مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد سوم، شماره اول، بهار ۸۹
۱-۱۹
www.ejcp.info

تأثیر تنش خشکی بعد از گلدهی بر میزان مشارکت ذخایر ساقه در عملکرد دانه ارقام گندم

حمیدرضا میری

استادیار زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان (استان فارس)

چکیده

در شرایطی که رشد گندم در دوره بعد از گلدهی با کمبود رطوبت مواجه شود، مواد پرورده ذخیره شده در ساقه از دوره پیش از گلدهی نقش مهمی در تأمین مواد پرورده برای دانه در حال رشد دارد. به منظور بررسی میزان ذخایر ساقه در ارقام مختلف گندم با ارتفاع ساقه متفاوت، آزمایشی در سال زراعی ۸۷-۱۳۸٦ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان اجرا شد. آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ٦ رقم گندم (مرودشت، فلات، کرج ۳، قدس، عدل و کاوه) به عنوان فاکتور فرعی و سه تیمار آبیاری (آبیاری کامل، انجام تنها یک آبیاری در دوره پس از گلدهی و قطع کامل آبیاری در دوره پس از گلدهی) به عنوان فاکتور اصلی بود. نتایج نشان داد که قطع آبیاری پس از گلدهی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و وزن ساقه گردید. همچنین ارقام مختلف از نظر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع ساقه و وزن ساقه اختلاف معنی داری با یکدیگر داشتند. مقایسه اثر ترکیب تیماری رقم و آبیاری نشان داد که ارقام مختلف واکنش متفاوتی نسبت به قطع آبیاری پس گلدهی نشان می‌دهند، به‌طوری‌که با قطع آبیاری پس از گلدهی، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در ارقام پابلند به میزان کمتری در مقایسه با ارقام پاکوتاه کاهش یافت. همچنین کاهش وزن ساقه با قطع آبیاری در ارقام پابلند بیشتر از ارقام پاکوتاه بود. این نتایج حاکی از آن است که میزان ذخایر ساقه موجود در ارقام پابلند برای استفاده در دوره پر شدن دانه، بویژه در شرایط نامساعد، بیشتر از ارقام پاکوتاه است. که این ویژگی می‌تواند برای توسعه ارقام مقاوم به خشکی در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ذخایر ساقه، فتوسنتز جاری، عملکرد، گندم، وزن دانه

* - مسئول مکاتبه: hrmiri@iaua.ac.ir

مقدمه

از ۳۵۰ هزار گونه‌ی گیاهی موجود بر روی زمین، تنها ۱۵۰ گونه‌ی آن به‌عنوان گونه‌های غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند که از این تعداد فقط ۱۵ گونه در سطح تجارتی تولید و بخش عمده‌ی عرضه‌ی غذا در بازار جهانی را تشکیل می‌دهند که بیش از نیمی از این ۱۵ گونه را غلات تشکیل می‌دهند (گالاهر، ۱۹۸٤). غلات تأمین‌کننده‌ی ۷۰ درصد غذای مردم کره‌ی زمین می‌باشند و براستی این گیاهان پایه‌ی اصلی تغذیه و بقای بشر به‌شمار می‌روند (امام، ۲۰۰۷). گندم از نظر تولید و سطح زیر کشت جهانی نسبت به دیگر غلات دانه‌ای رتبه اول را دارا می‌باشد. تولید گندم در جهان سال ۲۰۰۷ میلادی حدود ٦۰۵ میلیون تن بوده‌است. در ایران در سال ۲۰۰۷ گندم در سطح ٦/۵ میلیون هکتار کشت شده و تولید آن حدود ۹/۵ میلیون تن بوده است (فائو، ۲۰۰۹).

کشور ما در نقاط خشک و نیمه خشک جهان واقع شده است. در چنین نقاطی از جهان با ورود گندم به مرحله پرشدن دانه به‌تدریج از میزان بارندگی‌ها کاسته شده و از طرفی دمای هوا، تبخیر و تعرق و در نتیجه نیاز آبی گندم افزایش می‌یابد. بنابراین در زراعت دیم و نقاط با کمبود آب در چنین مرحله‌ای از رشد ممکن است گیاه تا حدودی با کمبود آب مواجه شده و حدی از تنش خشکی و گرمایی را تجربه کند که این امر می‌تواند باعث کاهش تولید شود.

در دوره پر شدن دانه مواد پرورده مورد نیاز دانه از سه منبع تأمین می‌شود؛ ۱) کربوهیدراتی که پس از گلدهی تولید شده و به‌طور مستقیم به دانه انتقال می‌یابد، ۲) کربوهیدرات‌هایی که پس از گلدهی تولید شده اما قبل از انتقال به دانه به‌طور موقت در ساقه ذخیره می‌شود و ۳) کربوهیدرات‌هایی تولید شده قبل از گلدهی که در ساقه ذخیره شده و در طی دوره پر شدن دانه، به دانه انتقال می‌یابد (کوباتا و همکاران، ۱۹۹۲؛ گیبینگ و همکاران، ۱۹۹۹؛ اهدایی و همکاران، ۲۰۰٦). در دوره پیش از گلدهی و ۱۵ تا ۲۰ روز اول پس از گلدهی که شرایط برای فتوسنتز و تولید مساعدتر است تولید مواد پرورده بیش از نیاز گیاه است و بخشی از آن در ساقه‌ها و غلاف برگ‌ها ذخیره می‌شود (امام و نیک نژاد، ۱۹۹٤).

گالاهر و همکاران (۱۹۷۵ و ۱۹۷٦) با توجه به مطالعاتی که در مزرعه روی گندم و جو انجام دادند، نتیجه گرفتند که در شرایط تنش خشکی، به‌طور متوسط ٤۳ و حداکثر ۷٤ درصد از وزن نهایی دانه را مواد ذخیره‌ای تشکیل می‌دهد، در حالی که بر اساس برآوردهای انجام شده توسط شکیبا و همکاران (۱۹۹٦) و بلوم و همکاران (۱۹۹۷) سهم مواد ذخیره‌ای در وزن نهایی دانه گندم و جو در

شرایط آبیاری به‌ترتیب ۱۳ و ۱۲ درصد و در شرایط دیم ۲۷ و ۱۷ درصد است. هال و همکاران (۱۹۹۰) نیز مشاهده کردند که در آفتابگردان تحت شرایط آبیاری ۱۵ درصد از کربن موجود در دانه و در شرایط دیم ۲۷ درصد از کربن دانه از مواد فتوسنتزی قبل از گلدهی منشأ می‌گیرد.

