Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 49, No 4, Winter 2019 (185-194)
DOI: 10.22059/ijfcs.2017.228993.654290

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۷ (ص۱۹۴-۱۸۵)

رابطه میان عملکرد دانه و تولید ماده خشک در ارقام ایرانی گندم رشد یافته در منطقه مغان

مهدی جودی
دانشیار دانشکده کشاورزی مشگین شهر- دانشگاه محقق اردبیلی
(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۰۳)

چکیده

تحقیق حاضر، با هدف مطالعه ارتباط بین تولید ماده خشک (عملکرد بیولوژیک) و توان تولید دانه در ارقام ایرانی گندم ، در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجرا شد. تعداد ۸۱ رقم گندم در شرایط آبی و در قالب طرح لاتیس ساده با دو تکرار، مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیشتر ارقام جدید گندم، در مقایسه با ارقام قدیمی، دارای عملکرد دانه بالا بودند. چنین روندی در مورد شاخص برداشت و تعداد دانه در متر مربع نیز دیده شد. ارقام قدیمی و جدید، از نظر عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه، تفاوت معنی داری نداشتند. تجزیه همبستگی نشان داد که ارتباط مثبت و معنی‌داری میان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک وجود دارد که مغایر با روند تغییرات عملکرد بیولوژیک در طی روند اصلاحی گندم می باشد. به نظر می-رسد که مقدار تولید ماده خشک در ارقام جدید گندم، قبل از گرده‌افشانی، پایین بود ولی بعد از گرده‌افشانی، به دلیل تامین مواد فتوسنتزی برای تعداد زیاد دانه‌ها، افزایش یافت. این امر سبب معنی‌دار شدن ارتباط مثبت میان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه شد اما تفاوتی بین ارقام قدیمی و جدید از نظر عملکرد بیولوژیک دیده نشد.

واژه‌های کلیدی: **ارقام قدیمی و جدید، گندم، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، ماده خشک.**

Relationship between grain yield and dry matter production in Iranian wheat cultivars grown in Moghan region

Mehdi Joudi
Associate Professor, Meshkinshahr Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili
(Received: March 3, 2017 - Accepted: December 24, 2017)

ABSTRACT

To study the relationship between dry matter accumulation (biological yield) and grain yield in Iranian wheat cultivars, an experiment was performed at Moghan College of Agriculture and Natural Resources research field during 2010-2011 growing season. The plant materials (81 wheat cultivars) were evaluated using a simple lattice design with two replications under well-watered condition. Generally, grain yield of modern wheat cultivars was higher than the old ones. This trend was also observed for harvest index (HI) and grain number per square meter. There were no significant differences in biological yield and 1000-grain weight between old and new cultivars. Analysis of correlation showed significant and positive association between grain yield and biological yield which is not consistent with the lack of consistent increases in biological yield through breeding activity in the past. It seems that modern wheat cultivars had lower dry matter production before anthesis than the old cultivars. But, they produced more photo-assimilates after anthesis because of increased grain number. Therefore, despite the non-significant increases in biological yield through breeding, the grain yield correlated positively with biological yield.

Key words: Biological yield, dry matter, Grain yield, Old and new cultivars, Wheat.

* Corresponding author E-mail: mehdijoudi@gmail.com

مقدمه

یکی از مهمترین مشکلات جهانی در قرن حاضر، کمبود مواد غذایی می‌باشد. طبق گزارش فائو، در سال ۲۰۱۵، حدود ۷۹۵ میلیون نفر در جهان دچار فقر مواد غذایی بوده‌اند. در این سال، جمعیت جهان در حدود ۷/۳ میلیارد نفر بوده و برآورد شده است که این جمعیت تا سال ۲۰۵۰، به حدود ۸/۹ میلیارد نفر خواهد رسید (FAO, 2015). بنابراین، به دلیل افزایش بی‌رویه جمعیت و نیز تغییر الگوهای مصرف، تقاضا برای محصولات کشاورزی در حال افزایش می باشد. گندم به عنوان یکی از مهمترین محصولات زراعی از لحاظ سطح زیر کشت و میزان تولید در جهان، نقش مهمی در تامین نیاز غذایی جوامع بشری داشته است. تولید ماده خشک در گیاهان و از جمله گندم، از مهمترین صفات فیزیولوژیک و زراعی است و نشان دهنده جذب آب، مواد معدنی، دی‌اکسیدکربن و در نهایت، تبدیل انرژی نورانی خورشید به انرژی شیمیایی و ذخیره‌سازی آن در اندام‌های مختلف گیاه می باشد. بالا بودن ماده خشک تولید شده در گیاهان، نشان دهنده کارایی بالای گیاه در استفاده از منابع محیطی مختلف می‌باشد. (Anderson & Garlinge, 2000). تحقیقات مختلف روی گندم نشان می‌دهد که ارتباط مشخص و ساده‌ای بین تولید ماده خشک (عملکرد بیولوژیک) و عملکرد دانه مشاهده نمی‌شود. تعدادی از گزارشات نشان می‌دهدکه در طی روند اصلاحی گندم، تولید زیست توده (عملکرد بیولوژیک) به موازی عملکرد دانه افزایش یافته است و رابطه مثبت و معنی‌داری میان آن‌ها وجود دارد. به عنوان مثال، Miri (2009)، تعداد ۱۵ رقم گندم ایرانی که در فاصله سالهای ۱۳۷۹-۱۳۱۹ شمسی (۲۰۰۰-۱۹۴۰ میلادی) در کشور آزاد شده بودند را در یک آزمایش مزرعه‌ای (فاریاب) و در طی دو سال در ارسنجان استان فارس بررسی کرد. بر اساس نتایج این تحقیق، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در ارقام جدید، بیشتر از ارقام قدیمی بود. مقدار افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، به ترتیب ۶۷ و ۱۶ کیلوگرم در هکتار در سال بود. در تحقیق دیگری روی گندم‌های ایرانی، Zand *et al.* (2002) گزارش کردند که زیست توده کل تولید شده، ارتباط مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشت و مقدار آن (زیست توده کل)، به ۸۶ کیلوگرم در هکتار در سال افزایش یافته بود. همچنین Shearman *et al.* (2005) گزارش کردند که تولید ماده خشک در گندم‌های انگلستان در طی روند اصلاح گندم، به صورت منحنی- خطی (curvilinear) افزایش یافته است. در مقابل، نتایج تعدادی دیگر از محققان نشان می‌دهد که بر خلاف عملکرد دانه، مقدار عملکرد بیولوژیک در طی سالهای اصلاح گندم، ثابت مانده است و دستخوش تغییر معنی‌دار نشده است. در یک آزمایش دو ساله که در کشور ترکیه انجام شد، ارقام قدیمی و جدید گندم دوروم در شرایط دیم و فاریاب، بررسی شدند؛ با وجود بالا بودن شدت فتوسنتز در ارقام قدیمی، زیست توده تولید شده در زمان رسیدگی فیزیولوژیک در هر دو گروه یکسان بود. نکته جالب توجه اینکه مقدار عملکرد دانه و شاخص برداشت در گندم‌های جدید، بیشتر از گندم‌های قدیمی بود که نشان می‌داد، نسبت بیشتری از ماده خشک تولید شده در گندم‌های قدیمی، در ساختار رویشی گیاه باقی می‌ماند و به دانه ها منتقل نمی‌شود (Koç *et al.*, 2003). در ادامه این تحقیق اعلام شد که فتوسنتز کل اندام‌های سبز (نه شدت فتوسنتز در یک قسمت از برگ)، طول دوره فتوسنتز (دوام فتوسنتزی) و تخصیص بهتر ماده خشک تولید شده به اندام‌های اقتصادی، از صفات مطلوب در افزایش عملکرد گندم‌های دوروم به شمار می‌روند. در تحقیقی دیگر Royo *et al.* (2007)، ارقام مختلف گندم دوروم را در شرایط مدیترانه‌ای اسپانیا و ایتالیا مطالعه کرده کردند. بر اساس این تحقیق، عملکرد بیولوژیک گندم در طی سال‌های اصلاح گندم، تغییر نیافت و ثابت مانده است که نشان‌دهنده این واقعیت است که اصلاح ارقام گندم با عملکرد بالا، منجر به افزایش تولید ماده خشک در گندم نشده است. نبود تغییر معنی‌دار در عملکرد بیولوژیک گندم نان نیز توسط محققان مختلف گزارش شده است. به عنوان مثال، Zhou *et al.* (2007)، ارقام مختلف گندم نان را در استان‌های مختلف کشور چین

