

تجزیه ژنتیکی مقاومت به سن گندم (*Eurygaster integriceps*)

محمد ضابط^{۱*}، محمدرضا بی همتا^۲ و علیرضا طالعی^۳

۱، استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، ۲، ۳، استادان پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۱۰ - تاریخ تصویب: ۹۱/۵/۳)

چکیده

به منظور بررسی قابلیت توارث و شناخت ماهیت عمل ژن های کنترل کننده مقاومت به سن گندم (*Eurygaster integriceps*) و صفات مرتبط با آن در گندم نان یک لاین مقاوم (۱۵) و یک لاین حساس (۱۲) تلاقی داده شدند. نسل های F_1 ، F_2 و نسل های حاصل از تلاقی برگشتی (BC_1 و BC_2) آنها بدست آمد. والدین به همراه نسل های F_1 ، F_2 ، BC_1 و BC_2 در یک طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج کشت و برای مقاومت به سن گندم مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس وزنی نشان داد که در کلیه صفات وزن دانه های سن زده، وزن کل دانه ها در سنبله های سن زده، وزن ۵۰ دانه سن زده، وزن سنبله های سن زده و درصد سن زدگی بین شش نسل مختلف تفاوت معنی داری وجود دارد. تجزیه میانگین نسل ها با استفاده از آزمون مقیاس مشترک نشان داد که در مقاومت به سن گندم اجزای افزایشی، غالبیت و اپیستازی نقش دارد، لیکن اجزای غالبیت مهمتر از افزایشی و اپیستازی می باشد. در صفت درصد سن زدگی به عنوان مهمترین صفت موثر در مقاومت، اجزای افزایشی (d)، غالبیت (h)، غالبیت × غالبیت (l) مهمتر از سایر اجزا بودند. برای صفت درصد سن زدگی میزان وراثت پذیری خصوصی نسبتاً کم و میزان وراثت پذیری عمومی نسبتاً بالا بود که نشان دهنده نقش بارزتر اثرهای غالبیت در مقاومت به سن زدگی است.

واژه های کلیدی: تجزیه میانگین نسل ها، سن گندم، عمل ژن، مقاومت.

مقدمه

سن گندم مهمترین آفت کلیدی در ایران است. از ۱۴ گونه سن، سه گونه *Eurygaster maura* L; *Eurygaster austriaco* schrk. و *Eurygaster integriceps* put از لحاظ اقتصادی اهمیت بیشتری دارند (Simsek, 2000; Moore, 2000). تغذیه سن مادر از هر نقطه ای در خارج خاک اعم از پهنک برگ (در آن نقطه برگ باریک و زرد می شود)، محلی در زیر سنبله (در آن صورت سنبله سفید می شود) و محلی روی سنبله (سفید شدن سنبله از محل نیش

حشره تا انتهای سنبله) صورت می گیرد. حمله به دانه عمدتاً توسط پوره های سن سوم، چهارم، پنجم و حشره کامل نسل جدید صورت می گیرد. سن گندم معمولاً بعد از مرحله شیری شدن دانه حمله می کند و این سبب چروکیدگی شدن، کاهش محتویات نشاسته و وزن دانه کمتر می شود (Rashwani & Cardona, 1984). این نتایج منجر به خسارت مستقیم به عملکرد و زنده ماندن دانه می گردد. علاوه بر آن آنزیم های پروتئیناز غدد بزاقی حشره که به داخل دانه گندم تزریق می گردد سبب تجزیه گلوتن و خصوصیات

کنترل مقاومت در برابر خسارت خوشه بیشتر از اثر افزایشی ژن می‌باشد در حالی که برای کنترل مقاومت در برابر سن زدگی دانه اثر غیر افزایشی تفاوت چندانی با اثر افزایشی نداشت. همچنین اثر غیر افزایشی ژن برای کنترل خسارت خوشه از نوع فوق غالبیت و برای سن زدگی دانه از نوع غالبیت کامل بود (Najafi, 1997). خسارت سن های بالغ و پوره ها طی دو سال در دو مکان از ترکیه مورد بررسی قرار گرفت. تراکم سن های بالغ ۱، ۲، ۳، ۵، ۱۰ عدد در متر مربع و تراکم پوره ها ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ عدد در متر مربع در نظر گرفته شد. خسارت سنبله ها بر حسب تعداد سن بالغ رها شده در هر قفس ۰/۷۲-۰/۸۷۸٪ و ۰-۰/۲۵۶٪ طی دو سال متغیر بود. خسارت سنبله ها بر حسب تعداد پوره رها شده در هر قفس از ۰/۲۸۷ تا ۰/۶۲۵٪ متغیر بود (Canhilal et al., 2007).

انتخاب یک برنامه اصلاحی موثر بستگی به دامنه وسیعی از اطلاعات راجع به تعداد و نوع عمل ژن های موثر در بیان صفت دارد. آگاهی از طبیعت و بزرگی اثرهای ژنتیکی در مواد اصلاحی برای تصمیم گیری درباره انتخاب نوع و روش اصلاحی ضرورت دارد. با این آگاهی بهره برداری بیشتری از پتانسیل ژنتیکی صفات مختلف گیاهی صورت می گیرد (Edwards et al, 1975). آگاهی از واریانس ژنتیکی، سطوح غالبیت و اهمیت اثرهای ژنتیکی در شناخت بهتر عمل ژن های دخیل در کنترل ژنتیکی صفت موثر می باشد که این امر در بدست آوردن هتروزیس بیشتر در یک صفت کمک می نماید و این امر می تواند از طریق تجزیه میانگین و واریانس نسل ها صورت پذیرد (Wolf & Hallauer, 1977).

