مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد ششم، شماره دوم، تابستان ۹۲
۱۷-۳۳
http://ejcp.gau.ac.ir

بررسی تغییرات عملکرد گندم و صفات مرتبط با آن در شرایط معتدله نیمه‌مرطوب

***علی راحمی‌کاریزکی[۱]، سراله گالشی[۲] و افشین سلطانی[۲]**

[۱]استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس، [۲]استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۲/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۲/۳۰

چکیده

به‌منظور مطالعه تغییرات عملکرد گندم و صفات مرتبط با آن، آزمایشی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و ۳ تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان در دو سال ۸۶ و ۸۷ انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که در طی سال‌ها فعالیت‌های اصلاحی برای بهبود عملکرد گندم صفاتی مانند تعداد دانه در سنبلچه و وزن دانه تغییراتی صورت نگرفته است، اما سایر صفات دست‌خوش تغییراتی شده‌اند. تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در واحد سطح در طی ۳۸ سال آزادسازی به‌ترتیب معادل ۲۸/۸۷ و ۲۴/۷۴ درصد افزایش یافته است، یعنی به‌ازای هر سال به‌ترتیب معادل ۰/۷۸ و ۰/۸۰ درصد بهبود مشاهده شد. مهم‌ترین دلیل افزایش تعداد دانه در مترمربع، افزایش تعداد دانه در سنبله بود. در عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به‌ترتیب معادل ۲۴/۸۳، ۱۶/۱۶ و ۸/۱۸ درصد افزایش به‌دست آمده است. به‌عبارتی به‌ازای هر سال در عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به‌ترتیب ۰/۶۷، ۰/۴۴ و ۰/۲۲ درصد بهبود حاصل شد. همچنین ارتفاع بوته معادل ۰/۲۷ کاهش و طول سنبله ۰/۲۵ درصد، به‌ازای هر سال افزایش یافته است. به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که بیش‌تر از ۸۹ درصد تغییرات عملکرد دانه توسط متغیرهایی مانند شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در سنبله مشخص می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، عملکرد دانه، گندم.

* مسئول مکاتبه: alirahemi@yahoo.com

مقدمه

افزایش بالقوه عملکرد گیاهان زراعی در گرو شناخت دقیق فرآیندهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک کنترل‌کننده عملکرد است. مطالعه مبانی فیزیومورفولوژیک افزایش عملکرد به سال ۱۹۲۳ برمی‌گردد. در آن زمان احتمالاً آن‌چه را که بسیاری از متخصصان عملکرد به‌نژادی در اندیشه خود می‌پروراندند، این بوده است که باید در جستجوی صفاتی باشند که عملکرد را در واحد سطح کنترل کنند و بتوانند با تلاقی‌های مناسب ترکیب مطلوبی از عوامل کنترل‌کننده عملکرد را یک‌جا متمرکز نمایند. این طرز تفکر منجر به شناسایی فهرستی از خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی مطلوب گردید (مورینن و پلتونن–ساینیو، ۲۰۰۶؛ مورینن و همکاران، ۲۰۰۷؛ توماس و فیلیپس، ۲۰۰۶). مورینن و پلتونن–ساینیو (۲۰۰۶) معتقدند که پیشرفت‌هایی که در طی دهه‌های اخیر در عملکرد به‌دست آمده، می‌تواند عوامل مؤثر بر بهبود ژنتیکی ارقام را مشخص نموده و در پیشرفت‌های ژنتیکی آینده مؤثر واقع شوند. افزایش عملکرد را می‌توان به عواملی مانند افزایش عملکرد بالقوه از طریق بهبود ژنتیکی صفات دیگر به‌زراعی و پیشرفت‌های تکنولوژیک و اثرات متقابل این دو مربوط دانست.

عملکرد دانه در گندم ناشی از اثرات تجمعی اجزاء متشکله آن می‌باشد که این اجزاء تحت‌تأثیر اعمال مدیریت، ژنوتیپ و اثر متقابل محیط با ژنوتیپ قرار می‌گیرند (آیدین و همکاران، ۲۰۱۰)، بنابراین شناسایی این اجزاء و رابطه آن‌ها با عملکرد دانه می‌تواند در گزینش واریته‌های پرمحصول مؤثر واقع شود. وانگ و همکاران (۲۰۱۰) اجزای عملکرد در گندم را به حاصل‌ضرب تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه نسبت داده است. همچنین بیان داشتند که ارقام پرمحصول در مقایسه با ارقام کم‌محصول تعداد دانه بیش‌تری در مترمربع دارند، اما وزن هزاردانه آن‌ها کم‌تر است. سیدیک و همکاران (۱۹۸۹) همبستگی زیاد و مثبتی بین تعداد دانه در هر سنبله و تعداد دانه در هر سنبلچه گزارش کردند. آن‌ها دریافتند که ارقام با عملکرد کم در مرحله گرده‌افشانی در هر سنبلچه تعداد بیش‌تری گلچه بارور دارند. اسلافر و آندرید (۱۹۹۳) با مقایسه سه رقم گندم آرژانتینی آزاد شده بین سال‌های ۸۰–۱۹۲۰ گزارش کردند که عملکرد بالاتر ارقام جدید پرمحصول به‌خاطر تعداد دانه بیش‌تر آن‌ها در مترمربع بوده است، همچنین آن‌ها بین تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در هر سنبلچه ارتباط مثبت و قوی مشاهده کردند، ولی همبستگی بین تعداد دانه در سنبله و سنبلچه‌های هر سنبله معنی‌دار نبود. این پژوهش‌گران بیان داشتند، که عمده تغییر دانه در هر سنبلچه در بین ارقام معرفی شده در زمان‌های مختلف، ناشی از تعداد گلچه‌های بارور و نسبت تبدیل آن‌ها به دانه است. فیشر و

