مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۵ ، شماره ۲، سال ۱۳۸۸

بررسی سهم وزن دانه‌های پایه‌ای وانتهایی سنبلچه در عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان زمستانه و بینابین

Study on Contribution of Basal and Distal Grains in Spikelets to Grain Yield in Winter and Facultative Wheat

سیروس محفوظی، سید شهریار جاسمی و محسن اسماعیل‌زاده مقدم

اعضای هیات علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال وبذر

تاریخ دریافت:۸۶/۱۲/۱ **تاریخ پذیرش: ۸۸/۳/۲۸**

چکیده

محفوظی، س.، جاسمی، س. ش.، اسماعیل‌زاده مقدم، م. ۱۳۸۸. بررسی سهم وزن دانه‌های پایه‌ای وانتهایی سنبلچه در عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان زمستانه و بینابین. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۵ (۲):** ۱۵۱ - ۱۳۷.

افزایش عملکرد دانه در ارقام جدید عموماً از طریق افزایش تعداد دانه و به ویژه دانه‌های انتهایی (Distal) با وزن کمتر درسنبلچه بوده است. با وجود این دانه‌های انتهایی به دلیل اندازه کوچک و سبکی وزن نسبت به دانه‌های پایه‌ای (Basal) باعث کاهش میانگین وزن دانه اکثر ارقام جدید گندم در زراعت آبی شده است. این تحقیق با هدف بررسی تعیین سهم وزن دانه‌های پایه‌ای و انتهایی سنبلچه در عملکرد دانه پنج ژنوتیپ گندم نان زمستانه بر پایه طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو شرایط آبیاری معمول و قطع آبیاری بعد از گرده‌افشانی در کرج و اردبیل و به مدت دو سال زراعی ۸۴-۱۳۸۲ انجام شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که رقم گاسپارد با عملکرد دانه به میزان ۷۲۸۸ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری معمول بالاترین عملکرد دانه را داشت ولی در شرایط تنش ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه تفاوتی نشان ندادند. تجزیه واریانس مرکب برای صفت دانه‌های انتهایی و پایه‌ای در هر دو شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی آخر فصل نشان داد که اثر موقعیت دانه (ژنوتیپ) در سطح احتمال آماری ۱٪ معنی‌دار بود. در شرایط آبیاری معمول اثر متقابل سال × مکان و در شرایط تنش اثر متقابل مکان × موقعیت دانه (ژنوتیپ) در سطح احتمال آماری ۱٪ معنی‌دار بودند. میانگین وزن دانه‌های پایه‌ای (A, B) در شرایط تنش ۳۸ میلی‌گرم و در صد سهم آنها در عملکرد دانه ۲۷/۵٪ ولی میانگین وزن دانه‌های انتهایی C و D به ترتیب ۳۲ و۳۰ میلی‌گرم و در صد سهم آنها در عملکرد دانه به ترتیب ۲۳ و ۲۲ درصد بود. در شرایط آبیاری معمول وزن دانه‌های A، B، C و D به ترتیب ۴۵، ۴۴، ۳۷ و ۳۶ میلی‌گرم و سهم آنها در عملکرد دانه به ترتیب ۲۸، ۲۷، ۲۳ و ۲۲ درصد بود. در شرایط تنش در ژنوتیپ C-80-10 وزن دانه‌های پایه‌ای (۴۰/۱ میلی‌گرم) و دانه‌های انتهایی (۳۲/۳ میلی‌گرم) بودند که نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر اختلاف کمتری بین وزن دانه‌های پایه‌ای و انتهایی وجود داشت و عملکرد دانه این ژنوتیپ در شرایط تنش کاهش کمتری نسبت به شرایط آبیاری در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها داشت و در شرایط آبیاری معمول نیز وزن دانه‌های پایه‌ای و انتهایی ژنوتیپ مذکور به ترتیب ۴۸/۱ و ۳۹ میلی‌گرم بود. با توجه به تفاوت ژنوتیپ‌ها، برای افزایش پتانسیل عملکرد دانه (به ویژه در شرایط تنش خشکی) تحقیقات بیشتری بر روی نقش وزن دانه‌های انتهایی و پایه‌ای بر عملکرد دانه در خزانه ژنی گندم پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: گندم، تنش خشکی، دانه‌های پایه‌ای، دانه‌های انتهایی، سنبلچه، پتانسیل عملکرد دانه.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: siroosmahfoozi@yahoo.com

مقدمه

مطابق گزارش‌های موجود از سطح ۲/۳ میلیون هکتار گندم آبی کشور بیش از ۸۰۰ هزا ر هکتار ارقام گندم آبی در مناطق سرد و خشک کشت می‌شوند (Anon. 2006) که عمدتاً با تنش خشکی آخر فصل با شدت‌های مختلف مواجه می‌شوند. در این مناطق اغلب کشاورزان که گندم آبی کشت می‌کنند به دلیل نداشتن آب کافی در بهار نمی‌توانند به دفعات کافی آبیاری را انجام دهند و عملکرد مطلوب از کشت ارقام پر توقع به آبیاری بدست نمی‌آید. زیرا زراعت گندم در اکثر مناطق سردسیر آبی کشور از قبیل استان‌های اردبیل، آذربایجان شرقی و غربی، کردستان، بخشی از استان‌های خراسان، زنجان و همدان با آب رودخانه‌های فصلی که آب آنها معمولاً در اواخر اردیبهشت ماه محدود می‌شوند بصورت نیمه آبی صورت می‌گیرد. در مناطقی هم که سدهای ذخیره آب احداث شده‌اند، اغلب کشاورزان ترجیح می‌دهند آبیاری‌های آخر فصل را در گندم قطع و به زراعت‌های تابستانه اختصاص دهند و در نتیجه زراعت گندم دچار تنش خشکی آخر فصل می‌شود. نوسانات و توزیع نامناسب بارندگی و تنش خشکی آخر فصل، بهینه‌کردن برنامه به‌نژادی و مدیریت زراعی در این مناطق را دچار مشکل می‌کند. ژنوتیپ‌های مختلف گندم درعکس‌العمل به تنش خشکی محدودیت‌هایی را در تعداد پنجه، تعداد بوته در واحد سطح، تعداد سنبلچه در سنبله و اندازه دانه از خود بروز می‌دهند. چنانچه بعد از گرده‌افشانی و در طول دوره پر شدن دانه، گیاه گندم با تنش خشکی مواجه شود وزن دانه کاهش می‌یابد (Aspinall, 1984). در مقابل به دلیل قابلیتی که گیاه گندم دارد چنانچه شرایط آب و هوایی بعد از مرحله طویل شدن ساقه مطلوب باشد و اسیمیلات‌ها نیز قابل دسترس باشند گیاه از طریق افزایش وزن دانه در سنبله جبران از دست رفتن پنجه‌های از بین رفته را می‌کند (Entz and Fowler, 1989).