تجزیه میانگین نسل ها اطلاعاتی راجع به اهمیت نسبی متوسط اثر ژن ها (اثرهای افزایشی)، انحراف های غالبیت و اثرهای ژنی ناشی از روابط متقابل ژنی غیر آلی در تعیین ارزش ژنوتیپی فرد و در نتیجه میانگین ارزش ژنوتیپی خانواده ها و نسل ها فراهم می کنند (Soriano Viana, 2000; Hayman, 1958; Fisher et al., 1932; Dabholker, 1992; Mather, 1949; Hayman & Mather, 1955). با توجه به این امر جهت روشن شدن تعداد و نوع اثرهای ژنی و

مطلوب نانوائی آرد می شود که در نتیجه آن شل شدن سریع خمیر و حجم ضعیف و بافت نامطلوب قرص های نان را در پی دارد (Cressey, 1987; Boyacıoğlu, 1998; Waage, 2000).

با وجود با ارزش بودن مقاومت میزبان، مطالعات اندکی در زمینه مقاومت میزبان نسبت به سن گندم صورت گرفته است. رضا بیگی (Rezabeigi, 2000) طی مطالعاتش رقم فلات را در گروه مقاوم، ارقام آزادی، گلستان و نوید در گروه نیمه مقاوم و ارقام بیستون، سیلان، زردک، طوسی، رشید و سرداری را در گروه نیمه حساس معرفی کرد. وی همچنین با مطالعه رابطه زیر واحد های گلوٹنین با وزن ملکولی بالا با مقاومت ارقام گندم نسبت به سن گندم (*Eurygaster integriceps* Put.) به این نتیجه رسید که زیر واحد های ۱، ۷+۹ و ۱۰+۵ نشانگرهای خوبی برای انتخاب ارقام مقاوم به سن هستند و زیر واحدهای ۷+۸، ۱۲+۲ و ۱۲+۳ سبب حساسیت ارقام به سن می شوند (۳۸).

در مطالعه ای دیگر توسط رضا بیگی (Rezabeigi, 2007) ۲۱ لاین گندم نان و ۲۳ لاین گندم دروم برای مقاومت به پوره های سن مورد ارزیابی قرار گرفت. برای مقایسه مقاومت، ۴۰ پوره از سن به ازای ۶۰-۴۰ سنبله در هر تکرار رها شد. اختلاف معنی داری از لحاظ صفات درصد کاهش وزن دانه ها، میزان مرگ پوره ها و کل عملکرد وجود نداشت اما درصد خسارت دانه ها در گندم دوروم کمتر از گندم زراعی بود و اختلاف معنی داری بین گندم های دوروم و زراعی مشاهده شد. نجفی (۱۳۷۶) در مطالعه ای روی شش رقم گندم تجاری و هیبریدهای آنها با استفاده از تجزیه دی آل نشان دادند که رقم فلات با کمترین اثر ترکیب پذیری عمومی و هیبرید بزوستایا × گلستان با کمترین اثر ترکیب پذیری خصوصی برای خسارت خوشه به ترتیب بعنوان بهترین والد ترکیب شونده و بهترین هیبرید برای افزایش مقاومت می‌باشند. ترکیب گلستان × قفقاز با داشتن کمترین اثر ترکیب پذیری خصوصی برای سن زدگی دانه بعنوان بهترین هیبرید برای افزایش مقاومت می‌باشند. نامبردگان با تجزیه دی آل به روش هیمن دریافتند که اثر غیر افزایشی ژن برای

آزمایشگاه تعداد پنج عدد پوره سن سوم در هر قفس رها شد. با توجه به تعداد متفاوت خطوط کشت تعداد متفاوتی از قفس ها در این آزمایش به کار رفت. در مجموع ۶ قفس برای والدین و نسل F_1 ، ۳۶ قفس برای هر نسل تلاقی برگشتی و ۴۵ قفس برای نسل F_2 در کل بلوک ها داشتیم. بعد از رسیدن گندم و تغذیه پوره ها سنبله های داخل هر قفس جداگانه برداشت و صفات مرتبط با سن زدگی یادداشت گردید. صفات مورد اندازه گیری عبارت بودند: از وزن کل دانه در سنبله های سن زده (گرم)، وزن پنج سنبله سن زده (گرم)، وزن دانه های سن زده (گرم)، وزن ۵۰ دانه سن زده (گرم) و درصد سن زدگی. درصد سن زدگی از تقسیم تعداد دانه سن زده بر تعداد کل دانه بدست آمد. داده های حاصل از آزمایش در ابتدا از لحاظ یکنواختی واریانس و نرمال بودن داده ها مورد بررسی قرار گرفتند؛ سپس همبستگی بین صفات بدست آمد تا مهمترین صفات موثر بر درصد سن زدگی مشخص گردد. در اینجا ضرایب همبستگی فنوتیپی با استفاده از روش پیرسون و با در نظر گرفتن کلیه نسل ها محاسبه شد. برآوردهای پارامترهای ژنتیکی با استفاده از روش حداقل مربعات وزنی^۱ بدست آمد. در حقیقت با توجه به متفاوت بودن تعداد افراد و واریانس میانگین های نسل های مختلف، میانگین ها با استفاده از عکس واریانس میانگین نسل ها به عنوان وزنه تعدیل گردیدند.

