برای صفات مورد مطالعه در ۱۵۰ توده گندم ایمر وحشی

میانگین مربعات				منابع تغییرات	
وزن هزار دانه (همراه)	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	تعداد روز تا گرده‌افشانی	تعداد روز تا سنبله‌دهی	درجه آزادی	
۱۱۵۶۸/۵۳**	۱۵۳۹/۳۰**	۲۶۹/۳۴**	۵۰۰/۵۰**	۱	محیط
۱۱۹/۵۶	۳۴۸/۹۸	۲۶۴/۶۷	۲۰۵/۱۳	۲	تکرار × محیط
۶۶۰/۷۶ ^{NS}	۱۷۵/۴۴**	۳۰/۵۵**	۴۵/۵۸**	۱۶	بلوک (تکرار × محیط)
۱۲۷۲/۶۲**	۷۰/۱۵**	۲۰/۰۹**	۳۹/۱۶**	۱۴۹	توده
۲۸۴/۳۴ ^{NS}	۴۳/۹۵**	۱۴/۸۹**	۱۴/۳۹ ^{NS}	۱۴۹	محیط × توده
۵۶۳/۴۷	۲۳/۵۸	۸/۴۷	۱۱/۶۲	۲۸۲	خطا
۲۰/۳۰	۲/۲۴	۱/۵۸	۱/۹۱	-	درصد ضریب تغییرات
۳/۸۴	۶/۵۶	۵/۷۱	۵/۰۳	-	(LSD 5%)
۱۱۶/۹۲	۲۱۶/۳۰	۱۸۴/۰۱	۱۷۸/۳۷	-	میانگین کل
۰/۸۳	۰/۳۷	۰/۲۸	۰/۶۸	-	وراثت‌پذیری عمومی

** و ^{NS} به ترتیب معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ درصد و غیر معنی‌دار است.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در هر دو شرایط، توده Zavitan بیشترین میانگین تعداد روز تا سنبله‌دهی و وزن هزار دانه (همراه با پوسته) را داشت، در حالی که توده TD012 کمترین میانگین تعداد روز تا سنبله‌دهی و توده DIC376 کمترین میانگین وزن هزار دانه (همراه با پوسته) را نشان داد. همچنین، در شرایط آبیاری تکمیلی، توده TD012 بیشترین میانگین تعداد روز تا گرده‌افشانی و توده Zavitan کمترین میانگین تعداد روز تا گرده‌افشانی را داشت، در حالی که توده DIC130 بیشترین میانگین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و توده DIC400 کمترین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک را نشان داد. نتایج در شرایط دیتم نشان داد که توده‌های TD015 (۱۱۵) و DIC376 (۱۰۰) به ترتیب بیشترین میانگین تعداد روز تا گرده‌افشانی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک را دارند، در حالی که توده‌های DIC333 (۸۷) و Zavitan (۱۵۰) کمترین میانگین را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسه میانگین در شرایط آبیاری تکمیلی میانگین تعداد روز تا گرده‌افشانی بین ۱۷۸/۱۶ تا ۱۸۷/۵۸ روز متغیر بود. در همین شرایط تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک هم بین ۲۱۱ تا ۲۲۲/۵ روز متغیر بود. در شرایط دیتم میانگین تعداد روز تا گرده افشانی از ۱۸۳/۷۶ تا ۱۸۵/۳۹ روز بود (جدول ۳). Zaitoon و همکاران (۲۰۲۳) میانگین تعداد روز تا گرده‌افشانی را در گندم ایمر بین ۱۴۳ تا ۱۸۷ روز و میانگین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک را بین ۲۲۱ تا ۲۴۶ روز به دست آوردند. نتایج پژوهش آن‌ها تقریباً مطابق با نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر است. Bayhan و

همکاران (۲۰۲۰) کمترین و بیشترین مدت زمان گرده‌افشانی گندم دوروم را در شرایط دیتم بین ۱۰۹ تا ۱۱۹ روز گزارش نمودند. میانگین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک هم در این شرایط بین ۲۰۸/۰۶ تا ۲۲۰/۶۲ روز متغیر بود (جدول ۳). این نتایج نشان می‌دهد که در شرایط دیتم تعداد روز تا گرده‌افشانی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک کمتر از شرایط آبیاری تکمیلی بوده است و آبیاری منجر به افزایش طول مدت رشد رویشی گیاه می‌شود. در هر دو شرایط میانگین تعداد روز تا سنبله‌دهی بین ۱۷۲/۹۰ تا ۱۸۳/۶۳ روز متغیر بود (جدول ۴). Bayhan و همکاران (۲۰۲۰) پایین‌ترین و بالاترین مدت زمان سنبله‌دهی گندم دوروم را بین ۱۰۵ تا ۱۱۵ روز به دست آوردند. Karaman و همکاران (۲۰۲۳) میانگین مدت زمان سنبله‌دهی گندم دوروم را ۱۷۰ تا ۱۷۸ روز بیان کردند. میانگین وزن هزار دانه (همراه با پوسته) نیز در هر دو شرایط بین ۶۵/۹۲ تا ۱۷۵/۶۶ گرم متغیر بود (جدول ۴). Karaman و همکاران (۲۰۲۳) میانگین وزن هزار دانه گندم دوروم را بین ۳۲ تا ۴۷ گرم به دست آوردند. با توجه به نتایج سایر پژوهش‌ها گندم ایمر نسبت به سایر انواع گندم از جمله گندم دوروم دارای مدت زمان سنبله‌دهی، گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک طولانی‌تری می‌باشد. بیشترین میزان وراثت پذیری عمومی (۸۳ درصد) برای صفت وزن هزار دانه (همراه با پوسته) حاصل شد که می‌تواند بیانگر احتمال انتخاب موفقیت‌آمیز برای این صفت و قابلیت کاربرد این صفت در برنامه‌های اصلاحی باشد. کمترین میزان وراثت‌پذیری عمومی نیز مربوط به تعداد روز تا گرده‌افشانی بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل معنی‌دار به روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) صفات مورد اندازه‌گیری در توده‌های گندم ایمر

مورد مطالعه در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم

شرایط		شرایط آبیاری تکمیلی		شرایط دیم
توده	تعداد روز تا گرده‌افشانی	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد روز تا رسیدگی
		فیزیولوژیک	فیزیولوژیک	فیزیولوژیک
۱	۱۸۱/۴۵	۲۱۹/۷۸	۱۸۴/۴۱	۲۱۸/۹۷
۲	۱۸۱/۴۰	۲۱۵/۷۹	۱۸۴/۴۶	۲۱۹/۶۵
۳	۱۸۵/۱۸	۲۲۰/۰۸	۱۸۴/۸۵	۲۱۹/۵۱
۴	۱۸۵/۳۳	۲۱۶/۲۸	۱۸۴/۴۱	۲۲۰/۱۲
۵	۱۸۵/۱۷	۲۱۶/۳۱	۱۸۴/۴۸	۲۱۹/۹۹
۶	۱۸۱/۴۵	۲۱۵/۷۵	۱۸۴/۴۱	۲۱۸/۹۷
۷	۱۸۳/۳۴	۲۱۵/۷۹	۱۸۴/۴۶	۲۱۵/۰۲
۸	۱۸۱/۲۸	۲۱۶/۰۶	۱۸۴/۳۷	۲۱۹/۵۱
۹	۱۸۵/۳۳	۲۱۶/۲۸	۱۸۴/۴۱	۲۲۰/۱۲
۱۰	۱۷۹/۸۸	۲۱۶/۳۱	۱۸۴/۴۸	۲۱۰/۷۳
۱۱	۱۸۳/۳۹	۲۱۵/۷۵	۱۸۴/۴۱	۲۰۹/۷۱
۱۲	۱۸۵/۲۹	۲۱۵/۷۹	۱۸۴/۴۶	۲۱۵/۰۲
۱۳	۱۸۵/۱۸	۲۲۰/۰۸	۱۸۴/۳۷	۲۱۴/۸۸
۱۴	۱۸۳/۳۸	۲۲۰/۳۱	۱۸۴/۴۱	۲۱۰/۸۶
۱۵	۱۸۳/۲۲	۲۱۶/۳۱	۱۸۴/۴۸	۲۱۰/۷۳
۱۶	۱۸۳/۳۹	۲۱۵/۷۵	۱۸۴/۴۱	۲۱۴/۳۴
۱۷	۱۸۳/۳۴	۲۱۵/۷۹	۱۸۴/۴۶	۲۱۵/۰۲
۱۸	۱۸۵/۱۸	۲۲۰/۰۸	۱۸۴/۳۷	۲۱۹/۵۱
۱۹	۱۸۱/۴۳	۲۲۰/۳۱	۱۸۴/۴۱	۲۱۵/۴۹
۲۰	۱۸۳/۲۲	۲۱۶/۳۱	۱۸۴/۴۸	۲۱۹/۹۹
۲۱	۱۸۱/۴۵	۲۱۵/۷۵	۱۸۴/۸۹	۲۱۸/۹۷
۲۲	۱۸۳/۳۴	۲۱۹/۸۱	۱۸۴/۴۶	۲۱۹/۶۵
۲۳	۱۸۳/۲۳	۲۲۲/۳۱	۱۸۴/۳۷	۲۱۹/۵۱
۲۴	۱۸۱/۴۳	۲۱۶/۲۸	۱۸۴/۴۱	۲۲۰/۴۵
۲۵	۱۸۱/۸۳	۲۱۵/۸۶	۱۸۴/۴۸	۲۱۰/۷۳
۲۶	۱۸۱/۴۵	۲۱۵/۷۵	۱۸۴/۴۱	۲۱۹/۳۰
۲۷	۱۸۳/۳۴	۲۱۹/۸۱	۱۸۴/۴۶	۲۱۹/۹۸
۲۸	۱۸۳/۲۳	۲۲۰/۰۸	۱۸۴/۳۷	۲۱۹/۸۴
۲۹	۱۸۱/۴۳	۲۲۰/۳۱	۱۸۴/۴۱	۲۲۰/۱۲
۳۰	۱۷۹/۸۸	۲۱۵/۸۶	۱۸۴/۴۸	۲۱۹/۹۹
۳۱	۱۸۰/۵۰	۲۲۲/۲۰	۱۸۴/۴۰	۲۱۸/۷۳
۳۲	۱۸۱/۸۴	۲۱۵/۹۸	۱۸۴/۴۵	۲۱۴/۷۸
۳۳	۱۸۱/۷۳	۲۲۲/۵۰	۱۸۴/۳۶	۲۱۹/۲۷
۳۴	۱۸۲/۴۳	۲۱۶/۴۷	۱۸۴/۴۰	۲۱۹/۸۸
۳۵	۱۸۳/۶۶	۲۱۶/۵۰	۱۸۴/۴۷	۲۱۵/۱۲
۳۶	۱۸۰/۵۰	۲۱۵/۹۴	۱۸۴/۸۸	۲۱۸/۷۳
۳۷	۱۸۱/۸۴	۲۱۵/۹۸	۱۸۴/۴۵	۲۱۰/۱۵
۳۸	۱۸۳/۶۷	۲۲۰/۲۷	۱۸۴/۳۶	۲۱۹/۲۷
۳۹	۱۸۳/۸۲	۲۱۶/۴۷	۱۸۴/۴۰	۲۱۹/۸۸
۴۰	۱۸۵/۶۱	۲۲۰/۵۲	۱۸۴/۴۷	۲۲۰/۰۸
۴۱	۱۸۲/۴۵	۲۱۸/۱۸	۱۸۴/۸۸	۲۰۹/۴۷