کوهان (۱۹۹۹) در آزمایشی بر روی ارقام گندم در مرکز تحقیقات کشاورزی مکزیک، مشاهده نمودند که عملکرد دانه در یک دوره ۲۵ ساله نسبت به ارقام قدیمی تا ۴۰ درصد افزایش یافت، همچنین با افزایش ارتفاع عملکرد ارقام کاهش یافت. در آزمایشی که در سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۰۲ در مرکز تحقیقات کشاورزی سیبری در روسیه بر روی ارقام گندم آزاد شده بین سال‌های ۲۰۰۸-۱۹۰۰ برای منطقه سیبری توسط مورگونوو و همکاران (۲۰۱۰) صورت گرفت، عملکرد دانه در طی این ۱۰۰ سال به‌طور متوسط از ۲/۱۸ به ۳/۷۱ بهبود یافته است، به‌عبارتی ۰/۷ درصد به‌ازای هر سال آزادسازی افزایش عملکرد مشاهده شد. با این‌حال تلاشی برای تغییر ارتفاع ارقام صورت نگرفت. وادینگتون و همکاران (۱۹۸۶) با پژوهش بر روی ۱۴ رقم گندم مکزیکی آزاد شده بین سال‌های ۸۱-۱۹۶۰ گزارش کردند که عملکرد دانه بیش‌تر، در ارقام پرمحصول به‌دلیل عملکرد بیولوژیک بیش‌تر آن‌ها بوده است. با این وجود، این موضوع که عملکرد بیولوژیک نقش اساسی در افزایش عملکرد دانه نداشته و بهبود عملکرد به‌دلیل افزایش شاخص برداشت بوده، بیش‌تر به اثبات رسیده است. فیشر و همکاران (۱۹۹۸) دریافتند که ارقام جدید و اصلاح شده گندم در مقایسه با ارقام قدیمی گندم، عملکرد بیش‌تری داشته‌اند، اما تغییرات چندانی در عملکرد بیولوژیک آن‌ها ایجاد نشده و اختلاف عملکرد آن‌ها بیش‌تر ناشی از افزایش در شاخص برداشت بوده است. آیدین و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای بر روی ۲۵ رقم گندم در ترکیه، بیان نمودند که عملکرد دانه و ارتفاع نسبت به وزن هزاردانه بیش‌تر تحت‌تأثیر محیط می‌باشد.

هم‌چنان که ذکر شد در خصوص نقش به‌نژادی بر افزایش عملکرد دانه گندم نانوایی در کشورهای مختلف پژوهش‌های زیادی انجام شده است. از آن‌جا که ارقام گندم ایرانی تاکنون از این دیدگاه مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند، هدف اصلی این پژوهش مشخص نمودن سهم به‌نژادی در افزایش عملکرد دانه گندم و صفات مرتبط با آن است که همراه با عملکرد دانه تغییر نموده‌اند.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و ۳ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه با ارتفاع ۱۰ متر از سطح دریا در طی سال‌های ۸۶ و ۸۷ اجرا شد. تیمارها، ارقام گندم را شامل می‌شد (جدول ۱). قبل از اجرای آزمایش از اعماق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری شد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد. که براساس نتایج به‌دست آمده بافت خاک سیلت لوم

رسی بود. کاشت به‌ترتیب در ۱۹ آذرماه ۱۳۸۶ و ۳ دی‌ماه ۱۳۸۷ انجام شد. اندازه کرت‌های آزمایشی در طی دو سال زراعی برابر و شامل ۶ خط با طول ۷ متر و به فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر بود. میزان بذر لازم برای کاشت در هر دو آزمایش براساس تراکم ۳۵۰ دانه در مترمربع تعیین شد.

جدول ۱- ویژگی‌های ارقام گندم کشت شده از سال ۸۵-۱۳۴۷ در استان گلستان.

نام رقم	تیپ رشد	سال آزادسازی	نام رقم	تیپ رشد	سال آزادسازی
اینیا	بهاره	۱۳۴۷	زاگرس	بهاره	۱۳۷۵
خزر ۱	بهاره	۱۳۵۲	شانگهای	بهاره	۱۳۷۵
ناز	بهاره	۱۳۵۷	پاستور	بهاره	۱۳۷۵
گلستان	بهاره	۱۳۶۵	شیرودی	بهاره	۱۳۷۶
فلات	بهاره	۱۳۶۹	کوهدشت	بهاره	۱۳۷۹
رسول	بهاره	۱۳۷۱	دریا	بهاره	۱۳۸۵
تجن	بهاره	۱۳۷۴	مغان	بهاره	۱۳۸۵
اترک	بهاره	۱۳۷۴	آرتا	بهاره	۱۳۸۵

* اقتباس از اداره مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان.

برای تعیین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت، سطحی معادل ۲ مترمربع از هر کرت در مرحله نهایی برداشت شد و سپس توزین و آن‌گاه با کمک خرمن‌کوب دانه از کاه جدا گردید. همچنین، اجزای عملکرد دانه در بوته (تعداد خوشه در بوته + تعداد دانه در خوشه + وزن هر دانه)، در مرحله برداشت نهایی روی ۲۰ بوته اندازه‌گیری صورت گرفت. اندازه‌گیری تراکم واقعی بوته در مرحله سبزشدن کامل و رسیدگی برداشت در ۰/۵ مترمربع صورت گرفت. تجزیه و تحلیل صفات مورد ارزیابی در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SAS (سلطانی و یزدی، ۲۰۱۰) صورت گرفت.

نتایج و بحث

صفات ارزیابی شده به‌ترتیبی که در جدول تجزیه واریانس آورده شده است به‌صورت جداگانه مورد بحث و بررسی قرار گیرند.

شرایط آب و هوایی: مقایسه شرایط آب و هوایی دوره آزمایش با آمار بلندمدت منطقه در جدول ۲ نشان داده شده است. در مقایسه بارندگی بین دو سال زراعی تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای مشاهده می‌شود. سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ (۲۹۷/۸ میلی‌متر) نسبت به سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ (۲۲۹/۶ میلی‌متر) مرطوب‌تر

می‌باشد. مقایسه میانگین دمایی نشان داد که اختلاف‌های دمایی بین ۲ سال زراعی به‌طور نسبی ناچیز بود. میانگین دماهای حداقل ماهانه در دو فصل زراعی نسبت به آمار درازمدت پایین‌تر بود. میانگین دماهای حداقل در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در دامنه ۲/۳- تا ۱۷/۴ درجه سانتی‌گراد و در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در دامنه ۱۶/۸۳-۱/۶۵ درجه سانتی‌گراد در مقابل دامنه دمایی حداقل ۱۸/۴-۳/۴ درجه سانتی‌گراد آمار درازمدت بود. میانگین حداکثر دمای ماهانه در فصل زراعی ۸۷-۱۳۸۶ بین ۸ درجه سانتی‌گراد در دی‌ماه و ۳۰/۱۸ درجه سانتی‌گراد در خردادماه و برای فصل زراعی ۸۸-۱۳۸۷ بین ۱۱/۶۹ درجه سانتی‌گراد در دی‌ماه و ۲۷/۸۹ درجه سانتی‌گراد در خردادماه بود که تقریباً برابر با آمار درازمدت بوده است. دامنه دمایی حداکثر آمار درازمدت ۲۹/۶-۱۲/۴ درجه سانتی‌گراد بود. مقایسه میانگین تشعشع بین دو سال زراعی با آمار بلندمدت نشان داد که میانگین تشعشع ماهیانه در هر سال زراعی در مقایسه با آمار بلندمدت کم‌تر بود. در مجموع تشعشع رسیده در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ نسبت به سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ بیش‌تر بود.