در اینجا از تجزیه وزنی حداقل مربعات استفاده می کنیم. زیرا به چندین روش می تواند این پارامترها برآورد شود و روش حداقل مربعات وزنی تخمین دقیقتر این پارامترها را امکان پذیر می سازد و علت اینکه از وزن استفاده می کنیم به خاطر این است که امکان ندارد تا میانگین های نسلهای مختلف با دقت مساوی تعیین شود. برای تجزیه میانگین نسل ها از مدل ۳ و ۶ پارامتری متر و جینکز استفاده شد (Mather & Jinks, 1977). در مواردی که برازش داده ها با مدل سه پارامتری میسر نگردید مدل شش پارامتری به کار گرفته شد. سپس اجزای غیر معنی دار

به طور کل ژنتیک مقاومت به سن گندم از روش تجزیه میانگین نسل ها استفاده شد.

مواد و روش ها

آزمایش مورد نظر در مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج انجام گردید. در این تحقیق بر اساس تحقیقات گذشته (ارزیابی های گذشته توسط بی همتا و Rezabeigi, 2000) از دو والد لاین ۱۵ (مقاوم با شجره // (205) *Ae. squarrosa* cross-f/ (kaus) و لاین ۱۲ (حساس با شجره Chirya.3) استفاده شد. دو والد مورد نظر طی سال زراعی ۸۴-۸۳ تلاقی و نسل های F_1 ، F_2 و نسل های حاصل از تلاقی برگشتی (BC_1 ، BC_2) آنها در سال زراعی ۸۵-۸۴ بدست آمد. در سال زراعی ۸۶-۸۵ کلیه نسل های مورد نظر جهت انجام تجزیه میانگین نسل ها در طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار کاشته شدند. از والدین و F_1 دو خط در هر تکرار، از BC_1 و BC_2 در هر تکرار شش خط و از نسل F_2 در هر تکرار ۱۵ خط به طول دو متر و با فاصله ۱۰ سانتی متر و فاصله بین خطوط ۰/۵ متر کشت گردید. پنج ساقه (دارای پنج سنبله) از یک گیاه از یک خط قبل از ظهور پوره های سن دوم در مزرعه درون قفس ها قرار گرفت. طول این قفس ها به اندازه ۱/۵ متر بود که ۱ متر وسط آن را قسمت توری فلزی و ۲۵ سانتی متری بالا و پایین توری را قسمت توری پارچه ای تشکیل می داد. با استفاده از پنبه و قسمت پارچه ای قفس ها پنج ساقه مد نظر به قفس و چوب قیم بسته شد.

انتهای این قفسها نیز تا زمان ریختن سن های پرورش داده شده در آزمایشگاه جهت جلوگیری از ورود هر گونه آفت احتمالی بسته شد. با در نظر گرفتن اثر حاشیه ای یک قفس در هر خط برای والدین، نسل F_1 و نسل F_2 و دو قفس در هر خط برای نسل های تلاقی برگشتی به کار گرفته شد. جهت پرورش پوره های سن؛ از مزارع منطقه کرج سن های مادر جمع آوری گردید و از آنها تخم به دست آمد که این تخمها پس از تفریح پوره های مورد نظر ما را تولید نمودند. در اواخر مرحله شیری شدن و اوایل مرحله خمیری شدن گندم و همزمان با ظهور پوره های سن سوم در

1. Weighted Least Square

از نرم افزارهای EXCEL برای وارد کردن داده ها، از MINITAB برای تجزیه واریانس وزنی، از SPSS برای بدست آوردن ضرایب همبستگی و از بسته آماری METHOD₁ برای تجزیه میانگین و واریانس نسل ها استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس وزنی صفات مختلف

همان طور که از جدول ۱ بر می آید در کلیه صفات تفاوت معنی داری بین میانگین نسل ها مشاهده شد. لذا با توجه به این امر تجزیه میانگین نسل ها برای کلیه صفات بلامانع است.

از مدل حذف گردید و دیگر اجزای معنی دار مجدداً از نظر برآزش با مدل از طریق آزمون کای اسکوتر بررسی شدند (Mather & Jinks, 1982; kearsey & Pooni, 1996). برای تکمیل اطلاعات تجزیه واریانس نسل ها صورت گرفت. اجزای واریانس افزایشی، غالبیت، اپیستازی و محیطی به روش حداقل مربعات وزنی طبق متر و جینکز محاسبه گردید (Mather & Jinks, 1982). مقادیر $(H/D)^{1/2}$ و $F/(D \times H)^{1/2}$ که به ترتیب نسبت غالبیت^۱ و انحرافات غالبیت^۲ در هر مکان ژنی را نشان می دهند نیز محاسبه گردید (Kearsey & Pooni, 1996).

میزان توارث پذیری عمومی و خصوصی طبق روش وارنر برآورد شد (Warnner, 1952).

1. Dominance Ratio
2. Dominance Deviations

جدول ۱- تجزیه واریانس وزنی صفات مختلف در تجزیه ژنتیکی صفات مرتبط با مقاومت به سن گندم

میانگین مربعات صفات					درجه آزادی	منبع تغییر
وزن کل دانه ها در سنبله سن زده	وزن پنج سنبله سن زده	وزن دانه های سن زده	وزن ۵۰ دانه سن زده	درصد سن زدگی		
۰/۸ ^{ns}	۰/۹ ^{ns}	۲/۰ ^{ns}	۲/۴ ^{ns}	۲/۷ ^{ns}	۲	تکرار
۲/۶ [*]	۵/۳ ^{oo}	۷/۲ ^{oo}	۲/۷ [*]	۲/۸ [*]	۵	نسل ها (ژنوتیپ)
۶/۶	۱۱/۲	۲/۱۰	۰/۳	۰/۰	۹۱	خطا

*، **، ns: معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و غیر معنی دار

سن زده، وزن دانه در خوشه های سالم، طول سنبله و طول پدانکل نیز نسبت به والد بدتر از لحاظ سن زدگی (والد ۱۲) برتری دارد. در مقابل والد ۱۲ در سایر صفات بخصوص عملکرد از والد ۱۵ بهتر می باشد که این امر بایستی در صورت اصلاح سن زدگی به آن توجه شود.