درطول چند دهه گذشته وزن دانه در ارقام جدید گندم ثابت مانده و یا اینکه کاهش یافته است (Siddique *et al.*, 1989; Slafer and Andrade, 1989). وزن دانه همبستگی منفی با تعداد دانه در سنبله دارد (Fischer *et al.*, 1977). در گزارشاتی نیز همبستگی بسیار قوی و نزدیک بین تعداد دانه در سنبله و عملکرد گزارش شده است (Entz and Fowler, 1990). در سنبلچه گندم دانه‌های پایه‌ای (Basal) و انتهایی (Distal) وجود دارند که در ارقام مختلف از نظر وزن و تعداد بسیار متفاوت هستند (شکل ۱). بیشترین سهم در افزایش عملکرد دانه مربوط به سهم دانه‌های انتهایی در سنبلچه می‌باشد (Miralles and Slafer, 1995). ولی عموماً دانه‌های انتهایی نسبت به دانه‌های پایه‌ای کوچکتر و سبک‌ترند (Bremner and Rawson, 1978; Slafer and Andrade, 1989;

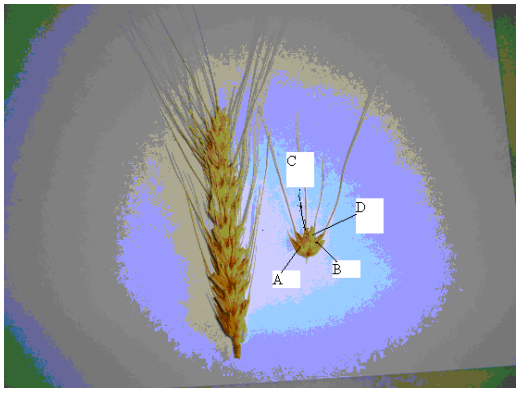
Stoddard, 1999;) (Calderini and Ortiz-Monasterio, 2003). ارقام جدید افزایش عملکرد دانه را از طریق افزایش نسبت دانه‌های انتهایی بدست آورده‌اند و چون وزن دانه‌های انتهایی سبکتر از دانه‌های پایه‌ای هستند شاید این یکی از دلایلی باشد که چرا در طول زمان وزن دانه ارقام کاهش یافته است. با وجود این دانه‌های انتهایی به دلیل کوچکی و سبکی وزن نسبت به دانه‌های پایه‌ای در فرایند برداشت، بوجاری و بسته‌بندی نسبت نامتوازنی در از دست رفتن محصول بر اثر ضایعات ناشی از کوچکی اندازه دانه دارند. افزایش وزن دانه‌های انتهایی و یا احیاناً توانایی گیاه برای توزیع اسیمیلات‌ها بین دانه‌های محدود شاید یکی از راه‌های افزایش عملکرد دانه در مناطق گندم زمستانه آبی با تنش خشکی باشد.

این تحقیق با اهداف بررسی نقش وزن دانه‌های تشکیل شده در قسمت‌های مختلف سنبلچه و سهم آنها در عملکرد نهایی دانه در پنج رقم و لاین پیشرفته گندم‌های زمستانه و بینابین آبی در مناطق سرد و خشک در شرایط آبیاری معمول در سال‌های زراعی ۸۳-۱۳۸۲ و ۸۴-۱۳۸۳ و نیز تنش خشکی آخر فصل در سال ۸۴-۱۳۸۳ انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

تعداد پنج رقم و لاین زمستانه و بینابین پیشرفته گندم با نام‌های گاسپارد (رقم فرانسوی) مورد کشت توسط زارعین در منطقه اردبیل، ارقام توس وشهریار از ارقام تجارتی متداول در مناطق سرد کشور و لاین‌های جدید باکدهای C-79-16 و C-80-10 به ترتیب با شجره Kinachi97 و Gds/4/Anza/3/Pi/Nar//Hys/5/1-66-75 در این تحقیق مورد استفاده قرارگرفتند. ژنوتیپ‌های گندم درقالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار درسال‌های زراعی ۸۳-۱۳۸۲ و ۸۴-۱۳۸۳ در دو شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی آخر فصل (قطع آبیاری پس از ظهور سنبله) در ایستگاه تحقیقاتی منطقه معتدل- سرد در کرج با طول جغرافیایی ۵۱ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه شمالی و با ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا در تاریخ ۲۰ مهر ماه کشت شدند. اما آزمایش در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل با ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا و طول جغرافیایی ۴۸ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه شمالی فقط در شرایط آبیاری معمول و در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ در هر دو شرایط (آبیاری معمول و قطع آبیاری بعد از سنبله رفتن) کشت شد. هر کرت آزمایشی، بر اساس ۵۰۰ بذر در مترمربع، به طول ۶ متر و در ۶ ردیف به فاصله ۲۰ سانتی‌متر با بذرکار آزمایشی وینتراشتایگر کشت گردید.

