

# واکنش ارقام مختلف گندم به تنش خشکی بعد از گلدهی

فرحناز ممتازی<sup>۱</sup>

## چکیده

رشد گندم در دوره پس از گلدهی معمولاً با شرایط نامساعد بویژه با کمبود رطوبت مواجه می‌شود که باعث کاهش میزان فتوسنتز جاری می‌گردد و در نتیجه کاهش فراهمی مواد پرورده برای دانه در حال رشد می‌گردد. در این شرایط 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 ۱۳۸۶-۸۷ مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان اجرا شد. طرح آزمایشی کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی مورد استفاده قرار گرفت و تیمارها شامل ۶ رقم گندم با ارتفاع ساقه متفاوت (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. در هنگام رسیدگی فیزیولوژیک صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، ارتفاع ساقه و وزن ساقه اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که قطع آبیاری پس از گلدهی باعث کاهش معنی دار عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و وزن ساقه گردید. همچنین ارقام مختلف از نظر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در مترمربع، ارتفاع ساقه و وزن ساقه اختلاف معنی داری با یکدیگر دارند. مقایسه اثرات متقابل رقم و آبیاری نشان داد که ارقام مختلف واکنش متفاوتی نسبت به قطع آبیاری پس از گلدهی نشان می‌دهند بطوریکه 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. به عبارت دیگر انتقال مجدد در ارقام پابلند بیشتر است که این ویژگی می‌تواند برای توسعه ارقام مقاوم به خشکی در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد.

**کلمات کلیدی:** گندم، عملکرد، وزن دانه، انتقال مجدد، فتوسنتز جاری، ذخایر ساقه

## مقدمه

از ۳۵۰ هزار گونه‌ی گیاهی موجود روی زمین، تنها ۱۵۰ گونه‌ی آن به عنوان گونه‌های غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند که از این تعداد فقط ۱۵ گونه در سطح تجارتي 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، ۱۹۸۴). غلات مهمترین گیاهان غذایی کره زمین و تامین کننده‌ی ۷۰ درصد غذای مردم کره‌ی زمین می‌باشند و برآستی غلات پایه‌ی اصلی تغذیه و بقای بشر به شمار می‌روند (امام، ۱۳۸۶). گندم از نظر تولید و سطح زیر کشت جهانی نسبت به دیگر غلات دانه‌ای رتبه اول را دارا می‌باشد. تولید گندم در جهان سال ۲۰۰۴ میلادی حدود ۲۲۷۰ میلیون تن بوده‌است. در ایران در سال ۲۰۰۵ گندم در سطح ۶/۵ میلیون هکتار کشت شده و تولید آن حدود ۱۴/۵ میلیون تن بوده است (فائو، ۲۰۰۷).

کشور ما در نقاط خشک و نیمه خشک جهان واقع شده است. در چنین نقاطی از جهان با پیشرفت دوره رشد گندم و ورود گندم به مرحله پرشدن دانه به تدریج از میزان بارندگی ها کاسته شده و از طرفی دمای هوا، تبخیر و تعرق و در نتیجه نیاز آبی گندم افزایش می یابد. بنابراین در بسیاری از شرایط (بوژه در زراعت دیم و نقاط با کمبود آب) در چنین مرحله ای از رشد ممکن گیاه تا حدودی با کمبود آب مواجه شده و حدی از تنش خشکی و گرمایی را تجربه کند که این می تواند 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 مستقیماً به دانه انتقال می یابد، ۲) کربوهیدرات هایی که پس از گلدهی تولید شده اما قبل از انتقال به دانه موقتاً در ساقه ذخیره می شود

و ۳) کربوهیدرات هایی تولید شده قبل از گلدهی که عمدتاً در ساقه ذخیره شده و در طی دوره پر شدن دانه مجدداً به دانه انتقال می یابد (کوباتا و همکاران، ۱۹۹۲؛ گبینگ و همکاران، ۱۹۹۹؛ اهدایی و همکاران، ۲۰۰۶). در دوره پیش از گلدهی و ۱۵ تا ۲۰ روز اول پس از گلدهی که شرایط برای فتوسنتز و تولید مساعدتر است تولید مواد پروده<sup>۱</sup> بیش از نیاز گیاه است و بخشی از آن در ساقه‌ها و غلاف برگ‌ها ذخیره می شود (هی و واکر، ۱۳۷۳).

دو صفت تعیین کننده میزان شرکت ساقه در تأمین مواد پرورده برای دانه است (اهدایی و وینز، ۱۹۹۶). اول توانایی ساقه برای ذخیره مواد پرورده که این بستگی به ارتفاع ساقه و وزن مخصوص آن دارد. دوم راندمان متحرک شدن و انتقال مجدد مواد ذخیره شده به دانه. جزء دوم تابعی است از قدرت مقصد<sup>۲</sup> بطور ژنتیکی که به تعداد دانه در سنبله و وزن دانه بستگی دارد (کومار و همکاران، ۲۰۰۶).

فلانگ و سدیک (۱۹۹۱) با استفاده از کربن رادیواکتیو نشان دادند که در محیط‌های و ارقام مختلف بطور میانگین مواد خشک غیر ساختاری ذخیره شده در ساقه حداقل ۲۰ درصد از وزن خشک دانه را تشکیل می‌دهد. 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، ۲۰۰۶). ذخایر ساقه و شرکت آنها در دانه را می توان بوسیله اندازه گیری تغییرات وزن خشک میانگره‌ها در دوره پس از گلدهی (کروز-آگاتا و همکاران، ۲۰۰۰) و یا تغییرات میزان کربوهیدرات‌های محلول ساقه در طی دوره پر شدن دانه (بلوم و همکاران، ۱۹۹۴) بر آورد