دو صفت تعیین کننده میزان مشارکت ساقه در تأمین مواد پرورده برای دانه است. اول توانایی ساقه برای ذخیره مواد پرورده که بستگی به ارتفاع ساقه و وزن مخصوص آن دارد و دوم کارایی تبدیل و انتقال مجدد مواد ذخیره شده به دانه است (اهدایی و واینز، ۱۹۹٦). جزء دوم تابعی است از قدرت مقصد و به‌طور ژنتیکی به تعداد دانه در سنبله و وزن دانه بستگی دارد (کومار و همکاران، ۲۰۰٦). شرکت مواد پرورده ذخیره شده در پر شدن دانه به عواملی مانند ژنوتیپ، شرایط آزمایشی و روش اندازه گیری کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای بستگی دارد (اهدایی و همکاران، ۲۰۰٦a). ذخایر ساقه و شرکت آنها در دانه را می‌توان بوسیله اندازه گیری تغییرات وزن خشک میانگره‌ها در دوره پس از گلدهی (کراز–آگادو و همکاران، ۲۰۰۰) و یا تغییرات میزان کربوهیدارت‌های محلول ساقه در طی دوره پر شدن دانه (بلوم و همکاران، ۱۹۹٤) بر آورد کرد. به عقیده گبینگ و همکاران (۱۹۹۹) کل وزن خشک اندام‌های رویشی بالای سطح خاک در گیاهان زراعی به‌طور معمول در طی مراحل انتهایی دوره پر شدن دانه کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که در زمان رسیدن فیزیولوژیک کل وزن خشک اندام‌های رویشی بطور معنی‌داری کمتر از وزن خشک این اندام ها در مرحله گرده افشانی است. این امر بدلیل انتقال مجدد ذخایر مواد پرورده به دانه است.

در طی سال‌های گذشته با افزایش عملکرد دانه، ارتفاع ساقه گندم کاهش معنی‌داری یافته است (میری، ۲۰۰۹؛ آستین و همکاران، ۱۹۸۰؛ ۱۹۷۷؛ سایری و همکاران، ۱۹۹۷؛ شیرمن و همکاران، ۲۰۰۵؛ زو و همکاران، ۲۰۰۷). اما مشخص نشده است که آیا با کاهش ارتفاع در ارقام جدید گندم میزان ذخیره مواد پروده یا کارایی انتقال مجدد آن به دانه چه تغییری یافته است. از طرفی در کشور ما بدلیل مواجه شدن دوره پر شدن دانه با شرایط نامساعد از نظر رطوبت وگرما، کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای ساقه اهمیت زیادی دارند. بنابراین برای آگاهی از این امر پژوهش حاضر طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان واقع در شهرستان ارسنجان با ارتفاع ۱٦۹۰ متر از سطح دریا و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۹ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و

۵۵ دقیقه در ۱۲۰ کیلومتری شمال شرق شیراز صورت گرفت. بافت خاک مزرعه شنی رسی با یک درصد ماده آلی، pH=۷/۹ بود و هدایت الکتریکی (EC) ۰/۵۹ میلی‌موس بر سانتی‌متر بود. اطلاعات هواشناسی منطقه آزمایش در طول مدت آزمایش بر اساس ایستگاه هواشناسی اداره کشاورزی در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱- داده‌های هواشناسی منطقه آزمایش در طول دوره رشد گندم

ماه	حداکثر دما (درجه‌سانتی‌گراد)	حداقل دما (درجه‌سانتی‌گراد)	میانگین‌دما (درجه‌سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی (درصد)	بارندگی (میلی‌متر)
مهر	۲٤/٤	۱۲/۰	۲۰/۲	۲۲/۷	۰
آبان	۱۸/۱	۷/۱	۱۳/۷	۳۷/۰	۰
آذر	۱۱/۵	۱/۸	۵/۵	٦۰/۰	۲۹/٦
دی	۱۲/۲	-۰/۳	۵/۹	۵۱/۷	۷۸/۸
بهمن	۱٤/۱	۱/۸	۷/۹	٤۳/۷	۲۵/٦
اسفند	۲۰/۰	۷/۰	۱۳/۱	۳۸/۳	۹/۲
فروردین	۲٦/۱	۱۱/۸	۱۸/۹	۲٤/۳	۰
اردیبهشت	۲۹/۱	۱٤/۸	۲۱/۸	۲۱/۰	۰
خرداد	۳۵/٤	۱۹/۹	۲۸/۲	۱٤/۰	۰

زمین محل آزمایش در سال قبل از کاشت زیر کشت ذرت بود و در اوایل پاییز شخم زده شد. پس از شخم و تسطیح زمین، میزان ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم (٤٦ درصد P_2O_5 و۱۸ درصد نیتروژن) در هکتار به‌صورت پایه و ۲۰۰ کیلوگرم اوره (٤٦ درصد نیتروژن) که یک سوم آن در هنگام تهیه بستر کاشت به‌صورت یکنواخت در مزرعه پخش و سپس با دیسک تا عمق ۱۵ سانتی‌متری با خاک مخلوط شد. باقی مانده کود اوره در دو نوبت در مراحل پنجه زنی و شروع ساقه رفتن به‌صورت سرک و بطور مساوی به کرت‌های آزمایشی اضافه شد. کرت‌های آزمایش به طول ٤ متر و عرض ۳ متر انتخاب و هر کرت شامل ۱۲ خط به طول ٤ متر و به فاصله ۲۵ سانتی‌متر از یکدیگر بود. کاشت بذر گندم در کرت‌های آزمایشی در تاریخ ۵ آبان ماه با تراکم ۳۵۰ بذر در مترمربع بوسیله دست صورت گرفت. آبیاری اول بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی بر حسب نیاز تا پایان فصل

رشد انجام گرفت. به منظور مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ از علف کش گرانستار استفاده گردید و علف‌های هرز باقیمانده با وجین دستی از بین رفتند.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل سه تیمار آبیاری و کرت‌های فرعی شامل ٦ رقم گندم بود. تیمارهای آبیاری شامل سه تیمار، آبیاری کامل پس از گلدهی (T_1، شاهد)، انجام تنها یک آبیاری پس از گلدهی (T_2) و عدم انجام آبیاری پس از گلدهی (T_3) بودند. در تیمار T_2 یک آبیاری در مرحله خمیری نرم انجام شد. قطع آبیاری به‌منظور کاهش فتوسنتز جاری و تعیین میزان مشارکت ذخایر ساقه در وزن نهایی دانه انجام شد. برای جلوگیری از انتقال تیمارهای آبیاری به کرت‌های مجاور به اندازه یک کرت فرعی (۲/۵ متر) بین کرت‌های اصلی فاصله قرار داده شد. ارقام مورد استفاده از بین ارقام موجود به گونه‌ای انتخاب شدند که از ارتفاع ساقه متفاوتی برخوردار باشند و شامل شش رقم مرودشت، فلات، قدس، کرج ۳، کاوه و عدل بودند.

