



Investigation of genetic parameters of Morphologic and Agronomic Traits in Bread Wheat cultivars by diallel method Under Normal and Drought Stress conditions

Ali Eftekhari

Corresponding Author, Crop and Horticultural Science Research Department, South Khorassan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Birjand, Iran. E-mail: a.eftekhari@areeo.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received 1 October 2024
Received in revised form
2 January 2025
Accepted 1 June 2025
Published online 29 September 2025

Keywords:

Combining ability
Griffing analysis
Hayman-Jinks analysis
Heritability

ABSTRACT

Objective: Developing new and adaptable cultivars suited to different environments is a primary goal for breeders. This study aimed to evaluate the genetic characteristics, including general and specific combining abilities, using a half diallel cross among nine bread wheat cultivars.

Method: Seeds of 36 F₁ hybrids derived from nine parents were planted in a randomized complete block design with three replications under normal and drought stress conditions. The parents and hybrids were evaluated based on morphological and agronomic traits such as plant height, days to maturity, spike length, peduncle length, thousand-seed weight, flag leaf area, and grain yield. Combining abilities and gene action were estimated using Griffing's method 2 (B model) and analysis of variance following Jinks and Hayman's approach.

Results: Analysis with Griffing's method 2 and Hayman-Jinks revealed significant effects of both general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) across all traits and conditions, indicating the presence of both additive and non-additive genetic components. Parents Roshan, Shahpasand, and Azar2 exhibited high GCA for most traits under both conditions. Hayman's variance analysis showed significant additive (a) and dominance (b) components for all traits in both environments. The significance of the b₂ component suggested an unequal distribution of dominant and recessive alleles. The b₃ component, indicative of SCA, was significant across traits. Heritability estimates ranged from 55% to 74% (broad-sense) and 14% to 61% (narrow-sense) in both conditions.

Conclusions: Traits such as plant height, spike length, peduncle length, and days to maturity under normal conditions, as well as spike length, peduncle length, thousand-seed weight, and flag leaf area under drought stress, can be effectively selected in early generations. For traits like seed weight, flag leaf area (normal conditions), plant height, days to maturity (drought stress), and grain yield in both conditions, selection should be delayed until advanced generations when traits are genetically fixed. Breeding methods such as pedigree, backcrossing, bulk, single seed descent, and doubled haploid techniques are recommended to accelerate genetic fixation.

Cite this article: Eftekhari, A. (2025). Investigation of genetic parameters of morphologic and agronomic traits in bread wheat cultivars by diallel method under normal and drought stress conditions. *Journal of Crops Improvement*, 27 (3), 417-435. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2025.382902.2898>



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2025.382902.2898>

Publisher: University of Tehran Press.



برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات مورفولوژی و زراعی گندم نان با استفاده از تجزیه دی آلل در شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی

علی افتخاری✉

نویسنده مسئول، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان جنوبی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بیرجند، ایران. رایانامه: a.eftkhari@areeo.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۰۷

هدف: تولید ارقام جدید و سازگار به محیط‌های مختلف از اهداف مهم به‌نژادگران می‌باشد به‌منظور بررسی خصوصیات ژنتیکی و قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی در بین نه رقم گندم نان تلاقی‌هایی به‌صورت دی آلل یک طرفه انجام شد.

روش پژوهش: ۳۶ دورگ F_1 به‌همراه نه والد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی در مزرعه کشت گردید. والدین و نتاج F_1 از لحاظ صفات مورفولوژی و زراعی طول ساقه، روز تا رسیدن، طول سنبله، طول پدانکل، وزن هزاردانه، سطح برگ پرچم و عملکرد دانه موردآزمایی قرار گرفتند. تعیین ترکیب‌پذیری و نحوه عمل ژن با استفاده از روش دو مدل B گریفینگ و تجزیه واریانس و پارامترهای ژنتیکی به‌روش هیمن، جینکز برآورد گردید.

یافته‌ها: نتایج دی آلل با استفاده از روش دو مدل B گریفینگ و هیمن، جینکز نشان داد که اثر ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) در دو شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی برای کلیه صفات معنی‌دار بود، لذا جزء افزایشی و غیرافزایشی واریانس در وراثت کلیه صفات نقش داشت. والد‌های روشن، شاهپسند و آذر ۲ دارای ترکیب‌پذیری عمومی بالا در هر دو شرایط برای اکثر صفات بودند تجزیه واریانس هیمن نشان داد که جزء افزایشی a و غیر افزایشی b واریانس ژنتیکی در تمامی صفات معنی‌دار گردید. با توجه به معنی‌دار شدن جزء b_2 ، در صفات فراوانی نابرابر آلل‌های غالب و مغلوب دیده شد. جزء b_3 که معادل ترکیب‌پذیری خصوصی گریفینگ می‌باشد در تمامی صفات معنی‌دار گردید. براساس تجزیه ژنتیکی هیمن میزان وراثت‌پذیری عمومی برای صفات مورد مطالعه در دو شرایط بین ۵۵ تا ۷۴ درصد و میزان وراثت‌پذیری خصوصی بین ۱۴ تا ۶۱ درصد متغیر بود.

نتیجه‌گیری: به‌نژادی صفات طول ساقه، طول سنبله، طول پدانکل و روز تا رسیدن در شرایط نرمال رطوبتی و صفات طول سنبله، طول پدانکل، وزن هزاردانه و سطح برگ پرچم در شرایط تنش خشکی در نسل‌های اولیه پاسخ می‌دهد و بازده‌گزینشی بالایی را برای صفات می‌توان انتظار داشت و از روش‌های شجره‌ای یا تلاقی برگشتی برای به‌نژادی استفاده کرد، اما برای صفات وزن هزاردانه، سطح برگ پرچم در شرایط نرمال رطوبتی و طول ساقه، روز تا رسیدن در شرایط تنش خشکی و عملکرد دانه در هر دو شرایط گزینش باید در نسل‌های پیشرفته و پس از رسیدن به خلوص و تثبیت ژنتیکی صفت انجام گیرد و از روش‌های بالک، بالک تک بذر و دابل هاپلوئیدی در به‌نژادی استفاده کرد.

کلیدواژه‌ها:

تجزیه گریفینگ

تجزیه هیمن-جینکز

ترکیب‌پذیری

وراثت‌پذیری

استناد: افتخاری، علی (۱۴۰۴). برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات مورفولوژی و زراعی گندم نان با استفاده از تجزیه دی آلل در شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی. به‌زراعی کشاورزی، ۲۷ (۳)، ۴۱۷-۴۳۵. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2025.382902.2898>



۱. مقدمه

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی جهان است که دارای بالاترین سطح زیر کشت و تولید در بین دیگر غلات می‌باشد. هم‌چنین از جمله محصولات استراتژیک در کشور است که تولید و پایداری عملکرد آن از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. بخش زیادی از اراضی کشت گندم در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است. در این مناطق به‌علت کمبود آب، عملکرد گندم به‌شدت کاهش می‌یابد. براین اساس، خشکی از عمده‌ترین خطرات برای تولید موفق محصولات زراعی در ایران و جهان است (کاستا^۱ و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین اصلاح برای مقاومت به خشکی و رسیدن به حداکثر عملکرد هدفی مهم در برنامه‌های اصلاحی ملی و بین‌المللی است. مطالعات ژنتیکی و درک نوع عمل ژن در بیان یک صفت و قدرت ترکیب‌پذیری در روش‌های اصلاحی جوامع گیاهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اطلاعات ترکیب‌پذیری می‌تواند در رابطه با انتخاب روش‌های اصلاحی و انتخاب ارقام برای تولید هیبرید یا دورگ مفید واقع گردد. یکی از روش‌های برآورد قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی استفاده از تلاقی‌های دی آلل می‌باشد. بهره‌گیری از تجزیه دی آلل در اصلاح گندم به‌طور عمده در ارزیابی قابلیت ترکیب‌پذیری صفات کمی انجام گردیده است و نتایج سودمندی را در اختیار می‌دهد (فرشادفر، ۱۳۷۴).

۲. پیشینه پژوهش

محمدی^۲ و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی ژنتیکی صفات قدرت رشد گیاهچه، طول دوره پرشدن دانه، محتوی کلروفیل، دمای کانوپی، طول دانه و عملکرد دانه گندم نشان دادند که اثرات افزایشی و غیرافزایشی در کنترل ژنتیکی صفات نقش دارد اما سهم اثرات غیرافزایشی بیش‌تر و عمل فوق غالبیت ژن‌ها نقش بارزی داشت. صادق‌زاده^۳ و همکاران (۲۰۱۸) طی یک مطالعه ژنتیکی در گندم دوروم به‌روش دی آلل نشان دادند صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، وزن صد دانه و سطح برگ پرچم از وراثت‌پذیری پایینی برخوردار بود و اثرات غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل آن‌ها سهم بیش‌تری داشت.

الحمدانی^۴ و همکاران (۲۰۱۰) عملکرد هفت رقم گندم دوروم به‌همراه نتاج F_2 حاصل از آن‌ها را با استفاده از طرح دی آلل مورد تحلیل ژنتیکی قرار دادند و قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی بسیار معنی‌داری را برای عملکرد دانه گزارش کردند. براساس این آزمایش عملکرد دانه در کنترل ژن‌های غالب قرار داشت. جوشی^۵ و همکاران (۲۰۰۴) برای تعیین ترکیب‌پذیری تعدادی از صفات کمی و کیفی در گندم مطالعه‌ای را با استفاده از روش دی آلل در مورد ۱۲ صفت تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدن، ارتفاع، سطح برگ پرچم، تعداد پنجه، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، شاخص برداشت، عملکرد دانه در گیاه و محتوای پروتئین انجام دادند و میزان نقش اثرات افزایشی را در کنترل صفات قابل‌توجه دانستند. وندا و هوشمند (۱۳۹۱) با استفاده از روش دی آلل کامل و هفت رقم گندم نان صفات عرض، طول و سطح برگ پرچم، تعداد روزنه در سطح رویی و زیرین برگ پرچم، مساحت روزنه در سطح رویی و زیرین برگ پرچم را ارزیابی کردند. با توجه به میانگین مربعات قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA)^۶ و میانگین

1. Costa

2. Mohammadi

3. Sadeghzadeh

4. Al-Hamdani

5. Joshi

6. General combining ability

مربعات قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA)^۱ و نسبت بیکر^۲ (۱۹۷۸)، اثرات افزایشی سهم بیش‌تری در کنترل صفات طول برگ پرچم و مساحت روزنه در سطح رویی برگ پرچم داشته، بنابراین در مواد ژنتیکی مورد مطالعه، انتخاب برای این صفات در نسل‌های اولیه از کارایی بالایی برخوردار است.

اید^۳ و همکاران (۲۰۰۹) وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی صفات مرتبط با عملکرد را در گندم و در شرایط خشکی مورد بررسی قرار دادند. ارتفاع گیاه، طول سنبله، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، تاریخ ۵۰ درصد گلدهی و وزن هزاردانه به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای میان ژنوتیپ‌ها متفاوت بود هم‌چنین وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی بالایی را برای صفات طول سنبله و وزن هزاردانه مشاهده کردند، اما وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی برای ارتفاع گیاه و تعداد دانه در سنبله پایین بود. احمد^۴ و همکاران (۲۰۰۷) نحوه توارث عملکرد و اجزای عملکرد گندم را در شرایط خشکی مورد بررسی قرار دادند. وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی مورد انتظار برای صفات ارتفاع گیاه، تعداد روز تا رسیدن، تعداد پنجه، وزن هزاردانه و عملکرد دانه در بوته بالا و برای طول سنبله و تعداد دانه در سنبله به‌طور نسبی پایین بود.

