برآورد هتروزیس در هیبریدهای F_1 گندم دوروم تحت شرایط مزرعه

الهام فراهانی و احمد ارزانی[۱*]

(تاریخ دریافت: ۸۵/۷/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۲/۱۸)

چکیده

این پژوهش به منظور برآورد هتروزیس در ۱۲ هیبرید F_1 گندم دوروم با استفاده از صفات زراعی و مورفولوژیک انجام گردید. گزینش والدین براساس فاصله ژنتیکی برآورد شده طی دو سال آزمایش مزرعه‌ای انجام و سپس با تلاقی والدین، هیبریدهای F_1 آنها تولید شد. بدین منظور ۲۳ ژنوتیپ (شامل ۱۱ والدین و ۱۲ هیبریدهای F_1) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، واقع در لورک نجف‌آباد ارزیابی شدند. صفات زراعی تعداد روز تا ۵۰٪ خوشه‌دهی، تعداد روز تا ۵۰٪ گرده‌افشانی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه، وزن دانه در خوشه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت در کلیه ژنوتیپ‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس تفاوت‌های معنی‌داری را بین والدین، هیبریدهای F_1 و والد در برابر تلاقی برای تمام صفات نشان داد که بیانگر تنوع مناسب ژرم‌پلاسم مورد مطالعه و وجود هتروزیس بوده است. برآورد ارزش هتروزیس براساس مقایسه با والد برتر نشان داد که هیبریدهای $H_{PI40100\times PI40099}$ و $H_{Eupoda6\times Chahba88}$ به طور معنی‌داری از نظر رسیدگی و زودرس بودن بالاترین مقادیر هتروزیس را داشته‌اند. ضمن این‌که بیشترین درصد هتروزیس از نظر صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد در بین ۱۲ هیبرید مورد بررسی به هیبریدهای $H_{Altar84/Ald\times Chahba88}$، $H_{Buchen7\times Chahba88}$ و $H_{Eupoda6\times Mexi75/Vic}$ اختصاص داشت. ارقام والدینی که توانایی و پتانسیل کافی برای تولید هیبریدهای با عملکرد مطلوب دارند عبارت‌اند از: ژنوتیپ‌های Eupoda6، Odin12، Altar84/Ald و 45063Karaj در تلاقی با ژنوتیپ Mexi75/Vic و هم‌چنین ارقام Buchen7 و Altar84/Ald در تلاقی با Chahba88.

واژه‌های کلیدی: هتروزیس، گندم دوروم، هیبرید F_1 و عملکرد دانه

مقدمه

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی است که در سطح گسترده‌ای از جهان تولید می‌شود. دامنه سازگاری و اهمیت انواع مختلف گندم را می‌توان از این واقعیت استنباط کرد که این گیاه در هر ماه از سال در یکی از نقاط جهان در حال برداشت است. گندم دوروم یا گندم ماکارونی(با ژنوم *Triticum. turgidum* L. subsp. *durum* Desf. (2n =4x =28 AABB به عنوان یک محصول غذایی با اهمیّت، سطح کشت جهانی معادل ۳۰ میلیون هکتار دارد (۱ و ۱۴). خصوصیات گلوتن سنگین، خمیر غیرچسبنده و سنگین این نوع گندم، آن را برای تهیه محصولات پاستا

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: a_arzani@cc.iut.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

از جمله ماکارونی و اسپاگتی مناسب ساخته است (۱).

هتروزیس یا برتری هیبرید F_1، نتیجه تلاقی بین نژادها و یا بین واریته‌های مختلف که در اصلاح گیاهان و جانوران حائز اهمیت می‌باشد. هیبریدها یا نسل اول گیاهان تولید شده بعد از یک تلاقی اغلب بنیه هیبریدی یا هتروزیس برای عملکرد نشان می‌دهند و بدین ترتیب نمود کلی گیاه بهبود می‌یابد. استفاده از هتروزیس در غلات خودگرده افشان همانند گندم از طریق ایجاد هیبرید همواره مورد توجه به‌نژادگران بوده است (۷).

یکی از مهم‌ترین پیشرفت‌های علم اصلاح‌نباتات در سال‌های اخیر، گسترش استفاده از هتروزیس در بسیاری از گیاهان زراعی و از جمله گندم برای افزایش عملکرد می‌باشد. به طوری‌که امروزه استفاده تجاری از بازده هتروزیس در مورد گیاهان خودگشن نیز مورد توجه قرار گرفته است. بنیه هیبریدی گیاهان F_1 به آسانی در گندم قابل شناسایی است اگرچه تعداد اندکی از تلاقی‌ها افزایش قابل توجهی را در بنیه نشان می‌دهند. اما این واقعیت که ارقام خالص می‌توانند به آسانی تولید و آزمایش شوند مزیت گندم نسبت به گیاهان زراعی دگرگرده‌افشان را نشان می‌دهد. کوشش بر روی ایجاد گندم هیبرید نه تنها به شناسایی تولید هیبریدهای با عملکرد بالاتر می‌انجامد، بلکه ارقام والدی برتر برای کاشت ارقام تجاری خالص را نیز معرفی می‌نماید. اصلاح‌کنندگان گندم عملکرد هیبرید را برحسب اختلافات ژنتیکی بین والدین یک تلاقی، توانایی برای ترکیب دو والد و یا بر حسب میزان نسبی پیشرفت در بهبود عملکرد دراثر اصلاح متداول یا برنامه‌های هیبرید نشان می‌دهند (۷). بیتزر و نیکوئیست (۳) اظهار داشتند که هیبرید موفق گندم غالباً از تلاقی والدین با عملکرد بالا به‌دلیل برتری آثار ترکیب‌پذیری خصوصی به‌دست می‌آید. گندم هیبرید باید حاصل برنامه اصلاح هیبریدها شامل انتخاب والدین برتر و دقیقاً ارزیابی شده برای تنوع ژنتیکی و ترکیب‌پذیری باشد. ارقام والدینی برتر باید هیبریدهای بهتری تولید کنند تا بتوانند به عنوان جایگزین ارقام حاصل از روش‌های به‌نژادی متداول استفاده شوند. بنابراین برنامه‌های اصلاح هیبریدها و برنامه‌های متداول در یک زمان مکمل هم هستند.

اگرچه غلات هیبرید امیدوارکننده هستند ولی نباید در آینده به عنوان تنها روش اصلاحی در نظر گرفته شوند. اصلاح نباتات با روش‌های متداول هم‌چنان سهم زیادی در تولید تجارتی و گسترش ایجاد و کشت هیبریدها دارند. این نظر با این گفته که روزی تمام گیاهان زراعی هیبرید خواهند بود منافاتی ندارد (۵). در نهایت باید به این نکته اشاره کرد اگرچه تولید هیبرید گندم دوروم در مقیاس تحقیقاتی امکان‌پذیر است اما تولید هیبریدهای تجاری آن تلاش‌های زیادی را می‌طلبد (۱۳). شارما و همکاران (۲۵) نسبت به برآورد هتروزیس در تعدادی از ارقام و لاین‌های گندم دوروم اقدام نموده هتروزیسی با دامنه ۱۰ و ۶۸/۸ درصد را در تلاقی‌های مورد بررسی برای عملکرد دانه گزارش نمودند. ماتوز و بکه (۲۲) به مطالعه هتروزیس برای صفات مرتبط با کیفیت دانه پرداخته و هتروزیس منفی و یا مثبت برای صفات مزبور برآورد نمود.