برداشت نهایی بوته‌ها در موقع رسیدگی فیزیولوژیک گیاه و از مساحت دو متر مربع از وسط هر کرت با دست و با کف بر کردن بوته‌ها انجام و صفات زیر اندازه گیری شد: عملکرد دانه (با جدا کردن بذرهای موجود در مساحت برداشت شده و وزن کردن آن‌ها و محاسبه وزن نمونه‌ای که در آون به‌مدت ٤٨ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده بود)، تعداد سنبله در واحد سطح (از راه شمارش تعداد کل سنبله‌های برداشت شده از یک متر مربع در برداشت نهایی)، تعداد دانه در سنبله (از راه شمارش تصادفی تعداد دانه در ۲۰ سنبله از ناحیه مرکزی هر کرت و محاسبه میانگین)، وزن هزار دانه (از راه نمونه‌گیری از محصول دانه هر کرت و شمارش هزار دانه و وزن کردن بذرها)، وزن ساقه (با جدا کردن ساقه‌های موجود در نمونه برداشت شده از مساحت دو مترمربع و وزن کردن ساقه‌ها) و عملکرد بیولوژیک. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

عملکرد دانه: بین ارقام مختلف از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). ارقام مرودشت و فلات به‌ترتیب با عملکرد ۳۸٤ و ۳۷۰ گرم در مترمربع بیشترین و ارقام کرج ۳ و کاوه به‌ترتیب با عملکرد ۲۳٤ و ۲۲۲ گرم در مترمربع کمترین عملکرد دانه را دارا بودند. ارقام عدل و قدس

از نظر عملکرد دانه بین این دو قرار داشتند. تیمارهای آبیاری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند. بیشترین و کمترین عملکرد دانه در تیمارهای شاهد (آبیاری کامل در طول فصل رشد) و قطع کامل آبیاری در دوره پس از گلدهی به‌ترتیب با مقادیر ۳٤۸ و ۲۳۳ گرم در مترمربع مشاهده شد. در این حالت عملکرد دانه حدود ۳۳ درصد کاهش یافت. در تیمار انجام یک آبیاری در دوره پس از گلدهی عملکرد دانه ۳۰۰ گرم در مترمربع بود که در مقایسه با تیمار شاهد ۱٤ درصد کاهش یافت.

جدول ۲- اثرات ساده و متقابل دو فاکتور رقم و آبیاری بر عملکرد دانه (گرم در متر مربع) گندم

	تیمار آبیاری†			
رقم	T_1	T_2	T_3	میانگین
فلات	٤۱۷/٥Ab‡ (۰)*	۳٥۱/٤Bab (۱٦)	۲۰٥/۲Cbc (٥۱)	۳۸٤/٤a
عدل	۳٤۱/٥Ac (۰)	۳۰۹/٥Abc (۹)	۲۹٤/۳Bbc (۱٦)	۳۱۱/۸b
قدس	۳٤۸/٤Ac (۰)	۲۸٦/۸Bc (۱۸)	۲٦۷/٦Ba (۲۳)	۳۰۰/۹b
کرج ۳	۲٦٥/٤Ad (۰)	۲٥۷/۱Acd (۳)	۱۸۱/۰Bc (۳۲)	۲۳٤/٥cd
مرودشت	٤۸٤/٥Aa (۰)	۳٦۷/٦Ba (۲٤)	۲٥۷/۸Ca (٤۷)	۳۷۰/۰a
کاوه	۲۳٤/۷Ad (۰)	۲۲۸/۹Ad (۲)	۲۰٤/٦Abc (۱۳)	۲۲۲/۷d
میانگین	۳٤۸/۷A	۳۰۰/۲AB	۲۳۳/٤B	

†: تیمارهای آبیاری عبارتند از T_1: آبیاری کامل دردوره پس از گلدهی (شاهد)، T_2 : کاربرد تنها یک آبیاری در دوره پس از گلدهی، T_3 : قطع کامل آبیاری در دوره پس از گلدهی

‡: حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف آماری معنی دار در سطح ٥٪ با آزمون دانکن می باشد، حروف بزرگ برای مقایسه ردیفی و حروف کوچک برای مقایسه ستونی استفاده شده اند.

*: اعداد موجود در پرانتز، درصد کاهش عملکرد نسبت به تیمار شاهد را نشان می‌دهد.

در کلیه ارقام با کاهش آبیاری در دوره پس از گلدهی عملکرد دانه کاهش یافت اما روند کاهش عملکرد در ارقام مختلف در اثر قطع آبیاری پس از گلدهی متفاوت بود (جدول ۲). در رقم فلات عملکرد دانه از ٤۱۷ گرم در مترمربع در تیمار شاهد به ۲۰٥ گرم در مترمربع در تیمار قطع کامل آبیاری پس از گلدهی کاهش یافت. در این رقم عملکرد دانه در تیمار قطع کامل آبیاری ٥۱ درصد کاهش

یافت. روند مشابهی برای رقم مرودشت مشاهده شد، بطوریکه عملکرد دانه در تیمار قطع کامل آبیاری نسبت به شاهد حدود ٤٧ درصد کاهش نشان داد. اما در ارقام پابلند مثل کاوه این میزان کاهش کمتر بود بطوریکه در رقم کاوه عملکرد از ٢٣٤ گرم در تیمار شاهد به ٢٠٤ گرم در مترمربع در تیمار قطع کامل آبیاری کاهش یافت که این میزان از کاهش ١٣ درصدی نسبت به تیمار شاهد برخوردار بود. میزان کاهش عملکرد در ارقام عدل، قدس و کرج٣ نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ١٦، ٢٣ و ٣٢ درصد بود (جدول ٢).

نتایج بررسی اثر متقابل رقم و آبیاری نشان داد که ارقام مختلف واکنش متفاوتی نسبت به تیمار آبیاری نشان دادند. به‌طوری‌که در ارقام کاوه و قدس (که جزو ارقام پابلند می‌باشند) تنها ١٣ و ٢٣ درصد کاهش عملکرد مشاهده شد در حالی که ارقام فلات و مرودشت (که از ارقام پاکوتاه می‌باشند) به‌ترتیب ٥١ و ٤٧ درصد کاهش مشاهده شد (جدول ٢). این امر نشان دهنده واکنش متفاوت ارقام مختلف در تحمل خشکی می‌باشد که بخش زیادی از آن به توانایی گیاه در استفاده مجدد از مواد پرورده ذخیره شده در ساقه می‌باشد. به عبارت دیگر ارقام با ارتفاع بیشتر بدلیل دارا بودن ذخایر بیشتر در ساقه و توانایی استفاده از آن برای پر شدن دانه در شرایط کمبود رطوبت و کاهش فتوسنتز جاری کمتر تحت تأثیر شرایط نامساعد خشکی پس از گلدهی قرار گرفته‌اند. چنین واکنشی در ارقام مورد بررسی در انگلستان توسط فولکس و همکاران (٢٠٠٢) نیز مشاهده شده است. آنها مشاهده کردند که میزان تلفات خشکی در ارقام مختلف از ٢/٨ تن در هکتار تا ٣/٥ تن در هکتار متفاوت بود.

در بررسی ارقام با ارتفاع مختلف در استرالیا نیز مشاهد شد که ارقام جدید پاکوتاه و نیمه پاکوتاه (ارقام Gutha و Kulin) عملکرد دانه بیشتری نسبت به ارقام پابلند قدیمی دارا بودند. اما در شرایط مساعد برتری عملکرد با ارقام مدرن بود (فلانگ و سدیک، ١٩٩١). بلوم و همکاران (١٩٩٤، ١٩٩٧) مشاهده کردند که در گندم و سورگوم عملکرد ارقام با ارتفاع زیاد در مقایسه با ارقام پاکوتاه کمتر تحت تأثیر خشکی بعد از گلدهی قرار می‌گیرد که این بواسطه بیشتر بودن کربوهیدارت‌های ذخیره شده در ساقه در ارقام با ارتفاع زیادتر است. همچنین بلوم و همکاران (١٩٩٤) در بررسی اثر تنش گرمایی بر دو رقم گندم با در نظر گیری نقش ذخایر ساقه در پر شدن دانه مشاهده کردند که در یکی از ارقام میزان کاهش عملکرد در اثر تنش گرمایی کمتر از رقم دیگر بود. این امر به‌دلیل بیشتر بودن ذخایر ساقه در رقم برتر و استفاده از این ذخایر برای پر شدن بهتر دانه بود.

