اثر مولفه‌های رشد دانه و اجزای عملکرد بر عملکرد دانه ارقام گندم در شرایط آب و هوایی استان گلستان

کمیل عسگری[1*]، سلمان دستان[2]، حسین عجم‌نوروزی[3] و عباس قنبری مالیدره[4]

1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بجنورد، گروه زراعت، بجنورد، ایران.
2- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه صنایع غذایی، مازندران، ایران.
3- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، گروه زراعت، گرگان، ایران.
4- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جویبار، گروه کشاورزی، جویبار، ایران.
* مسئول مکاتبات؛ پست الکترونیکی: kasgari@gmail.com

(تاریخ دریافت: 91/12/20؛ تاریخ پذیرش: 92/8/20)

چکیده

به منظور بررسی اثر مولفه‌های رشد دانه و اجزای عملکرد بر عملکرد دانه ارقام گندم، آزمایشی در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی 88-1387 در استان گلستان اجرا شد. ارقام اینیا، خزر 1، گلستان، تجن، اترک، پاستور، دریا، زاگرس، فلات و کوهدشت به عنوان تیمار آزمایشی بودند. بیشترین تعداد دانه در سنبله در رقم پاستور و کمترین آن در رقم اینیا مشاهده شد. نتایج نشان داد بیشترین عملکرد دانه گندم در ارقام گلستان، فلات، اترک، پاستور و دریا و کمترین عملکرد دانه در رقم اینیا مشاهده شد. بیشترین شاخص برداشت دانه مربوط به رقم فلات (46/8 درصد) و کمترین آن مربوط به رقم تجن (33/8 درصد) بود. نتایج نشان داد سرعت پر شدن دانه و تعداد دانه در سنبله با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. بنابراین به نظر می‌رسد که افزایش قدرت مخزن از طریق افزایش تعداد دانه در سنبله و سرعت پر شدن دانه می‌تواند منجر به افزایش عملکرد دانه در ارقام مورد بررسی گندم گردد.

واژه‌های کلیدی: گندم، سرعت پر شدن دانه، عملکرد

مقدمه

افزایش عملکرد گیاهان زراعی در گرو شناخت دقیق فرآیندهای فیزیولوژیک کنترل کننده گیاه است که در صفات اجزای عملکرد بروز می‌کند. بنابراین باید در جستجوی صفاتی بود که عملکرد دانه در واحد سطح را در شرایط مزرعه کنترل می‌کند. سپس می‌توان با تلاقی‌های مناسب بین لاین ها، ترکیب مطلوبی از عوامل کنترل کننده‌ی عملکرد را در یک رقم ایجاد نمود. فیشر و همکاران (11) با مقایسه‌ی 8 رقم گندم بهاره‌ی مکزیکی دریافتند که بین گندم‌های آزاد شده در فاصله‌ی سال‌های 1962 تا 1988 تغییر چندانی در عملکرد بیولوژیکی آن‌ها ایجاد نشده و اختلاف عملکرد آن‌ها بیشتر ناشی از افزایش در شاخص برداشت بوده است. البته در تعداد محدودی از تحقیقات، افزایش معنی‌دار در عملکرد بیولوژیک در طی سال‌های مورد بررسی دیده شده است. همچنین وادینگتون و همکاران (19) با تحقیق روی 14 رقم گندم مکزیکی آزاد شده بین سال‌های 1960 تا 1981 گزارش کردند که عملکرد دانه بیشتر در ارقام پر عملکرد به خاطر عملکرد بیولوژیکی بیشتر آن‌ها بوده است.

