



ارزیابی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم تحت سطوح آبیاری تکمیلی

هوشمند امجدی^۱، عادل سی‌وسه مرده^۲ و فرزاد حسین پناهی^{۳*}

۱. دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۲. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۳. نویسنده مسئول: استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

پست الکترونیکی نویسنده مسئول f.hosseinpanahi@agri.uok.ac.ir

پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۵

دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۸

چکیده

در میان تنش‌های غیرزنده، تنش خشکی عامل اصلی محدودکننده رشد گیاه در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. بخش عمده‌ای از مناطق تحت کشت گندم ایران در چنین شرایط آب‌وهوایی قرار دارد و کاهش نزولات و توزیع نامناسب آن موجب محدودیت عملکرد دانه گندم می‌شود. به منظور بررسی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گندم تحت رژیم‌های مختلف آبیاری تکمیلی، آزمایشی به صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، اجرا شد. تیمار کرت‌های اصلی شامل آبیاری تکمیلی در ۳ سطح: بدون آبیاری (دیم)، آبیاری در مرحله سنبله دهی و آبیاری در مراحل سنبله دهی+اوایل دانه‌بندی. تیمار کرت‌های فرعی شامل ۵ رقم گندم مختلف به نام‌های آذر ۲، ریژاو، سرداری، سیروان و هما بود. نتایج نشان داد که در اثر کاربرد دو نوبت آبیاری تکمیلی میزان افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار بدون آبیاری در ارقام آذر ۲، ریژاو، سرداری، سیروان و هما به ترتیب ۵۱، ۳۸، ۳۸، ۵۰ و ۶۳ درصد بود. همچنین اعمال یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله سنبله دهی باعث افزایش ۱۶/۳، ۱۰/۷، ۵۲/۵، ۲۸/۹ و ۳۰/۲ درصدی عملکرد دانه به ترتیب در ارقام آذر ۲، ریژاو، سرداری، سیروان و هما نسبت به تیمار بدون آبیاری (دیم) گردید. کاربرد حتی یک نوبت آبیاری تکمیلی، باعث افزایش ۵۰ درصدی عملکرد، در رقم سرداری نسبت به تیمار بدون آبیاری (دیم) شد.

کلیدواژگان: تنش خشکی، خلأ عملکرد، دیم‌کاری، شاخص برداشت

مقدمه

عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و بهره‌وری آب گردید. همچنین مشخص شد که تک آبیاری دیرهنگام اثر چندانی بر شاخص‌های مورد ارزیابی نداشت و دارای بهره‌وری کمتری نیز بود. اثربخشی تک آبیاری را می‌توان در تمام ارقام نسبت به شرایط دیم ملاحظه نمود هرچند که این تأثیر بر عملکرد و اجزای عملکرد مشهود است ولی ضرورت دارد که زمان انجام آبیاری به‌درستی انتخاب گردد (Tavakoli, 2012).

Maaveni و همکاران (2008) نیز گزارش کردند که اثر تنش خشکی بر ارتفاع گیاه، تعداد دانه در مترمربع، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، وزن سنبله در مترمربع، عملکرد بیولوژیک و درصد رطوبت دانه معنی‌دار بود. در بررسی دیگری نیز که روی ژنوتیپ‌های مختلف گندم انجام گرفت، مشخص گردید که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد دانه شد (Rajaii et al, 2015). اثربخشی مثبت آبیاری تکمیلی در گیاهان زراعی منحصر به گیاه گندم نیست و در محصولات دیگر نیز نتایج رضایت بخشی را به دنبال داشته است و می‌توان از این استراتژی بهره گرفت. در همین راستا پژوهشی روی گیاه نخود زراعی انجام گرفت، مشخص شد که آبیاری تکمیلی منجر به افزایش معنی‌داری در تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه شد و از این طریق، عملکرد نهایی دانه افزایش یافت (Ghobadi et al, 2013). در پژوهشی دیگری که روی ارقام جو شرایط دیم انجام پذیرفت، مشخص گردید که آبیاری تکمیلی در مقایسه با تیمار شاهد (بدون آبیاری) به‌طور معنی‌داری تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت جو را افزایش داد (Hamzeii and sayedi, 2013).

با توجه به افزایش قابل‌ملاحظه عملکرد دانه تحت تیمار آبیاری تکمیلی، هدف از این مطالعه، ارزیابی تیمارهای آبیاری تکمیلی روی ارقام مختلف گندم و تعیین مناسب‌ترین رقم و مرحله نموی که به آبیاری تکمیلی واکنش مطلوب نشان می‌دهند؛ می‌باشد که راهکاری برای بهبود عملکرد گندم تحت شرایط دیم، باشد.