سینگ و بهل (۲۸) در بررسی تنوع ژنتیکی در ارقام گندم نان و هیبرید آنها، درصد هتروزیس نسبت به میانگین والدین را برای صفات تعداد پنجه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه گزارش کردند. آنها درصد هتروزیس برای عملکرد دانه را ۵۶/۴ درصد نسبت به میانگین والدین برآورد نمودند. بریجل (۷) در نتایج مطالعات وسیع خود وجود هتروزیس نسبی (میانگین والدین) و والد برتر برای عملکرد دانه و دیگر صفات زراعی در گندم را گزارش کرد. به طوریکه هتروزیس عملکرد دانه در دامنه‌ای از ۰ تا ۱۰۰ درصد نسبت به میانگین والدین متغیر بود. پلیسکاک (۲۴) در گندم نان افزایش ۵ تا ۲۱ درصدی عملکرد دانه و نیز افزایش ۱۵ درصدی صفت وزن هزار دانه را در هیبریدها نسبت به ارقام والدینی مشاهده کرد. چو و چیبانگ (۱۰) در گندم نان برای عملکرد دانه در هیبریدهای F_1 حد اکثر هتروزیسی برابر ۸۸ درصد نسبت به میانگین والدین افزایش یافته است. مطالعات دیگری نیز وجود اثرات هتروزیس در گندم نان را گزارش نموده‌اند (۶، ۲۷ و ۳۰). فابریاز و همکاران (۱۵) با مطالعه فاصله ژنتیکی تعداد زیادی ژنوتیپ و تلاقی‌های حاصل از آنها نشان دادند که اگرچه

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. ژنوتیپ‌های گندم دوروم مشتمل بر ۱۱ والد و ۱۲ هیبرید مورد استفاده

ردیف	نام ژنوتیپ	ردیف	نام ژنوتیپ	ردیف	نام ژنوتیپ
۱	Mexi75/Vic	۹	PI 40099	۱۷	$H_{PI\ 40100\times\ PI\ 40099}$
۲	Altar 84/ Aos	۱۰	Rascon 39	۱۸	$H_{Altar\ 84/Ald\times Chahba\ 88}$
۳	Altar 84/ Ald	۱۱	PI 40100	۱۹	$H_{Eupoda\ 6\times\ Chahba\ 88}$
۴	45063 Karaj	۱۲	$H_{Odin\ 12\times Mexi75/Vic}$	۲۰	$H_{Eupoda\ 6\times Mexi75/Vic}$
۵	Eupoda 6	۱۳	$H_{Rascon\ 39\times Mexi75/Vic}$	۲۱	$H_{45063\ Karaj\ \times Mexi75/Vic}$
۶	Odin 12	۱۴	$H_{Altar\ 84/\ Aos\ \times Chahba\ 88}$	۲۲	$H_{Altar84/Ald\times Mexi75/Vic}$
۷	Rascon 39	۱۵	$H_{Buchen\ 7\times\ Chahba\ 88}$	۲۳	$H_{45063\ Karaj\ \times\ Chahba\ 88}$
۸	Chahba 88	۱۶	$H_{Odin\ 12\times\ Chahba\ 88}$		

هتروزیس از ترکیب والدینی با فاصله ژنتیکی بیشتر مورد انتظار می‌باشد، اما در مطالعه آنها فاصله ژنتیکی برآورد شده بین والدین نشان‌دهنده میزان هتروزیس و ترکیب هیبریدی برتر نبوده است (۱۵). امروزه با توجه به این‌که از طریق روش‌های متداول به‌نژادی به ویژه هیبریداسیون مبتنی بر روش‌های انتخاب به طور نسبتاً کاملی از تنوع ژنتیکی نمونه‌برداری شده است، استفاده تجاری از بازده هتروزیس در مورد گیاهان خودگشن مورد توجه قرار گرفته است (۵).

در این راستا، پژوهش حاضر به برآورد هتروزیس در هیبریدهای F_1 گندم دوروم تحت شرایط مزرعه پرداخته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در آبان ماه سال ۱۳۸۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان (لورک، نجف‌آباد) اجرا گردید. مواد ژنتیکی مورد بررسی شامل ۲۳ ژنوتیپ گندم دوروم مشتمل بر ۱۱ ژنوتیپ از ارقام و لاین‌های تهیه شده از مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و مرکز بین‌المللی اصلاح گندم و ذرت در مکزیک (سیمیت) که با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی دو سال (۱۳۷۹ و ۱۳۸۰) بر اساس صفات زراعی و مورفولوژیک دارای بیشترین فاصله ژنتیکی بودند، از بین ۳۰۰ لاین انتخاب شدند (جدول ۱). عملیات اخته کردن و تلاقی والدین انتخابی در سال ۱۳۸۱ انجام شد و ۱۲ هیبرید F_1 حاصل در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت.

ارزیابی ژنوتیپ‌های والدین و هیبریدهای گندم دوروم با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل سه ردیف کاشت به‌طول ۲ متر و با فاصله خطوط ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌ها حدود ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در اینجا ذکر این نکته ضروری است که با توجه به محدودیت بذر در هیبریدهای F_1، از سه ردیف کشت شده فقط ردیف وسطی به هیبرید اختصاص داشت و دو ردیف حاشیه‌ای آن در هر کرت آزمایشی رقم شوا کشت گردید. صفات تعداد روز تا ۵۰٪ خوشه‌دهی، تعداد روز تا ۵۰٪ گرده‌افشانی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، طول سنبله (سانتی‌متر)، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله (گرم)، وزن هزار دانه (گرم)، عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)، عملکرد دانه (تن در هکتار) و شاخص برداشت اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل‌های آماری

برآورد هتروزیس در هیبریدهای مورد مطالعه از طریق هتروزیس براساس میانگین والدین و هتروزیس براساس والد برتر انجام گرفت (۲۱).

هتروزیس میانگین والدین (MPH) (٪) = ۱۰۰ × $(F_1 - mp)$ /mp

هتروزیس نسبت به والد برتر (BPH) (٪) = ۱۰۰ × $(F_1 - hp)$ / hp

Archive of SID

www.SID.ir

اگرچه والد برتر در هر تلاقی، در مورد صفاتی که افزایش آنها مطلوب بود (والدی که بیشترین میانگین صفت را داشت) و در مورد صفاتی که کاهش آنها مطلوب می‌باشد (والدی که میانگین کمتر صفت را دارا بود) به عنوان والد برتر در نظر گرفته شد. بدین ترتیب برای صفات تعداد روز تا ۵۰٪ خوشه‌دهی، تعداد روز تا ۵۰٪ گرده‌افشانی و تعداد روز تا رسیدگی میزان هتروزیس از والد کمتر محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده روش GLM از نرم‌افزار کامپیوتری اس. آ. اس انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تمام صفات اختلاف معنی‌داری را بین والدین و هیبریدهای F_1 نشان داد که این بیانگر تنوع نسبتاً مناسب موجود در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بوده است (جدول ۲). ضمن این‌که وجود هتروزیس برای همه صفات مورد بررسی از لحاظ میانگین والدین و با در نظر گرفتن میانگین دوازده هیبرید (جدول ۳) و وجود هتروزیس برای اغلب صفات در بیشتر هیبریدها در هنگامی‌که والد برتر در نظر گرفته شد (جدول ۴)، مورد تأیید قرار گرفت. با توجه به اهداف اصلاحی، در محاسبه مقادیر هتروزیس نسبت به والد برتر برای صفات تعداد روز تا ۵۰٪ خوشه‌دهی، تعداد روز تا ۵۰٪ گرده‌افشانی و تعداد روز تا رسیدگی به جای استفاده از والد دارای میانگین برتر از والد با میانگین کمتر استفاده شد. کرسی و پونی (۱۹) نیز در تفسیر هتروزیس براساس والد برتر به ارجح بودن استفاده از والد دارای میانگین کمتر برای خصوصیاتی همانند تعداد روز تا رسیدگی اشاره نموده‌اند.

