Archive of SID

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۲، شماره ۳ ، پاییز ۱۳۹۳، ص. ۳۵۹-۳۴۳

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 12, No. 3, Fall. 2014, p. 343-359

بررسی روند تغییرات عملکرد دانه و برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گندم (*Triticum aestivum* L.)، ذرت (*Zea mays* L.) و برنج (*Oryza sativa* L.) در طی چند دهه اخیر در ایران

سعید صوفی‌زاده[1*] اسکندر زند[2] رضا دیهیم فرد[3] سعیده اسماعیل‌زاده[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۴/۲۴

چکیده

قرن بیستم شاهد افزایش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد گیاهان زراعی بوده است. با این حال پیش‌بینی شده است تا سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان به سقف ۱۰/۴ میلیارد نفر خواهد رسید که در این صورت نیاز به تولید محصولات کشاورزی جهانی به میزان ۶۰ الی ۱۱۰ درصد افزایش خواهد یافت. در مطالعه حاضر به منظور بررسی روند افزایش عملکرد سه گیاه گندم، ذرت و برنج در طی چند دهه اخیر در ایران، اقدام به جمع‌آوری داده‌های مورفولوژیک و زراعی ارقام رایج سه گیاه زراعی گندم، ذرت و برنج در کشور برای سال‌های ۱۳۳۶ الی ۱۳۹۱ شد. به منظور پی بردن به میزان پیشرفت صورت گرفته در هر یک از صفات مورد بررسی معادله رگرسیون خطی به داده‌های موجود برازش داده شد. بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر عملکرد دانه گندم و ذرت در دوره‌های مذکور به طور معناداری افزایش یافته است حال آنکه عملکرد برنج افزایش اندکی را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد عملیات به‌نژادی در جهت کاهش ارتفاع بوته برای محصولات گندم و ذرت به شکل موفقی عمل کرده و در محصول گندم این پیشرفت در گندم بهاره بیشتر بوده اما در رابطه با برنج پیشرفت معناداری مشاهده نشد. در رابطه با وزن هزاردانه تغییرات بسیار اندکی برای محصول گندم مشاهده شد که این افزایش در وزن هزار دانه بیشتر در رابطه با گندم بهاره بوده است. بررسی‌ها نشان داد که ارقام جدید ذرت تراکم‌پذیری بالایی را نسبت به ارقام قدیمی نشان می‌دهند. بررسی روند تغییرات طول دوره رشد ارقام برنج آزاد شده در طی این مدت نیز نشان داد که طول دوره رشد به میزان زیادی کاهش یافته است. به طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که به‌نژادی توانسته است به گونه‌ای موثر عملکرد گندم‌های پاییزه و بهاره و محصول ذرت را در ایران افزایش دهد. اما در رابطه با محصول برنج به نظر می‌رسد به‌نژادی در ایران نتوانسته است به گونه‌ای موفقیت‌آمیز عملکرد دانه این گیاه را افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، افزایش عملکرد دانه، تراکم بوته، طول دوره رشد گیاه زراعی، وزن هزار دانه

مقدمه

قرن بیستم شاهد افزایش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد گیاهان زراعی بوده است. بخش اعظم این افزایش بعد از جنگ‌جهانی دوم حاصل گردید و تغییرات ایجاد شده در عملکرد بالقوه گیاهان زراعی و چگونگی مدیریت آن، این افزایش را تشدید نمود. با این حال، مسئله امنیت غذایی و نیاز به تأمین غذای مردم جهان که پیش بینی شده است تا سال ۲۰۵۰ تعداد آنها به سقف ۱۰/۴ میلیارد نفر خواهد رسید (۳۵) امری دشوار است، چرا که پیش بینی می‌شود در این صورت نیاز به تولید محصولات کشاورزی جهانی به میزان ۱۱۰-۶۰درصد افزایش خواهد یافت (۲۹). همچنین بررسی‌های اخیر نشان داده‌اند که سرعت افزایش عملکرد در گیاهان زراعی مختلف در طی یک دهه اخیر کاهش یافته است و مطالعات اخیر نشان می‌دهند که ممکن است عملکرد در مناطق مختلف جهان دیگر افزایش پیدا نکند (۴۸). به منظور تغذیه مناسب چنین جمعیتی، می بایست تولید محصولات زراعی به میزان ۵۰درصد افزایش یابد (۵۹). با آغاز قرن ۲۱، چالش‌های متعددی وجود دارند، به‌طوریکه جوامع بشری را با نگرانی‌های جدی در زمینه امنیت غذایی مواجه ساخته و به‌منظور حفظ میزان مناسب تولید غذا باید این چالش‌ها را رفع نمود. یکی از

۱ و۳- استادیاران گروه کشاورزی اکولوژیک، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: s_soufizadeh@sbu.ac.ir)
۲- استاد بخش تحقیقات علف‌های‌هرز، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران
۴- دانشجوی دکتری آگرواکولوژی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

www.SID.ir

Archive of SID

این چالش‌ها پیش‌بینی افزایش جمعیت جهان به حدود ۱۰/۴ میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰ می‌باشد. مورد دیگر، افزایش مصرف گوشت، مواد لبنی و سوخت‌های فسیلی می‌باشد که سبب افزایش تقاضا برای تولید محصولات کشاورزی خواهد شد (۴۶). از طرف دیگر پدیدهٔ گرم شدن جهانی موجب ایجاد نوسانات زیاد و شدیدی در عوامل اقلیمی شده و باعث افزایش ریسک تولید محصولات زراعی گردیده است. محدودیت در زمین‌های زراعی موجود، کمبود منابع آبی لازم برای آبیاری گیاه زراعی، ضرورت حفظ محیطزیست و جلوگیری از تخریب آن و در نگاهی امیدوارانه بهبود اراضی زراعی که در حال حاضر به دلایلی مانند شوری یا فرسایش خاک تخریب شده‌اند، اطمینان یافتن از این مسئله که سرعت افزایش عملکرد گیاهان زراعی همانند آنچه در گذشته صورت پذیرفته ادامه خواهد یافت و نیاز همیشگی به محافظت گیاهان زراعی از آفات، بیماری‌ها و علف‌های‌هرز از جمله سایر چالش‌های فراروی محققان و متخصصان کشاورزی می‌باشند. بسیاری از متخصصان کشاورزی در دنیا بر این عقیده‌اند که چنانچه راه‌حلی برای رفع این چالش‌ها اندیشیده نشود عواقب نامطلوبی را در پی خواهد داشت. در نگاهی ریزبینانه‌تر از آنجائیکه گیاهان زراعی منابع مستقیم و غیر مستقیم تقریباً تمامی مواد غذایی مورد نیاز انسان‌ها می‌باشند بنابراین موفقیت در آینده به منظور رفع چالش‌های مورد اشاره بستگی کامل به موفقیت در تحقیقات روی گیاهان زراعی دارد (۳۹).

جستجو در زمینه یافتن راه‌حل‌های مناسب برای پاسخ‌گویی به چالش‌های مورد اشاره در بالا و نیز نگرانی‌های موجود در زمینهٔ ایجاد امنیت غذایی در جهان در طی ۳۰ سال آینده این مسئله مهم را یادآوری می‌کند که عملکرد گیاهان زراعی در طی سه دهه آینده کماکان باید همانند گذشته افزایش یابد (۲، ۳ و ۷)، و نیاز است که تولید محصول تا سال ۲۰۵۰ تا دو برابر مقدار کنونی افزایش یابد (۴۷)، هر چند کاسمن (۱۶) عنوان داشته است که در طی این مدت در بسیاری از اراضی زراعی حاصل‌خیز دنیا عملکرد گیاهان زراعی به سقف پتانسیل عملکرد خواهد رسید. بررسی‌های بیشتر مشخص ساخته است که نیمی از افزایش صورت گرفته در عملکرد گیاهان زراعی از طریق اصلاح‌نباتات و نیمی دیگر از طریق بهبود عملیات زراعی حاصل گردیده است، هر چند هر دو این عوامل به یکدیگر وابسته می‌باشند (۳۹). دستیابی به پتانسیل عملکرد بالا هدف اکثر به‌نژادگران می‌باشد که با توجه به پیشرفت‌های اخیر صورت‌گرفته در افزایش پتانسیل عملکرد (۰/۵ الی ۲ درصد در سال)، این متخصصین دردست‌یابی به این هدف موفق بوده‌اند (۲۸). جهش، پلی‌پلوئیدی، تولید ارقام هیبرید، کشت جنین و طرح‌ها و روش‌های پیشرفته آماری از جمله روش‌های متعددی هستند که سبب افزایش کارایی برنامه‌های به‌نژادی گردیده‌اند (۶۱). دقت در این برنامه‌ها مشخص می‌سازد که هدف از اجرای این برنامه‌های اصلاحی در غالب دو گروه مختلف قابل طبقه‌بندی می‌باشد. در گروه اول، هدف از بین بردن و رفع صفات نامطلوب در گیاه است، که از آن تحت عنوان حذف نواقص یاد می‌کنند. مثالی از این مورد انتقال صفت مقاومت به بیماری به ژنوتیپ‌های حساس و یا انتقال صفت زودرسی به ارقامی که با خشکی آخر فصل مواجه هستند، می‌باشد. در گروه دوم، رویه و هدف اصلی، انتخاب برای عملکرد است، بدون آنکه در مورد چرایی و چگونگی این افزایش سؤالی به میان آید. انتخاب مستقیم برای عملکرد احتمالاً اقتصادی‌ترین روش مورد استفاده است، زیرا نسبتاً ساده بوده و نسبت به انتخاب برای صفات فیزیولوژیکی مرتبط با عملکرد وقت کمتری لازم دارد.

تأمین امنیت غذایی جهان در طی ۳۰ سال آینده همچنین نیازمند پیشرفت‌های علمی سریع در فهم و درک مبانی فیزیولوژیک پتانسیل عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد. بررسی مبانی فیزیولوژیک افزایش در پتانسیل عملکرد نقش بسیار مهمی را در حصول یافته‌های بیشتر، هم در بعد تغییراتی که تاکنون صورت پذیرفته است و هم در بعد تغییراتی که هنوز اتفاق نیفتاده‌اند، ایفا می‌نماید (۲۸). شورتر و همکاران (۵۶) بیان کردند که لازمه تسریع در پیشرفت ژنتیکی عملکرد، به‌خصوص در گیاهان دانه ریز، استفاده از جنبه‌های فیزیولوژیک به‌عنوان معیار انتخاب می‌باشد. بنابراین بررسی میزان پیشرفتی که تاکنون در صفات فیزیولوژیکی و به‌همراه آن عملکرد دانه صورت گرفته از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد. یکی از راهکارهای بسیار مناسب در زمینه بررسی پیشرفت در پتانسیل عملکرد و مبانی فیزیولوژیکی آن، مقایسه ارقام مختلف یک گیاه زراعی با یکدیگر در غالب آزمایش‌های مختلف می‌باشد. محققان مختلف این نوع مقایسه را روشی مناسب جهت نیل به این هدف بیان کرده‌اند (۳، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۳ و ۶۰).

آگاهی از سرعت حرکت به سمت پتانسیل عملکرد و مبانی فیزیولوژیکی افزایش عملکرد در طی چند دهه گذشته و همچنین مقایسه بالاترین عملکرد جهانی با عملکرد میانگین واقعی، اطلاعات مناسبی را راجع به چشم‌اندازهای موجود در آینده برای بهبود عملکرد گیاهان زراعی به‌دست می‌دهد.

