Plant Production and Genetics **تولید و ژنتیک گیاهی**
Vol. 4, No. 1, Spring & Summer 2023, p. 59-70 **جلد ۴، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۲، صفحه ۷۰-۵۹**
مقاله پژوهشی
DOI: 10.34785/J020.2022.016

ارزیابی سرعت و مدت پر شدن دانه در ارقام گندم تحت رژیم‌های مختلف آبیاری تکمیلی

هوشمند امجدی[۱]، فرزاد حسین پناهی[۲*]، عادل سی و سه مرده[۳]

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۲- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۳- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۱

چکیده

فرآیند پرشدن دانه تحت تأثیر دو عامل مهم سرعت و طول دوره‌ی پرشدن دانه قرار دارد. سرعت پرشدن دانه صفتی است که می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی طی برنامه‌های اصلاحی استفاده شود؛ هرچند گزینش به این روش دشوار خواهد بود. این آزمایش با هدف ارزیابی سرعت و مدت پرشدن دانه تحت سطوح مختلف آبیاری تکمیلی در ارقام گندم، به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آبیاری در ۳ سطح: بدون آبیاری (دیم)، آبیاری در مرحله سنبله‌دهی و آبیاری در مراحل سنبله‌دهی + اوایل دانه‌بندی در کرت‌های اصلی و تیمار رقم شامل پنج رقم گندم به نام‌های آذر۲، ریژاو، سرداری، سیروان و هما در کرت‌های فرعی قرار گرفت. نتایج نشان داد تیمار دو بار آبیاری تکمیلی در مراحل سنبله‌دهی و دانه‌بندی با میانگین ۱/۴ میلی‌گرم در روز، بیشترین و تیمار بدون آبیاری با میانگین ۰/۹ میلی‌گرم در روز، کمترین سرعت تجمع ماده خشک در دانه را داشتند. همچنین رقم هما با میانگین ۱/۳ میلی‌گرم در روز، بیشترین و رقم ریژاو نیز با میانگین ۱/۰۱ میلی‌گرم در روز کمترین متوسط سرعت پرشدن دانه را داشتند. تیمار دو بار آبیاری با میانگین ۳۴/۶ روز دارای دوره موثر پرشدن دانه بیشتری نسبت به سایر سطوح آبیاری بود. تیمار بدون آبیاری نیز با میانگین ۳۰ روز دارای کمترین دوره موثر پرشدن دانه بود. به طور کلی آبیاری تکمیلی در مزارع گندم دیم به واسطه افزایش طول دوره پرشدن دانه و همچنین افزایش سرعت پر شدن دانه می‌تواند سبب افزایش عملکرد و پایداری تولید گردد.

کلیدواژگان: انباشت دانه، انتقال مجدد، تنش خشکی، فتوسنتز

*ایمیل نویسنده مسئول: f.hosseinpanahi@uok.ac.ir

مقدمه

گندم نان (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهمترین محصولات غذایی در سراسر جهان است و تولید آن تحت تأثیر تنش خشکی قرار دارد (Kosova *et al*; 2016). تولید گندم در کشورهای در حال توسعه، همسو با مصرف این غله در این کشورها نیست و مصرف آن در حال افزایش است. وجود تنش‌های محیطی در کنار افزایش قیمت جهانی غلات امنیت غذایی را در کشورهایی که واردکننده گندم هستند در معرض خطر قرار می‌دهد (Gonzalez Esteban, 2017). بنابراین هر گونه اقدامی در راستای افزایش عملکرد گندم و یا افزایش ثبات تولید آن در محیطهای پرتنش نظیر دیم-زارهای ایران امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