در هر دو سال زراعی از هر رقم ولاین در هر کرت تعدادی ساقه اصلی با نخ سفید علامت‌گذاری شدند. در زمان برداشت از بین



شکل ۱- سنبله و دانه های پایه ای (A& B) و انتهایی (C& D) موجود در سنبلچه گندم
Fig. 1. Spike and basal (A& B) and distal (C& D) grains in spikelet of wheat

ساقه‌های اصلی تعداد ۱۰ سنبله از هر تکرار انتخاب و پس از رسیدن کامل سنبله‌ها، دانه‌های پایه‌ای (Basal) و انتهایی (Distal) براساس وضعیت قرار گرفتن در روی سنبلچه‌ها (A، B، C و D) جدا و شمارش و توزین شدند. وضعیت قرار گرفتن دانه‌های پایه‌ای و انتهایی در شکل ۱ نشان داده شده‌اند. میانگین وزن دانه برای هر موقعیت اعم از دانه‌های پایه‌ای و انتهایی برای کلیه ارقام و لاین‌ها محاسبه شدند. در نهایت درصد سهم وزن این دانه‌ها در عملکرد کل دانه از طریق درصد نسبت وزن هر کدام از دانه‌های انتهایی و پایه‌ای به میانگین وزن کلیه دانه‌های انتهایی و پایه‌ای در ده سنبله اصلی تصادفی در هر سه تکرار مورد محاسبه قرار گرفت. تجزیه واریانس مرکب بر روی وزن دانه‌های انتهایی و پایه‌ای ژنوتیپ‌ها (پس از انجام آزمون بارتلت) با در نظر گرفتن عوامل سال و مکان به صورت تصادفی و بر اساس طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت. اضافه می گردد از آنجا که در سال اول، آزمایش تنش خشکی در اردبیل اجرا نشد، بنابراین تجزیه مرکب برای سال دوم در دو مکان کرج و اردبیل بر روی داده‌های مربوطه صورت گرفت. آزمون مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

الف- عملکرد دانه و اجزای آن :

مقایسه میانگین عملکرد دانه ارقام و لاین‌ها نشان داد در شرایط آبیاری معمول بالاترین عملکرد دانه با ۷۲۸۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم گاسپارد بود. اما در شرایط تنش خشکی آخر فصل تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد (جدول ۱). همانطوری که انتظار می‌رفت بیشترین کاهش وزن هزار دانه با اعمال شرایط تنش مربوط به

جدول۱- مقایسه میانگین عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله پنج ژنوتیپ گندم زمستانه و بینابین در شرایط آبیاری معمول در دو سال زراعی ۸۴-۱۳۸۲ و در شرایط تنش خشکی آخر فصل در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ در اردبیل و کرج

Table 1. Grain yield (Kg/ha), thousand grain weight (TGW) and grain/spike in five winter and facultative wheat genotypes grown under normal irrigation in 2003-2005 cropping seasons and terminal drought stress conditions in 2004-2005 cropping season in Ardabil and Karaj

ژنوتیپ Genotype	آبیاری معمول Normal irrigation			تنش خشکی آخر فصل Terminal drought stress		
	عملکرد دانه Grain yield (Kg/ha)	وزن هزار دانه(گرم) TGW(g)	تعداد دانه در سنبله Grain /spike	عملکرد دانه Grain yield (Kg/ha)	وزن هزار دانه(گرم) TGW(g)	تعداد دانه در سنبله Grain /spike
Gaspard	7288a	44.9a	39.0b	4445a	35.2a	39.0ab
Toos	6959ab	40.9c	44.5a	4576a	36.0a	39.2ab
C-79-16	6598b	40.6c	39.4b	4823a	33.6a	41.7a
C-80-10	6460b	44.3ab	46.4a	4404a	37.0a	40.8a
Shahryar	7010ab	42.5bc	38.0b	4714a	36.2a	35.7b

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حروف مشابه هستند از نظر آماری در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

Means, in each column, with similar letters are not significantly different at the 5% level of probability- using Duncan`s Multiple Range Test.

رقم فرانسوی گاسپارد از ارقام رایج در زراعت گندم آبی مناطق سرد استان اردبیل بود ولی تعداد دانه در سنبله اصلی تغییر چندانی نشان نداد (جدول ۱).

عملکرد دانه گندم از طریق ترکیب اجزای مختلف عملکرد دانه بدست می‌آید. لاین C-80-10 بیشترین تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بالا (رتبه دوم در میان ژنوتیپ‌ها) را به خود اختصاص داد (جدول ۱). یافته‌های مشابهی قبلاً توسط برخی از محققین در این زمینه گزارش شده است (Siddique *et al.*, 1988; Duggan and Flower, 2006).

گندم در برخی از مراحل نمو خود به تنش خشکی و کم آبیاری حساس است (Entz and Flower, 1988 Fischer, 1973; Musick and Dusek, 1980). و تنش خشکی بر تشکیل اجزای عملکرد دانه تاثیر می‌گذارد (Aspinall, 1984). بدلیل وجود امکان جبران (Compensation) عملکرد توسط هر کدام از اجزای عملکرد دانه در طول دوره نمو، گیاه قادر می‌شود که به شرایط محدودیت رطوبتی در شرایط تنش خشکی عکس‌العمل مناسبی نشان دهد (Duggan *et al.*, 2000). توانایی ارقام گندم در پاسخ به تنش‌های محیطی بستگی به محدودیت‌هایی دارد که توسط تنش خشکی در آن مرحله از رشد گیاه اتفاق می‌افتد و این