مقایسه کردند و بیان داشتند که با وجود بالا بودن عملکرد دانه در ارقام جدید، روند مشخص و منظمی (روند افزایش یا کاهشی) در مورد عملکرد بیولوژیک دیده نشد. همبستگی میان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در تحقیق نامبردگان، مثبت و معنی‌دار بود که نشان دهنده اهمیت افزایش یا حداقل حفظ زیست توده تولید شده در برنامه‌های اصلاحی گندم بود. نتایج مشابهی توسط Brancourt-Hulmel *et al.* (2003) در ارقام مختلف گندم نان در فرانسه گزارش شده است. با توجه به این موارد، به نظر می رسد که شرایط آب و هوایی و رقم، بر نحوه ارتباط بین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه تاثیرگذار است و ارتباطی که میان این دو صفت در یک محیط با اقلیم خاص یا میان یک سری ارقام با ویژگی‌های خاص دیده می‌شود، لزوما در محیط‌های دیگر یا میان ارقام دیگر دیده نمی‌شود. بنابراین، هدف تحقیق حاضر، مطالعه نحوه ارتباط میان عملکرد دانه گندم با عملکرد بیولوژیک در بین ارقام قدیمی و جدید گندم ایرانی رشد یافته در منطقه مغان بود.

مواد و روش ها

آزمایش مزرعه‌ای در طی سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹، در مزرعه آموزشی- پژوهشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان- دانشگاه محقق اردبیلی (′۳۶ °۳۹ عرض شمالی، ′۵۷ °۴۷ طول شرقی و ارتفاع ۴۵ متر از سطح دریا) اجرا شد. منطقه مغان دارای آب و هوای مدیترانه‌ای گرم است و جهت کاشت طیف وسیعی از ارقام گندم مناسب می‌باشد. تعداد ۸۱ رقم از گندم‌های ایران (جدول ۲) و با سوابق اصلاحی متفاوت، مورد استفاده قرار گرفتند. این ارقام، در فاصله سال‌های ۱۳۰۹ تا ۱۳۸۵ (۱۹۵۱ تا ۲۰۰۶ میلادی) در کشور معرفی و آزاد شده‌اند.

این تحقیق در شرایط فاریاب و در قالب طرح لاتیس ساده (شامل نه بلوک ناقص) در دو تکرار اجرا شد. آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک، تسطیح، کودپاشی (۲۰۰ کیلوگرم فسفات دی‌آمونیوم و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و ایجاد جوی و پشته، در آبان ماه سال ۱۳۸۹ انجام شد. عرض پشته‌ها ۵۰ سانتی-متر بود و هر کرت شامل دو پشته و در روی هر پشته، دو ردیف کاشت با فواصل ۲۰ سانتی‌متر (چهار ردیف کاشت در هر کرت) و با طول دو متر قرار داشت. بذرهای ارقام مورد بررسی، روی پشته‌ها و به صورت دستی و با استفاده از فوکای دو دندانه مناسب کاشته شدند. بذرها در فاصله ۲۷ تا ۲۹ آبان کاشت شدند. بعد از ایجاد نهرهای مناسب، مزرعه آزمایشی در اول آذر ماه سال ۱۳۸۹ آبیاری شد. آبیاری‌های بعدی، مطابق با عرف در منطقه و در اول ساقه‌دهی، آخر ساقه‌دهی، گرده‌افشانی و پر شدن دانه انجام شد. جهت کنترل علف‌های‌هرز باریک برگ و پهن برگ، از علف‌کش‌های گرانستار و تاپیک استفاده شد. مخلوط این علف‌کش‌ها، با نسبت مناسب و در اواخر اسفند ماه روی مزرعه پاشیده شد.