<sup>1</sup>- Assimilate

<sup>2</sup> Sink Strength

یک درصد ماده آلی،  $pH = 7/9$  بود و قابلیت هدایت هیدرولیکی (EC)  $0/59$  میلی موس بر سانتی متر بود. زمین محل آزمایش در سال قبل از کاشت زیر کشت ذرت بود و در اول پاییز شخم زده شد. پس از شخم و تسطیح زمین میزان  $100$  کیلوگرم کود فسفات آمونیوم ( $46$  درصد  $P_2O_5$  و  $18$  درصد نیتروژن) در هکتار بصورت پایه و  $200$  کیلوگرم اوره ( $46$  درصد نیتروژن) که یک سوم آن در هنگام تهیه بستر کاشت به صورت یکنواخت در مزرعه پخش و سپس با دیسک تا عمق  $15$  سانتی متری با خاک مخلوط شد. باقی مانده کود اوره در دو نوبت در مراحل پنجه زنی و شروع ساقه رفتن به صورت سرک و بطور مساوی به کرت های آزمایشی اضافه شد. کرت های آزمایش به طول  $4$  متر و عرض  $2$  متر انتخاب و هر کرت شامل  $12$  خط به طول  $4$  متر و به فاصله  $13$  سانتی متر از یکدیگر بود. کاشت بذر گندم در کرت های آزمایشی در تاریخ  $5$  آبان ماه با تراکم  $350$  بوته در مترمربع بوسیله دست صورت گرفت. آبیاری اول بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری های بعدی بر حسب نیاز تا پایان فصل رشد انجام گرفت. به منظور مبارزه با علف های هرز پهن برگ از علف کش گرانتار در مرحله سه برگگی استفاده گردید و علف های هرز باقیمانده با وجین دستی از بین رفتند.

آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. کرت های اصلی شامل سه تیمار آبیاری و کرت های فرعی شامل  $6$  رقم گندم بود. تیمارهای آبیاری پس از اتمام گلدهی اعمال شدند و 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 یک آبیاری تیمار  $T_2$  در مرحله خمیری نرم انجام شد. قطع

کرد. همچنین می توان از طریق مقایسه اختلاف وزن خشک کنوپی منهای دانه در مرحله گرده افشانی و رسیدن فیزیولوژیک این فرآیند را اندازه گیری کرد (شکیبا و همکاران،  $1996$ ). به عقیده گبینگ و همکاران ( $1998$ ) کل وزن خشک اندامهای رویشی بالای سطح خاک در گیاهان زراعی بطور معمول در طی مراحل انتهایی دوره پر شدن دانه کاهش می یابد. بطوریکه در زمان رسیدن فیزیولوژیک کل وزن خشک اندامهای رویشی بطور معنی داری 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 سال های گذشته با افزایش عملکرد دانه، ارتفاع ساقه گندم کاهش معنی داری یافته است (میری،  $1386$ ؛ آستین و همکاران،  $1980$ ؛  $1989$ ؛ سائری و همکاران،  $1997$ ؛ شیرمن و همکاران،  $2005$ ؛ زو و همکاران،  $2007$ ) اما مشخص نشده است که آیا با کاهش ارتفاع در ارقام مدرن گندم میزان ذخیره مواد پرورده یا کارایی انتقال مجدد آن به دانه چه تغییری یافته است. از طرفی در کشور با توجه به مواجه شدن دوره پر شدن دانه با شرایط نامساعد از نظر رطوبت و گرما، کربوهیدرات های ذخیره ای ساقه اهمیت زیادی دارند. بنابراین برای آگاهی از این امر پژوهش حاضر طراحی و اجرا شد.

### مواد و روش ها

آزمایش حاضر در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان واقع در شهرستان ارسنجان با ارتفاع  $1690$  متر از سطح دریا و طول جغرافیایی  $53$  درجه و  $19$  دقیقه و عرض جغرافیایی  $29$  درجه و  $55$  دقیقه در  $120$  کیلومتری شمال شرق شیراز صورت گرفت. بافت خاک مزرعه از نوع بافت شنی رسی با

تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام شد و میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند.

### نتایج و بحث

#### تعداد سنبله در مترمربع

تعداد سنبله در مترمربع در ارقام مختلف تفاوت آماری معنی داری داشت (جدول ۱). دامنه تغییرات تعداد سنبله در مترمربع بین ۴۲۳ تا ۵۲۵ سنبله متفاوت بود. بیشترین تعداد سنبله در ارقام عدل (با ۸۲۵ سنبله در مترمربع) و مرودشت (با ۴۷۸ سنبله در مترمربع) مشاهده شد. کمترین تعداد سنبله نیز در ارقام کرج ۳ (با ۴۲۳ سنبله در مترمربع) و فلات (با ۴۳۳ سنبله در مترمربع) مشاهده شد.

تعداد سنبله در واحد سطح از ویژگی های ذاتی هر رقم است و بین ارقام مختلف اختلاف معنی از نظر این صفت وجود دارد. آبی و همکاران (۱۹۹۸) و وادینگتون و همکاران (۱۹۸۶) نیز گزارش کردند که اختلاف معنی داری بین تعداد سنبله در ارقام مختلف وجود دارد. در ارقام با عملکرد بالا تعداد سنبله در واحد سطح تا حدودی افزایش یافته است. اما در مورد برخی از ارقام مانند فلات، با وجود دارا بودن عملکرد دانه بالا، بیشتر نیز مشاهده شده است که از تعداد سنبله نسبتاً پایینی برخوردار است (میری، ۱۳۸۶).

تیمارهای آبیاری تأثیر معنی داری بر تعداد سنبله در واحد سطح نداشتند (جدول ۱). تعداد سنبله در گیاه قبل از مرحله گلدهی تعیین می شود. در واقع تعداد سنبله در گیاه حاصل تعداد پنجه است که در مراحل پیش از گلدهی و حتی پیش از ساقه رفتن تعیین می شود. در نتیجه تحت تأثیر شرایط پس از گلدهی و از جمله خشکی پس از گلدهی قرار

آبیاری به منظور جلوگیری از انجام فتوستتیز جاری و تعیین میزان شرکت ذخایر ساقه در وزن نهایی دانه انجام شد. برای جلوگیری از انتقال تیمارهای آبیاری به کرت های مجاور به اندازه یک کرت فرعی (۲/۵ متر) بین کرت های اصلی فاصله قرار داده شد. ارقام مورد استفاده از بین ارقام موجود به گونه ای انتخاب شدند دارای ارتفاع ساقه متفاوتی باشند و شامل شش رقم مرودشت، فلات، قدس، کرج ۳، کاوه و عدل بودند.