میانگین مقادیر صفات فنولوژیک در هیبریدهای F_1 مورد بررسی کمتر از ارزش این صفات در والدینشان بود (جدول ۳). به طوری‌که تفاضل میانگین صفات تعداد روز تا ۵۰٪ خوشه‌دهی، تعداد روز تا ۵۰٪ گرده افشانی و تعداد روز تا رسیدگی در کل هیبریدهای F_1 و ارقام والدینی به ترتیب برابر ۴/۸-، ۱/۴- و ۰/۶- روز بوده است. هتروزیس برای صفات فنولوژیک منفی و در برخی از هیبریدها معنی‌دار بود. مطابق با جدول ۴ صفت تعداد روز تا ۵۰٪ خوشه‌دهی در همه هیبریدها هتروزیس منفی نشان داد. هتروزیس برای این صفت بر اساس میانگین والدین و والد برتر به ترتیب دارای میانگین ۲/۲- و ۳/۴- درصد بوده است. هم‌چنین متوسط هتروزیس براساس میانگین والدین و والد برتر برای صفت تعداد روز تا ۵۰٪ گرده افشانی به ترتیب معادل ۰/۶- و ۱/۱- درصد بود. متوسط هتروزیس بیان شده توسط ۱۲ هیبرید مورد مطالعه برای صفت تعداد روز تا رسیدگی بر پایه میانگین والدین و والد برتر به ترتیب معادل ۰/۵- و ۱/۰- درصد می‌باشد. بیشترین هتروزیس نسبی و والد برتر معنی‌دار برای این صفات به هیبرید $H_{PI40100\times PI40099}$ تعلق داشت. بدین ترتیب می‌توان اظهار نمود که وجود هتروزیس منفی در صفات فنولوژیک بیانگر وجود کاهش در تعداد روز تا خوشه‌دهی، گرده‌افشانی و رسیدگی در هیبریدهای F_1 نسبت به ارقام والدینی بوده و این هیبریدها از والدین خود زودرس‌تر می‌باشند. باربوزا و همکاران (۲) در مطالعه برآورد هتروزیس در گندم مشاهده نمودند که صفت تعداد روز تا خوشه‌دهی در سه سال متوالی دارای هتروزیس نسبی و والد برتر معادل ۲- و ۵- درصد در سال اول، ۱- و ۲- درصد در سال دوم و ۲- و ۵- درصد در سال سوم بوده است. کوربلینی و همکاران (۱۱) با مطالعه هتروزیس در گندم و با اندازه گیری صفات زراعی بیان داشتند که صفت تعداد روز تا خوشه دهی دارای هتروزیس نسبی معادل ۰/۷-، ۱/۵- و ۲/۳- درصد و هتروزیس نسبت به والد برتر معادل ۲/۳-، ۲/۴- و ۲/۶- درصد بوده و به طور میانگین هیبریدهای F_1 زودرس‌تر از والدین خود می‌باشد. بیتزر و فو (۴) در مطالعه تعیین هتروزیس در هیبریدهای به دست آمده از تلاقی والدین گندم قرمز نرم زمستانه مشاهده کردند که فقط یک هیبرید به طور معنی‌داری زودرس‌تر از والد زودرس بود و روز تا خوشه‌دهی کمتری نسبت به میانگین والدین داشت.

هیبریدهای F_1 مورد بررسی به طور میانگین بلندتر از

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ۲۳ ژنوتیپ (۱۱ والد و ۱۲ هیبرید) گندم دوروم مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	روز تا ۵۰٪ خوشه‌دهی	روز تا ۵۰٪ گرده‌افشانی	روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته	طول سنبله	تعداد سنبله	تعداد دانه در خوشه	وزن دانه	وزن هزاردانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
		میانگین				مربعات							
والد و هیبریدها	۲۲	۵۵/۳**	۱۵/۹**	۶/۴**	۴۴۱/۶**	۹/۳**	۴۰۴۵/۱**	۱۳۹/۱**	۰/۴**	۶۲/۶**	۳۳/۶**	۵/۵**	۶۴/۴**
والدها	۱۰	۶۲/۰**	۲۹**	۱۰/۹**	۷۹۸/۷**	۱۵/۹**	۵۴۳۴**	۱۵۴/۶**	۰/۴**	۸۵/۲**	۱۵/۹**	۲/۷**	۶۵/۷**
هیبریدها	۱۱	۱۶/۹**	۲/۴**	۲/۴**	۱۵۳/۳**	۳/۳**	۲۹۲۱/۹**	۱۰۴/۱**	۰/۳**	۴۱/۸**	۵۱/۷**	۸/۶**	۶۴/۹**
والد در برابر تلاقی هیبرید	۱	۴۶۵/۱**	۳۳/۲**	۴/۹**	۴۱/۶**	۹/۹**	۲۵۱۰/۷**	۳۷۰/۵**	۰/۵**	۶۶/۵**	۱۱/۸**	۰/۰۱	۴۴/۳**
خطا	۴۴	۱/۳۱	۰/۸۷	۰/۷۵	۹/۴۲	۰/۴۴	۵۲۰/۱۱	۳۸/۹۶	۰/۰۱	۱۳/۵۴	۱/۸۹	۰/۲۱	۴/۵۱

** : معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۳. میانگین کل والدین و هیبریدهای F_1 از لحاظ ۱۲ صفت زراعی مورد مطالعه

		(F_1)	F_1- P	(s.e)
۵۰٪ خوشه‌دهی	۶/	۱۶۴/۸	-۴/۸	۱/
روز تا ٪	۱۷۹/۰	۱۷۷/۶	-۱/۴	۰/۹۶
روز تا	۲۱۵/۵	۲۱۴/۹	-۰/۶	۰/
ارتفاع بوته (سانتی)	۹۵/۷	۹۷/۲	۱/۵	۵/۳۳
طول سنبله (سانتی)	۱۳/۵	/۳	۰/۸	۰/۷۵
تعداد سنبله در واحد سطح	۱۸۶/۴	۱۹۸/۵	/۱	۱۵/
	۳۴/۵	۳۹/۲	۴/۷	۲/۷۵
وزن دانه در خوشه ( )	۲/۵	۲/۷	۰/۲	۰/
وزن هزار دانه (گرم)	۵۴/۴	۵۶/۳	۱/۹	۱/۹۳
عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	۲۰/۱	۲۱/۰	۰/۹	۱/۳۸
عملکرد دانه (تن در هکتار)	۶/۱	۶/۲	۰/۱	۰/۵۶
شاخص برداشت (درصد)	۲۹/۰	۳۰/۶	۱/۶	۱/۹۳

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. درصد هتروزیس نسبت به میانگین والدین (MPH) و والد برتر (BPH) در ۱۲ هیبرید F_1 برای ۱۲ صفت زراعی مورد مطالعه