مطالعه اجزای عملکرد برای درک بهتر تغییرات عملکرد در پاسخ به تنش‌های محیطی کمک شایانی به محققین در ارائه راهکارهای مناسب می‌نماید. تعداد بوته در واحد سطح، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه اجزای مهم عملکرد گندم را تشکیل می‌دهند (Yang and Zhang, 2006). در مناطق مدیترانه‌ای نظیر ایران که بارشها عموما در اواسط فصل بهار به اتمام می‌رسد، وزن هزار دانه بیشتر از هر عامل دیگری تحت تاثیر کمبود رطوبت قرار می‌گیرد. وزن دانه یکی از اجزاء مهم عملکرد دانه گندم به شمار می‌رود و تحت تأثیر ساختار ژنتیکی گیاه، شرایط محیطی و اثرات متقابل آن‌ها قرار می‌گیرد (راحمی کاریزکی و همکاران، ۱۳۹۴). از عوامل محیطی مهم و مؤثر در عملکرد دانه فراهمی رطوبت است. بنابراین تامین رطوبت کافی در اراضی دیم از طریق انجام آبیاری‌های تکمیلی کمک شایانی به ثبات تولید گندم در این مناطق می‌نماید. طبق گزارش امجدی و همکاران (۱۳۹۷) عملکرد دانه گندم در برخی ارقام تحت شرایط دیم (بدون آبیاری)، تا پنجاه درصد نسبت به شرایط کاربرد آبیاری تکمیلی کاهش داشت. بنابراین بررسی روند پرشدن دانه تحت سطوح مختلف آبیاری تکمیلی، امری ضروری بنظر می‌رسد. فرآیند پرشدن دانه تحت تأثیر دو عامل مهم؛ یعنی سرعت پرشدن و طول دوره‌ی پرشدن دانه قرار دارد (Brdar *et al*., 2008). سرعت پرشدن دانه صفتی است که می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی طی برنامه‌های اصلاحی استفاده گردد هرچند گزینش به این روش دشوار خواهد بود (Reynolds *et al*., 2012). سرعت پرشدن دانه بیانگر سرعت واکنش‌های بیوشیمیایی دخیل در سنتز نشاسته و پروتئین است، درحالی‌که طول دوره پرشدن دانه انعکاسی از فرایندهای نموی دانه است. ظرفیت تجمع ماده خشک به وسیله دانه طی مرحله توسعه دانه، که از گلدهی تا ۲۰-۱۵ روز پس از آن است تعیین می‌شود (Papakosta and Gagianas, 1991). با توجه به اینکه در غلاتی مانند گندم، مراحل غلاف رفتن و پرشدن دانه حساسیت بیشتری نسبت به فراهمی آب دارند (Yu, 2003)، و همچنین اعمال حتی یک نوبت آبیاری تکمیلی در برخی ارقام باعث بهبود چشمگیر در عملکرد دانه خواهد شد (امجدی و همکاران، ۱۳۹۷)، هدف از انجام این مطالعه ارزیابی سرعت و مدت پرشدن دانه تحت سطوح مختلف آبیاری تکمیلی در ارقام مختلف گندم بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی سرعت و مدت پر شدن دانه گندم تحت رژیم‌های متفاوت آبیاری تکمیلی، آزمایشی به صورت کرت-های یک‌بار خرد شده با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان واقع در دشت دهگلان در ۳۵ کیلومتری شرق شهرستان سنندج در ارتفاع ۱۸۶۶ متر از سطح دریا و مختصات جغرافیایی ۴۷/۳۱ درجه شرقی و ۳۵/۳۱ درجه شمالی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ انجام شد. تیمارهای آبیاری در ۳ سطح: بدون آبیاری (دیم)، آبیاری در مرحله سنبله‌دهی و آبیاری در مراحل سنبله‌دهی + اوایل دانه‌بندی در کرت‌های اصلی و تیمار رقم شامل پنج رقم گندم به نام‌های آذر۲، ریژاو، سرداری، سیروان و هما در کرت‌های فرعی قرار گرفت. (جدول ۳). برای اجرای این تحقیق پس از انتخاب قطعه زمین مناسب از نقاط مختلف آن نمونه‌برداری تا عمق ۳۰ سانتیمتری خاک صورت گرفت (جدول۲). براساس نتایج آزمون خاک، کودهای مورد نیاز به تیمارهای آزمایشی در همه‌ی تکرارها به طور یکنواخت اضافه شد. تمام کود فسفره از منبع فسفات آمونیوم همزمان با کشت و کود ازته از منبع نیترات آمونیوم به‌صورت نصف در زمان کاشت و نصف باقیمانده در اواخر اسفند ماه، قبل از ساقه رفتن گندم، مصرف گردید. زمین مورد استفاده ابتدا با گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد سپس با روتیواتور، زمین شخم خورده مسطح گردید و کشت توسط بذرکار غلات انجام شد. تاریخ کاشت گندم ۶ آبان ۱۳۹۴ بود. مساحت هر واحد آزمایشی اصلی ۱۵۴ متر مربع بود که پنج کرت فرعی با مساحت ۳۰/۸ متر مربع را شامل شد. طول و

عرض هر کرت فرعی به ترتیب ۱۱ و ۲/۸ متر بود. بین کرت‌های اصلی ۲ متر و بین کرت‌های فرعی و بلوک‌های آزمایش ۱ متر فاصله در نظر گرفته شد. در اواخر فروردین به منظور مبارزه و از بین بردن علف‌های هرز، تمام کرت‌های آزمایشی با علف کش 2-4-D سمپاشی گردیدند. برای انجام آبیاری تکمیلی از روش آبیاری قطره‌ای استفاده شد. میزان آبیاری در هر مرحله از آبیاری تکمیلی معادل ۴۰ میلی‌متر (۴۰ لیتر در هر متر مربع) در نظر گرفته شد. در زمان رسیدگی (اواخر تیر ماه) یک مترمربع از قسمت انتهایی و غیرتخریبی هر کرت و با احتساب اثر حاشیه برداشت و جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه استفاده شد. به منظور ارزیابی سرعت و مدت پرشدن دانه، یک هفته پس از سنبله‌دهی تا برداشت در مرحله رسیدگی، از هر کرت ۱۰ عدد سنبله به صورت تصادفی انتخاب و در داخل پاکت‌های کاغذی گذاشته و درون آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. سپس سنبله‌های خشک شده کوبیده شده و اجزای مختلف آن به دقت جدا گردید. سرعت پرشدن دانه، دوره مؤثر پر شدن دانه و زمان رسیدن به حداکثر سرعت پرشدن دانه با استفاده از برازش معادلات رگرسیونی (معادله ۲-۱) توسط نرم افزار Slide Write محاسبه گردید. سرعت پرشدن دانه به تجمع ماده خشک در دانه بصورت روزانه اطلاق می‌گردد. دوره مؤثر پرشدن دانه نیز دوره‌ای است که ۵ تا ۹۵ درصد ماده خشک در دانه تجمع می‌یابد و زمان رسیدن به حداکثر سرعت پر شدن دانه تعداد روزهایی که پس از سنبله‌دهی دانه به حداکثر سرعت تجمع ماده خشک می‌رسد، را شامل می‌شود. قبل از تجزیه واریانس، آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام شد و پس از اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1 و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام گرفت. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

معادله ۲-۱

$$y= a/(1+b*exp(-c*x))$$

در این معادله a حداکثر وزن دانه در سنبله، b سرعت پر شدن دانه و c فاکتور شکل دهنده رگرسیون می‌باشد.