۲۱۰/۱۵	۱۸۴/۴۵	۲۲۲/۲۳	۱۸۰/۴۵	۴۲
۲۱۴/۶۴	۱۸۴/۳۶	۲۱۶/۲۵	۱۸۰/۳۴	۴۳
۲۱۵/۲۵	۱۸۴/۴۰	۲۲۲/۲۸	۱۸۱/۸۸	۴۴
۲۱۰/۴۹	۱۸۴/۴۷	۲۱۶/۵۰	۱۸۲/۲۷	۴۵
۲۰۹/۴۷	۱۸۴/۴۰	۲۲۲/۲۰	۱۸۳/۸۴	۴۶
۲۱۴/۷۸	۱۸۴/۴۵	۲۱۵/۹۸	۱۸۰/۴۵	۴۷
۲۱۴/۶۴	۱۸۴/۳۶	۲۲۰/۲۷	۱۸۳/۶۷	۴۸
۲۱۵/۲۵	۱۸۴/۴۰	۲۱۶/۴۷	۱۸۳/۸۲	۴۹
۲۱۹/۷۵	۱۸۴/۴۷	۲۲۰/۵۲	۱۸۳/۶۶	۵۰
۲۱۸/۷۳	۱۸۴/۴۰	۲۲۲/۲۰	۱۸۲/۴۵	۵۱
۲۱۴/۷۸	۱۸۴/۴۵	۲۱۵/۹۸	۱۸۵/۷۴	۵۲
۲۱۰/۰۱	۱۸۴/۳۶	۲۱۶/۲۵	۱۸۱/۷۳	۵۳
۲۱۵/۲۵	۱۸۴/۴۰	۲۱۶/۴۷	۱۸۱/۸۸	۵۴
۲۱۹/۷۵	۱۸۴/۴۷	۲۱۶/۵۰	۱۸۳/۶۶	۵۵
۲۱۴/۱۰	۱۸۴/۸۸	۲۱۵/۹۴	۱۸۵/۷۸	۵۶
۲۱۹/۴۱	۱۸۴/۴۵	۲۱۵/۹۸	۱۸۵/۷۴	۵۷
۲۱۹/۲۷	۱۸۴/۸۴	۲۱۶/۲۵	۱۸۵/۶۲	۵۸
۲۱۰/۶۲	۱۸۴/۴۰	۲۱۶/۴۷	۱۸۳/۸۲	۵۹
۲۱۰/۴۹	۱۸۴/۴۷	۲۱۶/۵۰	۱۸۵/۶۱	۶۰
۲۱۴/۶۶	۱۸۴/۵۲	۲۱۶/۶۰	۱۸۵/۷۶	۶۱
۲۱۵/۳۵	۱۸۵/۰۴	۲۱۶/۶۳	۱۸۳/۷۷	۶۲
۲۱۰/۵۸	۱۸۴/۹۵	۲۱۹/۱۴	۱۸۵/۶۰	۶۳
۲۱۱/۱۹	۱۸۴/۹۹	۲۱۷/۱۳	۱۸۱/۸۶	۶۴
۲۱۱/۰۵	۱۸۴/۵۹	۲۱۷/۱۵	۱۸۳/۶۴	۶۵
۲۱۴/۶۶	۱۸۴/۵۲	۲۱۸/۸۳	۱۸۱/۸۷	۶۶
۲۱۵/۳۵	۱۸۵/۰۴	۲۱۸/۸۷	۱۸۱/۸۲	۶۷
۲۱۵/۲۱	۱۸۴/۹۵	۲۱۶/۹۰	۱۸۱/۷۱	۶۸
۲۱۵/۸۲	۱۸۴/۹۹	۲۱۷/۱۳	۱۸۱/۸۶	۶۹
۲۱۵/۶۸	۱۸۴/۵۹	۲۱۷/۱۵	۱۸۳/۶۴	۷۰
۲۱۹/۲۹	۱۸۴/۵۲	۲۱۸/۸۳	۱۸۳/۸۲	۷۱
۲۱۰/۷۲	۱۸۴/۲۴	۲۱۸/۸۷	۱۸۳/۷۷	۷۲
۲۱۰/۵۸	۱۸۴/۱۶	۲۱۶/۹۰	۱۸۱/۷۱	۷۳
۲۱۱/۱۹	۱۸۴/۹۹	۲۱۷/۱۳	۱۸۱/۸۶	۷۴
۲۱۱/۰۵	۱۸۵/۰۷	۲۱۷/۱۵	۱۸۱/۷۰	۷۵
۲۱۴/۶۶	۱۸۴/۵۲	۲۱۶/۶۰	۱۸۲/۴۳	۷۶
۲۱۰/۷۲	۱۸۵/۰۴	۲۱۸/۸۷	۱۸۱/۸۲	۷۷
۲۱۰/۵۸	۱۸۴/۹۵	۲۱۶/۹۰	۱۸۱/۷۱	۷۸
۲۱۵/۸۲	۱۸۴/۹۹	۲۱۷/۱۳	۱۸۳/۸۰	۷۹
۲۱۱/۰۵	۱۸۵/۰۷	۲۱۷/۱۵	۱۸۵/۵۹	۸۰
۲۱۰/۰۳	۱۸۵/۰۰	۲۱۶/۶۰	۱۸۳/۸۲	۸۱
۲۱۰/۷۲	۱۸۴/۵۶	۲۱۶/۶۳	۱۸۳/۷۷	۸۲
۲۱۹/۸۴	۱۸۴/۹۵	۲۱۶/۹۰	۱۸۵/۶۰	۸۳
۲۱۱/۱۹	۱۸۴/۹۹	۲۱۷/۱۳	۱۸۱/۸۶	۸۴
۲۱۱/۰۵	۱۸۴/۲۷	۲۲۰/۵۰	۱۸۵/۵۹	۸۵
۲۱۹/۲۹	۱۸۵/۰۰	۲۱۹/۹۵	۱۸۰/۴۸	۸۶
۲۱۹/۹۸	۱۸۳/۷۶	۲۱۹/۹۹	۱۸۱/۸۲	۸۷
۲۱۹/۸۴	۱۸۴/۹۵	۲۲۰/۲۵	۱۸۱/۷۱	۸۸

