Archive of SID

پژوهش و سازندگی
در
زراعت و باغبانی شماره ۷۹، تابستان ۱۳۸۷

تغییرات ژنتیکی در میزان عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن در ارقام جو (*Hordeum vulgare* L.) اصلاح شده

• **سیدحمید رضا رمضانی**
دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه شیراز و محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی
• **محمد تقی آساد**
استاد بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
تاریخ دریافت: تیرماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: مهر ماه ۱۳۸۶
Email: hrramazani@hotmail.com

چکیده

به منظور بررسی میزان بهبود ژنتیکی ارقام جو بومی و خارجی معرفی شده در ایران، ۱۰ رقم جو شش ردیفه که طی سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۳۵ بیشترین سطح زیر کشت را داشته‌اند، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با تکرار در سه منطقه باجگاه، کوشکک(در استان فارس) و بیرجند(استان خراسان جنوبی) مورد ارزیابی قرار گرفتند. در هر منطقه آبیاری به صورت مطلوب انجام گرفت. عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و میزان خوابیدگی اندازه گیری شد. تغییرات ژنتیکی صفات مختلف ارقام برحسب زمان نسبت به رقم شیرین(شاهد) اندازه‌گیری شد. ضرایب همبستگی پیرسون نیز محاسبه شد. ارتفاع ساقه اصلی با سال معرفی ارقام همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار داشت و خوابیدگی ارقام در طی این سال‌ها کاهش نشان داد. براساس تجزیه رگرسیون خطی، میزان افزایش سالیانه عملکرد دانه در طی این دوران به میزان ۲۳/۷۵ کیلوگرم در هکتار بوده است. در طی این دوره شاخص برداشت صفت مهمی‌در افزایش عملکرد دانه بوده و افزایش عملکرد به علت افزایش شاخص برداشت بوده است. در مجموع تعداد دانه در متر مربع با افزایش عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. ارقام جدید دارای دوره پر شدن دانه طولانی‌تری بودند. همبستگی بین عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه با سال معرفی معنی‌دار نشد.

کلمات کلیدی: تغییرات ژنتیکی، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، خوابیدگی، ارتفاع بوته، شاخص برداشت

www.SID.ir

Archive of SID

Pajouhesh & Sazandegi No:79 pp: 2-9

Genetic changes in grain yield and associated traits in improved barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars

By: M. Taghi Assad , Prof. of Plant Breed. College of Agric., Shiraz Univ., Shiraz, Iran

S. H. R. Ramazani, Previous Grad. Student of Plant Breed. College of Agric., Shiraz Univ., and Researcher in Center of Agricultural and Natural Resources Researches of South Khorasan, Birjand, Iran.

To evaluate the genetic changes in local and exotic barley cultivars in Iran, 10 cultivars that were grown widely between 1956-1998, were used in a complete block design with three replication in three locations (Badjgah and Kushkak in Fars, and Birjand in Southern Khorasan) during 2001-2002 growing season. Biological yield, grain yield, harvest index, spike number per m^2, number of seeds per spike, 1000- grain weight, days to flowering and physiological maturity, and lodging were recorded. Genetic changes in cultivars relative to Shirin (the oldest cultivar as check), for all characters were calculated. Results indicated that main stem height was negatively and significantly correlated with the year of release. Lodging was decreased in modern cultivars. Based on linear regression analysis, the average of annual increase of grain yield in this period was 23.75 kg ha^{-1}. Harvest index was a significant trait during this period and increase in grain yield was due to increase in harvest index. In general, number of grain/m^2 was positive and significant associated with increased yield. Modern cultivars had longer grain-filling duration. The correlation coefficients between biological yield and 1000-grain weight with year of release were not significant.

Key words: Genetic changes, Grain yield, Biological yield, Yield components, Lodging, Plant height, 6- row barley, Harvest index

مقدمه

از دهه ۷۰ تا ۹۰ قرن گذشته عملکرد جو در کشورهای در حال توسعه سالیانه به میزان ۱ درصد افزایش داشته است و طی پیش‌بینی‌های آینده این نسبت تا سال ۲۰۱۰ به میزان ۱/۸ درصد در سال خواهد رسید (۲). سهم عمده‌ای از افزایش عملکرد به علت مدیریت صحیح زراعی، روش‌های کاشت مطلوب، تاریخ کاشت مناسب، استفاده از آفت‌کش‌ها، تنظیم کننده‌های رشد و کودهای نیتروژن و بخشی از آن نیز به علت استفاده از ارقام جدید بوده است (۱۲). به طور کلی این افزایش عملکرد را می‌توان به سه دلیل ربط داد(۱۰) که عبارتند از: ۱) افزایش عملکرد به علت بهبود ژنتیکی ارقام، ۲) به‌زراعی و پیشرفت تکنولوژی، و ۳) اصلاح ژنتیکی صفاتی از قبیل مقاومت به بیماریها، کاهش خوابیدگی و تحمل تنش‌های محیطی. جهت تفکیک اثرات ژنتیکی از اثرات مؤثر دیگر در بهبود پتانسیل عملکرد دانه باید مقایسه‌های مستقیمی‌بین ارقام انجام شود. یعنی، ارقامی‌که در طی زمان‌های مختلف معرفی شده‌اند، مورد ارزیابی قرار گرفته و ویژگی‌هایی از گیاهان زراعی که به همراه عملکرد دانه تغییر پیدا کرده‌اند، مشخص شوند(۲۲). براساس مشاهده اثرات اصلاحی گذشته روی محصول، پیش‌بینی تغییرات اصلاحی در آینده‌ی صفات امکان‌پذیر خواهد بود(۱۰).