نام هیبرید	روز تا ۵٪		٪				( )		(سانتی)	
	MPH	BPH	MPH	BPH	MPH	BPH	MPH	BPH	MPH	BPH
$H_{Altar84/Ald\times Mexi75/Vic}$	-۰/۶	-۲/۰	-۰/۱	-۰/۵	-۰/۳	-۰/۵	۱۳/۲**	۱۱/۴	۱۱/۲	۱۰/۴	۱۵/۷	/۵
$H_{Altar84/Ald\times Chahba88}$	-۰/۴	-۰/۶	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۳	۸/۵*	۶/۴**	۵/۵**	۲/۶**	۱۳/۷	۹/۹**
$H_{PI40100\times PI40099}$	-۵/۴**	-۸/۳**	-۳/۰**	-۴/۸**	-۱/۶*	-۲/۱**	۷/۵*	-۴/۸**	۷/۵**	-۳/۷**	۱۰/۸	۷/۰*
$H_{Rascon39\times Mexi75/Vic}$	-۲/۴**	-۴/۱**	-۰/۲	-۰/۵	-۰/۴	-۱/۲**	۱۰/۱**	۱/۷	۵/۵**	۱/۱**	۹/۷	۸/۳*
$H_{Eupoda6\times Chahba88}$	-۴/۱**	-۴/۹**	-۱/۷**	-۱/۷**	-۱/۳*	-۱/۸**	۸/۵*	۵/۵**	۳/۷**	۳/۰**	۴/۱	-۶/۸
$H_{45063Karaj\times Mexi75/Vic}$	-۰/۶	-۲/۶**	-۰/۲	-۰/۵	-۰/۱	-۱/۱**	۱۰/۵**	۷/۳**	۸/۸**	۶/۷**	۱۶/۵	۱۰/۶**
$H_{Odin12\times Chahba88}$	-۳/۳**	-۳/۳**	-۰/۲	-۰/۵	-۰/۱	-۰/۶*	۵/۲	۳/۸*	۴/۸**	-۲/۴**	۶/۱	۲/۷
$H_{Odin12\times Mexi75/Vic}$	-۱/۰	-۳/۳**	۰/۰	-۰/۳	-۱/۱	-۱/۴**	۸/۷**	۰/۷	۵/۹**	۲/۴**	۸/۸	۱/۳
$H_{Buchen7\times Chahba88}$	-۳/۲**	-۳/۳**	-۰/۱	-۰/۹*	-۰/۴	-۰/۸**	۱۰/۴**	-۸/۲**	۷/۵**	-۱/۴**	۴/۲	-۱/۴
$H_{Altar84/Aos\times Chahba88}$	-۳/۰**	-۳/۹**	-۰/۴	-۰/۹*	-۰/۳	-۰/۶*	۱۲/۰**	۸/۹**	۶/۷**	-۳/۵**	۴/۷	-۵/۱
$H_{45063Karaj\times Chahba88}$	-۰/۴	-۰/۸*	-۰/۸	-۱/۱**	-۰/۳	-۰/۳	۲/۰	-۸/۲**	۵/۴**	-۹/۰**	۷/۶	-۴/۰
$H_{Eupoda6\times Mexi75/Vic}$	-۱/۸*	-۴/۱**	-۰/۴	-۱/۳**	-۰/۲	-۱/۱**	۱۵/۲**	۱۲/۵**	۱۳/۳**	۱۲/۳**	۳/۳	-۴/۹
میانگین	-۲/۲	-۳/۴	-۰/۶	-۱/۱	-۰/۵	-۱/۰	۹/۳	۳/۱	۷/۲	۱/۵	۸/۸	۲/۳

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

ادامه جدول ۴

نام هیبرید	تعداد دانه در خوشه		وزن دانه در خوشه (گرم)		وزن هزار دانه (گرم)		عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)		عملکرد دانه (تن در هکتار)		شاخص برداشت (درصد)	
	MPH	BPH	MPH	BPH	MPH	BPH	MPH	BPH	MPH	BPH	MPH	BPH
$H_{Altar84/Ald\times Mexi75/Vic}$	۲/۱	-۹/۸**	۰/۸**	-۷/۳**	۴/۶	-۳/۷**	۲۲/۶**	۱۶/۳	۷/۴	۰/۴**	۱۲/۳**	۱۱/۷
$H_{Altar84/Ald\times Chahba88}$	۹/۳	۸/۰**	۸/۹**	۷/۴**	۱۲/۱**	۶/۹**	۷/۶**	-۹/۳**	۱۳/۲**	۱۲/۴**	۱۴/۰**	۱۰/۶**
$H_{PI40100\times PI40099}$	۰/۶	-۵/۲**	۱/۷**	-۴/۵**	۲/۱	-۴/۱	۸/۳**	-۸/۶**	۰/۳	-۱/۴**	۰/۴	-۹/۷**
$H_{Rascon39\times Mexi75/Vic}$	۱/۳	-۵/۸**	۱/۱**	-۱/۱**	۰/۴	-۴/۶**	۴/۸*	-۶/۴**	۷/۱**	-۸/۶**	۷/۵*	-۲/۳**
$H_{Eupoda6\times Chahba88}$	۲/۷	-۱۱/۴**	۴/۷**	-۱/۲**	۷/۴**	۴/۱**	۷/۹**	۰/۹**	۴/۶**	-۱۱/۱**	۴/۲*	۳/۷**
$H_{45063Karaj\times Mexi75/Vic}$	۲/۵	-۱۱/۸**	۲/۸**	-۶/۷**	۰/۸	-۰/۹	۱۲/۳**	۱۰/۶**	۸/۱**	-۲/۷**	۳/۶*	-۴/۹**
$H_{Odin12\times Chahba88}$	۰/۸	-۳/۹*	۳/۲**	-۷/۰**	۰/۷	-۶/۱**	۳/۵*	-۲/۱**	۴/۰**	-۹/۱**	۱/۸	-۵/۵**
$H_{Odin12\times Mexi75/Vic}$	۰/۷	-۵/۶**	۲/۹**	-۷/۱**	۵/۷**	-۶/۴**	۱۴/۱**	۱۱/۸**	۱/۱**	-۱۳/۰**	۱۵/۰**	۱۱/۳**
$H_{Buchen7\times Chahba88}$	۷/۸	۷/۳**	۹/۸**	۷/۶**	۸/۶**	۵/۸**	۸/۴**	۷/۳**	۱۲/۶**	۱۱/۷**	۹/۶**	۷/۰**
$H_{Altar84/Aos\times Chahba88}$	۰/۱	-۱/۷	۱/۷**	-۲/۹**	۸/۰**	۵/۷**	۶/۰*	-۹/۶**	۰/۶	-۸/۸**	۴/۲*	۰/۹
$H_{45063Karaj\times Chahba88}$	۱/۴	-۸/۹**	۱/۹**	-۲/۸**	۴/۴	-۳/۰**	۸/۹**	۷/۰**	۰/۷*	-۸/۶**	۲/۱	-۲/۲**
$H_{Eupoda6\times Mexi75/Vic}$	۷/۴	۴/۱*	۶/۳**	۴/۹**	۱۳/۰**	۹/۸**	۱۵/۹**	۱۲/۹**	۱۰/۱**	۹/۱**	۱۰/۱**	۹/۷**
میانگین	۳/۱	-۳/۷	۳/۸	-۱/۷	۵/۷	۰/۳	۱۰/۱	۲/۶	۵/۸	-۲/۵	۷/۱	۲/۵

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

Archive of SID

www.SID.ir

والدین خود بودند (جـدول ۳). هتـروزیس بـراسـاس میـانگین والدین برای ارتفاع بوته در هیبریدهای مـورد مطالعـه مثبـت بـا متوسطی برابر ۹/۳ درصد بود (جدول ۴). هتروزیس نـسبت بـه والد برتر در این هیبریدها برای صفت ارتفاع دارای متوسط ۳/۱ درصد بود. ارتفاع بوته در هیبریدهای تحت بررسی ۹/۳ درصـد نسبت به ارتفاع میانگین والدین و ۳/۱ درصد نسبت بـه ارتفـاع والد برتر افزایش داشته است. در بین هیبریدهای مـورد مطالعـه هیبریـد $H_{Eupoda6\times Mexi75/Vic}$ و $H_{Altar84/Ald\times Mexi75/Vic}$ دارای بـالاترین درصد هتروزیس مثبت و معنی‌دار نـسبت بـه میـانگین والـدین معادل ۱۵/۲ و ۱۳/۲ بودند. هم‌چنین این دو هیبرید بـا ۱۲/۵٪ و ۱۱/۴٪ بیشترین درصد هتروزیس والد برتر را به خود اختصاص دادند. سینگ (۲۹) در گندم هتروزیس معنی‌داری را برای ارتفاع بوته گزارش کـرد. مالیـک و همکـاران (۲۱) در گنـدم، درصـد هتروزیس برای ارتفاع بوته براساس والـد برتـر را ۱۵/۷ درصـد گزارش کردند. در مطالعه استوبر و همکاران (۳۰) صفت ارتفاع در هیبریدهای F_1 به طور معنی‌داری بیـشتر از متوسـط والـدین بود. گاندی و همکاران (۱۶) در ارائه نتایج حاصل از مطالعه بـا استفاده از ۱۱ تلاقی گنـدم، بـه افـزایش ارتفـاع در هیبریـدهای مورد بررسی به میزان ۲۰/۵ درصد نسبت به والد بلند قامـت‌تـر اشاره داشته‌اند.