۲۱۱/۱۹	۱۸۴/۹۹	۲۲۰/۴۸	۱۸۰/۴۶	۸۹
۲۲۰/۳۱	۱۸۵/۰۷	۲۲۰/۵۰	۱۸۱/۷۰	۹۰
۲۱۹/۶۰	۱۸۴/۳۶	۲۱۶/۱۱	۱۸۳/۴۳	۹۱
۲۲۰/۲۹	۱۸۴/۴۱	۲۱۶/۱۵	۱۸۳/۳۸	۹۲
۲۱۰/۵۶	۱۸۴/۸۰	۲۱۶/۴۱	۱۸۱/۳۲	۹۳
۲۱۱/۱۷	۱۸۴/۸۴	۲۱۶/۶۴	۱۸۱/۴۷	۹۴
۲۱۱/۰۳	۱۸۴/۹۱	۲۱۶/۶۷	۱۸۱/۳۱	۹۵
۲۱۹/۶۰	۱۸۴/۸۴	۲۱۶/۱۱	۱۸۱/۴۸	۹۶
۲۲۰/۲۹	۱۸۴/۸۹	۲۱۶/۱۵	۱۸۱/۴۳	۹۷
۲۲۰/۱۵	۱۸۴/۸۰	۲۱۶/۴۱	۱۸۱/۳۲	۹۸
۲۱۱/۱۷	۱۸۴/۸۴	۲۱۶/۶۴	۱۸۰/۰۸	۹۹
۲۲۰/۶۲	۱۸۴/۹۱	۲۲۱/۸۰	۱۸۳/۲۵	۱۰۰
۲۱۰/۰۱	۱۸۴/۸۴	۲۱۶/۱۱	۱۸۵/۳۷	۱۰۱
۲۱۰/۷۰	۱۸۴/۸۹	۲۲۱/۷۳	۱۸۳/۳۸	۱۰۲
۲۱۰/۵۶	۱۸۴/۸۰	۲۱۶/۴۱	۱۸۱/۳۲	۱۰۳
۲۱۱/۱۷	۱۸۴/۸۴	۲۱۶/۶۴	۱۸۳/۴۱	۱۰۴
۲۱۱/۰۳	۱۸۵/۳۹	۲۱۶/۶۷	۱۸۱/۳۱	۱۰۵
۲۱۰/۰۱	۱۸۵/۳۲	۲۱۳/۶۵	۱۸۱/۴۸	۱۰۶
۲۱۰/۷۰	۱۸۴/۴۱	۲۱۶/۱۵	۱۸۵/۳۳	۱۰۷
۲۱۰/۵۶	۱۸۵/۲۸	۲۱۹/۷۷	۱۸۵/۲۱	۱۰۸
۲۱۱/۱۷	۱۸۴/۸۴	۲۱۹/۹۹	۱۸۵/۳۶	۱۰۹
۲۱۱/۰۳	۱۸۴/۴۳	۲۱۶/۶۷	۱۸۵/۲۰	۱۱۰
۲۱۰/۰۱	۱۸۵/۳۲	۲۱۶/۱۱	۱۸۵/۳۷	۱۱۱
۲۲۰/۲۹	۱۸۵/۳۶	۲۲۱/۷۳	۱۸۵/۳۳	۱۱۲
۲۱۵/۱۹	۱۸۴/۸۰	۲۱۹/۷۷	۱۸۷/۴۴	۱۱۳
۲۱۵/۸۰	۱۸۴/۸۴	۲۱۹/۹۹	۱۸۷/۵۸	۱۱۴
۲۱۵/۶۶	۱۸۵/۳۹	۲۲۰/۰۲	۱۸۷/۴۳	۱۱۵
۲۱۹/۶۰	۱۸۴/۸۴	۲۲۱/۷۰	۱۸۵/۳۷	۱۱۶
۲۱۵/۳۳	۱۸۴/۴۱	۲۲۱/۷۳	۱۸۵/۳۳	۱۱۷
۲۲۰/۱۵	۱۸۴/۸۰	۲۲۲/۰۰	۱۸۵/۲۱	۱۱۸
۲۱۱/۱۷	۱۸۴/۸۴	۲۱۹/۹۹	۱۸۵/۳۶	۱۱۹
۲۱۱/۰۳	۱۸۴/۹۱	۲۱۶/۶۷	۱۸۵/۲۰	۱۲۰
۲۱۲/۰۰	۱۸۴/۷۸	۲۱۵/۶۱	۱۸۵/۰۱	۱۲۱
۲۱۲/۶۸	۱۸۴/۸۲	۲۱۵/۶۵	۱۸۴/۹۶	۱۲۲
۲۱۲/۵۴	۱۸۴/۷۳	۲۱۵/۹۲	۱۸۴/۸۴	۱۲۳
۲۱۳/۱۵	۱۸۴/۷۷	۲۱۶/۱۴	۱۸۴/۹۹	۱۲۴
۲۱۳/۰۲	۱۸۴/۳۷	۲۱۶/۱۷	۱۸۲/۸۹	۱۲۵
۲۱۲/۰۰	۱۸۴/۷۸	۲۱۵/۶۱	۱۸۵/۰۱	۱۲۶
۲۱۲/۶۸	۱۸۴/۸۲	۲۱۵/۶۵	۱۸۴/۹۶	۱۲۷
۲۱۲/۵۴	۱۸۴/۷۳	۲۱۵/۹۲	۱۸۴/۸۴	۱۲۸
۲۱۳/۱۵	۱۸۴/۷۷	۲۱۹/۴۹	۱۷۹/۷۱	۱۲۹
۲۱۳/۰۲	۱۸۴/۸۵	۲۱۹/۵۲	۱۸۴/۸۳	۱۳۰
۲۱۲/۰۰	۱۸۵/۲۶	۲۱۸/۹۶	۱۸۷/۲۳	۱۳۱
۲۱۲/۶۸	۱۸۴/۳۴	۲۱۹/۰۰	۱۸۷/۱۸	۱۳۲
۲۱۲/۵۴	۱۸۵/۲۱	۲۱۹/۲۷	۱۸۷/۰۷	۱۳۳
۲۱۲/۸۲	۱۸۵/۲۵	۲۱۹/۴۹	۱۸۴/۹۹	۱۳۴
۲۱۲/۶۹	۱۸۴/۸۵	۲۱۹/۵۲	۱۸۴/۸۳	۱۳۵

۲۱۶/۶۳	۱۸۵/۲۶	۲۲۱/۲۰	۱۸۷/۲۳	۱۳۶
۲۱۲/۳۵	۱۸۵/۳۰	۲۱۹/۰۰	۱۸۳/۰۱	۱۳۷
۲۱۲/۲۱	۱۸۵/۲۱	۲۱۹/۲۷	۱۸۷/۰۷	۱۳۸
۲۱۲/۸۲	۱۸۴/۷۷	۲۱۹/۴۹	۱۸۷/۲۲	۱۳۹
۲۱۲/۶۹	۱۸۴/۸۵	۲۱۹/۵۲	۱۸۷/۰۶	۱۴۰
۲۱۱/۶۷	۱۸۵/۲۶	۲۱۸/۹۶	۱۸۳/۰۶	۱۴۱
۲۱۲/۳۵	۱۸۵/۳۰	۲۱۹/۰۰	۱۸۳/۰۱	۱۴۲
۲۱۲/۲۱	۱۸۴/۷۳	۲۱۵/۹۲	۱۸۰/۹۵	۱۴۳
۲۱۷/۷۸	۱۸۴/۲۹	۲۲۱/۲۸	۱۸۳/۰۴	۱۴۴
۲۱۳/۰۲	۱۸۴/۳۷	۲۱۹/۵۲	۱۸۰/۹۴	۱۴۵
۲۱۱/۶۷	۱۸۴/۷۸	۲۱۵/۶۱	۱۸۳/۰۶	۱۴۶
۲۱۲/۳۵	۱۸۴/۸۲	۲۱۹/۰۰	۱۸۳/۰۱	۱۴۷
۲۱۲/۵۴	۱۸۴/۲۵	۲۱۹/۲۷	۱۸۲/۹۰	۱۴۸
۲۱۳/۱۵	۱۸۴/۷۷	۲۱۱/۰۰	۱۷۸/۳۲	۱۴۹
۲۰۸/۰۶	۱۸۴/۳۷	۲۱۳/۲۶	۱۷۸/۱۶	۱۵۰
۷/۶۸	۲/۰۳	۶/۹۵	۵/۱۰	LSD5%
۲۲۰/۶۲	۱۸۵/۳۹	۲۲۲/۵۰	۱۸۷/۵۸	حداکثر
۲۰۸/۰۶	۱۸۳/۷۶	۲۱۱/۰۰	۱۷۸/۱۶	حداقل

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر توده به روش حداقل تفاوت معنی دار (LSD) صفات مورد اندازه گیری در توده های گندم ایمر مورد مطالعه

