

تجزیه ژنتیکی مقاومت به سن گندم با استفاده از روش دای آلل

محمد ضابط^{۱*}، محمدرضا بی همتا^۱، علیرضا طالعی^۱، محسن مردی^۲، حسن زینالی^۱ و خالو باقری^۳

(تاریخ دریافت: ۸۶/۳/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۱)

چکیده

به منظور بررسی ترکیب‌پذیری و نحوه عمل ژن‌های مقاوم به سن گندم شش لاین گندم نان با شماره‌های ۷۲۱۴، ۶۴۱۲، ۴-۷۵-۷۵، ۱۴، ۱۸، ۱۲ به همراه رقم آزادی در یک آزمایش دای آلل یک طرفه تلاقی داده شدند. هفت والد به همراه ۲۱ هیبرید حاصله در یک طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار (مجموعاً ۲۸ ژنوتیپ) در مزرعه دانشگاه تهران در سال زراعی ۸۵-۸۴ مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه واریانس صفات نشان داد که بین کلیه صفات به استثنای وزن دانه‌های سن‌زده تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد. نتایج حاصل از تجزیه ترکیب‌پذیری گریفینگ نشان داد که در کلیه صفات جزء افزایشی واریانس به همراه جز غیر افزایشی در توارث صفات نقش دارد. بهترین ترکیب شونده عمومی از لحاظ مقاومت به سن‌زدگی والد ۷۲۱۴ و بدترین والد ترکیب شونده عمومی والد ۱۸ شناخته شد. بهترین هیبرید از لحاظ مقاومت به سن‌زدگی با در نظر گرفتن کلیه صفات هیبرید ۴×۳-۷۵-۷۵×آزادی (و بدترین هیبرید ۶×۷-۱۸×۱۲) بود. بررسی پارامترهای ژنتیکی هیمن ضمن تأیید نتایج تجزیه گریفینگ نشان داد که به استثنای صفات وزن ۵۰ دانه سن‌زده، درصد سن‌زدگی و ارتفاع که غالبیت تأثیر بیشتری داشت در مابقی صفات جز افزایشی و غالبیت تواما در توارث صفت نقش دارند. در کلیه صفات مورد مطالعه به استثنای طول ریشک فوق غلبه وجود دارد، ضمن آن‌که در تمامی این صفات توزیع نامتقارن ژن‌های با اثرات مثبت و منفی نیز وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: تجزیه دای آلل، سن گندم، تجزیه گریفینگ، تجزیه هیمن

مقدمه

عمل بعضی از پروتئازهای تزریقی مشخص می‌گردد (۱۴). اگر چه هیچ تغییری در فعالیت آمیلاز و ساختار گرانول‌های نشاسته مشاهده نگردیده است (۱۶ و ۹). خسارت توسط حشره موجب کاهش کیفیت آرد گندم (۱۳) خمیر شل‌تر و در نتیجه نانی با حجم کمتر و بافتی غیر رضایتبخش می‌گردد (۱۰ و ۱۵).

گندم به وسیله حشرات مکنده که عموماً سن‌ها نامیده می‌شوند، خسارت می‌بیند و این خسارت ضرر و زیان مهمی را به کیفیت آسیاب شدن و نانوایی وارد می‌کند (۱۵). گندم خسارت دیده توسط حشره به‌وسیله ساختار پروتئینی از هم گسیخته به واسطه

۱. به ترتیب دانشجوی دکتری، استادان و دانشیار اصلاح نباتات، دانشکده علوم زراعی و دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران،

کرج

۲. عضو هیئت علمی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

۳. مربی گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم زراعی و دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m_zabet2000@yahoo.com

در اروپا، خاورمیانه و آفریقای شمالی خسارت به دو جنس از *Eurygaster spp*: Heteropterous و *Aelia sp* نسبت داده می‌شود. در نیوزیلند حشره *Nysius hultoni* باعث خسارت در گندم می‌شود (۵، ۶ و ۷). در اسپانیا نیز خسارت سن گندم قابل توجه است. اینفستا و همکاران خسارت محصول را بررسی کرده و دریافتند که *Eurygaster austiaca* و *Aelia germari* مهم‌ترین گونه‌های موجود از حشرات خسارت زا می‌باشند (۱۲). سطح مناطق آلوده به سن گندم در خاورمیانه، حدود ۵/۴ میلیون هکتار است که ۳ میلیون هکتار آن مربوط به ایران می‌باشد. میزان خسارت این افت از ۵ تا ۹۵ درصد متفاوت می‌باشد که سالانه خسارتی در حدود ۱۷۰ میلیارد تومان به مزارع غله کشور (گندم و جو) وارد می‌کند (۳۰۲).

یکی از روش‌های کنترل آفات ایجاد ارقام مقاوم می‌باشد. برای تولید ارقام مقاوم پس از پیدا کردن رقم یا ژنوتیپ مقاوم به اطلاعات جامعی در مورد ساختار ژنتیکی والدین مورد تلاقی و هم‌چنین ترکیب‌پذیری مطلوب آنها نیاز می‌باشد که این امر از طریق استفاده از تلاقی‌های دای آلل میسر می‌گردد (۱). آنالیز عددی و گرافیکی هیمن با آن که اطلاعات ارزشمند ژنتیکی از صفت در اختیار می‌گذارد، لیکن هیچ پارامتر ساختاری در مدل ژنتیکی وجود ندارد تا منطبق با اثرات غیر آللی که معمولاً فرض بر نبود آنهاست باشد. مزیت منحصر به فرد مدل گریفینگ آن است که تخمین‌های واریانس‌های *sca* و *gca* یک تشخیص مناسب از نقش آثار متقابل غیر آللی یا افزایشی ژن‌ها فراهم می‌کند (۸ و ۱۱).

نجفی در مطالعه‌ای روی شش رقم گندم تجاری با استفاده از تجزیه دی آلل نشان داد که رقم فلانت با کمترین اثر ترکیب‌پذیری عمومی و هیبرید بزوستانیا × گلستان با کمترین اثر ترکیب‌پذیری خصوصی برای خسارت خوشه (تغذیه سن مادر) بهترین والد ترکیب شونده و بهترین هیبرید برای افزایش مقاومت می‌باشند. ترکیب گلستان × قفقاز با داشتن کمترین اثر ترکیب‌پذیری خصوصی برای سن‌زدگی به دانه به عنوان بهترین هیبرید برای افزایش مقاومت هستند. اثر غیر افزایشی ژن برای

کنترل مقاومت در برابر خسارت خوشه بیشتر از اثر افزایشی ژن است. در حالی که برای کنترل مقاومت در برابر سن‌زدگی دانه اثر غیر افزایشی تفاوت چندانی با اثر افزایشی نداشت. (۴).

آئینه و همکاران با مطالعه مقاومت ۵ رقم تجاری گندم از طریق تجزیه دای آلل نسبت به سن مادر و پوره‌ها به این نتیجه رسیدند که رقم رشید به عنوان بهترین والد ترکیب‌پذیر و هیبرید نوید × سرداری و رشید × سرداری به عنوان بهترین هیبرید از لحاظ مقاومت به سن گندم می‌باشند. آنها هم‌چنین نتیجه گرفتند که آثار غیر افزایشی ژن‌ها برای افزایش وزن سن مادر از نوع فوق غالبیت و برای بقیه صفات از نوع غالبیت نسبی می‌باشد. وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای افزایش وزن سن مادر به ترتیب ۷۴/۵۸ و ۲۵/۲۵ درصد بود (۱).