در مرحله ساقه‌دهی ارقام، ۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار، به صورت سرک در مزرعه پخش شد. بارش باران در زمان پخش کود سرک، سبب شد تا کود اوره با کارایی بالایی در اختیار گیاهان قرار گیرد. در پایان فصل رشد و حدود یک هفته بعد از رسیدگی فیزیولوژیک، گیاهان موجود در یک متر مربع هر کرت برداشت شدند. گونیهای نخی محتوی بوته‌های برداشت شده، به مدت دو روز، مقابل نور آفتاب قرار داده شدند تا رطوبت احتمالی موجود در گیاهان از بین رود و کاملا خشک شوند. وزن گیاهان موجود در داخل هر گونی، به تفکیک گونه، اندازه‌گیری شد و به عنوان زیست توده کل (عملکرد بیولوژیک) در نظر گرفته شد. در مرحله بعدی، نمونه‌های گیاهی با کمباین مخصوص تحقیقاتی، کوبیده شدند و عملکرد دانه آن‌ها اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک و ضرب عدد به دست آمده در ۱۰۰ محاسبه شد. وزن هزار دانه ارقام، با شمارش دو نمونه صدتایی مستقل از دانه‌ها و اندازه‌گیری وزن آنها و میانگین‌گیری و ضرب عدد بدست آمده در ده بدست آمد. همچنین تعداد دانه در متر مربع، از طریق تقسیم عملکرد دانه در متر مربع بر متوسط وزن تک دانه محاسبه شد (Aggarwal *et al.*,

1990). تجزیه داده‌ها بر اساس طرح لاتیس ساده و با استفاده از دستور Proc Lattice انجام شد و از میانگین‌های اصلاح شده، برای آنالیز داده ها استفاده شد.. نتایج تجزیه نشان داد که سودمندی طرح لاتیس نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای بیشتر صفات ارزیابی شده، بیشتر از ۱۰۵ درصد بود که نشان‌دهنده مناسب بودن طرح لاتیس برای تجزیه‌ها داده‌ها می‌باشد. از حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) برای مقایسه میانگین ارقام استفاده شد. از رگرسیون خطی برای بررسی روند تغییرات صفات مختلف در طی روند اصلاحی گندم استفاده شد. با توجه به اینکه سال معرفی رقم برای یازده رقم گندم نامشخص بود، از این ارقام در برازش منحنی استفاده نشد. از نرم افزارهای SAS، Excel و Word برای تجزیه داده ها، رسم نمودارها و جدول‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

تفاوت میان ارقام گندم از نظر عملکرد دانه، معنی‌دار بود (جدول۱،۲). اختلاف بین بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه، ۴۵۳ گرم در مترمربع بود. ارقام کراس البرز، اکبری و ناز، به ترتیب با ۷۴۶، ۷۲۷ و ۶۹۶ گرم دانه در متر مربع، بیشترین و ارقام شاهپسند، امید و سرداری به ترتیب با ۲۹۳، ۳۱۸ و ۳۴۲ گرم دانه در متر مربع، کمترین عملکرد دانه را داشتند. در تحقیق قبلی که روی همین ارقام و در شرایط فاریاب و تنش خشکی کرج انجام شد، مقدار عملکرد دانه، از ۳۰۰ تا ۱۰۲۹ گرم در متر مربع در شرایط آبی و از ۱۰۸ تا ۸۲۴ گرم در متر مربع در شرایط تنش خشکی متغیر بود (Joudi *et al.*, 2010).

در شرایط مورد آزمایش، عموما ارقام جدید و نسبتاً جدید، دارای عملکرد بالا بودند ولی عملکرد ارقام قدیمی، از پایین بود (جدول ۲، شکل ۱-a). رابطه رگرسیونی عملکرد دانه در مقابل سال معرفی ارقام نشان داد که عملکرد دانه، ۲۰ کیلوگرم در هکتار در سال افزایش یافته است (شکل ۱-a). در تحقیق حاضر، تنوع بسیار زیادی برای عملکرد بیولوژیک در بین ارقام دیده شد (جدال ۱، ۲). عملکرد بیولوژیک از ۸۵۶ تا ۱۷۳۶ گرم در متر مربع متغیر بود. میانگین عملکرد بیولوژیک در ده رقم بالای جدول، ۱۵۰۱ گرم در متر مربع و در ده رقم پایین جدول، ۹۶۳ گرم در متر مربع بود. مقدار عملکرد بیولوژیک در گندم‌های نان انگلستان، از ۱۸۴۹ تا ۲۰۷۱ (Shearman *et al.*, 2005) و در گندم‌های نان اسلوواکی، از ۱۴۴۷ تا ۱۷۱۴ (Uzik & Zofajova, 2007) گرم در متر مربع متغیر بود. همچنین De Vita *et al.* (2007)، مقدار عملکرد بیولوژیک را در گندم‌های دوروم ایتالیا، از ۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ گرم در متر مربع گزارش کردند. میانگین عملکرد بیولوژیک در بین چهار رقم گندم دوروم، ۱۰۳۲ گرم در متر مربع بود که نسبت به میانگین عملکرد بیولوژیک در بین ۷۷ رقم گندم نان که ۱۱۹۴ گرم بود، ۶۲ گرم در متر مربع پایین‌تر بود.

جدول ۱. میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در ۸۱ رقم گندم کاشته شده در منطقه مغان، تحت شرایط فاریاب در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹.

Table 1. Measured traits mean squares of of 81 wheat cultivars grown in Moghan region under irrigation conditions during 2013–2014 growing season.

