



مجله پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد نوزدهم، شماره اول، ۱۳۹۱

<http://jopp.gau.ac.ir>

مطالعه نحوه توارث تحمل به خشکی در گندم نان با استفاده از روش تجزیه میانگین نسل‌ها

غلامرضا چلویی^۱، عبدالله محمدی^۱، محمدرضا بی‌همتا^۲، حسینعلی رامشینی^۲ و گودرز نجفیان^۳

^۱به‌ترتیب دانشجوی و استادیار دانشکده کشاورزی آزاد واحد کرج، به‌ترتیب استاد و استادیار دانشکده کشاورزی،

دانشگاه تهران، ^۲دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۵

چکیده

روش تجزیه میانگین نسل‌ها در گندم نان با استفاده از آزمون مقیاس مشترک به‌منظور تعیین نحوه عمل ژن انجام شد. نسل‌های F_1 ، F_2 ، BC_1 ، BC_2 حاصل از تلاقی گندم رقم شیراز (حساس به تنش خشکی) با لاین $Ws-82-14$ (متحمل به تنش خشکی) و گندم رقم شیراز با رقم شعله (متحمل به تنش خشکی) به‌همراه والدین، به‌طور جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار تحت شرایط تنش و عدم تنش رطوبتی کاشته شدند. صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش عبارت بودند از: ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه در بوته، وزن هزار دانه، تاریخ گلدهی و وزن بوته. پارامترهای ژنتیکی شامل میانگین (m)، اثرات ژنی افزایشی (d)، غالبیت (h)، اثرات اپیستازی افزایشی \times افزایشی [i]، افزایشی \times غالبیت [j] و غالبیت \times غالبیت [l] برای صفات مختلف اندازه‌گیری شد. اثر غالبیت ژن‌ها مهم‌ترین عامل ژنتیکی در کنترل بیشتر صفات مورد بررسی شناخته شد. همچنین اپیستازی افزایشی \times افزایشی [i] اهمیت بیشتری نسبت به اپیستازی غالبیت \times غالبیت [l] داشت. متوسط وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای صفت عملکرد دانه در تلاقی شیراز \times $Ws-82-14$ در شرایط نرمال به‌ترتیب ۷۸ درصد و ۴۴ درصد و در شرایط تنش ۶۹ درصد و ۵۷ درصد و در تلاقی شیراز \times شعله در شرایط نرمال به‌ترتیب ۵۲ درصد و ۲۹ درصد و در شرایط تنش به‌ترتیب ۷۸ درصد و ۵۶ درصد به‌دست آمد. متوسط غالبیت ژنی $\sqrt{\frac{H}{D}}$ نیز در بیشتر

* مسئول مکاتبه: rezacheloei@yahoo.com

غلامرضا چلوبی و همکاران

صفات بزرگ‌تر از یک بود که بیانگر اهمیت غالبیت می‌باشد و مقدار پایین وراثت‌پذیری خصوصی را توجیه می‌کند. تفکیک متجاوز برای همه صفات نشان داد که این تلاقی‌ها می‌تواند واجد نتایج نوترکیب متحمل به خشکی باشند.

واژه‌های کلیدی: گندم، عمل ژن، تحمل به خشکی، توارث‌پذیری، تفکیک متجاوز

مقدمه

کمبود آب در بسیاری از نقاط دنیا به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدود کننده است، بنابراین ایجاد و استفاده از ارقام متحمل به شرایط خشکی از اهمیت زیادی برخوردار است. از این جهت شناسایی صفات مرتبط با تحمل به خشکی و نحوه وراثت‌پذیری آن‌ها می‌تواند در انتخاب ارقام متحمل به‌کار رود. در بین صفات مختلف، ارتفاع بوته، طول پدانکل ارتباط نزدیکی را با عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی دارد (گل‌آبادی و همکاران، ۲۰۰۸).

با انجام تلاقی بین لاین‌های خالص و تهیه بذور نسل‌های F_1 ، F_2 ، BC_1 و BC_2 و از طریق تجزیه و تحلیل میانگین نسل‌ها می‌توان روابط ژنتیکی موجود بین گیاهان در درون و بین نسل‌ها را تعیین و پارامترهای ژنتیکی را برآورد نمود (مرادی عاشور و همکاران، ۲۰۰۵). انتخاب روش اصلاحی مناسب برای بهره‌برداری بهتر از پتانسیل ژنتیکی صفات مختلف زراعی در یک گیاه بستگی به نوع عمل ژن‌های کنترل‌کننده صفت و نحوه توارث آن‌ها دارد (زارع و همکاران، ۲۰۰۸). نوع عمل ژن و اثر ژنی، در بسیاری از گیاهان زراعی مطالعه شده است (لمکی و لی، ۲۰۰۵). اطلاعات و مطالعه دقیق ترکیب‌پذیری ژنوتیپ‌ها می‌تواند در رابطه با انتخاب روش‌های اصلاحی و انتخاب لاین‌ها برای ایجاد ترکیب دورگ مفید واقع گردد. اصلاح غیر مستقیم برای مقاومت به خشکی، همواره مورد نظر محققان بوده است. در این روش مواد ژنتیکی مستقیماً از نظر مقاومت به خشکی آزمون نمی‌شوند، بلکه این مواد در طی سال‌های زیاد و در چند منطقه مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، با این فرض که ژنوتیپ‌ها در طی این ارزیابی‌ها در معرض تنش خشکی و سایر تنش‌های محیطی دیگر نیز قرار می‌گیرند. ژنوتیپ‌هایی که تحت این شرایط خوب عمل می‌کنند، دارای صفات مطلوبی خواهند بود که آن‌ها را قادر می‌سازد در مراحل مختلف نمو خود از تنش خشکی فرار کرده یا آن را تحمل کنند (احمدی و همکاران، ۲۰۰۷). داند و شتی (۱۹۹۸) در مطالعه‌ای که با استفاده از روش تجزیه و تحلیل نسل‌ها بر روی تلاقی‌های مختلف گندم نان در دو محیط نرمال و تنش خشکی انجام دادند، مشخص شد که

مجله پژوهش‌های تولید گیاهی (۱۹)، شماره (۱) ۱۳۹۱

صفات در محیط نرمال به‌طور عمده توسط اثرات افزایشی و غالبیت نسبی ژن‌ها کنترل می‌شوند و در محیط تنش به دلیل اثرات محیطی و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط سهم اثرات غیر افزایشی ژن‌ها بیشتر بوده و عمل ژن بیشتر از نوع فوق غالبیت بود. پارودا و همکاران (۱۹۹۸) اپیستازی را در کنترل صفات تعداد پنجه در بوته، عملکرد دانه در بوته، تعداد دانه در سنبله، و روز تا سنبله‌دهی در گندم بهاره را گزارش کردند. شیخ و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که صفت ارتفاع بوته توسط ژن‌هایی با اثر افزایشی کنترل می‌شود، بنابراین امکان اصلاح این صفت به واسطه گزینش در نسل‌های اولیه وجود خواهد داشت. تحقیقات باقی‌زاده و همکاران (۲۰۰۸) و عشقی و همکاران (۲۰۱۰) اثر غالبیت را برای صفات عملکرد دانه در بوته و تعداد دانه در سنبله نشان داد. ارکول و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقات خود بر روی ارقام گندم بیان کردند که برای صفات وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و سنبله‌چه مدل سه پارامتری در شرایط تنش خشکی توارث این صفات را بر عهده دارد. بسیاری از شواهد بیانگر آن است که همیشه نمی‌توان اثر اپیستازی را ناچیز در نظر گرفت (شرما و همکاران، ۱۹۸۰؛ قنادها، ۱۹۹۸؛ مصطفوی و همکاران، ۲۰۰۴؛ مهگوب و حامد، ۲۰۰۶؛ منیر و همکاران، ۲۰۰۷؛ فرج، ۲۰۰۹؛ دشتی و همکاران، ۲۰۱۰؛ خالد، ۲۰۰۷؛ اوجاقی و همکاران، ۲۰۱۰). نووسلوویچ و همکاران (۲۰۰۴) اظهار داشتند که در گندم، اثر غالبیت و اپیستازی افزایشی × افزایشی برای صفات عملکرد دانه در گیاه و وزن تک دانه، دارای اهمیت بیشتری نسبت به اثر افزایشی و اثر اپیستازی است. پراکش و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند که اثر غالبیت به‌همراه اثر افزایشی، اثر متقابل افزایشی × غالبیت و اثر متقابل افزایشی × افزایشی در کنترل صفات مورد بررسی گندم نقش داشته است. با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها در گندم نان مشاهده شد که اثر اپیستازی، نقش مهمی در کنترل صفت ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه داشته است (اختر و چودری، ۲۰۰۶). با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها نشان داده شد که اثر اپیستازی نقش بسزایی در کنترل صفات مورد مطالعه داشته است (جووانوویچ و مارینکوویچ، ۲۰۰۶).

گل‌آبادی و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعات خود بر روی تلاقی‌های گندم با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها به این نتیجه رسیدند که برای صفات ارتفاع بوته، طول پدانکل مدل چهار پارامتری در شرایط تنش رطوبتی بهترین برازش را نشان می‌دهد. مطالعات توکلو و یاگباسانلار (۲۰۰۷) با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها در شش تلاقی گندم نان عمل ژن را در صفات اندازه دانه و وزن هزار دانه مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که سهم اثرات افزایشی ژن‌ها نسبت به اثرات غالبیت برای این

صفات از اهمیت بیشتری برخوردار است. خطاب و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعات خود بر روی سه تلاقی گندم نان با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها بیان داشتند که صفات وزن بوته، ارتفاع بوته، عملکرد دانه در بوته و تعداد دانه در سنبله به‌وسیله اثرات افزایشی و غالبیت و نیز اثرات اپیستازی کنترل می‌شود که این امر نشان‌دهنده این واقعیت است که گزینش برای این صفات در نسل‌های بعدی مؤثرتر خواهد بود. سلطان و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقات خود بر روی چهار تلاقی گندم نان با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها اپیستازی را برای صفات تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه در بوته و وزن صد دانه در تلاقی‌های گندم نان نشان دادند و همچنین بیان کردند که مدل ساده افزایشی و غالبیت برای توجیه تمام صفات در کلیه تلاقی‌ها کافی نمی‌باشد.

بررسی وجود تنوع ژنتیکی در صفات مورد مطالعه و همچنین برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات و تخمین وراثت پذیری‌های عمومی و خصوصی و سهم اثرات افزایشی غالبیت و نوع عمل ژن در توارث صفات مورد بررسی با استفاده از روش تجزیه میانگین نسل‌ها از اهداف این پژوهش بودند.