با توجه به خسارت بالای سن گندم در کشور ما و با در نظر گرفتن مضرات زیست محیطی مبارزه شیمیایی لزوم استفاده از ارقام مقاوم غیر قابل اجتناب است. به طور کل اهداف این تحقیق عبارت‌اند از ۱- تعیین بهترین والد ترکیب‌پذیر و شناسایی بهترین هیبرید از لحاظ مقاومت به سن گندم ۲- شناسایی نحوه عمل ژن‌ها و تعیین وراثت‌پذیری صفات مختلف جهت تصمیم‌گیری صحیح در فاز بعدی اصلاحی.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از ۶ لاین با شماره‌های ۷۲۱۴ با شجره (cross-f/Ae.squarrosa(205)//kaus)، ۶۴۱۲ با شجره (cross-f/Ae.squarrosa(215)//pgo)، c-75-4 با شجره (B0w) /Crow “ s “ /4/omid//Hy، ۱۴ با شجره (Opata//Sora/Ae.squarrosa(323)/3/Maiz)، ۱۸ با شجره (Mayoor/Tksn1081/Ae.squarrosa(222) و ۱۲ با شجره (Chirya.3) و یک رقم به نام آزادی * (1-32-15409 * 4820) mexp استفاده گردید که براساس ارزیابی‌های گذشته توسط بی همتا (مذاکرات شخصی) به ترتیب به صورت مقاوم، مقاوم، نیمه مقاوم، نیمه مقاوم، نیمه مقاوم، حساس و نیمه مقاوم بودند. بر این اساس یک تلاقی دای آلل ۷*۷ یک طرفه در سال زراعی

طول ریشک، برآمدگی پدانکل، طول پدانکل، ارتفاع گیاه و عملکرد. داده‌های حاصل از آزمایش در ابتدا از لحاظ یک‌نواختی واریانس و نرمال بودن داده‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. سپس تجزیه واریانس صورت گرفت تا معنی‌دار بودن تفاوت بین ژنوتیپ‌ها آشکار گردد. در نهایت تجزیه دای آلل برای صفاتی که تفاوت ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بود صورت گرفت. تعیین ترکیب‌پذیری و نحوه عمل ژن با استفاده از روش ۲ مدل ۱ گریفینگ (۱۹۵۶) و روش هیمن و جینکز صورت گرفت. برای تجزیه داده‌ها از نرم افزارهای EXCEL، DIAL98 و D2 استفاده گردید.

نتایج و بحث

۱. تجزیه هم‌بستگی و تجزیه رگرسیون گام به گام بین صفات مرتبط با سن‌زدگی و صفات کمی
با توجه به آن که در اینجا گیاه مقاوم به سن با صفات کیفی و کمی مطلوب برای ما اهمیت دارد، لذا در ابتدا هم‌بستگی بین درصد سن‌زدگی با سایر صفات به دست آمد، سپس با در نظر گرفتن درصد سن‌زدگی به عنوان متغیر وابسته و صفات کمی به عنوان متغیرهای مستقل رگرسیون گام به گام صورت گرفت تا مهم‌ترین صفات کمی مؤثر در سن‌زدگی مشخص گردد. با توجه به آن که سن گندم بر کیفیت دانه حتی با درصد سن‌زدگی پایین تأثیر می‌گذارد، هدف از این کار مشخص نمودن صفات با اهمیت بالاتر و بحث بیشتر در مورد آنها می‌باشد تا در نهایت بتوان یکسری والدین مشخص را به عنوان ارقام مقاوم و با قدرت ترکیب‌پذیری بالامعرفی کرد. ماحصل دو تجزیه اهمیت بیشتر صفات وزن کل دانه در خوشه‌های سن‌زده، وزن ۵ سنبله سن‌زده، وزن کل دانه‌های سن‌زده، وزن ۵۰ دانه سن‌زده، وزن کل دانه در خوشه‌های سن‌زده و وزن ۵ سنبله سن‌زده از صفات مرتبط با سن‌زدگی و صفات طول ریشک، ارتفاع گیاه از صفات کمی را ثابت نمود. نتایج حاصل از این تجزیه‌ها در جداول ۱ و ۲ آمده است.

۸۳-۸۴ صورت گرفت. والدین به همراه ۲۱ هیبرید حاصله در یک طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال زراعی ۸۴-۸۵ در مزرعه زراعی دانشگاه تهران کشت شد. برای کشت بذرهای مربوطه از یک خط به طول ۲ متر و با فاصله ۱۰ سانتی‌متر و فاصله بین خطوط ۵/۰ متر جهت کشت والدین و F1ها در هر بلوک استفاده گردید. به منظور ارزیابی مقاومت به سن‌زدگی توری‌های سیمی استوانه‌ای به طول ۱ متر و قطر ۲۰ سانتی‌متر به کار رفت. وسط این توری‌ها به طول ۵۰ سانتی‌متر از آلومینیوم و ابتدا و انتهای توری‌ها به طول ۲۵ سانتی‌متر از پارچه‌های توری مانند، ساخته گردید. از چوب‌های قیم به طول ۲ متر که در پای هر بوته کوبیده می‌شد به منظور سوار کردن توری‌ها استفاده شد. ۵ ساقه از یک گیاه از یک خط قبل از ظهور پوره‌های سن دوم در مزرعه درون توری‌ها قرار گرفت و با استفاده از پنبه و قسمت پارچه‌ای توری‌ها این ساقه‌ها به توری و چوب قیم بسته شد. انتهای این توری‌ها نیز تا زمان ریختن سن‌های پرورش داده شده در آزمایشگاه به منظور جلوگیری از هر گونه آفت احتمالی بسته شد. با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای ۲ توری در هر خط به کار گرفته شد. جهت پرورش پوره‌های سن، از مزارع منطقه کرج، سن‌های مادر جمع‌آوری گردید و از آنها تخم به دست آمد که این تخم‌ها پس از تفریح، پوره‌های مورد نظر ما را تولید نمودند. در اواخر مرحله شیری شدن و اوایل مرحله خمیری شدن گندم و هم‌زمان با ظهور پوره‌های سن ۳ در آزمایشگاه تعداد ۵ عدد پوره سن ۳ در هر قفس رها شد. بعد از رسیدن گندم و تغذیه پوره‌ها سنبله‌های داخل هر قفس جداگانه برداشت و صفات مرتبط با سن‌زدگی یادداشت گردید. صفات مورد اندازه‌گیری عبارت بودند: از وزن کل دانه در خوشه‌های سن‌زده، وزن ۵ سنبله سن‌زده، وزن دانه‌های سن‌زده در خوشه‌های سن‌زده، وزن ۵۰ دانه سن‌زده، در صد سن‌زدگی، وزن ۵۰ دانه سن‌زده، وزن کل دانه در خوشه‌های سن‌زده و وزن ۵ سنبله سن‌زده. در کنار این کار تعدادی صفات کمی نیز اندازه‌گیری شد. این صفات عبارت بودند از: متوسط تعداد پنجه، طول سنبله،

جدول ۲. تجزیه رگرسیون گام به گام با در نظر گرفتن درصد سن زدگی به عنوان متغیر وابسته و صفات کمی به عنوان متغیرهای مستقل در گندم

معنی دار بودن	t	پارامترهای مدل	صفت
۰/۰۰۰**	-۵/۰۲۱	-۰/۴۸۸	ارتفاع گیاه (سانتی متر)
۰/۰۰۸**	۲/۷۱۹	۰/۲۶۴	طول ریشک (سانتی متر)
۰/۲۸	R ² = باقی مانده	۰/۶۵۹	مقدار ثابت معادله

۲. تجزیه واریانس ساده صفات

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین کلیه تلاقی‌ها (ژنوتیپ‌ها) به استثنای وزن کل، دانه‌های سن زده در خوشه تفاوت معنی داری در سطح ۱٪ وجود دارد. لذا برای کلیه صفات به استثنای این صفت می‌توان تجزیه دای آل را انجام داد. نتایج حاصل از این تجزیه در جدول ۳ آمده است.

۳. تجزیه دای آل به روش گریفینگ

۱- میانگین مربعات gca کلیه صفات در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱).