طول دوره‌ی پر شدن دانه بر حسب مجموع روزها از زمان دانه‌بندی تا رسیدگی فیزیولوژیکی بیان می‌شود. بررسی روی گندم‌های نشان داده که سرعت پر شدن دانه به طور مثبت با وزن نهایی دانه مرتبط بوده و به طور غیر مستقیم از طریق افزایش وزن دانه سبب افزایش عملکرد در واحد سطح می‌گردد. بنابراین گزینش برای سرعت پر شدن دانه بالا از طریق گزینش برای وزن دانه بیشتر امکان پذیر است (6). متزگر و همکاران (15) در مطالعه‌ی خود روی جوهای بهاره مشاهده نمودند که هیچ ارتباطی بین طول دوره‌ی پر شدن دانه و وزن نهایی دانه وجود ندارد. بنابراین طول دوره‌ی پر شدن دانه نمی‌تواند به عنوان یک شاخص گزیش در برنامه های اصلاحی جهت افزایش عملکرد در اکثر شرایط محیطی به کار رود (14). ژنوتیپ‌های گندم با سرعت بالای پر شدن دانه و طول دوره‌ی پر شدن دانه‌ی کوتاه می‌توانند عملکرد بالاتری در نواحی با دوره‌ی رشد کوتاه تولید کنند (12).

عملکرد دانه در گندم ناشی از اثرات تجمعی اجزای تشکیل دهنده‌ی آن می‌باشد، لذا شناسایی این اجزاء و رابطه‌ی آن‌ها با عملکرد دانه می‌تواند در گزینش واریته های پر محصول موثر واقع شود. اجزای عملکرد در گندم شامل تعداد دانه در سنبلچه، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و وزن تک دانه می‌باشند. بنابراین برای افزایش عملکرد دانه بایستی یک یا چند مولفه را تغییر داد (13). محققان زیادی گزارش کرده‌اند که ارقام پر محصول گندم در مقایسه با ارقام کم محصول تعداد دانه‌ی بیشتری در متر مربع داشته اند، اما وزن هزار دانه آن‌ها کمتر بود (5، 16، 18). سیر و همکاران (17) نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه گندم و تعداد دانه در متر مربع مشاهده کردند. نتایج آنها نشان داد که افزایش عملکرد گندم در نتیجه‌ی افزایش تعداد دانه در متر مربع بوده است. همچنین عملکرد بالقوه‌ی گندم در اکثر شرایط در طی مرحله‌ی پر شدن دانه به خاطر محدودیت در مخزن کم می‌شود. بنابراین افزایش قدرت مخزن (تعداد دانه در متر مربع) می‌تواند منجر به افزایش عملکرد دانه گردد. احمدپور (1) همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد دانه با تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، وزن سنبله و وزن هزار دانه گزارش نمود. ییلدیریم و همکاران (20) در بررسی روابط عملکرد دانه گندم و اجزای آن نشان دادند که عملکرد دانه و طول سنبله بیشترین همبستگی مثبت را دارند. تعدادی از محققین همبستگی بین عملکرد دانه و صفاتی نظیر تعداد دانه در سنبله، وزن دانه، و طول سنبله را گزارش کرده‌اند (7، 2). مقدم و همکاران (4) با مطالعه گندم و دوفینگ و نایت (8) با مطالعه جو نیز بین تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه ارتباط مثبت و معنی‌داری مشاهده کردند. لذا افزایش در وزن تک دانه و تعداد دانه در متر مربع به عنوان دو مولفه‌ی مهم افزایش عملکرد در غلات محسوب می‌شوند. هدف از این تحقیق بررسی اثر مولفه های رشد دانه و اجزای عملکرد بر عملکرد دانه‌ی ارقام گندم در استان گلستان بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر مولفه‌های رشد دانه و اجزای عملکرد دانه بر عملکرد دانه ارقام گندم، آزمایشی در مزرعه‌ی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان واقع در عرض جغرافیایی 37 درجه و 45 دقیقه شمالی، طول جغرافیایی 54 درجه و 30 دقیقه و در ارتفاع 10 متر از سطح دریا اجرا شد. نمونه‌برداری خاک قبل از کاشت از عمق صفر تا 30 سانتی‌متر انجام شد. خاک دارای بافت سیلتی لوم، pH برابر 7/5، هدایت الکتریکی 0/82 میلی‌موس بر سانتی‌متر، ماده آلی برابر 2/43 درصد و غلظت فسفر و پتاس قابل جذب به ترتیب برابر با 13 و 120 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و نیتروژن کل آن برابر 0/14 درصد بود. متوسط بارندگی سالانه‌ی منطقه حدود 560 میلی‌متر بود. تغییرات دمای هوا، میزان بارندگی ماهیانه و تبخیر روزانه در طول دوره‌ی رشد گیاه در جدول 1 آمده است.