S. O. V.	df	Grain yield	Biological yield	Harvest index	1000-grain weight	Grain number per square meter
Replication	1	39640**	356919**	17.1**	83.0**	4182796**
Treatment (Un. adj)	80	11884**	48096**	37.2**	43.0**	5634988**
Treatment (adj)	80	11455**	41888**	35.9**	42.0**	5192637**
Intra Bock Error	64	3458	16031	6.1	3.6	2037897
RCBD Error	80	5376	22667	6.6	3.9	2735431

ns، **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

ns,**: non-significant and significant at and 1% probability level, respectively

جدول ۲. عملکرد دانه (گرم در متر مربع)، عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)، شاخص برداشت (درصد)، وزن هزار دانه (گرم) و تعداد دانه در متر مربع در ۸۱ رقم گندم کاشته شده در منطقه مغان تحت شرایط فاریاب در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹.

Table 2. Grain yield (g/m^2), biological yield (g/m^2), harvest index (%), 1000-grain weight (g) and grain number per square meter of 81 wheat cultivars grown in Moghan region under irrigation conditions during 2013–2014 growing season

Number	Cultivars	Year of release	Grain yield *	Biological yield	Harvest index	1000-grain weight	Grain number (m^2)
1	Arta	2006	546 16	1240 28	44 20	42.1 53	12969 15
2	Azadi	1979	524 22	1242 26	42 38	32.3 80	16223 2
3	Azar 1	1956	373 76	1197 36	31 79	44.4 40	8401 79
4	Azar2	1999	489 38	1256 25	39 60	49.7 7	9839 65
5	Atrak	1995	555 14	1241 27	45 10	39.6 65	14015 6
6	Arvand	1973	486 39	1127 48	43 31	46.7 22	10407 56
7	Estar	1995	580 7	1305 15	44 21	48 16	12083 24
8	Akbari	2006	727 2	1690 2	43 32	50.5 3	14396 3
9	Alborz	1978	535 20	1158 40	46 3	46 30	11630 31
10	Alvand	1995	470 48	1142 43	41 48	48.4 13	9711 67
11	Alamut	1995	571 12	1294 18	44 22	40.4 61	14134 5
12	Omid	1956	318 80	1107 52	29 80	40 63	7950 80
13	Inia	1968	461 54	1078 60	43 33	39.5 66	11671 30
14	Spring BC Roshan	1998	510 29	1329 10	38 65	44.4 41	11486 33
15	Winter BC Roshan	1998	539 18	1268 21	43 34	48.7 12	11068 40
16	Bam	2006	678 4	1736 1	39 61	50.2 5	13506 8
17	Bulani	-	572 11	1289 19	44 23	45.4 32	12599 20
18	Baiat	1976	481 44	1283 20	37 69	45 33	10689 47
19	Bistun	1980	496 36	1235 30	40 58	46.5 27	10667 49
20	Pishtaz	2002	530 21	1327 11	40 59	48.9 11	10838 41
21	Chamran	1997	520 23	1193 38	44 24	42.6 51	12207 23
22	Chanab	1975	470 49	1063 62	44 25	43.6 45	10780 43
23	Khazar 1	1973	454 56	1014 73	45 11	42.8 49	10607 51
24	Khalij	1960	514 25	1191 39	43 35	50.5 4	10178 62
25	Darab 2	1995	426 68	1139 44	37 70	39.9 64	10677 48
26	Daria	2006	443 64	1083 58	41 49	46.6 25	9506 72
27	Dez	2002	469 51	1111 51	42 39	43.5 46	10782 42
28	Durum Yavarus	1996	436 66	1031 69	42 40	41.3 55	10557 52
29	Rasul	1992	501 33	1135 47	44 26	49 9	10224 60
30	Roshan	1958	446 62	1307 14	34 76	46.6 26	9571 70
31	Zakros	1996	579 9	1260 23	46 4	46.5 28	12452 22
32	Zarrin	1995	505 32	1239 29	41 50	40.2 62	12562 21
33	Soisson	1994	456 55	1007 74	45 12	35.4 79	12881 17
34	Sabalan	1981	482 42	1360 8	35 74	46.8 21	10299 58
35	Sepahan	2006	512 27	1126 49	45 13	42.8 50	11963 26
36	Sorkhtokhm	1957	442 65	1061 63	42 41	43.8 43	10091 63
37	Sardari	1930	342 79	1004 76	34 77	38 71	9000 76
38	Somaye 3	-	370 77	1036 67	36 73	40.5 59	9136 73
39	Siatan	2006	548 15	1418 7	39 62	51.1 2	10724 46
40	Simine	1997	447 61	1029 70	43 36	44.5 39	10045 64
41	Shahpasand	1942	293 81	1126 50	26 81	38.7 68	7571 81
42	Shahi	1967	484 41	1265 22	38 66	45 34	10756 44
43	Shole	1957	584 6	1537 4	38 67	43.8 44	13333 10
44	Shovamald	2003	516 24	1147 41	45 14	37.8 73	13651 7
45	Shahriar	2002	591 5	1347 9	44 27	41.3 56	14310 4
46	Shirodi	1997	543 17	1225 35	44 28	46.5 29	11677 29
47	Shiraz	2002	564 13	1474 6	38 68	47 20	12000 25
48	Tabasi	1951	415 71	1233 31	34 78	48.2 14	8610 78
49	Adl	1962	451 58	1101 54	41 51	42.9 48	10513 54
50	Frontana	-	386 75	989 77	39 63	42.6 52	9061 74
51	Falat	1990	466 52	1017 71	46 5	40.9 57	11394 35
52	Fongh	-	470 50	1039 66	45 15	48.2 15	9751 66
53	Ghods	1989	365 78	897 80	41 52	31.1 81	11736 28
54	Kaveh	1980	453 57	1080 59	42 42	40.7 58	11130 38
55	Gascogne	1994	510 30	1136 46	45 16	47.5 18	10737 45
56	Crossed Alborz	-	746 1	1605 3	46 6	45 35	16578 1
57	Crossed Shahi	-	500 34	1197 37	42 43	45 36	11111 39
58	Crossed Falat Hamun	2002	482 43	1144 42	42 44	47.1 19	10234 59
59	Kavir	1997	580 8	1233 32	47 1	43.1 47	13457 9
60	Karaj 1	1973	451 59	1296 17	35 75	46.7 23	9657 68
61	Karaj 2	1973	506 31	1231 33	41 53	39.2 67	12908 16
62	Karaj 3	1976	491 37	1313 13	37 71	38.2 70	12853 18

ادامه جدول ۲.