در حالی که میانگین مربعات gca وزن دانه‌های سن زده معنی دار نبود که در تأیید نتایج تجزیه واریانس می‌باشد. با توجه به معنی دار بودن gca جزء افزایشی واریانس قابل توارث در وراثت صفات مربوطه نقش دارد. میانگین مربعات sca کلیه صفات به استثنای طول ریشک که در سطح ۵٪ معنی دار بود و در بقیه صفات در سطح ۱٪ معنی دار بود. بدین منوال جزء غیر افزایشی واریانس قابل توارث در کلیه صفات نقش دارد.

۲-۳ ترکیب پذیری عمومی

با توجه به آن که واریانس ترکیب پذیری کلیه صفات معنی دار بود، مقادیر ترکیب پذیری عمومی آنها قابل برآورد می‌باشد. مقادیر gca کلیه صفات در جدول ۴ آمده است.

۱- در صد سن زدگی: در اینجا آثار ترکیب پذیری عمومی والدین ۷۲۱۴، آزادی و ۱۸ معنی دار بودند. با توجه به این که در صد سن زدگی پایین تر مد نظر ماست، لذا مقادیر ترکیب پذیری

منفی برای ما مطلوب می‌باشد. لاین ۷۲۱۴ و رقم آزادی با بیشترین ترکیب پذیری منفی به عنوان بهترین والدین و لاین ۱۸ با بیشترین ترکیب پذیری مثبت به عنوان بدترین والد ترکیب پذیر از حیث مقاومت می‌باشد.

۲- وزن کل دانه در خوشه‌های سن زده: با در نظر گرفتن هم‌بستگی منفی این صفت با درصد سن زدگی و توجه به خود آن چنین برداشت می‌شود که ارقامی از حیث این صفت مطلوب‌اند، که دارای ترکیب پذیری بالایی در جهت مثبت باشد. لذا لاین ۷۲۱۴ و آزادی با ترکیب پذیری مثبت معنی دار به عنوان بهترین والدین و لاین ۱۸ به عنوان بدترین والد ترکیب پذیر از جهت مقاومت به سن زدگی می‌باشد.

۳- وزن ۵ سنبله سن زده: با در نظر گرفتن هم‌بستگی منفی این صفت با درصد سن زدگی و تأثیر ذاتی خود آن در افزایش عملکرد مشخص می‌شود که مقادیر با ترکیب پذیری مثبت مد نظر ماست. لذا در این جا نیز لاین ۷۲۱۴ و آزادی مجدداً به عنوان بهترین والدین و لاین ۱۸ به عنوان بدترین والد از حیث قدرت ترکیب پذیری عمومی می‌باشد.

۴- وزن ۵۰ دانه سن زده: با در نظر گرفتن هم‌بستگی منفی و در نتیجه مطلوب بودن مقادیر مثبت ترکیب پذیری والدین آزادی و ۱۴ بهترین و لاین ۱۸ بدترین می‌باشد.

۵- وزن کل دانه در خوشه‌های سن زده: در اینجا نیز با توجه به هم‌بستگی منفی آن با درصد سن زدگی مقادیر مثبت ترکیب پذیری مناسب می‌باشد، لذا والد ۴ -۷۵- C ترکیب پذیر تر از بقیه در جهت مثبت و والدین ۱۸ و ۱۴ بدترین می‌باشند.

۶- وزن ۵ سنبله سن زده: در اینجا نیز مقادیر مثبت ترکیب پذیری مناسب می‌باشد. با توجه به این امر والدین ۷۲۱۴

جدول ۳. تجزیه واریانس ساده تلاقی ها و قدرت ترکیب پذیری در صفات مرتبط با سن زدگی و کمی در گندم

ارتفاع گیاه	طول ریشک	وزن ۵۰	وزن کل دانه در	درصد	وزن ۵۰ دانه	وزن دانه های سن زده	وزن ۵	وزن کل دانه در	درجه	منبع تغییر
(سانتی متر)	(سانتی متر)	وزن ۵۰	وزن کل دانه در	دانه سن زده (%)	وزن ۵۰ دانه	وزن دانه های سن زده	سنبله سن زده	وزن کل دانه در	آزادی	تلاقی ها (ژنوتیپ ها)
		(گرم)	(گرم)		(گرم)	(گرم)	(گرم)	(گرم)		ترکیب پذیری عمومی
۴/۵۲۶**	۵/۴۳۳**	۱۳/۴۹۱**	۱۵/۰۰۲**	۹/۶۰۱**	۴/۷۳۸**	۳/۱۲۳**	۱/۱۶۵**	۶/۷۴۳**	۲۷	خطا
۱۱/۱۷۷**	۱۴/۹۰۳**	۱۲/۳۳۱**	۱۴/۴۱۶**	۱۵/۳۰۳**	۶/۵۲۱**	۳/۶۶۲**	۱/۳۸۸**	۸/۳۹۸**	۶	
۶/۶۲۵**	۶/۷۹۲*	۱۳/۸۲۲**	۱۵/۱۷**	۷/۹۷۳**	۴/۲۲۹**	۲/۹۶۹**	۱/۰۹۵**	۶/۲۶۷**	۲۱	
۶/۰۰۳	۱/۱۲۱	۱۳/۴۶۳	۸/۱۹	۱/۰۲۷	۱/۰۰۳	۱/۰۳۲	۱/۴۰۶	۱/۰۸۱	۵۴	

جدول ۴. مقادیر ترکیب پذیری عمومی کلیه صفات مرتبط با سن زدگی و کمی در گندم

طول ریشک	ارتفاع	وزن ۵ سنبله	وزن کل دانه	وزن ۵۰ دانه	وزن ۵۰ سنبله	وزن دانه سن زده	وزن کل	سن زدگی (%)	صفت
(سانتی متر)	گیاه (سانتی متر)	در خوشه	سن زده (گرم)	سن زده (گرم)	سن زده (گرم)	در خوشه	سن زده (گرم)	دانه در خوشه	والدین
-۳/۰۴**	۵/۹۸**	۲/۶۸۷**	۰/۳۳	۰/۰۲	۱/۵۸**	۰/۰	۱/۹۲**	-۰/۱۲**	۷۲۱۴
-۳/۰۴	-۳/۶۷**	-۰/۱۲	۰/۰۱	-۱/۲۹**	-۱/۸۸۱	-۰/۲۸	-۸/۶۴	۰/۰	۶۴۱۲
-۱/۰۰۳	۴/۶**	۱/۰۴۴	-۱/۹۳۲	۰/۱۰۸**	۱/۶۳**	۰/۰۴	۰/۸۸*	-۰/۰۵*	آزادی
-۳/۸۱*	۱/۱۳	۲/۳۷۴**	۴/۷۵۲**	۰/۰۴	-۰/۳۸	۰/۴۳*	۰/۳۶	-۰/۰۲	C-۷۵-۴
-۱/۰۸	-۳/۰۵**	-۱/۸۸۸**	-۳/۳۰۱**	۰/۰۹	۰/۲	۰/۳۹*	۰/۳۲	۰/۰	۱۴
۰/۹۴۵**	-۳/۶۶**	-۱/۰۳۹	-۳/۴۰۳**	-۰/۱۱**	-۳/۱۶**	-۱/۳۷*	-۳/۵۳**	۰/۱۹**	۱۸
۰/۱۳	-۱/۵۶	-۱/۱۱۵	-۱/۱۲۶	۰	-۰/۱۳	-۰/۱۳	-۰/۶۱	۰/۰۱	۱۲

و ۴-۷۵-C به عنوان مناسب‌ترین والدین ترکیب‌پذیر و والد ۱۴ به عنوان بدترین والد ترکیب‌پذیر می‌باشد.

۷- ارتفاع گیاه: با توجه به آن که این صفت دارای ضریب همبستگی منفی با درصد سن‌زدگی بود و از طرفی با ضریب منفی نیز وارد مدل رگرسیونی گردید، لذا والدین با مقادیر ترکیب‌پذیری مثبت در جهت کاهش در صد سن‌زدگی مناسب است. با توجه به این امر والدین ۷۲۱۴ و آزادی ترکیب‌پذیرنده‌های خوب و والدین ۱۴ و ۱۸ از این حیث نامناسب می‌باشند.