مواد و روش‌ها

از بذور نسل‌های P_1 ، P_2 ، F_1 ، F_2 ، BC_1 و BC_2 حاصل از تلاقی لاین Ws-82-14 (متحمل به تنش خشکی= P_1) با رقم شیراز (حساس به تنش خشکی= P_2) (تلاقی اول) و رقم شعله (متحمل به تنش خشکی= P_1) با شیراز (تلاقی دوم) به‌دست آمده و به‌عنوان والدین تلاقی‌ها استفاده شد. در سال ۱۳۸۶ بذور نسل‌های P_1 ، P_2 ، F_1 ، F_2 ، BC_1 و BC_2 به‌عنوان تیمارهای آزمایش (۶ تیمار) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج در دو محیط تنش و نرمال در کرت‌هایی با فاصله ۵۰ و ۱۰ سانتی‌متر به‌ترتیب بین ردیف‌ها و بین گیاهان در هر ردیف به طول ۲ متر کاشته شد. تهیه زمین و کودهی طبق مرسوم برای کشت گندم انجام شد. در هر دو محیط یک بار آبیاری به‌منظور جوانه‌زنی بذور انجام شد و گیاهان تا مرحله رسیدگی کامل از رطوبت ذخیره شده در خاک و حاصل از بارندگی استفاده کردند. داده‌های هواشناسی در محل پژوهش به این شرح است: میانگین دما حداقل ۸/۷ سانتی‌گراد، میانگین دما حداکثر ۲۱/۲ سانتی‌گراد، میانگین دما کل سالیانه ۱۴/۹ سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۴۷ درصد و مجموع بارش سالیانه ۲۴۳/۸ میلی‌متر می‌باشد. در محیط نرمال هر ۱۰ روز یک بار آبیاری کرت‌ها انجام شد. برای هر یک از نسل‌های P_1 ، P_2 و F_1 دو ردیف، برای هر یک از نسل‌های BC_1 و BC_2 سه ردیف و

برای نسل F_2 شش ردیف از بذور آن‌ها کشت گردید. پس از رسیدگی کامل گیاهان به منظور اندازه‌گیری صفات تاریخ گل‌دهی، ارتفاع بوته، طول پدانکل، وزن هزار دانه، طول سنبله، وزن بوته، عملکرد دانه در بوته، تعداد دانه در سنبله، تعداد ۳۰ بوته نرمال از نسل‌های P_1 ، P_2 و F_1 و ۴۵ بوته از نسل‌های BC_1 و BC_2 و ۶۰ بوته از ردیف‌های کاشت در نسل F_2 برای تعیین صفات مرفو- فنولوژی برداشت گردید.

در ابتدا نسل‌های موجود برای کلیه صفات مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و با مشاهده تفاوت معنی‌دار در بین نسل‌ها، تجزیه میانگین نسل‌ها (روش ماتر وجینکز، ۱۹۸۲) و پارامترهای مختلف ژنتیکی با استفاده از حداقل مربعات وزنی^۱ برای صفات فوق انجام شد. در این روش میانگین کلی هر صفت به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$Y = m + \alpha[d] + \beta[h] + \alpha^2[i] + 2\alpha\beta[j] + \beta^2[l] \quad (1)$$

اجزا فرمول عبارتند از: Y : میانگین یک نسل، m : میانگین تمام نسل‌ها در یک تلاقی، $[d]$: مجموع اثر افزایشی، $[h]$: مجموع اثر غالبیت، $[i]$: مجموع اثر متقابل بین افزایشی \times افزایشی، $[j]$: مجموع اثر متقابل افزایشی \times غالبیت، $[l]$: مجموع اثر متقابل غالبیت \times غالبیت، α ، β ، α^2 و $2\alpha\beta$: ضرایب هر یک از پارامترهای مدل می‌باشند.

از مدل‌های دو، سه، چهار، پنج و شش پارامتری، در تبیین میانگین‌های مشاهده شده استفاده شد. این مدل‌ها به کمک آزمون کای اسکویر (χ^2) با چهار، سه، دو و یک درجه آزادی مورد بررسی قرار گرفتند و بهترین مدل برای هر یک از صفات مشخص شد (ماتر وجینکز، ۱۹۸۲). بر اساس روش ماتر وجینکز (۱۹۸۲)، اجزا تنوع از طریق فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

$$H = 4(V_{BC_1} + V_{BC_2} - V_{F_2} - E_W) \quad (2)$$

$$D = 4V_{F_2} - 2(V_{BC_1} + V_{BC_2}) \quad (3)$$

$$F = (V_{BC_1} + V_{BC_2}) \quad (4)$$

$$E_W = \frac{1}{4}(V_{P_1} + V_{P_2} + 2V_{F_1}) \quad (5)$$

1- Weighted least square

اجزا فرمول‌های فوق عبارتند از: Ew: جزء غیر قابل توارث (محیطی) تنوع، D: جزء افزایشی تنوع، H: جزء غالبیت تنوع، F: همبستگی d, h روی تمام مکان‌های ژنی. همچنین می‌توانیم نسبت غالبیت یعنی $\frac{F}{\sqrt{H \times D}}$ و $\sqrt{\frac{H}{D}}$ را به‌عنوان معیاری از انحرافت غالبیت در مفرهای ژنی متفاوت برآورد گردید.

برای وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به‌ترتیب از فرمول‌های زیر استفاده شد:

$$h^2_{bs} = \{ [V_{F_2} - (V_{P_1} \times V_{P_2})^{1/2}] / V_{F_2} \} \quad (6)$$

(محمود و کرامر، ۱۹۵۱)

$$h^2_{bs} = \{ [V_{F_2} - (V_{P_1} + V_{P_2} + V_{F_1})^3] / V_{F_2} \} \quad (7)$$

(آلارد، ۱۹۶۰)

$$h^2_{bs} = \{ [V_{F_2} - (V_{P_1} \times V_{P_2} \times V_{F_1})^{1/3}] / V_{F_2} \} \quad (8)$$

(وارنر، ۱۹۵۲)

$$h^2_{bs} = \{ [V_{F_2} - (V_{P_1} + V_{P_2})^2] / V_{F_2} \} \quad (9)$$

(آلارد، ۱۹۶۰)

$$h^2_{bs} = \{ [V_{F_2} - (V_{P_1} + V_{P_2} + 2V_{F_1})4] / V_{F_2} \} \quad (10)$$

(ماتر و جینکز، ۱۹۸۲)

$$h^2_{bs} = 2V_{F_2} - [(V_{BC_1} + V_{BC_2})] / V_{F_2} \quad (11)$$

(وارنر، ۱۹۵۲)

نرم‌افزارهای آماری SAS و Minitab جهت محاسبات به‌کار گرفته شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس وزنی (جدول‌های ۱ و ۲) نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین نسل‌های مورد بررسی برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد وجود دارد و بنابراین تجزیه میانگین نسل‌ها بلامانع می‌باشد. مقایسات میانگین هر یک از صفات اندازه‌گیری شده در نسل‌های

مختلف هر دو تلاقی و در هر دو شرایط محیطی در جدول‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. قرار گرفتن نتایج در حدواسط دو والد برای بعضی از صفات می‌تواند نشانه وجود آثار افزایشی در کنترل این صفات باشد. از طرف دیگر میانگین صفات در F_1 حاصل از تلاقی دو والد در بعضی از صفات به یکی از والدین نزدیک‌تر بود که این وضعیت بیانگر وجود غالبیت نسبی و یا غالبیت کامل در این گونه صفات است. در بیشتر صفات میانگین هیبریدهای F_1 بیش از جمعیت‌های F_2 بود که دلیل آن را می‌توان به آثار سوء ناشی از خویش آمیزی ربط داد. درجه غالبیت نیز بر طبق انحراف F_1 از میانگین والدین برای تمام صفات در جدول‌های ۹ و ۱۰ آمده است. مثبت بودن درجه غالبیت به این مفهوم است که غالبیت برای صفت مورد بررسی به طرف والدی که دارای میانگین بالاتری است اتفاق افتاده است. و منفی بودن این نسبت غالبیت برای صفت مورد بررسی به طرف والدی که دارای میانگین کوچک تری است اتفاق افتاده. اشکال ۸-۱ مربوط به توزیع فراوانی گیاهان F_2 برای دو صفت عملکرد دانه و وزن هزار دانه برای شرایط نرمال و تنش در هر دو تلاقی می‌باشد و همچنین در این آزمایش تفکیک متجاوز برای افزایش عملکرد دیده می‌شود (قنادها، ۱۹۹۸؛ مونیر و همکاران، ۲۰۰۷ و دشتی و همکاران، ۲۰۱۰ نیز در تحقیقاتشان به تفکیک متجاوز اشاره کرده‌اند).

نتایج تجزیه میانگین نسل‌ها و برآورد پارامترهای ژنتیکی بر اساس آزمون t (که در هر ستون پارامترهای ژنتیکی جدول‌های ۵ و ۶ ثبت شده) و آزمون کای اسکویر (که در ستون آخر جدول‌های ۵ و ۶ آورده شده است) انجام شد که برای تلاقی‌های اول و دوم در هر دو شرایط محیطی برای صفت وزن بوته در جدول‌های ۵ و ۶ ارائه شده است. با توجه به غیر معنی‌دار شدن آزمون کای اسکویر در هر دو تلاقی و هر دو شرایط محیطی مدل ژنتیکی داری آثار اپیستازی برای صفت وزن بوته دیده شد. بنابراین اثرهای متقابل غیرآلی (اپیستازی ژنی) افزایشی \times افزایشی [i]، افزایشی \times غالبیت [j] و غالبیت \times غالبیت [I] به همراه اثرهای اصلی افزایشی و غالبیت در کنترل صفت وزن بوته نقش داشتند. مطالعات مونیر و همکاران (۲۰۰۷) و احمدی و همکاران (۲۰۰۷) نیز اثرهای اپیستازی ژنی در کنترل صفت وزن بوته در گندم را نشان داده است. اجزاء واریانس نسل‌های مختلف شامل اثرهای محیطی (E_w) و واریانس اثرهای افزایشی (D)، واریانس اثر غالبیت (H)، مقدار F، $\sqrt{\frac{H}{D}}$ و $\frac{F}{\sqrt{H \times D}}$ در جدول‌های ۷ و ۸ برآورد شده است. منفی بودن علامت F در تلاقی اول در هر دو شرایط محیطی و تلاقی دوم در محیط تنش نشان داد که ژن‌های مسئول وزن بوته در جهت کاهش وزن برتری داشتند. ولی در تلاقی دوم در شرایط نرمال علامت مثبت F برتری ژن‌های مسئول افزایش وزن بوته را نشان