جدول ۲- میانگین دمای حداقل، حداکثر ماهانه، تشعشع ماهانه و مجموع بارندگی ماهانه مربوط به دوره رشد گیاه گندم در مقایسه با آمار بلندمدت، در شرایط آب و هوایی گرگان در طی دو سال زراعی.

پارامتر	سال	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
میانگین دمای حداقل (درجه سانتی‌گراد)	سال ۸۷-۸۶	۴/۵۶	-۲/۳۰	۰/۴۰	۶/۱۰	۱۱/۲۷	۱۳/۸۸	۱۷/۴۰
	سال ۸۸-۸۷	۶/۲۰	۱/۶۵	۴/۸۰	۷/۰۱	۷/۷۶	۱۳/۴۱	۱۶/۸۳
	دوره ۴۰ ساله	۶/۳۰	۳/۸۰	۳/۴۰	۲/۵۰	۹/۰۰	۱۳/۸۰	۱۸/۴۰
میانگین دمای حداکثر (درجه سانتی‌گراد)	سال ۸۷-۸۶	۱۴/۹۰	۸/۰۰	۱۰/۶۹	۱۸/۵۰	۲۳/۵۲	۲۶/۶۳	۳۰/۱۸
	سال ۸۸-۸۷	۱۵/۵۰	۱۱/۶۹	۱۴/۲۵	۱۷/۱۷	۱۷/۴۶	۲۱/۲۴	۲۷/۸۹
	دوره ۴۰ ساله	۱۶/۰۰	۱۲/۹۰	۱۲/۴۰	۱۴/۵۰	۱۹/۳۰	۲۴/۹۰	۲۹/۶۰
مجموع بارندگی ماهیانه (میلی‌متر)	سال ۸۷-۸۶	۷۱/۹۰	۱۶/۵۰	۵۵/۸۰	۳۸/۱۰	۸/۰۰	۲۴/۸۰	۱۴/۵۰
	سال ۸۸-۸۷	۵۱/۲۰	۱۵/۰۰	۱۱۲/۱۰	۱۳/۴۰	۶۳/۲۰	۲۹/۸۰	۱۳/۱۰
	دوره ۴۰ ساله	۵۲/۳۰	۵۶/۹۰	۵۷/۶۰	۷۳/۳۰	۶۰/۳۰	۴۷/۲۰	۳۵/۷۰

تعداد سنبله در واحد سطح: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال و اثر متقابل سال × رقم بر روی تعداد سنبله در واحد سطح معنی‌دار نبود، اما از نظر تعداد سنبله در واحد سطح (مترمربع) در بین ارقام تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۳). تعداد سنبله در مترمربع از ۵۳۱/۴۱ در رقم مغان تا

۷۱۱/۱۷ در رقم شیرودی متغیر بود (جدول ۴). اما با این‌حال بین بیش‌تر ارقام تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. متوسط تعداد سنبله در واحد سطح ۶۲۴/۹۸ عدد بود. تعداد سنبله در واحد سطح تابعی از تراکم بوته، قدرت پنجه‌زنی و بقاء پنجه‌ها می‌باشد، با توجه به این‌که در این پژوهش تراکم کاشت یکسان در نظر گرفته شد، بنابراین نبود تفاوت معنی‌دار بین تعداد سنبله در مترمربع بین ارقام را می‌توان تا اندازه‌ای به این مسأله نسبت داد. وادینگتون و همکاران (۱۹۸۶) همبستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه و تعداد سنبله در مترمربع در ارقام گندم آزاد شده در مکزیک مشاهده نکردند.

تعداد دانه در سنبله: تعداد دانه در واحد سطح ناشی از حاصل‌ضرب تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله به‌دست می‌آید و با افزایش یکی از این دو مؤلفه و یا هر دوی آن‌ها افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد که اثر سال و رقم در سطح ۵ درصد بر تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله معنی‌دار بود (جدول ۳). تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول بیش‌تر بود، در حالی‌که از نظر تعداد دانه در سنبلچه تفاوت معنی‌داری بین این دو سال مشاهده نشد (جدول ۴). باروری گلچه‌ها متأثر از عوامل محیطی است. دمای زیاد و خشکی از طریق عقیم کردن گرده‌ها تأثیر نامطلوبی بر تشکیل اندام‌های زایشی دارد. گرده در مقایسه با سلول تخم و کلاله به شرایط نامطلوب حساسیت بیش‌تری دارد، بنابراین رطوبت کم، دمای زیاد و تشعشع مستقیم خورشید اثرات نامطلوبی بر جوانه‌زنی دانه گرده دارند. براساس گزارش‌ها دمای مطلوب گرده‌افشانی و تلقیح در گندم بین ۲۴-۱۸ درجه سانتی‌گراد است (موریناکا و همکاران، ۲۰۰۶؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۰).

در این آزمایش متوسط دما و حداکثر دما از شروع تا خاتمه گرده‌افشانی در سال اول آزمایش به‌ترتیب ۲۲ و ۳۰/۸ درجه سانتی‌گراد و در سال دوم آزمایش به‌ترتیب معادل ۱۳/۵۹ و ۱۸/۱۱ درجه سانتی‌گراد بود. این اختلاف دمایی در دو سال آزمایش بیانگر آن است که تعداد دانه در سنبله علاوه‌بر ژنوتیپ، تحت‌تأثیر محیط هم می‌باشد به‌عبارتی محیط از طریق باروری گلچه‌های هر سنبلچه بر روی تعداد دانه در هر سنبله تأثیرگذار می‌باشد. در این آزمایش برخورد دوره گرده‌افشانی در طی سال اول آزمایش با دماهای بالاتر از حد مطلوب باعث عقیم ماندن سنبلچه‌ها و به‌ویژه آن‌هایی شد که در ابتدا و انتهای سنبله قرار داشتند و همین امر باعث کاهش تعداد دانه و در نهایت تعداد سنبلچه‌های بارور در سنبله شده است.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام مختلف گندم.