طـول سـنبله در هیبریـدهای F_1 بـه طـور متوسـط بلنـدتر از والدینشان بود، به طوری‌که میانگین طول سنبله در کل هیبریدها و والدین به ترتیب ۱۴/۳ و ۱۳/۵ سانتی‌متر بوده اسـت (جـدول ۳). هیبریـدهای $H_{Eupoda6\times Mexi75/Vic}$ و $H_{Altar84/Ald\times Mexi75/Vic}$ بیـشترین درصد هتروزیس نسبت به میانگین والدین (۱۳/۳ و ۱۱/۲ درصد) و هتروزیس نسبت به والد برتـر (۱۲/۳ و ۱۰/۴ درصـد) را بـرای صفت طول سنبله دارا بودند (جـدول ۴). متوسـط هتـروزیس در هیبریدهای مورد بررسـی بـرای صـفت طـول سـنبله بـر اسـاس میانگین والدین و والد برتر به ترتیب برابـر بـا ۷/۲ و ۱/۵ درصـد بود. سینگ (۲۹) در مطالعه‌ای هتـروزیس معنـی‌داری نـسبت بـه میانگین والدین و والد برتر برای این صفت مشاهده کرد. ایکرم و تاناچ (۱۸) میانگین هتروزیس براساس متوسـط والـدین را بـرای طول سنبله ۸ درصد گزارش کردند. گانـدی و همکـاران (۱۶) بـا مطالعه ۱۱ تلاقی گندم، وجود هتروزیس مثبت برای صفت طـول سنبله نسبت به والد برتر را بیان نمودند.

میانگین مقادیر تعداد سنبله در واحد سـطح در هیبریـدهای F_1 مورد بررسی بیشتر از ارزش این صفت در والدینـشان بـوده است. به طوری‌که میانگین کل این صـفت در هیبریـدهای F_1 و والدین به ترتیب برابر ۱۹۸/۵ و ۱۸۶/۴ بوده اسـت (جـدول ۳). صفت تعداد سنبله در واحد سطح هتروزیس معنـی‌داری نـسبت به میانگین والدین نداشت (جدول ۴). با این حـال هیبریـدهای $H_{Altar84/Ald\times Mexi75/Vic}$، $H_{PI40100\times PI40099}$، $H_{Altar84/Ald\times Chahba88}$ و $H_{Rascon39\times Mexi75/Vic}$ تنها هیبریدهایی بودند که برای ایـن صـفت نـسبت بـه والـد برتـر هتـروزیس معنـی‌داری داشـتند. متوسـط هتروزیس نسبی و بر اساس والد برتر این صفت در ۱۲ هیبریـد مـورد مطالعـه ۸/۸ و ۲/۳ درصـد بـود. در مطالعـه یـودین و همکاران (۳۱) تعدادی از هیبریدهای F_1 گندم اسـترالیایی بـرای این صفت هتروزیس نشان دادند. با این حـال بیـشترین درصـد هتروزیس براساس میانگین والدین و والد برتر به ترتیـب ۲۳/۳ و ۲۰/۴ درصد گزارش شد. در مطالعه پالمر (۲۳) صفت تعـداد سنبله در واحد سطح نسبت به والد برتر هتروزیس مثبت نـشان داد ولی این افزایش معنی‌دار نبود. گانـدی و همکـاران (۱۶) بـا استفاده از ۱۱ تلاقی گندم و اندازه‌گیری صفات زراعی دریافتنـد که صفت تعداد سنبله در واحد سطح در هیبریـدهای F_1 نـسبت به والد برتر افزایش معنی‌دار ۱/۶ تا ۵۵/۶ داشته‌اند.

تعداد دانه در خوشه در هیبریدهای F_1 از والدین بیشتر بـود (جدول ۳). تعداد دانه در خوشه به طـور متوسـط در هیبریـدها نـسبت بـه میـانگین والـدین ۳/۱ درصـد افـزایش داشـت ولـی هتروزیس نسبت به والد برتر برای این صفت دارای کاهش ۳/۷ درصدی در هیبریدهای مورد مطالعه بود (جـدول ۴). بیـشترین هتـــروزیس نـــسبی بـــرای ایـــن صـــفت را هیبریـــدهای $H_{Altar84/Ald\times Chahba88}$، $H_{Buchen7\times Chahba88}$ و $H_{Eupoda6\times Mexi75/Vic}$ بـــه ترتیب معـادل ۹/۳، ۷/۸ و ۷/۴ درصـد داشـتند. هـم‌چنـین ایـن هیبریدها بالاترین هتروزیس مثبت و معنـی‌دار نـسبت بـه والـد

Archive of SID

www.SID.ir

برتر را به خود اختصاص دادند. بیتزر و فو (۴) هتروزیس برای تعداد دانه در خوشه بر اساس میانگین والدین را ۵ درصد بیشتر از والد برتر برآورد نمود. یودین و همکاران (۳۱) در تحقیق خود، هتروزیس مثبت و منفی برای این صفت براساس میانگین والدین و والد برتر در هیبریدهای گندم هگزاپلوئید مورد مطالعه مشاهده کردند. در مطالعه بویس (۶) هتروزیس در صفت تعداد دانه در خوشه در هیبریدهای F_1 نسبت به والد برتر ۳۲/۷ درصد برتری داشت. در مطالعه‌ای دیگر (۲۳) صفت تعداد دانه در خوشه نسبت به والد برتر هتروزیس مثبت نشان دادند ولی این افزایش معنی‌دار نبود.

هیبریدهای مورد مطالعه وزن دانه در خوشه بیشتری نسبت به والدین خود تولید کردند (جدول ۳). متوسط هتروزیس براساس میانگین والدین برای صفت وزن دانه در خوشه ۳/۸ درصد و میانگین هتروزیس نسبت به والد برتر ۱/۷- درصد بود. در بین ۱۲ هیبرید مورد مطالعه، هیبرید $H_{Buchen7\times Chahba88}$ بیشترین افزایش (۹/۸ درصد) وزن دانه در خوشه را نسبت به مقدار این صفت در میانگین والدین داشت. وزن دانه در خوشه در این هیبرید ۷/۶ درصد نسبت به وزن دانه در خوشه والد برتر افزایش نشان داد. ایکرم و تاناچ (۱۸) میانگین هتروزیس برای صفت وزن دانه در خوشه براساس میانگین والدین ۵۴ درصد گزارش کردند. در مطالعه بیتزر و فو (۴) برای تعیین هتروزیس در هیبریدهای F_1، یکی از هیبریدها هتروزیس معنی‌داری برای صفت وزن دانه در خوشه نشان داد.