داد. مقادیر $\sqrt{\frac{H}{D}}$ در دو تلاقی و هر دو شرایط محیطی به ترتیب کمتر و بیشتر از واحد بود که نشان دهنده اهمیت بیشتر واریانس افزایشی در تلاقی اول و اهمیت بیشتر واریانس غالبیت در تلاقی دوم است. مقادیر پایین $\frac{F}{\sqrt{H \times D}}$ نیز در هر دو تلاقی و هر دو شرایط محیطی بیانگر این امر است که انحرافات غالبیت $\frac{h}{d}$ در مکان‌های ژنی متفاوت خصوصاً از لحاظ بزرگی و علامت یکسان نیستند و برآورد $\sqrt{\frac{H}{D}}$ متوسط غالبیت را نشان می‌دهد که تفاوت فاحش این برآورد با درجه غالبیت $\frac{h}{d}$ دلیل بر این دعا می‌باشد. با توجه به جدول‌های ۹ و ۱۰ دامنه وراثت‌پذیری عمومی برای صفت وزن بوته در تلاقی اول و در شرایط نرمال و تنش به ترتیب $0/79 - 0/65$ و $0/65 - 0/50$ و در تلاقی دوم به ترتیب $0/79 - 0/74$ و $0/86 - 0/82$ و میزان وراثت‌پذیری خصوصی در تلاقی اول در شرایط نرمال و تنش به ترتیب $0/62$ و $0/43$ و در تلاقی دوم به ترتیب $0/38$ و $0/41$ به دست آمد. تفاوت فاحشی که بین مقادیر وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی در این تلاقی‌ها وجود دارد بیانگر بزرگ بودن اثرات غالبیت می‌باشد. نقش اثرهای اپیستازی ژنی به همراه اثرهای افزایشی و غالبیت در کنترل صفت ارتفاع بوته مشاهده شد و بهترین برازش را نشان دادند. که این نتایج با نتایج آزمایش‌های احمدی و همکاران (۲۰۰۷) گل آبادی و همکاران (۲۰۰۸)، اوجاقی و همکاران، (۲۰۱۰)، خطاب و همکاران (۲۰۱۰) سلطان و همکاران (۲۰۱۱) دشتی و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. در هر دو تلاقی و در هر دو شرایط رطوبتی علامت منفی F بیانگر غالبیت با ژن‌های پاکوتاهی بوته است. با مقایسه واریانس افزایشی (D) و غالبیت (H) برای صفت ارتفاع بوته اهمیت بیشتر واریانس افزایشی در کنترل این صفت در هر دو تلاقی به غیر از یک حالت مشاهده می‌شود. مقادیر $\sqrt{\frac{H}{D}}$ در تلاقی اول در هر دو شرایط رطوبتی و در تلاقی دوم در شرایط تنش اهمیت واریانس افزایشی را مشخص می‌کند، و فقط در تلاقی اول در شرایط نرمال برای ارتفاع بوته (۲/۳۵) بالاتر از یک بود. مقادیر $\frac{F}{\sqrt{H \times D}}$ نیز متفاوت بودن انحرافات درجه غالبیت در مکان‌های ژنی متفاوت خصوصاً از لحاظ علامت و بزرگی را نشان داد. بنابراین برآورد $\sqrt{\frac{H}{D}}$ با درجه غالبیت $\frac{h}{d}$ تفاوت زیادی را نشان می‌دهد. در تلاقی اول در شرایط تنش مدل ساده افزایشی- غالبیت به برای صفت طول پدانکل برازش گردید. امادر تلاقی اول در شرایط نرمال و تلاقی دوم در هر دو شرایط رطوبتی نقش اثرهای اپیستازی ژنی به همراه اثرهای افزایشی و غالبیت در کنترل صفت طول پدانکل مشاهده شد که با مطالعات گل‌آبادی و همکاران

(۲۰۰۸) مطابقت داشت. مقادیر $\sqrt{\frac{H}{D}}$ در هر دو تلاقی در شرایط تنش برای صفت طول پدانکل بیشتر از واحد بود. که نشان‌دهنده اهمیت بیشتر واریانس غالبیت است. علامت مثبت F در تلاقی اول در شرایط نرمال و تلاقی دوم در هر دو شرایط محیطی بیانگر غالبیت ژن‌های مسئول افزایش طول پدانکل می‌باشد. برای صفت وزن هزار دانه در هر دو تلاقی و هر دو شرایط محیطی و برای صفت عملکرد دانه در بوته در تلاقی اول و در شرایط تنش آثار متقابل افزایشی \times افزایشی [i] و غالبیت \times غالبیت [I] در کنترل این دو صفت حائز اهمیت بود، مطالعات مرادی عاشور و همکاران (۲۰۰۵)، باقی‌زاده و همکاران (۲۰۰۸) و عشقی و همکاران (۲۰۱۰)، ارکول و همکاران (۲۰۱۰) و سلطان و همکاران (۲۰۱۱) نیز اثرات اپیستازی ژنی را در کنترل صفات عملکرد دانه در بوته و وزن هزار دانه نشان داده است. مقادیر $\sqrt{\frac{H}{D}}$ که اهمیت واریانس غالبیت را مشخص می‌کند، برای صفت عملکرد دانه در بوته به غیر از تلاقی اول در شرایط تنش (۰/۵۰) و برای صفت وزن هزار دانه در تلاقی دوم در شرایط تنش (۰/۹۳) بیشتر از واحد بود. نقش اثرهای اپیستازی ژنی به‌همراه اثرهای افزایشی و غالبیت در کنترل صفت تعداد دانه در سنبله مشاهده شد. مطالعات احمدی و همکاران (۲۰۰۷)، عشقی و همکاران (۲۰۱۰)، اوجاقی و همکاران، (۲۰۱۰)، ارکول و همکاران (۲۰۱۰) نیز اثرات اپیستازی ژنی را در کنترل این صفت را نشان داده است. در کنترل صفت طول سنبله اثرات متقابل افزایشی \times افزایشی [i] و غالبیت \times غالبیت [I] حائز اهمیت بودند، که با نتایج احمدی و همکاران (۲۰۰۷) و باقی‌زاده و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت داشت. برای تلاقی اول در شرایط نرمال مدل ساده افزایشی- غالبیت برای صفت تاریخ گل‌دهی برآزش داده شد. ولی در موارد دیگر اثرات متقابل اپیستازی ژنی افزایشی \times افزایشی [i] و غالبیت \times غالبیت [I] نقش مهمی را در کنترل صفت تاریخ گل‌دهی نشان دادند که در تأیید با نتایج مونیر و همکاران (۲۰۰۷) بود.

صفات چند ژنی^۱ در این آزمایش مشاهده شد، زیرا به‌جز در صفات وزن هزار دانه و تاریخ گل‌دهی در تلاقی اول در شرایط نرمال و طول پدانکل در تلاقی اول و شرایط تنش و عملکرد دانه در تلاقی دوم و شرایط تنش مدل ساده افزایشی- غالبیت مدل مناسبی برای بیشتر صفات نبود و به‌طور کلی اثرات اپیستازی داری اهمیت بودند، در نتیجه در توارث صفات مورد بررسی مهم می‌باشند. در این مطالعه اثرات ژنی [i] به‌همراه اثرات [I] از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. و اثرات [j] اهمیت کمتری داشته است. در تلاقی اول برای صفات ارتفاع و وزن بوته در شرایط نرمال، عملکرد دانه و

وزن هزار دانه در شرایط تنش و طول سنبله در هر دو شرایط رطوبتی و در تلاقی دوم برای صفات وزن بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و طول سنبله در شرایط نرمال و تاریخ گل‌دهی در هر دو شرایط رطوبتی در جایی که هر دو جزء [h] و [l] معنی‌دار بودند دارای علامت‌های مخالف^۱ بودند، که نشان‌دهنده اپیستازی از نوع دو گانه^۲ می‌باشد این نوع اپیستازی، مشکلی را در جهت انتخاب گیاهان مطلوب ایجاد نمی‌کند. در حقیقت اثر متقابل مکمل^۳ واریانس را برای خانواده‌ها و جمعیت‌های در حال تفرق افزایش می‌دهد، اما اثر متقابل دوگانه غالباً این واریانس را کاهش می‌دهد که با نتایج مرادی عاشور و همکاران (۲۰۰۵)، احمدی و همکاران (۲۰۰۷) و دشتی و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت. علامت‌های مخالف [d] و [i] نشان می‌دهد که ماهیت متضاد^۴ اثر متقابل برای صفات وجود دارد، که این امر در تلاقی اول برای صفات عملکرد دانه و طول پدانکل در شرایط نرمال، وزن هزار دانه در شرایط تنش و تعداد دانه در هر دو شرایط محیطی و در تلاقی دوم برای صفات وزن هزار دانه، طول پدانکل و تعداد دانه در هر دو شرایط رطوبتی مشاهده شد که با نتایج توکلو ویاگاسانانار (۲۰۰۷) و ارکول و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت.

در این پژوهش تجزیه واریانس نسل‌ها نیز انجام گرفت زیرا پارامترهایی که اثرات ژن را مشخص می‌کنند در حقیقت اثرات متعادل^۵ همه مقررهای ژنی در حال تفرق می‌باشند. اما واریانس‌های ژنتیکی به‌وسیله اثرات متعادل تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد، چون آن‌ها مجموع مربعات اثرات هر مقرر ژنی بوده و بنابراین به‌صورت اثرات افزایشی و غالبیت بیان می‌شوند بنابراین تجزیه واریانس نسل‌ها^۶ همانند تجزیه میانگین نسل‌ها می‌تواند انجام گیرد (قنادها، ۱۹۹۸). با استفاده از واریانس نسل‌ها اجزا تنوع E_w, D, H, F و $\sqrt{\frac{H}{D}}$ برآورد شدند. جزء غالبیت (H) برای بیشتر صفات و در هر دو شرایط نرمال و تنش رطوبتی بیش از جزء افزایشی بود. متوسط غالبیت ژنی $\sqrt{\frac{H}{D}}$ نیز در بیشتر صفات و هر دو شرایط محیطی بزرگ‌تر از یک بود که بیانگر اهمیت غالبیت می‌باشد و مقدار پایین وراثت‌پذیری خصوصی را توجیه می‌کند (جدوال ۹ و ۱۰). این نتایج با بخشی از نتایج به‌دست آمده از تجزیه میانگین نسل‌ها مطابقت نداشت که احتمالاً می‌تواند ناشی از خنثی شدن اثر ژنی مثبت و منفی

- 1- Opposite signs
- 2- Duplicate type
- 3- Complementary
- 4- Oppositional nature
- 5- Balance effects
- 6- Analysis of generation variances

مسئول غالبیت در بیشتر مکان‌های ژنی باشد که گل‌آبادی و همکاران (۲۰۰۸) نیز در مطالعه خود به همین تناقض دست یافتند. اصولاً تخمین اثرهای مختلف ژنی با صادق بودن فرضیاتی از قبیل تفرق دیپلوئیدی، هموزیگوت بودن والدین، عدم وجود آلل‌های چندگانه، عدم وجود پیوستگی ژنی و عدم وجود اثر متقابل محیط و ژنوتیپ قابل دست‌یابی است. فرض اول در جمعیت‌های گندم صادق است. اما در مورد سایر فرضیات، هر گونه انحرافی از آن‌ها منجر به برآورد ناصحیح از اثرهای ژنی می‌شود (گل‌آبادی و همکاران، ۲۰۰۸).