به دلیل جایگاه مهم غلات در رژیم غذایی انسان‌ها، در این مقاله به بحث بر روی این دسته از گیاهان زراعی پرداخته شده است. امروزه تقریبا نیمی از سطح زیر کشت محصولات زراعی در دنیا به غلات اختصاص دارد. چنانچه مصرف غلات به صورت مستقیم (همانند برنج پخته و نان) با مقدار مصرف آن به صورت غیر مستقیم (در قالب فرآورده‌هایی نظیر گوشت و شیر) (حدود ۴۰ درصد دانه تولیدی غلات به مصرف تغذیه دام می‌رسد) جمع شود، غلات مسئول تامین حدود ۷۰ درصد کالری مورد نیاز انسان‌ها می‌باشند. غلات منبع غنی از ویتامین‌ها، مواد معدنی، کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، روغن و پروتئین هستند (۵۴). در این میان گندم، برنج و ذرت مهم‌ترین و رایج‌ترین گونه‌های غلات می‌باشند که مسئول تامین بخش اعظم انرژی مورد

www.SID.ir

Archive of SID

نیاز انسان‌ها می‌باشند (۱۶).

ایران به‌عنوان یکی از کشورهای منطقه خاورمیانه که از اقلیم متنوع و تنوع ژنتیکی فراوانی برخوردار می‌باشد نقش بسیار مهمی را در افزایش سهم تولید غلات منطقه خاورمیانه در جهان ایفا می‌نماید. ولی تاکنون بررسی‌های اندکی در کشور بر روی پیشرفت‌های ژنتیکی صورت گرفته در عملکرد دانه سه غله مهم گندم (*Triticum aestivum* L.)، برنج (*Oryza sativa* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) صورت پذیرفته است. بنابراین هدف از مطالعه حاضر بررسی تغییرات عملکرد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه ارقام مختلف گندم، برنج و ذرت آزادشده و یا وارد شده به کشور در طی نیم قرن اخیر بوده است.

مواد و روش‌ها

در آزمایش حاضر به منظور بررسی روند افزایش عملکرد سه گیاه گندم، ذرت و برنج در طی چند دهه اخیر در ایران، اقدام به جمع‌آوری داده‌های مورفولوژیک و زراعی ارقام رایج سه گیاه زراعی گندم، ذرت و برنج در کشور برای سال‌های ۱۳۳۶ الی ۱۳۹۱ شد. این اطلاعات به ترتیب از بخش تحقیقات غلات و بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و نیز مؤسسه تحقیقات برنج کشور جمع‌آوری گردیدند. اطلاعات گندم بهاره برای سال‌های ۱۳۳۶ الی ۱۳۹۱ و در رابطه با گندم پاییزه از سال ۱۳۳۵ الی ۱۳۸۹ جمع‌آوری گردید. این اطلاعات در رابطه با گندم عبارت از عملکرد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزاردانه بودند. در ذرت صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته و تراکم‌پذیری برای سال‌های۱۳۵۹ الی ۱۳۹۱ و در برنج نیز صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته و طول دورهٔ رشد برای سال‌های ۱۳۴۵ الی ۱۳۹۰ انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفتند که اطلاعات جمع‌آوری شده برای هر سه محصول در جدول ۱ الی ۴ ارائه شده است. ذکر این نکته ضروری است که انتخاب این صفات در هرگیاه با در نظر گرفتن چند عامل زیر صورت پذیرفت:

۱- آن صفت به گونه‌ای مناسب بتواند نقش به‌نژادی را در افزایش عملکرد دانه نشان دهد.

بر این اساس و بر طبق نظر فیشر (۳۰)، یک صفت زمانی می‌تواند به عنوان معیار غیر مستقیم انتخاب برای دستیابی به پتانسیل عملکرد بالا مد نظر قرارگیرد، که دارای چندین خصوصیت باشد. اولاً، آن صفت باید همبستگی ژنتیکی معنی‌داری با عملکرد داشته باشد. ثانیاً باید از وراثت‌پذیری قابل قبولی برخوردار باشد. ثالثاً از تنوع ژنتیکی مطلوبی برخوردار باشد. رابعاً هزینه نسبی اندازه گیری آن صفت پایین باشد. در میان صفات گیاهی مختلف ارتفاع بوته از جمله صفاتی است که دارای وراثت‌پذیری بسیار بالا، تنوع ژنتیکی قابل قبول و قابلیت و اندازه‌گیری آسان و کم هزینه می‌باشد. این مسئله سبب گردیده است تا ارتفاع بوته به عنوان یکی از ملاک‌های فیزیولوژیک اصلی ارزیابی موفقیت در برنامه‌های به‌نژادی پیشرفت در پتانسیل ژنتیکی عملکرد در نظر گرفته شود. بنابراین بررسی روند تغییرات ارتفاع بوته و نیز رابطهٔ آن با عملکرد به روشن‌تر شدن نقش به‌نژادی در افزایش عملکرد گیاه زراعی در ایران کمک شایان توجهی می‌نماید. وزن دانه از جمله صفات دیگری است که دارای وراثت‌پذیری بالا، تنوع ژنتیکی مطلوب و قابلیت اندازه‌گیری آسان می‌باشد، که این مسئله سبب می‌گردد تا بتوان از این صفت نیز همانند ارتفاع بوته به‌عنوان معیاری از پیشرفت صورت گرفته در پتانسیل عملکرد استفاده نمود. در رابطه با ذرت نیز ارتفاع بوته و تراکم‌پذیری عمدتاً تحت‌تأثیر به‌نژادی بوده و تأثیرپذیری آنها از عوامل به‌زراعی و محیطی کمتر می‌باشد.

۲- از بعد فیزیولوژیک تأثیر زیاد و قابل توجهی بر عملکرد دانه داشته باشد.

۳- تحقیقات مشابه صورت گرفته در دنیا در زمینه بررسی صفات مورفوفیزیولوژیک مؤثر بر عملکرد دانه در این سه گیاه.

۴- وجود اطلاعات محدود و یا نبود اطلاعات کافی در رابطه با سایر صفات.

ارقامی به منظور نیل به هدف این تحقیق انتخاب گردیدند که داده‌های مربوط به هر سه صفت مورد اشاره با توجه به نوع گیاه برای آنها موجود بود و ارقامی که از این نظر دارای اطلاعات ناقص بودند، در مطالعه منظور نگردیدند. بدین ترتیب در گندم پاییزه ۲۴ رقم، درگندم بهاره ۵۴ رقم، در ذرت ۱۴ هیبرید سینگل کراس و در برنج ۳۸ رقم انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند (جداول ۱، ۲، ۳ و ۴).

به منظور پی بردن به میزان پیشرفت صورت گرفته در هر یک از صفات مورد بررسی در این تحقیق، معادله رگرسیون خطی به داده‌های موجود برازش داده شد. این روش توسط بسیاری از محققین در کشورهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته است (۱۱، ۱۴، ۱۵، ۵۷، ۶۵ و ۶۷).

نتایج و بحث

گندم

شکل ۱ روند تغییرات عملکرد دانه ارقام گندم پاییزه و بهاره آزاد شده و یا وارد شده به کشور در طی چند دهه اخیر را نشان می‌دهد که نشان دهنده صعودی بودن این روند می‌باشد. نتایج این بررسی نشان می‌دهند که عملکرد دانه گندم‌های پاییزه به میزان ۸۲/۵ کیلوگرم در هکتار در هر سال و عملکرد دانه گندم های بهاره به میزان ۶۸ کیلوگرم در هکتار در سال در کشور افزایش یافته است. نتایج تحقیقات مشابه صورت گرفته در سایر کشورهای جهان نیز با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد، به طوریکه افزایش در عملکرد دانه کشورهایی نظیر چین، آلمان، هند و مصر خطی و به‌ترتیب ۶۶، ۱۰۵، ۵۹ و ۶۶ کیلوگرم در هکتار در سال بوده است (۱۴).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ نام رقم، سال معرفی، عملکرد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه ارقام گندم پاییزه آزادشده در طی شش دهه اخیر در کشور

نام رقم	سال معرفی	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)	ارتفاع بوته (cm)	وزن هزار دانه (g)
امید	۱۳۳۵	۴۰۰۰	۱۱۵	۴۱/۵
آذر	۱۳۳۵	۱۳۵۰	۱۱۲/۵	۳۹
روشن	۱۳۳۷	۴۰۰۰	۱۱۵	۴۶
اینیا ۶۶	۱۳۴۷	۵۰۰۰	۱۰۵	۳۸/۵
رشید	۱۳۴۸	۱۷۵۰	۱۱۰	۳۴/۵
بزوستایا	۱۳۴۸	۴۵۰۰	۱۰۰	۴۳
کرج ۲	۱۳۵۲	۵۰۰۰	۱۰۵	۳۸/۵
کرج ۳	۱۳۵۵	۵۰۰۰	۱۱۰	۳۸
آزادی	۱۳۵۸	۴۳۹۰	۹۲/۵	۳۶/۵
کاوه	۱۳۵۹	۵۲۳۰	۱۰۵	۴۱/۵
بیستون	۱۳۵۹	۱۶۷۰	۷۰	۳۰
سبلان	۱۳۶۰	۵۰۰۰	۱۱۰	۳۸
قدس	۱۳۶۸	۶۰۰۰	۹۷/۵	۴۲
نوید	۱۳۶۹	۵۰۰۰	۱۰۸	۴۱
MV-17	۱۳۷۲	۵۹۹۰	۸۵	۴۲
الوند	۱۳۷۴	۶۴۰۰	۱۰۷/۵	۴۰
الموت	۱۳۷۴	۶۴۰۰	۱۰۰	۳۶
مهدوی	۱۳۷۴	۷۰۰۰	۱۱۲/۵	۴۹
زرین	۱۳۷۴	۶۴۰۰	۱۰۲/۵	۳۹
توس	۱۳۸۱	۶۳۱۰	۱۱۰	۴۰
شهریار	۱۳۸۱	۶۷۲۰	۱۰۵	۳۸
بم	۱۳۸۶	۴۸۶۰	۷۵	۳۹
پیشگام	۱۳۸۷	۸۷۳۸	۹۵	۴۶
زارع	۱۳۸۸	۷۵۵۰	۹۸	۴۰
میهن	۱۳۸۹	۷۷۸۰	۸۴	۴۳

جدول ۲ نام رقم، سال معرفی، عملکرد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه ارقام گندم بهاره آزاد شده در طی شش دهه اخیر در کشور

نام رقم	سال معرفی	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)	ارتفاع بوته (cm)	وزن هزار دانه (g)
شعله	۱۳۳۶	۳۰۰۰	۱۱۵	۴۳
آکوا	۱۳۳۷	۳۲۵۰	۱۲۰	۴۱/۵
عدل ۱	۱۳۴۱	۳۱۰۰	۱۱۵	۳۸
کلار	۱۳۴۶	۳۴۰۰	۱۰۵	۳۲
دیهیم	۱۳۴۷	۳۳۸۰	۱۰۰	۳۹
نوید	۱۳۴۷	۳۳۲۰	۱۲۰	۳۸
پنجامو ۶۲	۱۳۴۷	۴۵۰۰	۹۷/۵	۴۰
جلگه	۱۳۴۸	۳۲۱۰	۱۰۰	۳۹
درخشان	۱۳۴۸	۳۵۹۰	۱۲۰	۴۰
توباری ۶۶	۱۳۴۸	۳۷۵۰	۱۰۵	۳۸
خزر ۱	۱۳۵۲	۴۲۵۰	۱۰۵	۳۲/۵
اروند ۱	۱۳۵۲	۴۵۰۰	۱۰۵	۴۶
کرج ۱	۱۳۵۲	۵۰۰۰	۱۱۵	۴۴/۵
مغان ۱	۱۳۵۲	۵۵۰۰	۹۰	۳۶
مغان ۲	۱۳۵۳	۵۵۰۰	۸۷.۵	۳۵

