

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 معنی داری 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 گرده افشانی، پایین بود ولی بعد از گرده افشانی، به دلیل تامین مواد فتوسنتزی برای تعداد زیاد دانه ها، افزایش یافت. این امر سبب معنی دار شدن ارتباط مثبت میان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه شد اما تفاوتی بین ارقام قدیمی و جدید از نظر عملکرد بیولوژیک دیده نشد.

واژه های 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 Ardabil
(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.

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 می‌باشد. 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 می‌باشد. 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 می‌دهد که 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 دانه‌ها 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

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 سانتی-متر (چهار ردیف کاشت در هر کرت) و با طول دو متر قرار داشت. بذره‌های 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 علف‌های هرز 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 کاملاً 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.,

مقایسه کردند و بیان داشتند که با وجود بالا بودن عملکرد دانه در ارقام جدید، روند مشخص و منظمی (روند افزایش یا کاهش) 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 می‌رسد 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، لزوماً 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 روش‌ها

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 دی‌آمونوم و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و ایجاد جوی و پشته، در آبان

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، عموماً ارقام جدید و نسبتاً جدید، دارای عملکرد بالا بودند ولی عملکرد ارقام قدیمی، از پایین بود (جدول ۲، شکل ۱-ا). 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-ا). 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.

تجزیه داده‌ها بر اساس طرح لاتیس ساده و با استفاده از دستور Proc Lattice انجام شد و از میانگین‌های اصلاح شده، برای آنالیز داده‌ها 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 داده‌ها، رسم نمودارها و جدول‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

تفاوت میان ارقام گندم از نظر عملکرد دانه، معنی‌دار بود (جدول ۱، ۲). اختلاف بین بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه، ۴۵۳ گرم در مترمربع بود. ارقام کراس البرز، اکبری و ناز، به ترتیب با 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

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 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 ۱۳۸۹-۹۰.

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

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

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 بالایی 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 صورتی که 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

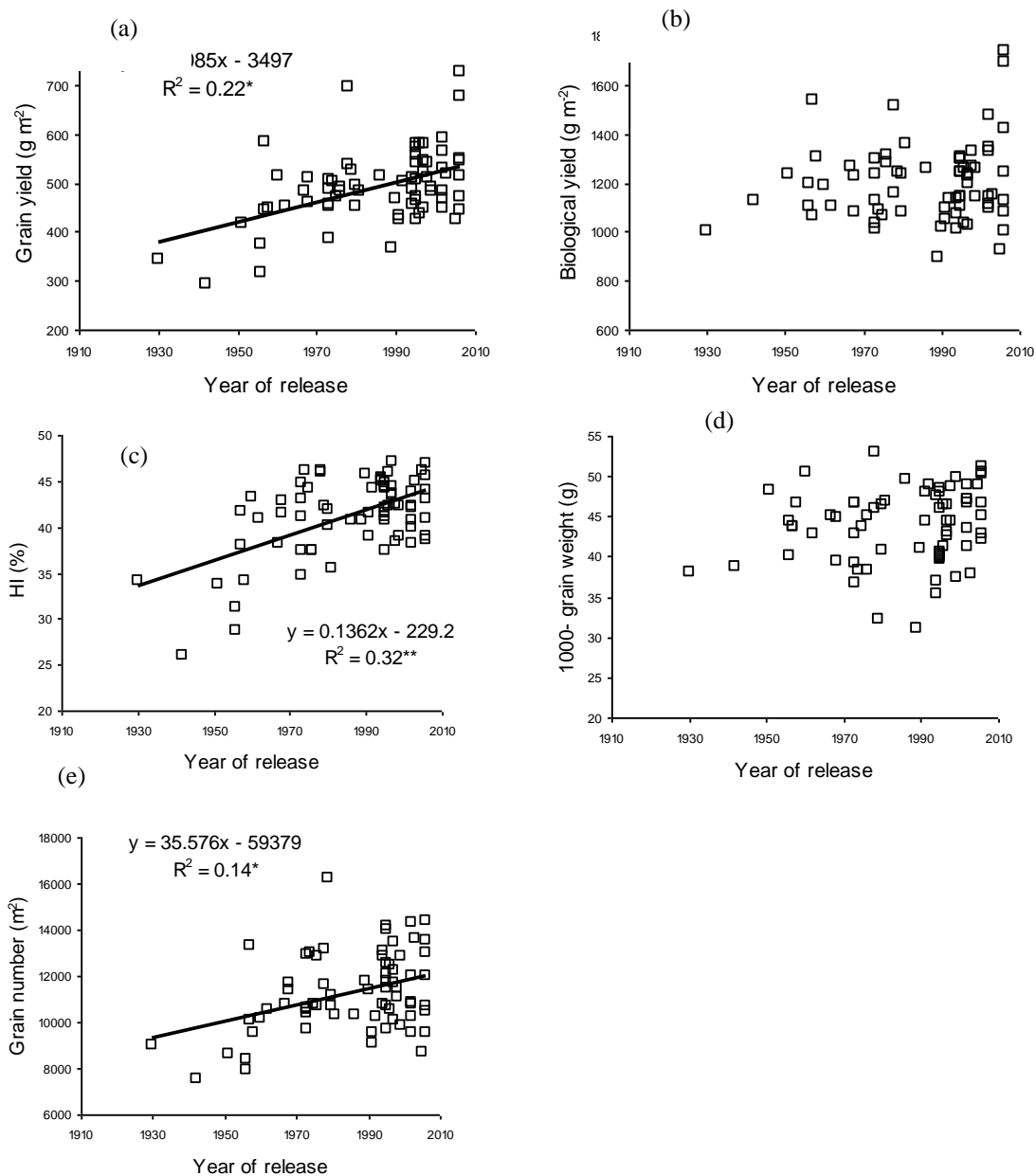
منحنی رگرسیون که تغییرات عملکرد بیولوژیک را در طی سال‌های آزادسازی ارقام گندم نشان می‌دهد، بیانگر عدم تغییر معنی دار این صفت در طی روند اصلاحی گندم در ایران بود (شکل ۱- b). به عنوان مثال، عملکرد بیولوژیک در رقم آرتا که در سال ۱۳۸۵ (۲۰۰۶ میلادی) آزاد شده است، با عملکرد بیولوژیک رقم طیبسی که در سال ۱۳۳۰ (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 پاره‌ای 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