برداشت نهایی بوته ها در موقع رسیدن فیزیولوژیک گیاه و از مساحت دو متر مربع وسط هر کرت با دست و با کف بر کردن بوته ها انجام و صفات زیر اندازه گیری شد:

۱- عملکرد دانه، با جدا کردن بذر های موجود در مساحت برداشت شده و وزن کردن آنها و محاسبه وزن بر اساس رطوبت صفر درصد بر مبنای زیر نمونه ای که در آون بمدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد قرار داده شده بود.

۲- عملکرد بیولوژیک (مجموع وزن خشک سنبله ها بعلاوه کاه)

۳- تعداد سنبله در واحد سطح از راه شمارش تعداد کل سنبله های برداشت شده از یک متر مربع در برداشت نهایی

۴- تعداد دانه در سنبله از راه شمارش تصادفی تعداد دانه در ۲۰ سنبله از ناحیه مرکزی هر کرت و محاسبه میانگین

۵- وزن هزار دانه از راه نمونه گیری از محصول دانه هر کرت و شمارش هزار دانه و وزن کردن بذرها.

۶- ارتفاع ساقه: از سطح خاک تا گره زیر سنبله با استفاده از خط کش میلیمتری.

خشکی بعد از گلدهی قرار نگرفت. همچنانکه پیشتر گفته شد، تعداد سنبله در گیاه صفتی که پیش از مرحله گلدهی تعیین می‌شود، بنابراین تیمار خشکی بعد از گلدهی تأثیری بر پتانسیل تعداد سنبله ندارد.

نمی‌گیرد. بنابراین تیمارهای آزمایشی تأثیری بر تعداد سنبله در واحد سطح نداشتند. اثر متقابل رقم و آبیاری بر تعداد سنبله در واحد سطح معنی دار نبود (جدول ۱). تعداد سنبله در مترمربع برای هیچ یک از ارقام تحت تأثیر تنش

جدول ۱- اثرات ساده و متقابل دو فاکتور رقم و آبیاری بر تعداد سنبله در مترمربع گندم

تیمار آبیاری †				
رقم	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	میانگین
فلات	۴۴۷/۰Ac	۴۳۳/۳Acd	۴۲۲/۳Ad	۴۳۳/۹
عدل	۵۲۹/۴ABa	۵۲۸/۰Aa	۵۱۹/۳Aa	۵۲۵/۶
قدس	۴۷۸/۳Ab	۴۵۱/۳Abc	۴۶۴/۷Abc	۴۶۴/۸
کرج ۳	۴۱۹/۳Ad	۴۱۸/۷Ad	۴۳۲/۰Acd	۴۲۳/۳
مرودشت	۴۷۰/۴Ab	۴۷۸/۷Aa	۴۶۷/۰Abc	۴۷۸/۰
کاوه	۴۵۱/۰Abc	۴۳۰/۰Ad	۴۴۱/۱Abc	۴۴۰/۷
میانگین	۴۵۶/۹	۴۵۳/۲	۴۶۴/۱	

†: تیمارهای آبیاری عبارتند از T<sub>1</sub>: آبیاری کامل در دوره پس از گلدهی (شاهد)، T<sub>2</sub>: کاربرد تنها یک آبیاری در دوره پس از گلدهی، T<sub>3</sub>: قطع کامل آبیاری در دوره پس از گلدهی

‡: حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی داری آماری در سطح ۵٪ با آزمون دانکن می باشد، حروف بزرگ برای مقایسه ردیفی و حروف کوچک برای مقایسه ستونی استفاده شده‌اند.

### تعداد دانه در سنبله

مثال در آزمایش حاضر رقم فلات از سنبله اندکی برخوردار است در حالیکه تعداد دانه در سنبله در این رقم نسبتاً زیاد است. همچنین رقم عدل که تعداد سنبله بالایی دارد از تعداد دانه در سنبله اندکی برخوردار است. در عین حال در بین ارقام مورد بررسی رقم مرودشت هم از تعداد سنبله بالا و از هم تعداد دانه در سنبله بالایی برخوردار است. این موضوع در دیگر پژوهش‌ها نیز مشاهده شده است (میری، ۱۳۸۶).

تیمارهای آبیاری تأثیر معنی داری بر تعداد دانه در سنبله نداشتند (جدول ۲)، همچنین اثر متقابل رقم و تیمار آبیاری بر این صفت معنی دار نبود (جدول ۲). تعداد دانه در سنبله نیز از جمله صفاتی است که

بین ارقام مختلف اختلاف آماری معنی داری از نظر تعداد دانه در سنبله وجود داشت (جدول ۲). ارقام مرودشت، فلات و قدس به ترتیب با مقادیر ۲۴/۴، ۲۳/۱ و ۲۲/۶ دانه در سنبله بیشترین تعداد دانه در سنبله را دارا بودند. رقم کاوه با ۱۸/۴ دانه در هر سنبله کمترین تعداد دانه در سنبله را دارا بود. تعداد دانه در سنبله در ارقام مختلف اختلاف زیادی دارد و این صفت معمولاً در ارقام پر محصول بیشتر از ارقام با عملکرد پایین است (وادینگتون و همکاران، ۱۹۸۶؛ شیرمن و همکاران، ۲۰۰۵؛ آبیت و همکاران، ۱۹۹۸). همچنین بین اجزای عملکرد معمولاً رابطه منفی وجود دارد و با افزایش یکی دیگری کاهش می‌یابد. برای

