Archive of SID

Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 49, No 4, Winter 2019 (125-136)
DOI: 10.22059/ijfcs.2017.202331.654059

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۷ (ص۱۳۶-۱۲۵)

بررسی روند تغییرات صفات مهم زراعی و عملکرد دانه در توده‌های بومی و ارقام زراعی گندم در چند دهه گذشته در ایران

هادی علی پور[1*]، محمدرضا بی‌همتا[2]، ولی اله محمدی[3]، سیدعلی پیغمبری[4]

۱. استادیار گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲، ٤. اساتید گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران-کرج

۳. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران-کرج

(تاریخ دریافت: ۹٤/۱۲/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۹٦/۱۰/۰۳)

چکیده

شناسایی رابطه میان عملکرد دانه و صفات مهم زراعی و آگاهی از روند تغییرات این صفات، برای تعیین استراتژی برنامه‌های به‌نژادی، از اهمیت بالایی برخوردار است. بدین منظور، ۳۱۳ ژنوتیپ، شامل ۲۰۳ ژنوتیپ از توده‌های بومی ایرانی و ۱۱۰ رقم زراعی کشور، به صورت طرح آگمنت، با سه رقم شاهد نوید، پیشتاز و آذر و در هفت بلوک ناقص، در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳، در مزرعه تحقیقاتی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تهران، ارزیابی شدند. برای افزایش دقت و کاهش تغییرات محیطی، طرح آگمنت در سه موقعیت تکرار شد. تجزیه رگرسیون خطی میان صفات مورد بررسی با سال معرفی ارقام زراعی و سال جمع‌آوری توده‌های بومی نشان داد که صفات عملکرد دانه و وزن هزار دانه، هم در ارقام زراعی و هم در توده‌های بومی، در طول زمان، افزایش معنی‌داری داشته‌اند در حالی که صفت وزن سنبله، فقط در ارقام زراعی افزایش معنی‌داری داشت. کاهش ارتفاع بوته و طول سنبله در ارقام زراعی در طی تاریخ ۷٤ ساله به‌نژادی، ، معنی‌دار بوده است ولی در توده‌های بومی، تغییر معنی‌داری ایجاد نشده بود. صفت تعداد دانه در سنبله که بر اساس نتایج تجزیه همبستگی، رگرسیون و تجزیه علیت، به عنوان یکی از مهم‌ترین صفات موثر روی عملکرد دانه شناخته شده بود، در طول روند به‌نژادی هیچ گونه تغییر معنی‌داری نداشته است. با توجه به این که ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی بالایی در بین ارقام و توده‌های بومی، برای این صفت مشاهده شده است، لازم است در برنامه‌های به‌نژادی، به انتخاب برای افزایش این صفت، توجه بیشتری شود.

واژه‌های کلیدی: ارقام زراعی، پیشرفت ژنتیکی، تجزیه همبستگی، توده‌های بومی، گندم.

Trends in main agronomic traits and grain yield of wheat landraces and cultivars during the last decades in Iran

Hadi Ali Pour[1]*, Mohammad Reza Bihamta[2], Valiollah Mohammadi[3], Seyed Ali Peyghmbari[4]

1. Assistant Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Urmia University
2, 4.Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Tehran-Karaj
3. Associate Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, University of Tehran-Karaj

(Received: March 5, 2016 - Accepted: December 24, 2017)

ABSTRACT

Investigating the relationship between grain yield and main agronomic traits and understanding the trend of changes in traits during breeding history is important for breeding strategies. To meet these objectives, 313 Iranian wheat genotypes including 203 Iranian landraces and 110 Iranian cultivars were planted in an augmented design along with three check cultivars repeated in seven blocks in 2014 in the research field of Agronomy and Plant Breeding Department, University of Tehran. In order to increase accuracy and decrease environmental variations, the experiment has been replicated in three different locations. Linear regression analysis between investigated characteristics and year of cultivar release and year of collection of landraces showed that the grain yield and thousand grain weight were significantly increased in both cultivars and landraces while spike weight was significantly increased only in the cultivars. Plant height and spike length were significantly decreased only in the cultivars during 74 years of breeding programs. No significant changes, however, was observed in the landraces. Although the number of grain/spike was known as the most important and effective traits on grain yield based on the results of correlation and path analyses, there was no significant change for this trait during breeding programs. Since there were high phenotypic and genetic coefficient of variation for this trait, it could be one of the most important traits in future breeding programs.

Keywords: Correlation analysis, cultivars, genetic gain, landraces, wheat.

* Corresponding author E-mail: alipourhadi64@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی است که بخش عمده غذای نزدیک به دو میلیارد نفر و حدود ۵۵ درصد کربوهیدرات و ۲۰ درصد کالری مردم جهان را به صورت مستقیم و غیرمستقیم تأمین می‌کند (Hassan & Khaliq, 2008; Sami *et al.*, 2010). پیش‌بینی می‌شود که جمعیت کره زمین تا سال ۲۰۵۰، به بیش از ۹/۲ میلیارد نفر برسد (Anonymous, 2014) و در نتیجه، لازم است که کشاورزان و به‌نژادگران، برای تأمین نیاز این تعداد، عملکرد گندم را تا ۷۰ درصد افزایش دهند (Marcussen *et al.*, 2014). در ایران نیز گندم، محصول استراتژیک به شمار می‌رود و منبع اصلی انرژی و کالری دریافتی جمعیت را تشکیل می‌دهد. مقایسه میانگین عملکرد گندم آبی و دیم کشور با میانگین عملکرد جهانی گندم (۲۹۰۰) نیز نشان از فاصله بسیار تا نقطه مطلوب دارد و پایین بودن میانگین عملکرد گندم، هنوز هم کلیدی‌ترین و مهم‌ترین نقطه ضعف تولیدی گندم در ایران به شمار می‌آید (Esmaeilzadeh Moghadam *et al.*, 2009). بنابراین، شناخت صفات مهم زراعی و گیاهی مرتبط با عملکرد و بررسی روند تغییرات آنها در گزینش‌های انجام شده در طول برنامه‌های اصلاحی می‌تواند، در رسیدن به عملکرد بالا، از طریق روش‌های به‌نژادی و به‌زراعی، مفید باشد. ایران به عنوان یکی از خاستگاه‌ها و مراکز تنوع اولیه گونه‌های گندم، دارای تنوع ژنتیکی بسیار غنی، برای اصلاح گندم و ایجاد ارقام پرمحصول و سازگار است (Salamini *et al.*, 2002). در طول یک صدسال گذشته، کشاورزان به طور پیوسته، از میان توده‌های بومی، برای صفات مختلف انتخاب نموده‌اند و به‌نژادگران نیز به طور مرتب، ارقام پرمحصول را اصلاح و معرفی نموده‌اند. بسیاری از محققین، افزایش عملکرد دانه در گندم‌های امروزی را، مدیون معرفی ژن‌های پاکوتاهی و کاهش ارتفاع بوته می‌دانند (Royo *et al.*, 2007). Brancourt-Hulmel *et al.* (2003) در بررسی ۱۴ رقم گندم زمستانه معرفی شده در فرانسه از سال ۱۹۴۶ تا ۱۹۹۲ نشان دادند که ارتفاع بوته کاهش یافته و تعداد دانه در واحد سطح در طی زمان، افزایش یافته است. Zhou *et al.* (2007) روند تغییرات صفات مهم زراعی را در ۴۷ رقم گندم زمستانه چین (معرفی شده از سال ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۰) در سه سال زراعی، مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که افزایش عملکرد دانه، در نتیجه افزایش وزن دانه در سنبله و شاخص برداشت و کاهش ارتفاع بوته بوده است. اما در مطالعه‌ای که Sener *et al.* (2009) روی ۱۶ رقم گندم نان در ناحیه مدیترانه در ترکیه انجام دادند، مشخص شد که تفاوت معنی‌داری از نظر ارتفاع بوته در ارقام جدید و قدیم وجود ندارد. در مطالعه‌ای روی ۲۶ رقم گندم بهاره که در طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۸ معرفی شده بودند مشخص شد که عملکرد دانه در طی این سال‌ها، روند افزایشی داشته است (Lopez *et al.*, 2012). Manes *et al.* (2012) نیز در مطالعه‌ای روی ارقام معرفی شده بین سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۰، افزایش عملکرد دانه به میزان ۳۱ کیلوگرم در هکتار در هر سال را گزارش کردند. Esmaeilzadeh Moghadam *et al.* (2014)، در بررسی تنوع ژنتیکی ۱۵ رقم بهاره معرفی شده در سال‌های ۱۹۵۲ تا ۲۰۰۹ نشان دادند که صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله در این بازهٔ زمانی، افزایش یافته است و وزن هزار دانه، تغییر چندانی نیافته است اما ارتفاع بوته کاهش یافته است. بررسی تغییرات ژنتیکی ارقام زراعی ایرانی معرفی شده از سال ۱۹۳۰ تا ۲۰۰۶ مشخص شد که صفت وزن هزار دانه، تغییرات چندانی نداشته است ولی وزن خشک سنبله، شاخص برداشت و عملکرد دانه، افزایش معنی‌داری یافته است. بر اساس اطلاعات موجود، تا کنون گزارش جامعی در رابطه با تفاوت گزینش کشاورزان و به‌نژادگران برای بهبود عملکرد در توده‌های بومی و ارقام زراعی گندم ایران گزارش نشده است. بنابراین، تحقیق حاضر، علاوه بر ارزیابی تنوع صفات مهم زراعی در بین ارقام زراعی و توده‌های بومی، به منظور بررسی تغییرات این صفات در ارقام زراعی معرفی شده در سال‌های ۱۳۲۱ تا ۱۳۹۳ و توده‌های بومی جمع‌آوری شده از سال‌های ۱۳۱۸ تا ۱۳۴۷ انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