شماره توده	تعداد روز تا سنبله دهی	وزن هزار دانه (همراه با پوسته) (گرم)
۱	۱۷۹/۲۱	۱۱۸/۲۳
۲	۱۷۴/۰۶	۱۳۰/۹۴
۳	۱۸۰/۱۰	۱۲۷/۳۵
۴	۱۸۰/۱۱	۱۲۷/۴۵
۵	۱۷۵/۲۴	۱۲۱/۶۷
۶	۱۷۹/۲۱	۱۰۷/۷۰
۷	۱۷۷/۸۱	۱۱۴/۸۷
۸	۱۷۹/۲۵	۱۰۴/۳۱
۹	۱۷۸/۴۰	۱۱۲/۲۴
۱۰	۱۷۶/۰۹	۱۳۷/۳۸
۱۱	۱۷۹/۲۱	۱۱۴/۵۶
۱۲	۱۸۰/۳۷	۹۳/۶۸
۱۳	۱۸۱/۳۰	۱۱۴/۰۹
۱۴	۱۷۸/۴۰	۱۱۳/۴۷
۱۵	۱۷۶/۰۹	۱۲۶/۹۱
۱۶	۱۸۰/۰۶	۱۰۹/۳۲
۱۷	۱۸۰/۳۷	۱۲۱/۲۶
۱۸	۱۸۰/۱۰	۱۰۵/۶۲
۱۹	۱۷۶/۶۹	۱۳۱/۰۹
۲۰	۱۷۵/۷۵	۱۳۴/۲۶
۲۱	۱۷۵/۴۵	۱۳۳/۶۹
۲۲	۱۷۶/۱۰	۱۰۷/۴۴
۲۳	۱۷۸/۴۰	۱۱۷/۷۳
۲۴	۱۷۶/۶۹	۱۱۸/۶۷

۱۰۹/۷۶	۱۷۶/۰۹	۲۵
۱۲۸/۲۲	۱۷۷/۵۰	۲۶
۱۳۲/۵۶	۱۷۵/۲۵	۲۷
۱۷۱/۱۸	۱۷۴/۹۸	۲۸
۱۳۶/۱۱	۱۷۴/۹۹	۲۹
۱۳۸/۰۷	۱۷۵/۲۴	۳۰
۱۱۰/۱۸	۱۷۸/۷۰	۳۱
۱۱۴/۰۱	۱۷۷/۳۱	۳۲
۱۶۳/۳۵	۱۷۵/۳۳	۳۳
۱۴۳/۲۴	۱۷۵/۳۴	۳۴
۱۵۱/۲۷	۱۷۳/۲۰	۳۵
۱۰۰/۰۹	۱۷۸/۷۰	۳۶
۱۵۱/۶۸	۱۷۵/۶۰	۳۷
۱۲۷/۰۱	۱۷۷/۸۹	۳۸
۹۴/۳۹	۱۷۶/۱۹	۳۹
۱۱۸/۳۹	۱۷۸/۱۴	۴۰
۱۱۶/۸۲	۱۷۴/۰۹	۴۱
۱۰۱/۲۷	۱۷۵/۶۰	۴۲
۱۳۲/۵۰	۱۷۴/۱۴	۴۳
۱۶۷/۳۸	۱۷۵/۳۴	۴۴
۱۳۵/۲۹	۱۷۵/۵۸	۴۵
۹۵/۲۰	۱۷۶/۱۴	۴۶
۱۱۱/۰۹	۱۷۵/۶۰	۴۷
۱۱۶/۳۹	۱۷۷/۸۹	۴۸
۱۰۹/۸۸	۱۷۵/۳۴	۴۹
۹۱/۵۸	۱۸۰/۷۰	۵۰
۱۳۴/۷۴	۱۷۷/۸۵	۵۱
۱۲۴/۴۸	۱۷۸/۱۶	۵۲
۱۱۲/۹۸	۱۸۰/۴۵	۵۳
۱۱۹/۴۱	۱۷۷/۰۴	۵۴
۱۱۰/۴۴	۱۷۷/۲۹	۵۵
۱۰۶/۳۳	۱۷۹/۵۶	۵۶
۱۰۱/۶۰	۱۸۰/۲۱	۵۷
۱۰۲/۸۴	۱۸۱/۶۵	۵۸
۱۱۶/۹۷	۱۷۷/۹۰	۵۹
۱۲۶/۸۶	۱۷۶/۴۴	۶۰
۹۴/۷۸	۱۷۹/۷۲	۶۱
۱۰۹/۵۹	۱۸۱/۴۰	۶۲
۱۰۶/۱۳	۱۸۰/۶۲	۶۳
۱۴۰/۸۷	۱۷۷/۷۳	۶۴
۸۳/۵۷	۱۷۹/۶۸	۶۵
۱۲۹/۳۷	۱۷۴/۷۸	۶۶
۱۲۳/۰۰	۱۷۹/۶۹	۶۷
۱۳۲/۸۵	۱۷۶/۵۳	۶۸
۱۳۳/۱۹	۱۷۴/۸۲	۶۹
۱۳۶/۳۳	۱۷۷/۹۷	۷۰
۱۴۶/۶۷	۱۷۶/۸۲	۷۱

۱۵۵/۷۲	۱۷۷/۹۹	۷۲
۱۳۰/۲۳	۱۷۷/۷۲	۷۳
۱۴۳/۹۵	۱۷۹/۴۳	۷۴
۱۱۹/۵۸	۱۷۷/۹۷	۷۵
۱۳۲/۹۵	۱۷۷/۶۸	۷۶
۱۲۴/۷۵	۱۷۷/۹۹	۷۷
۱۲۲/۸۴	۱۷۹/۴۳	۷۸
۱۰۳/۶۱	۱۷۸/۸۵	۷۹
۱۱۵/۴۳	۱۷۹/۶۸	۸۰
۷۹/۰۵	۱۷۷/۶۸	۸۱
۱۰۲/۱۰	۱۷۸/۸۴	۸۲
۱۱۶/۸۱	۱۷۹/۴۳	۸۳
۱۵۳/۵۴	۱۷۶/۵۳	۸۴
۱۰۱/۵۵	۱۷۸/۸۳	۸۵
۱۱۵/۶۲	۱۷۷/۶۸	۸۶
۱۰۲/۹۱	۱۷۷/۹۹	۸۷
۱۱۳/۸۵	۱۷۷/۷۲	۸۸
۱۲۹/۳۸	۱۷۷/۷۳	۸۹
۱۱۱/۸۱	۱۷۹/۶۸	۹۰
۱۱۷/۲۷	۱۷۹/۳۱	۹۱
۱۳۸/۶۹	۱۷۹/۶۲	۹۲
۱۱۹/۴۵	۱۷۹/۳۶	۹۳
۱۲۱/۵۵	۱۷۶/۸۰	۹۴
۱۱۸/۴۷	۱۷۷/۰۵	۹۵
۱۲۳/۸۷	۱۷۶/۷۵	۹۶
۱۱۶/۴۴	۱۷۸/۷۷	۹۷
۱۲۳/۳۰	۱۷۸/۵۰	۹۸
۱۵۵/۳۵	۱۷۶/۸۰	۹۹
۶۵/۹۲	۱۸۰/۴۶	۱۰۰
۱۳۴/۵۵	۱۸۰/۱۷	۱۰۱
۱۴۴/۸۰	۱۷۷/۰۷	۱۰۲
۱۳۶/۰۵	۱۷۵/۶۰	۱۰۳
۹۹/۳۶	۱۷۶/۸۰	۱۰۴
۱۱۲/۳۳	۱۷۷/۰۵	۱۰۵
۱۲۴/۱۶	۱۷۷/۲۷	۱۰۶
۹۵/۵۸	۱۸۱/۶۷	۱۰۷
۹۷/۹۹	۱۸۱/۴۱	۱۰۸
۱۰۰/۷۵	۱۸۱/۴۱	۱۰۹
۹۳/۸۰	۱۸۰/۴۶	۱۱۰
۸۲/۷۵	۱۷۵/۹۰	۱۱۱
۹۷/۳۳	۱۷۷/۰۷	۱۱۲
۹۰/۲۰	۱۸۱/۴۱	۱۱۳
۹۵/۴۹	۱۸۳/۶۳	۱۱۴
۹۵/۶۴	۱۸۲/۸۵	۱۱۵
۱۰۷/۸۵	۱۸۲/۳۹	۱۱۶
۱۰۴/۶۱	۱۸۱/۶۷	۱۱۷
۱۱۰/۰۸	۱۸۰/۲۱	۱۱۸