گونه عکس‌العمل‌ها بر روی تعداد بوته در واحد سطح، تعداد سنبله در یک بوته، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه تاثیر می‌گذارد. در بررسی‌هایی که قبلاً توسط برخی از محققین (Siddique *et al.*, 1989; Duggan and Flower, 2006) در ارقام گندم نان در خصوص اجزای عملکرد دانه صورت گرفته، نتایج بیانگر آن بوده که عملکرد بالا ترکیبی از اثر اجزای مختلف عملکرد دانه است. سدیک و همکاران (Siddique *et al.*, 1989) افزایش عملکرد دانه در ارقام جدید اصلاح شده را به افزایش تعداد دانه و نه به افزایش وزن دانه نسبت داده‌اند اما داگان و فولر (Duggan and Fowler, 2006) در تحقیقات خود چنین بیان کردند که وجود همبستگی منفی معنی‌دار بین تعداد سنبله در متر مربع با تعداد دانه در سنبله($r = -0.85^{*}$) وهمچنین همبستگی منفی معنی‌دار بین تعداد سنبله در متر مربع با وزن دانه($r = -0.80^{*}$) دلالت بر توانایی زیاد هر کدام از اجزای عملکرد در جبران جزء دیگر دارد. داگان و فولر (Duggan and Fowler, 2006) همچنین پیشنهاد کردند که می‌توان ضمن حفظ تعداد بالای سنبله در واحد سطح با دستکاری در اجزای وزن دانه و تعداد دانه در سنبله عملکرد را به ویژه در شرایط تنش خشکی ویا کم آبیاری افزایش داد.

ب- اثر موقعیت دانه‌های پایه‌ای و انتهایی سنبلچه در عملکرد دانه:

تجزیه واریانس مرکب (جدول ۲) اثر ژنوتیپ‌های گندم، موقعیت دانه (دانه‌های انتهایی و پایه‌ای) و اثر متقابل آنها بر روی وزن تک دانه در شرایط آبیاری معمول در کرج و اردبیل در سال‌های زراعی ۸۳-۸۲ و ۸۴-۸۳ نشان داد که اثر متقابل سال × مکان و اثر موقعیت دانه (ژنوتیپ) در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بودند.

تجزیه واریانس مرکب برای صفت دانه‌های انتهایی و پایه‌ای در شرایط تنش نشان داد اثر موقعیت دانه (ژنوتیپ) و اثر متقابل مکان×موقعیت دانه (ژنوتیپ) در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود که حاکی از عدم یکسان بودن ژنوتیپ‌ها از نظر صفت وزن دانه‌های پایه‌ای و کناری بود (جدول ۳).

ژنوتیپ‌ها ی گندم با توجه به موقعیت دانه‌های پایه‌ای و انتهایی روی سنبلچه از نظر وزن دانه در هر دو سال و در مکان‌های مختلف تفاوت معنی‌دار داشتند. دانه‌های پایه‌ای دارای وزن بیشتر در مقایسه با دانه‌های انتهایی بودند (جدول ۴) عملکرد دانه عمدتاً از دانه‌های انتهایی A و B بدست آمد (جدول ۶).

تغییرات وزن دانه در سنبلچه در دو شرایط محیطی (آبیاری معمول و تنش خشکی آخر فصل) زیاد بود. در شرایط آبیاری معمول وزن دانه A از ۴۳/۵ در رقم شهریار تا ۴۸/۴ میلی‌گرم در لاین C-80-10 و وزن دانه B از ۴۰ میلی‌گرم

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس مرکب اثر ژنوتیپ‌های گندم و موقعیت دانه و اثر متقابل آنها بر روی وزن تک دانه در شرایط آبیاری معمول در کرج و اردبیل در سال‌های زراعی ۸۳-۸۲ و ۸۴-۸۳

Table 2. Summary of analysis of variance for effects of wheat genotypes and position of grain on single grain weight under normal irrigation in Ardabil and Karaj in 2003-2005 cropping seasons

S. O. V.	منابع تغییر	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS
Y	سال	1	43.4^{ns}
L	مکان	1	843.8^{ns}
Y × L	سال× مکان	1	912.6 **
R (Y × L)	تکرار(سال× مکان)	8	117.0
G	ژنوتیپ	4	294.6^{ns}
G. P. (G)	موقعیت دانه (ژنوتیپ)	15	346.4 **
Y × G	سال× ژنوتیپ	4	91.9 ^{ns}
L × G	مکان× ژنوتیپ	4	48.8^{ns}
Y × L × G	سال× مکان× ژنوتیپ	4	43.8^{ns}
Y × G. P. (G)	سال × موقعیت دانه (ژنوتیپ)	15	39.3^{ns}
L × G. P. (G)	مکان × موقعیت دانه (ژنوتیپ)	15	127.2^{ns}
Y × L × G. P. (G)	سال× مکان × موقعیت دانه (ژنوتیپ)	15	58.1^{ns}
Error	اشتباه آزمایشی	152	47.7
C.V.(%)	ضریب تغییرات (٪)		17.4

*و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns: غیر معنی‌دار

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.
ns: Non-significant
{Y: Year, L: Location, R: Replication, G: Genotype and G. P.: Grain position}

در رقم شهریار تا ۴۸ میلی‌گرم در لاین C-80-10 ولی در شرایط تنش خشکی آخر فصل وزن دانه A از ۳۵ میلی‌گرم در رقم توس تا ۴۰ میلی‌گرم در لاین C-80-10 و وزن دانه B از ۳۵/۷ تا ۴۰/۵ میلی‌گرم در لاین C-80-10 متغییر بودند (جدول۵). وزن دانه C و به ویژه دانه D تا حدود ۳۰٪ وزن دانه‌های A و B مخصوصاً در شرایط تنش خشکی کاهش یافتند. وزن دانه C از ۳۷ میلی‌گرم در رقم شهریار تا ۳۹ میلی‌گرم در لاین C-80-10 و وزن دانه D از ۲۸ میلی‌گرم در رقم گاسپارد تا ۳۶ میلی‌گرم در رقم توس در شرایط آبیاری معمول متغییر بود (جدول ۵). اما در شرایط تنش بیشترین میانگین وزن دانه‌های C و D با ۳۲/۵ میلی‌گرم باز هم مربوط به لاین C-81-10 بود (جدول ۵). دانه‌های C و D در شرایط تنش نقش بسیار