تعداد ۳۱۳ ژنوتیپ شامل ۲۰۳ ژنوتیپ از توده‌های بومی ایرانی (جمع‌آوری شده از سال ۱۳۱۸ تا ۱۳۴۷؛ پیوست ۱) و ۱۱۰ ژنوتیپ از ارقام زراعی کشور، از گذشته تا کنون (معرفی شده از سال ۱۳۲۱ تا ۱۳۹۳؛ پیوست ۲)، در مزرعه تحقیقاتی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تهران، با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی، با ارتفاع ۱۱۱۲/۵ از سطح دریا و در قالب طرح آگمنت با سه رقم شاهد نوید، پیشتاز و آذر، در هفت بلوک ناقص، در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ کشت شدند. به منظور افزایش دقت بررسی و کاهش تغییرات محیطی، آزمایش در سه موقعیت متفاوت، با نقشه تصادفی مجزا تکرار شد. بر اساس داده‌های سی‌ساله، میانگین بارندگی سالیانه محل اجرای آزمایش، ۲۴۳ میلی‌متر و میزان کل بارندگی در طول فصل رشد (فروردین تا آخر تیر)، ۸۱/۷ میلی‌متر بود. عملیات تهیه زمین، با شخم زمین به عمق ۲۵ سانتی‌متر در پاییز ۱۳۹۳ آغاز شد و قبل از کشت، آماده‌سازی زمین با یک شخم بهاره و سپس دیسک زدن زمین، انجام شد. خاک مزرعه از نوع لومی، با هدایت الکتریکی ۱/۷۴ دسی‌زیمنس بر متر و pH برابر هشت بود. عملیات تهیه زمین با شخم به عمق ۲۵ سانتی‌متری و کشت دستی بذرها انجام شد. هر کرت آزمایشی، شامل دو خط به طول ۱/۲ متر با فاصله ۲۰ سانتی‌متر بین خطوط بود و بذرها با فاصله، پنج سانتی‌متر، روی خطوط کشت شدند. برای مبارزه با علف‌های هرز، با روش وجین دستی انجام شد. بسته به نیاز خاک در مرحله کشت و پنجه‌زنی، کود نیتروژن مورد نیاز، ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار تعیین شد. ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اندازه‌گیری شدند. با توجه به نرمال بودن خطاها، یکنواختی واریانس‌ها، افزایشی بودن اثر تیمار و محیط و عدم معنی‌داری بلوک‌های ناقص در طرح‌های آگمنت، هر یک از طرح‌های آگمنت، به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد و تجزیه داده‌ها صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 (SAS Institute, 2009) انجام شد. به منظور بررسی همبستگی، رگرسیون خطی بین صفات مورد بررسی با سال معرفی یا جمع‌آوری ارقام زراعی و توده‌های بومی، از نرم‌افزار SPSS 21 (SPSS Inc., 2012) و برای تجزیه علیّت از نرم‌افزار path74 استفاده شد.

نتایج و بحث

از نظر تمامی صفات مورد بررسی بین توده‌های بومی، ارقام زراعی و توده‌های بومی در کنار ارقام زراعی گندم، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۱، ۲ و ۳) که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بالا در بین توده‌های بومی و ارقام زراعی گندم است. بر اساس آماره‌های توصیفی صفات مورد بررسی (جدول ۴)، ارقام زراعی به طور متوسط، برای صفات ارتفاع بوته و طول سنبله، مقادیر کمتری را نسبت به توده‌های بومی نشان دادند اما صفات تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در ارقام زراعی، بالاتر بود. در بین صفات مورد بررسی، بیشترین تفاوت بین ارقام زراعی و توده‌های بومی، در صفت تعداد دانه در سنبله مشاهده شد که به نظر می رسد، در طول روند به‌نژادی، به صورت مستقیم یا غیر مستقیم، انتخاب برای این صفت انجام شده است. از طرفی دیگر، از نظر تمامی صفات مورد بررسی، توده‌های بومی نسبت به ارقام زراعی، ضریب تغییرات بالاتری را نشان دادند که بیانگر وجود تنوع فنوتیپی بالاتر توده‌های بومی، نسبت به ارقام زراعی می‌باشد و می‌تواند منبع ارزشمندی برای برنامه‌های به‌نژادی باشد. Aghayee Sarbarzeh & Amini (2011) نشان دادند که تعداد دانه در سنبله در ارقام زراعی در مقایسه با توده‌های بومی، بیشتر بود و این صفت، اثر بخشی بیشتری را نسبت به سایر اجزای عملکرد دارد؛ بنابراین در طول روند اصلاحی، توجه بیشتری به این صفت شده است. Arshad & Zahravi (2011) نیز در بررسی ۵۰۸ نمونه ژنتیکی و خارجی گندم نشان دادند که صفات وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و

www.SID.ir

Archive of SID

طول سنبله، بیشترین تنوع را دارند. Sadegh gol Moghadam *et al.*, (2011) نیز در ارزیابی تنوع ژنتیکی ۴۰۱ ژنوتیپ گندم دریافتی از مرکز بین‌المللی سیمیت نشان دادند که صفت عملکرد دانه به همراه صفات تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، بیشترین تنوع را دارند. Ali *et al.* (2008)، در مطالعه‌ای روی ۷۰ ژنوتیپ گندم، بیشترین تنوع فنوتیپی را به ترتیب برای صفات تعداد دانه در سنبله، ارتفاع بوته و عملکرد دانه گزارش کردند.