هیبریدهای F_1 این مطالعه به طور متوسط در صفت وزن هزار دانه به میزان ۰/۲ گرم از والدین خود برتری داشتند (جدول ۳). هتروزیس براساس میانگین والدین برای صفت وزن هزار دانه در همه هیبرید مثبت و معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۴). هیبریدهای $H_{Eupoda6\times Mexi75/Vic}$ (۱۳/۰٪)، $H_{Altar84/Ald\times Chahba88}$ (۱۲/۱٪)، $H_{Buchen7\times Chahba88}$ (۸/۶٪) و $H_{Altar84/Aos\times Chahba88}$ (۸/۰٪) بالاترین درصد هتروزیس نسبی معنی‌دار برای این صفت را دارا بودند. علاوه براین بیشترین هتروزیس مثبت و معنی‌دار نسبت به والد برتر برای وزن هزار دانه در هیبریدهای $H_{Eupoda6\times Mexi75/Vic}$، $H_{Altar84/Ald\times Chahba88}$، $H_{Buchen7\times Chahba88}$ و $H_{Altar84/Aos\times Chahba88}$ به ترتیب معادل ۹/۸، ۶/۹، ۵/۸ و ۵/۷ وجود داشت. یودین و همکاران (۳۱) در گزارش خود وزن ۵۰۰ دانه را به عنوان تنها جزء از اجزاء عملکرد که دارای هتروزیس مثبت براساس میانگین والدین و والد برتر در همه هیبریدها بود، معرفی کردند. هتروزیس نسبت به میانگین والدین برای این صفت دامنه‌ای از ۴/۲ تا ۱۴/۸ درصد و بر اساس والد برتر دامنه‌ای از ۰/۶ تا ۸/۵ درصد داشت. پالمر (۲۳) نیز در پژوهش خود افزایش معنی‌دار صفت وزن هزار دانه در هیبریدهای F_1 را نسبت به والد برتر مشاهده کرد.

در صفت عملکرد بیولوژیک بین میانگین والدین و هیبریدها تفاوت وجود داشت. در کل هیبریدها در این صفت به میزان ۰/۹ تن در هکتار از والدین خود برتر بودند (جدول ۳). عملکرد بیولوژیک دارای هتروزیس مثبت و منفی معنی‌داری در هیبریدهای مورد مطالعه بود (جدول۴). متوسط هتروزیس نسبت به میانگین والدین و والد برتر برای این صفت به ترتیب ۱۰/۱ و ۲/۶ درصد بود که این نشان‌دهنده افزایش ۱۰/۱ درصدی عملکرد بیولوژیک در هیبریدها نسبت به میانگین والدین و افزایش ۲/۶ درصدی این صفت نسبت به عملکرد بیولوژیک والد برتر بوده است. هیبریدهای $H_{Altar84/Ald\times Mexi75/Vic}$ و $H_{Eupoda6\times Mexi75/Vic}$ بیشترین درصد هتروزیس نسبت به میانگین والدین (۲۲/۶ و ۱۵/۹ درصد) و هتروزیس نسبت به والد برتر (۱۶/۳ و ۱۲/۹ درصد) را برای صفت عملکرد بیولوژیک دارا بودند.

متوسط عملکرد دانه در کل هیبریدها و والدین به ترتیب ۶/۲ و ۶/۱ تن در هکتار بود. بنابر این هیبریدها به طور میانگین معادل ۰/۱ تن در هکتار از والدین خود عملکرد دانهٔ بیشتری تولید کردند (جدول ۳). با این وجود برای صفت عملکرد دانه از لحاظ میزان هتروزیس در بین هیبریدها تنوع قابل ملاحظه‌ای مشاهده شد (جدول ۴). دلیل این امر وجود اثرات مثبت و منفی هتروزیس مشاهده شده در هیبریدهای مورد مطالعه بوده است. هتروزیس نسبت به میانگین والدین برای این صفت در دامنه‌ای

Archive of SID

www.SID.ir

بین ۱۳/۲ درصد متعلـق بـه هیبریـد $H_{Altar84/Ald\times Chahba88}$ تـا ۰/۳ درصد در هیبریـد $H_{PI40100\times PI40099}$ متغیـر بـود و دارای میـانگین ۵/۸ درصد بود. متوسط عملکرد دانه در هیبریدها به میـزان ۲/۵ درصد نسبت به میزان این صـفت در والـد برتـر کـاهش و ۵/۸ درصد نسبت به میانگین این صفت در والدین افزایش نشان داد. هیبریـــــــــــدهای $H_{Altar84/Ald\times Chahba88}$، $H_{Buchen7\times Chahba88}$ و $H_{Eupoda6\times Mexi75/Vic}$ با ۱۲/۴، ۱۱/۷ و ۹/۱ درصد بالاترین مقـادیر هتروزیس نسبت به والد برتر برای صفت عملکرد دانه داشـتند. شارما و همکاران (۲۵) نسبت به برآورد هتـروزیس در تعـدادی از ارقام و لاین‌های گندم دوروم اقـدام نمـوده و هتروزیـسی بـا دامنه ۱۰ و ۶۸/۸ درصد را در تلاقی‌هـای مـورد بررسـی بـرای عملکرد دانه گزارش نمودند.

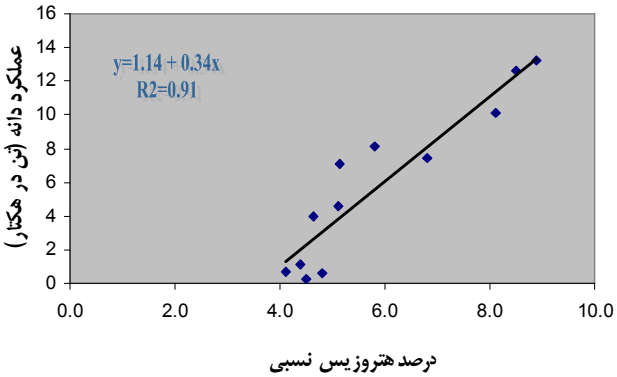
شابسکی (۲۶) هتروزیس مثبت ۳۰ تـا ۵۰ درصـدی نـسبت به والد برتر را برای عملکرد دانه هیبریـدهای F_1 در گنـدم نـان گزارش نمود. کرجان و بوش (۱۲) ۵ تا ۵۸ درصـد افـزایش در عملکرد دانه را نسبت به میانگین والدین در گندم نـان مـشاهده کردنـد. یـودین و همکـاران (۳۱) در بررسـی هتـروزیس در هیبریدهای F_1 گندم استرالیایی، بیشترین درصد هتروزیس بـرای عملکرد دانه نسبت به میانگین والدین و والد برتر را بـه ترتیـب ۳۱/۵ و ۲۶/۸ درصـد گـزارش کردنـد. بریجـل و همکـاران بـا مطالعه هتروزیس در هیبرید گندم‌هـای بهـاره (۸) و پـاییزه (۹) گزارش کردند که عملکرد دانه در هیبریدهای F_1 نسبت به والـد برتر ۸۴ درصد افزایش داشته است. گاوالی و همکاران (۱۷) بـا مطالعه بر روی هتروزیس عملکرد دانه در هیبریدهای به دسـت آمده از تلاقی واریته‌های مختلـف گنـدم نـان بیـان داشـتند کـه میانگین عملکرد دانه در هیبریـدهای مـورد مطالعـه ۲۴ درصـد بیشتر از والد برتر در هر تلاقـی مـی‌باشـد. بیتـزر و فـو (۴) در مطالعه تعیین هتروزیس در هیبریدهای به دست آمـده از تلاقـی گندم قرمز نرم زمـستانه، افـزایش ۹/۷ درصـدی عملکـرد دانـه هیبریدها نسبت به والد برتر و ۱۷/۴ درصدی ایـن صـفت را در هیبریدها نسبت به میانگین عملکرد والـدین بـرآورد کردنـد. در یک آزمایش طراحی شده برای ارزیابی ظرفیـت هیبریـدهای F_1 در تلاقی بین واریتـه‌ای، هیبریـدها افزایـشی بـا دامنـه ۴ تـا ۳۲ درصد در صـفت عملکـرد نـسبت بـه میـانگین ایـن صـفت در والدین داشتند، هم‌چنین افزایش عملکرد نـسبت بـه والـد برتـر معادل ۱۰ درصد بود (۱۵). سـیکا و همکـاران (۲۷) هتـروزیس مثبت برای صفت عملکرد دانه را در آزمایش خود شاهد بودند. لوپتن (۲۰) متوسط هتـروزیس بـرای صـفت عملکـرد دانـه در هیبریدهای F_1 را نسبت به والد برتر ۴۴ درصـد گـزارش نمـود. در مطالعه پالمر (۲۳) صـفت عملکـرد دانـه در هیبریـدهای F_1 ۳۱/۶ درصد نسبت به والد برتر افزایش معنی‌داری داشت.