جدول 1- خصوصیات آب و هوایی محل اجرای آزمایش در دوره آزمایش (سال زراعی 87-1386)

ماه‌های سال	میانگین ماهانه دما (سانتی‌گراد)	میانگین حداکثر درجه حرارت (سانتی‌گراد)	میانگین حداقل درجه حرارت (سانتی‌گراد)	بارندگی ماهانه (میلی‌متر)	تبخیر ماهانه (میلی‌متر)
آذر	5/8	14/9	10/4	71/9	1/1
دی	-2/3	8	2/8	16/5	1/2
بهمن	0/4	10/7	5/5	55/8	2/1
اسفند	6/1	18/5	12/3	38/1	2/9
فروردین	11/3	23/5	17/4	8	3/7
اردیبهشت	13/9	26/6	20/3	24/8	4/7
خرداد	18/5	29/9	24/2	14/5	5/9

آزمایش در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با 10 تیمار و سه تکرار اجرا گردید. ارقام اینیا، خزر 1، گلستان، تجن، اترک، پاستور، دریا، زاگرس، فلات و کوهدشت به عنوان تیمار آزمایشی بودند. زمین آزمایش دو هفته قبل از کاشت با گاوآهن برگردان‌دار و دوبار دیسک سبک عمود برهم آماده شد. هر کرت آزمایشی حاوی 10 خط با طول 8 متر و به فاصله‌ی خطوط 20 سانتی‌متر بود. میزان بذر لازم برای کاشت بر اساس تراکم 350 دانه در متر مربع و با توجه به وزن هزار دانه ارقام تنظیم و سپس بذور با استفاده از قارچ‌کش کاربوکسین تیرام به مقدار دو در هزار ضد عفونی شدند. در تاریخ 19 آذر ماه کاشت انجام شد. کودهای شیمیایی بر اساس توصیه کودی شامل 270 کیلوگرم اوره، 120 کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، 150 کیلوگرم سولفات پتاسیم و 50 کیلوگرم گوگرد به همراه تیوباسیلوس در هر هکتار به خاک اضافه شدند. کودهای سولفات پتاسیم، سوپر فسفات تریپل و یک چهارم میزان کود اوره به همراه کود گوگردی به صورت پایه مصرف و مابقی کود اوره به صورت تقسیط در سه مرحله‌ی پنجه‌زنی، ساقه‌دهی و خوشه‌دهی مصرف گردید. با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه، بخش زیادی از نیاز آبی گیاه با بارندگی تأمین ولی عملیات آبیاری مزرعه به منظور حفظ محیط رطوبتی خاک در یک وضعیت مطلوب و به حداقل رساندن تنش رطوبتی در فصل رشد، طی دو نوبت در مراحل ساقه‌دهی و سنبله‌دهی انجام گرفت. جهت کنترل علف‌های هرز از علف‌کش تاپیک به میزان 1 لیتر در هکتار جهت کنترل باریک برگ‌ها و علف‌کش گرانستار به میزان 25 گرم در هکتار جهت کنترل پهن‌برگ‌ها به صورت ترکیبی در مرحله‌ی 2 الی 3 برگی علف‌های هرز استفاده شد. همچنین جهت کنترل بیماری‌های سفیدک سطحی، سپتوریوز برگی، زنگ زرد و فوزاریوم سنبله از قارچ‌کش‌های سیستمیک آلتو و تیلت طی دو نوبت به ترتیب با مقادیر 1 و 0/5 لیتر در هکتار استفاده شد.