۱۰۹/۶۰	۱۸۱/۲۴	۱۱۹
۱۲۸/۸۵	۱۸۰/۴۶	۱۲۰
۱۰۹/۵۱	۱۷۹/۱۸	۱۲۱
۱۱۴/۸۱	۱۸۰/۳۴	۱۲۲
۱۱۴/۷۶	۱۸۰/۰۸	۱۲۳
۱۱۴/۰۵	۱۷۹/۴۰	۱۲۴
۱۰۴/۴۸	۱۷۷/۷۷	۱۲۵
۱۰۵/۴۱	۱۷۷/۴۷	۱۲۶
۱۰۵/۹۴	۱۸۰/۳۴	۱۲۷
۱۱۰/۰۱	۱۸۰/۰۸	۱۲۸
۹۹/۹۰	۱۷۶/۶۷	۱۲۹
۱۱۰/۵۴	۱۸۱/۳۵	۱۳۰
۹۸/۴۶	۱۸۱/۲۳	۱۳۱
۱۰۹/۲۷	۱۸۱/۵۴	۱۳۲
۸۲/۴۴	۱۸۱/۲۷	۱۳۳
۱۰۴/۷۳	۱۸۰/۰۸	۱۳۴
۱۱۱/۵۵	۱۸۰/۳۳	۱۳۵
۱۱۳/۸۲	۱۸۱/۲۳	۱۳۶
۹۷/۷۰	۱۸۱/۵۴	۱۳۷
۹۵/۷۲	۱۸۱/۲۷	۱۳۸
۸۴/۷۷	۱۸۱/۲۸	۱۳۹
۸۶/۲۷	۱۸۲/۷۲	۱۴۰
۱۰۱/۱۰	۱۸۱/۲۳	۱۴۱
۱۰۶/۳۶	۱۷۸/۶۴	۱۴۲
۱۱۷/۴۹	۱۷۸/۳۷	۱۴۳
۱۴۰/۶۳	۱۷۸/۳۸	۱۴۴
۱۰۸/۱۲	۱۷۶/۹۲	۱۴۵
۱۰۶/۲۲	۱۸۰/۲۰	۱۴۶
۱۱۴/۵۲	۱۷۷/۷۸	۱۴۷
۱۲۲/۹۰	۱۷۷/۵۲	۱۴۸
۱۱۷/۹۴	۱۷۵/۴۷	۱۴۹
۱۷۵/۶۶	۱۷۲/۹۰	۱۵۰
۲۳/۵۷	۴/۳۰	LSD5%
۱۷۵/۶۶	۱۸۳/۶۳	حداکثر
۶۵/۹۲	۱۷۲/۹۰	حداقل

تجزیه همبستگی

نتایج تجزیه همبستگی فنوتیپی پیرسون در شرایط آبیاری تکمیلی نشان داد که همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌داری بین تعداد روز تا سنبله‌دهی و تعداد روز تا گرده‌افشانی ($0/766^{**}$) و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک با تعداد روز تا سنبله‌دهی ($0/316^*$) و تعداد روز تا گرده‌افشانی ($0/221^*$) همچنین همبستگی منفی و

معنی‌داری هم بین وزن هزار دانه (همراه با پوسته) با صفات تعداد روز تا سنبله‌دهی ($0/570^{**}$) و تعداد روز تا گرده‌افشانی ($0/457^{**}$) مشاهده شد، بنابراین می‌توان به منظور انجام برنامه‌های اصلاحی صفات فنولوژیک را به‌طور همزمان بهبود بخشید. در شرایط دیم هم مانند شرایط آبیاری تکمیلی، همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌داری بین تعداد روز تا سنبله‌دهی و تعداد روز تا گرده‌افشانی

فتوسنتزی به دانه‌ها و در نتیجه افزایش وزن هزاردانه و عملکرد می‌شود؛ به نظر می‌رسد در شرایط تنش رطوبتی سرعت انتقال از اهمیت بیشتری برخوردار باشد و در این شرایط زودرسی نسبی (کوتاه‌تر شدن دورهٔ پر شدن دانه) صفتی مطلوب تلقی شود (Reynolds *et al.*, 2000).

Singh و همکاران (۲۰۱۵) همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین روزهای تا ۵۰ درصد گرده‌افشانی با روز تا رسیدگی پیدا کردند. Rahman و همکاران (۲۰۲۳) نیز همبستگی مثبت و معناداری را بین تعداد روز تا سنبله‌دهی، تعداد روز تا گرده‌افشانی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی مشاهده کردند. Zaitoon و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی روز تا ۵۰ درصد گرده‌افشانی را با روز تا رسیدگی دارای همبستگی منفی معرفی کردند.

($0/953^{**}$) و همبستگی منفی و معنی‌داری بین وزن هزار دانه (همراه با پوسته) با صفات تعداد روز تا سنبله‌دهی ($-0/990^{**}$) و تعداد روز تا گرده‌افشانی ($-0/952^{**}$) مشاهده شد (شکل ۲). این نتایج نشان داد که با کاهش دوره رشد، وزن هزار دانه (همراه با پوسته) افزایش و با افزایش دوره رشد وزن هزار دانه (همراه با پوسته) در توده‌های مورد مطالعه کاهش خواهد یافت. با افزایش تعداد روز تا ظهور سنبله، به‌علت افزایش دمای محیط و کاهش رطوبت در دسترس، گیاه با تنش‌های توام دمایی و رطوبتی مواجه شده و در نهایت وزن هزار دانه کاهش می‌یابد (Bakhtiar *et al.*, 2021). محققان متعددی بر این باور بودند که اگرچه به‌طور معمول افزایش نسبی طول دورهٔ پر شدن دانه‌ها در شرایط مطلوب رطوبتی، سبب انتقال بیشتر مواد



شکل ۲- همبستگی فنوتیپی (الف) شرایط آبیاری تکمیلی و (ب) شرایط دیم

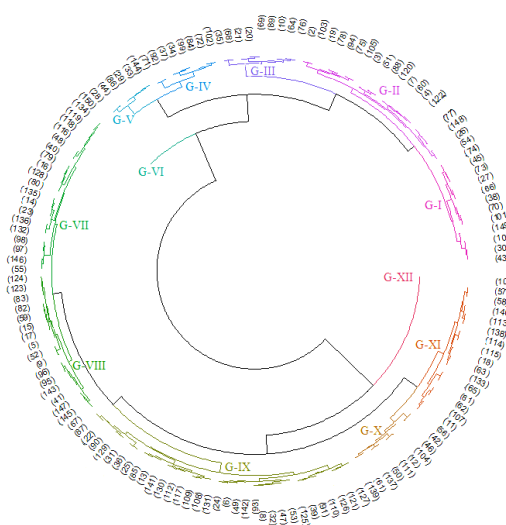
گرفتند (جدول ۵). در شرایط دیم نیز مطابق جدول ۵، گروه اول دارای ۱ توده، گروه دوم چهار توده، گروه سوم سه توده، گروه چهارم ۲۳ توده، گروه پنجم ۲۲ توده، گروه ششم ۲۷ توده، گروه هفتم ۲۶ توده، گروه هشتم هفت توده، گروه نهم ۲۳ توده و گروه دهم شش توده بود. میانگین هر دو شرایط نیز تعداد ۱۲ توده در گروه اول، هفت توده در گروه دوم، ۱۳ توده در گروه سوم، ۱۳ توده در گروه چهارم، هشت توده در گروه پنجم، ۱۳ توده در گروه ششم، هشت توده در گروه هفتم، ۱۸ توده در گروه هشتم، ۱۲ توده در گروه نهم، نه توده در گروه دهم، ۱۶ توده در گروه یازدهم، ۱۱ توده در گروه دوازدهم و ۱۰ توده در گروه سیزدهم را در تجزیه خوشه‌ای نشان داد (جدول ۵). نتایج تجزیه خوشه‌ای تنوع

تجزیه خوشه‌ای

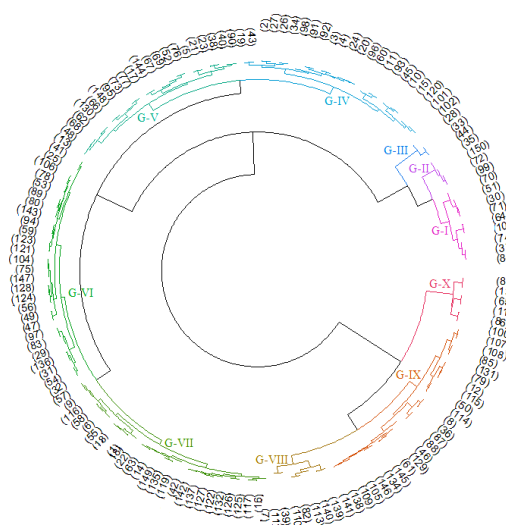
نتایج تجزیه خوشه‌ای، توده‌های مورد مطالعه را در شرایط آبیاری تکمیلی، دیم و میانگین داده‌های هر دو شرایط براساس صفات مورد ارزیابی و با استفاده از روش Complete Linkage به ترتیب به ۱۲، ۱۰ و ۱۳ گروه تقسیم کرد (شکل‌های ۳، ۴ و ۵). در شرایط آبیاری تکمیلی ۱۲ توده در گروه اول، ۲۰ توده در گروه دوم، ۱ توده در گروه سوم، هشت توده در گروه چهارم، شش توده در گروه پنجم، یک توده در گروه ششم، ۱۹ توده در گروه هفتم، ۱۷ توده در گروه هشتم، ۳۲ توده در گروه نهم، ۱ توده در گروه دهم، ۱۶ توده در گروه یازدهم و یک توده در گروه دوازدهم قرار