پتانسیل آن تا مرحله گلدهی تعیین شده است، بنابراین سنبله ندارد. تیمار تنش بعد از گلدهی تأثیر معنی بر تعداد دانه در

جدول ۲- اثرات ساده و متقابل دو فاکتور رقم و آبیاری بر تعداد دانه در سنبله گندم

رقم	تیمار آبیاری †		
	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
فلات	۲۳/۱	۲۲/۵Aa	۲۳/۶Aab
عدل	۱۸/۸	۱۹/۸Ac	۱۷/۹Ac
قدس	۲۲/۶	۲۲/۰ABab	۲۱/۹Bb
کرج ۳	۲۰/۰	۲۰/۵Abc	۱۹/۸Ac
مرودشت	۲۴/۴	۲۳/۱Ba	۲۴/۵ABa
کاوه	۱۸/۴	۱۷/۷Ad	۱۸/۹Ac
میانگین	۲۰/۹	۲۱/۱	۲۱/۶

†: تیمارهای آبیاری عبارتند از T<sub>1</sub>: آبیاری کامل در دوره پس از گلدهی (شاهد)، T<sub>2</sub>: کاربرد تنها یک آبیاری در دوره پس از گلدهی، T<sub>3</sub>:

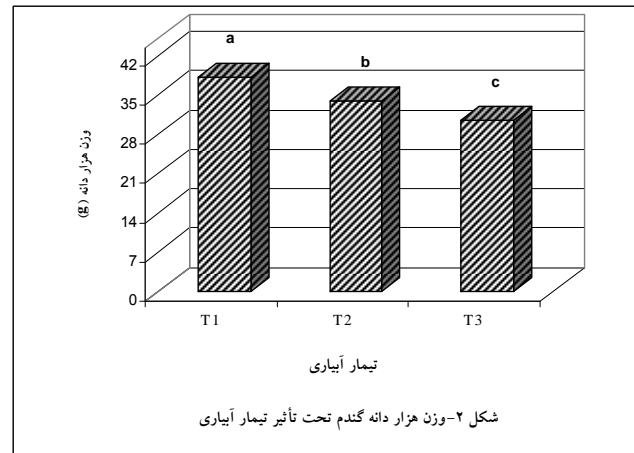
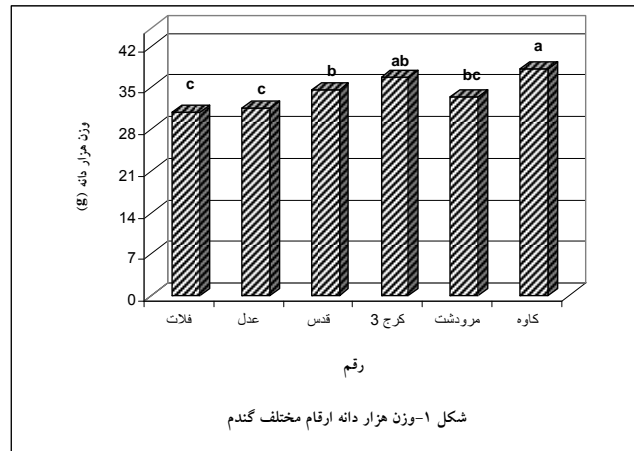
قطع کامل آبیاری در دوره پس از گلدهی

‡: حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی داری آماری در سطح ۰.۵٪ با آزمون دانکن می باشد، حروف بزرگ برای مقایسه ردیفی و حروف کوچک برای مقایسه ستونی استفاده شده اند.

#### وزن هزار دانه

۳۸/۲ گرم متغییر بود. رقم کاوه و کرج ۳ به ترتیب با وزن هزار دانه ۳۸/۲ و ۳۶/۷ 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.

وزن هزار دانه ارقام مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. اختلاف معنی داری بین ارقام مختلف از نظر وزن هزار دانه وجود داشت. دامنه تغییرات میانگین وزن هزار دانه بین ارقام مختلف از ۳۰/۸ تا



دوره پس از گلدهی بستگی دارد (ایوانز، ۱۹۹۳). درعین کاهش وزن دانه می توانند باعث کاهش معنی داری عملکرد دانه گردد.

اثر متقابل رقم و آبیاری بر وزن هزار دانه در جدول ۳ نشان داده شده است. اثر متقابل معنی داری بر میانگین وزن دانه مشاهده شد و ارقام مختلف واکنش متفاوتی نسبت به کاهش آبیاری پس از گلدهی نشان دادند. 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 وزن میانگین هزار دانه از ۳۶/۵ به ۲۳/۵ گرم (معادل ۳۶ درصد کاهش) شد. همچنین

تیمارهای آبیاری تأثیر معنی داری بر وزن هزار دانه نشان دادند (شکل ۲). کاهش تعداد دفعات آبیاری در دوره پس از گلدهی باعث کاهش معنی دار 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 (هی و واکر، ۱۳۷۳). 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

در رقم مرودشت وزن هزار دانه از ۴۰/۱ گرم به ۲۶/۷ گرم رسید و حدود ۳۳ درصد کاهش یافت. 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 ۸ درصد (از ۳۲/۹ به ۳۰/۱ گرم) و در رقم کاوه تنها ۹ درصد (از ۳۹/۶ به ۳۵/۹ گرم) نسبت به تیمار شاهد آبیاری کاهش یافت. میزان کاهش وزن هزار دانه برای ارقام قدس و کرج ۳ به ترتیب ۲۲ و ۱۵ درصد بود.