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 می‌شوند، 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 ۱-۱) که مطابق با گزارش سایر محققان می‌باشد (Koç *et al.*, 2009; Sener *et al.*, 2003). با توجه به این‌که سقف تئوریک 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 ۱-۱). 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.*, 2007; Sadras, 2014). 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 ۱-۱). بنا به باور Fischer (2011)، افزایش عملکرد در گندم‌های جدید، با

گرفت. بنابراین به منظور افزایش تاثیر عملکرد بیولوژیک بر عملکرد دانه، ضروری است که زیست توده مازاد بر نیاز، بهتر میان سنبله‌های در حال نمو تقسیم شود تا از طریق افزایش در تعداد دانه و نیز اندازه دانه، فوتواسیملات‌های 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 ۱-۱) 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 گرده‌افشانی 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 (عملکرد بیولوژیک) می‌باشد. این گزارشات پیشنهاد می‌کنند که تولید ماده خشک در گندم‌های جدید، قبل از گرده‌افشانی، پایین است ولی بعد از گرده‌افشانی، به دلیل تامین مواد فتوسنتزی دانه‌های افزایش یافته، بالا می‌باشد. بنابراین با وجود اینکه در گندم‌های جدید، ارتباط مثبت و معنی‌داری بین

انگلستان، رابطه بسیار نزدیکی با افزایش تعداد خوشه در واحد سطح و نیز افزایش تعداد دانه در سنبله داشت.

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



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 رگرسیونهای 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	-0.12 ^{ns}	0.49**	0.49**
Harvest index			1	0.03 ^{ns}	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

نتیجه گیری کلی

تولید واقعی ماده خشک، در ارقام قدیمی و جدید گندم و قبل و بعد از گرده افشانی بدست آید. همچنین به نظر می رسد که پتانسیل افزایش شاخص برداشت در گندم های ایرانی، همچنان وجود داشته باشد. بنابراین، تحت شرایط آزمایش شده، افزایش تولید ماده خشک و شاخص برداشت، از راهکارهای احتمالی افزایش عملکرد گندم های ایرانی به شمار می رود. در بین ارقام مورد مطالعه، ارقام کراس البرز، اکبری و ناز، دارای بیشترین عملکرد دانه بودند که می توانند در برنامه های 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 می شود.

نتایج نشان داد که گندم های قدیمی و جدید ایران در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، تفاوت معنی داری از نظر تولید ماده خشک ندارند. این امر به معنی عدم تاثیر عملکرد بیولوژیک، در افزایش عملکرد دانه در ارقام جدید و پر عملکرد نیست زیرا یک ارتباط مثبت و معنی دار میان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه دیده می شود. به نظر می رسد که مقدار تولید ماده خشک در گندم های جدید، قبل از گرده افشانی، پایین است ولی بعد از گرده افشانی، به دلیل تامین مواد فتوسنتزی دانه های افزایش یافته، بالا باشد. این امر سبب می شود که ارتباط میان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، مثبت و معنی دار 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

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. Borrás, 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.