۸- طول ریشک: با توجه به آن که همبستگی این صفت با در صد سن‌زدگی مثبت بود و با ضریب مثبت وارد مدل رگرسیونی گردید، لذا زمانی که درصد سن‌زدگی پایین است، طول ریشک بلندتر می‌باشد. از این رو والدینی از اهمیت بالاتری برخوردارند که طول ریشک را کاهش دهند، به عبارت دیگر والدین با قدرت ترکیب‌پذیری منفی مد نظر ماست. با توجه به این موارد والدین ۷۲۱۴ و ۴-۷۵-C به عنوان بهترین والدین ترکیب‌شونده و والد ۱۸ به عنوان بدترین والد ترکیب‌شونده از حیث کاهش درصد سن‌زدگی می‌باشد.

آنچه از مجموع اثرات ترکیب‌پذیری عمومی با توجه به معنی‌دار بودن آثار و ضرایب مثبت یا منفی آنها ملاحظه می‌شود این است که والدین ۷۲۱۴ و آزادی به عنوان بهترین والدین ترکیب‌پذیر از لحاظ مقاومت به سن‌زدگی بوده و لاین ۱۸ به عنوان حساس‌ترین والد ترکیب‌پذیر می‌باشد. در کنار این موارد و با توجه به مثبت و منفی بودن ضرایب همبستگی، والدین ۶۴۱۲ و ۱۲، لاین‌های مناسبی نمی‌باشد و لاین‌های ۴-۷۵-C و ۱۴ نسبتاً خوب هستند.

۲- وزن کل دانه در خوشه‌های سن‌زده: با در نظر گرفتن در صد سن‌زدگی به عنوان صفت مورد نظر ما و با توجه به ضرایب همبستگی در اینجا هیبریدهای ۱×۶، ۲×۳، ۳×۴، ۴×۷ مناسب و بهترین هیبریدهای با ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت می‌باشند. در کنار این موضوع هیبریدهای ۲×۶، ۳×۶، ۶×۷ به عنوان بدترین هیبریدها با sca منفی می‌باشند. با توجه به قدرت ترکیب‌پذیری عمومی والدین واضح است که والد ۱۸ تأثیر بسیار نامطلوب خود در اکثر موارد به استثنای ترکیب ۱×۶ به علت مطلوب بودن این والد گذاشته است.

۳- وزن ۵ سنبله سن‌زده: در خصوص این صفت هیبریدهای ۱×۳، ۱×۶، ۲×۳، ۳×۴، با توجه به مثبت و معنی‌دار بودن مقادیر sca، بهترین هیبریدهای ترکیب‌پذیر و هیبریدهای ۲×۶، ۳×۶، ۶×۷ با ترکیب‌پذیری خصوصی منفی به عنوان بدترین هیبریدها در سن‌زدگی می‌باشند. آنچه مسلم است این است که والدین ۱(۷۲۱۴) و ۳(آزادی) با بیشترین قدرت ترکیب‌پذیری عمومی تأثیر خود را بر هیبریدها گذاشته‌اند و والد ۳ بهترین هیبریدها را به وجود آورده است. لیکن والد ۱۸(۱) با gca نامطلوب تأثیر خود را بر تولید هیبریدهای نامناسب نیز گذاشته است.

۴- وزن ۵۰ دانه سن‌زده: هیبریدهای ۱×۴، ۳×۴ با بیشترین قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی به عنوان بهترین و هیبریدهای ۴-۷۵-C و ۱۴ نسبتاً خوب هستند.

۳-۳ ترکیب‌پذیری خصوصی در صفات مرتبط با سن‌زدگی مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی صفات مورد بحث در جدول ۵ آمده است.

۱- در صد سن‌زدگی: همان‌طور که از جدول مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی بر می‌آید، بیشترین ترکیب‌پذیری

۴- وزن ۵۰ دانه سن‌زده: هیبریدهای ۱×۴، ۳×۴ با بیشترین قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی به عنوان بهترین و هیبریدهای ۴-۷۵-C و ۱۴ نسبتاً خوب هستند.

۴- وزن ۵۰ دانه سن‌زده: هیبریدهای ۱×۴، ۳×۴ با بیشترین قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی به عنوان بهترین و هیبریدهای

والدین ۲ (۶۴۱۲) و ۶ (۱۸) و ۷ (۱۲) بد عمل کرده‌اند. در کنار اینها و توجه به سایر صفات و صرف نظر از معنی دار بودن و توجه به مثبت یا منفی بودن اثرات ملاحظه می‌شود که والدین ۴ (۴-۷۵-C) و ۵ (۱۴) به طور نسبی خوب عمل کرده‌اند. با توجه به کلیه این موارد و در نظر گرفتن کلیه صفات هیبرید ۶*۷ به عنوان بدترین هیبرید و هیبرید ۳*۴ به عنوان بهترین هیبرید از لحاظ مقاومت به سن زدگی می‌باشند.

۴- تجزیه دای آلل به روش هیمن

در ابتدا فرضیات آزمون هیمن مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به این که آزمایش دارای تکرار است، لذا بهتر است که با استفاده از تجزیه Wt/Vt فرضیات مورد بررسی قرار گیرد. در عین حال از رگرسیون Wt/Vt نیز جهت روشن تر شدن موضوع استفاده گردید. در صفاتی که فرضیات صادق بود و به عبارت دیگر مدل افزایشی - غالبیت کفایت می‌کرد به ادامه تجزیه و تفسیر نتایج پرداخته شد، لیکن در مورد صفاتی که فرضیات صادق نبود، ابتدا تغییر مقیاس صورت گرفت و دوباره فرضیات مربوطه بررسی شد.

۴-۱ تجزیه واریانس هیمن

جزء a که تنوع ژنتیکی افزایشی را نشان می‌دهد، هم در صفات وابسته به سن زدگی و هم صفات کمی معنی دار بود (جدول ۶)، بنابراین واریانس ژنتیکی افزایشی در تمامی این صفات نقش دارد. با توجه به آن که این جزء تخمینی از ترکیب پذیری عمومی گریفینگ است، لذا نتایج حاصل از تجزیه گریفینگ را تأیید می‌نماید. جزء b که دال بر غالبیت است نیز در تمامی صفات معنی دار شده است. بنابراین واریانس غالبیت نیز در تمامی صفات مؤثر است. جز $b1$ که مقایسه والدها در برابر تلاقی‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد در صفات وزن ۵۰ دانه سن زده، در صد سن زدگی، وزن کل دانه در خوشه‌های سن زده از صفات مرتبط با سن زدگی و طول ریشک از صفات کمی معنی دار گردید، بنابراین در این صفات هتروزیس را می‌توان

۲×۴، ۲×۶ و ۶×۷ با بیشترین ترکیب پذیری در جهت منفی به عنوان بدترین هیبریدها هستند.

۵- وزن کل دانه در خوشه‌های سن زده: در اینجا هیبریدهای ۱×۲، ۳×۵، ۵×۶ با بیشترین قابلیت ترکیب پذیری خصوصی به عنوان بهترین و هیبریدهای ۲×۶، ۳×۶ و ۶×۷ بدترین هیبرید می‌باشند.

۶- وزن ۵ سنبله سن زده: بیشترین قدرت ترکیب پذیری خصوصی مثبت و مطلوب را هیبریدهای ۲×۴، ۱×۴، ۳×۵ و ۴×۶ و بیشترین ترکیب پذیری خصوصی منفی را هیبریدهای ۲×۶، ۳×۶ و ۶×۷ از خود نشان دادند.