جهت ارزیابی سهم به نژادی در افزایش عملکرد می‌توان از دو روش تخمین بلند مدت(تخمین غیر مستقیم) یا مقایسه ارقام مختلف تحت شرایط یکسان(تخمین مستقیم) استفاده نمود. در روش غیر مستقیم، ارقام جدید در مناطق مختلف با یک رقم شاهد که مربوط به همان منطقه می‌باشد، مقایسه می‌گردند و میزان نهاده‌های زراعی بسته به منطقه مورد آزمایش متغیر است. مشکل این روش این است که اگر عملیات زراعی در آزمایش‌ها به صورت سنتی انجام گیرد، تخمین پیشرفت عملکرد کمتر از حد واقعی برآورد می‌شود. از این رو روش دوم ترجیح داده می‌شود، یعنی ارقامی‌که نماینده دوره‌های مختلف به نژادی می‌باشند از نظر عملکرد و سایر صفات به صورت همزمان مقایسه می‌شوند(۱).

مقایسه ارقام قدیم و جدید جو نشان می‌دهد که بخشی از افزایش عملکرد بالقوه در طی قرن اخیر مربوط به پیشرفت‌های ژنتیکی می‌باشد(۱۰). اکثر مطالعات نشان می‌دهند که بهبود عملکرد جو در اثر کاهش ارتفاع گیاه، بهبود مقاومت به خوابیدگی، افزایش مقاومت به بیماری‌ها و آفات و تسریع در گلدهی بوده است(۱۸).

بیش از نیمی از کل بهبود در عملکرد دانه در ارقام جو مربوط به بهبود ژنتیکی پتانسیل عملکرد دانه بوده و بهبود تکنولوژی سهم کمتری داشته است. انتظار بر این است که افزایش‌های آتی نیز بیشتر در اثر بهبود ژنتیکی حاصل شود (۲۲).

در مطالعات مختلف ارقام غله جدید و قدیم شامل گندم‌های نان بهاره و زمستانه(۵، ۶، ۱۱، ۱۶)، گندم دوروم(۲۳)، جو(۱۸، ۲۵) و یولاف(۱۴، ۲۶) مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. غالب مطالعات نشان داده‌اند که افزایش عملکرد در جو به مقدار زیادی با تسهیم بیشتر ماده خشک کل به دانه، با عدم تغییر در تولید ماده خشک کل، یا تغییر اندک آن مرتبط می‌باشند. یعنی بطورکلی، شاخص برداشت افزایش پیدا کرده‌است(۷). بعلاوه، بهبود عملکرد با کاهش ارتفاع گیاه و بهبود مقاومت به خوابیدگی در جو و گندم(۶، ۱۱، ۱۸، ۲۵)، بهبود مقاومت به بیماری در جو(۱۷)، گلدهی زودتر در گندم(۵،۷،۱۰، ۱۵)، کاهش پنجه‌زنی و افزایش بقای پنجه‌ها در جو و گندم(۱۹، ۲۱) و افزایش تعداد سنبله یا سنبلچه در گندم(۶، ۱۶، ۱۹،۲۱) حاصل شده‌است.

افزایش عملکرد سالانه جو بهاره در شرق کانادا (۸) طی سال‌های ۱۹۳۵ تا ۱۹۸۸ برابر ۰/۰۳ تن و طی سال‌های ۱۸۸۰ تا ۱۹۸۰ در انگلیس(۱۸) برابر ۰/۳۹ تن در هکتار گزارش شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

Wyck و Rasmusson(۲۵) با بررسی بهبود ژنتیکی ۶ رقم جو مالت مشاهده کردند که طی گذشت ۴۰ سال بهبود عملکرد ارقام تقریباً به صورت خطی بوده و متوسط افزایش عملکرد سالانه‌ای به میزان ۲ درصد داشته است. به طوری که در طی این ۴۰ سال، عملکرد ارقام تقریباً ۲ برابر شده است. هفتاد و سه درصد از این افزایش سالانه به علت بهبود ژنتیکی ارقام برآورد گردید.

Asad و Paulsen(۴) بهبود فیزیولوژیک و ژنتیکی مقاومت به تنش‌های محیطی را در هشت رقم که بیشترین سطح زیر کشت را در سال‌های ۱۸۷۴ تا ۱۹۹۴ داشته‌اند بررسی کرده و نشان دادند که بیشتر ارقام، بهبود ژنتیکی کمی‌در عملکرد پس از تنش‌های یخبندان، خشکی و برگ‌زدایی داشتند.

این پژوهش با اهداف ۱) بررسی بهبود یا تغییر ژنتیکی پتانسیل عملکرد در ارقام جو شش ردیفه ایران و ۲) ارزیابی این بهبود یا تغییر در عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، اجزای عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این بررسی ۱۰ رقم جو ۶ ردیفه ایران که در بین سالهای ۱۳۷۷-۱۳۳۵ معرفی شده و سطح زیر کشت قابل ملاحظه‌ای در ایران داشتند(جدول ۱)، انتخاب شد. اطلاعات موجود در جدول ۱ از بروشورهای ترویجی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی و موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شده است. ارقام در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سه منطقه دانشکده کشاورزی شیراز(باجگاه) با بافت رسی شنی، ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشکده کشاورزی شیراز واقع در کوشکک با بافت خاک و مجتمع آموزش جهاد کشاورزی خراسان جنوبی(بیرجند) با بافت لومی‌شنی در سال ۱۳۸۰ کشت شدند. هر کرت دارای ۸ ردیف با فاصله کاشت ۲۵ سانتی‌متر بودکه با اعمال فاصله‌ی حدود ۲ سانتی‌متر روی ردیف، تعداد بوته در متر مربع به ۳۰۰ عدد رسید. طول خطوط کاشت ۴ متر در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری از دو ردیف کناری جهت حذف اثر حاشیه‌ای صورت نگرفت و از ردیف‌های دوم و هفتم برای نمونه‌برداری در طول فصل رشد استفاده شد. در انتهای فصل رشد از ۴ ردیف وسط برای تعیین عملکرد و اجزای آن استفاده شد.