معادله ۲-۱

$$y= a/(1+b*exp(-c*x))$$

در این معادله a حداکثر وزن دانه در سنبله، b سرعت پر شدن دانه و c فاکتور شکل دهنده رگرسیون می‌باشد.

جدول ۱- میزان بارندگی ماهیانه و حداقل و حداکثر دمای محل اجرای آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴

ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر
بارندگی (میلی‌متر)	۱/۷	۱۲۵/۷	۳۱/۲۰	۳۰/۰۰	۳۹/۸	۲۰/۱	۹۳/۶	۲۲/۲	۰/۱	۰/۵
متوسط دمای حداقل	۱۱/۴۲	۴/۰۵	-۳/۷۹	-۳/۵۱	-۳/۷۷	۲/۷۶	۳/۶۴	۹/۶۴	۱۳/۳۴	۱۸/۲
متوسط دمای حداکثر	۲۳/۹۰	۱۲/۱۶	۴/۲۷	۳/۹۴	۴/۹۴	۱۲/۷۳	۱۳/۲۴	۲۱/۵۹	۲۶/۳۶	۳۳/۵۳

جدول ۲- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

نیتروژن (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	آهن (ppm)	روی (ppm)	بر (ppm)	اسیدیته (ppm)	هدایت الکتریکی (ds/m)	ماده آلی (%)	درصد اجزای خاک		
									رس	سیلت	شن
۰/۰۸	۱۲/۴	۳۲۰	۲/۲	۰/۸	۰/۷	۷/۶۲	۰/۴۹	۰/۷۶	۴۷/۴	۳۸/۴	۱۴/۲

جدول ۳- خلاصه‌ای از ویژگی‌های ارقام استفاده شده در این پژوهش

رقم	ویژگی
آذر۲	از ارقام دیم، پتانسیل عملکرد بالا، مقاوم به خشکی و سرما، عملکرد در شرایط مطلوب۲/۲ تن در هکتار می‌باشد.
ریژاو	از ارقام دیم مناسب مناطق سرد و مرطوب می‌باشد. همچنین مقاوم به ورس بوده و کیفیت نانوایی خوبی دارد.
سرداری	از رایج‌ترین ارقام گندم دیم در استان کردستان و در بیشتر نقاط کشور می‌باشد، رنگ دانه زرد و مقاوم به سرما و ریزش و زنگ می‌باشد. عملکرد آن نیز در شرایط مطلوب ۱/۵ تا ۲ تن در هکتار است.
سیروان	از ارقام آبی و مناسب مناطق معتدله می‌باشد که متحمل به خشکی آخر فصل است. رقمی زودرس و با کیفیت نانوایی خوب می‌باشد.
هما	از ارقام دیم می‌باشد که عملکرد بالاتر و پایدارتری نسبت به ارقام سرداری و آذر۲ دارد. میانگین عملکرد ۲/۳ تن در هکتار است.

نتایج و بحث

نتایج حاکی از معنی‌دار بودن اثر سطوح آبیاری برای تمامی صفات مورد مطالعه بود. همچنین بین صفات اندازه‌گیری شده فقط دوره موثر پرشدن دانه تحت تاثیر رقم قرار نگرفت. اثر متقابل سطوح آبیاری در رقم برای وزن نهایی دانه و عملکرد دانه معنی‌دار بود و بقیه صفات از این حیث معنی‌دار نشدند (جدول ۴).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات مربوط به سرعت و مدت پرشدن دانه ارقام مختلف گندم تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری تکمیلی

منبع تغییرات	درجه آزادی	متوسط سرعت پر شدن دانه	بیشینه سرعت پر شدن دانه	دوره موثر پر شدن دانه	زمان رسیدن به بیشینه سرعت پر شدن دانه	وزن دانه	عملکرد
بلوک	۳	۰/۰۲۴ ns	۰/۲ ns	۲۸ ns	۱۳/۵**	۶۵/۷**	۱۳۹۳/۵ ns
آبیاری	۲	۰/۲۴ **	۲/۱**	۱۱۲/۵*	۱۷۶/۹**	۲۱۶۶/۵**	۱۶۷۱۴۹/۶**
خطای اول	۶	۰/۱	۰/۲	۳۸/۳	۷/۱	۲۲/۴	۲۴۷۲/۳
رقم	۴	۰/۲ **	۰/۷**	۱۲/۸ ns	۳۸/۲**	۱۷۵/۸**	۱۰۰۲۴/۱**
آبیاری*رقم	۸	۰/۰۱ ns	۰/۰۲ ns	۲۳ ns	۲ ns	۱۷/۳*	۶۵۶۹/۹*
خطای دوم	۳۶	۰/۰۵	۰/۰۲	۲۴/۵	۲/۱۴	۶/۴	۱۹۶۳/۶
ضریب تغییرات (٪)		۱۲/۲	۱۳/۶	۱۲/۱	۳/۳	۴/۲	۹/۱