طهماسبی و همکاران (۱۳۸۶) برای برآورد پارامترهای ژنتیکی و تعیین چگونگی کنترل ژنتیکی صفات عملکرد و اجزای عملکرد گندم و هم‌چنین تعیین اثر محیط بر برآورد این پارامترها از طرح تلاقی‌های دی‌آل یک‌طرفه با هشت والد و نتاج F_2 ، حاصل از آن‌ها استفاده کردند. در این مطالعه صفات ارتفاع بوته، طول سنبله و تعداد سنبله در هر دو محیط و تعداد سنبله در سنبله در محیط تنش خشکی تحت تأثیر غالبیت نسبی ژن‌ها قرار داشتند، اما صفات تعداد پنجه بارور و عملکرد بوته در هر دو محیط و تعداد سنبله در سنبله در محیط بدون تنش تحت کنترل اثر فوق‌غالبیت ژن‌ها بود. فروزانفر و همکاران (۱۳۸۸) برای بررسی نحوه توارث برخی صفات مرتبط با عملکرد دانه در گندم نان از روش تجزیه میانگین نسل‌ها استفاده کردند و صفاتی مانند زمان گلدهی، رسیدگی، وزن بوته، تعداد سنبله بارور، طول پدانکل، وزن هزاردانه و شاخص برداشت را اندازه‌گیری کردند. در توارث کلیه صفات علاوه بر اثر افزایشی و غالبیت اثر اپیستازی نیز نقش داشت و متوسط وراثت‌پذیری عمومی برای صفات مورد بررسی بین ۰/۴۴ تا ۰/۸۹ متغیر بود. آن‌ها تعداد ژن‌ها را برای صفات مذکور بین یک تا سه عدد برآورد کردند.

ابراهیم^۵ و محمد^۶ (۲۰۱۴) یک طرح دی‌آل را برای شش واریته گندم دوروم اجرا کردند و ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و اثر متقابل را برای تعدادی از صفات با استفاده از روش گریفینگ محاسبه کردند. نتایج، برتری اثر افزایشی را برای صفات وزن هزاردانه و تعداد دانه در سنبله نشان داد. صادقی (۱۳۹۴) با استفاده از روش نیمه دی‌آل و شش رقم گندم نان صفات عملکرد و تعداد سنبله در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن ۱۰ سنبله گندم، وزن دانه در ۱۰ سنبله، هکتولتر و وزن هزاردانه را بررسی نمود. براساس تجزیه گرافیکی هیمن مدل افزایشی-غالبیت برای بیش‌تر صفات به‌غیر از وزن دانه و وزن ۱۰ سنبله گندم و عملکرد دانه کفایت نمود. بنابراین اثرات افزایشی و غیر افزایشی برای مطالعه صفات مذکور کافی نبوده و اثرات متقابل بین‌آلی نیز در کنترل صفات حضور داشتند. ایناموالله^۷ و همکاران (۲۰۰۶) توارث صفات مهم مرتبط با عملکرد گندم شامل تعداد پنجه‌های هر بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، شاخص برداشت و عملکرد بوته را در هشت واریته گندم نان مطالعه کردند. مؤلفه افزایشی برای همه صفات به‌جز تعداد پنجه در گیاه و عملکرد بوته معنی‌دار بود.

1. Specific combining ability

2. Baker

3. Eid

4. Ahmed

5. Ebrahim

6. Mohamed

7. Inamullah

عادل^۱ و همکاران (۲۰۱۲) نوع عمل ژن و توانایی ترکیب پذیری را در گندم نان برای صفات تعداد روز تا سنبله دهی، ارتفاع گیاه، تعداد پنجه در بوته، تعداد سنبله در بوته، تعداد سنبله در بوته، تعداد سنبله در بوته، وزن سنبله در بوته و وزن دانه در بوته در یک طرح دی آلل با شش والد بررسی کردند. میانگین مربعات ترکیب پذیری عمومی و خصوصی برای همه صفات به جز ترکیب پذیری عمومی برای تعداد سنبله در سنبله و ترکیب پذیری خصوصی برای ارتفاع گیاه بسیار معنی دار بودند. این نتایج نشان داد که هر دو عمل افزایشی و غیرافزایشی ژن ها در سیستم ژنتیکی کنترل کننده این صفات نقش داشته است. با استفاده از تجزیه رگرسیون WT (کوواریانس هر ردیف با والد غیرمشترک، متغیر وابسته) بر VT (واریانس هر ردیف، متغیر مستقل) مشخص شد که برای صفات تعداد روز تا سنبله دهی، تعداد پنجه و تعداد سنبله در بوته عمل افزایشی ژن به همراه غالبیت جزئی نقش دارد. به همین دلیل آن ها بیان کردند که برای این صفات گزینش در نسل های اولیه ممکن است پاسخ مناسبی بدهد، اما برای صفاتی مثل ارتفاع و عملکرد بوته که عمل فوق غالبیت ژن ها مؤثر بود گزینش در نسل های اولیه بی نتیجه می باشد. فرشادفر (۱۳۷۴) در آزمایشی خصوصیات ژنتیکی مقاومت به خشکی در گندم را در قالب طرح آمیزشی دی آلل در دو محیط تنش زا روی ۱۵ صفت مورد مطالعه قرار داد نتیجه گرفت که بین ترکیب پذیری عمومی و خصوصی کلیه صفات اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد. در این بررسی همچنین مشخص شد که اثر متقابل محیط $\times$ GCA^۲ و محیط $\times$ SCA^۳ برای کلیه صفات معنی دار می باشد. چادهاری^۴ و همکاران (۱۹۹۹) در آزمایشی برای تجزیه قدرت ترکیب پذیری در گندم با دی آلل ۹ $\times$ ۹ نقش عمده عمل غیرافزایشی ژن را برای عملکرد دانه نشان دادند.

با توجه به این که برای انجام موفقیت آمیز هر برنامه اصلاحی اطلاع از ساختار ژنتیکی ضروری می باشد به همین دلیل این پژوهش با هدف بررسی قابلیت ترکیب پذیری و نیز نحوه کنترل برخی صفات زراعی توسط ژن ها جهت انتخاب صحیح ارقام گندم، امکان ارزیابی، تولید ترکیب های مناسب و انتخاب افراد برتر در برنامه های به نژادی گندم در شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی صورت گرفت.

۳. روش شناسی پژوهش

در این آزمایش نه رقم گندم به نام های مهدوی، قدس، آذر، شیراز، روشن، کویر، کل حیدری، شاهپسند و اکسکلیبر که دارای تفاوت های ژنتیکی و مورفولوژیکی بودند (جدول ۱)، به همراه نتاج F₁ حاصل از تلاقی دی آلل یک طرفه در دو شرایط نرمال رطوبتی (بدون تنش) و تنش خشکی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه شهید باهنر کرمان طی سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ کشت شدند. هر یک از بلوک ها شامل نسل F₁ تلاقی ها و والدین آن ها بود و هر ژنوتیپ در دو ردیف به طول ۲ متر و با فاصله ۲۰ سانتی متر بین ردیف ها و ۵ سانتی متر روی ردیف کاشته شدند. عملیات زراعی از قبیل کوددهی، وجین و سم پاشی به طور یکنواخت و مشابه برای کلیه تکرارها در دو شرایط انجام گرفت. آبیاری در شرایط نرمال رطوبتی به صورت دور آبیاری رایج منطقه انجام شد و به منظور ایجاد تنش خشکی با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه از مرحله ساقه دهی آبیاری قطع شد. شکل (۱) آمار بارندگی سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ را نشان می دهد. همچنین شاخص شدت تنش (SI) براساس رابطه (۱) محاسبه شد بر این اساس $\bar{Y}_S$ میانگین عملکرد دانه در شرایط تنش (۱۹۸۵ کیلوگرم در هکتار) و $\bar{Y}_p$ میانگین عملکرد دانه در شرایط نرمال رطوبتی (۴۸۴۷ کیلوگرم در هکتار) می باشد، شاخص شدت تنش برابر ۶۰ درصد محاسبه شد و نشان دهنده اعمال تنش خشکی در آزمایش بود. در

1. Adel
2. General combining ability
3. Specific combining ability
4. Chowdhry

طول دوره رشد، صفات مورفولوژی و زراعی شامل طول ساقه (سانتی‌متر)، روز تا رسیدن (روز)، طول سنبله (سانتی‌متر)، طول پدانکل (سانتی‌متر)، وزن هزاردانه (گرم)، سطح برگ پرچم (سانتی‌مترمربع) و عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) اندازه‌گیری شد.

داده‌های آزمایش در ابتدا با بررسی ضریب چولگی و کشیدگی (در بازه ۲ تا ۲- نرمال) و سپس با آزمون شاپیرو^۱-ویلک^۲ برای نرمال‌بودن بررسی شدند و سپس آزمون غیریکنواختی واریانس‌های درون تیماری با استفاده از آزمون‌های بارتلت^۳ و لون^۴ انجام شد. در اولین گام، تجزیه واریانس داده‌ها صورت گرفت تا معنی‌داربودن تفاوت بین ژنوتیپ‌ها آشکار گردد. با توجه به آن که والدین به‌طور تصادفی انتخاب شده بودند و از طرفی چون در آزمایش، نسل F₁ به‌همراه والدین استفاده گردید، لذا تعیین ترکیب‌پذیری و نحوه عمل ژن با استفاده از روش دو مدل B گریفینگ^۵ (۱۹۵۶) انجام شد. اثرات ترکیب‌پذیری عمومی برای هر رقم (gi) و ترکیب‌پذیری خصوصی برای هر دورگ (Sij) محاسبه شد. بنا به پیشنهاد بیکر^۶ (۱۹۷۸) مؤثرتر بودن نقش هر یک از اثرات افزایشی یا غالبیت ژن‌ها از طریق رابطه (۲) محاسبه شد. در این رابطه، GCA ترکیب‌پذیری عمومی و SCA ترکیب‌پذیری خصوصی می‌باشد. تجزیه واریانس و پارامترهای ژنتیکی به‌روش هیمن^۷ (۱۹۵۷) برآورد گردید (هیمن، ۱۹۵۷). در روش هیمن-جینکز^۸ (۱۹۵۶) علاوه بر محاسبه آماره‌های ژنتیکی مختلف برای تجزیه و تحلیل بهتر از روش گرافیکی نرم‌افزار Diallel 98 (DIAL98) استفاده شد. برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزارهای SAS (نسخه ۱/۹) و Diallel 98 (DIAL98) استفاده گردید (الحمدانی^۹، ۲۰۱۰؛ گریفینگ، ۱۹۵۶؛ هیمن، ۱۹۵۷؛ جینکز، ۱۹۵۶).