عملکرد بیولوژیک: اختلاف آماری معنی‌داری بین ارقام مختلف از نظر عملکرد بیولوژیک مشاهده شد (جدول ٣). بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب در ارقام عدل و کرج ٣ مشاهد شد. بین

ارقام قدس، مرودشت و فلات همچنین کاوه و کرج ۳ از نظر میزان عملکرد بیولوژیک تولیدی اختلاف آماری معنی داری وجود نداشت. بیشتر بودن عملکرد بیولوژیک در رقم عدل احتمالاً بدلیل ارتفاع ساقه بیشتر است. در عین حال این ویژگی در سایر ارقام پابلند مانند کاوه و کرج ۳ مشاهده نشد. در برخی مطالعات گزارش شده است که در طی اصلاح گندم عملکرد بیولوژیک در ارقام جدید نسبت به ارقام قدیمی افزایش یافته است (میری، ۲۰۰۹؛ وادینگتون و همکاران، ۱۹۸٦؛ شیرمن و همکاران، ۲۰۰۵).

تیمارهای آبیاری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک دارا بودند (جدول ۳) بیشترین عملکرد بیولوژیک (با مقدار ۹۱۸ گرم در مترمربع) در تیمار شاهد و کمترین عملکرد بیولوژیک در تیمار قطع کامل آبیاری در دوره پس از گلدهی (با مقدار ۷۰۸ گرم در مترمربع) مشاهده شد. همچنین تیمار یک آبیاری پس از گلدهی نسبت به تیمار شاهد بطور معنی داری عملکرد بیولوژیک کمتری تولید کرد.

جدول ۳- اثرات ساده و متقابل دو فاکتور رقم و آبیاری بر عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)

رقم	تیمار آبیاری†			
	T_1	T_2	T_3	میانگین
فلات	۸۳۳/۳Ab	۸۱۳/۸Aab	۸۰٤/۷Aa	۷۱۸/۳b
عدل	۱۰۷۵/۰Aa	۹۵٦/٦ABa	۸۳٤/۹Ba	۹۵۵/۵a
قدس	۹۵۲/۰Aa	۷۷۹/۳Bb	۷٦۵/۰Babc	۸۳۲/۱b
کرج ۳	۸۷٦/۰Ab	٦۹۷/۰Bc	٦۰۸/۰Bbc	۷۲۷/۰c
مرودشت	۹۳٤/۰Aab	۷٤٤/۳BCb	٦۲۳/۳Cbc	۷٦۷/۲bc
کاوه	۸٤۲/۷Ab	۷۰٤/۰ABbc	٦۱۳/۷Bbc	۷۲۰/۱c
میانگین	۹۱۸/۸A	۷۸۲/۵B	۷۰۸/۳C	

†: تیمارهای آبیاری عبارتند از T_1: آبیاری کامل دردوره پس از گلدهی (شاهد)، T_2 : کاربرد تنها یک آبیاری در دوره پس از گلدهی، T_3 : قطع کامل ابیاری در دوره پس از گلدهی

‡: حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵٪ با آزمون دانکن می باشد، حروف بزرگ برای مقایسه ردیفی و حروف کوچک برای مقایسه ستونی بکار برده شده است.

در کلیه ارقام با کاهش دفعات آبیاری در دوره پس از گلدهی عملکرد بیولوژیک کاهش یافت اما در مورد برخی از ارقام این کاهش عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نبود (جدول ۳). برای مثال در رقم

فلات کاهش عملکرد بیولوژیک در تیمار قطع کامل آبیاری پس از گلدهی معنی‌دار نبود هرچند عملکرد بیولوژیک در این تیمار از ۸۳۳ گرم به ۸۰٤ گرم در مترمربع کاهش یافت. در سایر ارقام تیمار قطع کامل آبیاری در دوره پس از گلدهی کاهش معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد نشان داد. عملکرد بیولوژیک در ارقام فلات، عدل قدس، کرج ۳، مرودشت و کاوه به‌ترتیب ۳، ۲۲، ۲۰، ۳۰، ۳۳ و ۳٤ درصد نسبت به تیمار آبیاری شاهد کاهش یافت.

علت اختلاف در واکنش عملکرد بیولوژیک ارقام مختلف به تیمار آبیاری احتمالاً به عادت رشد متفاوت این ارقام مربوط می‌شود. گندم یک گیاه رشد محدود است و این بدان معنی است که بعد از گرده افشانی رشد رویشی در این گیاه متوقف می‌شود. اما نتایج آزمایش حاضر حاکی از آن است که زمان توقف رشد رویشی در ارقام مختلف یکسان نیست. بطوری‌که قطع آبیاری در یک زمان برای هر رقم واکنش رشدی متفاوتی را نشان داده است.

همچنین مشاهده شده است که در گندم بیوماس تولید شده در گیاه برای رشد رویشی بعد از گلدهی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای مثال گبینگ و همکاران (۱۹۹۹) مشاهده کردند که از کربن انتقال مجدد یافته از ذخایر پیش از گلدهی ۲٤ تا ۳٤ درصد در بیوماس اندام‌های رویشی مشاهده شد. ارکولی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که تأثیر تنش خشکی بعد از گلدهی در گندم بستگی به میزان نیتروژن بکار رفته دارد. بطوری‌که در تیمار با میزان نیتروژن کمتر عملکرد بیولوژیک ۱٤ تا ۳٦ درصد کاهش یافت در حالی که در تیمار با نیتروژن مصرفی زیادتر، عملکرد بیولوژیک ۲۵ تا ٤۸ درصد کاهش یافت.

اجزای عملکرد دانه: تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله در ارقام مختلف تفاوت آماری معنی‌داری داشت (داده نشان داده نشده است). تعداد سنبله در واحد سطح از ویژگی‌های ذاتی هر رقم است و بین ارقام مختلف اختلاف معنی از نظر این صفت وجود دارد. آبیت و همکاران (۱۹۹۸) و وادینگتون و همکاران (۱۹۸٦) نیز گزارش کردند که اختلاف معنی داری بین تعداد سنبله در ارقام مختلف وجود دارد.

تیمارهای آبیاری تأثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله و تعداد دانه در سنبله در واحد سطح نداشتند. تعداد سنبله در واحدسطح و تعداد دانه در سنبله از ویژگی‌های هر رقم است که تحت تأثیر شرایط

محیطی نیز قرار می‌گیرد. پتانسیل تعداد سنبله و تعداد دانه در سنبله قبل از مرحله گلدهی تعیین می‌شود. در نتیجه تحت تأثیر شرایط پس از گلدهی (و ازجمله خشکی پس از گلدهی) قرار نمی‌گیرند. بنابراین تیمارهای آزمایشی تأثیری بر تعداد سنبله در واحد سطح نداشتند.