بررسی میانگین و انحراف معیارهای صفات مختلف

در تلاقی ۱۵*۱۲

جدول ۲ مقادیر میانگین و انحراف معیار صفات مختلف را نشان می دهد. با توجه به میانگین ها و انحراف معیارها ملاحظه می شود که در تلاقی ۱۵*۱۲ والد برتر از لحاظ سن زدگی (والد ۱۵) در صفات وزن ۵ سنبله

جدول ۲- مقادیر میانگین و انحراف معیار صفات مختلف در تلاقی ۱۵*۱۲ در گندم

صفت نسل	وزن دانه در خوشه سن زده	وزن ۵ سنبله سن زده	وزن دانه سن زده	وزن ۵۰ دانه سن زده	درصد سن زدگی
P1	۷/۳±۲/۱	۱۹/۳±۲/۹	۰/۹±۰/۵	۰/۲±۰/۴	۰/۱±۰/۰۷
P2	۱۳/۷±۲/۷	۸/۳±۲/۱	۶/۰±۰/۶	۲/۲±۰/۳	۰/۴±۰/۱
F1	۹/۱±۲/۵	۱۳/۰±۲/۳	۱/۶±۰/۷	۱/۵±۰/۳	۰/۲±۰/۱
F2	۱۰/۹±۳/۹	۱۷±۴/۵۶	۲/۷±۱/۵	۱/۷±۰/۸	۰/۳±۰/۱
Bc1	۸/۳±۳/۲	۱۴/۷±۳/۸	۲±۱/۲	۱/۱±۰/۷	۰/۱۸±۰/۱
Bc2	۱۲/۳±۳/۴	۱۳/۸±۴/۲	۲/۳۸±۱/۴	۱/۹±۰/۷	۰/۴±۰/۱

همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد. علت همبستگی مثبت و معنی دار بین درصد سن زدگی با وزن ۵۰ دانه سن زده و وزن دانه های سن زده می تواند به خاطر تغذیه اندک سن یا فرو کردن نیش حشره در

تجزیه همبستگی فنوتیپی صفات

جدول ۳ نتایج حاصل از همبستگی بین صفات مختلف را نشان می دهد. بین درصد سن زدگی با صفات وزن دانه های سن زده و وزن ۵۰ دانه سن زده

واکنش گیاه می تواند به صورت افزایش مواد غذایی به ناحیه آسیب دیده باشد. این امر وزن ۵۰ دانه سن زده و متقابلاً وزن دانه های سن زده را افزایش داده است که این امر تا حدودی دور از انتظار می باشد. بین وزن دانه های سن زده با وزن سنبله های سن زده همبستگی منفی و معنی داری دیده شد. علت این امر احتمالاً می تواند تشکیل دانه کمتر در سنبله های سن زده باشد. به عبارت دیگر با حمله سن به سنبله گندم تعداد دانه در سنبله کاهش یافته و این امر منجر به دریافت مواد غذایی بیشتر توسط دانه های باقیمانده سن زده و در نتیجه وزن بیشتر آنها شده، لیکن در کل باعث کاهش وزن سنبله گردیده است.

دانه گیاه به مدت اندک باشد زیرا صفت درصد سن زدگی حتی دانه هایی که تنها نیش آفت در دانه فرو رفته و مقدار کمی تغذیه کرده است را نیز در بر می گیرد. حشره با فرو کردن نیش خود در دانه و تزریق آنزیم های بزاقی، گیاه را به هر دلیلی (شاید مقاومت میزبان) رها کرده است. این امر می تواند ناشی از خصوصیات مورفولوژیکی گیاه نیز باشد؛ به طوری که بعضی از خصوصیات مورفولوژیکی گیاهان ممکن است با جلوگیری و یا ایجاد اختلال در فرایند طبیعی به صورت بازدارنده تغذیه و یا تخم ریزی عمل کنند. از طرفی گیاه به محض فرو کردن نیش حشره خود را در معرض تنش می بیند و در نتیجه عکس العمل از خود نشان می دهد (Smith, C. M).

جدول ۳- تجزیه همبستگی صفات مختلف در کلیه نسل های تلاقی ۱۵×۱۲ در تجزیه ژنتیکی مقاومت به سن گندم

صفت	وزن کل دانه ها در سنبله سن زده	وزن پنج سنبله سن زده	وزن دانه های سن زده	وزن ۵۰ دانه سن زده	درصد سن زدگی
وزن کل دانه ها در سنبله سن زده	۱	۰/۳۰**	۰/۱۸	۰/۲۰	۰/۲۴
وزن پنج سنبله سن زده		۱	-۰/۶۹**	-۰/۲۰	۰/۱۲
وزن دانه های سن زده			۱	۰/۵۸**	۰/۵۳**
وزن ۵۰ دانه سن زده				۱	۰/۴۱*
درصد سن زدگی					۱

* معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

بررسی اجزای ژنتیکی میانگین نسل ها

نتایج حاصل از تجزیه میانگین نسل ها در جدول ۴ نشان داده شده است. در صفات وزن کل دانه ها در سنبله های سن زده و وزن ۵۰ دانه سن زده مدل ۳ پارامتری معنی دار نبوده است. لذا در این صفات مدل سه پارامتری کفایت می کند. به عبارت دیگر ژن های کنترل کننده این دو صفت به طور مستقل عمل نکرده اند. در صفت وزن کل دانه ها در سنبله های سن زده مدل شامل d, m, h (میانگین کل، افزایشی، غالبیت) بود لذا در این صفت تنها مدل افزایشی - غالبیت کفایت کرده است و در کنترل این صفت هم اثرهای افزایشی و هم اثرهای غالبیت تاثیر گذار بوده است لیکن با توجه به بزرگتر بودن مقادیر d اثرهای افزایشی تاثیر بیشتری در کنترل ژنتیکی صفت داشته است. در صفت وزن ۵۰ دانه سن زده مدل d, m, i (میانگین کل، افزایشی، افزایشی × افزایشی) بهترین مدل بود. با توجه به این

مدل واضح است که کلا اثرهای افزایشی در کنترل این صفت نقش دارند و اثرهای غالبیت تاثیری در کنترل ژنتیکی این صفت ندارند. با توجه به این امر که اثرهای افزایشی مهمتر از اثرهای غالبیت در کنترل دو صفت وزن کل دانه ها در سنبله های سن زده و وزن ۵۰ دانه سن زده می باشد لذا در هر دو صفت گزینش تحت شرایط خود گشنی می تواند تثبیت شود. در صفات وزن دانه های سن زده و درصد سن زدگی بهترین مدل برآزش یافته مدل ۴ پارامتری بود. در صفت درصد سن زدگی به عنوان مهمترین صفت در تعیین مقاومت به سن گندم بهترین مدل d, m, h, i (میانگین کل، افزایشی، غالبیت، غالبیت × غالبیت) و در صفت وزن دانه های سن زده بهترین مدل d, m, h, j (میانگین کل، افزایشی، غالبیت، افزایشی × غالبیت) بود. در این دو صفت مدل ساده افزایشی - غالبیت نتوانست اثرهای ژنتیکی بین میانگین نسل ها را توجیه کند؛ بنابراین

دهنده آن است که اثرهای افزایشی باعث کاهش صفت می باشد. اثرهای غالبیت در صفت درصد سن زدگی با علامت مثبت وارد مدل گردید. این امر نشان می دهد که اثرهای غالبیت باعث کاهش صفت می گردد. با توجه به اینکه در صفت درصد سن زدگی مجموع پارامترهای $[d] > [h] + [i]$ است لذا اثرهای غالبیت اهمیت بیشتری نسبت به اثرهای افزایشی داشته و لذا بایستی گزینش در نسل های پیشرفته صورت گیرد (Mather & Jinks, 1982, Ahmadi et al, 2007). در صفت وزن دانه های سن زده اثرهای غالبیت با علامت منفی وارد مدل گردید که نشان دهنده این است که اثرهای غالبیت باعث کاهش صفت می گردد.

ژنهای کنترل کننده این دو صفت به طور مستقل عمل نکرده و بین اثرهای افزایشی و غالبیت و اثرهای متقابل آنها اختلاط وجود دارد.

در صفت درصد سن زدگی اثرهای غالبیت و غالبیت \times غالبیت تاثیر بیشتری از افزایشی و در صفت وزن دانه های سن زده اثرهای افزایشی و افزایشی \times غالبیت تاثیر بیشتری از غالبیت داشت. با توجه به این امر در صفت درصد سن زدگی بهبود آن یعنی کاهش صفت در صورت تولید ارقام دورگ بهتر میسر خواهد گشت در صورتی که در صفت وزن دانه های سن زده امکان بهبود آن از طریق گزینش وجود دارد. در هر دو صفت اثرهای افزایشی با علامت منفی وارد مدل گردید که نشان

جدول ۴- برآورد اجزای ژنتیکی میانگین صفات مورد مطالعه در تلاقی 12×15 در تجزیه ژنتیکی مقاومت به سن گندم

پارامتر	χ^2	l	j	i	h	d	m	صفت
وزن کل دانه ها در سنبله سن زده	$1/7^{ns}$	-	-	-	$-1/5 \pm 0/3^{**}$	$-3/4 \pm 0/4^{**}$	$10/3 \pm 0/5^{**}$	
وزن پنج سنبله سن زده	$1/2^{ns}$	-	$-8/9 \pm 2/5^{**}$	$-5/9 \pm 2^{**}$	$-6/8 \pm 2/4^{**}$	$5/5 \pm 0/5^{**}$	$16/6 \pm 1/9^{**}$	
وزن دانه های سن زده	$2/4^{ns}$	-	$4/4 \pm 0/8^{**}$	-	$-1/9 \pm 0/3^{**}$	$-2/6 \pm 0/1^{**}$	$2/7 \pm 0/07^{**}$	
وزن ۵۰ دانه سن زده	$2/1^{ns}$	-	-	$-0/3 \pm 0/1^{**}$	-	$-0/9 \pm 0/1^{**}$	$1/6 \pm 0/1^{**}$	
درصد سن زدگی	$2/2^{ns}$	$-0/6 \pm 0/1^{**}$	-	-	$0/3 \pm 0/1^{**}$	$-0/13 \pm 0/0^{**}$	$0/3 \pm 0/0^{**}$	

* معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

افزایشی و افزایشی \times غالبیت) بود. با توجه به مدل معلوم گردید که اثرهای افزایشی و غالبیت هر دو در کنترل ژنتیکی صفت نقش داشته اند. آنچه در اینجا مشهود است این است که اثرهای غالبیت و افزایشی \times غالبیت تاثیر بیشتری از اثرهای افزایشی و افزایشی \times افزایشی دارد. بالاتر بودن قدر مطلق اثر غالبیت نسبت به قدر مطلق اثر افزایشی نشانگر اهمیت غالبیت در بروز این صفت می باشد. معنی دار بودن اثر متقابل افزایشی \times غالبیت نشان عدم قابلیت تثبیت این نوع اپیستازی در طول دوره گزینش این صفت در گیاه خودگشنی مانند گندم می باشد. نکته دیگر این که اثرهای افزایشی با علامت مثبت و سایر پارامترها با علامت منفی در کنترل صفت نقش داشته است. مصطفوی و همکاران (Mostafavi et al., 2005) و هم چنین فاتحی و همکاران (Fatehi et al., 2009) با مطالعه صفت در صد سن زدگی اثر اپیستازی افزایشی \times

با توجه به علامت متضاد پارامترهای h و l در صفت درصد سن زدگی اثرهای متقابل به صورت مضاعف عمل کرده اند. این امر تا حدودی سبب کاهش واریانس نسل F_2 گردیده است. علامت منفی ۱ در صفت درصد سن زدگی نیز بیانگر این واقعیت است که غالبیت در بعضی از مکان های ژنی در جهت کاهش و در بعضی از مکان های ژنی در جهت افزایش صفت عمل کرده است. لازم به ذکر است که به علت معنی دار شدن اثرهای افزایشی و علامت منفی آن در صفت درصد سن زدگی می توان تا حدودی صفت را در جهت مطلوب اصلاح نمود (Dabholker, 1992).

در صفت وزن پنج سنبله سن زده مدل های ۳ و ۴ پارامتری معنی دار بود و لذا اثرهای متقابل تاثیر بیشتری در کنترل ژنتیکی این صفت از خود بروز دادند. در اینجا مدل پنج پارامتری کفایت نمود و بهترین مدل d, m, h, i, z (میانگین کل، افزایشی، غالبیت، افزایشی \times

سرداری $\times 14$ چنین نتیجه ای را بدست آوردند، لیکن در دو تلاقی دیگر (قفقاز $\times 14$ و سرداری $\times 75$) عکس این موضوع را نتیجه گیری نمودند (Mostafavi et al., 2005).

علامت F که تابع خطی غالبیت است در تمامی صفات مثبت می باشد. لذا می توان استنتاج نمود که در کلیه این صفات آلل های مربوط به والد با میانگین بزرگتر نسبت به آلل های مربوط به والد با میانگین کمتر غالب است. به عبارت دیگر ژن های غالب اکثرا در والدی هستند که مقدار بیشتری را از لحاظ صفت اندازه گیری شده دارد و ژنهای مغلوب اکثرا در والدی هستند که مقدار کمتری از لحاظ آن صفت دارد. مثلا در صفت درصد سن زدگی ژن های غالب اکثرا در والد ۱۲ جمع گردیده است. مصطفوی و همکاران نیز در اکثر تلاقی های مورد آزمایش خود (قفقاز $\times 75$ و سرداری $\times 14$ و سرداری $\times 75$) چنین نتیجه ای را بدست آوردند (Mostafavi et al., 2005).

افزایشی را کم اهمیت تر تشخیص دادند که با نتایج آزمایش ما مطابقت دارد.

بررسی اجزای ژنتیکی واریانس نسل ها

جدول ۵ اجزای واریانس ژنتیکی را در صفات مختلف نشان می دهد. در صفات وزن کل دانه ها در سنبله سن زده، وزن دانه سن زده و وزن ۵۰ دانه سن زده (واریانس ژنتیکی افزایشی) بیشتر از مقدار H (واریانس غالبیت) بوده است.

چون $D > H$ است لذا تفاوت هوموزیگوت ها بیشتر از انحراف هتروزیگوت ها از میانگین دو هوموزیگوت بوده است و در نتیجه می توان به بهبود این صفات از طریق روش های اصلاحی انتخاب دوره ای امیدوار بود (Dabholker, 1992).

در صفات وزن پنج سنبله سن زده و درصد سن زدگی مقدار $D < H$ می باشد لذا در این صفات سهم واریانس غالبیت بیشتر از افزایشی بوده است. با توجه به این موضوع بهبود صفت از طریق آمیزش های دو والدینی و بدست آوردن هیبرید امکان پذیر خواهد بود. مصطفوی و همکاران نیز در دو تلاقی قفقاز $\times 75$ و

جدول ۵- برآورد اجزای ژنتیکی واریانس صفات مورد مطالعه در تلاقی ۱۲×۱۵ در تجزیه ژنتیکی مقاومت به سن گندم

پارامترها صفت	E	D	H	F	$\sqrt{H/D}$	$F/\sqrt{H*D}$	H^2b	H^2_n
وزن کل دانه ها در سنبله سن زده	۶/۳	۱۷/۵	۰/۸	۱/۴	۰/۲	۰/۴	۰/۶۱	۰/۵۷
وزن پنج سنبله سن زده	۵/۸	۱۹/۰	۲۱/۹	۲/۲	۱/۱	۰/۲	۰/۷۲	۰/۴۶
وزن دانه سن زده	۰/۵	۲/۸	۱/۷	۰/۷	۰/۸	۰/۳	۰/۸۲	۰/۶۱
وزن ۵۰ دانه سن زده	۰/۱	۰/۹	۰/۷	۰/۱	۰/۹	۰/۱	۰/۸۶	۰/۶۲
درصد سن زدگی	۰/۰	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۰	۲/۰	۰/۱	۰/۸۲	۰/۲۷