$$SI = 1 - \left(\frac{\bar{V}_s}{\bar{V}_p} \right) \quad \text{رابطه (۱)}$$

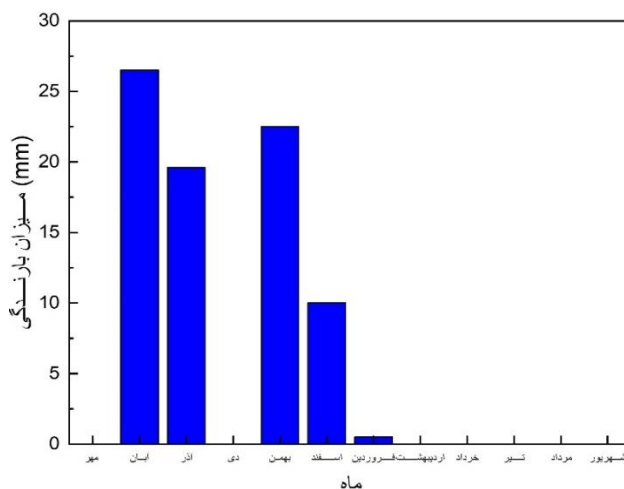
$$= 2\sigma^2_{gca}/2\sigma^2_{gca} + \sigma^2_{sca} \quad \text{نسبت بیکر} \quad \text{رابطه (۲)}$$

جدول ۱. خصوصیات مهم زراعی ارقام گندم نان موردآزمایی

رقم	تپ رشدی	ریشک	میانگین ارتفاع (سانتی‌متر)	میانگین وزن هزاردانه (گرم)	کیفیت نانوایی	میانگین درصد پروتئین دانه	مقاومت به ریزش	میانگین عملکرد دانه (تن در هکتار)
مهدوی	بینابین	دارد	۱۱۲/۵	۴۹	متوسط	۱۰/۵	مقاوم	۷
قدس	بینابین	دارد	۹۷/۵	۴۲	متوسط تا خوب	۱۰/۵	نیمه‌مقاوم	۶
آذر ۲	زمستانه	دارد	۸۹	۳۹	خیلی خوب	۱۱	مقاوم	۲/۶
شیراز	بهاره	دارد	۱۰۱	۴۰	نسبتاً مطلوب	۱۱/۴	نیمه‌حساس	۷/۲۹
روشن	بینابین	خیلی کوتاه‌نندارد	۱۱۵	۴۶	خوب	۱۱/۱	مقاوم	۴
کویر	بهاره	دارد	۹۲/۵	۳۸	متوسط	۱۱/۶	خیلی مقاوم	۵/۷
کل حیدری	بینابین	دارد	۹۵	۴۸	متوسط	۱۱	مقاوم	۴
شاهپسند	زمستانه	دارد	۱۰۵	۴۵	پایین	۱۰/۷	مقاوم	۳/۵
اکسکلیبر	بینابین	دارد	۷۵	۴۲	متوسط	۱۱	مقاوم	۴

فهرست ملی ارقام گیاهی ایران، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، ۱۳۹۰.

1. Shapiro
2. Wilk
3. Bartlett
4. Levene
5. Griffing
6. Baker
7. Hayman
8. Hayman-Jinks
9. Alhamdani



شکل ۱. میزان بارندگی سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ کرمان (شرکت سهامی آب منطقه ای کرمان)

۴. یافته‌های پژوهش

۴.۱. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای صفات موردارزیابی در جدول (۲) ارائه شده است. ژنوتیپ‌ها دارای تفاوت معنی‌داری برای صفات مورد مطالعه در سطح یک درصد (به جز سطح برگ پرچم) می‌باشد. اثر محیط برای همه صفات (به جز طول پدانکل) در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. اثر متقابل محیط در ژنوتیپ برای هیچ‌یک از صفات معنی‌دار نیست (جدول ۲)، علاوه بر این مقایسه میانگین ارقام گندم برای صفات مورد بررسی براساس آزمون دانکن (جدول ۳) معنی‌دار شد.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات موردارزیابی در ۳۶ دورگ F_1 گندم به همراه نه رقم والد

منبع تغییر	درجه آزادی	طول ساقه (سانتی‌متر)	روز تا رسیدن (روز)	طول سنبله (سانتی‌متر)	طول پدانکل (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)	سطح برگ پرچم (سانتی‌متر مربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
محیط	۱	۴۰۱/۶**	۳۰/۹**	۱۲/۵**	۴۳/۷*	۱۴۱/۶**	۳۳/۳**	۲۱۰/۹**
(محیط) بلوک	۴	۵۵/۴	۲/۷	۴/۲	۱۲/۷	۲/۸	۱۵/۶	۱۳۶/۳
ژنوتیپ	۴۴	۲۰۹/۳**	۱۵/۸**	۶/۹**	۸۲/۳**	۴/۴**	۱۴/۷*	۱۱۳/۶**
ژنوتیپ در محیط	۴۴	۲۰/۲	۳/۵	۰/۶۶	۱۳/۶	۰/۸۲	۱۷/۱	۳۱/۶
خطا	۱۷۶	۱۹/۹۸	۲/۵۴	۱/۲۷	۶/۳	۱/۰۹	۵/۷	۳۰/۳
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۹۳	۳/۸۷	۸/۳۹	۱۸/۲۹	۲۳/۱	۲۰/۶	۲۲/۵

***، ** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار.

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در نه رقم گندم براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

رقم	طول ساقه (سانتی‌متر)	روز تا رسیدن (روز)	طول سنبله (سانتی‌متر)	طول پدانکل (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)	سطح برگ پرچم (سانتی‌متر مربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
مهدوی	۸۷/۴c	۱۹۰/۶ ab	۱۰/۴ ab	۳۵bc	۵۵/۸bc	۱۵/۷ c	۳۷۷۴/۵abc
آذر ۲	۹۴/۳abc	۱۹۱/۳ ab	۸/۴ cd	۴۳/۶ab	۴۶/۸cd	۱۷/۷ bc	۳۳۵۶/۵ bc
روشن	۱۱۱/۱a	۱۹۰/۳ab	۹/۹ bc	۴۱ ab	۵۴/۴bc	۲۲/۴ bc	۳۷۵۵ abc
قدس	۸۷/۳c	۱۹۲/۳a	۱۱ ab	۳۷/۶ab	۶۰/۱ab	۲۴ ab	۴۰۳۲ab
کوبر	۹۰/۷bc	۱۹۲ a	۱۱ ab	۳۷/۵ab	۶۱/۱ab	۲۴ ab	۴۷۱۱/۵a
اکسکلیبر	۶۶/۷ d	۱۸۴/۳ b	۷/۴ d	۲۸/۸c	۴۲/۸d	۲۱/۴ bc	۲۹۳۹ bc
کل حیدری	۱۰۶ abc	۱۹۰/۶ ab	۱۲ a	۴۴a	۶۶/۷a	۱۷/۶ bc	۳۰۳۰ abc
شیراز	۹۸/۳ abc	۱۹۴ a	۱۱/۱ ab	۳۹/۴ab	۵۹/۷ ab	۲۰/۱ bc	۴۰۴۹ a
شاهپسند	۱۰۹/۱ ab	۱۹۶ a	۱۱/۵ ab	۴۲/۸ab	۶۲/۸ ab	۳۰/۲ a	۱۹۴۶/۵ c

۲.۴. تجزیه گریفینگ برای صفات موردارزیابی در ۳۶ دورگ F_1 گندم به‌همراه نه رقم والد در شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی

مقایسه ارقام موردبررسی برای ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) در شرایط نرمال رطوبتی (جدول ۴) نشان می‌دهد که برای صفات طول ساقه، روز تا رسیدن، طول سنبله، وزن هزاردانه در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری نشان دادند و برای صفات سطح برگ پرچم، عملکرد دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار و برای طول پدانکل معنی‌دار نیست. در شرایط تنش خشکی (جدول ۵) از لحاظ صفات طول ساقه، روز تا رسیدن، طول پدانکل و وزن هزاردانه در سطح یک درصد و برای سایر صفات در سطح پنج درصد معنی‌دار شده است. ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) در شرایط نرمال رطوبتی (جدول ۴) نشان می‌دهد که در سطح یک درصد صفات طول سنبله، وزن هزاردانه، سطح برگ پرچم، عملکرد دانه معنی‌دار می‌باشد و صفات طول ساقه، روز تا رسیدن و طول پدانکل در سطح پنج درصد معنی‌دار است و در شرایط تنش خشکی (جدول ۵) برای صفات طول ساقه، وزن هزاردانه و عملکرد دانه در سطح یک درصد و برای سایر صفات در سطح پنج درصد معنی‌دار است. نسبت میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی به میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی برای تمام صفات در شرایط نرمال رطوبتی معنی‌دار نیست و نسبت بیکر پایین می‌باشد. نسبت میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی به میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی برای تمام صفات در شرایط تنش خشکی به‌جز عملکرد دانه معنی‌دار بوده و نسبت بیکر در اکثر صفات بالا می‌باشد.

جدول ۴. میانگین مربعات تجزیه گریفینگ برای صفات موردارزیابی در ۳۶ دورگ F_1 گندم به‌همراه نه رقم والد در شرایط نرمال رطوبتی

منابع تغییر	درجه آزادی	طول ساقه (سانتی‌متر)	روز تا رسیدن (روز)	طول سنبله (سانتی‌متر)	طول پدانکل (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)	سطح برگ پرچم (سانتی‌متر مربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
GCA	۸	۳۷۸/۳ ^{**}	۶۴/۰۸ ^{**}	۶/۷۹ ^{**}	۶۷/۶۶	۳۷۹/۴ ^{**}	۴۶/۳ [*]	۶۰۳۴/۱ [*]
SCA	۲۷	۱۶۱ [*]	۴۰/۶۴ [*]	۳/۸۸ ^{**}	۱۳۴/۴ [*]	۱۷۰/۸۸ ^{**}	۹۸/۹ ^{**}	۴۵۰۴۸ ^{**}
خطا	۷۰	۸۳/۸	۸/۳۵	۰/۹۵	۴۲/۴۵	۵۰/۵	۲۱/۸	۳۳۴۸
GCA/SCA		۲/۹۷ ^{ns}	۱/۵۷ ^{ns}	۱/۵۷ ^{ns}	۰/۵۴ ^{ns}	۱/۶۳ ^{ns}	۰/۴۶ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}
نسبت بیکر		۰/۶۸	۰/۶۲	۰/۶۷	۰/۵۲	۰/۶۶	۰/۴۸	۰/۲۱

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

جدول ۵. میانگین مربعات تجزیه گریفینگ برای صفات موردارزیابی در ۳۶ دورگ F_1 گندم به‌همراه نه رقم والد در شرایط تنش خشکی

منابع تغییر	درجه آزادی	طول ساقه (سانتی‌متر)	روز تا رسیدن (روز)	طول سنبله (سانتی‌متر)	طول پدانکل (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)	سطح برگ پرچم (سانتی‌متر مربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
GCA	۸	۶۰۲/۲ ^{**}	۳۱۲/۹ ^{**}	۵/۷۴ [*]	۱۲۱/۸ ^{**}	۲۱۱/۹ ^{**}	۳۷/۰۵ [*]	۶۶۴۵/۹ [*]
SCA	۲۷	۲۰۶/۴ ^{**}	۳۲/۴ [*]	۴/۹۲ [*]	۵۹ [*]	۵۶/۱ ^{**}	۲۲/۸ [*]	۸۴۱۳/۷ ^{**}
خطا	۷۰	۵۸/۱	۱۰/۶	۱/۸۵	۱۴/۲۲	۱۵/۷۸	۹/۲۱	۳۳۳۷/۱
GCA/SCA		۲/۹۱ [*]	۶/۵۷ [*]	۱/۱۶ [*]	۲/۰۶ [*]	۳/۷۷ [*]	۱/۶۳ [*]	۰/۷۸ ^{ns}
نسبت بیکر		۰/۸۵	۰/۷۵	۰/۷۷	۰/۸	۰/۸۸	۰/۷۶	۰/۶۱

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

۳.۴. میزان ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) برای صفات موردارزیابی در نه رقم گندم در شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی

میزان ترکیب‌پذیری عمومی (جدول ۶) در شرایط نرمال رطوبتی نشان می‌دهد رقم روشن برای صفت طول ساقه، رقم شاهپسند برای صفات روز تا رسیدن، طول سنبله، طول پدانکل، رقم کل حیدری برای صفت وزن هزاردانه، رقم شیراز برای

صفت سطح برگ پرچم و رقم آذر ۲ برای صفت عملکرد دانه دارای بیش‌ترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی در جهت مثبت می‌باشند. با توجه به میزان ترکیب‌پذیری عمومی در شرایط تنش خشکی (جدول ۷)، رقم روشن برای صفات طول ساقه، طول پدانکل، عملکرد، رقم شاهپسند برای صفات روز تا رسیدن و طول سنبله، رقم آذر ۲ برای صفت وزن هزاردانه و رقم مهدوی برای صفت سطح برگ پرچم دارای بیش‌ترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی در جهت مثبت می‌باشند.