جدول ۱- تجزیه واریانس تلاقی شیراز × Ws-82-14 در هر دو شرایط محیطی.

| خطا | منع تغییرات | | محیط | صفت |
|------|-------------|--------|-------|---------------------|
| | تکرار | نسل‌ها | | |
| ۱/۱۰ | ۳/۴۶** | ۰/۴۷ | نرمال | وزن بوته |
| ۰/۹۸ | ۱۸/۸۹** | ۴/۷۸ | تنش | |
| ۱/۱۱ | ۱۳/۹۱** | ۷/۹۲ | نرمال | تعداد دانه در سنبله |
| ۱/۰۳ | ۳/۴۶** | ۱۸/۵۰ | تنش | |
| ۱/۰۶ | ۱۸/۶۸** | ۲۱/۲۳ | نرمال | ارتفاع بوته |
| ۱/۱۳ | ۸/۱۳** | ۵/۸۸ | تنش | |
| ۱/۰۲ | ۳/۵۰** | ۳/۰۰ | نرمال | عملکرد دانه در بوته |
| ۱/۰۴ | ۹/۳۵** | ۴/۶۱ | تنش | |
| ۱/۰۷ | ۴/۳** | ۱۲/۸۲ | نرمال | طول پدانکل |
| ۱/۱۱ | ۸/۰۶** | ۱۱/۴۷ | تنش | |
| ۱/۰۰ | ۸/۶۳** | ۱/۷۳ | نرمال | وزن هزار دانه |
| ۱/۲۶ | ۲۴/۹۸** | ۱۶/۰۱ | تنش | |
| ۱/۰۳ | ۶/۹۹** | ۰/۸۳ | نرمال | طول سنبله |
| ۱/۰۴ | ۱۵/۰۹* | ۰/۳۷ | تنش | |
| ۱/۱۵ | ۱۹۹/۰۷** | ۲/۴۸ | نرمال | تاریخ گل‌دهی |
| ۱/۷۶ | ۱۳۴/۱۴** | ۶۹/۱۷ | تنش | |

** معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ درصد.

غلامرضا چلوبی و همکاران

جدول ۲- تجزیه واریانس تلاقی شیراز × شعله در هر دو شرایط محیطی.

| خطا | منع تغییرات | | محیط | صفت |
|------|-------------|-------|-------|---------------------|
| | نسل‌ها | تکرار | | |
| ۰/۹۸ | ۲/۴۳* | ۰/۶۱ | نرمال | وزن بوته |
| ۰/۹۹ | ۱۶/۵۸** | ۱۶/۵۸ | تنش | |
| ۱/۰۲ | ۵۱/۱۸** | ۱۴/۵۳ | نرمال | تعداد دانه در سنبله |
| ۱/۱۵ | ۲۷/۳۳** | ۱۱/۲۹ | تنش | |
| ۱/۰۶ | ۲۷/۷۱** | ۶/۵ | نرمال | ارتفاع بوته |
| ۱/۰۴ | ۲۲/۹۴** | ۱۵/۵۷ | تنش | |
| ۱/۲۸ | ۱۱/۱۸** | ۱۰/۱۵ | نرمال | عملکرد دانه در بوته |
| ۱/۲۵ | ۳/۹۸** | ۳/۹۸ | تنش | |
| ۱/۰۱ | ۱۱۲/۲۵** | ۵/۵۲ | نرمال | طول پدانکل |
| ۱/۰۹ | ۱۸۱/۴۵** | ۶/۲۲ | تنش | |
| ۱/۰۰ | ۹/۹۶** | ۰/۷۵ | نرمال | وزن هزار دانه |
| ۱/۰۹ | ۲۶/۹۴** | ۰/۷۲ | تنش | |
| ۱/۰۲ | ۱۷/۵** | ۳/۴۵ | نرمال | طول سنبله |
| ۱/۰۱ | ۱۷/۶۹** | ۱/۷۴ | تنش | |
| ۱/۶۱ | ۵۴/۱۲** | ۴۷/۳۴ | نرمال | تاریخ گلدهی |
| ۱/۲۸ | ۹۰/۰۱** | ۷/۶۸ | تنش | |

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۳- مقایسات میانگین تلاقی شیراز \times Ws-82-14 در هر دو شرایط محیطی.

| BC2 | BC1 | F2 | F1 | P2 | P1 | محیط | صفت |
|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|---------------------|
| ۸۰/۵۵ ^c | ۸۰/۸۱ ^c | ۸۲/۹۳ ^{bc} | ۹۲/۱۳ ^a | ۸۲/۵۳ ^{bc} | ۹۰/۱۷ ^{ab} | نرمال | وزن بوته |
| ۵۶/۹۹ ^{bc} | ۶۰/۵۲ ^{abc} | ۵۱/۸۷ ^c | ۶۷/۶۱ ^a | ۳۴/۱۳ ^d | ۶۱/۷۸ ^{ab} | تنش | |
| ۶۷/۷۱ ^b | ۶۷/۲۵ ^b | ۶۱/۲۴ ^c | ۶۶/۱۳ ^b | ۷۶/۳۳ ^a | ۶۷/۷۷ ^b | نرمال | تعداد دانه در سنبله |
| ۷۰/۸۴ ^b | ۱۶/۸۶ ^{bc} | ۶۴/۵۴ ^{bc} | ۷۷/۷۳ ^a | ۶۶/۹۴ ^{bc} | ۶۳/۳۱ ^c | تنش | |
| ۷۸/۴۵ ^c | ۷۴/۲۲ ^c | ۸۵/۴۹ ^a | ۸۰/۰۱ ^b | ۸۴/۵۵ ^a | ۸۰/۰۰ ^b | نرمال | ارتفاع بوته |
| ۷۵/۸۰ ^{ab} | ۷۳/۰۱ ^{bc} | ۷۶/۸۹ ^a | ۷۶/۸۲ ^a | ۷۶/۰۳ ^{ab} | ۷۰/۸۰ ^c | تنش | |
| ۳۰/۶۲ ^{bc} | ۳۲/۰۰ ^b | ۳۱/۱۰ ^{bc} | ۲۶/۹۳ ^c | ۳۰/۱۰ ^{bc} | ۳۷/۳۹ ^a | نرمال | عملکرد دانه در بوته |
| ۱۵/۵۸ ^c | ۱۶/۸۶ ^{bc} | ۱۶/۶۴ ^{bc} | ۱۹/۱۴ ^b | ۱۵/۴۱ ^c | ۲۳/۳۵ ^a | تنش | |
| ۳۴/۸۸ ^b | ۳۴/۸۸ ^{ab} | ۳۶/۶۴ ^a | ۳۴/۵۰ ^b | ۳۰/۰۴ ^{ab} | ۳۵/۱۹ ^{ab} | نرمال | طول پدانکل |
| ۲۹/۹۱ ^b | ۳۳/۴۵ ^a | ۳۲/۵۸ ^a | ۳۲/۴۶ ^a | ۲۸/۷۷ ^b | ۳۲/۹۳ ^a | تنش | |
| ۳۷/۳۳ ^a | ۳۷/۵۵ ^a | ۳۹/۰۶ ^a | ۳۹/۴۴ ^a | ۳۲/۰۹ ^b | ۳۷/۱۷ ^a | نرمال | وزن هزار دانه |
| ۲۱/۱۳ ^c | ۲۲/۷۶ ^{bc} | ۲۴/۱۵ ^b | ۲۲/۱۵ ^c | ۱۸/۳۶ ^d | ۲۶/۴۶ ^a | تنش | |
| ۱۲/۴۶ ^b | ۱۲/۲۱ ^{bc} | ۱۲/۲۴ ^{bc} | ۱۲/۳۱ ^{bc} | ۱۳/۸۸ ^a | ۱۱/۷۶ ^c | نرمال | طول سنبله |
| ۱۲/۸۹ ^{ab} | ۱۲/۲۰ ^{bc} | ۱۲/۲۹ ^{bc} | ۱۲/۱۰ ^c | ۱۳/۲۳ ^a | ۱۰/۹۶ ^d | تنش | |
| ۲۰۹/۰۱ ^a | ۲۰۶/۱۹ ^{cd} | ۲۰۶/۸۱ ^c | ۲۰۸/۱۸ ^b | ۲۰۹/۸۲ ^a | ۲۰۵/۶۷ ^d | نرمال | تاریخ گل‌دهی |
| ۲۱۰/۱۲ ^a | ۲۰۷/۷۳ ^c | ۲۰۹/۱۵ ^b | ۲۱۰/۵۴ ^a | ۲۱۰/۴۲ ^a | ۲۰۷/۱۱ ^c | تنش | |

غلامرضا چلوبی و همکاران

جدول ۴- مقایسات میانگین تلاقی شیراز × شعله در هر دو شرایط محیطی.