جدول ۳- اثرات ساده و متقابل دو فاکتور رقم و آبیاری بر وزن هزار دانه (g) گندم

رقم	تیمار آبیاری †		
	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
فلات	۳۰/۸ (۳۶)	۳۲/۶Abc (۱۱)	۳۷/۵Abc (۰)*
عدل	۳۱/۵ (۸)	۳۱/۴Ac (۴)	۳۲/۹Ac (۰)
قدس	۳۴/۶ (۲۲)	۳۳/۷Bab (۱۴)	۳۹/۴Aab (۰)
کرج ۳	۳۶/۷ (۱۵)	۳۵/۶Ba (۱۱)	۴۰/۲Aa (۰)
مرودشت	۳۳/۵ (۳۳)	۳۳/۶Bab (۱۶)	۴۰/۱Aa (۰)
کاوه	۳۸/۲ (۹)	۳۷/۱Aa (۶)	۳۹/۶Aa (۰)
میانگین	۳۰/۵	۳۴/۰	۳۸/۱

†: تیمارهای آبیاری عبارتند از T<sub>1</sub>: آبیاری کامل در دوره پس از گلدهی (شاهد)، T<sub>2</sub>: کاربرد تنها یک آبیاری در دوره پس از گلدهی، T<sub>3</sub>: قطع کامل آبیاری در دوره پس از گلدهی.

‡: حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی داری آماری در سطح ۵٪ 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 می دهد.

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 می شود. با قطع آبیاری پس

مقایسه جدول ۳ با جدول ۵ نشان می دهد که رابطه مستقیمی بین میزان کاهش وزن دانه با میزان کاهش عملکرد دانه با قطع آبیاری پس از گلدهی وجود دارد. بطوریکه بیشترین کاهش عملکرد دانه در ارقام فلات و مرودشت مشاهده می گردد که بیشترین کاهش وزن هزار دانه در آنها مشاهده شد. همچنین کمترین میزان کاهش عملکرد دانه مربوط به ارقام



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 معنی داری کاهش یافت. آنها نتیجه گرفتند که اگر نسبت مبدأ-مقصد<sup>۱</sup> در طی اصلاح گندم بیش از این کاهش یابد، عملکرد دانه در ارقام مدرن گندم بطور همزمان هم بوسیله مبدأ و هم مقصد محدود خواهد شد. بنابراین تلاش‌های اصلاحی باید در جهت بهبود همزمان قدرت مبدأ و مقصد باشد.

#### ارتفاع ساقه اصلی

اختلاف آماری معنی داری از نظر میانگین ارتفاع ساقه اصلی در ارقام مختلف گندم مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین ارتفاع ساقه در ارقام عدل و کاوه (به ترتیب با ارتفاع ساقه ۹۵/۰ و ۹۳/۹ سانتیمتر) مشاهده شد و پس از آن به ترتیب ارقام کرج ۳ و قدس قرار داشتند. کمترین ارتفاع ساقه نیز در ارقام مرودشت و فلات (به ترتیب با ارتفاع ۶۷/۳ و ۷۰/۹ سانتیمتر) مشاهده شد.

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 (جدول ۴)، 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 ۶/۸ به ۳۴/۷ گرم کاهش یافت. همچنین مشاهده کردند که در ۱۱ رقم گندم مورد بررسی اختلاف ژنتیکی معنی داری 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 حالی که 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، ۱۹۹۴).

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

<sup>1</sup> - Soure-Sink

جدول ۴- اثرات ساده و متقابل دو فاکتور رقم و آبیاری بر ارتفاع ساقه اصلی (cm) گندم

رقم	تیمار آبیاری †			میانگین
	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	
فلات	۷۱/۹Ad	۶۹/۲Acd	۷۱/۸Acd	۷۰/۹
عدل	۹۵/۷Aa	۹۴/۴Aa	۹۴/۸Aa	۹۵/۰
قدس	۷۵/۴Acd	۷۷/۵Abc	۷۴/۹Abc	۷۵/۹
کرج ۳	۸۵/۸Ab	۸۰/۷Ab	۸۲/۶Ab	۸۳/۰
مروذشت	۶۶/۹Ad	۶۷/۲Ad	۶۷/۸Ad	۶۷/۳
کاوه	۹۵/۹Aa	۹۱/۱Aa	۹۴/۷Aa	۹۳/۹
	۸۱/۹	۸۰/۰	۸۱/۱	میانگین

†: تیمارهای آبیاری عبارتند از T<sub>1</sub>: آبیاری کامل در دوره پس از گلدهی (شاهد)، T<sub>2</sub>: کاربرد تنها یک آبیاری در دوره پس از گلدهی، T<sub>3</sub>: قطع کامل آبیاری در دوره پس از گلدهی

‡: حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی داری آماری در سطح ۰.۵٪ با آزمون دانکن می باشد، حروف بزرگ برای مقایسه ردیفی و حروف کوچک برای مقایسه ستونی استفاده شده اند.

دانه را دارا بودند. ارقام عدل و قدس از نظر عملکرد دانه بین این دو قرار داشتند.

تیمارهای آبیاری تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه دارا بودند (جدول ۵). بیشترین و کمترین عملکرد دانه در تیمارهای شاهد (آبیاری کامل در طول فصل رشد) و قطع کامل آبیاری در دوره پس از گلدهی به ترتیب با مقادیر ۳۴۸ 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 ۱۴ درصد کاهش یافت.

اثر متقابل آبیاری و رقم بر عملکرد دانه در جدول ۵ نشان داده شده است. 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.

هیچ یک از تیمارهای آبیاری تأثیر معنی داری بر ارتفاع ساقه اصلی نداشتند (جدول ۴). این امر بدین دلیل است که در زمان گلدهی ارتفاع ساقه گندم معمولاً به حداکثر مقدار خود رسیده و از این مرحله به بعد ارتفاع ساقه تغییر معنی داری نمی یابد. بنابراین تیمار خشکی پس از گلدهی تأثیر معنی داری بر ارتفاع ساقه اصلی ندارد. همچنین اثر متقابل رقم و تیمار آبیاری بر ارتفاع ساقه اصلی معنی دار نشد (جدول ۴) و تمام ارقام واکنش یکسانی به تیمار آبیاری بعد از گلدهی نشان دادند.