بین ارقام مختلف از نظر وزن هزار دانه اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ٤). دامنه تغییرات میانگین وزن هزار دانه بین ارقام مختلف از ۳۰/۸ تا ۳۸/۲ گرم متغیر بود. رقم کاوه و کرج۳ به ترتیب با وزن هزار دانه ۳۸/۲ و ۳٦/۷ گرم بیشترین وزن هزار دانه را داشتند. کمترین وزن هزار دانه با مقادیر ۳۱/۵ و ۳۰/۸ به ترتیب در ارقام عدل و فلات مشاهده شد.

تیمارهای آبیاری تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه نشان دادند (جدول ٤). کاهش تعداد دفعات آبیاری در دوره پس از گلدهی باعث کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه شد. بطوریکه وزن هزار دانه از ۳۸/۱ گرم در تیمار شاهد به ۳۰/۵ گرم (۲۲ درصد کاهش) در تیمار قطع کامل آبیاری در دوره پس از گلدهی کاهش یافت. بخش قابل توجهی از وزن دانه‌ها در دوره پر شدن دانه از فتوسنتز جاری حاصل می‌شود (امام و نیک نژاد، ۱۹۹٤) و کاهش رطوبت در دوره پر شدن دانه باعث کاهش فتوسنتز جاری در این دوره شده و در نتیجه وزن دانه‌ها کاهش می‌یابد. وزن هزار دانه آخرین جز از اجزا عملکرد است که تعیین می‌شود و تنها جز از اجزا عملکرد است که به شرایط محیطی دوره پس از گلدهی بستگی دارد (ایوانز، ۱۹۹۳). درعین کاهش وزن دانه می‌توانند باعث کاهش معنی داری عملکرد دانه گردد.

اثر متقابل معنی‌داری بر میانگین وزن دانه مشاهده شد و ارقام مختلف واکنش متفاوتی نسبت به کاهش آبیاری پس از گلدهی نشان دادند (جدول ٤). بیشترین کاهش وزن دانه با کاهش آبیاری در ارقام فلات و مرودشت مشاهده شد. بطوریکه در رقم فلات، قطع کامل آبیاری پس از گلدهی باعث کاهش میانگین وزن هزار دانه از ۳٦/۵ به ۲۳/۵ گرم (معادل ۳٦ درصد کاهش) شد. همچنین در رقم مرودشت وزن هزار دانه از ٤۰/۱ گرم به ۲٦/۷ گرم رسید و حدود ۳۳ درصد کاهش یافت.

جدول ٤- اثرات ساده و متقابل دو فاکتور رقم و آبیاری بر وزن هزار دانه (گرم) گندم

رقم	تیمار آبیاری†			میانگین
	T_1	T_2	T_3	
فلات	٣٦/٥Abc	٣٢/٦Abc	٢٣/٥Bd	٣٠/٨c
	(٠)*	(١١)	(٣٦)	
عدل	٣٢/٩Ac	٣١/٤Ac	٣٠/١Abc	٣١/٥c
	(٠)	(٤)	(٨)	
قدس	٣٩/٤Aab	٣٣/٧Bab	٣٠/٦Bb	٣٤/٦b
	(٠)	(١٤)	(٢٢)	
کرج ٣	٤٠/٢Aa	٣٥/٦Ba	٣٤/٣Ba	٣٦/٧ab
	(٠)	(١١)	(١٥)	
مرودشت	٤٠/١Aa	٣٣/٦Bab	٢٦/٧Bcd	٣٣/٥bc
	(٠)	(١٦)	(٣٣)	
کاوه	٣٩/٦Aa	٣٧/١Aa	٣٥/٩Aa	٣٨/٢a
	(٠)	(٦)	(٩)	
میانگین	٣٨/١A	٣٤/٠B	٣٠/٥C	

†: تیمارهای آبیاری عبارتند از T_1: آبیاری کامل دردوره پس از گلدهی (شاهد)، T_2 : کاربرد تنها یک آبیاری در دوره پس از گلدهی، T_3 : قطع کامل ابیاری در دوره پس از گلدهی.

‡: حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف آماری معنی دار در سطح ٥٪ با آزمون دانکن می باشد، حروف بزرگ برای مقایسه ردیفی و حروف کوچک برای مقایسه ستونی استفاده شده اند.

*: اعداد موجود در پرانتز، درصد کاهش عملکرد نسبت به تیمار شاهد را نشان می‌دهد.

کمترین کاهش وزن هزار دانه در ارقام کاوه و عدل مشاهده شد. بطوریکه با قطع کامل آبیاری پس از گلدهی در رقم عدل میانگین وزن هزار دانه تنها ٨ درصد (از ٣٢/٩ به ٣٠/١ گرم) و در رقم کاوه تنها ٩ درصد (از ٣٩/٦ به ٣٥/٩ گرم) نسبت به تیمار شاهد آبیاری کاهش یافت. میزان کاهش وزن هزار دانه برای ارقام قدس و کرج ٣ به‌ترتیب ٢٢ و ١٥ درصد بود.

مقایسه جدول ٤ با جدول ٢ نشان می‌دهد که رابطه مستقیمی بین میزان کاهش وزن دانه با میزان کاهش عملکرد دانه با قطع آبیاری پس از گلدهی وجود دارد. به‌طوری‌که بیشترین کاهش عملکرد دانه در ارقام فلات و مرودشت مشاهده می‌گردد که بیشترین کاهش وزن هزار دانه در آنها مشاهده شد.

همچنین کمترین میزان کاهش عملکرد دانه مربوط به ارقام عدل و کاوه بود که کمترین کاهش وزن هزار دانه را نشان دادند. در واقع در این آزمایش کاهش آبیاری پس از گلدهی با تغییر وزن دانه باعث تغییر عملکرد دانه شد.

علت واکنش متفاوت میانگین وزن دانه ارقام مختلف نسبت به تیمار آبیاری به توانایی استفاده از ذخایر ساقه در آنها مربوط می‌شود. با قطع آبیاری پس از گلدهی فتوسنتز جاری کاهش یافته و در نتیجه ارقامی که انتقال مجدد بیشتری داشته باشند، وزن دانه آنها به میزان کمتری کاهش می‌یابد. این موضوع در درجه اول به ارتفاع ساقه ارقام مربوط می‌شود. بطوری‌که وزن دانه و عملکرد دانه در ارقام عدل و کاوه که بیشترین ارتفاع ساقه را داشتند، کمتر تحت تأثیر شرایط نامساعد پس از گلدهی قرار گرفت. عکس این موضوع برای ارقام مرودشت و فلات که کمترین ارتفاع ساقه را داشتند، مشاهده شد.