تیمار	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)							
		NTSM	NSS	NFSS	NSSp	NSSM	SW	GY	BY	HI
سال	۱	۱۵۹۹۶۲/۹۷^{ns}	۴۹۷/۷۷**	۱۷/۴۴*	۰/۵۴^{ns}	۱۹۲۰۷۲۶۸۹/۰**	۲۵/۷۳^{ns}	۲۴۴۰۴۱/۳۸**	۲۲۸۹۸۶/۳۴^{ns}	۸۷۸/۸۲**
خطای الف	۴	۷۲۵۵/۵۳	۱۹/۱۸	۷/۱۳	۰/۹۱	۱۰۷۳۹۶۲۵/۶	۲۳/۰۹	۲۹۰۳۵/۲۵	۷۵۵۹۰/۴۸	۲۰/۶۹
رقم	۱۵	۴۴۸۲۴/۰۴*	۳۶/۵۶**	۵/۶۸*	۰/۲۶*	۱۹۸۳۷۷۲۸/۳**	۵۷/۶۶*	۱۵۹۲۹/۵۸**	۱۳۳۰۳۰/۰۷**	۲۲/۳۴*
رقم × سال	۱۵	۴۶۴۲۴/۶۲^{ns}	۱۸/۹۸^{ns}	۲/۰۴^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۲۶۸۹۵۴۸/۵^{ns}	۱۰/۶۲^{ns}	۵۱۸۷۰/۲۸^{ns}	۵۱۸۷۰/۲۷^{ns}	۱۵/۵۶^{ns}
خطای ب	۶۰	۴۰۹۲۹/۷۶	۲۱/۶۱	۵/۷۸	۰/۲۴	۳۵۹۰۸۹۸/۷	۲۰/۵۶	۴۰۱۶۵/۸۷	۴۰۱۶۵/۸۷	۱۴/۸۳
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۳۵	۶/۳۹	۹/۰۸	۸/۲۳	۷/۵۱	۷/۲۸	۷/۷۵	۷/۷۵	۵/۳۸

*معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد، **معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns}غیرمعنی‌دار.

NTSM: تعداد سنبله در مترمربع، NSS: تعداد دانه در سنبله، NFSS: تعداد سنبلچه در سنبله، NSSp: تعداد دانه در سنبلچه، NSSM: تعداد دانه در مترمربع، SW: وزن دانه (میلی‌گرم)، GY: عملکرد دانه (گرم بر مترمربع)، BY: عملکرد بیولوژیک (گرم بر مترمربع) و HI: شاخص برداشت.

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام مختلف گندم در دو سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ و ۸۷-۱۳۸۷.

تیمار		year	NTSM	NSS	NFSS	NSSp	NSSM	SW	GY	BY	HI
سال	اول	-	۶۲۳/۶۹	۲۴/۴۱	۱۰/۹۸	۲/۲۱	۱۳۷۴۰/۳۰	۳۹/۶۹	۵۱۶/۸۸	۱۵۲۳/۱۵	۳۴/۰۹
	دوم	-	۶۵۹/۳۳	۲۷/۲۹	۱۱/۸۳	۲/۳۶	۱۶۵۶۹/۳۰	۴۰/۷۳	۶۴۹/۸۱	۱۶۲۰/۸۳	۴۰/۱۴
	LSD۰/۰۵	-	۴۲/۶۵	۳/۵۷	۱/۲۱	۰/۵۴	۱۸۵۷/۳۰	۲/۷۲	۹۶/۵۷	۱۵۵/۸۲	۲/۵۸
رقم	اینیا	۱۳۴۷	۶۲۵/۸۵	۲۰/۴۱	۹/۳۷	۲/۲۳	۱۲۷۷۰/۵۲	۳۹/۵۳	۴۶۵/۵۶	۱۳۱۹/۷۰	۳۴/۹۹
	خزر ۱	۱۳۵۲	۶۶۳/۵۴	۲۲/۹۴	۱۱/۷۴	۱/۹۵	۱۵۲۱۸/۲	۴۱/۲۷	۵۶۱/۳۹	۱۵۴۴/۸۰	۳۶/۳۳
	ناز	۱۳۵۷	۵۳۸/۹۲	۲۶/۴۹	۱۰/۶۳	۲/۵۳	۱۴۲۷۴/۱۶	۳۹/۷۸	۵۲۸/۴۷	۱۴۲۲/۳۰	۳۷/۰۲
	گلستان	۱۳۶۵	۵۵۵/۹۱	۲۵/۶۴	۱۰/۸۱	۲/۴۰	۱۴۲۵۰/۸۲	۴۱/۳۸	۵۴۳/۴۰	۱۵۰۹/۵۰	۳۶/۰۷
	فلات	۱۳۶۹	۵۹۶/۳۰	۲۷/۱۸	۱۱/۴۸	۲/۴۶	۱۶۲۰۴/۴۵	۳۵/۰۱	۶۰۶/۰۴	۱۵۹۱/۰۰	۳۸/۳۴
	رسول	۱۳۷۱	۵۹۱/۶۵	۲۴/۰۰	۱۱/۲۳	۲/۱۵	۱۴۱۹۸/۵۳	۴۰/۸۲	۵۲۹/۷۰	۱۳۹۳/۲۰	۳۸/۲۳
	تجن	۱۳۷۴	۶۲۷/۰۵	۲۴/۹۸	۱۱/۵۰	۲/۲۲	۱۵۶۶۴/۷۴	۴۰/۱۸	۵۷۹/۵۲	۱۴۹۰/۸۰	۳۹/۰۸
	اترک	۱۳۷۴	۶۷۶/۵۶	۲۵/۱۷	۱۱/۴۰	۲/۱۶	۱۷۰۲۹/۲۷	۳۴/۶۳	۵۸۴/۹۳	۱۵۵۵/۱۰	۳۷/۸۳
	پاستور	۱۳۷۵	۶۰۰/۴۹	۲۴/۲۳	۱۰/۳۵	۱/۹۸	۱۴۴۱۱/۷۴	۳۷/۹۷	۵۹۸/۸۹	۱۵۷۱/۸۷	۳۸/۷۸
	شانگهای	۱۳۷۵	۶۲۷/۷۰	۲۴/۱۲	۱۲/۳۱	۲/۶۲	۱۵۱۴۰/۰۳	۴۳/۱۸	۵۹۹/۴۴	۱۵۴۷/۷۰	۳۸/۵۸
	زاگرس	۱۳۷۵	۵۷۹/۰۰	۲۸/۰۱	۱۲/۲۵	۲/۱۲	۱۶۲۱۷/۷۹	۴۰/۰۶	۵۹۸/۳۳	۱۵۹۶/۱۰	۳۷/۵۰
	شیرودی	۱۳۷۶	۷۱۱/۱۷	۲۲/۱۷	۱۰/۴۷	۲/۲۰	۱۵۷۶۴/۲۹	۴۰/۱۰	۵۸۷/۴۳	۱۶۲۱/۶۰	۳۶/۲۳
	کوهدشت	۱۳۷۹	۵۷۴/۰۰	۲۷/۵۲	۱۱/۶۴	۲/۴۵	۱۵۷۹۴/۶۱	۴۲/۵۸	۶۰۲/۱۵	۱۵۶۷/۷۰	۳۸/۸۵
	دریا	۱۳۸۵	۶۱۱/۸۴	۲۶/۰۵	۱۱/۹۷	۲/۱۶	۱۵۹۳۷/۳۸	۳۸/۳۴	۶۳۸/۲۰	۱۶۷۷/۳۰	۳۸/۴۹
	مغان	۱۳۸۵	۵۳۱/۴۱	۲۹/۷۹	۱۱/۴۴	۲/۵۸	۱۵۸۳۰/۶۸	۳۹/۹۲	۵۷۷/۷۸	۱۴۷۳/۱۰	۳۸/۲۷
	آرتا	۱۳۸۵	۵۹۵/۲۶	۳۱/۶۱	۱۲/۹۳	۲/۴۳	۱۸۷۱۳/۱۷	۳۶/۷۵	۶۶۱/۸۸	۱۷۱۹/۶۰	۳۹/۲۷
	LSD۰/۰۵	-	۱۹۸/۸۸	۷/۸۱	۲/۷۸	۰/۵۶	۲۱۸۸/۴۰	۵/۲۴	۸۷/۳۲	۲۳۱/۴۵	۴/۴۵