| BC2 | BC1 | F2 | F1 | P2 | P1 | محیط | صفت |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|---------------------|
| ۸۸/۲۸ ^b | ۹۰/۸۸ ^b | ۸۵/۲۲ ^b | ۱۰۶/۰۵ ^a | ۸۵/۶۴ ^b | ۹۴/۰۹ ^b | نرمال | وزن بوته |
| ۶۵/۰۰ ^{bc} | ۷۳/۴۱ ^a | ۶۸/۸۳ ^{ab} | ۷۲/۲۵ ^a | ۶۱/۱۶ ^c | ۷۴/۲۶ ^a | تنش | |
| ۷۰/۶۲ ^c | ۶۷/۹۲ ^c | ۵۸/۴۹ ^d | ۵۴/۲۷ ^d | ۸۹/۴۵ ^a | ۸۲/۳۱ ^b | نرمال | تعداد دانه در سنبله |
| ۶۲/۵۹ ^{bc} | ۵۸/۸۴ ^c | ۶۰/۴۰ ^d | ۶۰/۴۰ ^{bc} | ۷۲/۳۵ ^a | ۶۴/۱۰ ^b | تنش | |
| ۹۶/۷۱ ^a | ۸۷/۵۷ ^b | ۹۴/۹۹ ^a | ۹۵/۵۵ ^a | ۹۶/۴۲ ^a | ۸۰/۱۶ ^c | نرمال | ارتفاع بوته |
| ۹۳/۷۱ ^a | ۸۳/۳۴ ^c | ۸۹/۹۸ ^b | ۹۱/۱۰ ^{ab} | ۸۷/۹۹ ^b | ۸۰/۸۴ ^c | تنش | |
| ۲۷/۱۸ ^c | ۳۶/۸۰ ^b | ۳۷/۲۴ ^b | ۳۹/۰۴ ^b | ۲۸/۱۸ ^c | ۴۸/۲۱ ^a | نرمال | عملکرد دانه در بوته |
| ۱۷/۵۳ ^{ab} | ۱۸/۶۴ ^{ab} | ۱۹/۱۶ ^{ab} | ۲۱/۴۶ ^a | ۱۶/۵۲ ^b | ۲۰/۳۹ ^{ab} | تنش | |
| ۳۷/۱۷ ^b | ۳۸/۲۶ ^b | ۴۰/۰۲ ^a | ۴۱/۳۵ ^a | ۲۶/۵۲ ^d | ۳۳/۷۲ ^c | نرمال | طول پدانکل |
| ۳۴/۱۷ ^b | ۳۴/۲۴ ^b | ۳۷/۱۵ ^a | ۳۸/۶۵ ^a | ۲۴/۱۳ ^d | ۳۲/۴۴ ^c | تنش | |
| ۳۹/۶۷ ^{cd} | ۴۰/۴۹ ^c | ۴۱/۹۹ ^{bc} | ۴۵/۴۵ ^a | ۳۷/۵۱ ^d | ۴۳/۴۴ ^{ab} | نرمال | وزن هزار دانه |
| ۲۵/۰۵ ^c | ۲۷/۷۴ ^b | ۳۱/۶۴ ^a | ۳۲/۹۶ ^a | ۲۲/۸۷ ^c | ۳۲/۶۰ ^a | تنش | |
| ۱۱/۸۲ ^d | ۱۲/۴۵ ^{bc} | ۱۱/۵۷ ^d | ۱۱/۹۷ ^{cd} | ۱۲/۵۸ ^b | ۱۳/۵۸ ^a | نرمال | طول سنبله |
| ۱۱/۴۵ ^c | ۱۲/۴۷ ^b | ۱۱/۶۵ ^c | ۱۳/۱۵ ^a | ۱۱/۴۶ ^c | ۱۳/۵۹ ^a | تنش | |
| ۲۰۷/۷۷ ^b | ۲۰۴/۸۴ ^c | ۲۰۷/۲۳ ^b | ۲۰۷/۱۵ ^b | ۲۰۹/۵۷ ^a | ۲۰۴/۶۵ ^c | نرمال | تاریخ گل دهی |
| ۲۱۰/۳۱ ^{bc} | ۲۰۶/۲۳ ^d | ۲۰۹/۸۲ ^c | ۲۱۰/۶۱ ^b | ۲۱۱/۳۵ ^a | ۲۰۴/۵۲ ^e | تنش | |

جدول ۵- برآورد پارامترهای ژنتیکی تلاقی شیراز × Ws-82-14 در هر دو شرایط محیطی

| صفت | محیط | m | [d] | [h] | [i] | [j] | [l] | χ^2 |
|---------------------|-------|----------------|--------------|----------------|---------------|---------------|--------------|--------------------|
| وزن بوته | نرمال | ۸۸۳±۰/۶۰** | ۶۲۴±۰/۶۰** | -۲۸۳±۲۷۲** | — | -۱۲/۱۷±۲/۵۸** | ۲۸/۴۳±۳/۰۴** | ۶/۵۱ ^{NS} |
| | تنش | ۳۶۹±۲/۰۹** | ۱۱/۹۹±۰/۸۹** | ۳۶/۰۳±۳/۲۷** | ۱۵/۸۱±۲/۲۶** | -۱۱/۴۲±۳/۲۷** | — | ۳/۲۰ ^{NS} |
| تعداد دانه در سنبله | نرمال | ۵۶۰۰±۲/۴۱** | -۲/۴۷±۰/۸۷** | ۱۲/۵۱±۳/۹۰** | ۱۷/۳۵±۲/۵۹** | — | — | ۶/۹۷ ^{NS} |
| | تنش | ۳۸۳±۱/۵۷** | -۲/۴۲±۰/۵۹** | ۱۰/۱۵±۲/۲۸** | ۶/۸۹±۱/۵۷** | — | — | ۲/۲۹ ^{NS} |
| ارتفاع بوته | نرمال | ۹۹/۳۸±۳/۸۸** | -۳/۲۵±۰/۶۳** | -۵۷/۰/۲±۹/۷۹** | -۱۸/۲۹±۳/۷۸** | — | ۴۷/۱۸±۶/۵۸** | ۰/۸۷ ^{NS} |
| | تنش | ۷۶/۸۵±۰/۵۱** | -۱/۶۱±۰/۵۵** | ۶/۷۳±۱/۰/۶** | — | -۸/۱۷±۲/۵۲** | — | ۴/۷۷ ^{NS} |
| عملکرد دانه در بوته | نرمال | ۳۵/۸۳±۱/۲۹** | ۵/۱۶±۰/۵۱** | -۷/۸۳±۱/۸/۸** | -۳/۴۳±۱/۴۴* | — | — | ۱/۰۱ ^{NS} |
| | تنش | ۱۹/۲۸±۰/۸۵** | ۴/۰۱±۰/۶۵** | -۹/۲۵±۳/۴۵** | — | — | ۹/۴۶±۳/۳۸** | ۱/۰۱ ^{NS} |
| طول پدانکل | نرمال | ۳۸/۳۹±۱/۳۳** | ۰/۹۴±۰/۴۴* | -۴/۱۱±۱/۹۰* | -۳/۱۸±۱/۳۴* | — | — | ۸/۱۴ ^{NS} |
| | تنش | ۳۱/۵۲±۰/۴۸** | ۱/۸۴±۰/۴۷** | ۱/۸۱±۰/۹۲* | — | — | — | ۰/۹۵ ^{NS} |
| وزن هزار دانه | نرمال | ۳۵/۶۳±۰/۵۲** | ۱/۳۹±۰/۵۰** | ۴/۴۵±۰/۰۰** | — | — | — | ۸/۰۱ ^{NS} |
| | تنش | ۳۲/۴۹±۲/۶۴** | ۳/۳۲±۰/۴۷** | -۳۳/۰/۶±۷/۰۸** | -۹/۲۰±۲/۵۹** | — | ۷۱/۰۵±۵/۸۸** | ۳/۸۳ ^{NS} |
| طول سنبله | نرمال | ۱۲/۹۱±۰/۱۶** | -۰/۷۸±۰/۱۳** | -۲/۴۳±۰/۶۶** | — | — | ۷/۳۰±۰/۸۰** | ۸/۴۰ ^{NS} |
| | تنش | ۱۲/۱۲±۰/۰۸** | -۱/۰۵±۰/۱۰** | ۱/۳۰±۰/۵۴* | — | — | -۱/۳۲±۰/۵۷* | ۴/۴۳ ^{NS} |
| تاریخ گلدهی | نرمال | ۲۰/۷/۵۹±۰/۱۹** | -۲/۲۷±۰/۱۹** | -۰/۸۶±۰/۳۳* | — | — | — | ۳/۵۱ ^{NS} |
| | تنش | ۲۰/۷/۶۰±۰/۴۶** | -۱/۷۹±۰/۱۵** | ۲/۷۷±۰/۶۶** | ۱/۱۰±۰/۴۹* | — | — | ۷/۸۳ ^{NS} |

NS، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۶- برآورد پارامترهای ژنتیکی تلاقی شیراز × شعله در هر دو شرایط محیطی.