۷- ارتفاع گیاه: با توجه به جدول ۱۰ ملاحظه می‌شود که هیبریدهای ۱×۳، ۱×۴، ۱×۶، ۳×۴، دارای مقادیر مثبت و معنی داری از sca می‌باشند. لذا این هیبریدها به عنوان بهترین هیبرید با توجه به کاهش درصد سن زدگی هستند. هیبریدهای ۱×۵، ۲×۶، ۲×۷، و ۶×۷ دارای مقادیر منفی و معنی دار sca بوده و لذا بدترین هیبرید از حیث سن زدگی محسوب می‌شوند. ملاحظه می‌شود که والدین ۱ (۷۲۱۴) و ۳ (آزادی) با gca بالا هیبریدهای مناسب تولید کرده و والدین ۲ (۶۴۱۲) و ۶ (۱۸) با gca نامناسب هیبریدهای بدی را به وجود آورده‌اند.

۸- طول ریشک: با نگاهی به جدول ۵ و مطلوب بودن مقادیر منفی ترکیب پذیری ملاحظه می‌شود که هیبریدهای ۱×۵ و ۵×۶ مناسب می‌باشند. به عبارت دیگر والد ۵ از لحاظ کاهش طول ریشک که در راستای کاهش در صد سن زدگی می‌باشد بهتر از سایر والدین عمل کرده است. از طرفی هیبرید ۱×۴ بدترین هیبرید در خصوص کاهش طول ریشک می‌باشد. با توجه به این که این دو والد (۵ و ۴) در سایر خصوصیات خود را خوب نشان دادند، می‌توان نتیجه گرفت که این دو والد از این حیث بد عمل می‌کنند و لذا نیاز به اصلاح شدن را دارند.

به طور کلی آنچه از مجموع مقادیر ترکیب پذیری خصوصی برمی‌آید این است که نتایج حاصل از ترکیب پذیری عمومی را مورد تأکید و تصدیق قرار می‌دهد. به طور کلی والدین ۱ (۷۲۱۴) و ۳ (آزادی) در اکثر ترکیبات خوب عمل کرده و

جدول ۵. مقادیر ترکیب پذیری خصوصی صفات مرتبط با سن زدگی در گندم

طول ریشک (سانتی متر)	ارتفاع (سانتی متر)	وزن ۵ سنبله (گرم)	وزن کل دانه (گرم)	در خوشه سن زده (گرم)	وزن ۵۰ دانه (گرم)	سن زدگی (%)	وزن ۵۰ دانه (گرم)	وزن دانه‌های (گرم)	سن زده (گرم)	وزن سنبله (گرم)	سن زده (گرم)	وزن کل دانه (گرم)	در خوشه سن زده (گرم)	صفت تلاقی
۰/۴۷۷	-۰/۰۱۹	۳/۱*	۹/۴۱**	۰/۱۲	-۰/۰۸۳	۰/۱۲۴	-/۴۳	۰/۷۶۳	۰/۹۷۹	۰/۷۶۳	۰/۹۷۹	۰/۹۷۹	۰/۹۷۹	۱*۲
۰/۴۱۹	۴/۴۷۸*	۰/۶۴۸	-۱/۴۳۹	-۱/۰۵	۰/۰۶	۱/۰۷۱**	۰/۳۴۵	۲/۰۱۷**	-۱/۰۳۱	۲/۰۱۷**	-۱/۰۳۱	-۱/۰۳۱	-۱/۰۳۱	۱*۳
۰/۷۵۷**	۴/۷۰۲*	-۱/۳۷	۰/۲۴۵**	۰/۲۴۵**	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱۷۷	-۱/۵۹۷	-۰/۱۵	-۱/۵۹۷	-۰/۱۵	-۰/۱۵	-۰/۱۵	۱*۴
-/۵۹*	-۴/۵۳۳*	۰/۰۶	-۳/۴۳	۰/۱۲۸	۰/۰۰۹	-۰/۰۲۴	-۲/۰۷	-۴/۱۷	-۱/۰۱	-۴/۱۷	-۱/۰۱	-۱/۰۱	-۱/۰۱	۱*۵
-/۱۸۸	۴*	۱/۶۵۳	۲/۱۵۹	۰/۰۲۴۵	-۰/۱۷	-۱/۱۲۲	-۰/۵۲	۲/۵۱۸**	۳/۶۲۷**	۲/۵۱۸**	۳/۶۲۷**	۳/۶۲۷**	۳/۶۲۷**	۱*۶
۰/۱۲۳	-۰/۵۹۳	-۱/۹۸	۰/۴۸۱	۰/۰۴	۰/۰۱	-۱/۱۳۶	-۱/۵۹	۱/۵۲۸	۱/۲۴۶	۱/۵۲۸	۱/۲۴۶	۱/۲۴۶	۱/۲۴۶	۱*۷
۰/۲۵۶	-۰/۵۲۲	-۱/۶	۰/۹۷۴**	-۱/۰۵	-۰/۰۶	-۰/۰۵۶	۰/۴۲۵	۴/۴۲۲**	۲/۵۵۴**	۴/۴۲۲**	۲/۵۵۴**	۲/۵۵۴**	۲/۵۵۴**	۲*۳
۰/۳۲	۲/۱۵۵	۱۶/۶۶۳**	۰/۱۵۲**	-۲/۵۹**	-۰/۴۹	-۱/۱۶۴	۱/۴۱	۱/۱۶۵	۱/۱۶۴	۱/۱۶۵	۱/۱۶۴	۱/۱۶۴	۱/۱۶۴	۲*۴
۰/۰۶۳	۱/۰۲۹	-۲/۹۶	-۳/۱۳۵	۰/۰۹۱	۰/۰۵	-۲/۷۸	۰/۱۱	-۱/۰۶۹	-۶/۳۲	-۱/۰۶۹	-۶/۳۲	-۶/۳۲	-۶/۳۲	۲*۵
۰/۳۱۸	-۵/۵۴۱**	-۶/۴۹۵**	-۱/۰۸۶**	-۲/۷۳**	۰/۲۳۱**	۰/۳۱۸*	-۵/۱۵	-۳/۸۳**	-۲/۰۲۱**	-۳/۸۳**	-۲/۰۲۱**	-۲/۰۲۱**	-۲/۰۲۱**	۲*۶
-/۳۴	-۵/۲۸۳*	-۱/۲۳۲	-۱/۵۹۳	-۰/۲۴	-۰/۰۵	-۰/۰۷	۰/۰۰۸	۰/۳۸۶	۰/۴۲۸	۰/۳۸۶	۰/۴۲۸	۰/۴۲۸	۰/۴۲۸	۲*۷
۰/۴۴۶	۴/۳۴۹*	۰/۲۷۱	۳/۰۹۶	۰/۲۷۶**	-۰/۰۸۸	-۰/۰۵۱	-۳/۴۵	۲/۸۱۲**	۲/۰۷۶**	۲/۸۱۲**	۲/۰۷۶**	۲/۰۷۶**	۲/۰۷۶**	۳*۴
۰/۴۶۹	۰/۴۵۶	۵/۳۳۲**	۱/۲۲۶**	۰/۱۰۳	۰/۰۳۷	-۱/۵۸	۰/۳۵۷	۰/۸۱	۱/۱۶۴	۰/۸۱	۱/۱۶۴	۱/۱۶۴	۱/۱۶۴	۳*۵
۰/۰۷۱	-۳/۷۷۴	-۶/۷۴**	-۱۳/۸۰۲**	-۰/۵۰	۰/۰۹۴	-۰/۰۸۲	-۴/۵	-۳/۱۹۶**	-۳/۱۸۵۵*	-۳/۱۹۶**	-۳/۱۸۵۵*	-۳/۱۸۵۵*	-۳/۱۸۵۵*	۳*۶
۰/۰۲۲	۰/۴۶۴	۲/۱۰۹	۴/۱۳۴	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۰/۱۰۲	-۱/۰۷	۰/۸۸	-۱/۰۷	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۳*۷
۰/۴۶۴	-۱/۶۱	-۲/۲۰۹	-۱/۹۴۹	-۰/۰۲۶	۰/۰۲	-۰/۰۵۵	۰/۶۶۷	۰/۱۷۱	-۱/۴۶۶	۰/۱۷۱	-۱/۴۶۶	-۱/۴۶۶	-۱/۴۶۶	۴*۵
-۱/۴۴۱**	-۲/۱۸	۴/۳۹۲**	۶/۱۰۳**	۰/۰۱۲	-۰/۰۰۳	۰/۱	۰/۵۵۵	-۱/۴۴	۱/۰۰۵	-۱/۴۴	۱/۰۰۵	۱/۰۰۵	۱/۰۰۵	۴*۶
۰/۴۷	-۱/۰۴۲	-۱/۸۸۲	-۲/۹	-۰/۰۴۸	۰/۰۴	۰/۲۸۶*	۰/۰۲۵	۱/۵۸۹	۱/۹۲۳*	۱/۵۸۹	۱/۹۲۳*	۱/۹۲۳*	۱/۹۲۳*	۴*۷
۰/۰۴۸	۰/۸۳۷	۱/۸۰۴	۲/۹۲۷	-۰/۱۳۹	۰/۱۳۳	۰/۰۴۹	۰/۶۲۷	-۱/۵۱۴	-۱/۲۱۵	-۱/۵۱۴	-۱/۲۱۵	-۱/۲۱۵	-۱/۲۱۵	۵*۶
۰/۳۶	۳/۸۲۵	۱/۱۱۹	-۲/۶۳۳	۰/۲۲۱	-۰/۰۵۹	۰/۰۷۸	-۳/۰۳	-۵/۸۲	۰/۴۸۷	-۵/۸۲	۰/۴۸۷	۰/۴۸۷	۰/۴۸۷	۵*۷
۰/۵۲۵	-۵/۲۹۵**	-۴/۸۶۹**	-۱۳/۰۲۵**	-۳/۷۶**	۰/۲۴۲**	۰/۰۳۴	-۱/۶۶۵*	-۴/۱۱**	-۵/۷۱۸**	-۴/۱۱**	-۵/۷۱۸**	-۵/۷۱۸**	-۵/۷۱۸**	۶*۷