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در توده‌های بومی گندم ایران

Table 1. Analysis of variance of investigated traits of Iranian wheat landraces.

S.O.V.	Degree of freedom						Mean square					
	Plant height	Spike length	Grain/spike	Spike weight	Thousand grain weight	Grain yield	Plant height	Spike length	Grain/spike	Spike weight	Thousand grain weight	Grain yield
Block	2	2	2	2	2	2	4817.062**	11.974**	2046.972**	0.010^{ns}	1498.790**	0.891^{ns}
Genotype	202	312	312	312	312	312	346.418**	4.897**	174.47**	0.719**	106.266**	1.396**
Error	327	525	520	526	521	526	207.538	2.491	111.322	0.399	58.64	0.893
CV%	-	-	-	-	-	-	12.70	14.85	31.98	32.39	21.27	39.77

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد. $^{*\text{ and }**}$: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ارقام زراعی گندم ایران

Table 2. Analysis of variance of investigated traits of Iranian wheat cultivars.

S.O.V.	Degree of freedom						Mean square					
	Plant height	Spike length	Grain/spike	Spike weight	Thousand grain weight	Grain yield	Plant height	Spike length	Grain/spike	Spike weight	Thousand grain weight	Grain yield
Block	2	2	2	2	2	2	1955.661**	3.633^{ns}	3063.049**	3.868*	1204.998**	6.325*
Genotype	109	109	109	109	109	109	320.188**	4.511**	161.121**	0.518**	74.333**	1.290**
Error	211	201	201	202	201	202	124.460	1.343	95.125	0.298	43.872	0.774
CV%	-	-	-	-	-	-	11.21	11.64	23.52	22.63	17.56	28.37

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد. $^{*\text{ and }**}$: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در توده‌های بومی و ارقام زراعی گندم ایران

Table 3. Analysis of variance of investigated traits of Iranian wheat landraces and cultivars.

S.O.V.	Degree of freedom						Mean square					
	Plant height	Spike length	Grain/spike	Spike weight	Thousand grain weight	Grain yield	Plant height	Spike length	Grain/spike	Spike weight	Thousand grain weight	Grain yield
Block	2	2	2	2	2	2	5788.595**	13.716**	4729.832**	1.437*	2582.475**	3.347*
Genotype	312	312	312	312	312	312	461.976**	5.016**	215.222**	0.784**	97.068**	1.693**
Error	540	525	520	526	521	526	177.952	2.049	106.095	0.368	53.184	0.858
CV%	-	-	-	-	-	-	12.33	13.80	10.30	28.57	19.90	35.00

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد. $^{*\text{ and }**}$: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

پس از محاسبه میانگین هر ژنوتیپ، به منظور شناسایی روابط میان عملکرد دانه با سایر صفات، ماتریس ضرایب همبستگی فنوتیپی میان صفات مورد بررسی برای ارقام زراعی و توده‌های بومی گندم نان، به صورت جداگانه محاسبه شد (جدال ۵ و ۶). با توجه به نتایج جدول همبستگی صفات در ارقام زراعی، وزن سنبله (r= ۰/۹۱)، تعداد دانه در سنبله (r= ۰/۷۵) و وزن هزار دانه (r= ۰/۵۸)، به ترتیب بیشترین

www.SID.ir

Archive of SID

همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد دانه نشان دادند (جدول ۵). در توده‌های بومی نیز، صفات وزن سنبله (r= ۰/۹۲)، تعداد دانه در سنبله (r= ۰/۷۸) و وزن هزار دانه (r= ۰/۶۳)، به ترتیب بیشترین همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد دانه داشتند. بین تعداد دانه در سنبله با وزن سنبله (r= ۰/۷۹) نیز همبستگی بسیار بالایی مشاهده شد (جدول ۶).

جدول ۴. آماره‌های توصیفی صفات مورد بررسی در توده‌های بومی و ارقام زراعی گندم ایران

Table 4. Descriptive statistics of variations of investigated traits of Iranian wheat landraces and cultivars.

Traits	Population	Minimum	Maximum	Mean	Standard Dev.	CV%	Skewness	Kurtosis	T-test
Plant height (cm)	Landraces	72.00	149.11	112.63	12.08	14.76	-0.469	0.777	-9.35**
	Cultivars	78.56	129.22	99.91	10.59	14.27	0.351	-0.255	
Spike length (cm)	Landraces	6.50	14.52	10.58	1.38	17.46	0.042	0.324	-3.72**
	Cultivars	6.44	13.58	9.99	1.26	15.75	-0.028	0.544	
Grain/spike	Landraces	14.53	62.35	33.04	8.79	36.33	0.651	0.651	8.30**
	Cultivars	19.01	56.67	41.24	7.71	28.31	-0.307	-0.008	
Spike weight (g)	Landraces	0.70	3.60	1.94	0.55	36.99	0.434	0.295	8.20**
	Cultivars	1.13	3.62	2.40	0.43	26.16	-0.095	0.421	
Thousand grain weight (g)	Landraces	18.26	53.99	35.81	6.57	25.14	0.148	-0.074	2.69**
	Cultivars	24.27	52.54	37.64	5.17	20.88	-0.201	0.262	
Grain yield ($g.plant^{-1}$)	Landraces	0.77	4.73	2.37	0.77	43.93	0.481	0.096	8.11**
	Cultivars	1.08	4.99	3.08	0.68	32.14	0.100	0.457	