ژنتیکی بالایی را در ژرم پلاسما مورد بررسی در پژوهش نشان داد به طوری که گروه‌های مختلف دارای توده‌های با منشأ جغرافیایی متفاوت را در بر داشتند این نتایج همین طور با نتیجه تجزیه خوشه‌ای برای میانگین هر دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم نیز تأیید شد که در هر گروه توده‌هایی با منشأ جغرافیایی متفاوت قرار گرفت. نتایج مشابهی توسط (Sharada & Uday, 2021, Tanwar, 2023) نیز در خصوص عدم تطبیق منشأ جغرافیایی با تجزیه خوشه‌ای گزارش شده است. نتایج پژوهش Sharada و Uday (۲۰۲۱) الگوی خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها را دارای عدم توازن بین تنوع

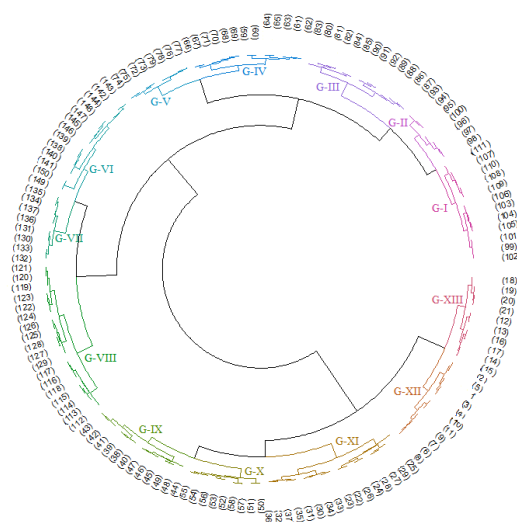
جغرافیایی و ژنتیکی نشان داد. Tanwar (۲۰۲۳) نیز با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به این نتیجه رسیدند که در گروه‌های مختلف توده‌های بومی و خارجی گندم ایمر به طور پراکنده وجود داشتند آن‌ها نیز تنوع بالایی در توده‌ها مشاهده کردند. عدم تطبیق منشأ جغرافیایی با تجزیه خوشه‌ای نشان از وجود تنوع ژنتیکی بسیار زیاد درون جمعیت مورد مطالعه است. این مسئله ممکن است به دلیل تجمع جهش‌های ژنتیکی متفاوت در توده‌های مختلف باشد که باعث ایجاد تنوع در آن‌ها نسبت به یکدیگر شده است.



شکل ۳- نتایج تجزیه خوشه‌ای در شرایط آبیاری تکمیلی



شکل ۴- نتایج تجزیه خوشه‌ای در شرایط دیم



شکل ۵- نتایج تجزیه خوشه‌ای میانگین هر دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم

جدول ۵- گروه‌های مختلف حاصل از تجزیه خوشه‌ای در شرایط آبیاری تکمیلی، دیم و هر دو شرایط

گروه	شماره توده	شرایط آبیاری تکمیلی
۱	۷۴، ۴۵، ۷۳، ۲۷، ۶۶، ۳۸، ۷۰، ۱۰۱، ۱۴۹، ۱۰۶، ۳۰، ۴۳	
۲	۷۵، ۱۰۵، ۳، ۵۱، ۸۸، ۱۲۰، ۷، ۶۰، ۴، ۱۲۲، ۱، ۷۷، ۱۴۸، ۲۶، ۵۴ ۲، ۱۰۳، ۱۹، ۷۸، ۹۴	
۳	۳۵، ۶۸، ۲۱، ۲۰، ۶۹، ۸۹، ۱۰، ۶۴، ۷۶	
۴	۷۱، ۹۲، ۳۷، ۳۴، ۹۹، ۸۴، ۷۲، ۱۰۲	
۵	۲۸، ۴۴، ۸۶، ۲۹، ۳۳، ۱۴۴	
۶	۱۵۰	
۷	۲۳، ۱۴، ۱۳۵، ۸۰، ۱۲۸، ۱۶، ۷۹، ۴۰، ۴۸، ۱۱۶، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۳۴ ۵۵، ۱۴۶، ۹۷، ۹۸، ۱۳۲، ۱۳۶	
۸	۱۴۷، ۴۱، ۱۴۳، ۹۵، ۹۶، ۹، ۵۲، ۵، ۱۷، ۱۵، ۵۹، ۸۲، ۸۳، ۱۲۳، ۱۲۴ ۶۷، ۱۴۵	
۹	۱۱۷، ۱۱۲، ۱۳۰، ۱۴۱، ۱۳، ۸۵، ۲۵، ۳۶، ۳۱، ۱۲۹، ۹۰، ۲۲، ۸۷ ۳۹، ۱۲۵، ۵۳، ۴۷، ۳۲، ۸، ۹۳، ۱۴۲، ۴۹، ۶، ۲۴، ۱۳۱، ۱۰۸، ۱۰۹ ۱۲۷، ۱۲۱، ۱۲۶، ۱۱۰، ۹۱	
۱۰	۴۲، ۴۶، ۱۰۴، ۱۲، ۱۱۱، ۵۰، ۱۳۷، ۶۱، ۱۳۹	
۱۱	۱۱۳، ۱۳۸، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۸، ۶۳، ۱۳۳، ۶۵، ۸۱، ۶۲، ۱۰۷، ۱۱، ۵۶ ۵۷، ۵۸، ۱۴۰	

۱۲	۱۰۰
شرایط دیم	
گروه	شماره توده
۱	۷۰، ۵۱، ۳۰، ۷۱، ۶۴، ۱۰۳، ۷۴، ۳۷، ۸۴
۲	۳۵، ۱۵۰، ۷۲، ۹۹
۳	۲۸، ۳۳، ۴۴
۴	۱۰۲، ۱۰۱، ۱۰۱، ۱۲۰، ۱۵، ۱۰، ۴۵، ۹۳، ۱۱، ۶۰، ۹۶، ۲۰، ۲۴، ۳، ۴، ۹۲، ۱۹، ۴۳، ۲، ۲۷، ۲۶، ۳۴، ۹۸، ۹۱
۵	۹۰، ۴۰، ۳۸، ۲۳، ۲۱، ۵، ۷۶، ۵۲، ۶۹، ۶۷، ۱۴۴، ۱۷، ۷۷، ۷۳، ۹۵، ۱۳، ۴۸، ۶۸، ۶۲، ۱۳۰، ۶۶، ۱۴۸
۶	۴۱، ۲۵، ۱۰۶، ۷۸، ۵۳، ۸۹، ۸۰، ۱۴۳، ۹۴، ۵۹، ۱۲۳، ۱۲۱، ۱۰۴، ۷۵، ۱۴۷، ۱۲۸، ۱۲۴، ۵۶، ۴۹، ۴۷، ۹۷، ۸۳، ۲۹، ۱۳۶، ۳۱، ۵۴، ۳۲، ۵۷، ۹، ۱۱۶، ۵۸، ۶، ۵۵، ۱۸، ۱، ۱۱۸، ۲۲، ۶۳، ۱۴، ۱۴۹، ۱۳۵، ۱۱۹، ۷، ۱۶، ۱۱۷، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۳۲، ۱۲۲، ۱۲۷، ۱۳۷، ۱۴۲، ۴۲
۸	۱۱۲، ۳۹، ۱۱۰، ۱۱۳، ۸۲، ۱۳۹، ۱۴۰
۹	۱۴۱، ۱۳۸، ۱۰۹، ۱۰۵، ۱۴۶، ۱۳۴، ۱۴۵، ۶۱، ۱۲۹، ۴۶، ۸۸، ۸۷، ۳۶، ۸، ۱۱۴، ۵۰، ۱۱۵، ۱۲، ۷۹، ۱۳۱، ۸۵، ۱۰۸، ۱۰۷
۱۰	۸۱، ۱۳۳، ۶۵، ۱۱۱، ۸۶، ۱۰۰
هر دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم	
گروه	توده
۱	۱۰۲، ۹۹، ۱۰۱، ۱۰۵، ۱۰۴، ۱۰۳، ۱۰۶، ۱۰۹، ۱۰۸، ۱۱۰، ۱۰۷
۲	۹۳، ۹۴، ۹۵، ۱۰۰، ۹۶، ۹۷، ۹۸
۳	۸۷، ۸۶، ۸۸، ۸۹، ۹۲، ۹۱، ۹۰، ۸۵، ۸۴، ۸۲، ۸۱، ۸۰، ۸۳
۴	۶۲، ۶۱، ۶۳، ۶۵، ۶۴، ۶۰، ۵۹، ۶۹، ۶۸، ۷۰، ۷۱، ۶۷، ۶۶
۵	۷۷، ۷۶، ۷۸، ۷۹، ۷۳، ۷۲، ۷۵، ۷۴
۶	۱۴۳، ۱۴۲، ۱۴۴، ۱۴۸، ۱۴۷، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۳۹، ۱۳۸، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۹، ۱۵۰
۷	۱۳۵، ۱۳۴، ۱۳۷، ۱۳۶، ۱۳۱، ۱۳۰، ۱۳۳، ۱۳۲
۸	۱۲۱، ۱۲۰، ۱۱۹، ۱۲۳، ۱۲۲، ۱۲۴، ۱۲۶، ۱۲۵، ۱۲۸، ۱۲۷، ۱۲۹
۹	۴۳، ۴۲، ۴۱، ۳۹، ۴۰، ۴۷، ۴۶، ۴۵، ۴۸، ۴۴
۱۰	۵۵، ۵۴، ۵۶، ۵۳، ۵۲، ۵۸، ۵۷، ۵۱، ۵۰
۱۱	۳۶، ۳۷، ۳۵، ۳۱، ۳۰، ۳۴، ۳۳، ۲۳، ۲۲، ۲۶، ۲۴، ۲۸، ۲۷، ۲۹، ۲۵
۱۲	۸، ۶، ۷، ۹، ۱۱، ۱۰، ۴، ۳، ۱، ۵، ۲
۱۳	۱۵، ۱۴، ۱۷، ۱۶، ۱۳، ۱۲، ۲۱، ۲۰، ۱۹، ۱۸