۱۲=والد ۱؛ ۱۱=والد ۲؛ ۱۰=والد ۳؛ ۹=والد ۴؛ ۸=والد ۵؛ ۷=والد ۶؛ ۶=والد ۷؛ ۵=والد ۸؛ ۴=والد ۹؛ ۳=والد ۱۰؛ ۲=والد ۱۱؛ ۱=والد ۱۲

جدول ۶. تجزیه واریانس هیمن در صفات مرتبط با سن زدگی و کمی در گندم

طول ریشک (سانتی متر)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	وزن ۵ سنبله	وزن کل دانه در خوشه‌های سن زده (گرم)	وزن ۵۰ دانه	در صد سن زدگی (%)	وزن ۵۰ دانه سن زده (گرم)	وزن دانه های سن زده (گرم)	وزن ۵ سنبله سن زده (گرم)	وزن کل دانه در خوشه‌های سن زده (گرم)	درجه آزادی	منبع
۰/۲۳ ^{ns}	۱/۹ ^{ns}	۳/۴۵*	۱/۶۲ ^{ns}	۱۸/۶۸ ^{ns}	۳/۱۷**	۲/۱۷*	۸/۱۲**	۱۲/۱۵**	۹/۰۵**	۲	تکرار
۱۸/۲۸**	۲۲/۶۱**	۲۱/۶۸**	۲۶/۲۶**	۱۴/۷۵**	۱۶/۷۲**	۶/۴۸**	۲/۲۵**	۱۱/۲۸**	۱۹/۴۶**	۶	a
۴/۴۱**	۴/۱۴**	۲۲/۹۵**	۲۱/۷۱**	۸/۶۸**	۶/۴**	۴/۹۲**	۱/۷۹*	۸/۰۸**	۱۰/۵۹**	۲۱	b
۱۵**	۰/۶ ^{ns}	۲/۶۷ ^{ns}	۴/۱۶*	۰/۰۹ ^{ns}	۴/۰۵*	۵/۱۶*	۰/۱۳ ^{ns}	۱/۰۲ ^{ns}	۰/۲۳ ^{ns}	۱	b1
۲/۴۴*	۶/۲۹**	۲۱/۵**	۲۶/۶۲**	۶/۸۱**	۱۱/۴۵**	۲/۶۷**	۲/۴۶*	۱۵/۵۶**	۱۲/۷۸**	۶	b2
۴/۴۹**	۲/۴۸**	۲۶/۴۵**	۲۰/۸۶**	۱۰/۱**	۴/۴۱**	۵/۴۴**	۱/۶۲ ^{ns}	۵/۲۹**	۹/۹۶**	۱۴	b3
۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۶	c
۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۱۵	d
۰/۷	۰/۹۱	۶/۴۶	۲۸/۹	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۱	۰/۵۸	۴/۱۸	۲/۱۶	۹۶	خطا

غلبه خالص در این صفات معنی دار نیست. به عبارتی گروه‌های ژنی افزاینده (مثبت) و کاهنده (منفی) در بین والدین مساوی می‌باشند.

F- متوسط کوواریانس اثرات افزایشی در غالبیت: این پارامتر در کلیه صفات مربوط به سن‌زدگی به استثنای وزن ۵۰ دانه سن‌زده و در صد سن‌زدگی و طول ریشک و ارتفاع گیاه معنی دار گردید، لذا در این صفات $F=0$ است، یعنی فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب مساوی است. در مابقی صفات که این پارامتر معنی دار است، فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب مساوی نیست. با توجه به آن که علامت این پارامتر در تمامی صفات مثبت است، لذا نتیجه‌گیری می‌شود که آلل‌های غالب صرف‌نظر از مثبت یا منفی بودن، در بین والدین، فراوانی بیشتری دارند.

E- واریانس محیطی در تمامی صفات مربوط به سن‌زدگی و صفات ارتفاع و طول ریشک معنی دار گردید، به عبارتی اثر محیط در کلیه این صفات تأثیر گذار بوده است.

با توجه به آن که اکثر این پارامترها در کلیه صفات مربوط به سن‌زدگی و صفات ارتفاع و طول ریشک معنی دار گردید، لذا می‌توان به محاسبه نسبت‌های مختلف که در زیر به آنها اشاره می‌شود پرداخت.

$$= \frac{\sqrt{H_1}}{D}$$
 متوسط درجه غالبیت: این نسبت برای کلیه صفات مربوط به سن‌زدگی و ارتفاع گیاه بیشتر از ۱ بود، لذا در کلیه صفات فوق، غلبه وجود دارد، اما در صفت طول ریشک این نسبت کمتر از ۱ بود لذا در این صفت غالبیت ناقص وجود دارد.

$$- \frac{H_2}{4H_1}$$
 توازن آلل‌های مثبت و منفی: با توجه به این که مقدار این پارامتر برای در مورد تمامی صفات مربوط به سن‌زدگی و صفات ارتفاع و طول ریشک کمتر از ۰/۲۵ گردید، لذا توزیع نامتقارن ژن‌های با اثرات مثبت و منفی در والدین وجود دارد.

$$- \frac{\sqrt{4DH_1 + F}}{\sqrt{4DH_1 - F}}$$
 توزیع ژن‌های غالب و مغلوب: با توجه به این که این نسبت در تمامی صفات مرتبط با سن‌زدگی و طول

ملاحظه کرد. جزء b_2 که هتروزیس خاص هر والد را نشان می‌دهد، در تمامی صفات معنی دار شده است. بنابراین در تمامی این صفات فراوانی نابرابر آلل‌های غالب و مغلوب مشاهده می‌شود. جز b_3 که بخشی از انحراف غالبیت خاص هر تلاقی را اندازه‌گیری می‌کند، در تمامی صفات به استثنای وزن دانه‌های سن‌زده معنی دار شده است. باتوجه به آن که این جز معادل ترکیب پذیری خصوصی در تجزیه گریفینگ است، لذا نتایج حاصل از آن تجزیه را مورد تأیید قرار می‌دهد. از طرفی در اینجا تفاوتی بین تلاقی‌های متقابل وجود ندارد، لذا در تمامی صفات این اجزا (c و d) برابر با صفر گردیده است.