year: سال آزادسازی، NTSM: تعداد سنبله در مترمربع، NSS: تعداد دانه در سنبله، NFSS: تعداد سنبلچه در سنبله، NSSp: تعداد دانه در سنبلچه، NSSM: تعداد دانه در مترمربع، SW: وزن دانه (میلی‌گرم)، GY: عملکرد دانه (گرم بر مترمربع)، BY: عملکرد بیولوژیک (گرم بر مترمربع) و HI: شاخص برداشت.

مقایسه میانگین تعداد دانه در سنبله در ارقام مختلف نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله مربوط به رقم آرتا (۳۱/۶۱ دانه در سنبله) و کم‌ترین آن مربوط به رقم اینیا (۲۰/۴۱ دانه در سنبله) می‌باشد (جدول ۴). میانگین تعداد دانه در سنبله در ارقام مورد آزمایش نیز معادل ۲۵/۷۵ بود. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین این صفت و عملکرد دانه مشاهده شد (r=۰/۶۵*). این همبستگی بالا و مثبت نشان‌دهنده آن است که این صفت از طریق افزایش تعداد دانه در مترمربع در تشکیل عملکرد دانه نقش مهمی ایفا می‌کند. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد دانه در مترمربع و تعداد دانه در

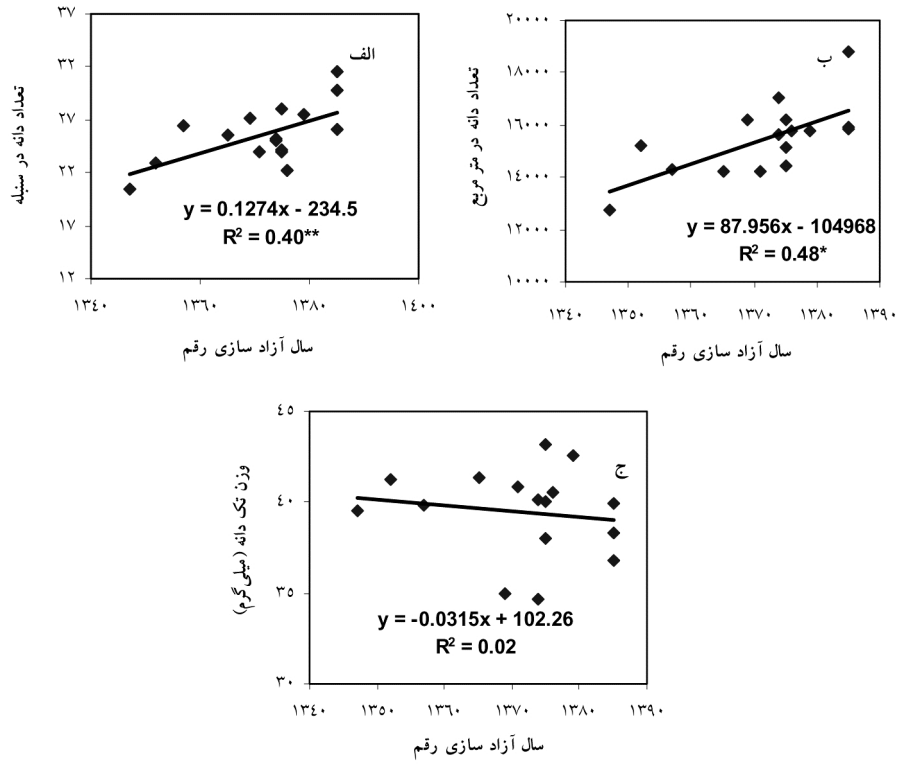
سنبله ($r=۰/۶۶^{**}$) بیانگر این امر می‌باشد. بررسی رابطه این صفت با سال آزادسازی ارقام نشان داد که در طی فعالیت‌های اصلاحی در سال‌های گذشته این صفت ۲۸/۸۷ درصد بهبودیافته است، یعنی به‌ازای هر سال ۰/۷۸ درصد بهبود در این صفت مشاهده می‌شود (شکل ۱- الف).

تعداد دانه در سنبله از چند طریق افزایش می‌یابد: افزایش تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه و یا هر دوی این‌ها. در این آزمایش با توجه به ضریب همبستگی بالا و معنی‌دار بین تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله ($r=۰/۶۳^{**}$) و ضریب همبستگی پایین و غیرمعنی‌دار بین تعداد دانه در سنبلچه و تعداد دانه در سنبله ($r=۰/۴۱^{ns}$)، می‌توان نتیجه گرفت که نقش تعداد سنبلچه در سنبله در افزایش تعداد دانه در سنبله مؤثرتر است. ارقام پرمحصول (جدید) تعداد سنبلچه در سنبله بیش‌تری داشتند، در حالی‌که بین بیش‌تر ارقام از نظر تعداد دانه در سنبلچه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. رقم آرتا با ۱۲/۹۳ سنبلچه در سنبله بیش‌ترین تعداد و رقم اینیا با ۹/۳۷ سنبلچه در سنبله کم‌ترین تعداد را دارا بودند. میانگین کل ارقام ۱۱/۳۴ سنبلچه در سنبله می‌باشد اما در مورد تعداد دانه در سنبلچه بین بیش‌تر ارقام تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). متوسط تعداد دانه در سنبلچه در کل ارقام ۲/۲۹ می‌باشد. پژوهش‌گران بسیاری بیان نمودند که به‌نژادی برای افزایش عملکرد بالقوه تا حدود زیادی ناشی از افزایش قدرت مخزن و در بیش‌تر موارد از طریق افزایش تعداد دانه در سنبله بوده است (فیشر و همکاران، ۱۹۹۸). براساس این نتایج، عملکرد بالقوه گندم در بیش‌تر شرایط طی مرحله پر شدن دانه به‌خاطر محدودیت در مخزن کم می‌شود. بنابراین افزایش قدرت مخزن (تعداد دانه در سنبله) می‌تواند منجر به افزایش عملکرد گردد.