جدول ۳- خلاصه تجزیه واریانس اثر ژنوتیپ‌های گندم و موقعیت دانه و اثر متقابل آنها بر روی وزن یک دانه در شرایط تنش خشکی آخر فصل در کرج و اردبیل در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳

Table 3. Summary of analysis of variance for effects of wheat genotypes and position of grain on single grain weight under terminal drought stress in Ardabil and Karaj in 2004-2005 cropping season

S. O. V.	منابع تغییر	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS
L	مکان	1	141.3^{ns}
R (L)	تکرار (مکان)	4	61.5
G	ژنوتیپ	4	41.4^{ns}
G. P (G)	موقعیت دانه (ژنوتیپ)	15	231.4**
L × G	مکان× ژنوتیپ	4	18.4^{ns}
L ×G. P (G)	مکان× موقعیت دانه (ژنوتیپ)	15	194.1**
Error	اشتباه آزمایشی	75	21.0
C.V.(%)	ضریب تغییرات (٪)		23.8

*و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns: غیر معنی‌دار

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.
ns: Non-significant
{L: Location, R: Replication, G: Genotype and G. P.: Grain position}

جدول ۴- مقایسه میانگین وزن (میلی‌گرم) دانه‌های پایه‌ای و انتهایی سنبلچه در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط آبیاری معمول در دو سال زراعی ۸۴-۱۳۸۲ و در شرایط تنش خشکی آخر فصل در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ در اردبیل و کرج

Table 4. Mean comparison for single grain weight in the spike of five wheat genotypes grown under normal irrigation in 2003- 2005 cropping seasons and terminal drought stress conditions in Ardabil and Karaj in 2004-2005 cropping season

	وزن تک دانه Single grain weight	
دانه‌های پایه‌ای و انتهایی Basal and distal grains	آبیاری معمول(میلی‌گرم) Normal irrigation(mg)	تنش آبیاری(میلی‌گرم) Terminal drought stress(mg)
A	44.9a	37.9a
B	44.3a	37.7a
C	37.2b	32.1b
D	36.1b	29.8b

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حروف مشابه هستند از نظر آماری در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

Means, in each column, with similar letters are not significantly different at the 5% level of probability- using Duncan`s Multiple Range Test.

جدول ۵- میانگین وزن دانه‌های پایه‌ای و انتهایی سنبلچه (میلی‌گرم) در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط آبیاری معمول در دو سال زراعی ۸۴-۱۳۸۲ و در شرایط تنش خشکی آخر فصل در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ در اردبیل و کرج

Table 5. Mean grain weight for the A, B, C, and D florets in the spike of five wheat genotypes grown under normal irrigation in 2003- 2005 cropping seasons and terminal drought stress conditions in 2004-2005 cropping season in Ardabil and Karaj

Treatments		تیمار	آبیاری معمول Normal irrigation	تنش خشکی آخر فصل Terminal drought stress
G1	A	دانه A در رقم گاسپارد	45.3abc	37.3abc
	B	دانه B در رقم گاسپارد	44.7abc	37.0abcd
	C	دانه C در رقم گاسپارد	36.4efg	34.5abcdef
	D	دانه D در رقم گاسپارد	33.5g	29.2fgh
G2	A	دانه A در رقم توس	44.9abc	35.0abcdef
	B	دانه B در رقم توس	45.6ab	35.7 bcde
	C	دانه C در رقم توس	37.6defg	30.2efgh
	D	دانه D در رقم توس	35.9fg	27.7gh
G3	A	دانه A در لاین C-79-16	42.5abcde	38.8ab
	B	دانه B در لاین C-79-16	43.0abcd	38.5ab
	C	دانه C در لاین C-79-16	37.8defg	33.5bcdefg
	D	دانه D در لاین C-79-16	36.0fg	31.5cdefgh
G4	A	دانه A در لاین C-80-10	48.4a	39.7ab
	B	دانه B در لاین C-80-10	47.8ab	40.5a
	C	دانه C در لاین C-80-10	38.8cdefg	30.8defgh
	D	دانه D در لاین C-80-10	39.2bcdefg	33.8bcdefg
G5	A	دانه A در رقم شهریار	43.5abcd	36.2abcde
	B	دانه B در رقم شهریار	40.4bcdef	37.7abc
	C	دانه C در رقم شهریار	35.8fg	31.5cdefgh
	D	دانه D در رقم شهریار	35.9fg	26.7h

میانگین‌های، در هر ستون، که دارای حروف مشابه هستند از نظر آماری در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

Means, in each column, with at least one letter in common are not significantly different at the 5% level of probability- using Duncan's Multiple Range Test.
{G1 (Gaspard), G2 (Toos), G3 (C-79-16), G4 (C-80-10), G5 (Shahryar) genotypes and A, B, C and D grain weight of basal and distal grains, respectively}.

مهمی می‌توانند در عملکرد کل دانه داشته باشند. در شرایط تنش در ژنوتیپ C-80-10 وزن دانه‌های پایه‌ای (۴۰ میلی‌گرم) و انتهایی (۳۲ میلی‌گرم) و در شرایط آبیاری نیز وزن

جدول ۶- سهم وزن دانه‌های پایه‌ای و انتهایی سنبلچه در عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در شرایط آبیاری معمول در دو سال زراعی ۸۴-۱۳۸۲ و در شرایط تنش خشکی آخر فصل در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ در اردبیل و کرج

Table 6 – Contribution(%) of grain of the spike in grain yield of five wheat genotypes grown under normal irrigation in 2003- 2005 cropping seasons and terminal drought stress conditions in 2004-2005 cropping season in Ardabil and Karaj