جدول ۶. میزان ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) برای صفات موردآزمایی در نه رقم گندم در شرایط نرمال رطوبتی

رقم	طول ساقه (سانتی‌متر)	روز تا رسیدن (روز)	طول سنبله (سانتی‌متر)	طول پدانکل (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)	سطح برگ پرچم (سانتی‌مترمربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
مهدوی	۰/۵۲	۰/۳۴	۰/۲	۱/۰۷	-۶/۷۸	۱/۲۸	۰/۵۲
آذر ۲	۱/۴	۰/۳۹	-۰/۳۵	۰/۰۴	۲	-۰/۸۵	۱۳۷/۸۶
روشن	۵/۶۹	-۱/۱۴	-۰/۰۳	۳/۰۳	۲/۴۲	۰/۶۸	۴۸/۹۵
قدس	-۰/۰۲	۰/۴۸	۰/۲۴	۱/۰۷	-۳/۳۴	-۰/۳۵	۱۱۵
کویر	-۵/۰۹	۰/۱۹	۰/۰۳	-۱/۷۷	۱	۰/۳۳	-۳۲/۳
اکسکلیبر	-۷/۰۲	-۳/۵۷	-۰/۹۸	-۳/۷۳	۳/۱۹	-۰/۶۵	-۵۳
کل حیدری	۴/۰۳	۰/۱۹	-۰/۰۸	-۰/۰۶	۴/۶۴	-۱/۸۸	۱۵/۴
شیراز	-۴/۴۸	۰/۱۹	۰/۳۱	-۱/۱۳	-۰/۵۸	۲/۴۸	-۳۸/۵
شاهپسند	۰/۳	۳/۱۴	۰/۴۴	۴/۱۶	-۲/۵۴	۰/۰۴	-۳۵/۱

جدول ۷. میزان ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) برای صفات موردآزمایی در نه رقم گندم در شرایط تنش خشکی

رقم	طول ساقه (سانتی‌متر)	روز تا رسیدن (روز)	طول سنبله (سانتی‌متر)	طول پدانکل (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)	سطح برگ پرچم (سانتی‌مترمربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
مهدوی	-۰/۱۱	۰/۳۱	-۰/۸۵	۲/۳۴	-۳/۹۶	۲/۱۱	-۳۱/۵۳
آذر ۲	۴/۱۵	-۰/۴۵	-۰/۸۵	۲/۶۶	۴/۰۹	۰/۱۵	۱۲/۷۱
روشن	۷/۵۳	-۰/۴۵	-۰/۶۳	۲/۷۸	۳/۱۵	۰/۸۲	۷۴/۵۶
قدس	-۳/۸۹	-۰/۱۶	-۱/۰۱	-۰/۶۲	-۲/۴۸	-۰/۷۶	-۱۴/۰۳
کویر	-۳/۲۵	۰/۴۶	-۱/۳۵	-۱/۴	۲/۵	-۰/۰۱	-۸/۱۹
اکسکلیبر	-۷/۶۸	-۵/۸۳	۲/۳	-۴/۷۳	۰/۵۱	-۰/۴۵	-۲۴/۷۸
کل حیدری	۲/۰۴	-۲/۵۴	-۰/۵۸	۰/۷۲	۲/۱۸	-۲/۳۶	۲۳/۲۹
شیراز	-۵/۱۵	۳/۲۶	-۰/۸۵	-۰/۹۵	-۴/۲۳	-۰/۸۶	-۱۲/۲۸
شاهپسند	۶/۳۴	۵/۴۱	۳/۸۳	-۰/۷	-۱/۷۷	۱/۳۷	-۴۹/۸۶

۴.۴. میزان ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات موردآزمایی در ۳۶ دورگ F_1 گندم در شرایط نرمال رطوبتی و

تنش خشکی

با توجه به ترکیب‌پذیری خصوصی در شرایط نرمال جدول (۸) دورگ‌های کویر در کل حیدری، روشن در شاهپسند، کویر در قدس، مهدوی در شاهپسند، کویر در مهدوی، شاهپسند در کویر به‌ترتیب برای صفات طول ساقه، طول پدانکل، وزن هزاردانه، سطح برگ پرچم و عملکرد دانه و دورگ آذر ۲ در اکسکلیبر برای صفات روز تا رسیدن و طول سنبله دارای بیش‌ترین میزان ترکیب‌پذیری خصوصی در جهت مثبت می‌باشند و در شرایط تنش خشکی دورگ‌های آذر ۲ در اکسکلیبر برای صفات طول ساقه و روز تا رسیدن، کل حیدری در شیراز برای صفت طول سنبله، اکسکلیبر در شیراز برای صفت طول پدانکل، شیراز در شاهپسند برای صفت وزن هزاردانه، مهدوی در شاهپسند برای صفت سطح برگ پرچم و قدس در اکسکلیبر برای صفت عملکرد دانه دارای بیش‌ترین میزان ترکیب‌پذیری خصوصی در جهت مثبت می‌باشند (جدول ۹).

جدول ۸. میزان ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات موردآزایی در ۳۶ دورگ F_1 گندم در شرایط نرمال رطوبتی

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	سطح برگ پرچم (سانتی‌متر مربع)	وزن هزاردانه (گرم)	طول پدانکل (سانتی‌متر)	طول سنبله (سانتی‌متر)	روز تا رسیدن (روز)	طول ساقه (سانتی‌متر)	دورگ
۱۴۵/۵	-۲/۲۷	-۱/۲۴	۱/۳۷	-۰/۱۳	۱/۰۶	۳	۱×۲
-۳/۰۸	۲/۱۲	۴/۳۲	-۰/۳۲	-۰/۰۱	-۰/۸۲	۲/۰۲	۱×۳
۲۸/۳۵	-۳/۲۱	۹/۴۳	-۳/۳۹	۰/۰۸	۰/۲	-۷/۴۷	۱×۴
۰/۸۶	۸/۲۳	۲/۳۳	-۰/۹۴	۰/۸۳	-۰/۸۲	۲/۹۶	۱×۵
۰/۳۲	-۰/۲۵	-۴	۰/۹۹	-۰/۵۹	۰/۹۲	-۱/۱۱	۱×۶
-۲۰۲	-۹/۴۸	-۶/۵۸	-۳/۱۳	-۰/۳۷	-۰/۱۸	-۱۰/۵۹	۱×۷
۳۱/۵۵	-۱/۵۱	۸/۲۳	۴/۳۶	۰/۱۳	-۱/۸۵	۴/۱۹	۱×۸
۷۷/۸۷	۶/۴۷	۱۲/۵	-۰/۴۲	۰/۰۶	۱/۸	-۶/۱۹	۱×۹
-۹۶	۱/۶۶	۱۰/۳	-۲/۹۱	۰/۵۲	-۱/۵۶	-۷/۱۹	۲×۳
-۱۴۵/۴	۱/۴	۲/۲۷	-۰/۴۵	-۰/۱۳	-۰/۱۸	-۰/۲۸	۲×۴
۱۰۷/۴	-۱/۵	۰/۶۲	۱	-۰/۳۶	-۲/۲۳	۳/۳۳	۲×۵
۱۴۲	۲/۳۲	-۲/۵۴	۵/۱۷	۱/۵۳	۳/۲	۱۲/۱۱	۲×۶
۲۶	-۰/۶۲	۱/۶۸	۲/۱۱	-۰/۸۵	-۰/۲۳	۰/۶۲	۲×۷
-۴۷/۸	۰/۰۱	-۴/۴۲	-۲/۹۹	-۰/۱۲	۰/۷۷	-۵/۳۹	۲×۸
-۱۳۱/۸	-۰/۹۸	-۶/۶۸	-۳/۳	-۰/۴۵	-۰/۸۵	-۰/۰۱	۲×۹
۵۰/۹	۶/۱۳	۰/۰۴	-۳/۲۹	۰/۹۳	-۱/۰۸	۶/۴۵	۳×۴
-۳۸/۳	-۴/۳۶	-۸/۳۵	-۵/۰۲	-۱/۳۷	-۰/۸	-۱۲/۳۱	۳×۵
۳/۲۶	-۳/۶۵	-۶/۹۵	-۲/۰۱	-۰/۱۹	-۳/۰۴	۰/۵۱	۳×۶
۱۰/۷۷	۰/۶۸	۴/۳۵	-۱/۲۱	-۰/۳	۰/۸۷	۱/۲۳	۳×۷
-۲۴/۸	-۱/۳۲	-۱/۱۱	۲/۳۷	۰/۲۶	۲/۲	۰/۵۱	۳×۸
۹۷/۳	-۱/۲۶	۷/۴	۱۱/۷۶	۰/۱۶	۲/۵۸	۱/۲۳	۳×۹
-۷۸/۸	۰/۶	-۸/۰۶	۱۳/۹۳	-۰/۰۲	۲/۲۵	۲/۲۲	۴×۵
۱۱۵/۱	۱/۸۳	-۵/۰۶	-۱/۰۱	-۰/۱۴	۰/۶۸	۴/۱۸	۴×۶
-۴۷/۱	-۰/۸۹	۳/۵۶	-۰/۷۸	۰/۲۱	۰/۵۸	-۰/۹۲	۴×۷
۱۱۲/۵	-۲/۸۵	-۳/۸۵	-۱/۸۷	-۰/۶۴	-۰/۷۵	۱/۶۳	۴×۸
-۱۴/۹	-۳/۰۲	۱/۶۸	-۳/۰۵	-۰/۱	-۱/۷	۷/۸۷	۴×۹
-۱۱۷/۷	-۳/۳۳	۱۶/۸	-۶/۲۷	۰/۰۹	-۰/۳۷	-۱۱/۹۸	۵×۶
۶۵/۷	۴/۸۴	۱/۸۲	۴/۱۹	۰/۰۹	-۱/۴۶	۱۵/۸۱	۵×۷
-۳۲۵/۶	-۲/۷۷	-۱/۴۴	-۴/۰۳	-۰/۳۹	۲/۲	-۷/۹	۵×۸
۲۱۵/۶	-۱/۷	۶/۲۸	-۲/۸۵	۰/۵	-۰/۴۲	۰/۸۶	۵×۹
-۳۱/۸	-۰/۳۴	۰/۷۵	۰/۷۴	-۰/۲	-۰/۳۷	-۶/۲۳	۶×۷
۱۵۴/۹	۴/۲۶	-۰/۰۷	۱/۱۹	-۰/۳۷	-۲/۰۴	۱/۶۶	۶×۸
-۱۰۸/۵	۱/۵۶	۰/۹۴	۱/۳	-۰/۱۲	۱/۰۱	-۰/۰۹	۶×۹
۲۰۶/۶	-۱/۰۴	-۲/۹۶	۱/۶۷	۰/۸۹	-۰/۴۶	۰/۱۷	۷×۸
-۲۸/۲	-۰/۲	-۲/۶۴	-۳/۵۸	-۰/۲۸	۱/۲۱	-۳/۶۵	۷×۹
-۱۰۷/۳	۰/۰۲	۵/۴۹	-۰/۷	۰/۲۵	-۰/۰۸	۶/۰۱	۸×۹

۱. مهدوی، ۲. آذر، ۳. روشن، ۴. قدس، ۵. کویر، ۶. اکسکلیپر، ۷. کل حیدری، ۸. شیراز، ۹. شاهپسند.