تعداد دانه در واحد سطح: تعداد دانه در واحد سطح در ارقام و سال‌های مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری متفاوت می‌باشد (جدول ۴). مقایسه میانگین بین ۲ سال نشان داد که تعداد دانه در مترمربع در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول بیش‌تر بود. از آن‌جا که از نظر تعداد سنبله در واحد سطح تفاوتی مشاهده نشد. بنابراین این اختلاف می‌تواند ناشی از تعداد دانه بیش‌تر در سنبله در سال دوم آزمایش باشد، که قبلاً به‌طور کامل بحث شده است. میانگین تعداد دانه در مترمربع از ۱۲۷۷۰ دانه در مترمربع در رقم اینیا تا ۱۸۸۱۳ دانه در مترمربع در رقم آرتا متغیر بود. ضریب همبستگی بالایی بین عملکرد دانه و تعداد دانه در واحد سطح ($r=۰/۸۷^{**}$) نشان می‌دهد که یکی از دلایل اصلی افزایش عملکرد بالقوه ارقام گندم در طی فرایند اصلاح، افزایش تعداد دانه در سنبله می‌باشد. در این پژوهش تعداد دانه در مترمربع مقدار زیادی از تغییرات عملکرد ارقام مختلف را توجیه نمود. پژوهش‌گران

زیادی مانند اسلافر و آندرید (۱۹۹۳) و وادینگتون و همکاران (۱۹۸۶) همبستگی بالایی بین تعداد دانه در مترمربع و عملکرد دانه گزارش کردند.

بررسی نشان داد که با افزایش سال‌های آزادسازی ارقام تعداد دانه در مترمربع روند افزایشی نشان داد (شکل ۱- ب). تجزیه رگرسیونی ۲۴/۷۴ درصد بهبود در این صفت را در طی ۳۸ سال گذشته نشان داد، به‌نحوی‌که به‌ازای هر سال آزادسازی، ۰/۸۰ درصد بهبود در این صفت مشاهده شد. بنابراین با توجه به همبستگی بالا بین این صفت و تعداد دانه در سنبله می‌توان گفت که مهم‌ترین دلیل افزایش تعداد دانه در مترمربع، افزایش تعداد دانه در سنبله است.



شکل ۱- الف) رابطه بین تعداد دانه در سنبله و سال آزادسازی ارقام، ب) رابطه بین تعداد دانه در مترمربع و سال آزادسازی ارقام و ج) رابطه بین وزن تک‌دانه (میلی‌گرم) و سال آزادسازی ارقام.

وزن دانه: یکی دیگر از اجزای عملکرد دانه در گندم، وزن دانه است که به‌عنوان یک جزء مهم تعیین‌کننده عملکرد می‌باشد. جدول مقایسه میانگین صفات نشان می‌دهد که این جزء در بین ارقام مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۳). میانگین وزن دانه بین ارقام ۳۹/۵۰ میلی‌گرم بود. سبک‌ترین دانه‌ها با وزن ۳۴/۶۳ میلی‌گرم و سنگین‌ترین دانه‌ها با وزن ۴۳/۱۸ میلی‌گرم به‌ترتیب مربوط به ارقام اترک و شانگهای بود (جدول ۴). بررسی روند بهبود این صفت نشان داد که در ۳۸ سال گذشته وزن دانه کاهش یافته است، هر چند که این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۱- ج). همچنین بین وزن دانه و عملکرد دانه همبستگی منفی مشاهده گردید، اما از نظر آماری معنی‌دار نبود (r=-۰/۰۳).

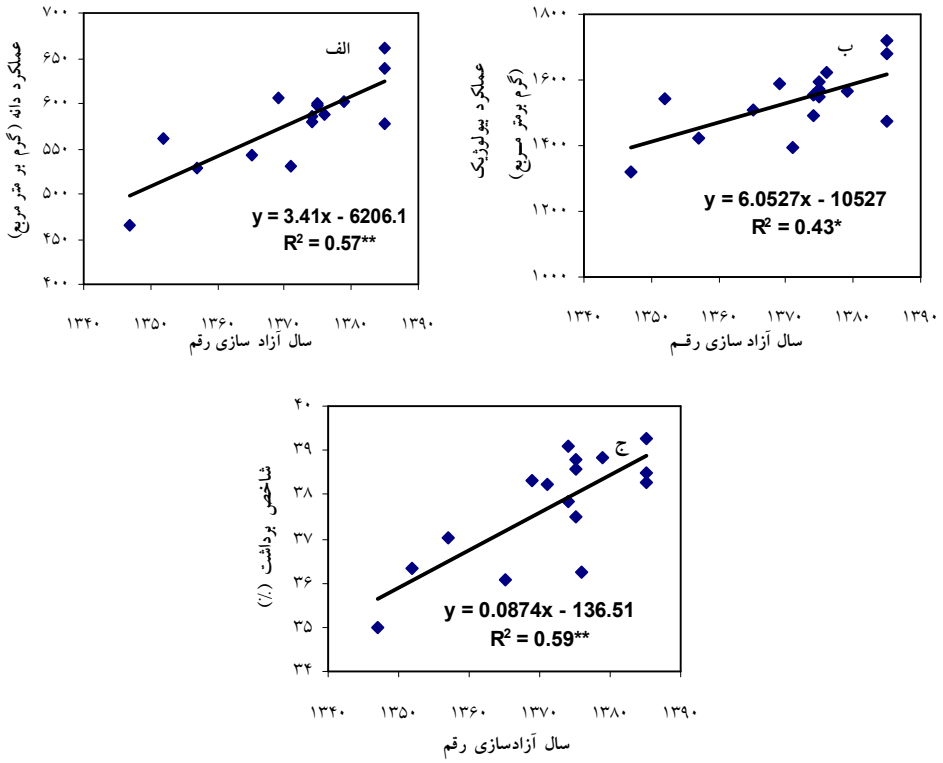
پژوهش‌ها نشان داده است که بین اجزای عملکرد همبستگی معکوس وجود دارد (اسلافر و آندرید، ۱۹۹۳). در گندم نیز مانند سایر محصولات با تغییر اجزای عملکرد نمی‌توان میزان محصول را از یک حد نهایی بالاتر برد. در ارقام مورد آزمایش این پژوهش بین تعداد دانه در سنبله و وزن دانه همبستگی منفی ولی ضعیف مشاهده شد (r= -۰/۱۶). به‌نظر می‌رسد افزایش تعداد دانه در سنبله آن‌قدر زیاد نبوده است که در وزن دانه‌ها کاهش جدی ایجاد نماید. مطالعات نشان داده است که در طول اصلاح گندم، وزن هر دانه تغییرات بسیار کمی داشته است که البته در چند مورد هم کاهش قابل‌توجهی مشاهده می‌شود (گیام‌بلاوو و همکاران، ۲۰۱۰). کاهش در وزن تک‌دانه ممکن است در آینده مانع از افزایش عملکرد از طریق به‌نژادی و یا از طریق افزایش تعداد دانه در مترمربع شود.