ضد عفونی بذور قبل از کاشت انجام شد. از کودهای فسفات آمونیم به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و کود نیتروژن به میزان ۱۵۰کیلوگرم در هکتار در دو مرحله (همراه با کاشت و سرک) استفاده گردید. مبارزه با علف‌های هرز و بیماری‌ها و آفات در چندین مرحله انجام شد. آبیاری به صورت مطلوب در هر سه منطقه آب و هوایی اعمال گردید. صفات مورد اندازه‌گیری شامل وزن هزار دانه، ارتفاع بوته(ارتفاع ساقه اصلی)، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت(از طریق تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک)، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد روز تا گلدهی(زمان گل دادن سنبله‌های ۵۰ درصد گیاهان هر کرت)، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (زمان از بین رفتن رنگ ۹۵ درصد سنبله‌های هر کرت) و درصد خوابیدگی (از ۰/۲ درصد برای گیاهان فاقد خوابیدگی تا ۹ درصد برای گیاهان دارای خوابیدگی کامل)(۲۴) بود. بهبود ژنتیکی هر رقم با استفاده از اختلاف عملکرد هر رقم از رقم شاهد(یعنی جو شیرین که قدیمی‌ترین رقم اصلاح شده قابل دسترسی بود) و تقسیم بر اختلاف سال‌های معرفی بدست آمد. از تجزیه رگرسیون جهت تخمین تغییرات سالیانه عملکرد و اجزای آن استفاده گردید. تجزیه واریانس و مقایسه

جدول ۱- سال معرفی و شجره ارقام مورد استفاده در آزمایش

رقم		سال معرفی	شجره	
Shirin	شیرین	۱۳۳۵	Local mass- Kerman	توده بومی- کرمان
Gohar	گوهر	۱۳۳۸	Local mass- Chobak.E.Hamadan	توده بومی- چوبک همدان
Eram	ارم	۱۳۴۱	Local mass- Bojnord	توده بومی- بجنورد
Sina	سینا	۱۳۴۷	Sina-Varamin	سینا- ورامین
Kavir	کویر	۱۳۵۸	Arivat- USA	آریوات- آمریکا
Karoon	کارون	۱۳۶۰	Strain۲۰۵- USA	استرین ۲۰۵- آمریکا
Walfajr	والفجر	۱۳۶۴	CI.۱۰۸۹۸۵- Egypt	CI.۱۰۸۹۸۵ - مصر
Makooei	ماکویی	۱۳۶۹	Star- FAO	استار- سازمان خواروبار جهان
Jonoub	جنوب	۱۳۷۶	Gloria/Copal- CIMMYT	گلوریا/ کوپال- مرکز بین المللی سیمیت
Karoon/Kavir	کارون×کویر	۱۳۷۷	Karoon/ Kavir	کارون/کویر

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد، اجزاء عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک (میانگین مربعات).

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد روز از کاشت تا گلدهی	تعداد روز از کاشت تا رسیدگی	دوره پرشدن دانه(روز)	خوابیدگی (٪)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	وزن هزار دانه(گرم)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	شاخص برداشت (٪)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)
مکان	۲	۳۸۷۹/۰**	۶۰۱۹/۰**	۲۳۵/۵**	۰/۲ ns	۱۱۳۸/۲*	۱۶۵/۹*	۱۳۶۸۵۸/۰**	۲۳۶۸/۰**	۵۷۰/۹**	۲۸۰۴۱۵۶**	۱۰۱۵۱۹۸ ns
تکرار	۶	۱/۰ ns	۰/۶ ns	۰/۳ ns	۰/۷ ns	۱۴۴/۸ ns	۲۳/۸ ns	۲۵۲۴۸/۰ ns	۲۴/۵ ns	۲۱/۴ ns	۲۳۸۶۶۲ ns	۶۰۶۷۳/۵ ns
رقم	۹	۸۰۶/۷**	۳۴۸/۹**	۲۹۲/۳**	۶/۵**	۱۴۲۳/۹**	۱۴۷/۴**	۳۰۸۳۴/۰**	۹۹/۵**	۲۲۵/۲**	۸۶۱۶۴/۵ ns	۷۲۳۳۸/۵**
برهمکنش مکان× رقم	۱۸	۲۹/۵**	۳/۲**	۲۴/۳**	۰/۶*	۱۲۰/۳**	۲۴/۶**	۱۱۴۵۴/۰ ns	۲۰/۰ ns	۱۱/۵ ns	۶۱۶۵۲/۹ ns	۱۹۸۳۳/۴*
اشتباه	۵۴	۱/۵	۰/۴	۱/۰	۰/۴	۵۰/۴	۵/۸	۶۵۱۶/۰	۱۹/۴	۱۲/۴	۶۳۸۰۶/۶	۱۰۷۵۴/۴

* و **: بترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪
ns: غیر معنی‌دار

میانگین بین ارقام با رقم شاهد برای کلیه‌ی صفات با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC انجام شد. ضرایب همبستگی پیرسون نیز با استفاده از نرم افزار SPSS محاسبه گردیدند.

نتایج و بحث

اثر مکان بر تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، دوره پر شدن دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود. ارقام در تمامی صفات بجز عملکرد بیولوژیک با هم اختلاف معنی‌دار داشتند(جدول۲). اثر متقابل رقم × مکان برای برخی صفات نظیر: عملکرد دانه، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول۳).

صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک

ارقام جدید نسبت به ارقام قدیمی زودتر به گلدهی رسیدند. بطوریکه رقم جنوب(یکی از ارقام جدید) با ۱۳۳ روز کمترین رکورد و جو شیرین(قدیمی‌ترین رقم) با ۱۶۱/۱روز بیشترین رکورد را دارا بود(جدول۳). ارقام جدید(معرفی شده قبل از سال ۱۳۴۰) نسبت به ارقام قدیمی(که بعد از سال ۱۳۷۰ معرفی شده اند) زودتر به مرحله رسیدگی رسیدند(بطور متوسط ۱۷۵ روز در مقابل ۱۸۲روز). همچنین همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین تاریخ گلدهی با تاریخ رسیدگی ارقام وجود داشت(r =۰/۸۸**)(جدول۴). افزایش زودرسی در ارقام جدید در مناطقی که احتمال وقوع تنش خشکی وجود دارد، به عنوان صفت مناسبی برای فرار از تنش خشکی آخر فصل رشد می‌تواند در نظر گرفته شود. این نتایج با نتایج khalil و همکاران (۱۳) در گیاه گندم مشابهت دارد. دوره پر شدن دانه در اغلب ارقام با رقم شاهد اختلاف بسیار معنی‌داری داشت(جدول۳). ارتفاع ارقام جدید (به‌طور متوسط ۷۶ سانتیمتر) نسبت به ارقام قدیمی‌تر(بطور متوسط ۱۰۰ سانتیمتر) در طی این دوره کاهش نسبتاً چشمگیری پیدا کرده است(جدول۳). همچنین بین ارتفاع ساقه اصلی و میزان خوابیدگی بوته همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار با سال معرفی ارقام مشاهده گردید(به ترتیب r=-۰/۵۴** و r=-۰/۴۷**)(جدول۴). این نشان دهنده معرفی ژن‌های پاکوتاهی بوسیله اصلاحگران و یا گزینش برای گیاهان پاکوتاه در طول این سال‌ها می‌باشد. این نتایج با نتایج دیگران از جمله Caldrini و همکاران (۹)، Austin و همکاران (۶)، Cox و همکاران(۱۱) در گندم، Bulman و همکاران(۸)و wyck و Rasmusson (۲۵) در جو مشابهت دارد. بیشترین کاهش ارتفاع ۰/۷۳سانتی‌متر در سال برای رقم والفجر مشاهده گردید(جدول۵). این نتایج احتمالاً دستاورد گزینش برای افزایش مقاومت به خوابیدگی بوده است.

بیشترین دوره پرشدن دانه مربوط به رقم جنوب(یکی از ارقام جدید با عملکرد بالا) بود(۳۸ روز). دوره پرشدن دانه همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با سال معرفی ارقام، عملکرد دانه و شاخص برداشت (به ترتیب r= ۰/۳۶** r = ۰/۳۷** و r= ۰ /۶۸**) داشت (جدول ۴).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه‌ی میانگین صفات مختلف ارقام جو شش ردیفه با رقم شاهد(شیرین) در کوشک، باجگاه و بیرجند

ارقام	صفات اندازه‌گیری شده												
	تعداد روز از کاشت تا گلدهی	تعداد روز از کاشت تا رسیدگی	دوره پرشدن دانه (روز)	خوابیدگی (٪)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	وزن هزار دانه(گرم)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	شاخص برداشت (٪)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)
شیرین(شاهد)	۱۶۱/۱	۱۸۶/۶	۲۵/۴	۲/۷	۹۴/۹	۴۰/۶	۶۰۴/۳	۲۹۰۷۳	۴۷/۲	۳۸/۷	۱۵۹۶/۵	۶۲۸/۱
گوهر	۱۴۶/۰**	۱۷۸/۱**	۳۲/۱**	۱/۸**	۱۰۶/۸**	۴۳/۵**	۵۱۵/۵*	۲۵۹۳۲ ns	۴۹/۹ ns	۴۶/۰**	۱۶۰۷/۱ ns	۷۴۵/۴*
ارم	۱۵۴/۰**	۱۷۴/۰**	۲۰/۰**	۳/۶**	۱۰۶/۳**	۳۱/۸**	۴۷۹/۲**	۲۶۷۶۴ ns	۵۵/۳**	۳۷/۹ ns	۱۴۵۲/۳ ns	۵۵۱/۱ ns
سینا	۱۵۰/۸**	۱۸۳/۴**	۳۲/۷**	۲/۰*	۸۸/۴ ns	۴۲/۳ ns	۴۸۵/۸**	۲۶۵۵۴ ns	۵۴/۲**	۴۸/۰**	۱۵۵۱/۴ ns	۷۴۰/۳*
کویر	۱۳۷/۴**	۱۷۴/۰**	۳۶/۶**	۱/۳**	۸۸/۳ ns	۴۷/۱**	۵۵۶/۰ ns	۲۸۵۹۵ ns	۵۰/۷ ns	۴۷/۴**	۱۵۴۳/۹ ns	۷۳۶/۲*
کارون	۱۵۵/۱**	۱۸۱/۱**	۲۶/۰ ns	۲/۲ ns	۹۲/۷ ns	۴۰/۱ ns	۵۲۸/۲ ns	۲۵۷۷۱ ns	۴۹/۸ ns	۳۹/۶ ns	۱۴۳۴/۴ ns	۵۷۵/۲ ns
والفجر	۱۴۰/۴**	۱۶۷/۹**	۲۷/۶**	۰/۹**	۷۳/۶**	۳۹/۰ ns	۵۹۵/۱ ns	۲۸۷۰۱ ns	۴۷/۴ ns	۴۸/۷**	۱۳۳۹/۲*	۶۵۷/۸ ns
ماکویی	۱۵۹/۸**	۱۸۵/۲**	۲۵/۴ ns	۲/۰*	۹۴/۶ ns	۳۸/۰*	۵۳۸/۸ ns	۲۸۸۱۱ ns	۵۳/۱**	۳۹/۲ ns	۱۵۵۲/۹ ns	۶۳۹/۵ ns
جنوب	۱۳۳/۰**	۱۷۱/۰**	۳۸/۰**	۰/۷**	۶۷/۱**	۳۷/۵**	۶۷۱/۸ ns	۳۴۴۶۵*	۵۰/۵ ns	۵۱/۰**	۱۵۰۹/۶ ns	۷۷۲/۶**
کارون×کویر	۱۴۵/۷**	۱۷۹/۰**	۳۳/۳**	۱/۷**	۸۵/۰**	۳۹/۶ ns	۵۴۰/۸ ns	۳۱۶۳۹ ns	۵۷/۴**	۴۸/۱**	۱۶۸۰/۶ ns	۸۲۴/۰**
LSD ٪۵	۱/۱	۰/۶	۱/۰	۰/۶	۶/۷	۲/۳	۷۶/۳	۴۷۲۳	۴/۲	۳/۳	۲۳۸/۷	۹۸/۰
LSD ٪۱	۱/۵	۰/۸	۱/۳	۰/۷	۸/۹	۳/۰	۱۰۱/۶	۶۲۹۰	۵/۵	۴/۴	۳۱۷/۹	۱۳۰/۵