جدول ۹. میزان ترکیب پذیری خصوصی برای صفات مورد ارزیابی در ۳۶ دورگ F_1 گندم در شرایط تنش خشکی

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)	وزن هزار دانه (گرم)	طول پدانکل (سانتی متر)	طول سنبله (سانتی متر)	روز تا رسیدن (روز)	طول ساقه (سانتی متر)	دورگ
۱۰۹/۷	۲/۲۸	-۱/۶۹	۲/۷۲	۰/۷۱	-۳/۳	۰/۳۱	۱×۲
-۴/۸	-۱/۶۲	-۳/۱۳	-۳/۳۴	۱/۷۹	-۱/۶۳	-۳/۵	۱×۳
۳۰/۵۹	-۱/۸۱	-۲/۳۴	-۵/۵۷	۱/۲	-۲/۲۵	-۶/۹۸	۱×۴
-۴۳/۶۲	-۰/۸	۳/۰۶	۰/۴۷	۰/۷۲	۲/۸	-۲/۹۵	۱×۵
-۴۴/۸	-۲/۵۴	-۰/۵۵	-۲/۵۶	-۴/۲۸	-۳/۹۲	-۸/۷۳	۱×۶
۶۷/۶۴	-۱/۳۶	۳/۱۵	۲/۲۳	۱/۵	۶/۱۳	۶/۸۹	۱×۷
-۷۵/۴	-۰/۵۲	-۲/۱۲	۲/۶۳	۱/۱۱	-۱/۳۵	۸/۷۲	۱×۸
-۳۹/۲۸	۶/۳۶	۳/۶۱	۳/۴۲	-۲/۷۵	۳/۵۱	۶/۲۵	۱×۹
۲/۶۸	۱/۷۲	۰/۵	۰/۲۲	۱/۳۴	-۰/۲	-۰/۸	۲×۳
-۱۳۴/۸۵	-۳/۶۴	-۲/۴۹	۰/۶۷	۰/۰۲	۲/۱۸	-۱۴/۷۸	۲×۴
۸۲/۰۸	-۰/۳۴	۰/۵۴	-۰/۰۷	۰/۳۴	-۴/۴۴	۱۰/۲۵	۲×۵
۳۱/۹۷	۰/۸۴	۵/۶۲	۲/۸۷	۰/۷۴	۷/۱۸	۱۳/۶۴	۲×۶
-۶/۳۷	۰/۹۴	۴/۷۳	۰/۴۷	۰/۵۷	-۲/۴۴	۱۳/۴۶	۲×۷
-۹۴/۶	-۱/۲۳	-۰/۴	-۱/۳۱	۰/۴۱	-۳/۲۵	۶/۴۶	۲×۸
۹/۵۱	-۰/۵۸	-۶/۸۲	-۵/۵۸	-۴/۱۳	۴/۲۷	-۳/۶۵	۲×۹
-۶۳/۲	-۰/۲۳	-۰/۴۸	-۴/۳۳	۱/۰۶	-۱/۴۹	-۳/۵۹	۳×۴
۱۵/۶۴	-۱/۴۸	-۰/۱۵	۰/۴۱	۰/۷۴	۱/۵۶	-۶/۱۹	۳×۵
-۱۳/۶	۲/۲۷	۴/۱۸	-۴/۱۸	-۳	-۱/۴۹	۸/۰۳	۳×۶
۵۲/۰۱	۰/۰۱	-۳/۹۷	۳/۱۵	۰/۷۵	۱/۵۶	۱/۴۴	۳×۷
۳۱/۹۳	-۱/۸۹	-۱/۳۹	۴/۲۰	۰/۱۴	۰/۴۲	۰/۵۱	۳×۸
-۲۰/۶۷	۱/۲۲	۴/۴۵	۳/۸۶	-۲/۸۲	۱/۲۷	۴/۱۱	۳×۹
-۱۲/۶۹	۱/۳۷	-۰/۳	-۴/۴۳	۱/۷۱	۰/۶۱	۲/۳۳	۴×۵
۱۷۳/۲۴	۱/۹۱	-۰/۱	۳/۸۴	-۳/۶۳	۰/۸۹	۶/۸۵	۴×۶
-۲۷/۳۶	۱/۸۷	-۰/۴۷	-۱/۸	۱/۷۴	-۳/۳۹	۲/۱۳	۴×۷
۷۳/۲۱	-۰/۲۲	۴/۸۶	۵/۱۲	۱	۳/۴۶	۷/۱۹	۴×۸
-۳۸/۹۵	۰/۷۵	۱/۳۲	-۲/۳۶	۳/۱	-۰/۲۱	۶/۸۶	۴×۹
-۱۸/۵۴	۰/۹	۱/۰۵	-۴/۰۹	-۳/۰۵	۱/۲۷	-۶/۴۲	۵×۶
۱۷/۸۹	۲/۵۱	۵/۷۴	۴/۵۲	۰/۹۲	-۱/۳۵	۸/۴۳	۵×۷
-۷۲/۷۷	-۳/۳۷	-۳/۲۵	-۴/۵۳	۰/۹۶	۰/۸۵	-۹/۵۴	۵×۸
۳۲/۰۱	۱/۲۱	-۶/۷	-۱/۱۴	-۲/۳۴	-۱/۳	۱/۴	۵×۹
-۲۰/۲۰۲	-۱/۴۳	-۵/۲۴	-۷/۰۴	-۴/۱۹	۰/۶۱	-۱۱/۳۱	۶×۷
۸۹/۸۸	۱/۶۸	۱/۰۸	۶/۱۳	-۳/۲۷	-۲/۵۴	۵/۶۵	۶×۸
۱۶/۱۴	-۳/۶۳	-۶/۰۵	۵/۰۴	-۲۰/۶۷	-۲/۰۱	-۷/۷۱	۶×۹
۳۶/۳۵	۴/۱۷	-۶/۴۶	-۵/۲۶	۱/۹۳	۳/۵۱	-۱۰/۳۷	۷×۸
۶۱/۹۶	-۶/۷۲	۲/۵۴	۳/۷۴	-۳/۲۳	-۴/۶۳	-۳/۶۷	۷×۹
-۴۹/۸۶	۱/۳۹	۷/۶۷	-۶/۹۸	-۲/۲۹	-۱/۱۱	۱/۵	۸×۹

۱. مه‌دوی، ۲. آذر، ۳. روشن، ۴. قدس، ۵. کویر، ۶. اکسکلیر، ۷. کل حیدری، ۸. شیراز، ۹. شاهپسند

۴. ۵. تجزیه واریانس هیمن برای صفات مورد ارزیابی در ۳۶ دورگ F_1 گندم به همراه نه رقم والد در شرایط

نرمال رطوبتی و تنش خشکی

با توجه به تجزیه واریانس هیمن در کلیه صفات مرتبط با عملکرد در شرایط نرمال رطوبتی اجزای a و b معنی دار شد (جدول ۱۰). جزء b_1 در صفات طول پدانکل و وزن هزار دانه معنی دار شد. جزء b_2 و b_3 در همه صفات معنی دار است. تجزیه واریانس هیمن در شرایط تنش خشکی (جدول ۱۱) نشان می‌دهد، جزء a در کلیه صفات به جز روز تا رسیدن و

سطح برگ پرچم معنی‌دار است. جزء b در همه صفات به‌غیر از طول پدانکل معنی‌دار است جزء b_1 فقط در صفت طول ساقه معنی‌دار می‌باشد و اجزای b_2 و b_3 در همه صفات معنی‌دار است.

جدول ۱۰. تجزیه واریانس هیمن برای صفات موردارزیایی در ۳۶ دورگ F_1 گندم به‌همراه نه رقم والد در شرایط نرمال رطوبتی

منبع تغییر	درجه آزادی	طول ساقه (سانتی‌متر)	روز تا رسیدن (روز)	طول سنبله (سانتی‌متر)	طول پدانکل (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)	سطح برگ پرچم (سانتی‌متر مربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
بلوک	۲	۵۱۱/۳**	۶۴/۸**	۱۳/۲۸**	۲۸/۵	۲۶۲/۱	۴۴۹/۹**	۳۰۶۸۲۸**
a	۸	۵۷۱/۹**	۳۰/۴۵**	۶/۷۳**	۷۱/۲*	۵۷۵/۲**	۵۷/۶**	۲۱۴۶۰۵**
b	۳۶	۳۳۴/۵**	۲۰/۵۴**	۱/۷۶*	۹۳/۸**	۳۶۱/۶*	۴۳/۷**	۱۴۷۹۵۲**
b_1	۱	۲۶۹/۴	۰/۳۱	۰/۰۸	۵۸۳/۵۸**	۳۵۹/۹*	۲۸/۳	۳۳۳۶۵/۷
b_2	۸	۱۳۷/۹*	۲۲/۹۴*	۷/۳۹**	۶۱/۱*	۱۳۵/۳*	۴۴/۶*	۶۰۰۲۲*
b_3	۲۷	۲۶۴/۸**	۲۶/۵*	۳/۹۶*	۹۴/۳*	۱۳۷/۸*	۵۰**	۶۰۰۳۴/۳*
خطا	۸۸	۹۹/۳	۹/۲۹	۰/۹۶	۳۸/۳	۹۹/۸	۲۱/۷	۳۴۰۸۶

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار.

جدول ۱۱. تجزیه واریانس هیمن برای صفات موردارزیایی در ۳۶ دورگ F_1 گندم به‌همراه نه رقم والد در شرایط تنش خشکی

منبع تغییر	درجه آزادی	طول ساقه (سانتی‌متر)	روز تا رسیدن (روز)	طول سنبله (سانتی‌متر)	طول پدانکل (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)	سطح برگ پرچم (سانتی‌متر مربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
بلوک	۲	۲۱۶۵/۵**	۳۰	۱۶/۹۱**	۲۵۷/۴*	۸۹/۳۲	۲۱۸/۹**	۱۶۶۰۰۳**
a	۸	۴۷۹/۴**	۴۷/۷	۸/۷۵**	۱۵۳/۵۸*	۱۷۷/۵**	۶/۶۳	۱۳۰۵۵۱*
b	۳۶	۳۱۲/۹**	۷۲/۵**	۲/۲۴*	۷۵/۷	۳۳۷/۷**	۲۰/۹۱*	۱۵۸۵۱۰**
b_1	۱	۸۷۰/۱**	۳۲/۷	۰/۱۲	۱۵۵/۱	۳/۲۴	۱۳/۵۸	۲۳۵۱۵/۷
b_2	۸	۱۸۳/۱*	۷۱*	۵/۱۴**	۱۳۴/۴*	۹۹/۷*	۴۱/۹۱**	۴۵۷۱۳/۶*
b_3	۲۷	۳۶۰/۶*	۸۶/۳**	۶/۵۸**	۱۸۴/۹*	۱۵۴/۲*	۳۳/۸۴*	۶۰۸۲۷/۷**
خطا	۸۸	۹۸/۲	۲۶/۷	۰/۸۷	۸۳	۵۸/۸	۱۲/۵۲	۲۱۵۹۶/۶

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار.