متوسط سرعت پرشدن دانه

نتایج نشان داد که تیمار دوبار آبیاری تکمیلی در مراحل سنبله‌دهی و دانه‌بندی با میانگین ۱/۴ میلی‌گرم در روز، بیشترین و تیمار بدون آبیاری (شاهد) با میانگین ۰/۹ میلی‌گرم در روز، کمترین سرعت تجمع ماده خشک در دانه را داشتند. مقایسه میانگین ارقام نیز نشان داد که رقم هما با میانگین ۱/۳ میلی‌گرم در روز، بیشترین و رقم ریژاو نیز با میانگین ۱/۰۱ میلی‌گرم در روز کمترین متوسط سرعت پرشدن دانه را داشتند (جدول ۵). به‌طورکلی تنش‌های محیطی (خشکی، گرما و شوری) سرعت پرشدن دانه را به دو شکل تحت تأثیر قرار می‌دهند. این عوامل یا فراهمی مواد جذبی برای دانه درحال رشد را تغییر می‌دهند و یا قدرت متابولیزه کردن مواد توسط دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (پورعیسی و همکاران، ۱۳۹۸). احتمالاً کاهش سرعت پرشدن دانه از طریق کاهش فتوسنتز (که خود نتیجه کمبود رطوبت می‌باشد) و افزایش مقاومت روزنه‌ای و نهایتاً کاهش تولید ماده خشک، به وقوع خواهد پیوست. قاعدتاً اعمال آبیاری تکمیلی در مراحل سنبله‌دهی و دانه-بندی سبب بهبود وضعیت رطوبتی خاک و نهایتاً افزایش اسیمیلاسیون و انباشت دانه خواهد گردید.

حداکثر سرعت پرشدن دانه

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تیمار دوبار آبیاری با میانگین ۲/۳ میلی‌گرم در روز و تیمار بدون آبیاری (شاهد) با میانگین ۱/۶ میلی‌گرم در روز به ترتیب، بیشترین و کمترین بیشینه‌ی سرعت پرشدن دانه را داشتند. ارقام هما و سرداری با میانگین ۲/۲ میلی‌گرم در روز بالاترین بیشینه‌ی سرعت پرشدن دانه را به خود اختصاص دادند. رقم ریژاو با میانگین ۱/۷ میلی‌گرم در روز نیز کمترین بیشینه‌ی سرعت پرشدن دانه را داشت (جدول ۵).

دوره موثر پرشدن دانه

با بررسی مقایسه میانگین سطوح مختلف آبیاری تکمیلی مشخص شد که تیمار دوبار آبیاری با میانگین ۳۴/۶ روز دارای دوره موثر پرشدن دانه بیشتری نسبت به سایر سطوح آبیاری بود. تیمار بدون آبیاری (دیم) نیز با میانگین ۳۰ روز دارای کمترین دوره موثر پرشدن دانه بود (جدول ۵). نتایج نشان داد که ارقام از لحاظ دوره مؤثر پرشدن دانه تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. رقم ریژاو با میانگین ۳۳/۹ روز، بیشترین و رقم آذر۲ با میانگین ۳۱ روز، کمترین دوره موثر پرشدن دانه را نشان دادند. به‌نظر می‌رسد کاهش محتوای رطوبتی خاک، که درنتیجه تبخیر و تعرق در طول فصل رشد (خصوصاً اواخر فصل رشد) می‌باشد؛ سبب پیری زودرس گیاه، کاهش سبز بمان و نهایتاً کاهش ظرفیت کربوکسیلاسیون گیاه می‌گردد (جدول ۵). کاهش دوره پرشدن دانه به دلیل توقف عرضه مواد فتوسنتزی، کاهش محتوای آب دانه و یا توقف فعالیت متابولیکی مخزن می‌تواند باشد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۴).

زمان رسیدن به حداکثر سرعت پر شدن دانه

مقایسات میانگین نشان داد که تحت کمبود رطوبت زمان رسیدن به بیشینه سرعت پرشدن دانه کاهش یافت. تیمار دوبار آبیاری تکمیلی با میانگین ۲۹/۳ روز و تیمار بدون آبیاری با میانگین ۲۳/۴ روز به ترتیب، بیشترین و کمترین تعداد روز تا رسیدن به بیشینه سرعت پرشدن دانه پس از گلدهی را به خود اختصاص دادند. مقایسه میانگین ارقام نشان داد که رقم سیروان با میانگین ۲۹/۱ روز بیشترین مدت زمان پس از سنبله‌دهی تا رسیدن به بیشینه سرعت پرشدن دانه را به خود اختصاص داد. رقم ریژاو نیز با میانگین ۲۴/۲ روز در مدت زمان کمتری به حداکثر سرعت پر شدن دانه رسید (جدول ۵).

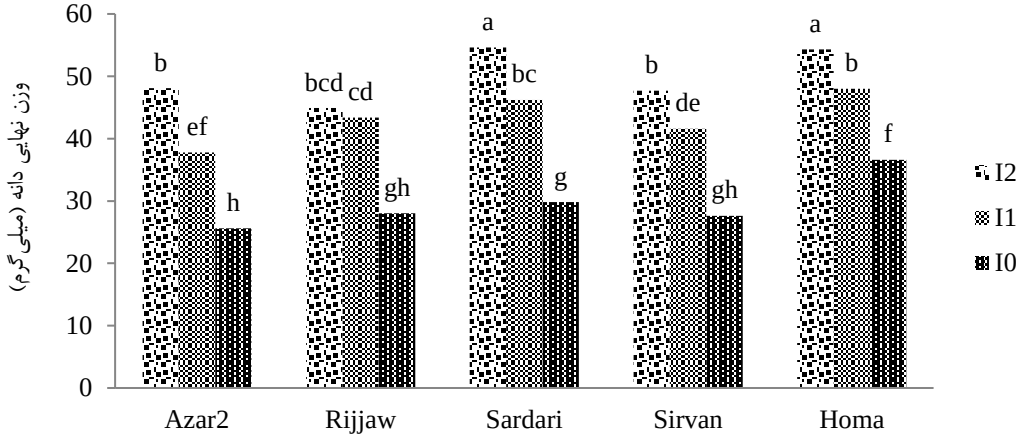
جدول۵- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آبیاری تکمیلی و رقم بر پارامترهای متوسط سرعت پرشدن دانه، حداکثر سرعت پرشدن دانه، دوره مؤثر پرشدن دانه و تعداد روزهای پس از سنبله‌دهی که دانه به حداکثر سرعت رشد می‌رسد.