* و **: بترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪
ns: غیر معنی‌دار

عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دانه

ارقام جدید(جنوب و کارون درکویر) در مقایسه با ارقام قدیمی‌دارای شاخص برداشت بالاتری(۴۹/۵در مقابل ۴۲/۳) بودند و براساس رگرسیون خطی روی سن ارقام، متوسط بهبود ژنتیکی شاخص برداشت ارقام حدود ۰/۱۵ درصد در سال محاسبه گردید. این عدد در آزمایش Bulman و همکاران(۸) که روی جوهای بهاره در شرق کانادا انجام گرفت یک درصد به دست آمد. بیشترین شاخص برداشت مربوط به رقم جنوب بود(جدول ۳). این رقم با ثابت بودن عملکرد بیولوژیک دارای دوره پرشدن دانه طولانی‌تر و عملکرد دانه بیشتر بود که منجر به بالارفتن شاخص برداشت در آن شد. عملکرد دانه از ۵۵۱/۱ تا ۸۲۴ گرم در مترمربع متغیر بود. بیشترین عملکرد مربوط به ارقام کارون× کویر و جنوب بود. عملکرد کارون× کویر ۱۹۵/۹ گرم در مترمربع بیشتر از رقم شیرین(قدیمی‌ترین رقم) بود. ارم با عملکرد ۵۵۱/۱ گرم در مترمربع کمترین عملکرد را در بین ارقام دارا بود. در ایران همانند سایر کشورها عملکرد دانه روند افزایشی داشته است، بطوری که براساس آمارنامه وزارت کشاورزی سابق میزان افزایش عملکرد جو آبی کشور در طی سالهای ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۶ سالیانه به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داشته است(۳). این افزایش عملکرد در طی این دوره مرتبط با افزایش شاخص برداشت بوده است، بطوری که همبستگی بسیار معنی‌داری بین شاخص برداشت با عملکرد دانه ارقام مشاهده گردید(جدول ۴). از آنجا که شاخص برداشت در ارقام جدید حداکثر به ۵۱ درصد (در رقم جنوب) رسیده (جدول ۳)، و از حداکثر تئوریک آن(یعنی ۶۰٪ (۶)) فاصله نسبتاً زیادی دارد، بنابراین این صفت پتانسیل تحقیق بیشتر را دارد. دامنه شاخص برداشت در آزمایش مشابهی که در انگلیس انجام گرفت ۳۹ تا ۵۴ درصد به دست آمد(۱۸). هیچ تغییری در تولید ماده خشک مشاهده نگردید. عدم همبستگی معنی‌دار شاخص برداشت با عملکرد بیولوژیک و همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار آن با عملکرد دانه بیانگر ارتباط بیشتر این صفت با عملکرد دانه می‌باشد.

برخلاف کاهش در ارتفاع بوته، هیچ همبستگی معنی‌داری بین عملکرد بیولوژیک و سال معرفی ارقام وجود نداشت($r=-0/02^{ns}$). ولی همبستگی این صفت(عملکرد بیولوژیک) با عملکرد دانه بسیار معنی‌دار بود($r=0/87^{**}$). این موضوع گویای این مطلب است که ارقام جدیدتر جهت تولید بیوماس کل توانایی کمتری دارند. این موضوع با نتایج Caldrini و همکاران (۹) یکسان بود. مشابه عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه نیز همبستگی معنی‌داری با سال معرفی ارقام نداشت(جدول ۴).

اجزاء عملکرد دانه

بجز ارقام ارم، ماکویی، کویر، جنوب و گوهر، تفاوت معنی‌داری بین ارقام دیگر با شاهد از نظر وزن هزاردانه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ - ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات زراعی، عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام جو درکوشک، باجگاه و بیرجند