**: Significant at 1% probability level. **: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

به منظور روابط علت و معلولی میان عملکرد دانه و صفات دیگر و تفکیک همبستگی‌های فنوتیپی به اثرات مستقیم و غیرمستقیم، تجزیه علیت انجام شد. با توجه به نتایج تجزیه علیت در ارقام زراعی و توده‌های بومی (جدال ۷ و ۸)، صفات تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، به ترتیب، بیشترین اثر مستقیم و مثبت و صفات ارتفاع بوته و طول سنبله، کمترین اثر مستقیم و منفی را بر عملکرد داشتند. اما با وجود اثر مستقیم پایین وزن سنبله، این صفت، از طریق صفت تعداد دانه در سنبله، بیشترین تاثیر غیرمستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه نشان داد. بنابراین و با توجه به نتایج تجزیه علیت می‌توان نتیجه گرفت که انتخاب برای عملکرد دانه، براساس سایر صفات و بدون در نظر گرفتن روابط بین آن ها، ممکن است نتایج دقیقی ارائه ندهد و لازم است در برنامه‌های به‌نژادی، برای افزایش کارایی انتخاب، از نقش و روابط بین صفات، درک صحیحی بدست آید. به طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که تعداد دانه در سنبله، بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه داشت و می‌تواند به عنوان یکی از معیارهای مهم انتخاب برای ارقام پرمحصول در گندم باشد. در بررسی‌های انجام شده روی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات مختلف در ارقام گندم، محققین همبستگی بالایی میان تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله با عملکرد دانه مشاهده کردند و این دو صفت را به عنوان مهم‌ترین صفات تاثیرگذار در عملکرد دانه معرفی کردند (Navabpour & Kazemi, 2012؛ Babaie Zarch *et al.*, 2013). تعداد دانه در سنبله در گندم، در محدوده وسیع‌تری از نظر زمانی، تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد و در نتیجه، هر عامل محدود کننده‌ای از شروع جوانه‌زنی تا مرحله گرده‌افشانی، ممکن است موجب کاهش تعداد دانه شود؛ بنابراین تاثیر آن روی عمکرد دانه، مهم‌تر به نظر می‌رسد (Navabpour & Kazemi, 2012). Baloch *et al.* (2014) نیز همبستگی مثبت معنی‌دار و اثر مستقیم بالایی میان تعداد دانه در سنبله با عملکرد دانه گزارش کرده‌اند. محققان دیگر نیز نتایج مشابهی گزارش دادند (Meyari *et al.*, 2013 ؛ Shahryari *et al.*, 2013؛ Ali *et al.*, 2008; Bergale *et al.*, 2002).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. ضرایب همبستگی میان صفات مورد بررسی در ارقام زراعی گندم ایران
Table 5. Correlation coefficients between investigated traits of Iranian wheat cultivars.

Traits	1	2	3	4	5	6
1. Plant height	1					
2. Spike length	0.515**	1				
3. Grain/spike	0.059 ns	0.165 ns	1			
4. Spike weight	0.018 ns	0.020 ns	0.788**	1		
5. Thousand grain weight	-0.102 ns	-0.219*	-0.055 ns	0.429**	1	
6. Grain yield	-0.070 ns	-0.047 ns	0.753**	0.908**	0.579**	1

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.
ns, * and **: non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

به منظور ارزیابی روند تغییرات صفات مورد بررسی در طی سال‌های معرفی ارقام و جمع‌آوری توده‌های بومی، تجزیه رگرسیون خطی ساده انجام شد. تجزیه رگرسیون خطی، بین ارتفاع بوته با سال معرفی ارقام نشان داد (شکل 1a) که در حالت کلی، در طول دوره‌های اصلاحی از سال ۱۳۲۱ تا ۱۳۹۳، ارتفاع بوته، به طور معنی‌داری از حدود ۱۱۱ سانتی‌متر به حدود ۹۵ سانتی‌متر کاهش یافته است؛ بدین مفهوم که انتخاب در راستای کاهش ارتفاع بوته بوده است. اما با توجه به نتایج رگرسیون خطی بین ارتفاع بوته و سال‌های جمع‌آوری توده‌های بومی از سال ۱۳۱۸ تا ۱۳۴۷ (شکل 1b)، با وجود اینکه ارتفاع بوته تا حدودی افزایش یافته است، اما به طور کلی، هیچ گونه انتخاب معنی‌داری در راستای افزایش و یا کاهش ارتفاع بوته انجام نشده است. بنابراین به نظر می‌رسد که در اکثر برنامه‌های اصلاحی، به منظور افزایش مقاومت به ورس، افزایش کودپذیری، اختصاص بیشتر زیست توده کل به عملکرد دانه و کشاورزی فشرده[1]، انتخاب در راستای کاهش ارتفاع بوته انجام شده است. اما همبستگی منفی غیر معنی‌داری میان ارتفاع بوته با عملکرد دانه مشاهده شد (جدول ۵). بنابراین با کاهش ارتفاع بوته، هیچ‌گونه افزایشی در عملکرد دانه رخ نداده است. البته آزمایش حاضر در شرایط مطلوب آبیاری و کودهی معمول انجام شده بود که ممکن است، بهبود عملیات مدیریتی و زراعی، موجب افزایش در عملکرد دانه، در ارقامی که ارتفاع بوته کمتری داشتند، شده باشد. با توجه به نتایج، به نظر می‌رسد که کاهش ارتفاع بوته، به تنهایی باعث افزایش پتانسیل عملکرد نشده است بلکه افزایش عملکرد دانه در ارقام زراعی، از طریق افزایش کودپذیری و مدیریت‌های زراعی، صورت گرفته است. در توده‌های بومی، برخلاف ارقام زراعی، با وجود این که انتخاب معنی‌داری برای ارتفاع بوته انجام نشده است، ارتفاع بوته با عملکرد دانه، همبستگی مثبت معنی‌داری نشان داد (جدول ۶). بسیاری از محققین دیگر نیز روند کاهشی ارتفاع بوته را در برنامه‌های اصلاحی، گزارش نموده‌اند (Araus *et al.*, 2008; Brancourt-Hulmel *et al.*, 2003; Esmaeilzadeh Moghadam *et al.*, 2014; Khodarahmi & Vazan, 2010; Sanchez-Garcia *et al.*, 2013; Soufizadeh *et al.*, 2014; Zhou *et al.*, 2007). با این حال، Sener *et al.* (2009) در مطالعه‌ای روی ۱۶ رقم گندم نان در ترکیه نشان دادند که تفاوت معنی‌داری از نظر ارتفاع بوته، میان ارتفاع جدید و قدیم وجود ندارد. تجزیه رگرسیون خطی صفت طول سنبله با سال معرفی ارقام زراعی نیز نشان داد (شکل 2a) که در طول سال‌های آزاد سازی، انتخاب‌های انجام شده در راستای کاهش برای این صفت بوده است. با توجه به همبستگی مثبت نسبتاً بالا و بسیار معنی‌دار طول سنبله با ارتفاع بوته در ارقام زراعی (جدول ۵)، به نظر می‌رسد که انتخاب در راستای کاهش ارتفاع بوته، منجر به کاهش طول سنبله شده است؛ به طوری که به طور متوسط، طول سنبله در هر سال، ۰/۲ سانتی‌متر کاهش یافته است و به طور متوسط، از حدود ۱۱ سانتی‌متر در سال ۱۳۲۱، به حدود ۹/۵ سانتی‌متر در سال ۱۳۹۳ رسیده است. اما در رابطه با توده‌های بومی، با توجه به نتایج تجزیه رگرسیون خطی، هیچ رابطه معنی‌داری بین

1. Intensive agriculture

www.SID.ir

Archive of SID

طول سنبله و سال‌های جمع‌آوری توده‌های بومی مشاهده نشد (شکل 2b). بدین مفهوم که انتخابی در راستای افزایش یا کاهش این صفت توسط کشاورزان انجام نشده است. Sanchez-Garcia *et al.* (2013)، در بررسی ۲۶ ژنوتیپ گندم اصلاح شده از سال ۱۹۳۰ تا ۲۰۰۰ که به طور گسترده در اسپانیا کشت می‌شدند، تغییر معنی‌داری از نظر طول سنبله مشاهده کردند.

جدول ۶. ضرایب همبستگی میان صفات مورد بررسی در توده‌های بومی گندم ایران

Table 6. Correlation coefficients between investigated traits of Iranian wheat landraces.