واریانس ژنتیکی افزایشی را در این صفات مورد تاکید قرار می دهد. در این دو صفت برآورد پارامتر $\sqrt{H/D}$ دال بر غالبیت نسبی می باشد. در صفات وزن پنج سنبله سن زده و درصد سن زدگی مقدار پارامتر $\sqrt{H/D}$ بیشتر از ۱ می باشد؛ لذا در این صفات سهم واریانس ژنتیکی غالبیت بیشتر از افزایشی می باشد. در این دو صفت برآورد پارامتر $\sqrt{H/D}$ حاکی از عمل فوق غالبیت ژن ها می باشد. در صفت وزن ۵۰

با توجه به متفاوت بودن مقدار پارامتر $F/\sqrt{H*D}$ از ۱ برای کلیه صفات نتیجه گیری می شود که در کلیه صفات انحراف های غالبیت از یک مکان به مکان دیگر متفاوت است. به عبارت دیگر در کلیه صفات مورد مطالعه مقدار پارامتر $\sqrt{H/D}$ متوسط غالبیت را نشان می دهد و ژن های کنترل کننده این صفات از نظر بزرگی و علامت در مکان های مختلف متفاوت است. در صفات وزن کل دانه ها در سنبله سن زده و وزن دانه های سن زده مقدار پارامتر $\sqrt{H/D}$ کمتر از ۱ می باشد که این پارامتر مجددا سهم بیشتر

حدودی پایدار می باشد. با در نظر گرفتن مقادیر میانگین و همبستگی های فنوتیپی ملاحظه می شود که در این تلاقی والد مطلوب از لحاظ کاهش درصد سن زدگی (لاین ۱۵) برتری چندانی به جز کاهش درصد سن زدگی و چند صفت دیگر نسبت به والد دیگر (لاین ۱۲) نداشت؛ لذا در صورت اصلاح برای کاهش درصد سن زدگی بایستی به صفات نامطلوب والد ۱۵ نیز توجه شود.

با توجه به اینکه در تمامی صفات مورد مطالعه در این آزمایش همه مدل های ذکر شده دارای بر ارزش نکوئی می باشد لذا این امر نشان می دهد که اثرات محیط \times ژنوتیپ و اثرات متقابل سه گانه وجود نداشته است.

البته چنانچه این آزمایش در چند محیط تکرار گردد نتایج آن قابل تعمیم به چند محیط خواهد بود و از صحت بیشتری برخوردار خواهد بود. در این آزمایش وراثت پذیری نسبتا پایینی برای درصد سن زدگی بدست آمد که اهمیت بیشتر واریانس غالبیت را در کنترل این صفت نشان می دهند.

بنابراین برای ایجاد مقاومت به سن در این مرحله روش های اصلاحی مبتنی بر هیبریداسیون بهتر می باشد. البته برای سایر صفات مقادیر وراثت پذیری متوسط به بالا بود که این امر اهمیت واریانس افزایشی را مورد تاکید قرار می دهد، بنابراین با در نظر گرفتن کلیه صفات اهمیت هر دو واریانس افزایشی و غالبیت آشکار می گردد. نکته ای که در نهایت بایستی ابراز نمود این است که با در نظر گرفتن همبستگی بین صفت در صد سن زدگی با سایر صفات و وراثت پذیری خصوصی نسبتا مطلوب این صفات می توان به بهبود کاهش درصد سن زدگی امیدوار بود.

دانه سن زده مقدار پارامتر $\sqrt{H/D}$ تقریبا برابر با ۱ می باشد، لذا در این صفت غالبیت به طور کامل می باشد. بررسی توارث پذیری عمومی صفات مختلف نشان داد که صفت وزن ۵۰ دانه سن زده با ۸۶٪ بیشترین وراثت پذیری عمومی و صفت وزن کل دانه ها در سنبله سن زده با ۶۱٪ کمترین توارث پذیری را دارد. بیشترین وراثت پذیری خصوصی را وزن ۵۰ دانه سن زده با ۶۲٪ و کمترین توارث پذیری خصوصی را صفت درصد سن زدگی با ۲۷٪ از خود نشان داد که نشان دهنده تاثیر بالای اثرهای غالبیت در وراثت پذیری این صفت می باشد. با این حال در صفت درصد سن زدگی سهم واریانس ژنتیکی افزایشی در خور توجه می باشد اگر چه سهم واریانس ژنتیکی غالبیت خیلی بیشتر بوده است. اگر به صفات وابسته با درصد سن زدگی (وزن دانه های سن زده و وزن ۵۰ دانه سن زده) نیز توجه کنیم می بینیم که این صفات نیز از وراثت پذیری خصوصی بالایی برخوردار است لذا امکان این می باشد که از طریق این صفات نیز بتوانیم درصد سن زدگی را تا حدودی کاهش دهیم. مصطفوی و همکاران (Mostafavi et al., 2005)، نیز طی مطالعاتش توارث پذیری خصوصی و عمومی را به طور متوسط برای درصد سن زدگی به ترتیب ۴۰٪ و ۵۶٪ بدست آورد که تا حدی بیشتر از مقادیر بدست آمده در این آزمایش می باشد. فاتحی و همکاران (Fatehi et al., 2009) نیز نتایجی مشابه با این آزمایش برای برآورد وراثت پذیری در تلاقی لاین ۳۰ \times فلات و لاین ۱۴ \times لاین ۳۰ بدست آوردند.