#### عملکرد دانه

بین ارقام مختلف از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۵). ارقام مروذشت و فلات به ترتیب با عملکرد ۳۸۴ و ۳۷۰ گرم در مترمربع بیشترین و ارقام کرج ۳ و کاوه به ترتیب با عملکرد ۲۳۴ و ۲۲۲ گرم در مترمربع کمترین عملکرد

جدول ۵- اثرات ساده و متقابل دو فاکتور رقم و آبیاری بر عملکرد دانه ( $gm^{-2}$ ) گندم

رقم	تیمار آبیاری †			میانگین
	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	
فلات	۲۰۵/۲Cbc (۵۱)	۳۵۱/۴Bab (۱۶)	۴۱۷/۵Ab‡ (۰)*	۳۸۴/۴
عدل	۲۹۴/۳Bbc (۱۶)	۳۰۹/۵Abc (۹)	۳۴۱/۵Ac (۰)	۳۱۱/۸
قدس	۲۶۷/۶Ba (۲۳)	۲۸۶/۸Bc (۱۸)	۳۴۸/۴Ac (۰)	۳۰۰/۹
کرج ۳	۱۸۱/۰Bc (۳۲)	۲۵۷/۱Acd (۳)	۲۶۵/۴Ad (۰)	۲۳۴/۵
مرودشت	۲۵۷/۸Ca (۴۷)	۳۶۷/۶Ba (۲۴)	۴۸۴/۵Aa (۰)	۳۷۰/۰
کاوه	۲۰۴/۶Abc (۱۳)	۲۲۸/۹Ad (۲)	۲۳۴/۷Ad (۰)	۲۲۲/۷
	۲۳۳/۴	۳۰۰/۲	۳۴۸/۷	میانگین

†: تیمارهای آبیاری عبارتند از T<sub>1</sub>: آبیاری کامل در دوره پس از گلدهی (شاهد)، T<sub>2</sub>: کاربرد تنها یک آبیاری در دوره پس از گلدهی، T<sub>3</sub>: قطع کامل آبیاری در دوره پس از گلدهی

‡: حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی داری آماری در سطح ۰.۵٪ 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 می دهد.

کرج ۳ نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۶، ۲۳ و ۳۲ درصد بود.

نتایج بررسی اثر متقابل رقم و آبیاری نشان داد که ارقام مختلف واکنش متفاوتی نسبت به تیمار آبیاری بکاربرده شده نشان دادند. بطوریکه در ارقام کاوه و قدس (که جز ارقام پابلند می باشند) تنها ۱۳ و ۲۳ درصد کاهش عملکرد مشاهده شد در حالیکه ارقام فلات و مرودشت (که از ارقام پاکوتاه می باشند) به ترتیب ۵۱ و ۴۷ درصد کاهش مشاهده شد. این امر نشان دهنده واکنش متفاوت ارقام مختلف در تحمل خشکی می باشد که بخش زیادی از آن به توانایی گیاه در استفاده مجدد از مواد پرورده ذخیره شده در ساقه می باشد. به عبارت دیگر ارقام با ارتفاع بیشتر بدلیل

در رقم فلات عملکرد دانه از ۴۱۷ گرم در مترمربع در تیمار شاهد به ۲۰۵ گرم در مترمربع در تیمار قطع کامل آبیاری پس از گلدهی کاهش یافت. در این رقم عملکرد دانه عملکرد دانه در تیمار قطع کامل آبیاری ۵۱ درصد کاهش یافت. روند مشابهی برای رقم مرودشت مشاهده شده، بطوریکه عملکرد دانه در تیمار قطع کامل آبیاری نسبت به شاهد حدود ۴۷ درصد کاهش نشان داد. اما در ارقام پابلند مثل کاوه این میزان کاهش کمتر بود بطوریکه در رقم کاوه عملکرد از ۲۳۴ گرم در تیمار شاهد به ۲۰۴ گرم در مترمربع در تیمار قطع کامل آبیاری کاهش یافت که این میزان تنها ۱۳ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد بود. میزان کاهش عملکرد در ارقام عدل، قدس و

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 گرفته اند. چنین واکنشی در ارقام مورد بررسی در انگلستان توسط فولکس و همکاران (۲۰۰۲) نیز مشاهده شده است. آنها مشاهده کردند که میزان تلفات خشکی در ارقام مختلف از ۲/۸ تن در هکتار تا ۳/۵ تن در هکتار متفاوت بود.

در بررسی ارقام با ارتفاع مختلف در استرالیا نیز مشاهده 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 (فیلونگ و سدیک، ۱۹۹۱). بلوم و همکاران مشاهده کردند که در گندم (بلوم و همکاران، ۱۹۹۴) و سورگوم (بلوم و همکاران، ۱۹۹۷) عملکرد ارقام با ارتفاع زیاد در مقایسه با ارقام پاکوتاه کمتر تحت تأثیر خشکی بعد از گلدهی قرار می‌گیرد که این بواسطه بیشتر بودن کربوهیدرات‌های ذخیره شده در ساقه در ارقام با ارتفاع زیادتر است. همچنین بلوم و همکاران (۱۹۹۴) 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 بدلیل بیشتر بودن ذخایر ساقه در رقم برتر و استفاده از این ذخایر برای پر شدن بهتر دانه بود.

### عملکرد بیولوژیک

اختلاف آماری معنی داری بین ارقام مختلف از نظر عملکرد بیولوژیک مشاهده شد (جدول ۶). بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب در

ارقام عدل و کرج ۳ مشاهده شد. بین ارقام قدس، مرودشت و فلات از نظر میزان عملکرد بیولوژیک تولیدی اختلاف آماری معنی داری وجود نداشت. همچنین کاوه و کرج ۳ از نظر عملکرد بیولوژیک تولیدی اختلاف آماری معنی داری با یکدیگر نداشتند. بیشتر بودن عملکرد بیولوژیک در رقم عدل احتمالاً بدلیل ارتفاع ساقه بیشتر است. در عین حال این ویژگی (بیشتر بودن عملکرد بیولوژیک) 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، ۱۳۸۶؛ وادینگتون و همکاران، ۱۹۸۶؛ شیرمن و همکاران، ۲۰۰۵).