۴.۶. بررسی پارامترهای ژنتیکی هیمن، جینگز برای صفات موردارزیایی در ۳۶ دورگ F_1 گندم به‌همراه نه رقم والد در شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی

با توجه به جدول‌های (۱۲) و (۱۳) آماره W_r+V_r در شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی برای تمام صفات معنی‌دار گردید. علاوه بر این مقدار جزء افزایشی (D) نسبت به اجزاء غالبیت (H_2, H_1)، برای تمام صفات در شرایط نرمال رطوبتی به‌غیر از طول ساقه، روز تا رسیدن و طول سنبله کمتر بوده و در شرایط تنش خشکی برای تمام صفات به‌غیر از عملکرد دانه بیش‌تر بوده است (جدول ۱۳). تفاوت بین اجزاء غالبیت (H_1-H_2) برای تمام صفات در دو شرایط، عددی مثبت است (جدول‌های ۱۲ و ۱۳). مقدار پارامتر F (میانگین کوواریانس اثرات افزایشی و غیر افزایشی کلیه ردیف‌ها) در شرایط نرمال رطوبتی برای همه صفات به‌غیر از صفات روز تا رسیدن، طول پدانکل، عملکرد دانه مثبت می‌باشد و در شرایط تنش خشکی برای طول ساقه، طول پدانکل، وزن هزاردانه و عملکرد، مثبت می‌باشد (جدول‌های ۱۲ و ۱۳). علاوه بر این، میانگین درجه غالبیت در شرایط نرمال رطوبتی (جدول ۱۲) برای صفات طول ساقه، روز تا رسیدن، طول سنبله کمتر از یک و برای سایر صفات بالاتر از یک است در شرایط تنش خشکی میانگین درجه غالبیت (جدول ۱۳) برای صفات وزن هزاردانه، سطح برگ پرچم و طول پدانکل کمتر از یک می‌باشد و برای سایر صفات از جمله عملکرد بالاتر از یک است. علاوه بر این، میزان وراثت‌پذیری عمومی برای صفات مورد مطالعه در شرایط نرمال بین ۵۹ تا ۶۷ درصد و در

تنش خشکی بین ۵۵ تا ۷۴ درصد و میزان وراثت‌پذیری خصوصی در شرایط نرمال بین ۱۴ تا ۶۱ درصد و در تنش خشکی بین ۳۲ تا ۵۴ درصد متغیر بود (جدول‌های ۱۲ و ۱۳).

جدول ۱۲. پارامترهای ژنتیکی هیمن، جینکز برای صفات موردآرزیابی در ۳۶ دورگ F₁ گندم به‌همراه نه رقم والد در شرایط نرمال رطوبتی

پارامتر	طول ساقه (سانتی‌متر)	روز تا رسیدن (روز)	طول سنبله (سانتی‌متر)	طول پدانکل (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)	سطح برگ پرچم (سانتی‌متر مربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
W _r +V _r	۸۰/۰۹**	۷۵/۰۸*	۱۰/۰۴*	۵۰/۹۹*	۱۵/۸۶*	۲۵/۰۹*	۶۶۰۸**
D	۱۵۹/۹۲	۷/۲۲	۱/۹۳	۱۰/۵	۹۵/۸	۱۲/۰۲	۱۴۹۵۰
H ₁	۱۴۴/۹	۳/۲۲	۰/۹۶	۵۷/۴۳	۱۲۵/۳۷	۳۹/۱۶	۳۳۹۶۵
H ₂	۱۳۹	۱/۸	۰/۸	۵۸/۱۷	۱۲۲/۴۱	۳۷/۱۲	۴۰۱۲۷/۵
F	۸۱/۷	-۴/۹۴	۱/۲	-۷/۸۶	۴۶/۵	۸/۲۸	-۱۴۹۲۵/۵
uv	-۰/۲۲	-۰/۲۲	-۰/۲۱	-۰/۲۴	-۰/۲۴	-۰/۲۳	-۰/۲۴
h ² _b	-۰/۶۶	-۰/۶۷	-۰/۶۷	-۰/۶۳	-۰/۵۹	-۰/۶۲	-۰/۶۶
h ² _n	-۰/۶۱	-۰/۵۹	-۰/۴۵	-۰/۳۵	-۰/۲۷	-۰/۲۴	-۰/۱۴
میانگین درجه غالبیت	-۰/۹۵	-۰/۵	-۰/۷	۲/۳۳	۱/۱۴	۱/۸	۱/۵
نسبت آل‌های غالب	-۰/۶۳	-۰/۱۵	-۰/۷۳	-۰/۴۲	-۰/۶	-۰/۵۹	-۰/۳۳

*** و ** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار.

جدول ۱۳. پارامترهای ژنتیکی هیمن، جینکز برای صفات موردآرزیابی در ۳۶ دورگ F₁ گندم به‌همراه نه رقم والد در شرایط تنش خشکی

پارامتر	طول ساقه (سانتی‌متر)	روز تا رسیدن (روز)	طول سنبله (سانتی‌متر)	طول پدانکل (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)	سطح برگ پرچم (سانتی‌متر مربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
W _r +V _r	۵۳/۴۷**	۴۰/۳۸*	۱۲/۴۵**	۲۲/۳۵*	۱۱/۰۶*	۱۱/۵۵*	۴۰۵۰**
D	۱۸۵	۲۷/۹۹	۴/۰۱	۴۲/۹	۴۰/۲۱	۱۲/۸۱	۱۰۵۸۴
H ₁	۱۷۲/۳	۲۶/۵۴	۳/۴۷	۳۲/۶۱	۲۸/۳۵	۱۱/۸۶	۱۱۹۱۵
H ₂	۱۷۱/۴	۲۳/۰۶	۳/۴۴	۲۸/۳۸	۲۷/۷۹	۱۱/۳۲	۱۱۵۸۵
F	۱۵/۹۳	-۱۸/۸۳	-۰/۳۲	۷/۳۴	۵/۴۱	-۴/۹۵	۲۷۶/۶
U _v	-۰/۲۴	-۰/۲۱	-۰/۲۲	-۰/۲۱	-۰/۲۴	-۰/۲۳	-۰/۲۳
h ² _b	-۰/۷۲	-۰/۷۲	-۰/۶۱	-۰/۵۵	-۰/۶۶	-۰/۶۳	-۰/۷۴
h ² _n	-۰/۴۲	-۰/۵۲	-۰/۵۱	-۰/۴۵	-۰/۵۴	-۰/۵۱	-۰/۳۲
میانگین درجه غالبیت	۱/۱۶	۱/۸۲	۱/۷۴	۰/۹۳	۰/۸۴	۰/۷۵	۱/۸۸
نسبت آل‌های غالب	-۰/۵۲	-۰/۳۷	-۰/۴۵	-۰/۷۵	-۰/۶۴	-۰/۴۶	-۰/۵۸

*** و ** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار.

۴. ۷. نتایج آزمون رگرسیون مدل هیمن، جینکز برای صفات موردآرزیابی در نه رقم گندم در شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی

در مورد صفات موردبررسی در شرایط نرمال رطوبتی با توجه به جدول (۱۴) شیب خط رگرسیون (b) W_r/V_r برای صفات طول پدانکل، سطح برگ پرچم، عملکرد دانه با عدد یک اختلاف معنی‌داری داشت، در شرایط تنش خشکی با توجه به جدول (۱۵) شیب خط رگرسیون (b) W_r/V_r برای طول ساقه و طول سنبله با عدد یک اختلاف معنی‌داری نداشت، اما برای سایر صفات شیب خط رگرسیون دارای اختلاف معنی‌دار با یک می‌باشد.

جدول ۱۴. نتایج آزمون رگرسیون مدل هیمن، جینکز برای صفات موردآرزیابی در نه رقم گندم در شرایط نرمال رطوبتی

آزمون ضریب رگرسیون	طول ساقه (سانتی‌متر)	روز تا رسیدن (روز)	طول سنبله (سانتی‌متر)	طول پدانکل (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)	سطح برگ پرچم (متر مربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
ضریب رگرسیون	۰/۸۲	۰/۶۱	۰/۹۶	۰/۲۳	-۰/۰۰۴	-۰/۲۵	۰/۱
b=0	۴/۷۹**	۶/۷۵**	۵/۹۳**	۲/۴۳**	۸/۰۵**	۱/۵۱ ^{ns}	۰/۷۷ ^{ns}
b=1	۱/۰۴ ^{ns}	۰/۳۹ ^{ns}	۰/۲۳ ^{ns}	۸/۱۲**	۰/۳۴ ^{ns}	۷/۳۸**	۴/۱۵**

*** و ** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار.

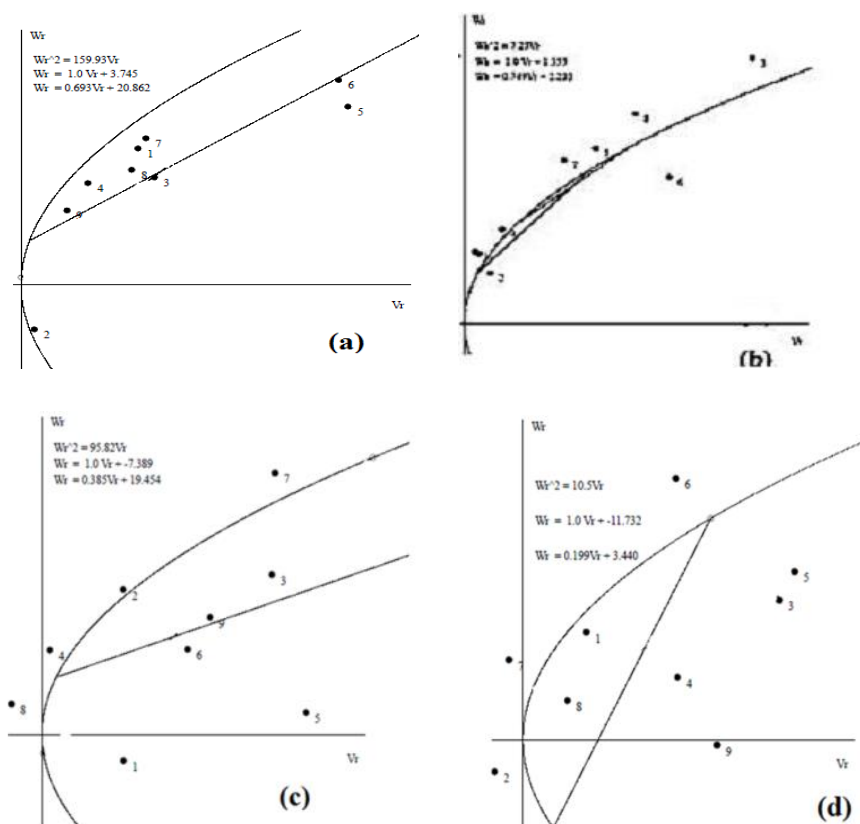
جدول ۱۵. نتایج آزمون رگرسیون مدل هیمن، جینگز برای صفات مورد ارزیابی در نه رقم گندم در شرایط تنش خشکی