به منظور برآورد، تجزیه و تحلیل و تفسیر پارامترهای مربوط به پر شدن دانه از یک مدل رگرسیون خطی (دو تکه‌ای) به صورت زیر استفاده گردید.

رابطه (1)
$$GW=a+bt \quad t < t0$$
$$GW= a + bt \quad t > t0$$

که در آن GW وزن دانه، زمان t، b شیب خط تا مرحله رسیدگی وزنی که بیانگر سرعت پر شدن دانه است، t_0 پایان دوره پر شدن دانه و a عرض از مبدا است. این مدل تغییرات وزن دانه نسبت به زمان را به دو مرحله تفکیک می‌کند:

مرحله اول که در حقیقت مرحله خطی پر شدن دانه است، وزن دانه تا رسیدن به حداکثر مقادیر خود در زمان t_0 که در حقیقت زمان رسیدگی وزنی است، به صورت خطی افزایش پیدا می‌کند. شیب خط رگرسیون در این مرحله

($t < t_0$) سرعت پر شدن دانه را نشان می‌دهد (10). با برازش این مدل بر کلیه داده‌ها ابتدا دو پارامتر مهم پر شدن دانه یعنی سرعت پر شدن دانه (b) و زمان رسیدگی وزنی (t_0) به دست آمده و سپس مقدار عددی t_0 در قسمت دوم رابطه 1 قرار داده شد و GW که وزن دانه است محاسبه گردید. برای تعیین دوره موثر پر شدن دانه از رابطه 2 به شرح زیر استفاده شد (10):

$$EFP=MGW/GFR$$ رابطه (2)

در این رابطه EFP دوره موثر پر شدن دانه، MGW حداکثر وزن دانه و GFR سرعت پر شدن دانه است. سرعت پر شدن دانه، بر حسب متوسط افزایش وزن خشک دانه در هر روز از شروع دانه‌بندی تا رسیدگی فیزیولوژیکی بیان می‌شود و بر اساس میلی‌گرم در هر دانه در هر روز بیان می‌گردد (9). در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی تعداد 20 بوته از هر کرت جهت تعیین اجزای عملکرد دانه برداشت و تعداد دانه در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و طول سنبله تعیین شد. در مرحله‌ی برداشت نهایی از هر کرت 4 متر مربع برداشت شد و عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به صورت کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید و از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت محاسبه شد و به صورت درصد بیان گردید. تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد. مقایسه‌ی میانگین‌های هر صفت با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال خطای پنج درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

سرعت و دوره‌ی پر شدن دانه

نتایج مقایسه های میانگین نشان داد که ارقام گندم از نظر سرعت پر شدن دانه دارای اختلاف معنی‌داری بودند (جدول 2). سرعت پر شدن دانه در رقم پاستور با 864 میلی‌گرم در روز بیشترین و در رقم زاگرس و کوهدشت با 640 میلی‌گرم در روز و 690 میلی‌گرم در روز کمترین بود. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و سرعت پر شدن دانه بیانگر اهمیت این صفت در عملکرد دانه گندم است (جدول 5). طول دوره‌ی پر شدن دانه در بین ارقام مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری نداشت و همبستگی بین عملکرد دانه و طول پرشدن دانه نیز معنی‌دار نبود (جدول 5). به نظر می‌رسد در محیط‌هایی که غالباً فصل رشد به دلیل تنش‌های شدید، کوتاه می‌شود (مناطق دیم) بالا بودن سرعت پر شدن دانه و کوتاه بودن طول دوره‌ی پر شدن دانه صفت مطلوبی باشد (3). ضریب همبستگی بین سرعت و طول دوره پر شدن دانه معنی‌دار نبود از طرفی در ارقام مورد آزمایش سرعت پر شدن دانه با وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول 5). بنابراین با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین سرعت پر شدن دانه و عملکرد دانه و عدم همبستگی بین عملکرد دانه و طول پر شدن دانه به نظر می‌رسد گزینش برای سرعت پر شدن دانه و عملکرد بالا بدون نیاز به طول پر شدن دانه امکان پذیر می‌باشد.