Traits	1	2	3	4	5	6
1. Plant height	1					
2. Spike length	0.354**	1				
3. Grain/spike	0.284**	0.271**	1			
4. Spike weight	0.394**	0.353**	0.755**	1		
5. Thousand grain weight	0.288**	0.213**	0.049 ns	0.549**	1	
6. Grain yield	0.370**	0.337**	0.775**	0.922**	0.634**	1

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

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

جدول ۷. تجزیه ضرایب علیت فنوتیپی برای عملکرد دانه در ارقام زراعی گندم ایران

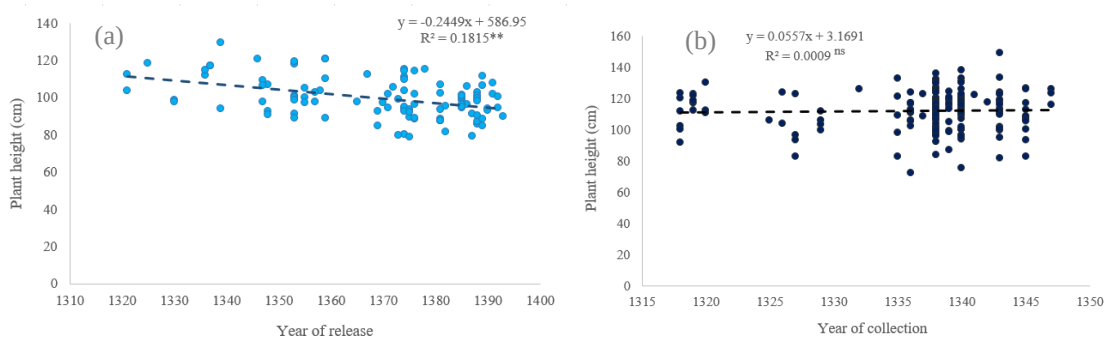
Table 7. Phenotypic path coefficient analysis for grain yield of Iranian wheat cultivars.

Traits	Correlation coeff. (rp)	Direct effect	Indirect effect via				
			1	2	3	4	5
1. Plant height	-0.070	-0.048	-	-0.009	0.040	0.002	-0.056
2. Spike length	-0.047	-0.018	-0.025	-	0.112	0.002	-0.121
3. Grain/spike	0.753	0.680	-0.003	-0.003	-	0.108	-0.031
4. Spike weight	0.908	0.137	-0.001	-0.001	0.536	-	0.235
5. Thousand grain weight	0.579	0.548	0.004	0.003	-0.038	0.059	-
Residual=0.202							

جدول ۸. تجزیه ضرایب علیت فنوتیپی برای عملکرد دانه در بوته در توده‌های بومی گندم ایران

Table 8. Phenotypic path coefficient analysis for grain yield per plant of Iranian wheat landraces.

Traits	Correlation coeff. (r_p)	Direct effect	Indirect effect via				
			1	2	3	4	5
1. Plant height	0.370	-0.027	-	0.001	0.174	0.074	0.145
2. Spike length	0.337	0.005	-0.010	-	0.166	0.067	0.107
3. Grain/spike	0.775	0.612	-0.008	0.001	-	0.143	0.024
4. Spike weight	0.922	0.189	-0.011	0.001	0.462	-	0.277
5. Thousand grain weight	0.634	0.506	-0.008	0.001	0.030	0.104	-
Residual=0.192							

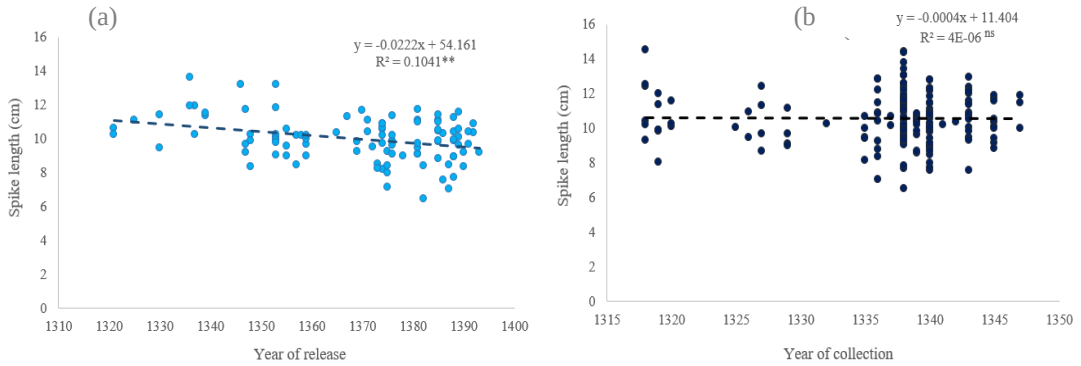


شکل ۱. رابطه میان ارتفاع بوته با (a) سال معرفی ارقام زراعی از سال ۱۳۲۱ تا ۱۳۹۳ و (b) سال جمع‌آوری توده‌های بومی از سال ۱۳۱۸ تا ۱۳۴۷.

Fig. 1. Relationship between plant height and (a) year of cultivar release from 1942 to 2014 and (b) year of collection of landraces from 1939 to 1968.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. رابطه بین طول سنبله با (a) سال معرفی ارقام زراعی از سال ۱۳۲۱ تا ۱۳۹۳ و (b) سال جمع‌آوری توده‌های بومی از سال ۱۳۱۸ تا ۱۳۴۷.

Fig. 2. Relationship between spike length and (a) year of cultivar release from 1942 to 2014 and (b) year of collection of landraces from 1939 to 1968.

با توجه به نمودار تجزیه رگرسیون خطی تعداد دانه در سنبله با سال معرفی ارقام زراعی (شکل ۳a)، متوسط تعداد دانه در بوته در بعضی از اقام معرفی شده در سال‌های اخیر، کمتر شده است که باعث ایجاد اریب و عدم معنی‌داری شیب خط رگرسیونی، در سطح احتمال پنج درصد (p-value = ۰/۰۵۸) شد.