تیمار	زمان رسیدن به حداکثر رشد دانه		دوره موثر پر شدن دانه (روز)		بیشینه سرعت پر شدن دانه (میلی‌گرم در روز)		متوسط سرعت پر شدن دانه (میلی‌گرم در روز)	
آبیاری								
T_0	۲۳/۴	C	۳۰/۱	A	۱/۶	B	B	۰/۹
T_1	۲۷/۰	B	۳۳/۶	A	۲/۱	A	A	۱/۲
T_2	۲۹/۳	A	۳۴/۶	B	۲/۳	A	A	۱/۴
رقم								
آذر۲	۲۶/۲	B	۳۱/۸	A	۲/۰	AB	ABC	۱/۱۴
ریژاو	۲۴/۲	C	۳۳/۹	A	۱/۷	B	C	۱/۰۱
سرداری	۲۷/۱	B	۳۲/۸	A	۲/۲	A	AB	۱/۲۴
سیروان	۲۹/۱	A	۳۲/۸	A	۱/۸	B	BC	۱/۰۵
هما	۲۶/۱	B	۳۳/۱	A	۲/۲	A	A	۱/۳

T0 بدون آبیاری (دیم)، T1 یک نوبت آبیاری در مرحله سنبله‌دهی و T2 آبیاری در مرحله سنبله‌دهی + اوایل دانه‌بندی در هر ستون حروف مشترک در تیمارهای آبیاری و رقم به منزله عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

وزن نهایی دانه

نتایج نشان داد که ارقام تحت تیمارهای مختلف آبیاری تکمیلی واکنش متفاوتی از نظر وزن نهایی دانه نشان دادند. در تمام ارقام، وزن نهایی دانه تحت شرایط بدون آبیاری (شاهد) کمتر از تیمارهای آبیاری تکمیلی بود. بیشترین افزایش وزن نهایی دانه مربوط به ارقام هما و سرداری در اثر کاربرد دو نوبت آبیاری در زمان سنبله‌دهی و مرحله دانه‌بندی مشاهده گردید (شکل ۱). کمترین افزایش وزن دانه نیز مربوط به رقم آذر۲ تحت شرایط بدون آبیاری بود که در این سطح با ارقام سیروان و ریژاو تفاوت معنی‌داری نشان نداد. اعمال یکبار آبیاری در مرحله سنبله‌دهی وزن نهایی دانه را در ارقام آذر۲، ریژاو، سرداری، سیروان و هما به ترتیب ۴۷، ۵۵، ۵۴/۷، ۴۹ و ۳۰/۴ درصد نسبت به تیمار دیم افزایش داد و تیمار دوبار آبیاری وزن نهایی دانه را در ارقام آذر۲، ریژاو، سرداری، سیروان و هما به ترتیب ۸۶، ۶۰، ۸۵، ۷۴ و ۴۹ درصد نسبت به تیمار بدون آبیاری افزایش داد (شکل ۱). تنش خشکی در زمان پرشدن دانه به طور معمول وزن دانه را کاهش می‌دهد. از دلایلی که در این مورد محتمل است می‌توان به کاهش مواد پرورده برای رشد دانه اشاره کرد. کاهش مواد پرورده نیز خود به کاهش فرآیند فتوسنتزی مربوط می‌گردد که با بسته شدن روزنه‌ها در ارتباط است (Leport *et al*., 1999).

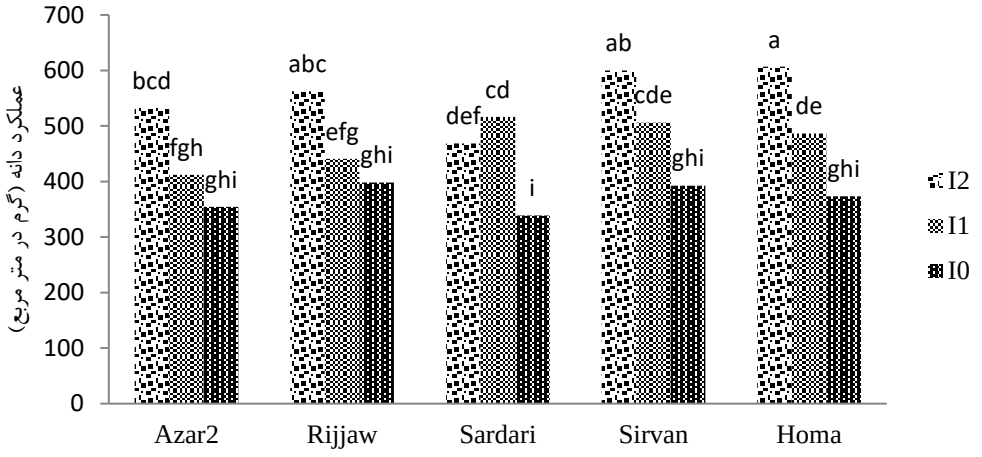


شکل ۱- مقایسه میانگین وزن نهایی تک دانه ارقام مختلف گندم تحت سطوح مختلف آبیاری تکمیلی