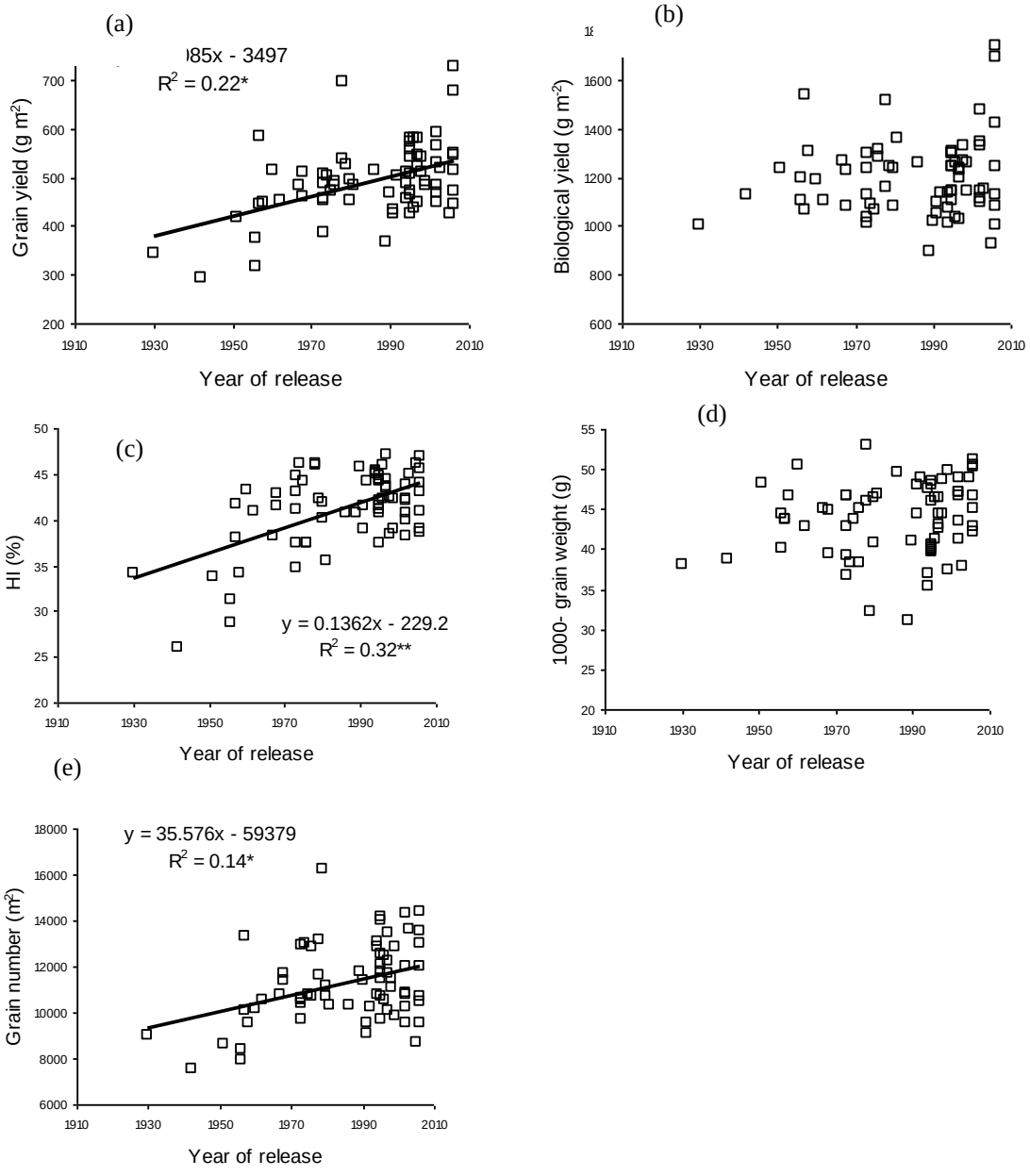
63	Gaspard	1994	485	40	1072	61	45	17	37	75	13108	12
64	Gholestan	1986	513	26	1258	24	41	54	49.6	8	10343	57
65	Marun	1991	433	67	1046	65	41	55	47.9	17	9040	75
66	Marvdasht	1999	481	45	1139	45	42	45	37.5	74	12827	19
67	Moghan 1	1973	387	73	1033	68	37	72	36.7	76	10545	53
68	Moghan 2	1974	500	35	1086	57	46	7	38.4	69	13021	14
69	Moghan 3	2006	471	47	1006	75	47	2	45	37	10467	55
70	Mahdavi	1995	539	19	1300	16	41	56	45.9	31	11743	27
71	Naz	1978	696	3	1515	5	46	8	52.9	1	13157	11
72	Navid	1968	511	28	1229	34	42	46	44.9	38	11381	36
73	Niknazhad	1995	464	53	1104	53	42	47	40.5	60	11457	34
74	Hamun	2002	446	63	1096	55	41	57	46.7	24	9550	71
75	Hirmand	1991	425	69	1093	56	39	64	44.4	42	9572	69
76	Verinak	-	387	74	856	81	45	18	37.9	72	10211	61
77	DN–11	-	449	60	1016	72	44	29	42.1	54	10665	50
78	Stark	2005	425	70	922	78	46	9	49	10	8673	77
79	WS–82–9	-	579	10	1321	12	44	30	50.2	6	11534	32
80	Kauz	-	473	46	1049	64	45	19	36.3	77	13030	13
81	Montana	-	398	72	917	79	43	37	35.7	78	11148	37
Mean			490		1186		41		43.7		11272	
LSD			126		269		4.9		3.7		3027	