Genotype	آبیاری معمول Normal irrigation				تنش خشکی آخر فصل Terminal drought stress			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Gaspard	29.0	29.9	23.3	17.2	28.1	27.9	26.0	18.0
Toos	27.4	27.8	22.9	21.9	27.2	27.8	23.5	21.5
C-79-16	27.3	27.5	24.1	21.1	30.0	29.0	25.2	15.8
C-80-10	27.8	27.5	22.2	22.5	27.3	28.0	21.3	23.4
Shahryar	28.0	25.8	23.1	23.1	27.5	28.5	23.8	20.2
Mean	27.9	27.7	23.1	21.1	28.0	28.2	24.0	19.8

دانه‌های پایه‌ای و انتهایی به ترتیب ۴۸ و ۳۹ میلی‌گرم و سنگین بودند. عملکرد دانه ژنوتیپ C-80-10 نیز در شرایط تنش کاهش کمتری نسبت به شرایط آبیاری در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها داشت بطوریکه عملکرد دانه آن در آبیاری معمول ۶۴۶۰ کیلوگرم در هکتار و در تنش خشکی آخر فصل ۴۴۰۴ کیلوگرم در هکتار بود. استنباط می‌شود ارقامی که وزن دانه‌های انتهایی سبک‌تری داشته باشند (کمتر از ۲۵ میلی‌گرم) در فرآیند عملیات برداشت با کمباین ممکن است ضایعات و تلفات دانه و کاهش محصول از طریق سبکی وزن دانه‌های انتهایی داشته باشند.

در شرایط آبیاری معمول میزان سهم وزن دانه‌های A و B در عملکرد کل دانه نسبت به دیگر دانه‌ها بسیار بیشتر و تغییرات آن نیز از ۲۶/۵٪ در لاین شماره C-80-10 تا ۲۹/۵٪ دررقم گاسپارد بود (جدول ۶). همچنان که از جدول ۶ مشاهده می‌شود، سهم وزن دانه B در عملکرد نیز شبیه دانه A بود. هر چند عملکرد دانه در اکثر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بیشتر در دانه‌های پایه‌ای سنبلچه توزیع شده است ولی در برخی از ژنوتیپ‌ها میزان سهم دانه‌های انتهایی نیزقابل توجه بود. بیشترین سهم وزن دانه D با ۲۲٪ در لاین شماره C-80-10 بدست آمد (جدول ۶). در شرایط تنش خشکی آخر فصل نیز، سهم دانه‌های A و B در عملکرد کل دانه نسبت به دیگر دانه‌ها بسیار بیشتر بود. استنباط می‌شود در شرایط تنش شدید خشکی میزان سهم دانه‌های پایه‌ای در عملکرد دانه بیشتر باشد. در تحقیق حاضر در لاین C-80-10 در صد سهم دانه‌های C و D در عملکرد دانه در مقایسه با دیگر

ژنوتیپ‌ها بیشتر بود (جدول ۶).

نتیجه تحقیق حاضر تفاوت در وزن دانه‌های انتهایی و پایه‌ای را در سنبله یک ژنوتیپ و نیز تفاوت بین ژنوتیپ‌های مختلف را نشان می‌دهد. در داخل کشور تحقیقی در زمینه تعیین سهم دانه‌های انتهایی و پایه‌ای در عملکرد صورت نگرفته و در خارج از کشور نیز نتایج تحقیقات بیانگر آن هستند که وزن دانه را جایگاه دانه در روی سنبله تعیین می‌کند، بطوریکه وزن دانه در سنبله از ۲۰ تا ۶۰ میلی‌گرم تغییر می‌کند و وزن دانه‌های سنبلچه‌های واقع در قسمت‌های انتهایی و پایینی سنبله و نیز وزن دانه‌های انتهایی در یک سنبلچه از نظر وزنی کمتر از بقیه دانه‌ها است (Jianchang *et al.*, 2000; Eradatmand-Asli and Dua, 2008a). نتایج تحقیقات انجام شده توسط داگان و فولر (Duggan and Fowler, 2006) بیانگر آن است که اثر متقابل ژنوتیپ گندم با وزن دانه‌های انتهایی و پایه‌ای وجود دارد و ارقام مختلف گندم عکس‌العمل‌های متفاوتی در رابطه با این صفت نشان می‌دهند. در منابع علمی تعبیر و تفسیرهای متفاوتی از نقش عوامل دخیل در وزن دانه از قبیل قابلیت در دسترس بودن مواد پرورده، ظرفیت انتقال مواد پرورده (Hanif and Langer, 1972; Banowetz *et al.*, 1999) و نیز هورمون‌های گیاهی از قبیل هورمون سیتوکنین (Eradatmand-Asli and Dua, 2008a) شده است. نتایج تحقیق ارادتمند اصلی و دوآ (Eradatmand-Asli and Dua, 2008a) نشان داد که تفاوت در میزان سیتوکنین هم دردانه‌های واقع در قسمت‌های مختلف سنبله و هم در دانه‌های واقع در سنبلچه‌ها همبستگی مثبت معنی‌دار با وزن ماده خشک دانه دارد. براساس نتایج تحقیق ارادتمند اصلی و دوآ (Eradatmand-Asli and Dua, 2008a) سیتوکنین نقش مهمی را در تشکیل وزن دانه‌ها در قسمت‌های مختلف سنبله و سنبلچه بازی می‌کند، آنها چنین تصور کردند مقادیر بالای سیتوکنین در دانه‌ها در مرحله پر شدن دانه احتمالاً ممکن است تقسیم سلولی آندوسپرم را افزایش داده و در نتیجه مخزن قدرتمندی را ایجاد می‌کند که انتقال مواد پرورده و تجمع مواد را در دانه‌های در حال رشد افزایش می‌دهد. طبق گزارش میرالس و اسلافر (Miralles and Slafer, 1995) افزایش عملکرد دانه در ارقام جدید عموماً از طریق افزایش تعداد دانه به ویژه دانه‌های کناری (E, D ,C) با وزن کمتر درسنبلچه بوده است. صدیق و همکاران (Siddique *et al.*, 1989) و اسلافر و آندرد (Slafer and Andrade, 1989) نیز اظهار داشتند که در ارقام مدرن با افزایش تعداد دانه، کاهش میانگین وزن دانه در ژنوتیپ‌های جدید گندم پیش آمده است. نتایج تحقیق حاضر ضمن تطابق با یافته‌های میرالس و اسلافر(Miralles and Slafer, 1995) و نیز مشابهت با یافته‌های برمنر و راوسون