تیمارهای آبیاری تأثیر معنی داری بر عملکرد بیولوژیک دارا بودند (جدول ۶) 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.

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 معنی دار نبود (جدول ۶). برای مثال در رقم فلات کاهش عملکرد بیولوژیک در تیمار قطع کامل آبیاری پس از گلدهی معنی دار نبود هرچند عملکرد بیولوژیک در این تیمار از ۸۳۳ گرم به ۸۰۴ گرم در مترمربع کاهش یافت. در سایر ارقام تیمار قطع کامل آبیاری در دوره پس از گلدهی کاهش معنی داری در عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد نشان داد. عملکرد بیولوژیک در ارقام فلات، عدل قدس، کرج ۳،

متفاوتی را نشان داده است. برای مثال در رقم فلات که کمترین کاهش عملکرد بیولوژیک در تیمار قطع آبیاری را نشان داده است (۳ درصد)، احتمالاً زمان قطع آبیاری مصادف با زمان اتمام رشد رویشی در این رقم بوده است. در حالیکه در ارقامی مانند کاوه که بیشترین کاهش عملکرد بیولوژیک را نشان داده است (۳۴ درصد) در زمان قطع آبیاری رشد رویشی احتمالاً هنوز به پایان نرسیده و در نتیجه با قطع آبیاری کاهش عملکرد بیولوژیک بیشتری نشان داده است.

مروودشت و کاوه به ترتیب ۳، ۲۲، ۲۰، ۳۰، ۳۳ و ۳۴ درصد نسبت به تیمار شاهد آبیاری 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 بدین 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

جدول ۶- اثرات ساده و متقابل دو فاکتور رقم و آبیاری بر عملکرد بیولوژیک ( $gm^{-2}$ )

رقم	تیمار آبیاری †		
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
فلات	۸۳۳/۳Ab	۸۱۳/۸Aab	۸۰۴/۷Aa
عدل	۱۰۷۵/۰Aa	۹۵۶/۶ABa	۸۳۴/۹Ba
قدس	۹۵۲/۰Aa	۷۷۹/۳Bb	۷۶۵/۰Babc
کرج ۳	۸۷۶/۰Ab	۶۹۷/۰Bc	۶۰۸/۰Bbc
مروودشت	۹۳۴/۰Aab	۷۴۴/۳BCb	۶۲۳/۳Cbc
کاوه	۸۴۲/۷Ab	۷۰۴/۰ABbc	۶۱۳/۷Bbc
میانگین	۹۱۸/۸	۷۸۲/۵	۷۰۸/۳

†: تیمارهای آبیاری عبارتند از T<sub>1</sub>: آبیاری کامل در دوره پس از گلدهی (شاهد)، T<sub>2</sub>: کاربرد تنها یک آبیاری در دوره پس از گلدهی، T<sub>3</sub>: قطع کامل آبیاری در دوره پس از گلدهی

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

نیترژن بکار رفته دارد. بطوریکه در تیمار با میزان نیترژن کمتر عملکرد بیولوژیک ۱۴ تا ۳۶ درصد کاهش یافت در حالیکه در تیمار با نیترژن مصرفی زیادتر، عملکرد بیولوژیک ۲۵ تا ۴۸ درصد کاهش یافت. فولکس و همکاران (۲۰۰۲) نیز مشاهده کردند که کاهش بیوماس تولیدی در ارقام مختلف تحت تأثیر تنش خشکی متفاوت است. بطوریکه در برخی ارقام کاهش عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش

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 گیبینگ و همکاران (۱۹۹۸) مشاهده کردند که از کربن انتقال مجدد یافته از ذخایر پیش از گلدهی ۲۴ تا ۳۴ 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

خشکی تا ۶ تن در هکتار بود. آنها همچنین نشان دادند که عملکرد دانه در مقایسه با عملکرد بیولوژیک حساسیت بیشتری به تنش خشکی دارد (فولکس و همکاران، ۲۰۰۲).

### نتیجه گیری کلی

بطور کلی نتایج آزمایش حاضر نشان داد که تنش خشکی پس از گلدهی باعث کاهش معنی دار وزن دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک 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 افزایش قابل توجه انتقال مجدد در ارقام مختلف شد. ارقام مختلف از نظر کاهش وزن دانه و عملکرد دانه با کاهش آبیاری پس از گلدهی اختلاف معنی داری با یکدیگر داشتند. ارقام با ارتفاع ساقه زیاد در شرایط کاهش آبیاری به میزان 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 بدلیل بیشتر بودن وزن ساقه و در نتیجه ذخایر ساقه و یا بدلیل راندمان بیشتر این ارقام در انتقال مجدد ذخایر ساقه بود.

بنابراین بطور کلی 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 یه 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 در کشور ما به حفظ وزن دانه کمک کند.

## منابع

- امام، ی. ۱۳۸۶. زراعت غلات. انتشارات مرکز نشر دانشگاه شیراز. ۱۹۰ صفحه.
- ایوانز، ال. تی. ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ترجمه مؤدب شبستری، م. م. و م. مجتهدی. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. دانشگاه تهران. ۴۳۱ صفحه.
- میری، ح. ر. ۱۳۸۶. بررسی روند تغییرات صفات مهم مورفو لوژیک و فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های گندم اصلاح شده در ایران. گزارش نهایی طرح پژوهشی شماره ۵۱۶۰۵۸۵۰۳۲۵۰۰۱. دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان. ۷۴ صفحه.
- هی، ار. ام. و ا. ج. واکر. ۱۳۷۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. ترجمه ی. امام و م. نیک‌نژاد. ۵۷۱ صفحه.