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ ادامه

نام رقم	سال معرفی	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)	ارتفاع بوته (cm)	وزن هزار دانه (g)
مرودشت	۱۳۷۸	۶۷۰۰	۱۰۲/۵	۳۶
پیشتاز	۱۳۸۱	۷۴۰۰	۹۲	۴۴/۵
شیراز	۱۳۸۱	۷۲۹۰	۱۰۱	۴۰
دز	۱۳۸۱	۶۱۵۰	۹۰	۳۸
هامون	۱۳۸۱	۶۴۲۰	۹۷/۵	۴۲/۵
آریا	۱۳۸۲	۶۷۸۲	۱۰۰	۴۵
کرخه	۱۳۸۲	۶۶۰۴	۹۰	۴۸
دریا	۱۳۸۶	۵۴۸۶	۹۵	۴۸
آرتا	۱۳۸۶	۵۹۲۲	۹۲/۵	۳۸
بهار	۱۳۸۶	۸۴۹۰	۹۵	۴۶/۳
اکبری	۱۳۸۶	۴۵۲۹	۹۵	۳۸
دنا	۱۳۸۶	۶۸۰۰	۹۴	۴۴
ارگ	۱۳۸۸	۵۴۷۰	۸۰	۴۰
پارسی	۱۳۸۸	۸۵۸۱	۹۷	۴۱
مروارید	۱۳۸۸	۶۱۵۲	۹۵	۴۳
سیوند	۱۳۸۸	۸۶۸۳	۹۲	۴۰
بهرنگ	۱۳۸۸	۶۶۸۵	۹۴	۵۲
گنبد	۱۳۹۰	۶۴۷۰	۹۵	۴۱
سیروان	۱۳۹۰	۸۸۶۸	۹۴	۴۵/۵
افلاک	۱۳۹۰	۵۹۰۰	۹۵	۴۰
افق	۱۳۹۱	۴۳۳۳	۷۴	۳۵
عدل ۲	۱۳۵۵	۴۵۰۰	۱۱۵	۳۴
بیات	۱۳۵۵	۵۰۰۰	۹۵	۳۷/۵
ناز	۱۳۵۷	۶۰۰۰	۹۵	۴۰/۵
البرز	۱۳۵۷	۵۰۰۰	۱۰۵	۴۵
داراب ۱	۱۳۵۹	۶۳۹۰	۹۰	۳۷
گلستان	۱۳۶۵	۴۵۰۰	۱۱۰	۳۸/۵
فلات	۱۳۶۹	۶۲۵۰	۸۸	۳۸
مارون	۱۳۷۰	۳۰۴۰	۹۴	۳۹/۵
هیرمند	۱۳۷۰	۵۵۰۰	۱۰۰	۳۷
رسول	۱۳۷۱	۴۰۰۰	۹۰	۳۶
داراب ۲	۱۳۷۴	۵۹۰۰	۹۲/۵	۳۷/۵
تجن	۱۳۷۴	۶۳۰۰	۹۲/۵	۳۸
اترک	۱۳۷۴	۵۸۰۰	۸۷/۵	۳۵/۵
نیک‌نژاد	۱۳۷۴	۶۷۰۰	۹۷/۵	۳۷
مهدوی	۱۳۷۴	۷۰۰۰	۱۱۲/۵	۴۹
کویر	۱۳۷۶	۶۲۵۰	۹۲/۵	۳۸
چمران	۱۳۷۶	۶۲۰۰	۹۵	۳۹
شیرودی	۱۳۷۶	۶۵۰۰	۹۷/۵	۳۸/۵

ولی نکته قابل تأمل این است که افزایش صورت گرفته در عملکرد دانه ارقام گندم در کشور ترکیبی از فعالیت‌های به‌نژادی یعنی معرفی ارقام با پتانسیل عملکرد بالاتر و بهبود عملیات مدیریتی و زراعی شامل مکانیزاسیون، کاربرد کودها و آفت‌کش‌ها، برقراری تناوب زراعی و غیره می‌باشد و نمی‌توان تمامی این افزایش را به پیشرفت ژنتیکی در پتانسیل عملکرد ارقام نسبت داد. با این وجود پلتونن ساینیو و همکاران (۴۱) در بررسی که در اروپای شمالی انجام دادند سهم بهبود ژنتیکی را برای گندم بهاره و پاییزه در سال‌های

www.SID.ir

Archive of SID

۲۰۰۵-۱۹۷۰ به ترتیب ۳۶ و ۲۹ کیلوگرم در سال اعلام کردند.

جدول ۳ نام هیبرید، سال معرفی، عملکرد دانه، ارتفاع بوته و تراکم بوته در هکتار در هیبریدهای سینگل‌کراس ذرت آزادشده در طی چهار دهه گذشته در کشور

نام هیبرید سینگل‌کراس	سال معرفی	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)	ارتفاع بوته (cm)	تراکم بوته در هکتار
SC 704	۱۳۵۹	۸۰۰۰	۳۰۰	۶۵۰۰۰
SC 711	۱۳۶۸	۸۰۰۰	۲۹۰	۶۳۰۰۰
SC 604	۱۳۶۸	۷۰۰۰	۲۹۵	۷۰۰۰۰
SC 301	۱۳۶۸	۵۰۰۰	۲۳۰	۷۵۰۰۰
SC 647	۱۳۷۷	۷۰۰۰	۲۸۵	۷۰۰۰۰

جدول ۳ ادامه

نام هیبرید سینگل‌کراس	سال معرفی	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)	ارتفاع بوته (cm)	تراکم بوته در هکتار
SC 700	۱۳۸۱	۱۲۰۰۰	۲۱۰	۶۷۵۰۰
SC 500	۱۳۸۲	۱۱۰۰۰	۲۰۷/۵	۷۵۰۰۰
SC 302	۱۳۸۲	۱۰۵۰۰	۱۹۷/۵	۸۰۰۰۰
SC 400	۱۳۸۷	۱۰۵۰۰	۲۰۸	۸۰۰۰۰
SC 260	۱۳۸۷	۱۰۵۰۰	۲۰۶	۸۰۰۰۰
کارون ۷۰۱	۱۳۹۰	۱۱۷۰۰	۲۱۰	۷۰۰۰۰
مبین	۱۳۹۰	۱۰۲۰۰	۱۸۰	۷۰۰۰۰
SC 705	۱۳۹۱	۱۲۶۱۷	۱۹۱	۷۰۰۰۰
SC 706	۱۳۹۱	۱۲۲۸۰	۱۷۶/۷	۷۰۰۰۰

جدول ٤ نام رقم، سال معرفی، عملکرد دانه، ارتفاع بوته و طول دوره رشد ارقام برنج آزادشده در طی پنج دهه اخیر در کشور

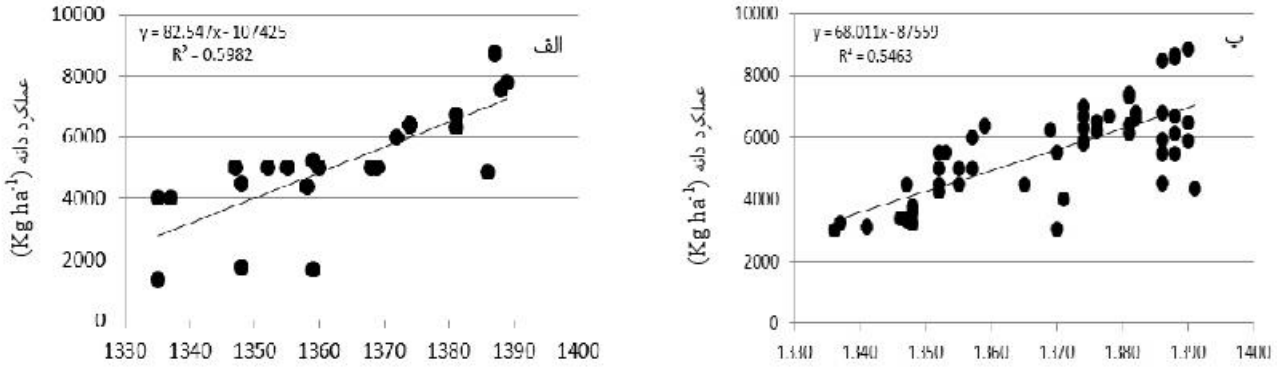
نام رقم	سال معرفی	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)	ارتفاع بوته (cm)	طول دوره رشد (day)
مهر	۱۳۴۵	۴۰۰۰	۱۳۵	۱۴۵
آمل ۱	۱۳۵۱	۶۷۵۰	۱۲۰	۱۳۷/۵
فوجی مینوری	۱۳۵۳	۷۵۰۰	۱۱۰/۵	۱۲۲
اهواز ۱	۱۳۵۳	۵۷۵۰	۱۰۰	۱۴۷/۵
گیل ۱	۱۳۵۸	۴۷۵۰	۱۳۰	۱۳۲/۵
گیل ۳	۱۳۵۹	۵۲۵۰	۱۰۰	۱۳۲/۵
آمل ۲	۱۳۵۹	۶۲۵۰	۱۱۰	۱۲۲/۵
آمل ۳	۱۳۶۲	۸۷۵۰	۱۱۰	۱۳۷/۵
خزر	۱۳۶۲	۵۲۵۰	۱۲۵	۱۲۷/۵
هراز	۱۳۶۴	۶۷۹۵	۱۱۷	۱۳۰
سپیدرود	۱۳۶۶	۶۷۵۰	۱۱۰	۱۲۲/۵
زاینده‌رود	۱۳۷۱	۸۲۵۰	۱۳۰	۱۴۷/۵
دشت	۱۳۷۲	۷۲۵۰	۱۲۵	۱۲۷/۵
دورودزن	۱۳۷۳	۷۷۵۰	۸۶	۱۳۴/۵
چرام ۱	۱۳۷۳	۶۲۵۰	۹۰	۱۴۷/۵
بجار	۱۳۷۴	۶۲۵۰	۱۱۰	۱۲۷/۵