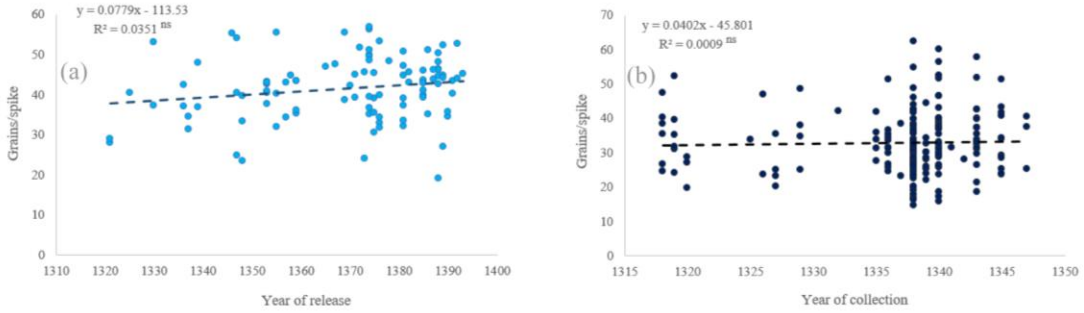
اما به طور کلی، انتخاب در راستای افزایش تعداد دانه در سنبله در طی برنامه‌های اصلاحی بوده است. با توجه به نتایج مطالعات قبلی و نتایج تجزیه همبستگی و علیت، صفت تعداد دانه در بوته، از صفات بسیار مهم و اثرگذار بر عملکرد دانه شناسایی شده است و انتظار می‌رود که گزینش بیشتری در راستای افزایش این صفات انجام شود. با توجه به نتایج تجزیه رگرسیونی در توده‌های بومی (شکل ۳b)، هیچ‌گونه گزینشی برای افزایش تعداد دانه در سنبله توسط کشاورزان در سال‌های مختلف انجام نشده است. بنابراین به نظر می‌رسد که کشاورزان به صفات دیگری غیر از تعداد دانه در سنبله برای افزایش عملکرد دانه توجه داشته‌اند. بسیاری از مطالعات انجام شده، افزایش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله را گزارش نموده‌اند (Brancourt-Hulmel *et al.*, 2003; Zhou *et al.*, 2007؛ Esmaeilzadeh Moghadam *et al.*, 2014; Khodarahmi & Vazan, 2010; Qin *et al.*, 2015; Tian *et al.*, 2011; Zheng *et al.*, 2011) که بیانگر اهمیت این صفت در افزایش عملکرد توسط به‌نژادگران است. در رابطه با صفت وزن سنبله، رابطه رگرسیونی بسیار معنی‌داری میان این صفت و سال معرفی ارقام زراعی مشاهده شد (شکل ۴a) و به طور متوسط، وزن سنبله از ۲/۱ گرم در سال ۱۳۲۱، به ۲/۶ گرم در سال ۱۳۹۳ افزایش یافته بود. با توجه به این که در ارقام زراعی، همبستگی مثبت بسیار معنی‌داری میان وزن سنبله و عملکرد بوته مشاهده شد، گزینش در راستای افزایش این صفت می‌تواند به عنوان یکی از صفات مهم در راستای افزایش عملکرد دانه در بوته در برنامه‌های به‌نژادی مطرح شود. در توده‌های بومی نیز انتخاب در جهت افزایشی بوده است و وزن سنبله از حدود ۱/۶ در سال ۱۳۱۸، به حدود ۲/۱ در سال ۱۳۴۷ افزایش یافته بود.

اما با این وجود، شیب خط رگرسیونی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار (p-value = ۰/۰۵۹) نبود (شکل ۴b). Joudi *et al.* (2014) نیز در مطالعه‌ای روی ارقام زراعی گندم‌های ایران نشان دادند که وزن خشک سنبله، تحت تاثیر برنامه‌های اصلاحی قرار گرفته است و به طور متوسط، سالیانه ۰/۰۱ گرم افزایش یافته است.

بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون خطی(شکل ۵a)، رابطه رگرسیونی بسیار معنی‌داری بین وزن هزار دانه و سال معرفی ارقام مشاهده شد که به طور متوسط، سالیانه وزن هزار دانه، ۰/۰۸۸ گرم افزایش یافته بود و وزن هزار دانه در ارقام زراعی در سال ۱۳۲۱، از حدود ۳۳/۵ گرم، به حدود ۴۰ گرم در سال ۱۳۹۳ افزایش یافته است. از طرف دیگر، در رابطه با توده‌های بومی نیز افزایش بسیار معنی‌داری از نظر وزن هزار دانه در طی سال‌های جمع‌آوری توده‌های بومی، از حدود ۳۱ گرم در سال ۱۳۱۸ تا ۳۸ گرم در سال ۱۳۴۷ مشاهده شد (شکل ۵b).

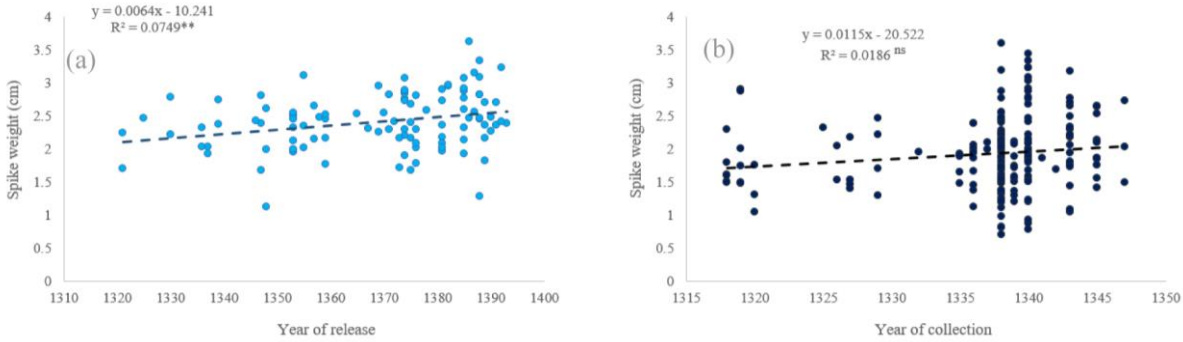
www.SID.ir

Archive of SID



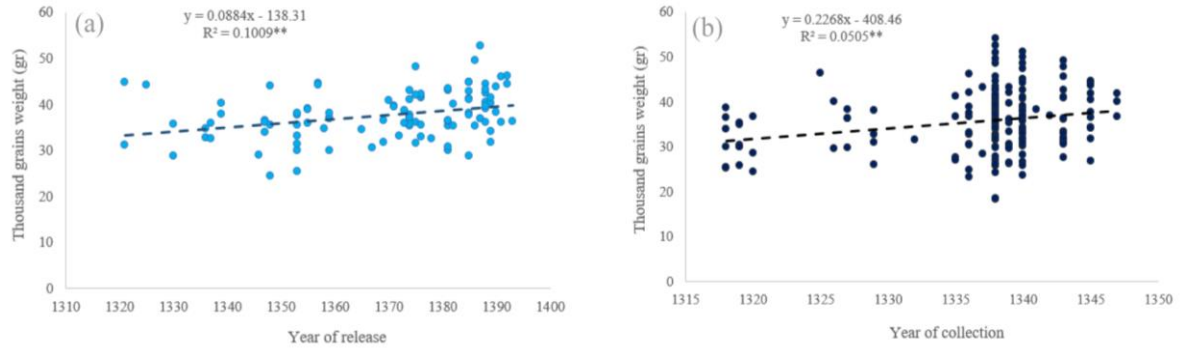
شکل ۳. رابطه میان تعداد دانه در سنبله با (a) سال معرفی ارقام زراعی از سال ۱۳۲۱ تا ۱۳۹۳ و (b) سال جمع‌آوری توده‌های بومی از سال ۱۳۱۸ تا ۱۳۴۷.

Fig. 3. Relationship between number of grain per plant and (a) year of cultivar release from 1942 to 2014 and (b) year of collection of landraces from 1939 to 1968.



شکل ۴. رابطه بین وزن سنبله با (a) سال معرفی ارقام زراعی از سال ۱۳۲۱ تا ۱۳۹۳ و (b) سال جمع‌آوری توده‌های بومی از سال ۱۳۱۸ تا ۱۳۴۷.

Fig. 4. Relationship between spike weight and (a) year of cultivar release from 1942 to 2014 and (b) year of collection of landraces from 1939 to 1968.



شکل ۵. رابطه بین وزن هزار دانه با (a) سال معرفی ارقام زراعی از سال ۱۳۲۱ تا ۱۳۹۳ و (b) سال جمع‌آوری توده‌های بومی از سال ۱۳۱۸ تا ۱۳۴۷.