آبیاری در مرحله سنبله‌دهی + اوایل دانه‌بندیT2 یک نوبت آبیاری در مرحله سنبله‌دهی و T1 بدون آبیاری (دیم)، T0

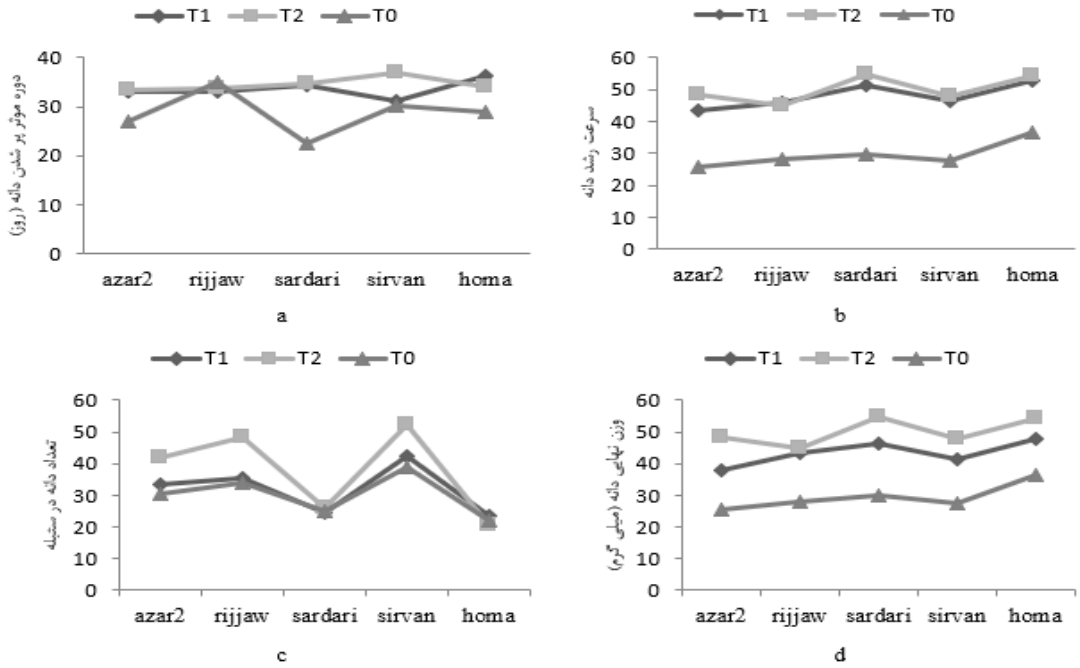
عملکرد دانه

به طور کلی با توجه به وقع بارندگی بسیار مناسب و توزیع تقریبا یکنواخت بارش (جدول ۱)، عملکرد ارقام در این آزمایش بسیار بالاتر از عملکرد متعارف در شرایط دیم بود. با این حال نتایج نشان داد که پاسخ عملکرد دانه ارقام مختلف به اعمال آبیاری تکمیلی متفاوت بود. در تمام ارقام به جز رقم سرداری، تیمار دو نوبت آبیاری بیشترین عملکرد دانه را داشت و کمترین عملکرد دانه نیز مربوط به تیمار آبیاری تکمیلی در بین ارقام داشتند (شکل ۲). در اثر کاربرد دو نوبت آبیاری تکمیلی میزان افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار بدون آبیاری در ارقام آذر۲، ریژاو، سرداری، سیروان و هما به ترتیب ۵۱، ۳۸، ۳۸، ۵۰ و ۶۳ درصد بود. همچنین اعمال یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله سنبله‌دهی باعث افزایش ۱۶/۳، ۱۰/۷، ۵۲/۵، ۲۸/۹ و ۳۰/۲ درصدی عملکرد دانه به ترتیب در ارقام آذر۲، ریژاو، سرداری، سیروان و هما نسبت به تیمار بدون آبیاری (دیم) گردید (شکل ۲). کاهش عملکرد دانه در محیط‌های دارای تنش رطوبتی، ناشی از کاهش اجزای عملکرد دانه شامل وزن دانه، تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله می‌باشد (رمضان‌پور و بدون آبیاری (دیم) بود. در رقم سرداری یک نوبت آبیاری منجر به عملکرد بیشتری در مقایسه با دوبار آبیاری گردید، که دلیل آن ورس گندم پس از اعمال دو بار آبیاری بود. با توجه به بارندگی قابل توجه در سالی زراعی که آزمایش انجام شد، به نظر می‌رسد که در سالهای پربارش اعمال یک بار آبیاری در رقم سرداری بهینه باشد. رقم هما با میانگین ۶۰۶/۸ گرم در مترمربع بیشترین و رقم آذر۲ با میانگین ۵۳۲/۷ گرم در مترمربع کمترین پاسخ را به کاربرد دو بار همکاران، ۱۳۸۷). در پژوهشی گزارش شد که عملکرد دانه تحت تیمارهای آبیاری تکمیلی بیشتر از عملکرد حاصل از تیمار دیم بود (بابازاده و همکاران، ۱۳۹۰). فلاحی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که عملکرد دانه تحت شرایط آبیاری تکمیلی برتری معنی‌داری نسبت به شرایط تنش آبی (تیمار بدون آبیاری) داشت. با اعمال آبیاری تکمیلی و بهبود محتوای رطوبتی خاک و درنتیجه دوام بافت‌های سبز گیاه، طول دوره انباشت دانه از آسیمیلات‌ها افزایش یافته و سبب افزایش وزن دانه و نهایتاً بهبود عملکرد دانه تحت اعمال آبیاری تکمیلی نسبت به تیمار بدون آبیاری تکمیلی می‌گردد.