صفات	تعداد روز از کاشت تا گلدهی	تعداد روز از کاشت تا رسیدگی	دوره پر شدن دانه	ارتفاع بوته	تعداد دانه در سنبله	سال معرفی	وزن هزار دانه	تعداد سنبله در متر مربع	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	خوابیدگی
تعداد روز از کاشت تا رسیدگی	۰/۸۸**											
دوره پر شدن دانه	۰/۲۶*	۰/۲۲*										
ارتفاع بوته	۰/۲۵*	۰/۰۶ ns	-۰/۴۰**									
تعداد دانه در سنبله	۰/۳۲**	۰/۴۲**	۰/۱۹ ns	۰/۲۰ ns								
سال معرفی	-۰/۳۱**	-۰/۴۱ ns	۰/۳۶**	-۰/۵۴**	۰/۰۹ ns							
وزن هزار دانه	-۰/۰۲ ns	۰/۲۴*	۰/۵۳*	۰/۰۳ ns	۰/۱۸ ns	-۰/۰۶ ns						
تعداد سنبله در مترمربع	۰/۰۰ ns	۰/۰۷ ns	۰/۱۶ ns	-۰/۰۵ ns	۰/۳۲**	۰/۲۰ ns	۰/۰۹ ns					
عملکرد دانه	-۰/۰۵ ns	۰/۱۲ ns	۰/۳۷**	۰/۱۹ ns	۰/۶۱**	۰/۱۶ ns	۰/۴۲**	۰/۶۳**				
عملکرد بیولوژیک	۰/۰۶ ns	۰/۰۹ ns	۰/۰۶ ns	۰/۴۶**	۰/۵۲**	-۰/۰۲ ns	۰/۲۶*	۰/۶۶**	۰/۸۸**			
شاخص برداشت	-۰/۱۷ ns	۰/۱۵ ns	۰/۶۸**	-۰/۳۷**	۰/۴۶**	۰/۳۲**	۰/۵۱**	۰/۲۶ ns	۰/۶۰**	۰/۱۷ ns		
خوابیدگی	۰/۳۵**	۰/۱۰ ns	-۰/۵۱**	۰/۵۸**	۰/۱۰ ns	-۰/۴۷**	-۰/۳۱**	-۰/۰۴ ns	-۰/۱۰ ns	۰/۱۸ ns	-۰/۴۶**	
تعداد دانه در متر مربع	۰/۱۶ ns	۰/۲۶*	۰/۲۰ ns	۰/۰۸ ns	۰/۷۴**	۰/۱۹ ns	۰/۱۷ ns	۰/۸۷**	۰/۷۶**	۰/۷۴**	-۰/۴۱**	۰/۰۳ ns

**: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

ns : غیرمعنی‌دار

وجـود نداشـت (جـدول۳). همبسـتگی مثبـت و بسـیار معنـی‌داری(r=۰/۴۲**) بیـن عملکـرد دانـه و وزن هزاردانه وجود داشـت(جدول ۴). بهبود ژنتیکی ارقام از نظر این صفت از ۰/۰۸- (بـرای ارقام ماکویی و جنوب) تـا ۰/۹۶ (برای رقم گوهر) متغیر بود(جدول۵). همبسـتگی معنی‌داری بین سال معرفی و این صفت مشاهده نگردید(جـدول۴).

تعداد دانه در متر مربع در کلیه ارقام بجز جنوب نسـبت به رقم شـاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول۳). این صفت همبسـتگی بسـیار معنی‌داری با عملکرد دانـه(r=۰/۷۶**)، عملـکرد بیولوژیـک(r= ۰/۷۴**) و شـاخص برداشـت(r=۰/۴۱**) داشـت(جدول ۴). برخـلاف پژوهـش حاضر کـه هیچ همبسـتگی معنی‌داری بیـن تعداد دانه در متر مربـع و وزن هزار دانه مشـاهده نگردید، در بیشـتر پژوهش‌ها افزایش این صفت بوسـیله کاهش در وزن دانه خنثی می‌شـود، بطوریکه غالباً افزایش عملکرد از طریق افزایش تعداد دانه ناامید کننده اسـت(۱۶). دلیل این است که کل مواد پرورده برای پر شدن دانه ارقام دارای تعداد دانه زیاد کافی نیست.

تعداد سـنبله در متر مربـع در ارقام جدید(بعد از سـال ۱۳۵۸) تفاوت معنی‌داری با رقم شاهد نداشت ولی قبل از این تاریخ این تفاوت مشاهده گردید. همبستگی بسیار معنی‌داری بین عملکرد دانـه(r=۰/۶۳**)، عملکرد بیولوژیک(r=۰/۶۶**)، تعداد دانـه در متر مربـع(r=۰/۸۷**) و این صفت مشـاهده شد(جدول۴).

بهبود ژنتیکی عملکرد دانه

در ایران افزایش عملکرد در ارقام جو وجود داشـته اسـت و عواملی همچـون عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در متر مربع، وزن دانه، دوره پر شدن دانه و شاخص برداشت عامل آن بوده‌اند. براساس تجزیه رگرسیون خطی عملکرد دانه روی سال معرفی ارقام میزان افزایش عملکرد در طی این دوران سالیانه به میزان ۲۳/۷۵ کیلوگـرم در هکتـار بوده اسـت. نتیجه ایـن آزمایش افزایشـی به میـزان۸/۰۵ کیلوگرم در هکتار نسبت به نتیجه گزارش شده توسط Boukerrou و Rasmusson(۷) که بر روی ۴۲ رقـم جو بهاره در مینوسـوتا انجام گرفته بود، نشـان داد. عملکرد دانه با سال معرفی ارقام همبستگی غیرمعنی‌داری(r=۰/۱۶ ns) داشت(جدول۴)، بطوری‌که روند تغییرات آن از الگوی خاصی پیروی نکرد، ولی در نهایت افزایش نشـان داده اسـت. از علـل افزایش عملکرد طی این سـال‌ها می‌توان به شـاخص برداشـت همراه با کاهـش ارتفاع گیاه اشـاره کرد. شـاخص برداشـت با میزان خوابیدگی ارقام همبسـتگی بسیار معنی‌دار و منفی(r= -۰/۴۶ ns) داشـته اسـت. در آخرین ارقـام معرفی شـده(اواخـر دهه‌ی ۱۳۸۰) عملکرد دانه بالاترین مقدار خود را داشـته اسـت که می‌تواند به علت افزایش شاخص برداشت در ارقام جدید باشد. براساس میانگین سه منطقه، بیشترین مقدار عملکـرد مربوط به ارقام کارون×کویـر(۸۲۴ گرم در متر مربع) و جنـوب(۷۷۲/۸ گرم در متر مربع) و کمتریـن آن مربوط به

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵ -تغییر ژنتیکی* عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک ده رقم جو شش ردیفه درکوشک، باجگاه و بیرجند.