رابطه بین عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت با عملکرد دانه: نتایج نشان داد که اثر سال و رقم بر عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود، ولی فقط اثر رقم بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود و سال اثر معنی‌داری بر روی این صفت نداشت. این در حالی بود که اثر متقابل سال و رقم بر روی این صفات معنی‌دار نبود (جدول ۳). افزایش عملکرد ممکن است ناشی از افزایش عملکرد بیولوژیک (معمولاً کل ماده خشک بالای سطح خاک) یا شاخص برداشت (نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک) یا هر دوی آن‌ها باشد. مقایسه میانگین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بین سال‌ها و ارقام مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است. هر سه

جزء در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول بیش‌تر بود، هر چند که افزایش عملکرد بیولوژیک از نظر آماری معنی‌دار نبود. افزایش شاخص برداشت را می‌توان نتیجه افزایش عملکرد دانه در واحد سطح دانست که این افزایش عملکرد در واحد سطح را می‌توان به تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در مترمربع بیش‌تر در سال دوم آزمایش نسبت داد.

مقایسه میانگین بین ارقام مختلف نشان داد که بین ارقام، از نظر عملکرد دانه در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک در واحد سطح و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری وجود داشت. رقم آرتا و رقم اینیا به‌ترتیب از بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک در واحد سطح و شاخص برداشت برخوردار بودند که این اختلاف بین دو رقم به بالا بودن تعداد دانه در واحد سطح برمی‌گردد (جدول ۴). میانگین عملکرد دانه در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک در واحد سطح و شاخص برداشت بین ارقام به‌ترتیب ۵۷۸/۹۴ گرم در مترمربع، ۱۵۳۷/۵۹ گرم در مترمربع و ۳۷/۷۴ درصد بود.

شکل ۲ رابطه بین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت را با سال‌های آزادسازی ارقام را نشان می‌دهد. محاسبه‌ها نشان داد که در طی فعالیت‌های به‌نژادی ۳۸ سال گذشته به‌ترتیب معادل ۲۴/۸۳، ۱۶/۱۶ و ۸/۱۸ درصد افزایش در عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به‌دست آمده است. به‌عبارتی به‌ازای هر سال آزادسازی در عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به‌ترتیب ۰/۶۷، ۰/۴۴ و ۰/۲۲ درصد بهبود به‌دست آمده است. بین عملکرد دانه با شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک همبستگی معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود داشت، به‌طوری‌که ضریب همبستگی بین عملکرد دانه با شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب برابر ۰/۸۶ و ۰/۶۵ بود. در بیش‌تر پژوهش‌هایی که بر روی مبانی فیزیولوژیکی افزایش عملکرد صورت گرفته‌اند، ارتباط بین عملکرد دانه و شاخص برداشت مثبت بوده، ولی بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک یا ارتباطی وجود نداشته یا این ارتباط بسیار ضعیف بوده است (مورگونو و همکاران، ۲۰۱۰).



شکل ۲- الف) رابطه بین عملکرد دانه (گرم بر مترمربع) و سال آزادسازی ارقام، ب) رابطه بین عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) و سال آزادسازی ارقام و ج) رابطه بین شاخص برداشت (درصد) سال آزادسازی ارقام.

به‌طورکلی بر خلاف این‌که افزایش پتانسیل عملکرد غلات دانه ریز مانند گندم، برنج و جو در طی سال‌های گذشته با افزایش شاخص برداشت همراه بوده است و همبستگی شاخص برداشت و عملکرد در بسیاری از گیاهان زراعی نیز بالا است (مورییناکا، ۲۰۰۶)، اما در این پژوهش هر دو عامل باعث افزایش در عملکرد دانه شده‌اند. ولی از آن‌جایی‌که شاخص برداشت در این پژوهش از بالاترین حد تئوریک خود، که آستین (۱۹۹۹)، آن را ۶۲ درصد تخمین زده است، پایین‌تر است (۳۷ درصد)، بنابراین به‌نظر می‌رسد که در آینده یکی از اهداف به‌نژادی این باشد که ضمن حفظ افزایش عملکرد بیولوژیک، ضریب تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه را برای افزایش شاخص برداشت، افزایش دهند.

تجزیه علیت: در این آزمایش از طریق عملیات رگرسیون گام به گام مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد که شامل عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد دانه در سنبله بود، به‌دست آمد و اثرات مستقیم (ضرایب علیت) و غیرمستقیم (حاصل ضرایب علیت در ضرایب همبستگی) آن‌ها محاسبه شد (جدول ۵). عوامل مورد بررسی بر روی عملکرد دانه نشان داد که بیش‌ترین اثرات مستقیم مربوط به شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک است و اثر مستقیم تعداد دانه در سنبله ناچیز است. از آن‌جا که اثر مستقیم شاخص برداشت بر عملکرد دانه مثبت و بالا (r=۰/۷۴) و اثر غیرمستقیم شاخص برداشت بر عملکرد دانه از طریق سایر عوامل تقریباً کوچک است، همبستگی شاخص برداشت با عملکرد دانه به‌طور عمده ناشی از اثر مستقیم آن می‌باشد و چنین وضعیتی بیانگر آن است که همبستگی بین شاخص برداشت و عملکرد، ارتباط واقعی این دو متغیر را نشان می‌دهد و بنابراین گزینش مستقیم از طریق این صفت می‌تواند، مؤثر واقع شود. از آن‌جا که اثرات باقی‌مانده به‌نسبت ناچیز است (حدود ۰/۱۱)، بنابراین متغیرهای شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در سنبله می‌توانند حدود ۸۹ درصد تغییرات عملکرد را توجیه کنند.