اهدایی و همکاران (۲۰۰۸) مشاهده کردند که در گندم میانگین وزن هزار دانه تحت تأثیر تنش خشکی پس از گلدهی از ٤٦/٨ به ٣٤/٧ گرم کاهش یافت. همچنین مشاهده کردند که در ۱۱ رقم گندم مورد بررسی اختلاف ژنتیکی معنی‌داری از نظر میزان کاهش وزن هزار دانه وجود دارد. بطوری‌که در برخی از ارقام وزن هزار دانه در شرایط خشکی پس از گلدهی ۱۷ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت در حالی‌که در دیگر ارقام وزن هزار دانه تا ۳۳ درصد کاهش یافت (اهدایی و همکاران، ۲۰۰۸). راوسون و ایوانز (۱۹۷۱) نیز مشاهده کردند که در ارقام مختلف گندم با ارتفاع ساقه متفاوت میزان مشارکت ذخایر ساقه در وزن دانه بین ۳ تا ۱۳ درصد متفاوت است. همچنین مشاهده شده است که تحت شرایط تنش گرمایی پس از گلدهی در گندم اختلاف زیادی بین ارقام از نظر توانایی انتقال مجدد و استفاده از آن برای جلوگیری از کاهش وزن دانه وجود دارد (بلوم و همکاران، ١٩٩٤).

به نظر می‌رسد که در ارقام جدید و پاکوتاه در مقایسه با ارقام پابلند گندم، وزن دانه حساسیت بیشتری به دستکاری مبدأ در طی دوره پر شدن دانه دارد (کراک و همکاران، ۱۹۹۷؛ فیشر، ۲۰۰۱). برای مثال کراک و همکاران (۱۹۹۷) با حذف برگ‌ها در دوره پس از گلدهی در ارقام گندم اصلاح شده در فاصله سال‌های ۱۹۲۰ تا ۱۹۹۰، مشاهده کردند که در ارقام قدیمی و پابلند وزن دانه تحت تأثیر قرار نگرفت ولی در ارقام جدید وزن دانه بطور معنی‌داری کاهش یافت. آنها نتیجه گرفتند که اگر

نسبت مبدأ- مقصد[1] در طی اصلاح گندم بیش از این کاهش یابد، عملکرد دانه در ارقام مدرن گندم به‌طور همزمان هم بوسیله مبدأ و هم مقصد محدود خواهد شد. بنابراین تلاش‌های اصلاحی باید در جهت بهبود همزمان قدرت مبدأ و مقصد باشد.

وزن ساقه: اختلاف آماری معنی‌داری بین ارقام مختلف از نظر میانگین وزن ساقه مشاهده شد (جدول ۵). دامنه تغییرات وزن ساقه بین ارقام مختلف از ۳۵۲ تا ۳۹۵ گرم در مترمربع متفاوت بود. بیشترین میزان وزن ساقه در ارقام عدل و مرودشت (به‌ترتیب با میانگین ۳۹۵ و ۳۸٦ گرم در مترمربع) مشاهده شد، در حالی که کمترین میزان وزن ساقه مربوط به ارقام فلات و کرج ۳ (به‌ترتیب با میانگین ۳۵۲ و ۳٦۱ گرم در مترمربع) بود. به نظر می‌رسد که در ارقام گندم وزن ساقه جز اصلی عملکرد بیولوژیک را تشکیل می‌دهد. بطوریکه در رقم کرج ۳ که از وزن ساقه پایین برخوردار بود، کمترین عملکرد بیولوژیک مشاهد شد، در حالی‌که بیشترین عملکرد بیولوژیک در رقم عدل مشاهده شد که وزن ساقه بالایی نیز دارا بود.

تیمارهای آبیاری تأثیر معنی‌داری بر میانگین وزن ساقه داشتند (جدول ۵). کاهش آبیاری پس از گلدهی باعث کاهش معنی‌دار وزن ساقه گندم شد. بطوریکه قطع کامل آبیاری پس از گلدهی باعث کاهش وزن ساقه تا ۱۹ درصد نسبت به تیمار شاهد (از ٤۱۰ گرم به ۳۳۳ گرم در مترمربع) شد. این میزان کاهش وزن ساقه نشان‌دهنده انتقال مجدد ذخایر ساقه به دانه در حال رشد است. مشاهده شده است که کمبود آب بعد از گلدهی باعث کاهش معنی‌دار آسیمیلاسیون کربن می‌شود و از اینرو کاهش فراهمی فتوسنتز جاری برای دانه در حال رشد می‌شود، اما انتقال کربن ذخیره شده به دانه تحت تأثیر تنش خشکی قرار نمی‌گیرد (نیکولاس و همکاران، ۱۹۸۵). کمبود آب در خلال پر شدن دانه همچنین باعث افزایش درصد انتقال مجدد در مقایسه با فتوسنتز جاری در دانه می‌شود، اما اینکه این امر بیشتر نتیجه افزایش میزان انتقال مجدد یا کاهش میزان فتوسنتز جاری است هنوز به‌طور کامل مشخص نشده است (کوباتا و همکاران، ۱۹۹۲).

در گندم مواد پرورده ذخیره شده قبل از گلدهی در ساقه و غلاف‌ها ۲۵ تا ۳۳ درصد از وزن نهایی دانه را تشکیل می‌دهد (گبینگ و همکاران، ۱۹۹۹). فلانگ و سدیک (۱۹۹۱) با استفاده از کربن رادیواکتیو نشان دادند که در محیط‌ها و ارقام مختلف به‌طور میانگین مواد خشک غیر ساختاری ذخیره

1- Soure-Sink

شده در ساقه حداقل ۲۰ درصد از وزن خشک دانه را تشکیل می‌دهد. به عقیده گبینگ و همکاران (۱۹۹۹) کل وزن خشک اندام‌های رویشی بالای سطح خاک در گیاهان زراعی به‌طور معمول در طی مراحل انتهایی دوره پر شدن دانه کاهش می‌یابد. بطوری‌که در زمان رسیدن فیزیولوژیک کل وزن خشک اندام‌های رویشی بطور معنی‌داری کمتر از وزن خشک این اندام‌ها در مرحله گرده افشانی است. این امر به‌دلیل انتقال مجدد ذخایر مواد پرورده به دانه است.

جدول ۵- اثرات ساده و متقابل دو فاکتور رقم و آبیاری بر وزن خشک ساقه (گرم در متر مربع) گندم

رقم	تیمار آبیاری†			میانگین
	T_1	T_2	T_3	
فلات	۳۹۸Ab	۳٤٤Bc	۳۱۵Bc	۳۵۲c
	(۰) *	(۱٤)	(۲۱)	
عدل	٤۵۵Aa	٤۰٤Ba	۳۲۷Bbc	۳۹۵a
	(۰)	(۱۱)	(۲۸)	
قدس	٤۰۲Ab	۳٦۱Bbc	۳٤۲Bab	۳٦۸bc
	(۰)	(۱۰)	(۱۵)	
کرج ۳	۳۹۲Ab	۳٦۳ABbc	۳۲۷Bbc	۳٦۱c
	(۰)	(۷)	(۱۷)	
مرودشت	٤۰۷Ab	۳۸٤ABa	۳٦۸Ba	۳۸٦ab
	(۰)	(٦)	(۱۰)	
کاوه	٤۰۸Ab	۳٦٤Ba	۳۱۹Bc	۳٦۳bc
	(۰)	(۱۱)	(۲۲)	
میانگین	٤۱۰A	۳۷۰B	۳۳۳C	

†: تیمارهای آبیاری عبارتند از T_1: آبیاری کامل در دوره پس از گلدهی (شاهد)، T_2 : کاربرد تنها یک آبیاری در دوره پس از گلدهی، T_3: قطع کامل ابیاری در دوره پس از گلدهی

‡: حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد، حروف بزرگ برای مقایسه ردیفی و حروف کوچک برای مقایسه ستونی استفاده شده‌اند.