جدول 2- مقایسه‌ی میانگین ارقام گندم از نظر صفات طول پر شدن دانه و سرعت پر شدن دانه

صفات	اینیا	خزر 1	گلستان	فلات	تجن	اترک	پاستور	زاگرس	کوهدشت	دریا
سرعت پر شدن دانه (میلی‌گرم در روز)	758[b]	800[b]	793[b]	784[b]	811[b]	828[b]	864[a]	640[c]	690[c]	776[b]
طول دوره‌ی پر شدن دانه (روز)	35/3[a]	34/6[a]	34/0[a]	34/3[a]	35/3[a]	33/0[a]	36/0[a]	35/6[a]	35[a]	35[a]

*: میانگین‌های دارای یک حرف مشترک در هر ردیف بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال خطای پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول 3- تجزیه واریانس اجزای عملکرد و عملکرد دانه ارقام گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
بلوک	2	35635/73^{ns}	119/70**	1/73^{ns}	202009/74^{ns}	1222243/98^{ns}	8/71^{ns}
رقم	9	13811/58^{ns}	53/20*	37/13**	1255152/23**	6005200/6*	37/71*
خطا	18	19799/06	19/81	5/57	212667/93	3211362/2	25/73
ضریب تغییرات (%)	-	14/00	4/45	2/36	4/61	17/92	5/07

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال خطای آماری پنج و یک درصد

جدول 4- مقایسه میانگین اجزای عملکرد و عملکرد دانه ارقام گندم

رقم	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
اینیا	758^{a}	26^{cd}	40/71^{b}	3889^{c}	10096^{b}	38/64^{b}
خزر1	710^{a}	31^{a-d}	35/38^{cd}	4694^{b}	12012 ^{ab}	39/10^{b}
گلستان	793^{a}	29^{bcd}	40/44^{b}	5313^{ab}	12258^{ab}	37/28^{b}
فلات	784^{a}	36^{ab}	33/43^{d}	5743^{a}	12294^{ab}	46/86^{a}
تجن	764^{a}	33^{abc}	39/73^{b}	4813^{b}	14740^{a}	33/18^{c}
اترک	828^{a}	33^{abc}	33/11^{e}	5632^{a}	14149^{a}	40/20^{b}
پاستور	711^{a}	37^{a}	38/88^{bc}	5986^{a}	14082^{a}	42/61^{b}
زاگرس	640^{a}	24^{d}	39/43^{bc}	4833^{b}	12968^{ab}	38/05^{b}
کوهدشت	690^{a}	30^{a-d}	44/06^{a}	5243^{ab}	13068^{ab}	40/08^{b}
دریا	776^{a}	28^{cd}	41/38^{b}	5826^{a}	14428^{a}	40/38^{b}

*: میانگین‌های دارای یک حرف مشترک در هر ستون بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال خطای پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