۲-۴ تجزیه عددی هیمن در صفات مربوط به سن‌زدگی

در ابتدا معنی دار بودن مقادیر F, H_2, D, H_1, h^2 و E مورد بررسی قرار گرفت، زیرا بهتر است که در صورت معنی دار بودن این پارامترها، نسبت‌های بعدی به دست آید. مقادیر این پارامترها در جدول ۷ آمده است.

D - همان‌طور که از جدول ۷ بر می‌آید واریانس افزایشی کلیه صفات مربوط به سن‌زدگی به استثنای وزن ۵۰ دانه سن‌زده و درصد سن‌زدگی و صفت ارتفاع گیاه، معنی دار می‌باشد، در نتیجه در کلیه این صفات به استثنای صفات فوق عمل افزایشی ژن‌ها مهم و مؤثر بوده است.

H_1 - اندازه اثرات غالبیت: واریانس غالبیت در کلیه صفات مرتبط با سن‌زدگی و صفات ارتفاع گیاه و طول ریشک معنی دار گردید. لذا در کلیه این صفات عمل غیر افزایشی ژن‌ها نیز مهم و تأثیر گذار بوده است.

H_2 - اندازه آثار غالبیت: این جز در صورت فراوانی مساوی آلل‌های افزاینده و کاهنده مانند H_1 است و در کلیه صفات مربوط به سن‌زدگی و صفات ارتفاع گیاه و طول ریشک معنی دار گردید، لذا توزیع نامتقارن ژن‌ها با اثرات مثبت و منفی در والدین در مورد این صفات وجود دارد.

h^2 - اندازه آثار غالبیت: این جز در تمامی صفات مربوط به سن‌زدگی و ارتفاع گیاه و طول ریشک معنی دار نشد. لذا اثر

جدول ۷. پارامترهای ژنتیکی صفات مربوط به سن زدگی و کمی در گندم

طول ریشک	ارتفاع	وزن ۵ سنبله	وزن کل دانه	وزن ۵۰ دانه	وزن بذرهای	وزن ۵ سنبله	وزن کل دانه	پارامتر
(سانتی متر)	(سانتی متر)	سن زده (گرم)	در خوشه سن	سن زده (گرم)	سن زده (گرم)	سن	در خوشه سن	
			زده (گرم)	زده (گرم)	زده (گرم)	زده (گرم)	زده (گرم)	
۱/۳۱**	۱۱/۳۰ ^{NS}	۸/۱۷*	۳۳/۶۷*	۰/۰۵۵ ^{NS}	-۰/۰۴ ^{NS}	۸/۶۲**	۴/۱۵**	D = واریانس افزایشی
۰/۹۹**	۶۱/۴۳**	۱۳۰/۹**	۵۶۷/۲**	۰/۳۶**	۰/۵۰ ^{NS}	۳۴/۲۱**	۲۹/۸**	H1 = واریانس غالبیت
۰/۸۶**	۳۸/۶۳**	۹۸/۹**	۳۹۵/۷۹**	۰/۲۶**	۰/۳۱ ^{NS}	۱۹/۸۰**	۲۰/۲۶**	H2 = واریانس غالبیت
۰/۸۱ ^{NS}	-۳/۲۷ ^{NS}	۲۰/۸۲*	۱۱۱/۸۲**	۰/۰۱ ^{NS}	۰/۰۳۱ ^{NS}	۱۸/۷۸**	۸/۲۱**	F = حاصل ضرب افزایشی
								در غالبیت
۰/۸۷ ^{NS}	-۰/۹۸ ^{NS}	۲/۸۹ ^{NS}	۲۰/۶۹ ^{NS}	۰/۰۰۳ ^{NS}	-۰/۰۷	۰/۰۷ ^{NS}	-۰/۳۰ ^{NS}	H2 = مربع اختلاف p در
								مقابل همه
۰/۱۲**	۶/۱۰**	۲/۱۵**	۹/۰۴**	۰/۰۰۳**	۰/۱۹**	۱/۳۹**	۱/۰۵**	E = واریانس محیطی کل

ادامه جدول ۷. پارامترهای ژنتیکی صفات مربوط به سن زدگی و کمی در گندم

طول ریشک	ارتفاع	وزن ۵ سنبله	وزن کل دانه	وزن ۵۰ دانه	وزن درصد	وزن سن زده (گرم)	وزن دانه سن زده (گرم)	وزن بذرهای	وزن ۵ سنبله	وزن کل دانه	وزن در خوشه	وزن سن زده (گرم)	وزن کل دانه	پارامتر
۰/۲۲	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۷	$\frac{H_2}{4H_1}$
۲/۱۱	۰/۸۸	۱/۹۳	۲/۳۵	۲/۰۵	۲/۴۸۷	۱/۶۴	-	-	۳/۴۷	۲/۱۶	۲/۱۶	۲/۱۶	۲/۱۶	$\frac{\sqrt{4DH_1 + F}}{\sqrt{4DH_1 - F}}$
۰/۶۷	۰/۴۶	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۶۷	۰/۷۱	۰/۶۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۷۷	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۸	$= \frac{Kd}{(kd+kt)}$
۰/۹۶	-۱/۲۲	۱/۹۶	۲/۹۰	۰/۰۳۱۳	۰/۰۸	۰/۲۸	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۸۴۰۵	-۰/۴۱	-۰/۴۱	-۰/۴۱	-۰/۴۱	نسبت ژن‌های غالب (ML1-ML0)
۰/۸۳**	۰/۲۲**	-۰/۱۸	-۰/۱۹	-۰/۱۸	-۰/۳۱**	-۰/۲۷	۰/۶۵**	۰/۶۵**	۰/۲۴	۰/۴۰**	۰/۴۰**	۰/۴۰**	۰/۴۰**	متوسط جهت غالبیت
۱/۰۳	۰/۰۱	۰/۴۲	۰/۵۴	۰/۳۵	۰/۴۵	۰/۳۱	-۰/۰۳	-۰/۰۳	۰/۷۳	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	$r(\bar{Y}, Wr + Vr)$
۰/۸۰	۰/۸۲۳	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۷۳	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۸۳	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	$\frac{(1/2F)^2}{D(H_1 - H_2)}$
۰/۴۷	۰/۵۴	۰/۲۵	۰/۳۰	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۶۰	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	وراثت پذیری $=h^2b$ عمومی
														خصوصی

ریشک بیشتر از یک برآورد گردید، لذا نتیجه‌گیری می‌شود که در تمامی این صفات ژن‌های غالب و مغلوب به طور نامساوی توزیع شده‌اند و فراوانی آلل‌های غالب بیشتر از مغلوب می‌باشد. از طرفی برعکس این موضوع در مورد ارتفاع صحت دارد. یعنی در اینجا نسبت فوق کمتر از ۱ است و لذا آلل‌های مغلوب بیشتر از غالب است. چنین نتیجه‌گیری را می‌توان از روی نسبت محاسبه شده $Kd/(kd+kr)$ نیز به دست آورد. چنانچه این نسبت بیشتر از ۰/۵ باشد فراوانی آلل‌های غالب بیشتر از مغلوب است (صفات مرتبط با سن‌زدگی و طول ریشک) و چنانچه کمتر از ۰/۵ باشد، فراوانی آلل‌های مغلوب بیشتر از غالب است (ارتفاع).