| χ^2 | [l] | [j] | [i] | [h] | [d] | m | محیط | صفت |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-------|---------------------|
| ۵/۳۳ ^{NS} | ۳۳/۵۰±۵۱/۷۵ ^{**} | — | ۱۴/۳۱±۳/۴۱ ^{**} | ۷/۵۰±۸/۸۸ ^{**} | ۳/۵۰±۱/۵۲ ^{**} | ۷۵/۹۱±۳/۴۶ ^{**} | نرمال | وزن بونه |
| ۵/۳۹ ^{NS} | — | — | ۶/۸۲±۱/۵۷ ^{**} | ۱۴/۵۵±۱/۹۲ ^{**} | ۵/۲۸±۱/۵۲ ^{**} | ۶۰/۸۴±۱/۴۳ ^{**} | تنش | |
| ۰/۴۶ ^{NS} | ۴۰/۳۰±۵۱/۳۲ ^{**} | — | ۴۳/۵۲±۳/۳۶ ^{**} | ۵/۱۰±۸/۳۶ ^{**} | -۵/۸۷±۰/۴۹ ^{**} | ۴۲/۶۶±۳/۳۰ ^{**} | نرمال | تعداد دانه در سنبله |
| ۴/۹۵ ^{NS} | — | — | ۳۶/۵۹±۱/۱۶ ^{**} | ۲۳/۸۶±۱/۳۷ ^{**} | -۴/۰۷±۰/۴۳ ^{**} | ۴۱/۳۵±۱/۰۲ ^{**} | تنش | |
| ۴/۰۳ ^{NS} | — | — | -۶/۵۱±۰/۵۵ ^{**} | -۱۱/۰۰±۵/۸۲ ^{**} | -۸/۳۲±۰/۳۷ ^{**} | ۹۴/۵۱±۰/۲۹ ^{**} | نرمال | ارتفاع بونه |
| ۶/۰۱ ^{NS} | — | -۱۴/۹۰±۲/۷۰ ^{**} | — | ۸/۹۵±۱/۰۱ ^{**} | -۲/۹۹±۰/۶۵ ^{**} | ۸۳/۹۰±۰/۵۷ ^{**} | تنش | |
| ۸/۹۳ ^{NS} | — | — | ۶/۷۶±۱/۹۸ ^{**} | ۱۲/۲۰±۲/۸۳ ^{**} | ۱/۴۷±۰/۷۲ ^{**} | ۲۴/۳۴±۱/۷۹ ^{**} | نرمال | عملکرد دانه در بونه |
| ۵/۳۷ ^{NS} | — | — | — | -۱/۷۲±۰/۷۸ ^{**} | ۱/۸۱±۰/۴۰ ^{**} | ۱۹/۲۵±۰/۴۰ ^{**} | تنش | |
| ۶/۴۰ ^{NS} | — | — | -۷/۷۲±۱/۸۰ ^{**} | ۲/۳۸±۰/۹۵ [*] | ۲/۹۳±۰/۱۹ ^{**} | ۳۸/۸۷±۰/۷۷ ^{**} | نرمال | طول پدانکل |
| ۷/۴۷ ^{NS} | — | -۷/۳۰±۱/۴۲ ^{**} | -۵/۰۴±۰/۹۰ ^{**} | ۳/۳۵±۱/۲۳ ^{**} | ۳/۱۷±۰/۳۳ ^{**} | ۳۴/۱۲±۰/۸۳ ^{**} | تنش | |
| ۳/۲۴ ^{NS} | ۱۹/۷۹±۵/۲۰ ^{**} | — | -۸/۴۳±۲/۹۷ ^{**} | -۲۳/۲۶±۷/۸۰ ^{**} | ۲/۴۶±۰/۵۳ ^{**} | ۴۸/۷۶±۳/۰۳ ^{**} | نرمال | وزن هزار دانه |
| ۲/۲۹ ^{NS} | — | — | -۳/۹۷±۱/۸۷ ^{**} | ۴/۶۲±۲/۷۷ ^{NS} | ۳/۹۹±۱/۸۱ ^{**} | ۳۰/۳۰±۱/۴۲ ^{**} | تنش | |
| ۷/۲۹ ^{NS} | ۳/۸۶±۰/۴۵ | — | — | -۴/۶۸±۰/۴۶ ^{**} | ۰/۶۲±۰/۰۸ ^{**} | ۱۳/۰۷±۰/۰۸ ^{**} | نرمال | طول سنبله |
| ۰/۴۷ ^{NS} | — | — | ۱/۵۶±۰/۶۶ [*] | ۲/۱۰±۰/۹۳ [*] | ۱/۱۷±۰/۲۱ ^{**} | ۱۰/۵۲±۰/۶۲ ^{**} | تنش | |
| ۰/۶۰ ^{NS} | ۶/۵۶±۲/۶۱ [*] | — | -۳/۴۲±۱/۶۰ [*] | -۹/۹۶±۴/۰۷ [*] | -۲/۴۴±۰/۱۸ ^{**} | ۲۱/۰۵۳±۱/۶۲ ^{**} | نرمال | تاریخ گلدهی |
| ۱/۰۳ ^{NS} | ۷/۲۰±۱/۹۰ ^{**} | — | -۴/۱۰±۱/۲۳ ^{**} | -۸/۱۸±۳/۰۷ ^{**} | -۳/۳۳±۰/۱۶ ^{**} | ۲۱۱/۹۰±۱/۲۴ ^{**} | تنش | |

NS، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۷- اجزا تنوع در تلاقی شیراز × Ws-82-14 در هر دو شرایط محیطی.

| F/DH ^{1/2} | H/D ^{1/2} | F | H | D | Ew | محیط | صفت |
|---------------------|--------------------|--------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| -۰/۱۰ | ۰/۵۷ | -۵/۱۶ | ۲۸/۶۹ | ۸۸/۲۸ | ۱۹/۵۸ | نرمال | وزن بوته |
| -۰/۲۰ | ۰/۸۱ | -۱۲/۷۷ | ۵۰/۸۷ | ۷۷/۴۲ | ۳۸/۶۳ | تنش | |
| ۰/۰۹ | ۱/۱۴ | ۵/۱۶ | ۶۶/۸۵ | ۵۱/۱۸ | ۱۶/۵۸ | نرمال | تعداد دانه در سنبله |
| ۰/۰۸ | ۱/۱۱ | ۵/۹۶ | ۷۹/۸۸ | ۶۴/۷۹ | ۱۹/۳۷ | تنش | |
| -۰/۴۱ | ۰/۷۸ | -۲۷/۶۴ | ۵۲/۸۲ | ۸۷/۸۱ | ۲۷/۹۶ | نرمال | ارتفاع بوته |
| -۰/۳۱ | ۰/۶۴ | -۱۷/۶۹ | ۳۶/۳۱ | ۸۷/۶۰ | ۱۷/۶۹ | تنش | |
| -۰/۰۴ | ۱/۲۵ | -۲/۷۳ | ۷۵/۹۵ | ۴۸/۶۸ | ۱۱/۵۷ | نرمال | عملکرد دانه در بوته |
| ۰/۱۸ | ۰/۵۰ | ۸/۵۰ | ۲۳/۴۳ | ۹۲/۵۳ | ۲۸/۶۹ | تنش | |
| ۰/۰۹ | ۱/۸۴ | ۲/۶۴ | ۵۴/۹۶ | ۱۶/۲۴ | ۱۲/۵۹ | نرمال | طول پدانکل |
| -۰/۱۰ | ۰/۸۱ | -۴/۲۷ | ۳۶/۱۲ | ۵۵/۲۱ | ۱۲/۳۶ | تنش | |
| ۰/۰۶ | ۱/۳۷ | ۳/۲۰ | ۷۳/۹۳ | ۳۹/۴۵ | ۱۷/۰۶ | نرمال | وزن هزار دانه |
| -۰/۱۰ | ۱/۶۵ | -۲/۶۱ | ۴۴/۹۹ | ۱۶/۶۲ | ۱۱/۹۱ | تنش | |
| ۰/۰۲ | ۱/۳۷ | ۰/۰۶ | ۳/۷۳ | ۱/۹۷ | ۱/۱۴ | نرمال | طول سنبله |
| ۰/۰۶ | ۱/۰۲ | ۰/۲۵ | ۴/۰۷ | ۳/۸۹ | ۰/۵۷ | تنش | |
| -۰/۲۳ | ۰/۵۸ | -۱/۳۳ | ۳/۲۷ | ۹/۷۵ | ۱/۶۵ | نرمال | تاریخ گلدهی |
| -۰/۱۹ | ۲/۰۵ | -۰/۵۸ | ۶/۱۳ | ۱/۴۵ | ۱/۳۵ | تنش | |

جدول ۸- اجزا تنوع در تلاقی شیراز × شعله در هر دو شرایط محیطی.

| F/DH ^{1/2} | H/D ^{1/2} | F | H | D | Ew | محیط | صفت |
|---------------------|--------------------|--------|--------|-------|-------|-------|---------------------|
| ۰/۱۴ | ۱/۴۱ | ۹/۵۷ | ۱۰۶/۱۳ | ۴۹/۸۱ | ۱۵/۲۸ | نرمال | وزن بوته |
| -۰/۱۰ | ۱/۴۳ | -۹/۰۱ | ۶۵/۸۲ | ۶۰/۹۴ | ۱۱/۷۸ | تنش | |
| ۰/۰۱ | ۱/۰۹ | ۰/۸۴ | ۷۴/۸۶ | ۶۲/۸۹ | ۱۱/۱۸ | نرمال | تعداد دانه در سنبله |
| -۰/۲۶ | ۱/۱۳ | -۱۰/۵۵ | ۴۵/۸۶ | ۳۵/۶۲ | ۷/۷۵ | تنش | |
| -۰/۰۶ | ۲/۳۵ | -۴/۵۶ | ۱۶۲/۶۶ | ۲۹/۷۲ | ۸/۸۰ | نرمال | ارتفاع بوته |
| -۰/۶۱ | ۰/۲۵ | -۸/۴۹ | ۳/۵۲ | ۵۵/۳۷ | ۱۴/۸۳ | تنش | |
| ۰/۰۴ | ۱/۲۱ | ۲/۰۲ | ۵۸/۹۷ | ۳۹/۹۸ | ۳۳/۰۴ | نرمال | عملکرد دانه در بوته |
| ۰/۱۵ | ۰/۸۸ | ۵/۸۶ | ۳۳/۸۴ | ۴۳/۵۷ | ۸/۹۷ | تنش | |
| ۰/۰۹ | ۱/۲۵ | ۳/۰۰ | ۴۱/۰۱ | ۲۶/۱۳ | ۱/۸۱ | نرمال | طول پدانکل |
| ۰/۶۱ | ۰/۲۳ | ۳/۶۲ | ۱/۳۸ | ۲۵/۶۳ | ۴/۹۸ | تنش | |
| ۰/۱۲ | ۱/۲۹ | ۵/۳۵ | ۱۷/۵۳ | ۱۵/۴۳ | ۱۷/۶۰ | نرمال | وزن هزار دانه |
| -۰/۱۴ | ۰/۹۳ | -۸/۵۳ | ۵۷/۵۹ | ۶۶/۰۱ | ۱۰/۳۴ | تنش | |
| -۰/۲۲ | ۱/۱۷ | -۰/۶۱ | ۳/۲۹ | ۲/۳۹ | ۰/۲۳ | نرمال | طول سنبله |
| ۰/۸ | ۰/۴۹ | ۰/۷۱ | ۰/۳۵ | ۱/۶۴ | ۲/۷۹ | تنش | |
| -۰/۱۹ | ۱/۴۳ | -۱/۷۳ | ۱۳/۲۲ | ۶/۵۰ | ۲/۳۹ | نرمال | تاریخ گلدهی |
| -۰/۴۳ | ۰/۸۸ | -۲/۵۹ | ۵/۳۹ | ۶/۸۹ | ۱/۰۲ | تنش | |

نکته قابل توجه در اجزا تنوع این بود که اجزا H, D در بیشتر بسیار بزرگتر از تنوع محیطی E_w بود و از آنجایی که واریانس محیطی منبع خطایی است که از دقت مطالعات ژنتیکی می‌کاهد می‌توان به صحت نتایج به‌دست آمده از نظر تأثیر کم محیط بر آن اطمینان بیشتری داشت. به کارگیری فرمول‌های متفاوت، منجر به برآوردهای متفاوتی از وراثت‌پذیری عمومی شد. وجود تفاوت زیاد بین برآوردهای وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی در تلاقی‌ها نیز بیانگر سهم بیشتر اثر غالبیت می‌باشد. اگر چه وراثت‌پذیری عمومی به خوبی وراثت‌پذیری خصوصی نمی‌تواند سهم ژنتیکی تنوع را مشخص نماید اما بالا بودن میزان آن معرف انتقال صفات از والدین به نتاج می‌باشد

جدول ۹- درجه غالبیت، برآوردهای وراثت‌پذیری بوسیله روش‌های متفاوت در تلاقی شیراز X 82-14-Ws در هر دو شرایط محیطی.