*: اعداد موجود در پرانتز، درصد کاهش عملکرد نسبت به تیمار شاهد را نشان می‌دهد.

اثر متقابل رقم و آبیاری بر میانگین وزن ساقه معنی‌دار بود (جدول ۵). در کلیه ارقام مورد آزمایش با کاهش آبیاری پس از گلدهی وزن ساقه‌ها بطور معنی‌داری کاهش یافت، اما میزان کاهش وزن در ارقام مختلف، یکسان نبود. بطوری‌که درصد کاهش وزن دانه تحت تأثیر تیمار خشکی پس از گلدهی در ارقام مختلف بین ۱۰ تا ۲۸ درصد متغیر بود. بیشترین میزان کاهش وزن ساقه در رقم عدل (۲۸ درصد) مشاهده شد، بطوری‌که وزن ساقه از ٤٥٥ گرم در تیمار شاهد آبیاری به ۳۲۷ گرم در مترمربع در تیمار قطع کامل آبیاری رسید. کمترین میزان کاهش وزن ساقه نیز در رقم مرودشت (۱۰ درصد کاهش) مشاهده شد، بطوری‌که میانگین وزن ساقه از ٤٠٧ گرم در تیمار شاهد به ۳٦۸ گرم در مترمربع در تیمار قطع کامل آبیاری پس از گلدهی کاهش یافت. درصد کاهش وزن ساقه برای ارقام فلات، قدس، کرج ۳ و کاوه در تیمار قطع کامل آبیاری به‌ترتیب ۲۱، ۱۵، ۱۷ و ۲۲ درصد بود.

شرکت مواد پرورده ذخیره شده در پر شدن دانه به عواملی مانند ژنوتیپ، شرایط آزمایشی و روش اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای بستگی دارد (اهدایی و همکاران، ۲۰۰٦b). بونت و اینکول (۱۹۹۲) نشان دادند که نسبت شرکت ذخایر پیش و پس از گلدهی در پر شدن دانه بین ۱:۱/۳ تا ۱:۳/۱ متفاوت بود. همچنین ارقامی که درصد بیشتری از ساقه خود را از دست دادند، عملکرد دانه بیشتری نیز داشتند. به عقیده اهدایی و همکاران (۲۰۰٦a) خشکی باعث افزایش راندمان انتقال مجدد ذخایر از ساقه می‌شود و گزارش کردند که وزن مخصوص ساقه[1] با انتقال مجدد ذخایر ساقه همبستگی دارد. علاوه بر این آنها نشان دادند که تسهیم متعادل طول ساقه به میانگره‌های بالایی و پایینی و میانگره‌هایی که حداکثر وزن مخصوص را دارند از نظر تجمع و انتقال مجدد ذخایر ساقه در ارقام مختلف اهمیت زیادی دارد.

نتیجه‌گیری

بطورکلی نتایج آزمایش حاضر نشان داد که تنش خشکی پس از گلدهی باعث کاهش معنی‌دار وزن دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و کاهش وزن ساقه می‌گردد. تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و ارتفاع ساقه تحت تأثیر خشکی پس از گلدهی قرار نگرفت. تنش خشکی باعث تغییر قابل توجه وزن ساقه در مقایسه با تیمار شاهد شد که این می‌تواند معیاری از

1- Stem specific weight

انتقال ذخایر ساقه به دانه باشد. ارقام مختلف از نظر کاهش وزن دانه و عملکرد دانه با کاهش آبیاری پس از گلدهی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. ارقام با ارتفاع ساقه زیاد در شرایط کاهش آبیاری به میران کمتری تحت تأثیر تنش خشکی پس از گلدهی قرار گرفتند. بطوری‌که ارقامی مانند عدل و کاوه که ارتفاع ساقه بیشتری داشتند در مقایسه با ارقام مرودشت و فلات، کمتر تحت تأثیر قطع آبیاری پس از گلدهی قرار گرفتند. این امر نشان دهنده این است که با کاهش ارتفاع ساقه در ارقام جدید و پر محصول (مانند مرودشت و فلات) میزان ذخایر ساقه کاهش یافته و از اینرو حساسیت این ارقام به شرایط نامساعد پس از گلدهی بیشتر از ارقام قدیمی و پابلند است. شرکت بیشتر ذخایر ساقه در دانه در ارقام عدل و کاوه یا به‌دلیل بیشتر بودن وزن ساقه و در نتیجه ذخایر ساقه و یا بدلیل راندمان بیشتر این ارقام در انتقال مجدد ذخایر ساقه بود. بنابراین بطورکلی به نظر می‌رسد که در ارقام اصلاح شده در کشور، همراه با افزایش عملکرد میزان ذخایر ساقه و نقش آنها در پر شدن دانه کاهش یافته است. در حالیکه این صفت یک ویژگی مهم برای شرایط نامساعد پس از گلدهی است. بنابراین پیشنهاد می‌شود که در برنامه‌های اصلاحی صفت مربوط به ذخایر ساقه در ارقام جدید بکار گرفته شود تا در شرایط نامساعد پس از گلدهی به حفظ وزن دانه کمک کند.

منابع

Abbate, P.E., Andrate, F.H., Lazaro, L., Briffi, J.H. and Berardocco, H.G. 1998. Grain yield increase in recent Argentine wheat cultivars. Crop Sci. 38: 1203-1209.

Austin, R.B., Edrich, J.A., Ford, M.A. and Blackwell, R.D. 1977. The fate of dry matter, carbohydrates and ^{14}C lost from the leaves and stems of wheat during grain filling. Ann. Bot. 41: 1309-1321.

Austin, R.B., Ford, M.A. and Morgan, C.L. 1989. Genetic improvement in the yield of winter wheat: a further evaluation. J. Agric. Sci. Camb. 112: 295-301.

Blum, A., Simmena, B., Mayer, J., Golan, G. and Shpiler, L. 1994. Stem reserve mobilization supports wheat-grain filling under heat stress. Aust. J. Plant Physiol. 21: 771-781.

Blum, A., Golan, G., Mayer, J. and Sinmena, B. 1997. The effect of dwarfing genes on sorghum grain filling from remobilized stem reserves under stress. Field Crop Res. 52: 43-54.

Bonnett, G.D. and Incoll, L.D. 1992. The potential pre-anthesis contribution of stem internodes to grain yield in crops of winter barley. Ann. Bot. 69: 219-225.

Cruz-Aguado, J.A., Rodes, R., Perez, I.P. and Dorado, M. 2000. Morphological characteristics and yield components associated with accumulation and loss of dry matter in internodes of wheat. Field Crop Res. 66: 129-139.