*: cultivar rank

منحنی رگرسیون که تغییرات عملکرد بیولوژیک را در طی سال‌های آزادسازی ارقام گندم نشان می‌دهد، بیانگر عدم تغییر معنی دار این صفت در طی روند اصلاحی گندم در ایران بود (شکل ۱- b). به عنوان مثال، عملکرد بیولوژیک در رقم آرتا که در سال ۱۳۸۵ (۲۰۰۶ میلادی) آزاد شده است، با عملکرد بیولوژیک رقم طبسی که در سال ۱۳۳۰ (۱۹۵۱ میلادی) معرفی شده است، کم و بیش یکسان بود (جدول ۲). این نتایج با گزارش برخی محققین مطابقت دارد اما با تعدادی دیگر، در تضاد است (به قسمت مقدمه مراجعه شود). زمانی که ارتباط میان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از طریق تجزیه همبستگی بررسی شد، مشخص گردید که یک ارتباط مثبت و معنی‌دار بین این دو صفت وجود دارد (جدول ۳). بدین معنی که افزایش و کاهش عملکرد دانه، به ترتیب با افزایش و کاهش عملکرد بیولوژیک همراه خواهد بود. گزارش شده است که از اواسط دهه ۱۹۸۰ به بعد، تغییرات در شاخص برداشت گندم، روند منظمی نداشته است (Reynolds *et al.*, 2009). آن‌ها بر این باورند که افزایش شاخص برداشت در پاره ای از تحقیقات و عدم تغییر آن در تعدادی دیگر، نشان دهنده تاثیر کم شاخص برداشت بر عملکرد ارقام جدید و پرمحصول گندم می‌باشد. نامبردگان اعتقاد دارند که افزایش توان تولید در گندم‌های جدید، مستلزم افزایش کارایی استفاده از نور خورشید و در نتیجه، افزایش عملکرد بیولوژیک می باشد. در این راستا، Fischer (2007) بر این باور است که در سالهای اخیر، شاخص برداشت به پتانسیل خود یعنی ۶۲ درصد نزدیک شده است و بنابراین، محققان بایستی بر بهبود عملکرد بیولوژیک متمرکز شوند. محققان در بررسی ارقام گندم آزاد شده در فاصله سال‌های ۱۹۹۵-۱۹۷۲ در انگلستان دریافتند که پیشرفت عملکرد دانه در فاصله سال‌های ۱۹۸۰-۱۹۷۲، به خاطر افزایش شاخص برداشت و از ۱۹۸۳ به بعد، به دلیل افزایش ماده خشک گیاه بوده است (Shearman *et al.*, 2005). ارتباط بسیار نزدیک بین ماده خشک و عملکرد دانه در گندم‌های آمریکا نیز گزارش شده است (Donmez *et al.*, 2002). اگر چه عملکرد بیولوژیک بالا، رابطه مستقیم و معنی‌داری با عملکرد بالای دانه دارد، ولی مدارک زیادی در خصوص محدود شدن عملکرد دانه توسط گنجایش محدود دانه‌ها (محدودیت قدرت مخزن) گزارش شده است (Borras *et al.*, 2004; Miralles & Slafer, 2007). این بدین معنی است که در صورتی‌که تعداد کافی مخزن (دانه) برای انتقال مواد فتوسنتزی وجود نداشته باشد، زیست توده تولید شده یا زیست توده افزایش یافته با کارایی بالا، مورد استفاده قرار نخواهد