تعداد سنبله در متر مربع

از نظر تعداد سنبله در متر مربع در بین ارقام گندم مورد بررسی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول 3). هر چند که تعداد سنبله در متر مربع در رقم اترک با 827 سنبله بیشترین و در رقم زاگرس با 640 سنبله کمترین بود (جدول 4). تعداد سنبله در واحد سطح تابعی از تراکم بوته، قدرت پنجه‌زنی و بقاء پنجه‌ها می‌باشد. به نظر می‌رسد در جهت افزایش تعداد سنبله در متر مربع در طی فرآیند بهبود ژنتیکی عملکرد، اقدامی صورت نگرفته است. این نتایج با یافته‌های وادینگتون و همکاران (19) مطابقت داشت. ایشان همبستگی بین عملکرد دانه و تعداد سنبله در متر مربع در گندم‌های مکزیکی مشاهده نکردند. با توجه به اینکه در این تحقیق تراکم کاشت اولیه تا حد ممکن یکسان در نظر گرفته شد لذا عدم تفاوت معنی‌دار بین تعداد سنبله در متر مربع بین ارقام را می‌توان تا اندازه‌ای به توان تولید پنجه یکسان در ارقام نسبت داد.

تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس (جدول 3) نشان داد که تعداد دانه در سنبله در بین ارقام، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال خطای آماری یک درصد داشت. مقایسه‌ی میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در سنبله مربوط به

رقم پاستور با 37 دانه در سنبله و کمترین مقدار مربوط به رقم اینیا با 26 دانه در سنبله می‌باشد که تفاوت آن‌ها برابر 11/33 دانه در سنبله است. البته تعداد دانه در سنبله در رقم پاستور تفاوت معنی‌داری با ارقام خزر 1، اترک، فلات و کوهدشت نداشت (جدول 4). ضریب همبستگی بالا بین عملکرد دانه و تعداد دانه در واحد سطح ($r=0/81^{**}$) نشان داد که یکی از دلایل اصلی افزایش عملکرد بالقوه‌ی ارقام گندم، افزایش تعداد دانه در سنبله می‌باشد. تعداد دانه در واحد سطح خود از حاصل‌ضرب تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله به دست می‌آید و با افزایش یکی از این دو مؤلفه و یا هر دوی آن‌ها افزایش می‌یابد. در تحقیق حاضر تعداد دانه در سنبله مقدار زیادی از تغییر در عملکرد دانه ارقام مختلف را توجیه نمود (جدول 4).

وزن هزار دانه

مقایسه‌ی میانگین صفات نشان داد که این جزء از عملکرد دانه در بین ارقام مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری داشت (جدول 3). وزن هزار دانه در رقم کوهدشت با حدود 44 گرم بیشترین و در رقم اترک با 33 گرم کمترین بود (جدول 4). تحقیقات نشان داده که بین اجزای عملکرد دانه همبستگی معکوس وجود دارد (18). بنابراین کمتر بودن وزن هزار دانه در ارقامی که تعداد سنبله در مترمربع بیشتری دارند قابل انتظار است. در گندم نیز مانند سایر محصولات با تغییر اجزای عملکرد نمی‌توان میزان محصول را از یک حد نهایی بالاتر برد؛ زیرا تلاش برای افزایش تعداد دانه در سنبله تا اندازه‌ای از طریق کاهش در وزن تک دانه خنثی می‌گردد. بین ارقام مورد آزمایش در این تحقیق میان تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه همبستگی منفی ولی ضعیف مشاهده شد ($r=-0/20$) که نتایج بالا را تأیید می‌کند. بین وزن هزار دانه با عملکرد دانه، سرعت پر شدن دانه و طول دوره پر شدن دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (جدول 5). به نظر می‌رسد افزایش تعداد دانه در سنبله آنقدر زیاد نبوده که در وزن هزار دانه کاهش جدی ایجاد نماید. به طور کلی چون با افزایش تعداد دانه در سنبله قابلیت دسترسی به مواد فتوسنتزی برای هر دانه کمترمی‌شود لذا منجر به کاهش وزن هزار دانه گردیده است. با توجه به اینکه رقم اترک دارای بیشترین تعداد سنبله در متر مربع بود ولی کمترین وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله را دارا بود که این نتایج رابطه‌ی پیچیده و مرتبط اجزای عملکرد را تأیید می‌کند.

عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت

عملکرد دانه در سطح احتمال خطای یک درصد و عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت در سطح احتمال خطای پنج درصد در بین ارقام گندم، اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول 2). بر اساس عملکرد دانه می‌توان ارقام را به سه گروه پر محصول، متوسط و کم محصول تقسیم بندی نمود. رقم پاستور دارای بیشترین عملکرد دانه (5986 کیلوگرم در هکتار) و رقم اینیا دارای کمترین عملکرد دانه (3889 کیلوگرم در هکتار) بودند. تفاوت عملکرد دانه در دو رقم برابر 2098 کیلوگرم در هکتار بود. تعداد دانه در سنبله‌ی این ارقام نیز به ترتیب بیشترین و کمترین بود (جدول 4). عملکرد بیولوژیکی تمامی ارقام مورد مطالعه به استثناء رقم اینیا (10096 کیلوگرم در هکتار) در یک سطح آماری قرار داشت. با توجه به جدول 5 ضرایب همبستگی بین صفات مختلف نشان داد که افزایش در عملکرد دانه‌ی ارقام و تغییر در عملکرد بیولوژیکی همگام بوده‌اند ($r=0/64^{**}$). بنابراین افزایش عملکرد دانه‌ی ارقام در عملکرد بیولوژیکی آن‌ها نقش داشته است. مقایسه‌ی شاخص برداشت در ارقام مختلف نشان داد که بین ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری وجود داشت و بیشترین شاخص برداشت مربوطه به رقم فلات (46%) و کمترین آن مربوطه به رقم تجن (33%) بود. رقم تجن به دلیل دارا بودن عملکرد بیولوژیکی بالا و با توجه به سرعت پر شدن دانه‌ی بالا دارای کمترین شاخص برداشت بود اما نتوانست از این تولید ماده‌ی خشک برای تولید دانه بهره ببرد. زیرا عملکرد دانه آن 4813

کیلوگرم در هکتار بود. سرعت پر شدن دانه در افزایش عملکرد دانه ارقام نقش موثرتری داشته است. به نظر می‌رسد تعداد دانه‌ی بیشتر در ارقام پر محصول عاملی است که سرعت پر شدن دانه را افزایش می‌دهد، زیرا تعداد دانه‌ی بیشتر تقاضای زیادی را برای مواد فتوسنتزی ایجاد کرده و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر همبستگی مثبت و قوی بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله (r=0/88) بیانگر این مطلب است که افزایش تعداد دانه در سنبله مبنای اصلی افزایش عملکرد بالقوه در ارقام مورد آزمایش بوده است (جدول 5).

جدول 5- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در ارقام گندم

صفت	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	شاخص برداشت	تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	دوره پر شدن دانه
عملکرد بیولوژیکی							
عملکرد دانه	0/64**						
شاخص برداشت	-0/41*	0/22					
تعداد سنبله	0/18	-0/01	-0/21				
تعداد دانه در سنبله	0/12	0/88**	-0/27	-0/14			
وزن هزار دانه	0/31	0/63**	-0/20	-0/24	-0/20		
دوره پر شدن	0/08	-0/16	-0/08	-0/01	0/38*	0/43*	
سرعت پر شدن	0/27	0/49**	0/1	0/14	0/44*	0/48*	0/12

محققان بیان نموده‌اند که به نژادی برای افزایش عملکرد بالقوه تا حدود زیادی ناشی از افزایش قدرت مخزن و در اکثر موارد از طریق افزایش تعداد دانه در سنبله بوده است (11، 16، 27). بر اساس این نتایج، عملکرد بالقوه‌ی گندم در اکثر شرایط طی مرحله‌ی پر شدن دانه به خاطر محدودیت در مخزن کم می‌شود. بنابراین افزایش قدرت مخزن (مثلاً تعداد دانه در سنبله) می‌تواند منجر به افزایش عملکرد دانه گردد. به طور کلی همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله و سرعت پر شدن دانه مشاهده شد. همچنین بین وزن هزار دانه و سرعت و دوره پر شدن دانه همبستگی مثبت و قوی وجود داشت. بنابراین به نظر می‌رسد که افزایش قدرت مخزن از طریق افزایش تعداد دانه در سنبله و سرعت پر شدن دانه می‌تواند منجر به افزایش عملکرد دانه در ارقام مورد بررسی گندم گردد.