(Bremner and Rawson, 1978)، استودارد (Stoddard, 1999) و کالدرینی و اورتیز- موناستریو (Calderini and Ortiz-Monasterio, 2003) مبنی بر اینکه دانه‌های C و D نسبت به دانه‌های پایه‌ای در ارقام مدرن سبک‌تر هستند و همچنین دانه‌های انتهایی میانگین وزن دانه یک ژنوتیپ را کاهش می‌دهند تطابق دارد. نتایج برخی از بررسی‌های اخیر نیز نشان می‌دهند که در ژرم‌پلاسم گندم‌های زمستانه ارقامی وجود دارند که عملکرد دانه عمدتاً در دانه‌های B و A توزیع شده‌اند و اندازه کوچک و سبکی وزن دانه‌های C و D باعث ضایعات بیشتردانه در زمان برداشت و بوجاری به ویژه در زراعت گندم در شرایط تنش خشکی می‌شوند و تولید ارقامی با دانه‌های سنگین انتهایی و پایه‌ای، خسارت ناشی از عدم یکنواختی اندازه نمونه‌های بذری را در حین عملیات بوجاری به میزان زیادی می‌تواند کاهش دهد (Duggan and Fowler, 2006). نتایج تحقیقات انجام شده توسط ارادتمند اصلی و دوا (Eradatmand-Asli and Dua, 2008b) در هندوستان بر روی نظام آوندی محور سنبله در گندم نشان‌دهنده همبستگی معنی‌دار بین تعداد سنبلچه‌های روی محورسنبله با تعداد دستجات آوندی مرکزی در بخش پایین محور سنبله بود، به طوری که تعداد دستجات آوندی مرکزی و کناری در طول محور سنبله از پایین به بالا کاهش نشان داده و سنبلچه‌های قسمت میانی با دارا بودن بیشترین میانگین وزن و تعداد دانه دارای بیشترین تعداد و اندازه دستجات آوندی مرکزی بودند. از نتایج تحقیق حاضر و نیز تحقیق انجام شده توسط ارادتمند اصلی و دوا (Eradatmand-Asli and Dua, 2008b) شاید بتوان چنین استنباط نمود که وضعیت توزیع دستجات آوندی در محور سنبلچه‌ها که دارای دانه‌های انتهایی و کناری است احتمالاً مشابه با توزیع دستجات آوندی محور سنبله باشد. ژنوتیپ‌های مختلف گندم نیز ممکن است از نظر این صفت تفاوت داشته باشد.

نتایج تحقیقات انجام شده توسط داگان و فولر(Duggan and Fowler, 2006) و محفوظی و همکاران (منتشر نشده) نشان می‌دهند که عدم محدودیت در ظرفیت مخزن (برای دانه‌های انتهایی و پایه‌ای) وجود داشته و امکان افزایش عملکرد از طریق افزایش وزن دانه در هر دو شرایط محیطی و به ویژه در شرایط تنش خشکی وجود دارد (محفوظی و همکاران در دست انتشار، Duggan and Fowler, 2006).

اهمیت وزن دانه‌های انتهایی را در ارقام بومی نباید از نظر دور داشت زیرا در شرایط تنش شدید خشکی در زراعت دیم گندم کشور ارقام دارای محصول مطمئن و پایدار دارای دانه‌های سنگین پایه‌ای هستند. هر چند شدت تنش در زراعت گندم دیم با شرایط آبیاری محدود در زراعت آبی متفاوت است ولی نتایج بررسی‌های انجام شده در منطقه سرد در شرایط

دیـم در ایـستگاه کـشاورزی موسـسه تحقیقـات کشاورزی دیم نیز نشان داد ارقـامی نظیـر گنـدم آذر۲، سرداری و یا لاین‌های دورگ حاصـل از رقم سرداری که عمدتاً دارای دانه‌های پایـه‌ای و انتهایی نسبتاً سنگین هستند عملکرد دانه بیـشتری در مقایسه با ارقام مدرن در شـرایط تـنش شـدید (دیـم) دارنـد (Mahfoozi *et al.*, 2004). در بررسـی‌هـای سـایر کـشورها نیـز گـزارش شـده برخی از ژنوتیپ‌ها ی گندم نظیـر رقـم پتامیگـان (CDC Ptamigan) با دانه‌های انتهایی و پایه‌ای نسبتاً هـم وزن عملکـرد دانـه خـود را در منـاطق سرد دارای تنش خـشکی آخـر فـصل عمـدتاً از طریق دارا بودن وزن دانه‌های سنگین تـر بدسـت مـی‌آورد (Duggan and Fowler, 2006). بـا توجـه بـه نوسـانات و توزیـع بـسیار نامناسـب بارندگی اواخر فصل در ایران، در انتخـاب رقـم آن جزء از اجزای عملکرد مهم هستند که بتواند محدودیت در ظرفیت و افزایش مخزن را جبران کنند، بنابراین انـدازه دانـه کـه آخـرین جـزء در اجزای عملکرد است که تعیین مـی‌شـود بایـستی در شرایط تنش خشکی در بر نامه‌های به‌نژادی و بعنوان معیار در انتخاب بیشترمد نظر قـرار گیـرد. با توجه بـه ایـن کـه در ایـران تحقیقـاتی در ایـن زمینه صورت نگرفته است، و با توجه به اهمیـت تـنش خـشکی در اکثـر منـاطق کـشور، انجـام تحقیقات در زمینه بررسی تنوع ژنتیکـی ارقـام از نظر سهم دانه‌های انتهایی و پایـه ای در عملکـرد دانـه در شـرایط تـنش خـشکی در خزانـه ژنـی گندم‌های بومی و غیربومی می‌توانـد مفیـد واقـع شود.