آزمون ضریب رگرسیون	طول ساقه (سانتی‌متر)	روز تا رسیدن (روز)	طول سنبله (سانتی‌متر)	طول پدانکل (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)	سطح برگ پرچم (سانتی‌متر مربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
ضریب رگرسیون	۰/۹۹	۰/۴	۱/۳۳	۰/۰۲	-۰/۰۹	-۰/۱۱	-۰/۱۸
b=0	۳/۹۵ ^{**}	۱۳/۱۸ ^{**}	۴/۲۸ ^{**}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۵ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	۱/۲۵ ^{ns}
b=1	۰/۰۴ ^{ns}	۱۹/۹۴ ^{**}	-۰/۸ ^{ns}	۵/۰۲ ^{**}	۵/۸۶ ^{**}	۳/۳۳ ^{**}	۵/۷ ^{**}

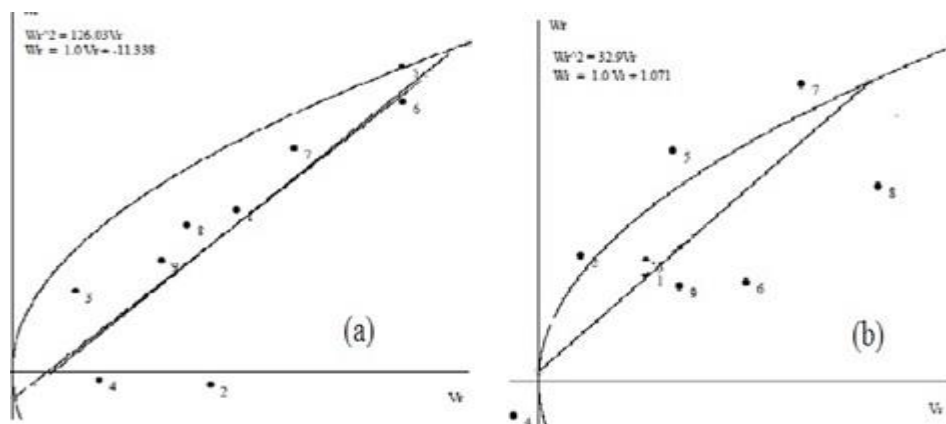
^{**}، ^{ns} و ^{*} به ترتیب معنی‌دار، در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار.

۴.۸. بررسی گرافیکی مدل هیمن، جینگز برای صفات مورد ارزیابی در نه رقم گندم در شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی

در بررسی گرافیکی روش هیمن، با توجه به شکل‌های (۲) و (۳) برای صفاتی که شیب خط رگرسیون W_r/V_r با یک تفاوت معنی‌دار ندارد، می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط نرمال رطوبتی برای صفات طول ساقه، روز تا رسیدن و طول سنبله عمل غالبیت نسبی ژن‌ها و برای صفت وزن هزاردانه، عمل فوق‌غالبیت وجود دارد و در شرایط تنش خشکی برای صفت طول ساقه فوق‌غالبیت و برای صفت طول سنبله غالبیت نسبی وجود دارد. با توجه به پراکنش ارقام در اطراف خط رگرسیون W_r/V_r در دو شرایط نرمال و تنش خشکی ارقام آذر ۲، قدس و شاهپسند بیش‌ترین ژن‌های غالب در مجموع تمام صفات و ارقام اکسکلیبر، کویر و روشن بیش‌ترین ژن‌های مغلوب را در مجموع تمام صفات دارا بوده و بقیه والد‌ها حدواسط می‌باشند (شکل‌های ۲ و ۳).



شکل ۲. نمودار W_r/V_r برای صفات مورد ارزیابی نه رقم گندم در شرایط نرمال رطوبتی. (a) طول ساقه، (b) روز تا رسیدن، (c) طول سنبله، (d) وزن هزاردانه. در ارقام مهدوی (۱)، آذر ۲ (۲)، روشن (۳)، قدس (۴)، کویر (۵)، اکسکلیبر (۶)، کل حیدری (۷)، شیراز (۸)، شاهپسند (۹).



شکل ۳. نمودار Wt/Vr برای صفات موردآرزیابی نه رقم گندم در شرایط تنش خشکی. (a) طول ساقه، (b) طول سنبله، در ارقام مهدوی (۱)، آذر۲ (۲)، روشن (۳)، قدس (۴)، کویر (۵)، اکسکلیبر (۶)، کل حیدری (۷)، شیراز (۸)، شاهپسند (۹).

۵. بحث

توسعه ارقام گندم با عملکرد پایدار در شرایط محیطی مختلف یکی از اهداف مهم اصلاح گندم می‌باشد. همان‌طور که قبلاً بیان شد تجزیه واریانس مرکب نشان داد ژنوتیپ‌ها دارای تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد بودند. اثر محیط (شرایط آزمایش وضعیت نرمال رطوبتی و تنش خشکی) برای همه صفات معنی‌دار است که نشان‌دهنده اثر تنش خشکی بر صفات موردآرزیابی است. این امر حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بین ارقام و دورگ‌های گندم از نظر صفات موردآرزیابی است. علاوه بر این معنی‌دارشدن مقایسه میانگین صفات بین ارقام موردبررسی براساس آزمون دانکن تأییدکننده این مطلب می‌باشد، بنابراین با توجه به معنی‌دارشدن آزمون F می‌توان تجزیه ژنتیکی دی‌آلل را برای ارقام و دورگ‌ها (هیبریدها) انجام داد. نتایج مشابهی برای عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن توسط عادل و همکاران (۲۰۱۲) گزارش شده است. اثر متقابل محیط در رقم برای هیچ‌یک از صفات معنی‌دار نیست، بنابراین ارقام دارای واکنش یکسان در محیط‌های متفاوت می‌باشند که با نتایج آکورا^۱ و سری^۲ (۲۰۱۱) و غلامین^۳ و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. نتایج حاصل از تجزیه گریفینگ نشان داد ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) در شرایط نرمال رطوبتی برای اکثر صفات به جز طول پدانکل و در شرایط تنش خشکی برای تمام صفات معنی‌دار است، بنابراین نقش اثرات افزایشی ژن‌ها روشن می‌باشد. ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) در هر دو شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی برای همه صفات معنی‌دار است که بر وجود اثر غیرافزایشی ژن‌ها در ارقام و دورگ‌های موردبررسی دلالت دارد، بنابراین هر دو اثر افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل صفات موردآرزیابی مؤثر است که با نتایج عادل^۴ و همکاران (۲۰۱۲)، وندا و هوشمند (۱۳۹۱) و فرشادفر (۱۳۷۴) مطابقت دارد. پیشرفت ژنتیکی بدست آمده برای انتخاب به نوع عمل ژن بستگی دارد. در میان اجزاء واریانس ژنتیکی اثر افزایشی ژن مهم‌ترین جزء می‌باشد زیرا اثرات افزایشی بالاترین پاسخ به انتخاب و گزینش دارند (فالکونر^۵ و مک ای^۶، ۱۹۹۶). در شرایط نرمال رطوبتی نسبت میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی به میانگین مربعات

1. Akcura
2. Ceri
3. Gholamin
4. Adel
5. Falconer
6. Mac a

ترکیب‌پذیری خصوصی برای تمام صفات معنی‌دار نیست و نسبت بیکر پایین است که مؤید این مطلب است اثر غیرافزایشی نقش بیش‌تری در کنترل اکثر صفات دارد و برای اصلاح این صفات روش هیبریداسیون و مدیریت نسل‌های تفکیک بعد از تلاقی مؤثر است و انتخاب براساس فنوتیپ برای تشخیص ژنوتیپ‌های برتر مؤثر نیست. اما معنی‌دار شدن نسبت میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی به میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی و نزدیک‌بودن نسبت بیکر به عدد یک در شرایط تنش خشکی نشان می‌دهد که اثر افزایشی نقش بیش‌تری در کنترل صفات فوق دارد و انتخاب براساس فنوتیپ در اصلاح صفات مؤثر است، در صورتی‌که در مورد عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی نتیجه‌گیری فوق صادق نیست و این نتیجه با نتایج ابراهیم^۱ و محمد^۲ (۲۰۱۴)، وندا و هوشمند (۱۳۹۱)، جوشی^۳ و همکاران (۲۰۰۴) چادهاری^۴ و همکاران (۱۹۹۹) مطابقت دارد.

با توجه به تجزیه واریانس هیمن، جینکز تفاوت معنی‌دار اجزاء ژنتیکی افزایشی (جزء a) و غالبیت (b) برای صفات مورد‌ارزایی نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی قابل‌ملاحظه در جمعیت مورد‌مطالعه می‌باشد جزء a (اثر افزایشی) تخمینی از ترکیب‌پذیری عمومی گریفینگ و در اینجا نیز نتایج حاصل از تجزیه گریفینگ را تأیید می‌کند. جزء b₁ که مقایسه والد‌ها در برابر تلاقی‌ها را بررسی می‌کند نشان‌دهنده هتروزیس در صفات معنی‌دار شده می‌باشد. جزء b₂ در همه صفات در دو شرایط معنی‌دار است بنابراین فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در صفات نابرابر و توزیع ژن‌ها نامتقارن می‌باشد. جزء b₃ که بخشی از انحراف غالبیت خاص هر تلاقی را اندازه‌گیری می‌کند، در همه صفات در دو شرایط معنی‌دار است، بنابراین برای این صفات وجود غالبیت خاص در برخی تلاقی‌ها روشن می‌باشد. این جزء معادل ترکیب‌پذیری خصوصی در تجزیه گریفینگ می‌باشد. با توجه به آن‌که در اینجا دی‌آلل یک‌طرفه اجرا گردید و تفاوتی بین تلاقی‌های متقابل وجود نداشت، لذا در تمامی صفات متوسط اثرات مادری (c) و اثرات غیر مادری (d) برابر با صفر گردید. آماره $Wt+Vt$ در شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی برای تمام صفات معنی‌دار گردید. معنی‌دار شدن آماره $Wt+Vt$ به منزله وجود اثر غالبیت می‌باشد که با نتایج محمدی^۵ و همکاران (۲۰۱۷) و الحمدانی^۶ (۲۰۱۰) مطابقت دارد. علاوه بر این مقدار جزء افزایشی (D) نسبت به اجزاء غالبیت (H_2, H_1)، برای تمام صفات در شرایط نرمال رطوبتی به‌غیر از طول ساقه، روز تا رسیدن و طول سنبله کم‌تر بوده و در شرایط تنش خشکی برای تمام صفات به‌غیر از عملکرد دانه بیش‌تر بوده است که این با نتیجه حاصل از تجزیه روش گریفینگ هماهنگی دارد. تفاوت بین اجزاء غالبیت (H_1-H_2) برای تمام صفات در دو شرایط، عددی مثبت است که بیانگر عدم برابری آلل‌های غالب و مغلوب کنترل‌کننده صفت در کلیه مکان‌های ژنی می‌باشد که با پارامتر UV در تطابق است، زیرا مقادیر آن برای تمام صفات کم‌تر از ۰/۲۵ است همچنین با جزء b₂ تجزیه هیمن مطابقت دارد. مقدار پارامتر F (میانگین کوواریانس اثرات افزایشی و غیرافزایشی کلیه ردیف‌ها) برای صفاتی که مثبت می‌باشد نشان‌دهنده فراوانی بیش‌تر آلل‌های غالب است بالا بودن نسبت آلل‌های غالب برای اکثر صفات نیز مؤید این مطلب است در مقابل منفی بودن پارامتر F در بقیه صفات نشان‌دهنده نقش بیش‌تر آلل‌های مغلوب در والدین می‌باشد. که با نتایج الحمدانی^۷ (۲۰۱۰) در تطابق می‌باشد. میانگین درجه غالبیت در شرایط نرمال رطوبتی برای صفات طول ساقه، روز تا رسیدن، طول سنبله کم‌تر از یک و برای سایر صفات بالاتر از یک است، بنابراین نتیجه می‌شود که در کنترل

1. Ebrahim
2. Mohamed
3. Joshi
4. Chowdhry
5. Mohammadi
6. Al-Hamdani
7. Al-Hamdani

صفات طول ساقه، روز تا رسیدن، طول سنبله غالبیت نسبی و برای سایر صفات فوق‌غالبیت نقش دارد. در شرایط تنش خشکی میانگین درجه غالبیت برای صفات وزن هزاردانه، سطح برگ پرچم و طول پدانکل کم‌تر از یک می‌باشد که نشان از عمل غالبیت نسبی ژن و برای سایر صفات از جمله عملکرد بالاتر از یک است که نشان‌دهنده عمل فوق‌غالبیت ژن می‌باشد، بنابراین نتیجه می‌شود که در کنترل صفات مورد بررسی در دو شرایط غالبیت نسبی و فوق‌غالبیت نقش دارند که با نتایج محمدی^۱ و همکاران (۲۰۱۷) و طهماسبی و خدامباشی^۲ (۲۰۰۷) مشابه می‌باشد.