به‌منظور پی بردن به رابطه بین هتروزیس یا بنیه هیبریـد نـسل F_1 و عملکرد دانه، رگرسیون خطی هتروزیس نسبی و هتـروزیس والد برتر با عملکرد دانه با استفاده از نتایج هیبریـدهای F_1 انجـام گرفت و نمودار، ضریب تبیـین و معادلـه رگرسـیون بـرآورد شـد (شکل‌های ۱و۲). مقدار ضریب تبیـین هتـروزیس نـسبی و والـد برتر بسیار معنی‌دار و به ترتیب برابر با ۰/۸۱ و ۰/۸۹ بود. با توجه به رابطه قوی هتـروزیس نـسبی و والـد برتـر (بـه عنـوان متغیـر مـستقل) بـا عملکـرد دانـه در هیبریـدهای F_1 (بـه عنـوان متغیـر وابسته)، از معادله‌های رگرسیون به دست آمده بـرای پـیش بینـی مقدار عملکـرد دانـه بـا اسـتفاده از معیـار هتـروزیس در شـرایط مزرعه‌ای موجود می‌توان استفاده کرد. بدین‌ترتیب می‌تـوان اظهـار داشت که مقدار عملکرد دانه در هیبریـدهای F_1 بـه ازای افـزایش هر یک درصد هتـروزیس نـسبی بـه میـزان ۰/۳۴ تـن در هکتـار افزایش یافته است. ضمن اینکه مقدار عملکـرد دانـه نـسل F_1 بـه ازای افزایش هر یک درصد هتروزیس والد برتر معادل ۰/۱۷ تـن در هکتار افزایش داشته است.

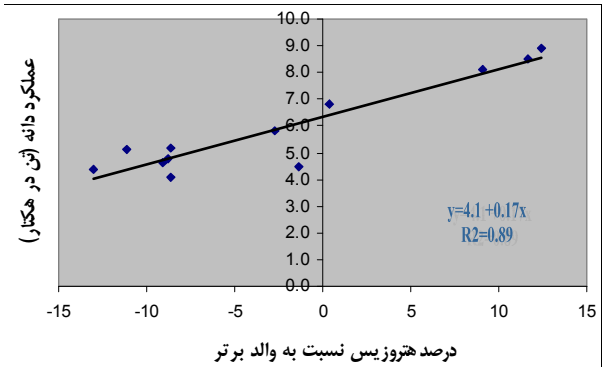
میانگین درصد شاخص برداشت در کل هیبریدها و والـدین بـه ترتیـب ۳۰/۶ و ۲۹/۰ درصـد بـود (جـدول ۳). شـاخص برداشت برای هیبریدهای مختلف مقادیر متفـاوت هتـروزیس را نشان داد (جدول ۴). صفت شاخص برداشـت در هیبریـدهـای مورد مطالعه به میزان ۷/۱ درصد نسبت به مقدار این صـفت در میانگین والدین و به میزان ۲/۵ درصـد نـسبت بـه مقـدار آن در والد برتر افزایش داشت. هتروزیس نسبت به میانگین والدین در

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. رابطه بین عملکرد دانه (تن در هکتار) و هتروزیس نسبی (٪) در هیبریدهای F_1 گندم دوروم.



شکل ۲. رابطه بین عملکرد دانه (تن در هکتار) و هتروزیس نسبت به والد برتر (٪) در هیبریدهای F_1 گندم دوروم

هیبریدهای $H_{Odin12\times Mexi75/Vic}$ و $H_{Altar84/Ald\times Chahba88}$ بالاترین ارزش را داشت. بیشترین هتروزیس معنی‌دار برای این صفت نسبت به والد برتر نیز به این دو هیبرید تعلق گرفت. در مطالعه یودین و همکاران (۳۱) هتروزیس برای صفت شاخص برداشت بر اساس میانگین والدین و والد برتر به ترتیب ۵ و ۱/۷ درصد مشاهده شد.

ایکرم و تاناچ (۱۸) در مطالعه عملکرد دانه و برخی صفات گندم دوروم میزان هتروزیس براساس میانگین والدین را برای ارتفاع بوته ۲۰، طول سنبله ۸۰، وزن دانه در خوشه ۵۰، تعداد دانه در خوشه ۳۰، وزن هزار دانه ۳۰ و عملکرد دانه ۸۰ درصد گزارش کردند. سینگ و بهل (۲۸) در مطالعه برخی صفات زراعی و مورفولوژیک در گندم نان دامنه درصد هتروزیس براساس میانگین والدین را برای صفات تعداد پنجه از ۱۶/۷ تا ۳۰/۲- درصد، تعداد دانه در خوشه از ۱۳/۸- تا ۳۱/۲ درصد، وزن هزار دانه از ۵/۴- تا ۱۳/۲ درصد و عملکرد دانه از ۳۱/۹- تا ۵۶/۴ درصد برآورد کردند. کوربلینی و همکاران (۱۱) در بررسی تنوع ژنتیکی در گندم نان و ارتباط آن با بنیه هیبرید F_1 به محاسبه هتروزیس نسبی و هتروزیس نسبت به والد برتر اقدام کردند. آنها میانگین هتروزیس نسبی را برای صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد روز تا خوشه‌دهی و ارتفاع بوته به ترتیب ۳/۵، ۵/۲، ۰/۷- و ۸/۱ درصد گزارش کردند. آنها هم‌چنین مقادیر ۱۵/۱، ۱۷/۸، ۲/۳-، ۱/۵- و ۳/۸ درصد را برای حداکثر مقدار هتروزیس نسبت به والد برتر صفات ذکر شده ارائه نمودند.

این مطالعه با استفاده از نتایج آزمایش قبلی (دو سال) ارزیابی تنوع ژنتیکی براساس صفات زراعی و مورفولوژیک اقدام به گزینش والدین برتر از لحاظ فاصله ژنتیکی بیشتر کرد و سپس اقدام به ایجاد هیبرید از ارقام والدی گزینش یافته کرد، و نتایج حاصل نشان داد که فاصله ژنتیکی نشاندهنده میزان هتروزیس در تلاقی‌ها نبوده است. این نتایج در هماهنگی با گزارش فابریاز و همکاران (۱۵) بود که با مطالعه فاصله ژنتیکی تعداد زیادی ژنوتیپ و تلاقی‌های حاصل از آنها نشان دادند اگرچه هتروزیس از ترکیب والدینی با فاصله ژنتیکی بیشتر مورد انتظار می‌باشد، اما فاصله ژنتیکی برآورد شده بین والدین نشان‌دهنده میزان هتروزیس و ترکیب هیبریدی برتر نبوده است (۱۵).

نتیجه‌گیری

هتروزیس در یک هیبرید ممکن است فقط در یکی از صفات ارتفاع گیاه، رسیدگی، تعداد خوشه در گیاه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و هر کدام از صفات زراعی و مورفولوژیک دیگر و یا به‌طور هم‌زمان در چندین صفت بروز کند. نتایج این آزمایش نشان داد که هیبریدهای $H_{PI40100\times PI40099}$ و $H_{Eupoda6\times Chahba88}$ به طور معنی‌داری از نظر رسیدگی و زودرس بودن بالاترین هتروزیس را داشته‌اند. هیبریدهای

Archive of SID
www.SID.ir

$H_{Eupoda6\times Mexi75/Vic}$، $H_{Altar84/Ald\times Mexi75/Vic}$، $H_{Altar84/Aos\times Chahba88}$ و $H_{45063Karaj\times Mexi75/Vic}$ از نظر صفات ارتفاع گیـاه و طـول سـنبله بیشترین هتروزیس را بـه خـود اختـصاص داده‌انـد. هـم‌چنـین هیبریـــــــــدهای $H_{Altar84/Ald\times Mexi75/Vic}$، $H_{Eupoda6\times Mexi75/Vic}$ و $H_{Odin12\times Mexi75/Vic}$، $H_{45063Karaj\times Mexi75/Vic}$ در صفات عملکرد بیولوژیـک و اجزاء آن حداکثر هتروریس معنی‌دار را دارا بودنـد. عـلاوه بـر ایـن بیشترین هتروزیس از نظر صفات عملکرد دانـه و اجـزاء عملکـرد در بـین ۱۲ هیبریـد مـورد بررسـی بـه هیبریـدهای $H_{Altar84/Ald\times Chahba88}$، $H_{Buchen7\times Chahba88}$ و $H_{Eupoda6\times Mexi75/Vic}$ تعلق گرفت.