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤ ادامه

نام رقم	سال معرفی	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)	ارتفاع بوته (cm)	طول دوره رشد (day)
نعمت	۱۳۷۴	۷۲۵۰	۱۱۵	۱۳۷/۵
سازندگی	۱۳۷۴	۸۲۵۰	۱۳۰	۱۴۷/۵
چرام ۲	۱۳۷۴	۹۵۰۰	۱۲۰	۱۵۵
یاسوج ۱	۱۳۷۵	۵۲۵۰	۱۰۰	۱۴۵
یاسوج ۲	۱۳۷۵	۴۲۵۰	۱۲۰	۱۴۵
یاسوج ۳	۱۳۷۶	۵۷۵۰	۸۷	۱۴۵
عنبربو	۱۳۷۶	۳۲۵۰	۱۵۰	۱۴۲/۵
چرام ۳	۱۳۷۶	۷۲۵۰	۱۳۵	۱۴۷/۵
ندا	۱۳۷۷	۷۲۵۰	۱۱۰	۱۳۲/۵
کوهرنگ	۱۳۷۹	۴۲۵۰	۱۲۰	۱۳۷/۵
درفک	۱۳۸۰	۵۲۵۰	۱۱۰	۱۲۰
کادوس	۱۳۸۰	۵۷۵۰	۱۰۵/۳	۱۲۴/۵
ساحل	۱۳۸۰	۶۷۵۰	۱۰۰/۷	۱۳۱
فجر	۱۳۸۰	۶۲۵۰	۱۰۷/۷	۱۴۰
صالح	۱۳۸۱	۴۷۵۰	۱۱۳	۱۱۶
شفق	۱۳۸۲	۷۷۵۰	۱۱۰	۱۲۷/۵
تابش	۱۳۸۲	۴۷۵۰	۱۱۴/۵	۱۲۷/۵
پویا	۱۳۸۲	۵۰۶۰/۴۴	۱۴۰	۱۳۰
شیرودی	۱۳۸۶	۷۵۰۰	۱۰۶	۱۰۴
۸۴۳	۱۳۸۷	۶۵۲۳	۶۰/۷	۹۹
کشوری	۱۳۹۰	۸۹۰۱	۱۱۶	۹۷
کوهسار	۱۳۹۰	۶۰۵۰	۶۰	۶۵



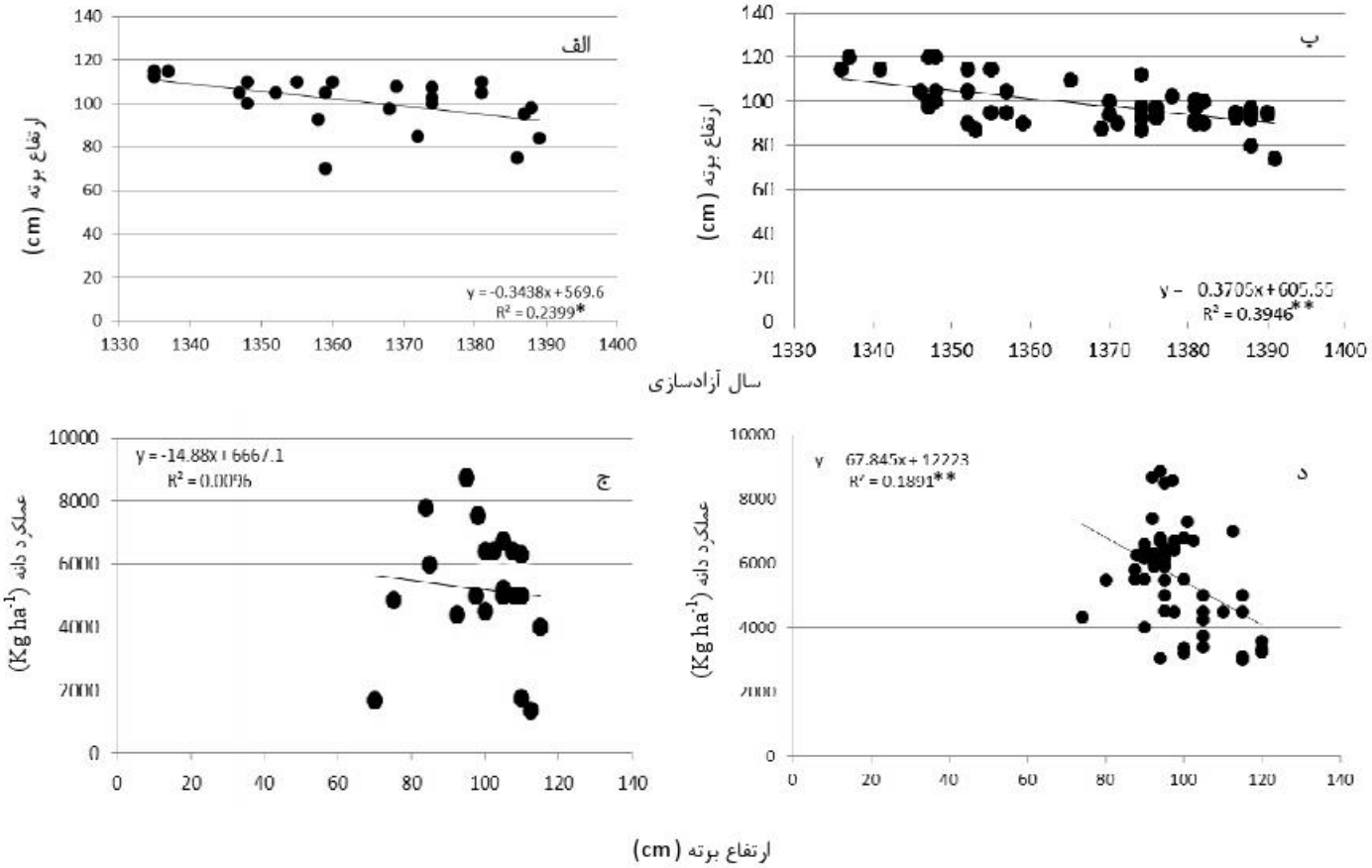
شکل ۱ روند تغییرات عملکرد دانه گندم‌های پاییزه (الف) و بهاره (ب) معرفی شده در طی ٦٠ سال اخیر در ایران

بررسی روند تغییرات ارتفاع بوته گندم‌های پاییزه و بهاره در طی چند دهه اخیر در کشور بیان‌گر نزولی بودن این روند می‌باشد. همانطور که در اشکال ۲الف و ۲ب مشاهده می‌شود عملیات به‌نژادی در جهت کاهش ارتفاع بوته صورت پذیرفته است. اما همان‌گونه که مشاهده می‌شود سرعت کاهش در ارتفاع بوته در ارقام بهاره بیشتر بوده است. به گونه‌ای که در ارقام بهاره گندم به ازای هر سال ۰/۳۷ سانتی‌متر از طول بوته کاسته شده در صورتی که این کاهش برای ارقام پاییزه به میزان ۰/۳۴ سانتی‌متر در هر سال بوده است. این نتایج با نتایج بسیاری از محققین دیگر مطابقت دارد (۱۰، ۱۲ و ۱۵). تاکنون در اکثر برنامه های اصلاحی انتخاب برای ارتفاع کمتر صورت پذیرفته است که موجبات افزایش مقاومت به ورس، تخصیص بیشتر بیوماس کل به عملکرد دانه و پاسخ مثبت به عملیات مدیریتی نظیر کودپذیری

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتر را فراهم آورده است (۵، ۹، ۱۰، ۴۹ و ۶۰). همچنین نتایج سایر مطالعات نشان می‌دهد که کاهش در ارتفاع بوته نه تنها منجر به افزایش کارایی مواد ذخیره شده می‌شود (۲۷) بلکه افزایش شاخص برداشت را هم به همراه دارد (۱۳ و ۵۵). رینولدز و همکاران (۴۹) نیز عنوان داشتند که تاکنون افزایش در پتانسیل عملکرد گندم عمدتاً از طریق دست‌کاری تعداد کمی از ژن‌های اصلی، همانند آنهایی که ارتفاع بوته (Rht)، سازگاری به فتوپریود (Ppd) و عادت رشد (Vrn) را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند، حاصل شده است. از طرف دیگر بررسی رابطه بین ارتفاع بوته و عملکرد در ارقام گندم کشور در طی این مدت نشان می‌دهد که با کاهش ارتفاع بوته عملکرد دانه افزایش یافته است (اشکال ۲ج و ۲د). به عبارت دیگر رابطه بین این دو صفت منفی بوده است. به گونه‌ای که با افزایش ارتفاع بوته ۱۴/۸ کیلوگرم در هکتار از عملکرد دانه ارقام پاییزه و ۶۷/۸ کیلوگرم در هکتار از عملکرد دانه ارقام بهاره کاسته می‌شود. این رابطه به‌خوبی می‌تواند نشان دهندهٔ نقش به‌نژادی در افزایش صورت گرفته در عملکرد گندم‌های پاییزه و بهاره در ایران باشد. به‌عبارت دیگر به‌نژادی توانسته است صرف‌نظر از بهبود عملیات مدیریتی و زراعی، موجب افزایش عملکرد گندم شده باشد. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که در گندم استفاده از ژن‌های پاکوتاهی، افزایش قابل‌ملاحظه و معنی‌داری را در پتانسیل عملکرد این گیاه سبب گردیده است که کاملاً مستقل از افزایش مقاومت به ورس است (۳۰). البته کاهش در ارتفاع بوته با افزایش در شاخص برداشت و در اکثر موارد عدم تغییر در بیوماس نهایی همراه است (۴، ۱۰، ۱۵، ۲۳ و ۳۳). در حقیقت ارقام جدید برخلاف اقلام قدیم، به جای آنکه مواد فتوسنتزی تولیدی خود را صرف افزایش ارتفاع و رشد رویشی بیشتر نمایند، آنها را به دانه‌ها تخصیص داده و باعث افزایش در عملکرد گیاه می‌گردند، بدون آنکه تغییری در بیوماس نهایی ایجاد شود. البته برخی محققین همانند وادینگتون و همکاران (۶۵) گزارش کردند که افزایش در عملکرد دانه با افزایش در بیوماس نهایی همراه بوده است. ولی به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد که ارتفاع بوته گندم در طی ۲۰ سال اخیر به حد مطلوب یعنی ۷۰ الی ۱۰۰ سانتیمتر جهت حصول حداکثر پتانسیل عملکرد رسیده است، به‌طوری‌که با کاهش بیشتر در ارتفاع، کاهش بیوماس سریع‌تر از افزایش در شاخص برداشت اتفاق می‌افتد، به‌طوری‌که ممکن است موجب افت عملکرد در گیاه گردد (۳۱ و ۴۰).



شکل ۲ روند تغییرات ارتفاع بوته گندم‌های پاییزه (الف) و بهاره (ب) در طی ۶۰ سال اخیر در ایران، همچنین رابطه بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته در گندم‌های پاییزه (ج) و بهاره (د) در طی این مدت