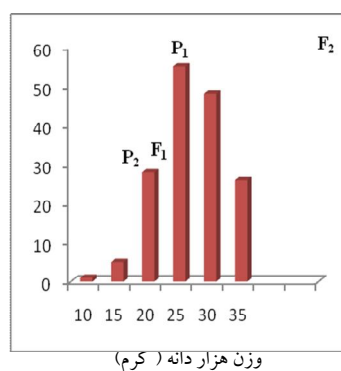
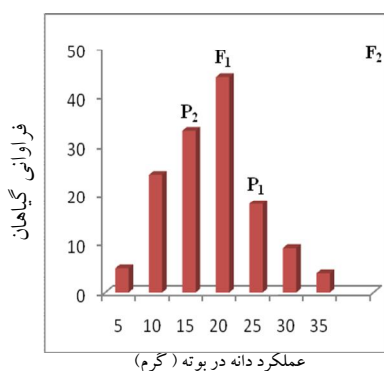
| صفت | محیط | برآورد وراثت‌پذیری عمومی | | | | وراثت‌پذیری خصوصی وارنر(۱۹۵۲) |
|---------------------|-------|--------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------------|
| | | محمود و | آلارد (۱۹۶۰) | وارنر (۱۹۵۲) | آلارد (۱۹۶۰) | |
| وزن بوته | نرمال | ۰/۷۹ | ۰/۷۹ | ۰/۶۵ | ۰/۷۵ | ۰/۶۲ |
| | تنش | ۰/۶۵ | ۰/۶۵ | ۰/۵۰ | ۰/۶۰ | ۰/۴۳ |
| تعداد دانه در سنبله | نرمال | ۰/۵۵ | ۰/۵۵ | ۰/۲۹ | ۰/۴۶ | ۰/۲۵ |
| | تنش | ۰/۷۱ | ۰/۷۱ | ۰/۷۵ | ۰/۷۲ | ۰/۴۵ |
| ارتفاع بوته | نرمال | ۰/۷۵ | ۰/۷۵ | ۰/۶۰ | ۰/۷۰ | ۰/۵۲ |
| | تنش | ۰/۸۲ | ۰/۸۲ | ۰/۶۸ | ۰/۷۸ | ۰/۶۲ |
| عملکرد دانه در بوته | نرمال | ۰/۷۵ | ۰/۷۵ | ۰/۸۳ | ۰/۷۸ | ۰/۴۴ |
| | تنش | ۰/۸۰ | ۰/۸۰ | ۰/۴۹ | ۰/۷۰ | ۰/۵۷ |
| طول پدانکل | نرمال | ۰/۶۹ | ۰/۶۹ | ۰/۵۸ | ۰/۶۵ | ۰/۲۴ |
| | تنش | ۰/۷۵ | ۰/۷۵ | ۰/۷۴ | ۰/۷۵ | ۰/۵۶ |
| وزن هزار دانه | نرمال | ۰/۷۶ | ۰/۷۶ | ۰/۶۲ | ۰/۷۱ | ۰/۳۶ |
| | تنش | ۰/۶۱ | ۰/۶۱ | ۰/۶۳ | ۰/۶۲ | ۰/۲۶ |
| طول سنبله | نرمال | ۰/۶۵ | ۰/۶۵ | ۰/۶۱ | ۰/۶۳ | ۰/۳۲ |
| | تنش | ۰/۸۵ | ۰/۸۵ | ۰/۸۲ | ۰/۸۴ | ۰/۵۵ |
| تاریخ گلدهی | نرمال | ۰/۷۴ | ۰/۷۴ | ۰/۸۱ | ۰/۷۶ | ۰/۶۶ |
| | تنش | ۰/۶۶ | ۰/۶۶ | ۰/۵۹ | ۰/۶۴ | ۰/۲۰ |

جدول ۱۰- درجه غالبیت، برآوردهای وراثت پذیری به وسیله روش‌های متفاوت در تلاقی شیراز × شعله در هر دو شرایط محیطی.

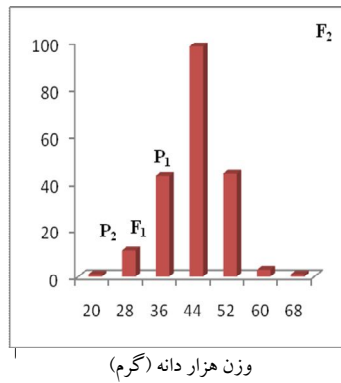
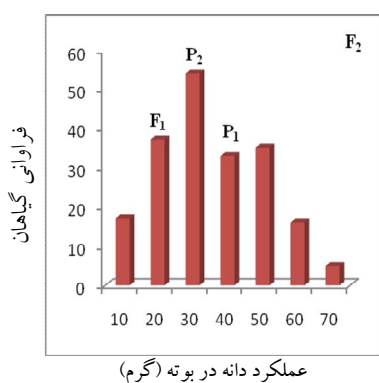
| صفت | محیط | درجه غالبیت (h/d) | برآورد وراثت پذیری عمومی | | | وراثت پذیری خصوصی | |
|---------------------|-------|-------------------|--------------------------|--------------|--------------|-------------------|---------------------|
| | | | محمود و کرامر (۱۹۵۱) | آلارد (۱۹۶۰) | وارنر (۱۹۵۲) | آلارد (۱۹۶۰) | ماتر و جینکز (۱۹۸۲) |
| وزن بوته | نرمال | ۳/۷۹ | ۰/۷۹ | ۰/۷۹ | ۰/۷۴ | ۰/۷۷ | ۰/۳۸ |
| | تنش | ۱/۵۴ | ۰/۸۲ | ۰/۸۲ | ۰/۸۶ | ۰/۸۴ | ۰/۴۱ |
| تعداد دانه در سنبله | نرمال | ۲/۸۶ | ۰/۸۰ | ۰/۸۰ | ۰/۸۴ | ۰/۸۲ | ۰/۵۱ |
| | تنش | ۰/۶۷ | ۰/۷۲ | ۰/۷۳ | ۰/۸۶ | ۰/۷۹ | ۰/۴۸ |
| ارتفاع بوته | نرمال | -۰/۷۸ | ۰/۷۴ | ۰/۷۴ | ۰/۶۶ | ۰/۷۰ | ۰/۵۱ |
| | تنش | -۲/۸۲ | ۰/۷۴ | ۰/۷۵ | ۰/۸۲ | ۰/۷۸ | ۰/۴۱ |
| عملکرد دانه در بوته | نرمال | ۱/۶۶ | ۰/۵۴ | ۰/۵۴ | ۰/۴۹ | ۰/۵۱ | ۰/۲۹ |
| | تنش | -۱/۱۶ | ۰/۷۹ | ۰/۸۰ | ۰/۷۵ | ۰/۷۷ | ۰/۵۶ |
| طول پدانکل | نرمال | ۳/۲۷ | ۰/۹۳ | ۰/۹۳ | ۰/۹۲ | ۰/۹۳ | ۰/۵۲ |
| | تنش | ۲/۷۶ | ۰/۷۶ | ۰/۷۶ | ۰/۶۹ | ۰/۷۳ | ۰/۳۰ |
| وزن هزار دانه | نرمال | ۱/۶۴ | ۰/۶۸ | ۰/۶۸ | ۰/۵۹ | ۰/۶۴ | ۰/۳۵ |
| | تنش | ۰/۹۶ | ۰/۸۳ | ۰/۸۴ | ۰/۸۱ | ۰/۸۲ | ۰/۵۷ |
| طول سنبله | نرمال | -۰/۶۷ | ۰/۹۱ | ۰/۹۴ | ۰/۹۶ | ۰/۹۳ | ۰/۵۱ |
| | تنش | ۰/۵۱ | ۰/۷۶ | ۰/۷۷ | ۰/۶۶ | ۰/۷۱ | ۰/۲۹ |
| تاریخ گل دهی | نرمال | ۰/۲۶ | ۰/۷۶ | ۰/۷۶ | ۰/۸۲ | ۰/۷۹ | ۰/۶۰ |
| | تنش | -۰/۵۴ | ۰/۸۷ | ۰/۸۷ | ۰/۸۰ | ۰/۸۳ | ۰/۵۸ |

(گل‌آبادی و همکاران، ۲۰۰۸). بالا بودن وراثت‌پذیری عمومی احتمالاً معرف زیاده‌تر بودن تنوع ژنتیکی نسبت به تنوع محیطی و همچنین ادغام اثر متقابل ژنوتیپ در محیط در جامعه مورد نظر است. مرادی عاشور و همکاران (۲۰۰۵) در گندم نان قابلیت توارث عمومی و خصوصی را برای صفت عملکرد دانه در بوته به ترتیب ۵۲ درصد و ۳۲ درصد گزارش کردند. اوجاقی و همکاران، (۲۰۱۰) نیز با استفاده از تجزیه و تحلیل میانگین نسل‌ها در گندم دامنه وراثت‌پذیری عمومی را برای صفات مورفولوژیک و زراعی مورد مطالعه از ۴۷ درصد تا ۹۲ درصد را گزارش کردند. در تمام صفات این دو تلاقی توزیع فراوانی گیاهان F_2 پیوسته بودند (که برای نمونه فقط دو صفت عملکرد دانه و وزن هزار دانه آورده شده است). فقدان توزیع نرمال F_2 در این پژوهش مشاهده شد، که ممکن است به علت وجود غالبیت، اپیستازی، یا پیوستگی بین ژن‌ها باشد. تمایل منحنی در توزیع‌های فراوانی به

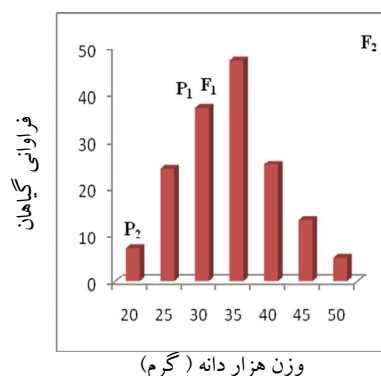
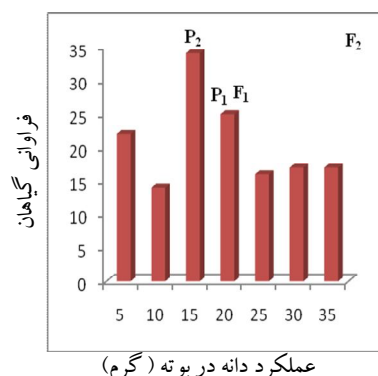
یک جهت خاص بیانگر آن است که غالبیت به طرف آن جهت وجود دارد. به طور کلی توزیع فراوانی گیاهان F_2 به طرف عملکرد کمتر متمایل بود، و تفکیک متجاوز به طرف عملکرد بیشتر مشاهده شد، که نشان می‌دهد والد حساس به تنش خشکی (P_1) احتمالاً دارای ژن یا ژن‌های است که می‌تواند برای عملکرد بیشتر با ژن‌های مقاوم والد متحمل به خشکی (P_2) به اشتراک گذاشته و تفکیک متجاوز را ایجاد کند. نسل F_2 در هر دو تلاقی و هر دو شرایط رطوبتی تفکیک متجاوز (که از ترکیب اجزا ژنتیکی هر دو والد تلاقی نشأت گرفته است)، در همه صفات نشان داد که این تلاقی‌ها می‌تواند واجد نتاج نوترکیب متحمل به خشکی باشند.