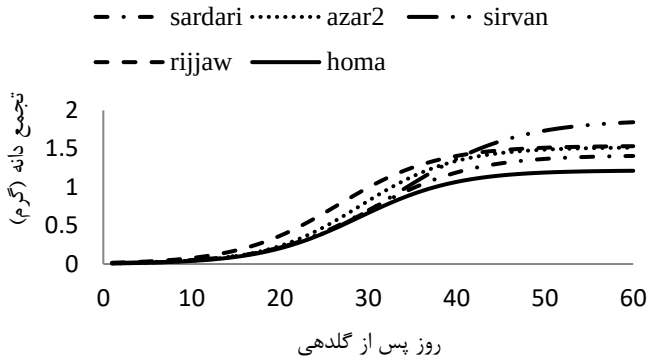


شکل ۲- عملکرد دانه ارقام مختلف گندم تحت سطوح مختلف آبیاری تکمیلی

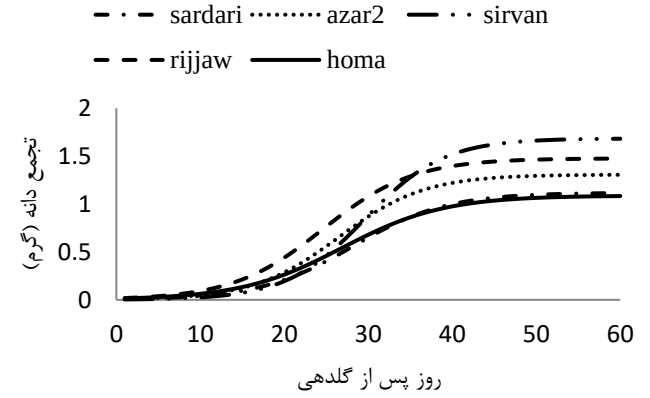
T0 بدون آبیاری (دیم)، T1 یک نوبت آبیاری در مرحله سنبله‌دهی و T2 آبیاری در مرحله سنبله‌دهی + اوایل دانه‌بندی



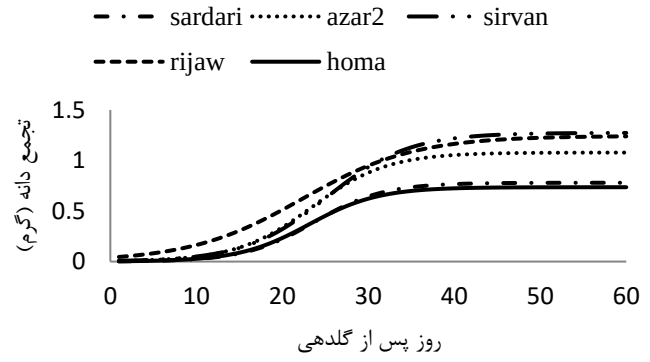
شکل ۳- تغییرات دوره مؤثر پرشدن د انه (الف)، سرعت رشد دانه (ب)، تعداد دانه در سنبله (ج) و وزن نهایی دانه (د) در ارقام مورد مطالعه تحت سطوح مختلف آبیاری تکمیلی (T0= بدون آبیاری، T1= یک نوبت آبیاری در مرحله سنبله‌دهی و T2= آبیاری در مرحله سنبله‌دهی+اوایل دانه-بندی).



T2



T1



T0

شکل۴- روند تجمع دانه در ارقام مورد مطالعه تحت سطوح مختلف آبیاری تکمیلی (T0= بدون آبیاری، T1= یک نوبت آبیاری در مرحله سنبله‌دهی و T2= آبیاری در مرحله سنبله‌دهی+اوایل دانه‌بندی)

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تنش خشکی از طریق کاهش طول دوره پرشدن دانه و انباشت آسیمیلات‌ها در دانه، وزن نهایی دانه و نهایتاً عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. همچنین مشخص گردید که اعمال دو نوبت آبیاری تکمیلی در مراحل سنبله‌دهی و اوایل دانه‌بندی سبب افزایش طول دوره موثر پرشدن دانه و درنتیجه افزایش زمان انباشت مواد فتوسنتزی در دانه خواهد شد. باتوجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان گفت که در دیم‌زارهایی که تاحدی بارش قابل توجهی دارند و امکان اعمال آبیاری تکمیلی وجود داشته باشد، استفاده از رقم سیروان به‌دلیل پاسخ مثبت به اعمال آبیاری، و نیز در شرایطی که امکان اعمال آبیاری تکمیلی وجود نداشته باشد استفاده از رقم ریژاو توصیه‌ای معقول برای کشاورزان می‌باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله وظیفه خود می‌دانند که از معاونت آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان به پاس تامین اعتبارات لازم برای اجرای این طرح قدردانی نمایند.

منابع

Ahmadi, A., Saeedi, M., & Jahansuz, M.R. (2005). Pattern of photosynthetic material distribution and grain filling in improved bread wheat cultivars under stress and non-drought stress conditions. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, *36* (6), 1336-1343. (In Persian).

Amjadi, H., Siosemardeh, A., & Hosseinpanahi, F. (2019). Evaluation of yield and yield components of wheat varieties under supplemental irrigation levels. *Journal of Plant Production and Genetics*, *1*(1), 23-32. (In Persian)

Babazadeh, H., Shahrokhi, F., Manshouri, M., & Davoudi, F. (2011). Investigation of the effect of supplementary irrigation on yield components of dryland wheat yield in Abhar region, Zanjan province. *Journal of Water Resources Engineering*, *4*, 75-84. (In Persian).