میزان وراثت‌پذیری عمومی برای صفات مورد ارزیابی در دو شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی بیش‌تر از میزان وراثت‌پذیری خصوصی می‌باشد که نشان‌دهنده نقش بیش‌تر اثر غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات است که در این میان عملکرد دانه دارای بیش‌ترین وراثت‌پذیری عمومی و کم‌ترین وراثت‌پذیری خصوصی می‌باشد و نشان‌دهنده نقش بیش‌تر اثر غیرافزایشی ژن‌ها و تأثیر محیط در کنترل این صفت می‌باشد که با نتایج تجزیه گریفینگ مشابهت دارد و با نتایج جوشی^۳ و همکاران (۲۰۰۴)، اید^۴ (۲۰۰۹) و احمد^۵ و همکاران (۲۰۰۷) مطابق می‌باشد.

در مورد صفات مورد ارزیابی در شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی، شیب خط رگرسیون Wt/Vt (b) برای صفاتی که با عدد یک اختلاف معنی‌داری دارد می‌توان گفت که در مورد این صفات اثر غیرآللی وجود دارد. عدم انحراف ضریب رگرسیون از عدد یک، تأکید‌کننده کفایت مدل افزایشی- غالبیت برای صفات است و تغییرات جزء غیر افزایشی مربوط به غالبیت است و فرضیات هیمن برای این صفات برقرار می‌باشد که با نتایج ایناموالله^۶ و همکاران (۲۰۰۶)، فروزانفر و همکاران (۱۳۸۸)، طهماسبی و همکاران (۱۳۸۶) و صادقی (۱۳۹۴) مطابقت دارد. در بررسی گرافیکی روش هیمن، برای صفاتی که شیب خط رگرسیون Wt/Vt با یک تفاوت معنی‌دار ندارد، اگر خط رگرسیون سهمی محدودکننده را در بالای مبدأ مختصات قطع کند عمل ژن‌ها به‌صورت غالبیت نسبی، اگر در پایین مبدأ مختصات قطع کند عمل ژن‌ها به‌صورت فوق‌غالبیت و در صورت قطع مبدأ مختصات عمل ژن‌ها به‌صورت غالبیت کامل می‌باشد. با توجه به پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون هرچه والدین به مبدأ مختصات نزدیک‌تر باشند دارای بیش‌ترین ژن‌های غالب و هر چه دورتر باشند دارای بیش‌ترین ژن‌های مغلوب است.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در مجموع با توجه به وراثت‌پذیری خصوصی و نسبت بیکر به‌طور نسبی بالا و عمل غالبیت نسبی برای صفات طول ساقه، طول سنبله، طول پدانکل و روز تا رسیدن در شرایط نرمال رطوبتی و برای صفات طول سنبله، طول پدانکل، وزن هزاردانه و سطح برگ پرچم در شرایط تنش خشکی می‌توان گفت به‌نژادی این صفات در نسل‌های اولیه پاسخ می‌دهد و بازده گزینشی بالایی را برای صفات می‌توان انتظار داشت و علاوه بر روش‌های مربوط به گزینش پس از رسیدن به خلوص می‌توان از روش شجره‌ای یا تلاقی برگشتی برای به‌نژادی صفات مذکور استفاده کرد، اما برای صفات وزن هزاردانه، سطح برگ پرچم، در شرایط نرمال رطوبتی و برای صفات طول ساقه، روز تا رسیدن در شرایط تنش خشکی و عملکرد دانه در هر دو شرایط با توجه به وراثت‌پذیری عمومی بالا، وراثت‌پذیری خصوصی و نسبت بیکر به‌طور نسبی پایین و عمل فوق‌غالبیت، گزینش برای این صفات باید در نسل‌های پیشرفته و پس از رسیدن به خلوص و تثبیت ژنتیکی

1. Mohammadi
2. khadambashi
3. Joshi
4. Eid
5. Ahmed
6. Inamullah

صفت انجام گیرد و می توان از روش های بالک، بالک تک بذر و دابل هاپلوئیدی در به نژادی صفات استفاده کرد. همچنین وراثت پذیری پذیری عمومی بالای این صفات نشان دهنده تأثیر بالای محیط در کنترل ژنتیکی صفات می باشد و برای اصلاح عملکرد دانه گندم باید علاوه بر خود این صفت به صفات وابسته و به ویژه اجزای عملکرد دانه توجه نمود.

۷. تشکر و قدردانی

از داوران محترم به خاطر ارائه نظرهای ساختاری و علمی، تشکر و قدردانی می گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

- فرشادفر، عزتاله (۱۳۷۴). بررسی قابلیت ترکیب پذیری و هتروزیس در ارقام گندم نان براساس روش دی آلل. *علوم کشاورزی ایران*، ۲۷، ۶۷-۷۵.
- فروزانفر، علی؛ بی همتا، محمدرضا و زینالی، حسن (۱۳۸۸). نحوه توارث برخی صفات مرتبط با عملکرد در گندم نان از طریق تجزیه میانگین نسل ها. *به نژادی نهال و بذر*، ۲۵ (۳)، ۳۱۹-۳۳۱.
- صادقی، فرهاد (۱۳۹۴). تخمین ساختار ژنتیکی عملکرد و اجزاء عملکرد در گندم نان با استفاده از روش دی آلل. *اصلاح گیاهان زراعی*، ۱۳ (۳)، ۱۰۱-۱۱۳.
- طهماسبی، سیروس و خدام باشی، محمود (۱۳۸۶). برآورد پارامترهای ژنتیکی عملکرد دانه گندم و خصوصیات مرتبط با آن به روش تلاقی دی آلل در شرایط رطوبتی و تنش. *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱، ۲۲۹-۲۴۰.
- وندا، میترا و هوشمند، سعداله (۱۳۹۱). مطالعه ساختار ژنتیکی صفات روزنه ای برگ پرچم در گندم دوروم. *اصلاح گیاهان زراعی*، ۷ (۳)، ۲۷-۴۱.

References

- Adel, M.M., & Ali, E.A. (2012). Gene action and combining ability in a six parent diallel cross of wheat. *Asian Journal of Crop Science*, 59, 685-704.
- Ahmed, N.M., & Ghowdhry, A., Khaliq, I., & Maekawa, M. (2007). The inheritance of yield and yield components of five wheat hybrid population under drought conditions. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 8, 53-59.
- Akcura, M., & Ceri, S. (2011) Evaluation of drought tolerance indices for selection of Turkish oat (*Avena sativa* L.) landraces under various environmental conditions. *Zemdirbyste Agriculture*, 1, 98(2), 57-66.
- Al-Hamdani, G.H. (2010). Genetic analysis of F₂ diallel crosses in durum wheat. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 38, 34-52.
- Baker, R.J. (1978). Issues in diallel analysis. *Crop Science*, 18, 533-536.
- Chowdhry, M.A., Rasool, I., Khalig, I., Mahmood, T., & Gilani, M. M. (1999). Genetic of some metric traits in spring wheat under normal and drought environments. *Rachis*, 18, 34-39.
- Costa, R., Pinheiro, N., Ameid, A.S., Gomes, C., Coutinho, J., Coco, J., & Costa, A. (2013). Effect of sowing date and seeding rate on bread wheat yield and test weight under mediterranean conditions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25, 951-961.
- Ebrahim, B., & Mohamed, B. (2014). Analysis of diallel crosses between six varieties of durum wheat in semi-arid area. *African Journal of Biotechnology*, 13, 286-293.
- Eid, M.H. (2009). Estimation of heritability and genetic advance of yield traits in wheat under drought conditions. *International Journal of Genetics and Molecular Biology*, 1, 115-120.

- Falconer, D., & Mackay, T. (1996). Introduction to quantitative genetics. Longman Inc, London.
- Farshadfar, E. (1996). The investigation of combining ability and hetrosis in bread wheat cultivars by diallel method. *Journal of Iranian Agriculture Science*, 27, 67-75. (In Persian).
- Foruzanfar, A., Bihamta, M., & Zeinali, H. (2009). The inheritance of some related traits to yield in bread wheat by generation mean analysis. *Journal of Breeding in Plant and Seed*, 25, 319-331 (In Persian).
- Gholamin, R., Zaeifizadeh, M., Khayatnezhad, M., Jamaati-e-Somarin, S., & Zabihi-e-Mahmoodabad, R. (2010). Study of drought tolerance in durum wheat genotypes. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 9(5), 465-480.
- Griffing, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. *Austoralian Journal of Biology*, 9, 463-493.
- Hayman, B.I. (1957). Interaction heterosis and diallel crosses. *Genetics*, 42, 236-355.
- Inamullah, H.A., Mohammad, F., Hassan, S., & Rahmani, G. (2006). Diallel analysis of the inheritance pattern of agronomic traits of bread wheat. *Pakistanian Journal of Botany*, 38, 1169-1175.
- Jinks, J.L. (1956). The F_2 and backcross generation from a set of diallel crosses. *Heredity*, 10, 1-30.
- Joshi, S.K., Sharma, N., Singhania, D.L., & Sain, R.S. (2004). Combining ability in the F_1 and F_2 generation of diallel cross in hexaploid wheat. *Hereditas*, 141, 115-121.
- Mohammadi, M., Sharifi, P., Karimizadeh, R., & Rostaei, M. (2017). Evaluating the genetic parameters for some morpho-physiological traits in wheat using diallel analysis. *Cereal Research*, 7(3), 343-356.
- Sadeghi, F. (2014). Estimation of genetic structure of yield and yield components in bread wheat using diallele method. *Journal of Crop Breeding*, 6, 101-113. (In Persian).
- Sadeghzadeh-Ahari, D., Sharifi, P., Karimizadeh, R., & Mohammadi, M. (2018). Estimation of genetic parameters of yield and yield components in rainfed durum wheat through diallel cross. *Journal of Crop Breeding*, 10(25), 176-184.
- Tahmasebi, S., & Khadambashi, D. (2007). Genetic parameters estimation of wheat grain yield and related characteristic by diallel method in normal and stress condition. *Journal of Science and Technology in Agriculture and Natural Resources*, 1, 229-240 (In Persian).
- Vanda, M., & Houshmand, S. (2011). Study of genetic structure of stomatal and flag leaf traits in durum wheat. *Journal of Crop Breeding*, 3, 27- 41 (In Persian).