www.SID.ir

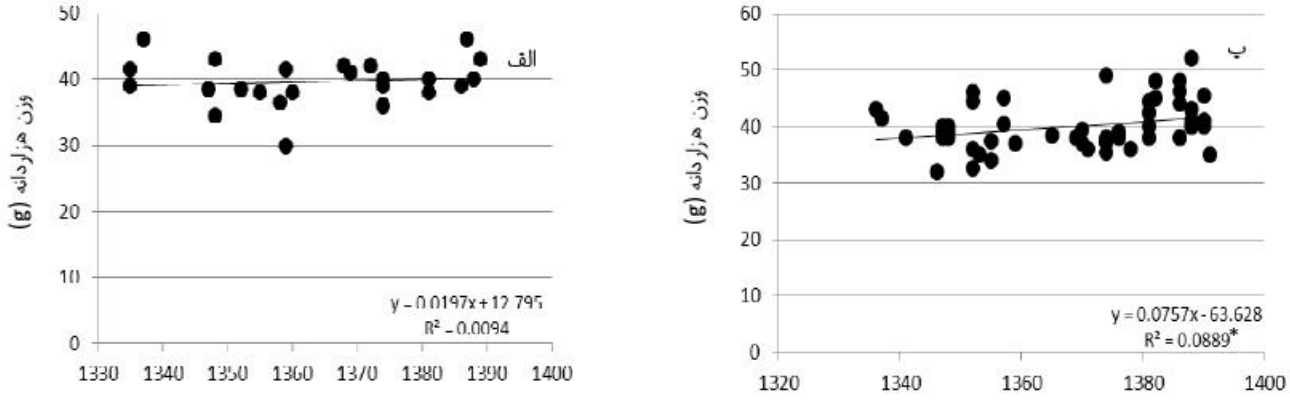
Archive of SID

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که وزن هزاردانه در ارقام پاییزه و بهاره گندم در طی چند دهه اخیر افزایش بسیار اندکی داشته است، این افزایش در وزن هزاردانه بیشتر در رابطه با گندم بهاره بوده است به‌طوری‌که می‌توان گفت مقدار این صفت در طی این مدت برای گندم‌های پاییزه ثابت باقی مانده است (شکل ۳). اسلافر و همکاران (۵۸) گزارش نمودند که در جریان پیشرفت ژنتیکی در پتانسیل عملکرد گندم وزن دانه کاهش یافته است. برخی مطالعات دیگر نیز نشان داده‌اند که افزایش در وزن دانه منجر به افزایش در پتانسیل عملکرد گندم‌های آبی شده است (۱۵). به عنوان مثال ژو و همکاران (۷۰) در رابطه با پیشرفت ژنتیکی در عملکرد بالقوه و صفات زراعی مرتبط در ارقام آزاد شده گندم زمستانه در سال‌های ۱۹۶۹ تا ۲۰۰۰ در استان شاندونگ چین نشان دادند که پیشرفت‌های ژنتیکی در عملکرد بالقوه تا حد زیادی با افزایش وزن دانه در سنبله همراه بوده است. البته علی‌رغم تغییر در وزن هزار دانه ارقام گندم پاییزه در تحقیق حاضر، ذکر این نکته نیز ضروری است که این صفت توانایی افزایش در پتانسیل عملکرد گندم را دارد.

به طور کلی باید عنوان نمود علی‌رغم ماهیت داده‌های مربوط به عملکرد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه که می‌توانسته است تحت‌تأثیر روش اندازه‌گیری در طی زمان‌های مختلف در طی شش دهه اخیر در کشور قرار گرفته باشد و روندهای به‌دست آمده نیز متأثر از تفاوت در شرایط اقلیمی، خاکی و مدیریتی حاکم در زمان‌های مختلف در هر منطقه بوده باشند، ولی ثبات نتایج به‌دست آمده در ارقام جدید در مقایسه با ارقام قدیم بیان‌گر این مطلب است که این عوامل نقش کمی (در صورت وجود) را در تعیین روندهای به دست آمده داشته‌اند و بنابراین می‌توان به نتایج حاصله در بعد افزایش عملکرد گندم در ایران اعتماد نمود. با در نظر گرفتن کاهش ایجاد شده در ارتفاع بوته گندم‌های پاییزه و بهاره از یک طرف و افزایش صورت گرفته در عملکرد دانه این گیاه در طی شش دهه اخیر از طرف دیگر، می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که به‌نژادی توانسته است به گونه‌ای مؤثر عملکرد گندم‌های پاییزه و بهاره را در ایران افزایش دهد. از طرف دیگر هیچ‌گونه شواهدی مبنی بر اینکه عملکرد دانه گندم در ایران در حال نزدیک شدن به یک سقف می‌باشد مشاهده نگردید، که این مسئله آینده روشنی را برای افزایش بیشتر در عملکرد ارقام گندم در کشور نشان می‌دهد. البته افزایش بیشتر در عملکرد را نمی‌توان از طریق کاهش بیشتر در ارتفاع بوته گندم‌های بهاره انتظار داشت، بلکه باید به سایر عوامل فیزیولوژیک مانند افزایش هدایت روزنه‌ای، افزایش سرعت فتوسنتز، ایجاد کانوپی خنک‌تر و غیره روی آورد، ولی در مورد گندم‌های پاییزه امکان کاهش بیشتر در ارتفاع بوته به محدوده ۷۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر وجود دارد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که سرعت افزایش در عملکرد دانه در ایران حتی از بسیاری از کشورهای جهان نیز بیشتر بوده است که بیانگر کارایی بالای فعالیت‌های به‌نژادی بر روی این گیاه می‌باشد.

ذرت

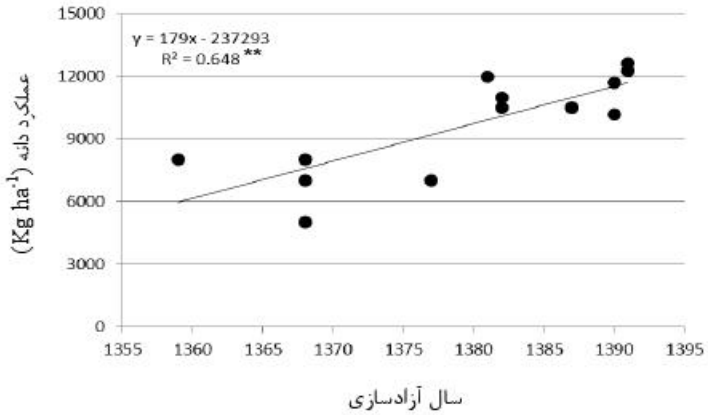
نتایج نشان می‌دهند که از زمان معرفی اولین هیبرید سینگل کراس در کشور در سال ۱۳۵۹ عملکرد دانه این گیاه روندی صعودی داشته، به‌طوری‌که میزان افزایش آن ۱۷۹ کیلوگرم درهکتار در سال معادل ۱/۹۶ درصد در سال بوده است (شکل ۴).



شکل ۳ روند تغییرات وزن هزار دانه گندم‌های پاییزه (الف) و بهاره (ب) معرفی شده در طی شش دهه اخیر در ایران

www.SID.ir

Archive of SID

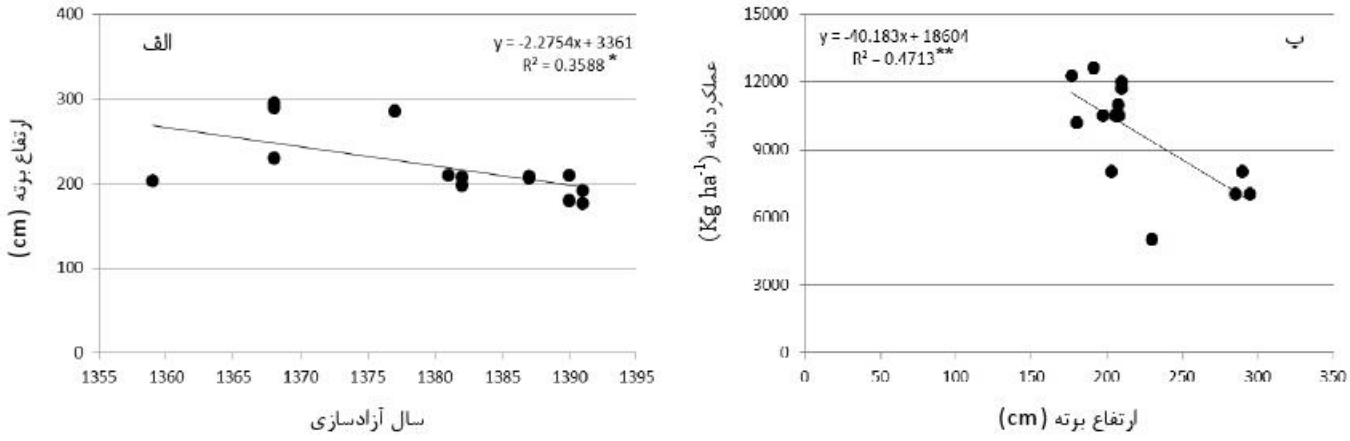


شکل ٤ روند تغییرات عملکرد دانه در ارقام ذرت سینگل کراس معرفی شده در کشور در طی چهار دهه اخیر در ایران

البته این افزایش ترکیبی از بهبود شرایط به‌نژادی و به‌زراعی بوده است. با این وجود محققین مختلف سهم پیشرفت ژنتیکی را در افزایش عملکرد ذرت از ۴۰ تا ۱۰۰ درصد متغیر می‌دانند (۲۱، ۲۵، ۵۳، ۶۲ و ۶۷). انجام مقایسه بین سرعت افزایش عملکرد این گیاه در ایران با مقادیر مشابه در سایر کشورها نشان می‌دهد که عملکرد دانه این گیاه در کشور به گونه‌ای کاملاً مؤثر افزایش یافته است.

همان‌گونه که ذکر شد سرعت افزایش عملکرد دانه ذرت در ایران در طی این مدت ۱۷۹ کیلوگرم دانه در هکتار در سال و یا ۱/۹۶درصد در سال بوده است، حال آنکه متوسط افزایش عملکرد در شرایط اقلیمی معتدل آمریکا ۱۰۹ و در اروپای شرقی ۴۲ کیلوگرم در هکتار در سال در طی چهار (۲۶) و در چین ۹۴/۷ کیلوگرم در هکتار در سال گزارش شده است (۱۸، ۳۸، ۵۰ و ۶۶). افزایش گزارش شده توسط تولنار و وو (۶۳) در انتاریو کانادا نیز ۱/۵درصد در سال بوده است. این مقایسات به خوبی نشان می‌دهند که برنامه‌های پیاده شده در کشور در جهت افزایش عملکرد گیاه ذرت در طی حدوداً پنج دهه اخیر بسیار مناسب و مؤثر بوده‌اند.

بررسی روند تغییرات ارتفاع بوته در این گیاه در طی حدوداً چهار دهه اخیر نشان دهندهٔ نزولی بودن این روند می‌باشد به‌طوری‌که ارتفاع ذرت از ۳۰۰ به ۲۰۰ سانتیمتر کاهش یافته است (شکل ۵الف). این مسئله نشان می‌دهد که به‌نژادگران در جهت ارتفاع کمتر در ایران انتخاب کرده‌اند. بررسی رابطه بین عملکرد دانه در هیبریدهای قدیم و جدید با تغییرات ارتفاع بوته نیز این مسئله را تأیید می‌کند که با کاهش ارتفاع بوته، عملکرد دانه ذرت افزایش یافته است (شکل ۵ب).