براساس میانگین صفات در هر دو شرایط نیز نشان داد که گروه یازدهم شامل توده‌های (۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵ و ۳۶) دارای بالاترین میانگین وزن هزار دانه (همراه با پوسته) و پایین‌ترین میانگین تعداد روز تا سنبله‌دهی و تعداد روز تا گرده‌افشانی بودند (جدول ۶). بنابراین این توده‌ها به‌عنوان توده‌های زودرس و دارای وزن هزار دانه (همراه با پوسته) بالا، شناسایی شدند. توده‌های شماره ۲۸، ۳۳، ۴۴ و ۱۵۰ در هر دو شرایط دارای وزن هزار دانه (همراه با پوسته) بالا بوده و میانگین صفات فنولوژیکی کمتری داشتند.

با توجه به نتایج تجزیه خوشه‌ای در شرایط آبیاری تکمیلی ابتدا گروه ششم شامل تنها توده شماره ۱۵۰ و به ترتیب گروه‌های سوم و پنجم شامل توده‌های شماره (۱۰، ۲۰، ۲۱، ۲۸، ۲۹، ۳۳، ۳۵، ۴۴، ۶۴، ۶۸، ۶۹، ۷۶، ۸۶، ۸۹ و ۱۴۴) در رتبه‌های بعدی دارای میانگین وزن هزار دانه (همراه با پوسته) بالا و صفات فنولوژیک (روز تا سنبله‌دهی، روز تا گرده‌افشانی) پایین بودند (جدول ۶). همچنین در شرایط دیم، گروه سوم شامل توده‌های شماره ۲۸، ۳۳ و ۴۴ و در رتبه‌ی بعدی گروه دوم شامل توده‌های شماره ۳۵، ۷۲، ۹۹ و ۱۵۰ دارای بالاترین میانگین وزن هزار دانه (همراه با پوسته) و پایین‌ترین میانگین تعداد روز تا سنبله‌دهی و تعداد روز تا گرده‌افشانی بودند (جدول ۶). تجزیه خوشه‌ای

جدول ۶- میانگین صفات در هر خوشه در تجزیه خوشه‌ای در شرایط آبیاری تکمیلی، دیم و هر دو شرایط

شرایط آبیاری تکمیلی				
گروه	روز تا سنبله‌دهی	روز تا گرده‌افشانی	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	وزن هزار دانه (همراه با پوسته) (گرم)
۱	۱۷۵/۶۵	۱۸۱/۹۸	۲۱۶/۶۲	۱۳۶/۶۴
۲	۱۷۶/۷۵	۱۸۲/۶۸	۲۱۷/۶۷	۱۲۹/۰۳
۳	۱۷۴/۸۴	۱۸۱/۸۴	۲۱۷/۰۱	۱۴۲/۶۲
۴	۱۷۶/۱۳	۱۸۲/۵۷	۲۱۷/۷۲	۱۵۴/۹۸
۵	۱۷۵/۸۴	۱۸۱/۹۷	۲۲۱/۰۷	۱۶۲/۸۴
۶	۱۷۰/۷۷	۱۷۸/۱۶	۲۱۳/۲۶	۱۹۵/۶۴
۷	۱۷۸/۴۸	۱۸۴/۳۸	۲۱۸/۷۹	۱۱۶/۳۷
۸	۱۷۷/۱۱	۱۸۳/۴۰	۲۱۶/۸۸	۱۲۰/۹۹
۹	۱۷۷/۸۶	۱۸۳/۲۲	۲۱۷/۹۸	۱۰۸/۸۴
۱۰	۱۷۸/۶۰	۱۸۴/۲۲	۲۱۸/۷۳	۹۴/۴۰
۱۱	۱۸۰/۴۷	۱۸۵/۷۲	۲۱۷/۹۷	۱۰۱/۹۲
۱۲	۱۷۸/۹۱	۱۸۳/۲۵	۲۲۱/۸۰	۷۰/۴۴

شرایط دیم

گروه	روز تا سنبله‌دهی	روز تا گرده‌افشانی	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	وزن هزار دانه (همراه با پوسته) (گرم)
۱	۱۷۸/۴۳	۱۸۴/۶۹	۲۱۴/۲۲	۱۴۲/۴۶
۲	۱۷۷/۹۸	۱۸۴/۴۸	۲۱۱/۲۷	۱۵۷/۰۹
۳	۱۷۶/۳۴	۱۸۴/۳۸	۲۱۸/۱۲	۱۷۰/۸۹
۴	۱۷۸/۶۷	۱۸۴/۵۶	۲۱۵/۷۹	۱۲۹/۷۲
۵	۱۷۹/۲۹	۱۸۴/۶۳	۲۱۵/۶۴	۱۲۰/۳۶
۶	۱۷۹/۲۰	۱۸۴/۷۵	۲۱۳/۳۹	۱۱۱/۳۹
۷	۱۷۹/۷۹	۱۸۴/۶۴	۲۱۵/۲۵	۱۰۳/۹۱
۸	۱۷۹/۳۳	۱۸۴/۷۴	۲۱۴/۶۶	۸۰/۲۰
۹	۱۸۰/۰۱	۱۸۴/۷۹	۲۱۴/۱۴	۹۲/۷۰
۱۰	۱۷۹/۵۱	۱۸۵/۰۱	۲۱۳/۹۳	۶۳/۳۶

هر دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم

گروه	روز تا سنبله‌دهی	روز تا گرده‌افشانی	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	وزن هزار دانه (همراه با پوسته) (گرم)
۱	۱۷۸/۳۰	۱۸۴/۲۵	۲۱۳/۹۴	۱۱۵/۰۳
۲	۱۷۷/۹۹	۱۸۳/۲۶	۲۱۶/۶۹	۱۱۳/۰۷
۳	۱۷۸/۴۳	۱۸۳/۸۷	۲۱۷/۰۳	۱۱۴/۸۱
۴	۱۷۸/۱۴	۱۸۴/۰۹	۲۱۵/۶۷	۱۲۱/۱۶
۵	۱۷۸/۲۵	۱۸۳/۵۵	۲۱۴/۶۸	۱۲۸/۸۳
۶	۱۷۸/۴۴	۱۸۳/۸۳	۲۱۵/۱۴	۱۱۴/۲۸
۷	۱۸۰/۴۸	۱۸۵/۴۲	۲۱۶/۲۹	۱۰۴/۰۷
۸	۱۷۹/۷۰	۱۸۴/۹۵	۲۱۶/۳۳	۱۰۶/۹۴
۹	۱۷۶/۷۵	۱۸۳/۵۷	۲۱۶/۷۱	۱۱۸/۴۷
۱۰	۱۷۹/۲۲	۱۸۴/۲۸	۲۱۷/۰۶	۱۱۱/۲۲
۱۱	۱۷۶/۷۹	۱۸۳/۲۲	۲۱۸/۰۶	۱۳۰/۸۰
۱۲	۱۷۸/۱۶	۱۸۳/۷۴	۲۱۷/۱۱	۱۱۹/۵۹
۱۳	۱۷۸/۴۸	۱۸۳/۹۹	۲۱۶/۵۶	۱۱۸/۲۴

نتیجه‌گیری کلی

توده‌های مورد مطالعه از تنوع ژنتیکی بالایی از لحاظ تمامی صفات مورد مطالعه برخوردارند. همچنین، تجزیه همبستگی فنوتیپی بین صفات تعداد روز تا سنبله‌دهی و تعداد روز تا گرده‌افشانی در هر دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد، در حالی که همبستگی منفی بین این صفات و وزن هزار دانه (همراه با پوسته) مشاهده شد. بنابراین، می‌توان این صفات را به‌طور همزمان در برنامه‌های اصلاحی بهبود بخشید، به‌طوری که با کاهش مدت زمان صفات فنولوژیکی، وزن هزار دانه (همراه با پوسته) نیز افزایش یابد. براساس نتایج تجزیه

خوشه‌ای، توده‌های ۲۸، ۳۳، ۴۴ و ۱۵۰ دارای بیشترین میانگین وزن هزار دانه (همراه با پوسته) و کمترین میانگین صفات فنولوژیکی شناسایی شدند. بنابراین می‌توان این توده‌ها را به‌عنوان توده‌های زودرس در برنامه‌های اصلاحی به منظور ایجاد تنوع ژنتیکی و ایجاد گندم‌هایی با وزن هزار دانه (همراه با پوسته) بالا قرار داد.