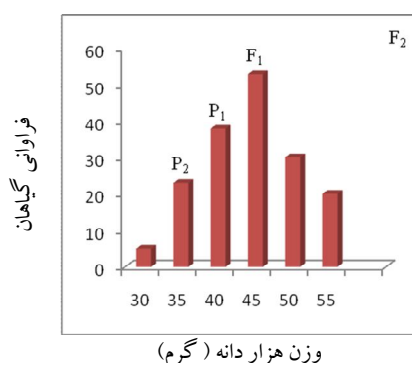
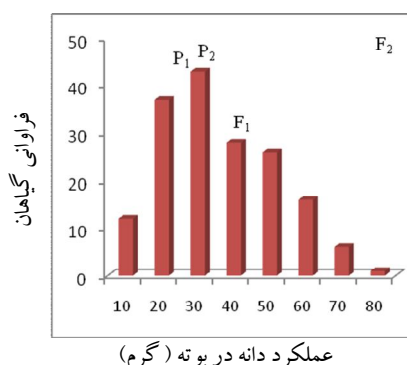
شکل‌های ۱ و ۲- توزیع فراوانی صفات وزن هزار دانه (راست) و عملکرد دانه در بوته (چپ) در تلاقی شیراز × Ws-82-14 (تنش)



شکل‌های ۳ و ۴- توزیع فراوانی صفات وزن هزار دانه (راست) و عملکرد دانه در بوته (چپ) در تلاقی شیراز × Ws-82-14 (نرمال)



شکل‌های ۵ و ۶- توزیع فراوانی F_2 صفات وزن هزار دانه (راست) و عملکرد دانه در بوته (چپ) در تلاقی شیراز × شعله (تنش)



شکل‌های ۷ و ۸- توزیع فراوانی F_2 صفات وزن هزار دانه (راست) و عملکرد دانه در بوته (چپ) در تلاقی شیراز × شعله (نرمال)

منابع

- Ahmadi, J., Orang, S.F., Zalei, A.A., Yazdi-Samadi, B., Ghannadha, M.R., and Taleei, A.R. 2007. Study of yield and its components inheritance in wheat under drought and irrigated conditions. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. 11:1.201-213. (In Persian)
- Akhtar, N., and Chowdhry, M.A. 2006. Genetic analysis of yield and some other quantitative traits in bread wheat. Int. J. Agric. Biol. 8:5.23-27.

3. Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding, John Wiley and Sons, New York. 485p.
4. Baghizadeh A., Talei A., Naghavi M.R., and Haji Rezaei M. 2008. Estimating the number and inheritance of controlling genes for grain yield and some of related traits in barley (*Hordeum vulgare*) Afzal/Radical Cross. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. 12:43.57-63. (In Persian)
5. Dashti, H., Naghavi, M.R., and Tajabadipour, A. 2010. Genetic analysis of salinity tolerance in bread wheat crosses. J. Agr. Sci. Tech.12: 347-356.
6. Dhanda, S.S., and Sethi, G.S. 1998. Inheritance of excised- leaf water loss and relative water content in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica. 104: 39-47.
7. Erkul, A., Unay, A., and Konak, C. 2010. Inheritance of yield and yield components in a bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cross. Turkish J. Field Crops. 15: 2.137-140.
8. Eshghi, R., Ojaghi, J., Rahimi, M., and Salayeva, S. 2010. Genetic characteristics of grain yield and its components in barley (*Hordeum vulgare* L.) under normal and drought conditions. J. Agric. Environ Sci, 9: 5.519-528.
9. Farag, H.I.A. 2009. Inheritance of yield and its components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) using six parameter model under Ras Sudr conditions. 6th International Plant Breeding Conference, Ismailia, Egypt. 90-112.
10. Ghannadha, M. R. 1998. Gene action for latent period of stripe rust in five cultivars of wheat. Iranian J. Crop Sci. 1:1.53-71. (In Persian)
11. Gol-Abadi, M., Arzani, A., and Mirmohammady Maibody, S.A.M. 2008. Genetic analysis of some morphological traits in durum wheat by generation mean analysis under normal and drought stress conditions. Seed. Plant. 24:1.99-116. (In Persian)
12. Jovanovic, D., and Marinkovic, R. 2006. Use of additive-dominance model in genetic analysis of some quantitative characteristics in sunflower. 8th Eucarpia Biometrics in Plant Breeding Section Meeting. Agric. Conspec. Sci.71:1.54.
13. Khaled, M.A.I. 2007. Estimation of genetic variance for yield and yield components in two bread wheat (*Triticum aestivum* L.) crosses. J. Agric. Sci. Mansoura Univ. 32:10.8043-8053.
14. Khattab S.A.M., Esmail, R.M., and Abd EL-Rahman M.F. 2010. Genetical analysis of some quantitative traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) New York Sci. J. 3: 11.152-157.
15. Lamkey, K.R., and Lee, M. 2005. Quantitative genetics, molecular markers and plant improvement.
<http://www.corn2.agron.iastate.edu/Lamkey/Publications/PDF/australia.htm>
16. Mahgoub, H.S., and Hamed, S. 2006. Inheritance of grain yield and some other traits in three wheat crosses. Egypt. J. Plant Breed., 10: 2.217-231.
17. Mahmud, I., and Kramer, H.H. 1951. Segregation for yield, height and maturity following a soybeans cross. Agron. J. 43: 12.605-609.
18. Mather, K., and Jinks, J.L. 1982. Biometrical genetics- the study of continuous

- variation. Chapman and Hall. London. 390 p.
19. Moradi Ashour, B., Arzani, A., Rezaei, A., Mirmohammady Maibody, S.A.M. 2006. Study of inheritance of yield and related traits in five crosses of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. 9: 4.123-136. (In Persian)
 20. Mostafavi, K., Hosseinzadeh, A., and Zeinali Khanghah, H. 2004. Gene action for some quantitative traits in bread wheat: Sardari * Line No. 14 cross. Seed. Plant. 6: 2. 159-170. (In Persian)
 21. Munir, M., Chowdhry, M.A., and Ahsan, M. 2002. Generation Means Studies in Bread Wheat under Drought Condition. Int. J. Agri. Biol. 9: 2.282-286.
 22. Novoselovic, D., Baric, M., Drezner, G., Gunjaca, J., and Lalic, A. 2004. Quantitative inheritance of some wheat plant traits. Genet. Mol. Biol. 27: 1.92-98.
 23. Ojaghi, J., Salayeva, S., and Eshghi, R. 2010. Inheritance pattern of important quantitative traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Worl. Appl. Sci. J.11: 6.711-717.
 24. Paroda, R.S., Power, I.S., and Singh, S. 1988. Gene effects for six metric traits in four spring wheat crosses. Indian J. Genet. 48: 195-199.
 25. Prakash, V., Saini, D.D., and Pancholi, S.R. 2006. Genetic basis of heterosis for grain yield and its traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) under normal and late sown conditions. Crop Res. 31: 245-249.
 26. Sharma, S.K., Iqbal, S., and Singh, K.P. 1980. Heterosis and combining ability in wheat. Crop. Improv. 13: 101-103.
 27. Sheikh, S., Singh, I., and Singh, J. 2000. Inheritance of some quantitative traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). An. Agric. Res.21: 51-54.
 28. Sultan, M.S., Abd El-Latif, A.H., Abd El-Moneam, M.A., and El-Hawary, M.N.A. 2011. Genetic parameters for some yield and yield components characters in four cross of bread wheat under two water regime treatments. J. Plant Prod. 2: 2.351-366.
 29. Toklu, F., and Yagbasanlar, T. 2007. Genetic analysis of kernel size and kernel weight in bread wheat (*T. aestivum* L.). Asian. J. Plant Sci. 6: 5.844-848.
 30. Warner, J.N. 1952. A method for estimating heritability. Agron. J.44: 2.427-430.
 31. Zare, M., Chogan, R., Majidi-Heravan, E., and Behamta, M.R. 2008. Generation mean analysis for grain yield and its associated traits in maize. Seed. Plant. 24: 1.63-81. (In Persian)



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Plant Production, Vol. 19(1), 2012

<http://jopp.gau.ac>

Inheritance of drought tolerance in bread wheat using generation mean analysis

**G.R. Cheloei¹, A. Mohammadi¹, M.R. Bihamta², H.A. Ramshini²
and G. Najafiyahn³**

¹MSc. Student and Assistant Professor, Azad University of Karaj, Respectively, ²Professor and Assistant Professor, University of Tehran. Respectively, ³Associate Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran

Received: 2010-4-18; Accepted: 2011-12-26

Abstract

Generation mean analysis with joint scaling test was performed to determine the type of gene action. Generations of F₁, F₂, BC₁ and BC₂ were derived from crosses between Shiraz (drought susceptibility) cultivar with Ws-82-14 line (drought tolerance) and Shiraz cultivar with Shole (drought tolerance) along with their parents were sown in a randomized complete block design with three replications under stress and non-stress moisture conditions. Traits evaluated in this experiment included plant height, peduncle length, spike length, number of grains per spike, grain yield per plant, 1000- seed weight, flowering date and plant weight. Genetic parameters including mean (m), gene effects additive (d), dominance (h), epistasis effects additive × additive [i], additive × dominance [j], and dominance × dominance [l] were evaluated for different traits. The dominant gene effect was found the most important genetic effect in controlling many traits evaluated. In addition the additive × additive [i] epistasis was more important than dominant × dominant [l] epistasis. The average of broad sense and narrow sense heritabilities were obtained for grain yield in Ws-82-14 × Shiraz cross in normal condition, 78% and 44%, in stress condition, 69% and 57%, while in Shole × Shiraz cross in normal condition were 52% and 29%, and in stress condition, 78% and 56%, respectively. The average degree of dominance $\sqrt{\frac{H}{D}}$ in most of the traits was larger than 1 which indicated the importance of dominance and it was in agreement with the low value of narrow sense heritability. Transgressive segregation for the whole traits showed that these crosses can result into recombinant progenies for drought tolerance.

Keywords: Wheat; Gene action; Drought Tolerance; Heritability; Transgressive segregation

*Corresponding Author; Email: rezacheloei@yahoo.com