$r(\bar{Y}, Wr + Vr)$ - ضریب مثبت و معنی‌دار هم‌بستگی برای صفت وزن کل دانه در خوشه‌های سن‌زده، ارتفاع و طول ریشک پیشنهاد می‌کند که ژن‌های افزایشی (مثبت) موجود در این والدین برای این صفت مغلوب می‌باشند. برعکس ضریب منفی و معنی‌دار برای صفت در صد سن‌زدگی پیشنهاد می‌کند که ژن‌های افزایشی موجود در والدین برای سن‌زدگی غالب می‌باشد. عکس این موضوع را نیز می‌توان نتیجه گرفت، به عبارت دیگر ژن‌های کاهنده (منفی) برای وزن کل دانه در خوشه‌های سن‌زده به صورت غالب و برای درصد سن‌زدگی به صورت مغلوب می‌باشند. برای سایر صفات با توجه به این که ضریب هم‌بستگی معنی‌دار نشد، نتیجه‌گیری می‌شود که ژن‌های غالب به نسبت مساوی افزایشده (مثبت) و کاهنده (منفی) می‌باشند و به عبارت دیگر ژن‌های مغلوب نیز به نسبت مساوی افزایشده و کاهنده می‌باشند. یادآوری می‌شود با توجه به معنی‌دار بودن این ضریب برای این دو صفت گراف $Wr+Vr$ در مقابل میانگین والدین تنها برای این دو صفت می‌تواند رسم شود.

$m11-m10$: متوسط جهت غالبیت: علامت منفی صفت وزن کل دانه در خوشه‌های سن‌زده و ارتفاع گیاه نشان می‌دهد که افزایش صفت با ژن‌های مغلوب کنترل می‌شود. از طرفی علامت مثبت این پارامتر برای سایر صفات مرتبط با سن‌زدگی و طول ریشک نشان می‌دهد که افزایش صفت با ژن‌های غالب

کنترل می‌شود.

اندازه‌گیری سطح غالبیت از یک لوکوس به $\frac{(1/2F)^2}{D(H_1 - H_2)}$ - لوکوس دیگر: با توجه به آن که مقادیر این پارامتر برای کلیه صفات مرتبط با سن‌زدگی و طول ریشک از صفر تفاوت دارد، لذا نتیجه‌گیری می‌شود که مقادیر d و h در لوکوس‌ها به طور مستقل توزیع نشده‌اند. به عبارت دیگر آلل‌های غالب و مغلوب در کلیه لوکوس‌ها به طور مساوی توزیع نشده‌اند. اما در مورد ارتفاع با توجه به نزدیک بودن پارامتر به صفر مقادیر d و h در لوکوس‌ها به طور مستقل توزیع شده‌اند.

h^2b - وراثت‌پذیری عمومی: مقدار این پارامتر بین حداقل ۰/۳۲ برای صفت وزن ۵۰ دانه سن‌زده تا حداکثر ۰/۹۴۲ برای صفت وزن کل دانه در خوشه‌های سن‌زده متغیر است. با توجه به این که این پارامتر سهم واریانس ژنتیکی را از واریانس فنوتیپی کل نشان می‌دهد، لذا مقادیر بالای پارامتر در این صفات نشان دهنده سهم بالای واریانس ژنتیکی است.

h^2_n - وراثت‌پذیری خصوصی: مقدار این پارامتر که سهم واریانس ژنتیکی افزایشی را از واریانس فنوتیپی کل می‌رساند، بین حداقل ۰/۲۰ برای صفت وزن ۵۰ دانه سن‌زده تا حداکثر ۰/۵۳ برای ارتفاع گیاه متغیر است. با توجه به آن که مقدار وراثت‌پذیری خصوصی برای در صد سن‌زدگی ۰/۳۷۵ بوده و برای سایر صفات نیز نسبتاً خوب است، لذا امکان ایجاد نو ترکیب‌های مناسب در نسل‌های در حال تفکیک برای این صفت و مابقی صفات وجود دارد. آنچه از مجموع نتایج این آزمایش بر می‌آید این است که در مقاومت به سن‌زدگی هر دو واریانس افزایشی و غالبیت تأثیرگذار می‌باشد، لیکن با توجه به معنی‌دار نبودن واریانس ژنتیکی افزایشی در بعضی از صفات اهمیت واریانس ژنتیکی غیر افزایشی کمی بیشتر از افزایشی می‌باشد. از طرفی با توجه به مقادیر نسبتاً بالای وراثت‌پذیری خصوصی مرتبط با سن‌زدگی می‌توان به ایجاد ارقام مقاوم‌تر به سن‌زدگی امیدوار بود. این تا حدودی با نتایج نجفی (۴) و آئینه (۱) با چشم پوشی از نوع ارقام به کار گرفته شده، مطابقت دارد.

منابع مورد استفاده

۱. آئینه، ص. م. ر. بی همتا، ع. فرشادفر و پ. زمانی. ۱۳۸۵. مطالعه ژنتیکی مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف گندم به سن. مجله علوم کشاورزی ایران ۱(۳۷):۱۸۷-۱۹۲.
۲. رضاییگی، م. ۱۳۷۹. بررسی مکانیسم‌های مقاومت ارقام گندم نسبت به سن گندم و رابطه زیر واحدهای گلوپتین و نشاسته آندوسپرم با میزان مقاومت. رساله دکتری حشره شناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.
۳. مصطفوی، خ. ع. ه. حسین زاده، ح. زینالی خانقاه و م. خالوباقری. ۱۳۸۳. مطالعه ژنتیکی مقاومت به سن (*Eurygaster integriceps* Put. در گندم نان. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۶(۲):۳۴۱-۳۵۱.
۴. نجفی میرک، ت. ۱۳۷۶. بررسی ژنتیکی مقاومت به سن گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زراعی و دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران.
5. Cressey, P. J. 1987. Wheat bug damage in New Zealand wheats. Some properties of a glutenin hydrolysing enzyme in bug-damage wheat. *J. Sci. Food Agric.* 41:159-165.
6. Cressey, P. J., J. A. K Farrell and M. W. Stufkens. 1987. Identification of an insect species causing bug damage in New Zealand wheats. *N.Z. J. Agric. Res.* 30:209-212.
7. Cressey, P. J. and C. L McStay. 1987. Wheat bug damage in New Zealand wheats. Development of a simple SDS sedimentation test for bug damage. *J. Sci. Food Agric.* 38:357-366.
8. Dabholker. A.R 1992. Elements of Biometrical Genetics. 1st ed., Published and Printed by Ashok Kumar Mittal. Concept Publishing Company.
9. Every, D. 1992. Relationship of bread baking quality to levels of visible wheat-bug damage and insect proteinase activity in wheat. *J. Cereal Sci.* 16:183-193.
10. Hariri, G , P. C. Williams and F. J. El-Haramein. 2000. Influence of pentatomid insect on the physical dough properties and two-layered flat bread baking quality of Syrian wheat. *J. Cereal Sci.* 31:111-118.
11. Hinklemann, K. 1977. Diallel multi- cross designs: What do they achieve? in "Proceedings of International Congress on Quantitative Genetics". Aug. 16-21, 1976. Ed. E. Pollak, O. Kempton and T. B. Bailey. Iowa State University Press, Ames, Iowa
12. Infiesta, E., G. Gouda, T. Monleon, J. Valero and E. Gordun. 1999. *Aelia* y *Eurygaster* en muestras de trigos espanoles de 1997. *Molineria y Panaderia* 3:61-66
13. Karababa, E. and A. Nazmi Ozan. 1998. Effect of wheat bug (*Eurygaster integriceps*) damage on quality of a wheat variety grown in Turkey. *J. Sci. Food Agric.* 77:399-403.
14. Kretovich, V. L. 1944. Biochemistry of the damage to grain by wheatbug. *Cereal Chem.* 21:1-16.
15. Lorenz, K. and P. Meredith. 1988. Insect-damaged wheat effects on starch characteristics. *Starch* 40:136-139.
16. Rosell, C. M., S. Aja and J. Sadowska. 2002. Amylase activities in insect (*Aelia* and *Eurygaster*) damaged wheat. *J. Sci. Food Agric.* 82:977-982.