سیاسگزاری

بدین‌وسیله از تمامی حمایت‌ها و مساعدت‌های مالی دانشگاه رازی جهت فراهم نمودن امکانات مورد نیاز برای اجرای این پژوهش، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

- Bakhtiar, F., Ghazvini, H., Aghaee Sarbarzeh, M. (2021). Evaluation of variability of agronomic and orphological traits in doubled haploid wheat lines using multivariate statistical methods. *Applied Field Crops Research*, 34(1), 71-92. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/aj.2021.341851.1457>
- Bayhan, M., Ozkan, R., & Ozberk, İ. (2020). Physiological, morphological, phenological and yield evaluation of durum wheat lines under rainfed conditions. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 6(4), 31-43. <https://doi.org/10.7176/JSTR/6-04-05>
- Esmailzadeh Moghaddam, M., Jalal Kamali, M. R., Anet, Z., Roshani, M., & Ghodsi, M. (2014). Temporal variation in phenological characteristics, grain yield, and yield components of spring bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars released in Iran between 1952 and 2009. *Crop Breeding Journal*, 4(1), 57-64. <https://doi.org/10.22092/cbj.2014.109673>
- Flohr, B. M., Hunt, J. R., Kirkegaard, J. A., & Evans, J. R. (2017). Water and temperature stress define the optimal flowering period for wheat in south-eastern Australia. *Field Crops Research*, 209, 108-119. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.04.012>
- Hagras, A. A. A. (2019). Early maturing wheat genotypes to cope with climate changes. *Journal of Plant Production*, 10(12), 1005-1014. <https://doi.org/10.21608/jpp.2019.71521>
- Hussain, M., Shabir, G., Farooq, M., Jabran, K., & Farooq, S. (2012). Developmental and phenological responses of wheat to sowing dates. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 49(4), 459-468. <https://www.researchgate.net/publication/263394696>

- Jatoi, W. A., Baloch, M. J., Kumbhar, M. B., Khan, N. U., & Kerio, M. I. (2011). Effect of water stress on physiological and yield parameters at anthesis stage in elite spring wheat cultivars. *Sarhad Journal of Agriculture*, 27(1), 59-65.
- Karaman, M., Yıldırım, M., & Akıncı, C. (2023). Investigation of durum wheat genotypes (*Triticum durum* Desf.) in terms of quality and some agronomic traits. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 7(4), 725-734. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2023.4.1>
- Khumalo, T. P., Barnard, A., Maphosa, L., & Tsilo, T. J. (2017). Impact of growth habit and architecture genes on adaptation and performance of bread wheat. In R. Wanyera & J. Owuoch (Eds.), *Wheat improvement, management and utilization* (pp. 77-95). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/67116>
- Li, F., Wen, W., Liu, J., Zhang, Y., Cao, S., He, Z., Rasheed, A., Jin, H., Zhang, C., Yan, J., Zhang, P., Wan, Y., & Xia, X. (2019). Genetic architecture of grain yield in bread wheat based on genome-wide association studies. *BMC Plant Biology*, 19(168), 1-19. <https://doi.org/10.1186/s12870-019-1781-3>
- Luković, K., Prodanović, S., Perišić, V., Milovanovic, M., Perišić, V., Rajčić, V., & Zečević, V. (2020). Multivariate analysis of morphological traits and the most important productive traits of wheat in extreme wet conditions. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(4), 5857-5871. https://doi.org/10.15666/aeer/1804_58575871
- Ma'arup, R., Trethowan, R. M., Ahmed, N. U., Bramley, H., & Sharp, P. J. (2019). Emmer wheat (*Triticum dicoccon* Schrank) improves water use efficiency and yield of hexaploid bread wheat. *Plant Science*, 295, 110212. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.110212>
- Mohammadi, M., Mirlohi, A., Majidi, M. M., & Soleimani Kartalaei, E. (2021). Emmer wheat as a source for trait improvement in durum wheat: a study of general and specific combining ability. *Euphytica*, 217, 64. <https://doi.org/10.1007/s10681-021-02796-x>
- Munsif, F., Arif, M., Jan, M. T., Ali, K., & Khan, M. J. (2015). Influence of sowing dates on phenological development and yield of dual-purpose wheat cultivars. *Pakistan Journal of Botany*, 47(1), 83-88.
- R Development Core Team (2016) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Rahman, S., Islam, S., Nevo, E., Saieed, M. A. U., Liu, Q., Varshney, R. K., & Ma, W. (2023). Characterizing agronomic and shoot morphological diversity across 263 wild emmer wheat accessions. *Agriculture*, 13(4), 759. <https://doi.org/10.3390/agriculture13040759>
- Reynolds, M. P., Delgado, M. I., Gutiérrez-Rodríguez, M., & Larqué-Saavedra, A. (2000). Photosynthesis of wheat in a warm, irrigated environment: I: genetic diversity and crop productivity. *Field Crops Research*, 66(1), 37-50. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(99\)00077-5](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(99)00077-5)
- Sharada, H. B., & Uday, G. (2021). Phenotypic diversity studies for terminal drought response in emmer wheat (*Triticum dicoccon* L.). *Journal of Farm Sciences*, 34(4), 376-380. <https://www.researchgate.net/publication/361184847>
- Singh, D. P., Sharma, I., Singh, I., Jindal, M. M., Mann, S. K., Chowdhury, A. K., ... & Lal, H. C. (2015). Evaluation of sources of resistance to leaf blight (*Bipolaris sorokiniana* and *Alternaria trititica*) in wheat (*Triticum aestivum*) and Triticale. *Indian Phytopathology*, 68(2), 221-222. <https://www.researchgate.net/publication/308308218>
- Tanwar, J., Sharma, S., Jakhar, P., Kumar, G., Vikas, V. K., Jha, S. K., & Kumari, J. (2023). Cluster analysis in emmer wheat germplasm using quantitative traits. *Biological Forum – An International Journal*, 15(2), 556-560.
- Trethowan, R. M. (2014). Defining a genetic ideotype for crop improvement. In D. Fleury & R. Whitford (Eds.), *Crop Breeding. Methods in molecular biology* (pp. 1-20). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0446-4_1
- Zaitoon, Khan, M. A., Mir, R. R., Himani, M., Kumar, S., Bano, T., Jan, S., Shafi, S., Wani, F. J., Singh, A. K., Bhat, M. A., & Shikari, A. B. (2023). Morphological and seed quality characterization of emmer wheat (*Triticum dicoccon*) germplasm: characterization of emmer wheat (*Triticum dicoccon*) germplasm. *Journal of Cereal Research*, 15(2), 249-260. <https://doi.org/10.25174/2582-2675/2023/133480>

Evaluation of genetic diversity of phenological traits of wild emmer wheat accessions under rainfed and supplementary irrigation conditions

Behnaz Aghayani¹, Leila Zarei^{*2,3}, Kianoosh Cheghamirza^{3,4}, Sohbati Bahraminejad^{3,4}

1. Ph.D. Candidate, Department of Plant production and Genetics, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran
2. Associate Professor, Department of Plant production and Genetics, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran
3. Cereal Research Center, Razi University, Kermanshah, Iran
4. Professor, Department of Plant production and Genetics, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran

Received: 11-06-2025

Accepted: 12-07-2025

Abstract

Wild emmer wheat (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*) is known as a rich source for improving various traits in wheat cultivars due to its high genetic diversity, and this diversity can help increase wheat productivity under different environmental conditions. In this study, 150 wild Emmer wheat accessions originating from different parts of the world were studied in an Alpha-lattice design with two replications under supplementary irrigation and rainfed conditions during the 2021-2022 cropping year with the aim of evaluating genetic diversity in terms of phenological traits. The results of the combined analysis of variance showed that the effects of environment and accession were significant for all studied traits. The environment $\times$ accession interaction effect was significant for days to anthesis and days to physiological maturity. Cluster analysis divided the accessions into 12, 10 and 13 groups under supplementary irrigation, rainfed and means of data over two conditions. It also showed that accessions with different geographical origins were scattered in each group. Correlation analysis showed a positive and significant correlation between the number of days to heading and the number of days to anthesis in both conditions, so it would be possible to improve simultaneously these two traits in breeding programs. Accessions No. 28, 33, 44 and 150 had high thousand-kernel weight in both conditions and lower average for phenological traits. Therefore, the above-mentioned accessions will be useful for creating genetic diversity in breeding programs to reduce phenological traits and early maturity of wheat varieties.

Keywords: Cluster analysis, Correlation analysis, Days to anthesis, Days to heading, Thousand kernel weight

Citation: Aghayani, B., Zarei, L., Cheghamirza, K., & Bahraminejad, S. (2025). Evaluation of genetic diversity of phenological traits of wild emmer wheat accessions under rainfed and supplementary irrigation conditions. *Plant Production and Genetics*, 6(1), 53-72. <https://doi.org/10.22034/plant.2025.143889.1164>

Copyrights:

Copyrights rights for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Plant Production and Genetics. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



*Corresponding Author Email: L.zarei@razi.ac.ir