ارقام	صفات اندازه‌گیری شده										
	تعداد روز از کاشت تا گلدهی	تعداد روز از کاشت تا رسیدگی	دوره پر شدن دانه	خوابیدگی	ارتفاع بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	تعداد سنبله در متر مربع	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
شیرین(شاهد)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
گوهر	-۵/۰	-۲/۸	۲/۲	-۰/۲۹	۳/۹۸	۰/۹۱	۰/۹۶	-۲۹/۶	۳/۵	۳۹/۱	۲/۴۳
ارم	-۱/۲	-۲/۱	-۰/۹	۰/۱۵	۱/۹۰	۱/۳۳	-۱/۴۷	-۲۰/۹	۲۴/۰	-۱۲/۸	-۰/۱۳
سینا	-۰/۹	-۰/۳	۰/۶	-۰/۰۶	-۰/۵۴	۰/۵۸	۰/۱۴	-۹/۹	-۳/۸	۹/۳	۰/۷۷
کویر	-۱/۰	-۰/۵	۰/۵	-۰/۰۶	-۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۲۸	-۲/۱	-۲/۳	۴/۷	۰/۳۸
کارون	-۰/۲	-۰/۲	۰	-۰/۰۲	-۰/۰۹	۰/۱۰	-۰/۰۲	-۳/۰	-۶/۵	-۲/۱	۰/۰۳
والفجر	-۰/۷	-۰/۶	۰/۱	-۰/۰۶	-۰/۷۳	۰/۰۱	-۰/۰۶	-۰/۳	-۸/۹	۱/۰	۰/۳۵
ماکویی	۰	۰	۰	-۰/۰۲	-۰/۰۱	۰/۱۷	-۰/۰۸	-۱/۹	-۱/۳	۰/۳	۰/۰۱
جنوب	-۰/۷	-۰/۴	۰/۳	-۰/۰۵	-۰/۶۸	۰/۰۸	-۰/۰۸	۱/۶	-۲/۱	۳/۵	۰/۳۰
کارون×کویر	-۰/۴	-۰/۲	۰/۲	-۰/۰۲	-۰/۲۴	۰/۲۴	-۰/۰۲	-۱/۵	۲/۰	۴/۷	۰/۲۲

*: تغییر ژنتیکی برابر است با: اختلاف عملکرد هر رقم از رقم شاهد(شیرین) تقسیم بر اختلاف سال‌های معرفی آن رقم با رقم شاهد.

جوهـای ارم و کارون(به ترتیب ۵۵۵/۱ و ۵۷۵/۲ گرم در متر مربع) بود(جدول۳).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این آزمایشـات، به طور نسـبی عملکرد جوهای شـش ردیفه ایران در طی گذشـت حدود ۴۲ سـال افزایـش یافته و این افزایش با انتخاب صفاتی از قبیل دوره پر شدن دانه بیشتر، تعداد دانه بیشتر در سنبله، وزن دانه بیشتر و شاخص برداشت بیشتر همراه بوده است. به نظر می‌رسد که بجز هـدف عمده افزایش عملکرد دانه، اهـداف دیگری مانند مقاومت به بیماریها، آفات، خشکی، خوابیدگی و... در اصلاح این گیاه مد نظر بوده است.

همانگونه که مشخص گردید افزایش عملکرد دانه همراه با عدم ایجاد تغییر در عملکرد بیولوژیک موجب افزایش شاخص برداشـت شده است. از آنجایی که شـاخص برداشت در ارقام جدید به مرز تئوریک (یعنی ۶۲ درصد) نزدیک شـده اسـت و افزایش بیشـتر این صفت مشـکل به نظر می‌رسـد، مطابق نظر بسـیاری از پژوهشـگران دیگر(۶، ۲۰، ۲۱، ۲۲) پیشنهاد می‌گردد که برای افزایش بیشتر در عملکرد بالقوه دانه در جو بایسـتی به دنبال ژنوتیپ‌هایی بود که ظرفیت تولید زیسـت توده بالایی دارند و در عین حال میزان شاخص برداشت فعلی نیز حفظ گردد.

از آنجایی که افزایش هر جزیی از عملکرد، سـبب کاهش اجـزای دیگـر آن می‌گردد، پیشـنهاد می‌گـردد با افزایـش میـزان ماده خشـک تخصیـص یافته بـه هر یـک از اندام‌ها تغییرات عملکرد را بدسـت آورد. بر این اساس جهت افزایش زیست توده یک رقم می‌توان از طریق افزایش میزان جذب نور و کارایی مصرف آن اقدام نمود. همچنین برای افزایش کارایی مصرف نور می‌توان تغییرات فیزیولوژیکی در میزان فتوسـنتز، تنفس برگی و توزیع مناسـب نور در سـایه انداز گیاهی ایجاد نمود.

در آینـده با بکاربری تکنیک‌هـای بیوتکنولوژی و DNA نوترکیـب کـه در زمینه افزایـش عملکرد جو تاثیـر کمتری داشـته‌اند، می‌توان پیشرفت‌های عملکردی مناسـبی بدست آورد. این پیشـرفت‌ها بیشتر در زمینه بهبود مقاومت‌های تک ژنی بویژه در برابر آفات، بیماری‌ها و علف کش‌ها خواهد بود.