از آنجایی‌که هتروزیس از ترکیب والدینی خاصی بـه دسـت می‌آید، لزوماً فاصله ژنتیکی برآورد شده بین والدین نشان‌دهنـده ترکیب هیبریدی برتر نمی‌باشد (۱۵). به‌طوری‌که مطالعه حاضـر با استفاده از نتایج آزمایش قبلی (دو سال) ارزیابی تنوع ژنتیکـی براساس صفات زراعی و مورفولوژیک اقدام به گزینش والـدین برتر از لحاظ فاصله ژنتیکی بیشتر کرد و در نهایت بـه‌کـارگیری ارقام والدی گزینش یافته در ایجاد هیبرید نتیجه‌گیری فابریـاز و همکاران (۱۵) را مورد تأیید قرار داد.

نتایج نشان داد ارقام والدینی دارای توانایی و پتانسیل کـافی بـرای تولیـد هیبریـدهای بـا عملکـرد مطلـوب عبـارت‌انـد از: ژنوتیپ‌های Eupoda6، Odin12، Altar84/Ald و 45063Karaj در تلاقی با ژنوتیپ Mexi75/Vic و هم‌چنین ارقام Buchen7 و Altar84/Ald در تلاقی با ژنوتیپ Chahba88.

منابع مورد استفاده

1. Abaye, A.O., D.E. Brann, M.M. Alley and C.A. Griffey. 1997. Winter durum wheat: Do we have all the answer? Crop Soil Env. Sci. Pub. 424- 802.
2. Barbosa- Neto, J.F., M.E. Sorrells and G. Cisar. 1996. Prediction of heterosis in wheat using coefficient of parentage and RFLP- based estimates of genetic relationship. Genome 39: 1142- 1149.
3. Bitzer, M.J. and W.E. Nyquist. 1982. Hybrid vigor and combining ability in a high- low yielding, eight- parent diallel cross of soft red winter wheat. Crop Sci. 22: 1126- 1129.
4. Bitzer M.J.and S.H. Fu. 1972. Heterosis and combining ability in southern soft red winter wheats. Crop Sci. 12: 35-37.
5. Borlaug, N.E. 1983. Contribution of conventional plant breeding to food production. Science 219: 689- 693.
6. Boyce, S.W. 1948. A note on heterosis in a *Triticum vulgare* cross. New Zealand J. Sci. Technol. 30: 23.
7. Briggle, L.W. 1963. Heterosis in wheat. Crop Sci. 3: 407- 412.
8. Briggle, L.W., E.L. Cox and R.M. Hayes. 1967. Performance of a spring wheat hybrid, F_2, F_3 and parent varieties at five population levels. Crop Sci. 7: 465- 470.
9. Briggle, L.W., H.D. Peterson and R.M. Hayes.1967. Performance of a winter wheat hybrid, F_2, F3 and parent varieties at five population levels. Crop Sci. 7: 485- 490.
10. Cho, Y.S. and J.H. Chang. 1958. Increasing the vitality of wheat by intervarietal crossing. Plant Breed. 27: 484- 485.
11. Corbellini, M., M. Perenzin, M. Accerbi, P. Vaccino and B. Borghi. 2002. Genetic diversity in bread wheat, as revealed by coefficient of parentage and molecular markers, and its relationship to hybrid performance. Euphytica 123: 273- 285.
12. Cregan, P.B. and R.H. Busch. 1978. Heterosis, inbreeding and line performance in crosses of adapted spring wheats. Crop Sci. 18: 247- 251.
13. Edwards, I.B. 2001. Hybrid Wheat. PP. 1017- 1045. *In*: A. P. Bonjean and W. J. Angus (Eds.), The World Wheat Book, a History of Wheat Breeding, Lavoisier Pub. Inc., Paris.
14. Fabriani, G. and C. Lintas. 1988. Durum Wheat: Chemistry and Technology, American Association of Cereal Chemists Inc.
15. Fabrizius, M. A., H. Busch, K. Khan and L. Huckle. 1998. Genetic diversity and heterosis of spring wheat crosses. Crop Sci. 38:1108–1112.
16. Gandhi, S.M., T. Uma Menon, P.D. Bhargava and M.P. Bhatnagar. 1961. Studies on hybrid vigour in wheat. Indian J. Genet. Plant Breed. 21: 1- 10.
17. Gyawali, K.K., C.O. Qualset and W.T. Yamazaki. 1968. Estimates of heterosis and combining ability in winter wheat. Crop Sci. 8: 322- 324.
18. Ikram, U.H. and L. Tanach. 1991. Diallel analysis of grain yield and other agronomic traits in durum wheat. Rachis 10: 8- 13.
19. Kearsey, M.J. and H.S. Pooni. 1996. The Genetical Analysis of Quantitative Traits. Chapman and Hall Press., UK.

Archive of SID

www.SID.ir

20. Lupton, F.G. 1961. Studies in the breeding of self- pollinated cereals. III. Further studies in cross predictions, Euphytica 10: 209- 224.
21. Malik, A.J., S.M. Sheedi and M.M. Rajpur. 1981. Heterosis in wheat (*Triticum aestivum* L.). Wheat Inf. Ser. 53: 25- 29.
22. Matuz J. and B. Beke. 1996. Inheritance of quality traits in two durum wheat (*Triticum durum* Desf) crosses. Cereal Res. Commun. 24: 203-210.
23. Palmer, T.P. 1952. Population and selection studies in a *Triticum* cross. Heredity 6: 171- 185.
24. Poliscuk, V.K. 1958. Promoting the resistance of winter wheat to different diseases by means of intravarietal and intervarietal crossing. Plant Breed. 28: 489.
25. Sharma, S.N., M.S. Mann, R.S. Sain. 2004. Heterosis in durum wheat (*Triticum turgidum* var. durum). SABRAO J. Breed. Genet. 36: 127-130
26. Shebeski, L.H. 1966. Quality and yield studies in hybrid wheat (*Triticum aestivum* L.). Can. J. Genet. Cytol. 8: 375- 386.
27. Sikka, S.M., K.B.L. Jain and K.S. Parmar. 1959. Evaluation of the potentialities of wheat crosses based on mean parental and early generation values. Indian J. Gent. Plant. Breed. 19: 150- 170.
28. Singh, I. and R.K. Behl. 1991. Genetic divergence in some wheat strains and their hybrids. Wheat. Inf. Ser. 72: 42- 45.
29. Singh, S.K. 2003. Cluster analysis for heterosis in wheat (*Triticum aestivum* L.), Indian J. Genet. 63: 249- 250.
30. Stuber, C.W., V.A. Johnson and J.W. Schmidt. 1962. Grain protein content and its relationship to other plant and seed characters in the parents and progeny of a cross of *Triticum aestivum* L., Crop Sci. 2: 506- 509.
31. Uddin, M.N., F.W. Ellison, L. O′Brien and B.D.H. Latter. 1992. Heterosis in F_1 hybrids derived from crosses of adapted Australian wheats. Aust. J. Agric. Res. 43: 907- 919.

Archive of SID

www.SID.ir