Fig. 5. Relationship between 1000 grain weight and (a) year of cultivar release from 1942 to 2014 and (b) year of collection of landraces from 1939 to 1968.

بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که برای افزایش عملکرد دانه در بوته، هم به‌نژادگران و هم کشاورزان، ، از طریق افزایش وزن هزار دانه گزینش انجام داده‌اند. Khodarahmi & Vazan (2010) نشان دادند که در حالت کلی، در طول برنامه‌های اصلاحی، ارقام دانه متوسط، جایگزین ارقام دانه ریز شده‌اند. محققان دیگری نیز افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه در طول برنامه‌های اصلاحی را گزارش نموده‌اند (Qin *et al.*, 2015; Tian *et al.*, 2011; Zheng *et al.*, 2011; Zhou *et al.*, 2007). اما بر اساس مطالعات Joudi *et al.*, (2014)، Sanchez-

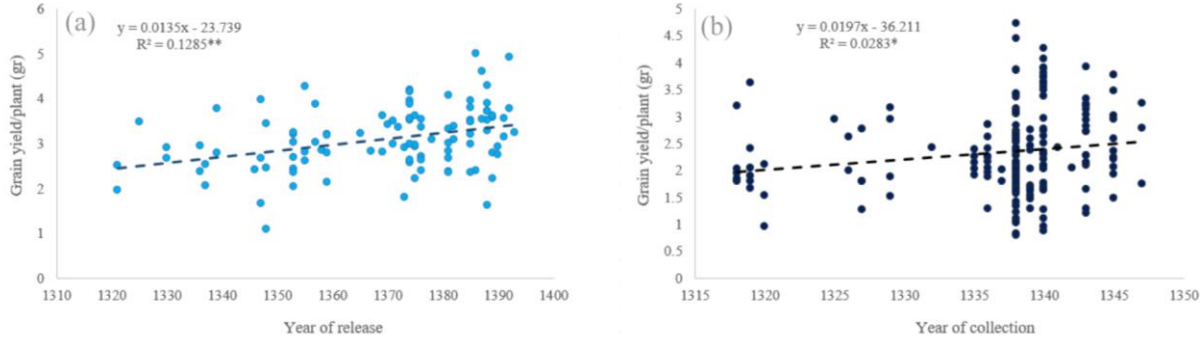
www.SID.ir

Archive of SID

Garcia *et al.*, (2012) و Soufizadeh *et al.*, (2014)، تغییرات معنی‌داری از نظر وزن هزار دانه در طول برنامه‌های اصلاحی مشاهده نشد. در رابطه با عملکرد دانه نیز نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد که هم به‌نژادگران و هم کشاورزان برای این صفت گزینش نموده‌اند (شکل‌های ۶a و ۶b) به طوری که در ارقام زراعی، عملکرد دانه در بوته، به طور معنی‌داری از حدود ۲/۴ گرم در بوته در سال ۱۳۲۱، به حدود ۳/۴ گرم در بوته در سال ۱۳۹۳ افزایش یافته بود (شکل ۶a). در توده‌های بومی نیز عملکرد دانه در بوته، به طور معنی‌داری از حدود ۱/۹ گرم در بوته در سال ۱۳۱۸، به حدود ۲/۵ گرم در بوته در سال ۱۳۴۷ رسیده بود (شکل ۶b). نرخ افزایش عملکرد دانه در بوته در توده‌های بومی، با متوسط ۰/۰۱۹۷ گرم در بوته در هر سال، بیشتر از نرخ افزایش عملکرد دانه در ارقام زراعی با متوسط ۰/۰۱۳۵ گرم در بوته در هر سال بوده است. Joudi *et al.* (2014)، در بررسی روند تغییرات ژنتیکی ارقام زراعی گندم نان نشان دادند که در منطقه کرج، تحت شرایط طبیعی آبیاری، عملکرد دانه در هر سال، به طور متوسط ۳۱ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته است. Esmaeilzadeh Moghadam *et al.* (2014) نیز در بررسی تنوع صفات مورفولوژیک ۱۵ رقم گندم بهاره معرفی شده از سال ۱۹۵۲ تا ۲۰۰۹ نشان دادند که عملکرد دانه به طور متوسط، هر ساله ۴۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته است. Sanchez-Garcia *et al.*, (2012) گزارش کردند که از سال ۱۹۳۰ تا سال ۲۰۰۰، عملکرد دانه، سالانه به مقدار ۳۵/۱ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته است. آن ها همچنین نشان دادند که تعداد دانه در سنبله، سالانه ۰/۶۰ درصد افزایش یافته است. Sener *et al.* (2009) نشان دادند که عملکرد ارقام گندم نان در منطقه مدیترانه، از سال ۱۹۲۵ تا ۲۰۰۶، به طور متوسط، سالانه ۲۰/۸ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته است. البته Shearman *et al.* (2005) افزایش عملکرد بسیار بیشتری در نتیجه بهبود ژنتیکی گزارش کرده‌اند.

شکل ۶. رابطه بین عملکرد دانه با (a) سال معرفی ارقام زراعی از سال ۱۳۲۱ تا ۱۳۹۳ و (b) سال جمع‌آوری توده‌های بومی از سال ۱۳۱۸ تا ۱۳۴۷.

Fig. 6. Relationship between grain yield and (a) year of cultivar release from 1942 to 2014 and (b) year of collection of landraces from 1939 to 1968



نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج تحقیق حاضر و بر اساس نتایج تجزیه همبستگی، رگرسیون و تجزیه علیت، صفت تعداد دانه در سنبله، به عنوان یکی از مهم‌ترین صفات موثر روی عملکرد دانه در گندم تعیین شد اما با توجه به نتایج، در طول روند به‌نژادی، هیچ گونه تغییر معنی‌داری در راستای افزایش این صفت مشاهده نشده است. از آنجایی که ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی بالایی برای صفت تعداد دانه در سنبله، در بین ارقام و توده‌های بومی مشاهده شده است، لازم است در برنامه‌های به‌نژادی، به انتخاب، برای افزایش این صفت توجه بیشتری انجام شود.

از طرفی دیگر، برای اکثر صفات مورد بررسی، گزینش‌های انجام شده در برنامه‌های به‌نژادی گندم، تمایز قابل ملاحظه‌ای با گزینش‌های انجام شده توسط کشاورزان نداشته است و روند به‌نژادی گندم در دهه‌های گذشته، به کندی پیش رفته است و لازم است بر اساس روش‌های جدید به‌نژادی مولکولی و گزینش بر اساس نشانگرها در راستای افزایش عملکرد دانه گندم، گام‌های محکم‌تر و بلندتری برداشته شود.