References

Anonymous. 2007. Agronomy Bank Information. Statistical Office and Information Technology Center, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran (in Farsi).

Anonymous, 2003. Annual reports of Statistics and Information Technology General Office of Jihad-Agricultural Ministry of Islamic Republic of Iran (in Farsi).

Aspinall, D. 1984. Water deficit in wheat. pp. 91–110. In: C. J. Pearson (ed.) Control of crop productivity. Academic Press, Australia.

Banowetz, G. M., Ammar, K. and Chen, D. D. 1999. Post-anthesis temperatures influence cytokinin accumulation and wheat grain weight. Plant Cell and Environment 22: 309-316.

Blum, A., Mayer, J. and Golan, G. 1988. The effect of grain number per ear (sink size) on source activity and its water-relations in wheat. Journal of Experimental Botany 39:106-114.

Bremner, P. M., and Rawson, H. M. 1978. The weights of individual grains of the wheat ear in relation to their growth potential, the supply of assimilate and interaction between grains. Australian Journal of Plant Physiology 5: 61–72.

Calderini, D. F., and Ortiz-Monasterio, I. 2003. Grain position affects grain macronutrient and micronutrient concentrations in wheat. Crop Science 43:141–151.

Donald, C. M. 1968. The breeding of crop ideotypes. Euphytica 17: 385-403.

Duggan B. L., Domitruk, D. R., and Fowler, D. B. 2000. Yield components variation in winter wheat grown under drought stress. Canadian Journal of Plant Science 80: 739-745.

Duggan B. L., and Fowler, D. B. 2006. Yield structure and grain potential of wheat on the Canadian prairies. Crop Science 46: 1479-1487.

Entz, M. H., and D. B. Fowler. 1988. Stress periods affecting productivity of no-till winter wheat in Western Canada. Agronomy Journal 80: 987–992.

Entz, M. H. and Fowler, D. B. 1989. Influence of crop water environment and dry matter accumulation on grain yield of no-till winter wheat. Canadian Journal of Plant Science 69: 367-375.

Entz, M. H. and Fowler, D. B. 1990. Differential agronomic response f winter wheat cultivars to pre-anthesis environmental stress. Crop Science 30: 1119-1123.

Eradatmand-Asli, D. and Dua I. S. 2008a. Cytokinins contents and dry matter accumulation at different position and types of grains within a spike of wheat. In: R. Appels, R. Eastwood, E. Lagudah, P. Langridge and M. Mackay Lynne (eds.). The Proceedings of the 11th International Wheat Genetics Symposium. Brisbame, Astralia.

Eradatmand-Asli, D. and Dua I. S. 2008b. Study of vascular system in the rachis of different wheat cultivars. Pp 3. In: The Proceedings of the 10th Iranian Crop Sciences Congress. Karaj, Iran.

Fischer, R. A. 1973. The effect of water stress at various stages of development on yield processes in wheat. Pp. 233–241. In: R. D. Slaytner (ed.) Plant response to climatic factors. The Proceedings of Uppsala Symposium, Uppsala, Sweden. 1970. UNESCO, Paris.

Fischer, R. A., Aguilar, I. M., and Laing, D. R. 1977. Post-anthesis sink size in a high-yielding dwarf wheat. Yield response to grain number. Journal of Agricultural

Research 28: 165-175.

Hanif, M. and Langer, R. H. M. 1972. The vascular system of the spikelet in wheat (*Triticum aestivum L.*). Annals of Botany 36: 721-727.

Jianchang, Y., Shobing, P., Romeo, M., Visperas, N., Arnel, L. S., Qingsen, Z. and Shiliang, G. 2000. Grain filling pattern and cytokinin content in the grains and roots of rice plants. Plant Growth Regulators 30: 261-270.

Mahfoozi, S., Rousatii, M., Jasemi, S. S., Ketat H., and Fowler, D. B. 2004. Breeding for increasing wheat yield in the cold dryland regions of Iran. In : The proceedings of 4th International Conference of Crop Science. Brisbane-Australia.

Mahfoozi S. and Jasemi S. S. 2009. Changes in sink capacity and the possibility of improving grain yield by increasing grain weight in winter wheat. Journal of Iranian Crop Sciences (in Press in Persian).

Miralles, D. J. and Slafer, G. A. 1995. Yield, biomass and yield components in dwarf, semi-dwarf and tall isogenic lines of spring wheat under recommended and late sowing dates. Plant Breeding 114: 392-396.

Musick, J. T., and D. A. Dusek. 1980. Planting date and water deficit effects on development and yield of irrigated winter wheat. Agronomy Journal 72: 45-52.

Perry, W. M., and D'Antuono, M. F. 1989. Yield improvement and associated characteristics of some Australian spring wheat cultivars introduced between 1860 and 1982. Australian Journal of Agricultural Research 40: 457-472.

Siddique, K. H. M., Kirby, E. J. M., and Perry, M. W. 1989. Ear-to-stem ratio in old and modern wheats: relationship with improvement in number of grains per ear and yield. Field Crops Research 21: 59-78.

Slafer, G. A. and Andrade, F. H. 1989. Genetic improvement in bread wheat (*Triticum aestivum L.*) yield in Argentina. Field Crops Research 21: 289-296.

Stoddard, F. L. 1999. Variation in grain mass, grain nitrogen, and starch B-granule content within wheat heads. Cereal Chemistry 76: 139–144.

Van Herwaarden, A. F., Farquhar, G. D., Angus, J. F., Richards, R. A. and Howe, G. N. 1998. 'Haying-off', the negative grain yield response of dryland wheat to nitrogen fertilizer I. Biomass, grain yield, and water use. Australian Journal of Agricultural Research 49:1067–1081.