شکل ۵ روند تغییرات ارتفاع بوته ارقام ذرت هیبرید سینگل کراس معرفی شده در طی چهار دهه اخیر در ایران (الف) و رابطه بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته (ب) در این گیاه در طی این مدت

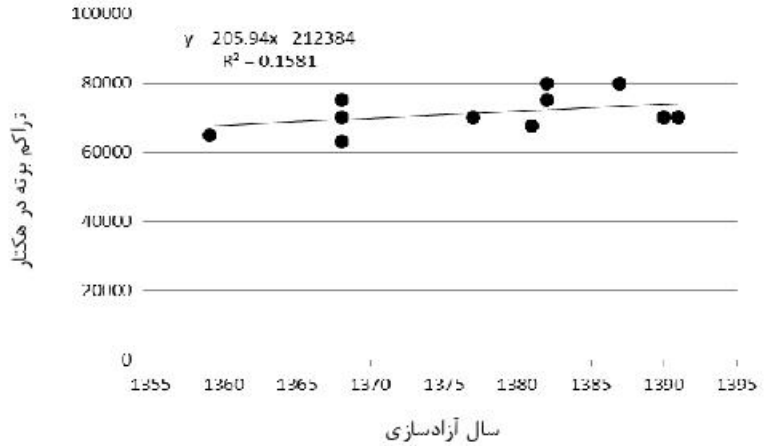
www.SID.ir

Archive of SID

همانند آنچه در مورد گندم ذکر گردید، هیبریدهای جدید بخش کمتری از مواد فتوسنتزی تولیدی خود را صرف تولید ساقه و افزایش ارتفاع ناشی از آن نموده‌اند، بلکه با اختصاص آن به اندام های زایشی موجبات افزایش عملکرد این گیاه را فراهم نموده‌اند. در حقیقت کاهش ارتفاع بوته می‌تواند منجر به افزایش در شاخص برداشت این گیاه گردیده باشد. فولکز و همکاران (۳۲) عنوان نمودند که انتخاب برای کاهش ارتفاع می‌تواند شاخص برداشت ذرت را افزایش دهد. در این ارتباط تولنار (۶۲) سهم شاخص برداشت در افزایش عملکرد هیبریدهای جدید در مقایسه با هیبریدهای قدیم ذرت را ۱۵ درصد گزارش نمود. راسل (۵۲) نیز دریافت که در بین ۲۸ لاین با قدمت‌های مختلف که لاین با گرده‌افشانی آزاد تا هیبریدهای مربوط به دهه ۱۹۸۰ را شامل می‌شدند، همبستگی شاخص برداشت با عملکرد نسبتاً بالا بود (r=۰/۸۳). بنابراین می‌توان گفت کاهش ارتفاع بوته عمدتاً از طریق افزایش شاخص برداشت و مقاومت به ورس موجبات افزایش عملکرد دانه ذرت در ایران را فراهم نموده است.

بررسی روند تغییرات تراکم بوته در واحد سطح در هیبریدهای ذرت معرفی‌شده در طی چهار دهه اخیر در کشور نشان می‌دهد که هیبریدهای جدید تراکم‌پذیرتر از هیبریدهای قدیم گردیده‌اند (شکل ۶). بهبود ژنتیکی هیبریدهای ذرت در آمریکا نیز با افزایش در تراکم مطلوب یا تراکمی که حداکثر تولید دانه را دارد همراه بوده است (۱). اختلاف عملکرد بین ارقام قدیم و جدید ذرت در تراکم های بالاتر نسبت به تراکم های پایین‌تر بیشتر است (۱۹، ۲۶ و ۵۱). دوویک (۲۵) در مقایسه ۴۰ هیبرید ذرت که طی سال‌های ۱۹۳۴ و ۱۹۹۲ آزاد گشته بودند دریافت که عملکرد هیبریدهای قدیمی زمانی‌که رقابت بین بوته‌ای در جامعه گیاهی کاهش پیدا کرد، با هیبریدهای جدید تفاوت نداشت. بنابراین همان‌گونه که مشاهده می‌شود یکی از نمودهای بارز پیشرفت ژنتیکی در ذرت تراکم‌پذیرتر شدن هیبریدهای جدید در مقایسه با هیبریدهای قدیم بوده است، نتیجه‌ای که در کشور ما نیز حاصل شده است (شکل ۶). این نتایج به خوبی نشان می‌دهد که پیشرفت در پتانسیل عملکرد بیش از آنکه تابع عوامل محیطی نظیر اقلیم باشد، تابع سازگاری به میکرو اقلیم کانوپی است.

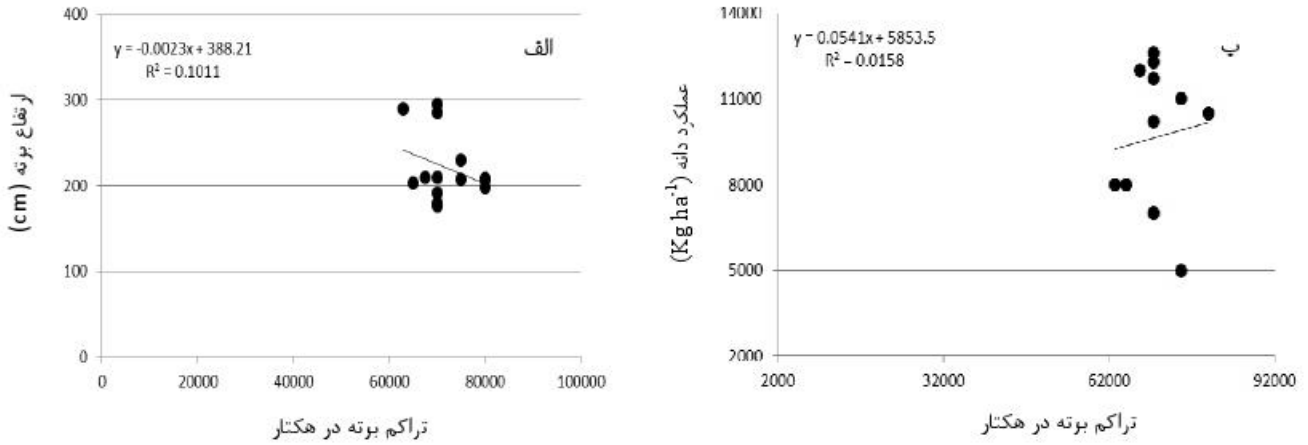
از طرف دیگر بررسی رابطه بین سازگاری به تراکم‌های بالا و کاهش ارتفاع بوته در ذرت نشان می‌دهد که افزایش تراکم‌پذیری با کاهش ارتفاع بوته همراه بوده است (شکل ۷الف). در حقیقت کاهش ارتفاع بوته توانسته است از طریق کاهش سایه‌اندازی و در نتیجه رقابت بین بوته‌ای موجبات تراکم‌پذیرتر شدن هیبریدهای جدید را در مقایسه با هیبریدهای قدیم فراهم آورده باشد. همچنین بررسی رابطه بین افزایش در عملکرد و تراکم‌پذیرتر شدن هیبریدهای جدید نیز بیان‌گر رابطه مثبت بین این دو صفت می‌باشد، به‌طوری‌که با افزایش تراکم‌پذیری، عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت افزایش یافته است (شکل ۷ب). دوویک (۲۴) عنوان داشت که هیبریدهای جدیدتر که از اصلاح ارقام قدیمی حاصل شدند، نه‌تنها در تراکم‌های بالا و با ازت زیاد بلکه در تراکم‌های پایین‌تر و با ازت کمتر نیز عملکرد بالاتری داشتند. زینگ کو و همکاران (۶۷) نیز بیان کردند رابطه مثبتی بین افزایش عملکرد و افزایش تراکم بوته وجود دارد. البته از مقایسه اشکال ۵ ب و ۷ب می‌توان چنین نتیجه گرفت که کاهش ارتفاع بوته نقش مؤثرتری را در مقایسه با افزایش تراکم‌پذیری در بهبود عملکرد دانه ذرت فراهم نموده است.



شکل ٦ روند تغییرات تراکم بوته در هکتار در ارقام ذرت سینگل کراس معرفی شده در کشور در طی چهار دهه اخیر در ایران

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷ رابطه بین ارتفاع بوته (الف) و عملکرد دانه (ب) با تراکم بوته در هکتار در ارقام هیبرید سینگل کراس ذرت معرفی شده در طی چهار دهه گذشته در ایران

به‌طور کلی از مقایسه و بررسی روند تغییرات عملکرد دانه، ارتفاع بوته و تراکم بوته در واحد سطح ذرت طی چهار دهه اخیر در کشور می‌توان چنین نتیجه گرفت که پتانسیل عملکرد این گیاه به گونه‌ای کاملاً موفقیت‌آمیز افزایش یافته است، به‌گونه‌ای که کاهش ارتفاع بوته و افزایش تراکم‌پذیری هیبریدهای جدید در مقایسه با هیبریدهای قدیم می‌توانند بیان‌گر نقش مثبت و تأثیرگذار فرآیندهای به‌نژادی و انتخاب صورت گرفته در جهت حصول عملکردهای بالاتر، بدون در نظرگرفتن نقش عوامل به‌زراعی، باشند.

برنج

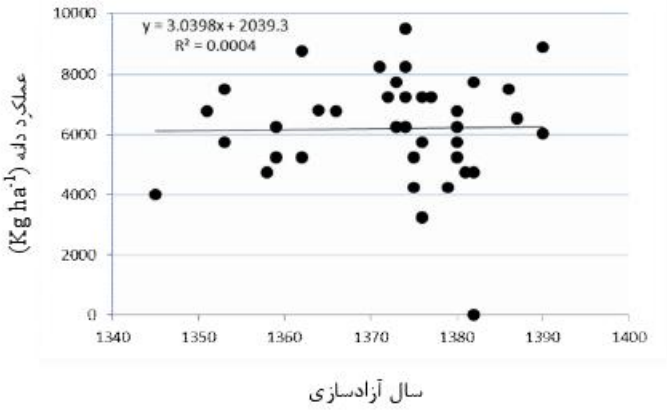
بررسی روند تغییرات عملکرد دانه در این گیاه در طی ۵۰ سال گذشته نشان دهنده عدم تغییر معنادار در عملکرد دانه برنج ارقام جدید در مقایسه با ارقام قدیم بوده است (شکل ۸). روند صعودی عملکرد دانه در طی این مدت آهسته و کند بوده است. در حقیقت روند تغییرات عملکرد دانه برنج در ایران بیان‌گر این مطلب است که عملکرد این گیاه به میزان ۳/۰۴ کیلوگرم در هکتار در سال افزایش یافته است. پنگ و همکاران (۴۳) با مقایسه ۱۲ رقم و لاین تولید شده توسط مؤسسه بین المللی تحقیقات برنج (IRRI) در طی سالهای ۱۹۶۶ تا ۱۹۹۵ دریافتند که عملکرد دانه در این گیاه به طرز معنی‌دار و به میزان ۷۵ تا ۸۱ کیلوگرم در هکتار در سال، معادل تقریباً ۱ درصد در هر سال افزایش یافته است. رقم IR8 اولین رقم پرمحصول جدید برنج بوده است که در سال ۱۹۶۶ توسط IRRI جهت کشت در اراضی کم ارتفاع گرمسیری تولید گردید (۴۴ و ۴۵). عملکرد این رقم و نیز سایر ارقام آزادشده توسط این مؤسسه در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰، ۹ تا ۱۰ تن در هکتار بوده است (۱۷، ۲۰ و ۶۹). از طرف دیگر پتانسیل تئوریک عملکرد در این گیاه ۱۵/۹ تن در هکتار بر پایه تشعشع خورشیدی موجود در طول فصل رشد در این اراضی تخمین زده شده است (۶۸). در سال‌های بعد چین به تولید ارقامی با عملکرد ۱۲ تن در هکتار دست یافت (۴۵). بنابراین مشاهده می‌شود که فاصلهٔ بین عملکرد جدیدترین ارقام برنج کشور و ارقام تولیدشده توسط IRRI نسبتاً زیاد است.

ساقه محکم و کوتاه از خصوصیات مورفولوژیک است که نقش زیادی در عملکرد بالای برنج ایفا می‌نماید، زیرا باعث می‌شود که برنج مقاومت بیشتری در مقابل ورس داشته و مصرف زیاد ازت را تحمل کند (۱). بررسی روند تغییرات ارتفاع بوته در ارقام برنج ایرانی معرفی‌شده در طی ۵۰ سال گذشته نشان می‌دهد که این خصوصیت روندی کاهشی داشته است (شکل ۹). هرچند مقدار این کاهش بسیار کم بوده است. همچنین در حال حاضر ارتفاع بوته ارقام جدید برنج در ایران در محدود ۱۰۰ الی ۱۲۰ سانتیمتر قراردارد، که تا حدودی بیشتر از ارتفاع توصیه شده (۱۰۰ سانتیمتر) در منابع جهت حصول حداکثر عملکرد دانه در این گیاه می‌باشد (۱ و ۴۲).