www.SID.ir

Archive of SID

REFERENCES

1. Ali, Y., Atta, B. M., Akhter, J., Monneveux P. & Lateef, Z. (2008). Genetic variability, association and diversity studies in wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm. *Pakistan Journal of Botany,* 40(5), 2087-2097.
2. Aghayee Sarbarzeh, M. & Amini, A. (2011). Genetic Variability for Agronomy Traits in Bread Wheat Genotype Collection of Iran. *Seed and Plant Improvement Journal,* 27(1), 581-599. (In Farsi)
3. Anonymous. (2009). *Ministry of Agricultural Jahad*. The results of a survey in wheat and barley in 2008-2009 growing season. pp. 50. (In Farsi).
4. Anonymous. (2014). Concise report on the world population situation in 2014. *Department of Economic and Social Affairs of the United Nations*. United Nations. New York. 38 pp.
5. Araus, J. L., Slafer, G. A., Royo, C. & Serreat, M. D. (2008). Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. *Critical Reviews in Plant Sciences,* 27, 377–412.
6. Arshad, Y. & Zahravi, M. (2011). Identification of drought tolerant genotypes in selected wheat genetic resources in the National Plant Gene-Bank of Iran. *Iranian Journal of Crop Science,* 13(1), 157-177. (In Farsi)
7. Baloch, A.W., Baloch, M., Baloch, I. A., Mari, S. N., Mandan, D. K. & Abro, S. A. (2014). Association and Path Analysis in Advance Pakistani Bread Wheat Genotypes. *Pure and Applied Biology,* 3(3), 115-120.
8. Bergale, S., Billore, M., Holkar, A. S., Ruwali, K. N. & Prasad, S. V. (2002). Pattern of variability, character association and path analysis in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agricultural Science Digest*, 22(4), 258-260.
9. Brancourt-Hulmel, M., Doussinault, G., Lecomte, C., Bérard, 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(1), 37-45.
10. Esmaeilzadeh Moghaddam, M., Jalal Kamali, M. R., Aghaee, M., Afshari, F. & Roustaii, M. (2009). Status of Wheat and Wheat Rusts in Iran. In: R.A. McIntosh (ed.), *Borlaug Global Rust Initiative 2009 Technical Workshop Proceedings*. 17-20 March 2009. Cd. Obregon, Mexico:BGRI, pp. 155-158.
11. Esmaeilzadeh Moghaddam, M., Jalal Kamali, M. R., Anet, Z., Roshani, M., & Ghodsi, M. (2014). Temporal variation in phenological characteristics, grain yield, and yield components of spring bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars released in Iran between 1952 and 2009. *Crop Breeding Journal*, 4(1), 57-64. (In Farsi).
12. *Food and Agriculture Organization*. (2009). *FAOSTAT*. http://Faostat.Fao.Org
13. Hassan, S.E. & Khaliq, I. (2008). Quantitative inheritance of some physiological traits for spring wheat under two different population densities. *Pakistan Journal of Botany,* 40, 581-587.
14. Joudi, M., Ahmadi, A., Mohammadi, V., Abbasi, A. & Mohammadi, H. (2014). Genetic changes in agronomic and phenologic traits of Iranian wheat cultivars grown in different environmental conditions. *Euphytica,* 196(2), pp.237-249.
15. Khodarahmi, M. & Vazan, S. (2010). Trends in morphological and quantitative traits in bread wheat using introduced varieties during the last six decades in Iran. *Journal of Agronomy and Plant Breeding,* 6(1), 29-42. (In Farsi).
16. Lopez, M. S., Reynolds, M. P., Manes, Y., Singh, R. P., Crossa, J. & Braun, H. J. (2012). Genetic yield gain and changes in associated traits of CIMMYT spring breed wheat in a "Historical" set representing 30 years of breeding. *Crop Science,* 52, 1123-1131.
17. Manes, Y., Gomez, H. F., Pohl, L., Reynolds, M., Braun, H. J. & Trethowan, R. (2012). Genetic yield grain of the CIMMYT international semi-arid wheat yield traits from 1994 to 2010. *Crop Science,* 52, 1543-1552.
18. Marcussen, T., Sandve, S. R., Heier, L., Spannagl, M., Pfeifer, M., Jakobsen, K. S., Wulff, B. B., Steuernagel, B., Mayer, K.F., Olsen, O.A. & International Wheat Genome Sequencing Consortium. (2014). Ancient hybridizations among the ancestral genomes of bread wheat. *Science*, 345(6194), 1250092.
19. Meyari, S., Nouri, F., Sasani, S., Najafian, G. & Aghayari, F. (2013). Correlation and Path Analysis of Grain Yield and Yield Components of Some Bread Wheat (*Triticum aestivem* L.) Genotypes under Normal and Source Restriction Conditions. *International Journal of Farming and Allied Sciences,* 2(23), 1065-1069.
20. Navabpour, S. & Kazemi, G. (2013). Study the relations between grain yield and related traits in wheat by path analysis. *Electronic Journal of* Crop *Production*, 6(1), 191-203. (In Farsi).
21. Qin, X., Zhang, F., Liu, C., Yu, H., Cao, B., Tian, S., Liao, Y. & Siddique, K. H. (2015). Wheat yield improvements in China: Past trends and future directions. *Field Crops Research,* 177, 117-124.
22. 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
23. Sadegh gol Moghadam, R., Khodarahmi, M. & Ahmadi, G. H. (2011). Study of genetic diversity and factor analysis for grain yield and other morphological traits under drought stress condition. *Journal of Agronomy and Plan Breeding,* 7(1), 133-147. (In Farsi)
24. Salamini, F., Ozkan, H., Brandolini, A., Schafer-Pregal, R. & Martin, W. (2002). Genetics and geography of wild cereal domestication in the near East. *Nature Reviews Genetics*, 3, 429-441.

www.SID.ir

Archive of SID

25. Sami U. A., Khan, A. S., Raza, A. & Sadique, S. (2010). Gene action analysis of yield and yield related traits in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Agriculture and Biology*, 12, 125–128.
26. Sanchez-Garcia, M., Royo, C., Aparicio, N., Martín-Sánchez, J. A. & Alvaro, F. (2013). Genetic improvement of bread wheat yield and associated traits in Spain during the 20th century. *The Journal of agricultural science*, 151(1), 105-118.
27. SAS, Statistical Analyses Statistical. (2009). User's guide: Statistics. *SAS Institute Inc, Cary, NC*, 956.
28. 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
29. Shahryari, R., Eshgh, A. G., Mollasadeghi, V. & Serajamani, R. (2013). Separating correlation coefficients into direct and indirect effects of important morphological traits on grain yield in 28 bread wheat genotypes under terminal drought stress. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 2(24), 1210-1216.
30. 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.
31. Soufizadeh, S., Zand, E., Deyhem fard, R. & Esmaeilzadeh, S. (2014). Trends of yield and some morphological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.), corn (*Zea mays* L.) and rice (*Oryza sativa* L.) during last several decades in Iran. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(3), 343-359. (In Farsi).
32. SPSS, IBM. (2012). Statistical package for the social sciences. *International Business Machines Corporation SPSS Statistics, Armonk, NY, USA.*
33. Tian, Z., Jing, Q., Dai, T., Jiang, D. & Cao, W. (2011). Effects of genetic improvements on grain yield and agronomic traits of winter wheat in the Yangtze River Basin of China. *Field Crops Research*, 124 (3), 417-425.
34. Zheng, T. C., Zhang, X. K., Yin, G. H., Wang, L. N., Han, Y. L., Chen, L., Huang, F., Tang, J. W., Xia, X. C. & He, Z. H. (2011). Genetic gains in grain yield, net photosynthesis and stomatal conductance achieved in Henan Province of China between 1981 and 2008. *Field Crops Research*, 122(3), 225-233.
35. 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(1), 245-253.

www.SID.ir