گرفت. بنابراین به منظور افزایش تاثیر عملکرد بیولوژیک بر عملکرد دانه، ضروری است که زیست توده مازاد بر نیاز، بهتر میان سنبله های در حال نمو تقسیم شود تا از طریق افزایش در تعداد دانه و نیز اندازه دانه، فوتواسیمیلاتهای تولید شده، به عملکرد دانه تبدیل شوند (Foulkes *et al.*, 2011). وجود رابطه‌ای مثبت و معنی‌دار میان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در تحقیق حاضر، هماهنگ با روند تغییرات عملکرد بیولوژیک در طی اصلاح گندم نیست (جدول ۳ و شکل ۱- b را مقایسه کنید). با توجه اینکه مقدار عملکرد بیولوژیک در ارقام مختلف گندم‌های ایرانی، در طول اصلاح گندم، دستخوش تغییر معنی‌دار نشده بود، بنابراین به نظر می‌رسد که عملکرد بیولوژیک، تاثیر معنی‌داری بر افزایش عملکرد دانه نداشته باشد. اما بررسی رابطه همبستگی میان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مشخص کرد که رابطه تنگاتنگی بین این دو پارامتر وجود دارد. در تحقیقی که روی گندم‌های قدیمی و جدید سیمیت انجام شد، Reynolds *et al.*(1999) گزارش دادند که در گندم‌های جدید پرمحصول ولی با ارتفاع کم، سرعت رشد رویشی و تجمع بیوماس در قبل از گرده‌افشانی کمتر بود، در حالی که شدت فتوسنتز در بعد از گرده-افشانی در ارقام جدید، بیشتر از انواع قدیمی بود. همچنین Araus *et al.* (2008) بیان داشتند که در گندم‌های جدید، به دلیل افزایش تعداد دانه (افزایش قدرت مخزن) و افزایش تقاضا برای جذب مواد فتوسنتزی، کارایی استفاده از نور خورشید بعد از گرده‌افشانی، افزایش یافته است. افزایش کارایی استفاده از نور خورشید بعد از گرده‌افشانی در گندم‌های جدید، به معنی افزایش فتوسنتز در واحد سطح برگ و بنابراین، افزایش تولید ماده خشک (عمکلرد بیولوژیک) می‌باشد. این گزارشات پیشنهاد می‌کنند که تولید ماده خشک در گندم‌های جدید، قبل از گرده‌افشانی، پایین است ولی بعد از گرده-افشانی، به دلیل تامین مواد فتوسنتزی دانه‌های افزایش یافته، بالا می‌باشد. بنابراین با وجود اینکه در گندم‌های جدید، ارتباط مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک دیده می‌شود، ولی میان گندم‌های قدیمی و جدید، تفاوتی از نظر عملکرد بیولوژیک کل که در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک اندازه‌گیری می‌شود، مشاهده نمی‌شود (Joudi *et al.*, 2014). مقدار شاخص برداشت در گندم‌های کشت شده در منطقه مغان، از ۲۵ تا ۴۷ درصد متغیر بود (جدول ۲). عواملی که باعث تنوع در شاخص برداشت می شوند، متفاوت می‌باشند. این عوامل، از طریق تاثیر بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و یا هر دوی آن‌ها، باعث افزایش یا کاهش شاخص برداشت می‌شوند. تفاوت در ارتفاع گیاهان و قدرت مخزن و متفاوت بودن دوام سبزینه برگ‌ها در ارقام مختلف گندم، از عوامل تاثیر گذار بر شاخص برداشت عنوان شده است (De Vita *et al.*, 2007; Reynolds *et al.*, 2008). منحنی رگرسیون نشان داد که مقدار شاخص برداشت در طی روند اصلاحی گندم، به صورت خطی افزایش یافته است و به عدد ۴۷ درصد رسیده است (شکل ۱- c) که مطابق با گزارش سایر محققان می‌باشد (Koç *et al.*, 2003; Sener *et al.*, 2009). با توجه به این‌که سقف تئوریکی شاخص برداشت در گندم‌های نان پاییزه، ۶۴ درصد محاسبه شده است (Foulkes *et al.*, 2011 and References therein)، به نظر می‌رسد که همچنان، امکان افزایش شاخص برداشت در گندم‌های ایرانی وجود دارد. وزن هزار دانه از ۳۱ تا ۵۳ گرم متغیر بود (جدول ۲). زمانی که ارقام قدیمی و جدید گندم از نظر وزن هزار دانه مقایسه شدند، تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد (شکل ۱- d). در بیشتر مطالعات مشخص شده است که وزن هزار دانه در طی روند اصلاحی گندم، ثابت مانده است و کمتر دستخوش تغییر معنی‌دار شده است (Joudi *et al.*, 2014; Sadras, 2007). تعداد دانه که از تقسیم عملکرد دانه بر وزن هزار دانه بدست می‌آید، در جدول ۲ نشان داده شده است. مقدار این صفت، از ۷۵۷۵ تا ۱۶۵۹۶ عدد در متر مربع متغیر بود. ارقام جدید گندم در مقایسه با ارقام قدیمی، دارای تعداد دانه بیشتری در متر مربع بودند (شکل ۱- e). بنا به باور Fischer (2011)، افزایش عملکرد در گندم‌های جدید، با

افزایش تعداد دانه در واحد سطح همراه بوده است. در این راستا، Shearman *et al.* (2005) گزارش کردند که افزایش تعداد دانه در واحد سطح در گندم‌های انگلستان، رابطه بسیار نزدیکی با افزایش تعداد خوشه در واحد سطح و نیز افزایش تعداد دانه در سنبله داشت.



شکل ۱. بررسی رابطه سال معرفی رقم و (a)- عملکرد دانه در متر مربع، (b)- عملکرد بیولوژیک در متر مربع، (c)- شاخص برداشت، (d)- وزن هزار دانه و (e)- تعداد دانه در متر مربع در ۸۱ رقم گندم کاشته شده در منطقه مغان در سال زراعی ۹۰-۸۹.

خط رگرسیونی، تنها برای رگرسونهای معنی دار برازش شده است.

Figure 1. Relationships between year of release and (a) grain yield per square meter, (b) biological yield per square meter, (c) harvest index, (d) grain number per square meter and (e) 1000-grain weight of 81 wheat cultivars grown in Moghan region under irrigation conditions during 2013–2014 growing season. Only significant linear regressions were plotted.

جدول ۳. همبستگی بین صفات ارزیابی شده در ۸۱ رقم گندم کاشته شده در منطقه مغان تحت شرایط فاریاب در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹

Table 3. Correlation coefficient among measured traits of 81 wheat cultivars grown in Moghan region under irrigation conditions during 2013–2014 growing season

	Grain yield	Biological yield	Harvest index	1000-grain weight	Grain number (m^2)
Grain yield	1	0.80**	0.50**	0.43**	0.75**
Biological yield		1	-0.12ns	0.49**	0.49**
Harvest index			1	0.03ns	0.53**
1000-grain weight				1	-0.26*
Grain number (m^2)					1

ns،*، **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *,**: non-significant and significant at 5 and 1% probability level, respectively

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که گندم‌های قدیمی و جدید ایران در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، تفاوت معنی‌داری از نظر تولید ماده خشک ندارند. این امر به معنی عدم تاثیر عملکرد بیولوژیک، در افزایش عملکرد دانه در ارقام جدید و پرعملکرد نیست زیرا یک ارتباط مثبت و معنی‌دار میان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه دیده می‌شود. به نظر می‌رسد که مقدار تولید ماده خشک در گندم‌های جدید، قبل از گرده‌افشانی، پایین است ولی بعد از گرده‌افشانی، به دلیل تامین مواد فتوسنتزی دانه‌های افزایش یافته، بالا باشد. این امر سبب می‌شود که ارتباط میان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، مثبت و معنی‌دار باشد ولی تفاوتی بین ارقام قدیمی و جدید، از نظر عملکرد بیولوژیک مشاهده نشود. تحقیقات بیشتری در این خصوص لازم است که توسط محققان کشور انجام شود تا تصویر روشنی از تولید واقعی ماده خشک، در ارقام قدیمی و جدید گندم و قبل و بعد از گرده‌افشانی بدست آید. همچنین به نظر می‌رسد که پتانسیل افزایش شاخص برداشت در گندم‌های ایرانی، همچنان وجود داشته باشد. بنابراین، تحت شرایط آزمایش شده، افزایش تولید ماده خشک و شاخص برداشت، از راهکارهای احتمالی افزایش عملکرد گندم‌های ایرانی به شمار می‌رود. در بین ارقام مورد مطالعه، ارقام کراس البرز، اکبری و ناز، دارای بیشترین عملکرد دانه بودند که می‌توانند در برنامه‌های زراعی و اصلاحی مورد توجه قرار گیرند. همچنین ارقام شاهپسند، امید و سرداری، دارای کمترین عملکرد دانه بودند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت مالی دانشگاه محقق اردبیلی در اجرای تحقیق حاضر سپاسگزاری می‌شود.