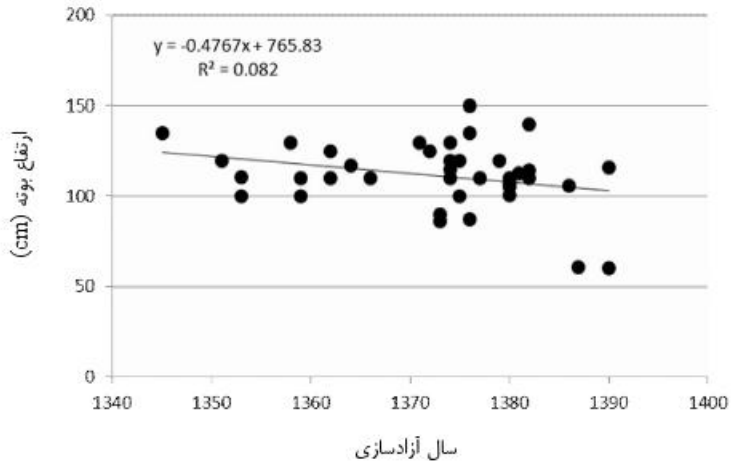
در حقیقت سرعت بسیار آهسته کاهش ارتفاع بوته در ایران می‌تواند نشان‌دهنده این مطلب باشد که فعالیت‌های به‌نژادی بر روی این خصوصیت همانند آنچه در مورد گندم و ذرت مشاهده گردید، مؤثر واقع نشده است، هر چند کماکان امکان کاهش بیشتر در ارتفاع برنج‌های ایرانی جهت حصول عملکردهای بالاتر وجود دارد. یوشیدا (۶۸) عنوان داشت که عملکرد دانه در برنج همبستگی بالایی با شاخص برداشت دارد، و یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر شاخص برداشت ارتفاع بوته این گیاه می‌باشد، به‌طوری‌که در چین شاخص برداشت ارقام پا بلند محلی ۲۷ درصد ولی شاخص برداشت ارقام پرمحصول و پاکوتاه جدید ۵۵ درصد بود (۱).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸ روند تغییرات عملکرد دانه در ارقام برنج معرفی شده در طی پنج دهه اخیر در ایران

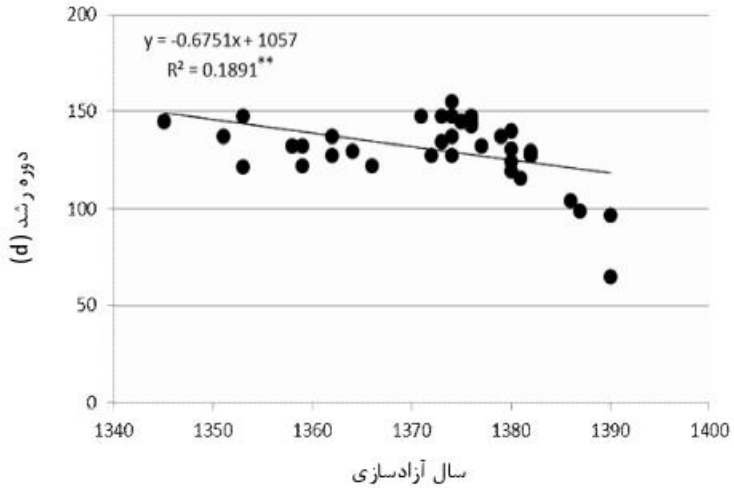


شکل ۹ روند تغییرات ارتفاع بوته در ارقام برنج معرفی شده در طی ۵۰ سال اخیر در ایران

بررسی روند تغییرات طول دوره رشد ارقام برنج ایرانی آزادشده در طی این مدت نشان داد که طول دورهٔ رشد به میزان زیادی کاهش یافته است، که این نتیجه با نتایج تحقیقات دیگر که در آن ارقام قدیم و جدید برنج با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفته اند (۱ و ۴۲)، مطابقت ندارد (شکل ۱۰). در حقیقت نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که با کاهش طول دوره رشد عملکرد کاهش پیدا نکرده است که این امر نشان دهنده موفقیت به‌نژادی برنج در ایران در جلوگیری از کاهش عملکرد و عدم موفقیت آن‌ها در افزایش عملکرد بوده است. پنگ و همکاران (۴۳) مشاهده کردند که ارقام برنج آزادشده توسط IRRI در طی سال‌های ۱۹۷۴ تا ۱۹۸۳ که کوتاه‌ترین طول دورهٔ رشد را در مقایسه با ارقام آزادشده قبل و بعد از این مدت داشتند (طول دوره رشد آنها به‌طور متوسط ۱۰ روز کمتر بود)، عملکرد کمتری را در مقایسه با ارقام آزادشده بعد از سال ۱۹۸۳ تولید نمودند. ذکر این نکته ضروری است که طول دورهٔ مطلوب رشد بر اساس منطقه و اختلاف درجه حرارت متفاوت است. در فیلیپین طول دورهٔ مطلوب رشد برای عملکرد بالا در فصول خشک و مرطوب حدود ۱۲۵ روز است (۳۴). رحیمیان و بنایان (۱) اظهار داشتند که ارقام زودرس برنج مزیت‌های فیزیولوژیکی و زراعی زیادی در افزایش و ثبات عملکرد درکشت برنج در مناطق گرمسیری دارند. این ارقام به ازای هر روز فصل رشد محصول بیشتری تولید می‌کنند، ضمن آنکه کارآیی مصرف آب بالاتری نیز دارند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۰ روند تغییرات طول دوره رشد ارقام برنج معرفی شده در طی ۵۰ سال اخیر در ایران

نتیجه گیری

به‌طورکلی باید گفت با توجه به خصوصیات یک تیپ ایده‌آل برنج جهت حصول حداکثر پتانسیل عملکرد که توسط فیزیولوژیست‌های گیاهان زراعی ارائه گردیده است (۲۲، ۳۶، ۳۷ و ۶۴) و برخی از آنها شامل ارتفاع بوته ۹۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر، دورهٔ رشد ۱۰۰ تا ۱۳۰ روز و تعداد پنجه‌های نابارور کم می‌باشد، همچنین نتایج به‌دست آمده در تحقیق حاضر می‌توان اظهار داشت که به‌نژادی برنج در ایران نتوانسته است به گونه‌ای موفقیت‌آمیز عملکرد دانه این گیاه را افزایش دهد. ولی امکان کاهش ارتفاع بوته به حد مطلوب و در عین حال کاهش طول دورهٔ رشد مشروط بر آنکه با افزایش تولید در هر روز (مانند افزایش سرعت فتوسنتز) همراه باشد، کماکان آینده افزایش عملکرد این گیاه در ایران را روشن نگاه می‌دارد.

قدردانی

لازم می‌دانیم از همکاری صمیمانه بخش تحقیقات غلات و بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج که اطلاعات مربوط به ارقام مختلف گندم و ذرت معرفی شده در کشور تا این زمان را در اختیار اینجانبان قرار دادند تشکر نماییم. از مؤسسه تحقیقات برنج کشور و آقای دکتر امیری لاریجانی از مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز واقع در استان مازندران که اطلاعات کاملی را در زمینه ارقام برنج آزاد شده در کشور در طی این دوران جمع‌آوری و در اختیار قرار دادند نیز صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد. همچنین، از دو داور محترم مقاله که با نظرات ارزنده خود بر غنای هر چه بیشتر مقاله حاضر افزودند تشکر می‌شود. تحقیق حاضر از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه شهید بهشتی مربوط به طرح پژوهشی شماره ۶۰۰/۲۱۴۰ صورت پذیرفته است که لازم می‌دانیم از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید بهشتی بابت فراهم نمودن امکان اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی نماییم.

منابع

۱- رحیمیان، ح.، و م. بنایان. ۱۳۷۵. مبانی فیزیولوژیکی اصلاح‌نباتات (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۲- رحیمیان، ح.، ع. ر.کوچکی و ا. زند. ۱۳۷۷. تکامل، سازگاری و عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. تهران.
۳- زند، ا. ۱۳۷۹. مطالعه خصوصیات اکوفیزیولوژیک ارقام گندم ایرانی از نظر مورفولوژی، فیزیولوژی و رقابت درون و بین گونه‌ای (روند تغییرات ۵۰ ساله). رساله دکتری زراعت. دانشگاه فردوسی مشهد.
۴- زند، ا.، ع.ر. کوچکی، ح. رحیمیان مشهدی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۰. بررسی روند تغییرات عملکرد، رقابت درون گونه‌ای و رقابت بین گونه‌ای برخی ارقام گندم ایرانی در طی ۵۰ سال اخیر. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۱۵(۲):۲۹-۲۱.
۵- زند، ا.، ع. ر. کوچکی، ح. رحیمیان مشهدی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۱. بررسی روند تغییرات ۵۰ ساله خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در برخی گندم‌های ایرانی. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۱۶(۱):۱۷۲-۱۶۱.

www.SID.ir

Archive of SID

۶- زند، ا.، ع. ر. کوچکی، ح. رحیمیان مشهدی، ر. دیهیم‌فرد، س. صوفی‌زاده و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۵. مطالعه برخی خصوصیات اکوفیزیولوژیکی مؤثر در افزایش توانایی رقابتی ارقام گندم (*Triticum aestivum* L.) ایرانی قدیم و جدید با علف‌هرز یولاف وحشی (*Avena ludoviciana*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۲(۲):۱۷۴-۱۶۰.

۷- صوفی‌زاده، س. ۱۳۸۴. بررسی فیزیولوژی عملکرد، ساختار کانوپی و فنولوژی تطبیقی ارقام مختلف کلزا (*Brassica napus* L.) و تعیین تیپ ایده‌آل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه تهران.

۸- صوفی‌زاده، س. و ا. زند. ۱۳۸۴. تراکم‌پذیری ارقام در شرایط عاری از علف‌هرز، شاخصی مناسب جهت انتخاب ارقام گندم (*Triticum aestivum* L.) با قدرت رقابت بالا در شرایط رقابت با علف‌های‌هرز. مجموعه مقالات اولین همایش علوم علف‌های‌هرز ایران، ۱۸۵-۱۸۱.

۹- صوفی‌زاده، س.، ا. زند و ر. دیهیم‌فرد. ۱۳۸۳. بررسی عملکرد دانه، کارایی مصرف نیتروژن و درصد پروتئین دانه ارقام قدیم و جدید گندم نان (*Triticum aestivum* L.) ایرانی. چکیده مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح‌نباتات ایران، ص. ۴۰۹.

۱۰- صوفی‌زاده، س.، ا. زند، ح. رحیمیان مشهدی و ر. دیهیم‌فرد. ۱۳۸۵. مقایسه عملکرد دانه، کارایی مصرف نیتروژن و درصد پروتئین دانه برخی از ارقام قدیم و جدید گندم (*Triticum aestivum* L.). مجله علوم کشاورزی ایران.(۱) ۲۰:۳۷-۱۳.

11- Badu-Apraku, B., C. G. Yallou, and M. Oyekunle. 2013. Genetic gains from selection for high grain yield and Striga resistance in early maturing maize cultivars of three breeding periods under Striga-infested and Striga-free environments. Field Crops Res. 147: 54-67.