نتیجه گیری کلی

به طور کل می توان این طور نتیجه گیری نمود که ارقام مورد استفاده مشابه ارزیابی های اولیه (بی همتا، نتایج منتشر نشده) در این مطالعه نیز به صورت حساس و مقاوم بودند، بنابراین صفت مقاومت و حساسیت تا

REFERENCES

- Ahmadi, J., Fabriki Orang, S., Zali, A. A., Yazdi-Samadi, B., Ghannadha, M. R. & Taleei, A. R. (2007). Study of yield and its components inheritance in wheat under drought and irrigated conditions. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 11, 201-214 (in Farsi).
- Boyacıoğlu, H. (1998). Böcek zararı görmüş buğdaylar: Problemin tarihçesi, etki alanı, ekonomik önemi, etki mekanizması ve zararın tahminlenmesinde kullanılan yöntemler. *Un Mamulleri Dünyası, yıl, 1*, 34-47

3. Canhilal, R., Kutuk, H., Islamoglu, M., Kanat, A. D. & Gul, A. (2007). *Damage loss assessment of sunn pest on wheat in turkey*. Sunn Pest Management, A Decade of Progress. 1994-2004.
4. Cressey, P. J. (1987). Wheat bug damage in New Zealand wheat's. Some properties of a glutenin hydrolyzing enzyme in bug-damaged wheat. *J. Sci. Food Agric.* 41, 159
5. Dabholker, A. R. (1992). *Elements of biometrical genetics*. Published and Printed by Ashok Kumar Mittal. Concept publishing Company. 1st Ed.
6. Edwards, L. H., Ketata, H. & Smith, E. L. (1975). Gene action of heading date, plant height, and other characters in two winter wheat crosses. *Crop Sci.*, 16, 275-277.
7. Fatehi, F., Bihamta, M. R. & Zali, A. A. 2009 Genetics of resistance to sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put) in bread wheat. *Asian Journal of Plant Science*.
8. Fisher, A., Immer, F. R. & Teden, D. (1932). The genetical interpretation of statistics of 3rd degree in study of quantitative inheritance. *Genetics*, 17,107-124.
9. Hayman, B. I. (1958). The separation of epistatic from additive and dominant variation in generation means. *Heridity*, 12, 371-390.
10. Hayman, B. I. & Mather, K. (1955). The description of genetic interactions in continuous variation. *Biometrics*, 11, 69-82.
11. Kearsley, M. J. & Pooni H. S. (1996). *The genetical analysis of quantitative traits*. 1st edition. Chapman & Hall, London, 381 pp.
12. Mather, K. 1949. *Biometrical Genetics: The study of continuous variation*. Methuen and CO. Ltd. London.
13. Mather, K. & Jinks, J. L. (1982). *Biometrical Genetics: the Study of Continuous Variation*. Chapman & Hall, USA.
14. Moore, D. (2000). Control of sunn pest, particularly *Eurygaster integriceps* put. (Hemiptera, Scutelleridae). The role of mycoinsectisides in management schemes, In: *Integrated sunn pest control*. (Eds.): K. Melan and C. Lomer. Republic of Turkey and FAO, 6-9 January, (1998), pp. 3-11.
15. Mostafavi, KH., Hosseinzadeh, A. H., Zeinali, H. & KHaloobagheri, M. 2005. Genetics of Resistance to Sunn Pest (*Eurygaster integriceps* Put.) in Bread Wheat. *Iranian, J. Agric. Sci.* 36, 341-351. (In Farsi)
16. Novoselovic, D., Baric, M., Drezner, G., Gunjaca, J. & Lalic, A. (2004). Quantitative inheritance of some wheat plant traits. *Genetics and Molecular Biology* 27(1),92-98.
17. Radjabi, GH. (2000). *Ecology of cereals sunn pests in Iran*. Agricultural Research, Education and Extension Organization Publishing. 343 pp. (In Farsi).
18. Rashwani, A. & Cardona, C. (1984). Effect of suni bug (*E. integriceps* Put.) damage on yields of Hammari and Gezira-17 durum wheat's, *Rachis*, 3, 21.
19. Rezabeigi, M. (2000). Investigation of resistance mechanisms of wheat cultivars and its relation to glutenin subunit and the starch of endosperm. Thesis in the field of Agricultural Entomology. Islamic Azad University - Science and Research Branch.
20. Rezabeigi, M. (2007). *Comparison of resistance to sunn pest in bread and durum wheat*. Sunn Pest Management, A Decade of Progress. 1994-2004.
21. Simsek, Z. (2000). Past and current status of sunn pest (*Eurygaster spp.*) control in Turkey. In: Melan, K., Lomer, C. (Eds.), *Integrated Sunn Pest Control. Republic of Turkey and FAO*, pp. 49-60.
22. Smith, C. M. (1989). *Plant resistance to insects: A fundamental approach*, Wiley-Interscience; 1st edition. 294 pages. Translated by Nouri Ghanbalani, G. Hosseini, M. & Yaghmaee, F. (In Farsi).
23. Soriano Viana, J. M. (2000). Generation mean analysis in relation to polygenic systems with epistasis and fixed genes. *Pesq. Agropec. Bras.* 35,6.
24. Waage, J. (2000). Prospects for augmentation of egg parasitoids for management of sunn pest, *Eurygaster integriceps* and related species. In: *Republic of Turkey and FAO*, pp. 13-32. Integrated Sunn Pest Control. (Ed.): K. Melan and C. Lomer.
25. Warner, J. N. (1952). A method for estimating heritabilities. *Agron. J.*, 44, 427-430.
26. Wolf, D. P. & Hallauer, A. R. 1977. Triple test cross analysis to detect epistasis in maize. *Crop Sci.*, 37, 763-770.