Brdar, M.D., Marija, M., Kraljevic, B., & Borislav, D. (2008). The parameters of grain filling and yield components in common wheat (*Triticum aestivum* L.).and durum wheat (*Triticum turgidum* L. Var. Durum). *Central European Journal of Biology*, *3*(1), 75-82.

Fallahi, H. A., Siadat, S.A.A., & Ezzat Ahmadi, M. (2007). The effect of supplementary irrigation and nitrogen on grain yield, yield components and wheat-protein of Koohdasht cultivar. *Journal of Water, Soil and Plants in Agriculture*, *7* (4), 225-238. (In Persian).

González Esteban, A.L. (2017). Patterns of world wheat trade 1945–2010: the long hangover from the second food regime. *Journal of Agrarian Change*, *18* (1), 87-111.

Kosova, K., Urban, M.O., Vítamvas, P., & Prasil, I.T. (2016). Drought stress response in common wheat, durum wheat, and barley: transcriptomics, proteomics, metabolomics, physiology, and breeding for an enhanced drought tolerance. In: Hossain, M.A., Wani, S.H., Bhattacharjee, S., Burritt, D.J., Tran, L.S.P. (Eds.), Drought Stress Tolerance in Plants: Molecular and Genetic Perspectives, vol. 2. *Springer International Publishing*, pp. 277e314. Cham.

Leport, L., Turner, N.C., &French, J. (1999). Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought. *European Journal of Agronomy*, *11*, 279- 291.

Papakosta, D.K., &Gagianas, A.A. (1991). Nitrogen and dry matter accumulation, remohilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. *Agronomy Journal*, *83*, 864-870.

Poureisi, M., Nabipour, M., & Meskarbashi, M. (2019). Evaluation of grain filling rate and remobilization of stem soluble carbohydrates in barley cultivars under drought stress at the end of the season. *Journal of Environmental Stresses in Agricultural Sciences*, *12* (4), 1129-1139. (In Persian).

Rahmi Karizki A., Galshi, S., & Soltani, A. (2015). Evaluation of improvement of grain filling rate and period during breeding processes in wheat cultivars. *Journal of Plant Production Research*, *22*(1), 23-38. (In Persian).

Ramazanpour, M.R., Dastfal, M., & Malakouti, M. J. (2008). The effect of potassium in reducing drought stress in wheat in Darab Fars region. *Journal of Soil and Water Sciences*, *22* (1), 127-135. (In Persian).

Reynolds, M.P., Pask, A., & Mullan, D. (2012). Physiological Breeding I: Interdisciplinary Approaches to Improve Crop Adaptation. Mexico, CIMMYT. Fisher, R. A., Maurrer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars; Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, *29*, 897-903.

Yang, J., & Zhang, J. (2006). Grain filling of cereals under soil drying. *New Phytologist*, *169*, 223-236.

Yu, Z.W. (2003). Crop Cultivation. *Agricultural Press*, Beijing. China Agricultural press, 199p.

Plant Production and Genetics **تولید و ژنتیک گیاهی**

Vol.4 , No. 1, Spring & Summer 2023, p. 59-70 **جلد ۴، شماره ۱، بهار و تابستان۱۴۰۲، صفحه ۷۰-۵۹**

Research Article DOI: 10.34785/J020.2022.016

Evaluation of grain filling rate and duration in wheat cultivars under different supplementary irrigation regimes

Hoshmand Amjadi [1], Farzad Hosseinpanahi [2*], Adel Siosemardeh[3]

1.Ph.D. student, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
2.Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
3.Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

Received: 21-12-2022

Accepted: 21-04-2022

Abstract

The grain filling process is influenced by two important factors: grain filling rate and length of grain filling period. Grain filling rate is an attribute that can be used in selecting genotypes under drought stress conditions. The aim of this experiment was to evaluate the rate and duration of grain filling under different levels of supplementary irrigation in different wheat cultivars, in the form of split plots in a randomized complete block design with four replications. Irrigation treatments at 3 levels: no irrigation (T0, rainfed), irrigation at heading stage (T1) and irrigation at heading + early seeding (T2) in main plots and cultivar treatment including five wheat cultivars named Azar 2, Rijjaw, Sardari, Sirvan and Homa were placed in sub-plots. The results showed that the T2 treatment with an average of 1.4 mg per day had the highest and the T0 treatment with an average of 0.9 mg per day had the lowest rate of dry matter accumulation in the grain. Also, Homa cultivar with an average of 1.3 mg per day had the highest and Rijjaw cultivar with an average of 1.01 mg per day had the lowest average grain filling rate. The T2 and T0 treatments with an average of 34.6 and 30 days had a longest and shortest effective grain filling period, respectively. The results of this study showed that supplementary irrigation in dryland wheat fields can increase yield and production stability by increasing the length of grain filling period and also increasing grain filling rate.

Keywords: Grain accumulation, remobilization, drought stress, photosynthesis

Citation: Amjadi, H., Hosseinpanahi, F., & Siosemardeh, A. (2023). Evaluation of grain filling rate and duration in wheat cultivars under different supplementary irrigation regimes. *Plant Production and Genetics*, 4(1), 59-70. https://doi.org/10.34785/J020.2022.016.

Copyrights:
Copyrights rights for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Plant Production and Genetics. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

*Corresponding Author Email: f.hosseinpanahi@uok.ac.ir