منابع

1. **احمدپور، ا.** 1383. بررسی تنوع ژنتیکی ارقام و لاین‌های گندم بهاره خزر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، 95 صفحه.
2. **اهدایی، ب.، نورمحمدی، ق. و کاشانی، ع.**1367. تغییرات ژنتیکی و قابلیت توارث و تجزیه همبستگی صفات زراعی ارقام گندم هگزاپلوئید بومی خوزستان. مجله علمی کشاورزی، 12: 32-26.
3. **کوچکی، ع. و نصیری‌محلاتی، م.** 1371. اکولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. 265 صفحه.
4. **مقدم، م.، بصیرت، م. رحیم‌زاده خویی، ف. و شکیبا، م.ر.** 1372. تجزیه علیت عملکرد دانه، اجزای آن و برخی صفات مورفولوژیک در گندم پائیزه. مجله دانش کشاورزی ایران. 1(2): 75-48.

5. **Abate, P.E., Andrade, F.H. and Lazaro, L. 1998.** Grain yield increase in recent Argentine wheat cultivars. Crop Science, 38:1203-1209.

6. **Bruckner, P.L. and Frohberg, R.C. 1987.** Rate and duration of grain fill in spring wheat. Crop Science, 27: 451-455.

7. **Damania, A.B., and Jackson, M.T. 1986.** An application of factor analysis to morphological data of wheat and barley landraces from the Bhevi River Vally, Indian Agronomy Bolten, 35: 25-30.

8. **Dofing, S.M. and Knight, C.W. 1992.** Alternative model for path analysis of small–grain yield. Crop Science, 32: 487-489.

9. **Ehdaie, B. 1995.** Variation in water-use efficiency and its components in wheat: II.pot and field experiment. Crop Science, 35: 1617-1626.

10. **Ellis, R., and Pieta-Filho, H. 1992.** The development of seed quality in spring and winter cultivars of barely and wheat. Seed Science, 2:19-25.

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

12. **Gebeyehou, G.D., Kontt, R. and Baker, R.J. 1982.** Relationships among duration of vegetative and grain filling phases, yield components and grain yield in durum wheat cultivars. Crop Science, 22: 287-290.

13. **Gibson, L.R. and Paulsen, G.M. 1999.** Yield components of wheat grown under high temperature stress during reproductive growth. Crop Science, 39: 1841-1846.

14. **Heinrich, G.M., Francis, C.A., Epstin, J.D. and Saeed, M. 1985.** Mechanisms of yield stability in sorghum. Crop Science, 25: 1109-1130.

15. **Metzger, D.D., Zaplewki, S.J.C. and Rasanusson, D.D. 1984.** Grain-filling duration and yield in spring barley. Crop Science, 24: 1101-1105.

16. **Reynolds, M.P., and Rajarm, S. 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.

17. **Sayer, K.D., Rajarm, S. and Fisher, R.A. 1997.** Yield potential progress in short breed wheat in North West Mexico. Crop Science, 37:36-42.

18. **Slafer, G.A., and Andrade, F.H. 1993.** Physiological attributes related to the generation of grain yield in bread wheat cultivars released at different ears. Field Crops Research, 31: 351-367.

19. **Waddington, S.R., Ransom, J.K., Smanzai, M. and Saunders, D.Z. 1986.** Improvement in the yield potential of breed wheat adapted to northwest Mexico. Crop Science, 26: 698-704.

20. **Yildrim, M., Budak, N. and Arshas, Y. 1993.** Factor analysis of yield and related traits in bread wheat Turkish. Field Crops Research, 11-15.