سپاسگزاری

بدینوسیله مراتب تشـکر و سپاس خود را از حسن توجه مدیریـت مجتمع آموزش جهاد کشـاورزی خراسـان جنوبی مهنـدس محمد رضا کـوزه گران در اجرای طـرح و همراهی صمیمانه آقایان کاظمینی، فرقانـی، ابراهیم زاده، محمد نژاد موسویان در اجرای مزرعه ای طرح ابراز می‌دارم.

منابع مورد استفاده

۱-رحیمیـان، ح. و م. بنایـان. ۱۳۷۷؛ تکامل، سـازگاری و عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۳۶ صفحه.
۲-بی نام. ۱۳۷۶؛ کشاورزی به سوی سال ۲۰۱۰. دفتر تولید برنامه‌های ترویجی و انتشارات فنی. انتشارات سازمان خواربار کشاورزی ملل متحد. ۴۶۱ صفحه.
۳-بی‌نام. ۱۳۷۷؛ غلات در آیینه آمار ۶۷/۷۶. انتشـارات اداره کل آمار و اطلاعات معاونت برنامه‌ریزی و بودجه وزارت کشاورزی. ۲۹۸،۵۳ صفحه.
4-Assad, M. T. and G. M. Paulsen. 2002; Genetic changes in resistance to environmental stresses by U.S. Great Plains wheat cultivars. Euphytica: 128:87-96.
5-Austin, R. B., M. A. Ford, and C. I. Morgan. 1989; Genetic improvement in the yield of winter wheat: A further evaluation. J. Agric. Sci. 112:295-301.
6-Austin, R. B., J. Bingham, R. D. Blackwell, L. T. M. A. Ford, C. L. Morgan and M. Taylor. 1980; Genetic improvement in winter wheat yields since 1900;and associated physiological changes. J. Agric. Sci. Camb. 94: 675-689.
7-Boukerrou, L., and D. D. Rasmusson. 1990; Breeding for high biomass yield in spring barley. Crop Sci. 30:31-35.
8-Bulman, P., D. E. Mather and D. L. Smith. 1993; Genetic improvement of spring barley cultivars grown in Eastern Canada from 1910 to 1988. Euphytica 71:25-48.
9-Caldrini, D. F., M. F. Dreccer and G.A. Slafer. 1995; Genetic improvements in wheat yield and associated traits. A re-examination of previous results and the latest trends. Plant Breed. 114:108-112.
10-Cattivilli L., G. Delogu, V. Terzi and M. Stanca. 1994; Progress in barley breeding. PP. 95-181. In:G. A. Slafer(ed). Genetic Improvements of Field Crops. Marcel Decker, Inc. New York.
11-Cox, T. S., J. P. Shroyer, L, Ben-hui, R. G. Sears, and T. J. Martin. 1988; Genetic improvement in agronomic traits of hard red winter wheat cultivars from 1919 to 1987. Crop Sci. 28:756-760.
12-Feil, B. 1992; Breeding progress in small grain cereals: A comparison of old and modern cultivars. Plant Breed. 108: 1-11.
13-Khalil, L. H., B. F. Carver, and E. L. Smith. 1995. Genetic gain in two selection phases of a wheat- breeding program. Plant Breed. 114: 117-120.
14-Lawes, D. A., 1977; Yield improvement in spring oats. J. Agric. Sci. Camb. 89:751-757.
15-Loss, S. P., E. J. M. Kirby, K. H. M. Siddique and M. W. Perry. 1989; Grain growth and development of old and modern Australian wheats. Field Crops Res. 21: 131-146.
16-Perry, M. W. and M. F. D, Antuono. 1989; Yield improvement and associated characteristics of some Australian spring wheat cultivars introduced between 1860 and 1982. Aust. J. Agric. Res. 40:457-472.
17-Peterson, G. A. and A. E. Foster. 1973;Malting barley in United States. Adv. Agron. 25: 327-378.
18-Rigges, T. J., P. R. Hanson, N. D. Star, D.M. Miles, C. L. Morgan, and M. A. Ford. 1981; Comparison of spring barley varieties grown in England and Wales between 1880 and 1980. J. Agric. Sci. 97:599-610.
19-Siddique, K. H. M., E. J. M. Kirby, and M. W. Perry. 1989a; Ear to stem ratio in old and modern wheats: Relationship with improvement in number of grain per ear and yield. Field Crops Res. 21: 59-78.
20-Siddique, K. H. M., R. K. Belford, M. W. Perry and D. Tenriana. 1989b; Growth, development and light interception of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean type climate. Aust. J. Agric. Res. 40: 473-485.
21-Slafer, G. A., and F.H. Andrade. 1989;Genetic improvements in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) yield in Argentina. Field Crops Res. 21: 289-296.
22-Slafer, G. A., and F. H. Andrade. 1991;Changes in physiological attributes of the dry matter economy of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) through genetic improvement of grain yield potential at different regoins of the world. Euphytica 58: 37-49.
23-Waddington, S. B., M. Osmanzai, M. Yoshida, and J. K. Ransom. 1987; The yield of durum wheats released in Mexico between 1960 and 1984. J. Agric. Sci. Camb. 108: 469-477.
24-Wiersma, D. W., E. S. Oplinger and S. O. Guy. 1986; Environment and cultivar effects on winter wheat response to ethephon plant growth regulators. Agron. J. 78:761-764.
25-Wych, R. D., and D. C. Rasmusson. 1983; Genetic improvement in malting barley cultivars since 1920. Crop Sci. 23:1037-1040.
26-Wych, R. D., and D. D. Stuthman. 1983; Genetic improvement in Minnesota-adapted oat cultivars released since 1923. Crop

www.SID.ir