Ehdaie, B., Alloush, G.A. and Waines, J.G. 2008. Genotypic variation in linear rate of grain growth and contribution of stem reserves to grain yield in wheat. Field Crop Res. 106: 34-43.

Ehdaie, B., Alloush, G.A., Madore, M.A. and Waines, J.G. 2006a. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. Postanthesis changes in internode dry matter. Crop Sci. 46: 735-746.

Ehdaie, B., Alloush, G.A., Madore, M.A. and Waines, J.G. 2006b. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: II. Postanthesis changes in internode water soluble carbohydrates. Crop Sci. 46: 2093-2103.

Ehdaie, B. and Waines, J.G. 1996. Genetic variation for contribution of preanthesis assimilates to grain yield in spring wheat. J. Genet. Breed. 50: 47-56.

Emam, Y. 2007. Cereal production. Shiraz University Press. 190p.

Emam, Y. and Niknejad, M. 1994. An Introduction to physiology of crop yield. Shiraz University Press. 571p.

Ercoli, L., Lulli, L., Mariotti, M., Masoni, A. and Arduini, I. 2008. Postanthesis dry matter and nitrogen dynamics in durum wheat as affected by nitrogen supply and soil water availability. Eur. J. Agron. 28: 138-147.

Evan, L.T. Wardlaw, I.F. and Fischer, R.A. 1975. Wheat. In: Evans, L.T. Crop Physiology. Cmbridge University Press. PP. 101-149.

F.A.O. 2009. stattistical database. Available online: Http// www. FAO. Org.

Fischer, R.A. 2001. Selection traits for improving yield potential. In: Application of Physiology in Wheat Breeding. Raynolds, M. P., J. I. Ortize-Monasterio and a. McNoab (eds). Mexico, D. F. CIMMYT.

Foulkes, M.J., Scott, R.K. and Sylvester-Bradley, R. 2002. The ability of wheat cultivars to withstand drought in UK conditions. J. Agric. Sci. 138: 153-169.

Gallagher, E.J. 1984. Cereal Production. Butterworth & Co (Publishers) Ltd. 317p.

Gallagher, J.N., Biscoe, P.V. and Scott, R.K. 1975. Barley and its environment. V. Stability of grain weight. J. Appl. Ecol. 12: 319-336.

Gallagher, J.N., Biscoe, P.V. and Hunter, B. 1976. Effects of drought on grain growth. Nature 264: 541-542.

Gebbing, T., Schnyder, H. and Kuhbauch, W. 1999. The utilization of pre-anthesis reserves in grain filling of wheat. Plant Cell Env. 22: 851-858.

Hall, A.J., Whitfield, D.M. and Connor, D.J. 1990. Contribution of preanthesis assimilates to grain – filling in irrigated and water- stressed sunflower crops. II. Estimates from a carbon budget. Field Crop Res. 24: 273-294

Kobata, T., Palta, J.A. and Turner, N.C. 1992. Rate of development of postanthesis water deficits and grain filling of spring wheat. Crop Sci. 32: 1238-1242.

Kruk B.C., Calderini, B.F. and Slafer, G.A. 1997. Grain weight in wheat cultivars released from 1920 to 1990 as affected by post-anthesis defoliation. J. Agric. Sci. 128: 273-281.

Kumar, R., Sarawgi, A.K., Ramos, C. and Amarante, S.T. 2006. Partitioning of dry matter during drought stress in rainfed lowland rice. Field Crop Res. 98: 1-11.

Miri, H.R. 2009. Grain yield and morpho-physiological changes from 60 years of genetic improvement of wheat in Iran. Exp. Agric.45: 149-163.

Nicolas, M.E., Gleadow, R.M. and Dalling, M.J. 1985. Effect of post-anthesis drought on cell division and starch accumulation in developing wheat grains. Ann. Bot. 55: 433-444.

Pheloung, P.C. and Seddique, K.H.M. 1991. Contribution of stem dry matter to grain yield in wheat cultivars. Aust. J. Plant Physiol. 18: 53-64.

Rawson, H.M. and Evans, L.T. 1971. The contribution of stem reserves to grain development in range of wheat cultivars with different height. Aust. J. Agric. Res. 22: 851-863.

Sayre, K.D., Rajram, S. and Fischer, R.A. 1997. Yield potential progress in short bread wheats in northwest Mexico. Crop Sci. 37: 36-42.

Shakiba, M.R., Ehdaie, B., Madore, M.A. and Waines, J.G. 1996. Contribution of internode reserves to grain yield in a tall and semi dwarf spring wheat. J. Genet. Breed. 50: 91-100.

Shearman, V.J., Sylvester-Bradley, R., Scott, R.K. and Foulkes, M.J. 2005. Physiological Processes Associated with Wheat Yield Progress in the UK. Crop Sci. 45: 175-185.

Waddington, S.R., Ranson, J.K., Osmanza, M. and Saunders, D.A. 1986. Improvement in the yield potential of bread wheat adapted to northwest Mexico. Crop Sci. 26: 698-703.

Zhou, Y., He, Z.H., Chen, X.M., Wang, D.S., Yan, J., Xia, X.C. and Zhang, Y. 2007. Genetic Improvement of Wheat Yield Potential in North China. Development in Plant Breeding. Springer Netherlands. Pp 583-589.

EJCP., Vol. 3 (1): 1-19
www.ejcp.info

Effect of post-anthesis drought stress on contribution of stem reserves in grain yield of different wheat cultivars

H.R. Miri
Assistant Prof. Islamic Azad University Arsanjan Branch, Fars Province

Abstract

Concinciding of wheat growth in post-anthesis period by water deficiency can result in reduction of current photosynthesis. In this circumstance stem-stored carbohydrate from pre-anthesis period had an important role in supporting assimilates for growing grain. An experiment was conducted in 2007-8 in experimental farm of Arsanjan Islamic Azad University, in order to investigation the quantity of stem reserves in different wheat cultivars of different height. The randomized block, split-plot design was used in the experiment. Main plots consisted of three irrigation regimes (full irrigation, only one irrigation in post-anthesis and without irrigation during post-anthesis period) and subplot consisted of six wheat cultivars (Marvdasht, Falat, Ghods, Karaj3, Adl and Kaveh). The results showed that water holding in post-anthesis period significantly reduced grain yield, biological yield, grain weight and stem weight. Grain yield, biological yield, harvest index, number of ear m^{-2}, number of seed ear^{-1} and plant height significantly differed between cultivars. The interaction effects of cultivars and irrigation indicated that different cultivars respond differently to reduction of irrigation. By withholding post-anthesis irrigation the adverse effects of drought on grain weight and grain yield in tall cultivars was lower in comparison with dwarf cultivars. Losses of stem weight with irrigation withholding were higher in tall cultivars. These results indicated that tall cultivars have more stored reserves in stem, which can be used in unfavourable condition for grain filling. By the other word remobilization is higher in tall cultivars and this trait can be used for developing drought tolerance in breeding programs.

Keywords: Stem reserves; Current photosynthesis; Yield; Grain weight; Wheat.

* - Corresponding Author; Email: hrmiri@iaua.ac.ir