12- Borrell, A. K., L. D. Incoll, and M. J. Dalling. 1991. The influence of the Rht I and Rht 2 alleles on the growth of wheat stems and ears. Ann Bot. 67: 103-110.

13- Brancourt-Hulmel, M., G. Doussinault, C. Lecomte, P. Berard, B. Le Buanec, and M. Trottet. 2003. Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992. Crop Sci. 43: 37-45.

14- Calderini, D. F., and G. A. Slafer. 1998. Changes in yield and yield stability in wheat during the 20th century. Field Crops Res. 57: 335-347.

15- Calderini, D. F., M. F. Dreccer, and G. A. Slafer. 1995. Genetic improvement in wheat yield and associated traits. A re-examination of previous results and the latest trends. Plant Breed. 114: 108-112.

16- Cassman, K. G. 1999. Ecological intensification of cereal production systems: Yield potential, soil quality, and precision agriculture. Proceedings National Academy of Science (USA) 96: 5952-5959.

17- Chandler, R. F. Jr. 1969. Plant morphology and stand geometry in relation to nitrogen. p. 265-285. In J.D. Eastin et al. (ed.) Physiological Aspects of Crop Yield. ASA, Madison, WI.

18- Ci, X. K., M. S. Li, X. L. Liang, Z. J. Xie, D. G. Zhang, X. H. Li, Z. Y. Lu, G. L. Ru, B. Li, and C. X. Xie 2011. Genetic contribution to advanced yield for maize hybrids released from 1970 to 2000 in China. Crop Sci. 51: 13-20.

19- Crosbie, T. M. 1982. Changes in physiological traits associated with long-term effort to improve grain yield of maize. p. 206-233. In Proceedings 37th Annual Corn and Sorghum Industry Research Conference. H.D. Loden, and D. Wilkinson (ed.), Chicago, 5-9 Dec. USA. Seed Trade Association, Washington, D.C.

20- De Datta, S. K., A. C. Tauro, and S. N. Balaoing. 1968. Effect of plant type and nitrogen level on growth characteristics and grain yield of indica rice in the tropics. Agron. J. 60: 643-647.

21- Derieux, M., M. Darrigrand, A. Gallais, Y. Barriere, D. Bloc, and Y. Montalant. 1987. Estimation du progress genetique realize chez le mais grain en France entre 1950 et 1985. Agron. 7: 1-11.

22- Dingkuhn, M., F. W. T. Penning de Vries, S. K. De Datta, and H. H. Van Laar. 1991. Concepts for a new plant type for direct seeded flooded tropical rice. p. 17-38. In: Direct Seeded Flooded Rice in the Tropics. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

23- Donald, C. M., and J. Hamblin. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. Adv. Agron. 28: 361-411.

24- Duvick, D. N. 1984. Genetic contributions to yield gains of U.S. hybrid maize, 1930 to 1980. p. 1-47. In W.R. Fehr (ed.) Genetic Contributions to Yield Gains of Five Major Crop Plants. CSSA Spec. Publ. 7. ASA and CSSA, Madison, WI.

25- Duvick, D. N. 1992. Genetic contributions to advances in yield of U.S. maize. Maydica, 37:69-79.

26- Duvick, D. N. 2005. The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.). Adv. Agron. 86: 83-145.

27- Ehdaie, B., G. A. Alloush, M. A. Madore, and J. G.Waines. 2006. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. Postanthesis changes in internode dry matter. Crop Sci. 46: 735–746.

28- Evans, L. T., and R. A. Fischer. 1999. Yield potential: Its definition, measurement, and significance. Crop Sci. 39: 1544-1551.

29- FAO WFP, IFAD. 2012. The State of Food Insecurity in the World 2012. Economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition. Rome, FAO.

www.SID.ir

Archive of SID

30- Fischer, R. A. 2001. Selection traits for improving yield potential. In Application of Physiology in Wheat Breeding. M.P. Reynolds et al. (ed.). CIMMYT, Mexico.
31- Fischer, R. A., and K. J. Quail. 1990. The effect of major dwarfing genes on yield potential in spring wheats. Euphytica, 46: 51-56.
32- Foulkes, M. J., J. W. Snap, V. J. Shearman, M. P. Reynolds, O. Gaju, and R. Sylvester-Bradley. 2007. Genetic progress in yield potential in wheat: recent advances and future prospects. J. Agr. Sci. 145: 17-29.
33- Gifford, R. M., and L. T. Evans. 1981. Photosynthesis, carbon partitioning and yield. Annu. Rev. Plant Phys. 32: 495-509.
34- IRRI (International Rice Research Institute). 1988. Annual Report for 1987. Manila, Philippines.
35- Jaggard, K. W., A. Qi, and E. S. Ober. 2010. Possible changes to arable crop yields by 2050. Philos. T. Roy. Soc. B 365: 2835-2851.
36- Janoria, M. P. 1989. A basic plant ideotype for rice. International Rice Research Newsletter, 14: 12-13.
37- Khush, G. S. 1990. Varietal needs for different environments and breeding strategies. p. 68-75. In K. Muralidharan, and E.A. Siddiq (ed.) New Frontiers in Rice Research. Directorate of Rice Research, Hyderabad, India.
38- Lu, Z.Y., M. S. Li, Z. J. Xie, C. X. Xie, and X. H. Li. 2010. Study on the trend of yield components among maize hybrids in China. J Maize Sci. 18: 13-17.
39- Miflin, B. 2000. Crop improvement in the 21st century. J. Exp. Bot. 51: 1-8.
40- Miralles, D. J., and G. A. Slafer. 1995. Yield, biomass and yield components in dwarf, semidwarf and tall isogenic lins of spring wheat under recommended and late sowing dates. Plant Breed. 114: 392-396.
41- Peltonen-Sainio, P., L. Jauhiainen, and I. P. Laurila. 2009. Cereal yield trend in northern European conditions: Change in yield potential and its realization. Field Crops Res. 110: 85-90.
42- Peng, S., K. G. Cassman, S. S. Virmani, J. Sheehy, and G. S. Khush. 1999. Yield potential trends of tropical rice since the release of IR8 and the challenge of increasing rice yield potential. Crop Sci. 39: 1552-1559.
43- Peng, S., R. C. Laza, R. M. Visperas, A. L. Sanico, K. G. Cassman, and G. S. Khush. 2000. Grain yield of rice cultivars and lines developed in the Philippines since 1966. Crop Sci. 40: 307-314.
44- Peng, S. B., G. S. Khush, and K. G. Cassman. 1994. Evolution of new plant ideotype for increased yield potential. P. 5-20. In K.G. Cassman (ed.) Breaking the Yield Barrier. IRRI, Manila.
45- Peng, S. B., G. S. Khush, P. Vik, Q. Y. Tang, and Y. Zou. 2008. Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential. Field Crops Res. 108: 32-38.
46- Pingali, P., 2006. Westernization of Asian diets and the transformation of food systems: Implication for research and policy. Food Policy 32: 281-298.
47- Ray, D. K., N. D. Mueller, P. C. West, and J. A. Foley. 2013. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. PLoS ONE, 8(6): e66428.
48- Ray, D. K., N. Ramankutty, N. D. Mueller, P. C. West, and J. A. Foley. 2012. Recent patterns of crop yield growth and stagnation. Nature Commun. 3: 1293.
49- Reynolds, M. P., R. M. Trethowan, M. van Ginkel, and S. Rajaram. 2001. Application of physiology in wheat breeding. In: Application of Physiology in Wheat Breeding. In M.P. Reynolds et al. (ed.). CIMMYT, Mexico.
50- Ru, G. L., X. H. Li, and M. S. Li. 2010. Analysis on yield and other agronomic traits of maize varieties in different eras in Hainan location. J. Maize Sci. 18: 43-46.
51- Russell, W. A. 1974. Comparative performance of maize hybrids representing different eras of maize breeding. p. 81-101. In Proceedings 29th Annual Corn and Sorghum Industry Research Conference. H.D. Loden, and D. Wilkinson (ed.), Chicago, 10-12 Dec. Washington, D.C., USA.
52- Russell, W. A. 1985. Evaluations for plant, ear, and grain traits of maize cultivars representing different eras of breeding. Maydica, 30: 85-96.
53- Russell, W. A. 1991. Genetic improvement of maize yields. Adv. Agron. 46: 245–298.
54- Sarwar, M. H., M. F. Sarwar, M. Sarwar, N. A. Qadri, and M. Safia. 2013. The importance of cereals (Poaceae: Gramineae) nutrition in human health: A review. J. Cereals Oilseeds 4: 32-35.
55- Sayre, K. D., S. Rajaram, and R. A. Fischer. 1997. Yield potential progress in short bread wheats in northwest Mexico. Crop Sci. 37: 36-42.
56- Shorter, R., R. J. Lawn, and G. L. Hammer. 1991. Improving genotypic adaptation in crops-a role for breeders, physiologists and modelers. Exp. Agr. 27: 155-175.
57- Slafer, G. A., and F. H. Andrade. 1989: Genetic improvement in bread wheat (*Triticum aestivum*) yield in Argentina. Field Crops Res. 21: 289-296.
58- Slafer, G. A., E. H. Sattore, and F. H. Andrade. 1994. Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes. p. 1-68. In Genetic Improvement of Field Crops. G.A. Slafer (ed.). Marcel Dekker, New York.
59- Smil, V. 2005 Do we need higher farm yields during the first half of the 21st century? p. 1–14. In Yields of Farmed Species. R. Sylvester-Bradley, and J. Wiseman (ed.) Nottingham University Press, Nottingham.
60- Soufizadeh, S., and E. Zand. 2004. Influence of weed interference on wheat (*Triticum aestivum* L.) yield, nitrogen

www.SID.ir

Archive of SID

use efficiency and grain protein content. p. 102. In Proceedings 4th International Weed Science Congress. Durban, South Africa.
61- Sun, X., T. Pend, and R. H. Mum. 2011. The role and basics of computer simulation in support of critical decisions in plant breeding. Mol. Breeding 28: 421-436.
62- Tollenaar, M. 1989. Genetic improvement in grain yield of commercial maize hybrids grown in Ontario from 1959 to 1988. Crop Sci. 29: 1365-1371.
63- Tollenaar, M., and J. Wu. 1999. Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. Crop Sci. 39: 1597-1604.
64- Vergara, B. S. 1988. Raising the yield potential of rice. Philippines Technical J. 13: 3-9.
65- Waddington, S. R., J. K. Ransom, M. Osmanzai, and D. A. Saunders. 1986. Improvement in the yield potential of bread wheat adapted to northwest Mexico. Crop Sci. 26: 698-703.
66- Xie, Z. J., J. X. Xu, M. S. Li, and S. H. Zhang. 2009. Contributions of genetic improvement to yields of maize hybrids during different eras in north China. Sci. Agr. Sinica 42: 781-789.
67- Xingkui, N., X. Ruizhi, L. Xin, Z. Fenglu, L. Shaokun, and G. Shiju. 2013. Maize yield gains in Northeast China in the last six decades. J. Integrative Agr. 12(4): 630-637.
68- Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
69- Yoshida, S., and F. T. Parao. 1972. Performance of improved rice varieties in the tropics with special reference to tillering capacity. Exp. Agr. 8: 203-212.
70- Zhou, Y., Z. H. He, X. X. Sui, X. C. Xia, X. K. Zhang, and G. S. Zhang. 2007. Genetic improvement of grain yield and associated with traits in the northern China winter wheat region from 1960 to 2000. Crop Sci. 47: 245–253.

www.SID.ir