- Abbate, P. E., F. H. Andrade, L. Lazaro, J. H. Briffi, and H. G. Berardocco. 1998. Grain yield increase in recent Argentine wheat cultivars. *Crop. Sci.* 38: 1203-1209.
- Austin, R. B. J. A. Edrich, M. A. Ford and R. D. Blackwell. 1977. The fate of dry matter, carbohydrates and  $^{14}\text{C}$  lost from the leaves and stems of wheat during grain filling. *Annal. Botany* 41: 1309-1321.
- Austin, R. B., M. A. Ford and C. L. Morgan. 1989. Genetic improvement in the yield of winter wheat: a further evaluation. *J. Agric. Sci. Camb.* 112: 295-301.
- Blum, A., B. Simmena, J. Mayer, G. Golan and L. Shpiler. 1994. Stem reserve mobilization supports wheat-grain filling under heat stress. *Aust. J. Plant Physiol.* 21: 771-781
- Blum, A. 1998. Improvement wheat grain filling under stress by stem reserves utilization. *Euphytica Ephytica* 100: 77-83.
- Blum, A., G. Golan, J. Mayer and B. Sinmena. 1997. The effect of dwarfing genes on sorghum grain filling from remobilized stem reserves under stress. *Field Crop Res.* 52: 43-54.
- Cruz-Aguado, J. A., R. Rodes, I. P. Perez and M. Dorado. 2000. Morphological characteristics and yield components associated with accumulation and loss of dry matter in internode of wheat. *Field Crop Res.* 66: 129-139.
- Ehdaie, B., G. A. Alloush and J. G. Waines. 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., G. A. Alloush, M. A. Madore and J. G. Waines. 2006a. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. Postanthesis changes in internode dry matter. *Crop Sci.* 46: 735-746.
- Ehdaie, B., G. A. Alloush, M. A. Madore and J. G. Waines. 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 J. G. Waines. 1996. Genetic variation for contribution of preanthesis assimilates to grain yield in spring wheat. *J. Genet. Breed.* 50: 47-56.
- Ercoli, L., L. Lulli, M. Mariotti, A. Masoni and I. Arduini. 2008. post anthesis dry matter and nitrogen dynamics in durum wheat as affected by nitrogen supply and soil water availability. *Europ. J. Agron.* 28: 138-147.

- Evans, L. T. 1993. Crop evolution, adaptation and yield. Camb. Uni. Press. Cambridge.
- Evan, L. T. I. F. Wardlaw and R. A. Fischer. 1975. Wheat. *In: Evans, L. T. Crop Physiology*. Cmbridge University Press. PP. 101-149.
- Fischer, R. A. 2001. Selection traits for improving yield pntial. *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., R. K. Scott and R. Sylvester-Bradley. 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.
- Gebbing, T., H. Schnyder and W. Kuhbauch. 1999. The utilization of preOanthesis reserves in grain filling of wheat. *Plant Cell Environ.* 22: 851-858.
- Kobata, T., J. A. Palta and N. C. Turner. 1992. Rate of development of postanthesis water deficits and grain filling of spring wheat. *Crop Sci.* 32: 1238-1242.
- Kruk B. C., B. F. Calderini and G. A. Slafer. 1997. Grain weight in wheat cutivars released from 1920 to 1990 as affected by post-anthesis defoliation. *J. Agric. Sci.* 128: 273-281.
- Kumar, R., A. K. Sarawgi, C. Ramos and S. T. Amarante. 2006. Partitioning of dry matter during drought stress in rainfed lowland rice. *Field Crop Res.* 98: 1-11.
- Nicolas, M. E., R. M. Gleadow and M. J. Dalling. 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 K. H. M. Seddique. 1991. Contribution of stem dry matter to grain yield in wheat cultivars. *Aust. J. Plant Physiol.* 18: 53-64.
- Rawson, H. M. and L. T. Evans. 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., S. Rajram and R. A. Fischer. 1997. Yield potential progress in short bread wheats in northwest Mexico. *Crop Sci.* 37: 36-42.
- Shakiba, M. R., B. Ehdaie, M. A. Madore and J. G. Waines. 1996. Contribution of internode reserves to grain yield in a tall and semidwarf spring wheat. *J. Genet. Breed.* 50: 91-100.
- Shearman, V. J., R. Sylvester-Bradley, R. K. Scott and M. J. Foulkes. 2005. Physiological Processes Associated with Wheat Yield Progress in the UK. *Crop Sci.* 45: 175-185.
- Waddington, S. R., J. K. Ranson, M. Osmanza and D. A. Saunders. 1986. Improvement in the yield potential of bread wheat adapted to northwest Mexico. *Crop Sci.* 26: 698-703.
- Zhou, Y., Z. H. He, X. M. Chen, D. S. Wang, J. Yan, X. C. Xia and Y. Zhang. 2007b. Genetic Improvement of Wheat Yield Potential in North China. *Development in Plant Breeding*. Springer Netherlands. Pp 583-589.



## Responses of different wheat cultivars to post anthesis drought stress

F. Momtazi<sup>1</sup>

### Abstract

Stem-stored carbohydrate from pre-anthesis period had an important role in supporting assimilates for growing grain in drought stress during grain filling period. An experiment was conducted in 2007-8 in experimental farm of Islamic Azad University of Arsanjan, to investigate the quantity of stem reserves in different wheat cultivars of different heights. 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). At physiological maturity, grain yield, biological yield, yield components, plant height and stem weight were measured. 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<sup>-2</sup>, number of seed ear<sup>-1</sup> and plant height were significantly different in different cultivars. The interaction effects of cultivars and irrigation indicates 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 were lower in comparison with dwarf cultivars. Losses of stem weight with irrigation withholding were higher in tall cultivars. These results indicates that tall cultivars have more stored reserves in stem, which can be used in unfavourable condition for grain filling. In other words, remobilization is higher in tall cultivars and this trait can be used for developing drought tolerance in breeding programs.

**Key words:** wheat, yield, grain weight, remobilization, stem reserves, current photosynthesis