جدول ۵- تجزیه ضرایب همبستگی به اثرات مستقیم و غیرمستقیم برای عملکرد دانه در ارقام مختلف گندم.

شاخص برداشت	
اثر مستقیم	۰/۷۴۰
اثر غیرمستقیم از طریق عملکرد بیولوژیک	۰/۱۵۶
اثر غیرمستقیم از طریق تعداد دانه در سنبله	۰/۰۳۰
کل	۰/۹۲۰
عملکرد بیولوژیک	
اثر مستقیم	۰/۳۴۰
اثر غیرمستقیم از طریق شاخص برداشت	۰/۱۵۶
اثر غیرمستقیم از طریق تعداد دانه در سنبله	۰/۰۲۳
کل	۰/۵۲۰
تعداد دانه در سنبله	
اثر مستقیم	۰/۰۵۰
اثر غیرمستقیم از طریق شاخص برداشت	۰/۰۳۰
اثر غیرمستقیم از طریق عملکرد بیولوژیک	۰/۰۲۳
کل	۰/۱۰۳
اثرات باقی‌مانده	۰/۱۱۰

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که عملکرد دانه در طی فعالیت‌های به‌نژادی ۳۸ سال گذشته معادل ۲۴/۸۳ درصد افزایش یافته است به‌عبارتی به‌ازای هر سال آزادسازی در عملکرد دانه، ۰/۲۲ درصد بهبود به‌دست آمده است که تغییر در افزایش عملکرد به‌دلیل افزایش در شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک است.

منابع

1.Austine, R.B. 1999. Yield of wheat in United Kingdom: Recent advances and prospect. Crop Sci. 39: 1604-1610.

2.Aydin, N., Mut, Z., and Ozcan, H. 2010. Estimation of broad-sense heritability for grain yield and some agronomic and quality traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Food. Agric. Environ. 8: 419-421.

3.Fisher, R.A., and Kohn, G.D. 1999. The relationships of grain yield to vegetative growth and post-flowering leaf area in the wheat crop under conditions of limited soil moisture. Aust. J. Agric. Res. 17: 281-295.

4.Fisher, R.A., Rees, D., and Sayer, K.D. 1998. Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate and cooler canopies. Crop. Sci. 38: 1467-1475.

5.Giambalwo, D., Ruisi, P.G., and Di-Miceli, G. 2010. Nitrogen use efficiency and nitrogen fertilizer recovery of durum wheat genotypes as affected by interspesific competition. Agron. J. 102: 707-715.

6.Morgounova, A., Zykinb, V., Belanb, I., Roseevab, L., Zelenskiyc, Yu., Budakd, H., and Bekese, F. 2010. Genetic gains for grain yield in high latitude spring wheat grown in Western. Siberia in 1900-2008. Field Crops Res. 117: 101-112.

7.Morinaka, Y., Sakamoto, T., Inukai, Y., Agetsuma, M., Kitano, H., Ashikari, M., and Matsuoka, M. 2006. Morphological alteration caused by brassinosteroid insensitivity increases the biomass and grain production of rice. Plant Physiol. 141: 924-931.

8.Muurinen, S., and Peltonen-Sainio, P. 2006. Radiation-use efficiency of modern and old spring cereal cultivars and its response to nitrogen in northern growing conditions. Field Crops Res. 96: 363-373.

9.Muurinen, S., Kleemola, J., and Peltonen-Sainio, P. 2007. Accumulation and translocation of nitrogen in spring cereal cultivars differing in nitrogen use efficiency. Agron. J. 99: 441-449.

10.Siddique, K.H.M., Belford, R.K., and Perry, M.W. 1989. Ear to stem ratio in old and modern wheat cultivars, relationships with improvement in number of grains per ear and yield. Field Crop Res. 21: 428-437.

11. Slafer, G.A., and Andrade, F.H. 1993. Physiological attributes related to the generation of grain yield in bread wheat cultivars released at different ears. Field Crop Res. 31: 351-367.
12. Soltani, A., and Yazdi, V. 2010. Program Applications for Education and Research in Agriculture. Niac Publisher. 32p.
13. Thomason, W.E., and Phillips, S.B. 2006. Methods to evaluate wheat cultivar testing environments and improve cultivar selection protocols. Field Crops Res. 99: 87-95.
14. Waddington, S.R., Raansom, J.K., Osmanzai, M., and Sanders, D.A. 1986. Improvement in the yield potential of bread wheat adapted to northwest Mexico. Crop Sci. 67: 325-333.
15. Wang, L., Chen, F., Zhang, F., and Mi, G. 2010. Two strategies for achieving higher yield under phosphorus deficiency in winter wheat grown in field conditions. Field Crops Res. 118: 36-42.

EJCP., Vol. 6 (2): 17-33
http://ejcp.gau.ac.ir

Evaluation of wheat yield and related traits variation in temperate semi-humid conditions

***A. Rahemi-Karizaki[1], S. Galeshi[2] and A. Soltani[2]**
[1]Assistant Prof., Dept. of Plant Production, Gonbad University, Iran,
[2]Professor, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
Received: 05/19/2012; Accepted: 05/20/2013

Abstract

In order to study variation of wheat yield and its traits, a field experiment was conducted based on randomized complete block design with 16 treatments and 3 replications at Agricultural Research Farm, Gorgan, Iran in the growing seasons of 2007-2008 and 2008-2009 under well-watered conditions. The results showed that number of nodes, number of tillers per plant, number of grains per spikelet and seed weight were not change during breeding activities. Number of grains per spike and grain number per unit area increased 28.87% and 24.74%, respectively during 38 years of the release, 0.78% and 0.80% improvement per year was observed, respectively. The most important reason for increasing the number of seeds per square meter was increasing grain number per spike. In grain yield, biological yield and harvest index increase has been equal to 24.83%, 16.16% and 8.18% respectively. Also plant height was decreased by 0.25% and spike length was increased by 0.27% per year of release. Generally, more than 89% yield variation was justified by changing variables such as harvest index, biological yield and grain number per spike.

Keywords: Grain number per spike, Grain yield, Harvest index, Wheat.

* Corresponding author; Email: alirahemi@yahoo.com