REFERENCES

1. Aggarwal, P. K., Fischer, R. A. & Liboon, S. P. (1990) Source–sink relation and effects of post anthesis canopy defoliation in wheat at low latitudes. *Journal of Agricultural Science*, 114, 93-9.
2. Anderson, W. K. & Garlinge, J. R. (2000). The wheat book, Principles and Practice. GRD Corporation. 322 pp.
3. Araus, J. L., Slafer, G. A., Royom, C. & Serreat, M. D. (2008). Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. *Critical Review in Plant Science*, 27, 377-412.
4. Borras, L., Slafer, G. A. & Otegui, M. E. (2004). Seed dry weight response to source-sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. *Field Crops Research*, 86, 131-146.
5. Brancourt-Hulmel, M., Doussinault, G., Lecomte, C., Berard, P., Le Buanec, B. & Trottet, M. (2003). Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992. *Crop Science*, 43, 37-45.
6. De Vita, P., Nicosia, O. L. D., Nigro, F., Platani, C., Reifolo, C., Di Fonzo, N. & Cattivelli, L. (2007). Breeding progress in morphophysiological, agronomical and qualitative traits of durum wheat cultivars released in Italy during the 20th century. *European Journal of Agronomy*, 26, 39-53.

7. Donmez, E., Sears, R. G., Shroyer, J. P. & Paulsen, G. M. (2001). Genetic gain in yield attributes of winter wheat in the Great Plains. *Crop Science*, 41, 1412-1419.
8. FAO. (2015). Statistical database. Available online: http://www.fao.org/
9. Fischer, R. A. (2007). Understanding the physiological basis of yield potential in wheat. *Journal of Agricultural Science*, 145, 99-113.
10. Fischer, R. A. (2011). Wheat physiology: a review of recent developments. *Crop and Pasture Science*, 62, 95-114.
11. Foulkes, M. J., Slafer, G. A., Davies, W. J., Berry, P. M., Sylvester–Bradley, R., Martre, P., Calderini, D. F., Griffiths, S. & Reynolds, M. (2011). Raising yield potential of wheat. III. Optimizing partitioning to grain while maintaining lodging resistance. *Journal of Experimental Botany*, 69, 469-486.
12. Joudi, M., Ahmadi, A., Mohammadi, V., Abbasi, A. R., Mohammadi, H., Esmaeilpour, M., Bayat, Z. & Torkashvand, B. (2010). Evaluation of stem reserves accumulation and remobilization in Iranian wheat cultivars under irrigated and post-anthesis drought stress conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 2, 315-328. (In Farsi).
13. Joudi, M., Ahmadi, A., Mohammadi, V., Abbasi, A. R. & Mohammadi, H. (2014). Genetic changes in agronomic and phenologic traits of Iranian wheat cultivars grown in different environmental conditions. *Euphytica*, 196, 237-249.
14. Koç, M., Barutçular, C. & Genç, I. (2003). Photosynthesis and productivity of old and modern durum wheats in a Mediterranean environment. *Crop Science*, 43, 2089-2098.
15. Miralles, D. J. & Slafer, G. A. (2007). Sink limitation to yield in wheat: how could it be reduced? *Journal of Agricultural Science*, 145, 139-149.
16. Miri, H. R. (2009). Grain yield and morpho-physiological changes from 60 years of genetic improvement of wheat in Iran. *Experimental Agriculture*, 45, 149-163.
17. Reynolds, M., Foulkes, M. J., Slafer, G. A., Berry, P., Parry, M. A. J., Snape, J. W. & Angus, W.J. (2009). Raising yield potential in wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60, 1899-1918.
18. Reynolds, M. P., Rajaram, S. & Sayre, K. D. (1999). Physiological and Genetic Changes of Irrigated Wheat in the Post–Green Revolution Period and Approaches for Meeting Projected Global Demand. *Crop Science*, 39, 1611-1621.
19. Royo, C., Alvaro, F., Martos, V., Ramdani, A., Isidro, J., Villegas, D. & Garcia del Moral, L. F. (2007). Genetic changes in durum wheat yield components and associated traits in Italian and Spanish varieties during the 20th century. *Euphytica*, 155, 259-270.
20. Sadras, V.O. (2007). Evolutionary aspects of the trade-off between seed size and number in crop. *Field Crops Research*, 100, 125-138.
21. Sener, O., Arslan, M., Soysal, Y. & Eryman, M. (2009). Estimates of relative yield potential and genetic improvement of wheat cultivars in the Mediterranean region. *Journal of Agricultural Science*, 147, 323-332.
22. Shearman, V. J., Sylvester-Bradley, R., Scott, R. K. & Foulkes, M. J. (2005). Physiological processes associated with wheat yield progress in the UK. *Crop Science*, 45: 175-185.
23. Uzik, M., & Zofajova, A. (2007). Translocation of dry matter in ten winter wheat cultivars released in the years 1921-2003. *Cereal Research Communications*, 35, 1583-1592.
24. Zand, E., Kochaki, A., Rahimian-Mashadi, H. & Nasiri-Mahallati, M. (2002). Physiological and morphological traits associated with genetic yield improvement of Iranian winter wheat cultivars released during past 50 years. *Agricultural Science and Technology Journal*, 16, 162-171. (In Farsi).
25. Zhou, Y., He, Z. H., Sui, X. X., Xia, X. C., Zhang, X. K. & Zhang, G. S. (2007). Genetic improvement of grain yield and associated traits in the northern china winter wheat region from 1960 to 2000. *Crop Science*, 47, 245-253.