خشک‌سالی یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی حاصل از تغییرات اقلیمی در سال‌های اخیر است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت مواجه ساخته و پیش‌بینی می‌شود در آینده نیز شدیدتر شود (Hussain et al, 2018). تنش خشکی یکی از تنش‌های غیرزنده است که رشد گیاه، عملکرد و کیفیت آن را محدود می‌سازد (Riccardi et al, 2016; Zala et al, 2016). به‌طور کلی چهار نوع خشکی شامل؛ خشکی هواشناسی، خشکی هیدرولوژیکی، خشکی کشاورزی و خشکی اجتماعی-اقتصادی وجود دارد. خشکی کشاورزی محدود به رطوبت خاک و خشکی ناحیه ریشه در لایه‌های سطحی خاک نیست و مفهومی پیچیده‌تر دارد (Mishra and Singh, 2010; Heim, 2002; Panu and Sharma, 2002). خشکی به کمبود غیرطبیعی رطوبت محیطی اشاره دارد که اغلب نتیجه بارش‌های کم در یک منطقه خاص است (Mishra and Singh, 2010). در حال حاضر آب به‌عنوان مهم‌ترین و محدودکننده‌ترین عامل تولید در بخش کشاورزی مطرح است. آنچه مسلم است کشور-هایی که در ناحیه خشک و نیمه‌خشک جهان قرار دارند و یا از کمبود آب رنج می‌برند، باید راهبردهای خاصی در جهت استفاده تک آبیاری صحیح و مطلوب از آب به عمل آورند (Ghamarnia and Farmanifar, 2013). درواقع شاید بتوان گفت که آبیاری تکمیلی یک راه‌حل برای برون‌رفت از بحران افت عملکرد ناشی از تنش رطوبتی باشد که نیازمند توجه بیشتر و جدی‌تر از سوی کشاورزان می‌باشد. آبیاری تکمیلی و تک آبیاری کاربرد حداقل آب نسبت به شرایط دیم برای جبران کمبود بارش در زمان مناسب و بحرانی رشد و یا با هدف جلوگیری از انداختن مرحله رشد است تا محصول بتواند در مراحل دیگر از رطوبت خاک، بارش و دمای محیط برای تولید بیشتر بهره گیرد (Tavakoli, 2012). درواقع آبیاری تکمیلی یک مداخله موقت بوده و باید به نحوی طراحی شود تا بتوان در زمانی که آب فراهم است تعرق طبیعی گیاه را افزایش داد. از طرف دیگر کاربرد آن در زمانی که بارندگی برای رشد گیاه زراعی کافی است، نامناسب می‌باشد (Oweis and Hachum, 2004). در مطالعه‌ای مشاهده گردید که تک آبیاری در تاریخ کاشت معمولی سبب افزایش عملکرد دانه،

مواد و روش‌ها

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 ۹۵-

به‌منظور ارزیابی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد تحت سطوح مختلف آبیاری تکمیلی، آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان

۳۰/۸ مترمربع 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 به‌منظور مبارزه و از بین بردن علف‌های هرز، تمام کرت‌های آزمایشی با علف‌کش توفوردی سم‌پاشی گردیدند. برای انجام آبیاری تکمیلی از روش آبیاری قطره‌ای استفاده شد. حجم آب داده‌شده برای هر کرت، ۱۲ مترمکعب در هر مرحله بود. در زمان رسیدگی یک مترمربع از قسمت انتهایی و غیر تخریبی هر کرت و با احتساب اثر حاشیه انجام شد و جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، استفاده شد. برای اندازه‌گیری تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه مربوط به هر کرت ۱۰ عدد سنبله انتخاب شد و میانگین نتایج به‌دست‌آمده برای ۱۰ بوته ثبت گردید. قبل از تجزیه واریانس، آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام شد و پس از اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS9.1 و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام گرفت. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

۱۳۹۴ انجام شد مشخصات مربوط به میزان بارندگی و دمای هوا در طول دوره اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه‌شده است. تیمار کرت‌های اصلی شامل ۳ سطح آبیاری تکمیلی: بدون آبیاری (دییم (I₀))، آبیاری تکمیلی در مرحله سنبله دهی (I₁) و آبیاری تکمیلی در مراحل سنبله دهی+اوایل دانه‌بندی (I₂) و تیمار کرت‌های فرعی شامل پنج رقم گندم مختلف به نام‌های آذر ۲، ریژاو، سرداری، سیروان و هما بود که مشخصات آن‌ها در جدول ۳ ذکر شده است. برای اجرای این تحقیق پس از انتخاب قطعه زمین مناسب از نقاط مختلف آن نمونه‌برداری و نتایج آنالیز خاک ارائه‌شده است (جدول ۲). بر اساس نتایج آزمون خاک، کودهای موردنیاز به تیمارهای آزمایشی در همه‌ی تکرارها به‌طور یکنواخت اضافه شد. تمام کود فسفوره از منبع فسفات آمونیوم هم‌زمان با کشت و کود ازته از منبع نترات آمونیوم به‌صورت نصف در زمان کاشت و نصف باقیمانده در اواخر اسفندماه، قبل از ساقه رفتن گندم، مصرف گردید. زمین مورداستفاده ابتدا با گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد سپس با روتیواتور، زمین شخم‌خورده مسطح گردید و کشت توسط بذرکار غلات انجام شد. تاریخ کاشت گندم ۶ آبان ۱۳۹۴ بود. مساحت هر واحد آزمایشی اصلی ۱۵۴ مترمربع بود که پنج کرت فرعی با مساحت

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

Table 1. Monthly precipitation and minimum and maximum temperature average of experimental site during 2014-2015 season

Monthly period	23Jan-22Oct	23Oct-21Nov	22Nov-21Dec	22Dec-20Jan	21Jan-19Feb	20Feb-19Mar	20Mar-19Apr	20Apr-20May	21May-20Jun	21Jun-21Jul
Accumulated Precipitation (mm)	1.7	125.7	31.20	30	39.8	20.1	93.6	22.2	0.1	0.5
Minimum temperature average (C°)	11.42	4.05	-3.79	-3.51	-3.77	2.76	3.64	9.64	13.34	18.2
Maximum temperature average (C°)	23.90	12.16	4.27	3.94	4.94	12.73	13.24	21.59	26.36	33.53

جدول ۲ - نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

Table 2. Soil analysis of experimental site

Soil texture components			Organic matter (%)	Electrical conductivity (ds/m)	pH (ppm)	Br (ppm)	Zn (ppm)	K (ppm)	P (ppm)	Fe (ppm)
Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)								
14.2	38.4	47.4	0.76	0.49	7.62	0.7	0.8	320	12.4	2.20

جدول ۳ - خلاصه‌ای از ویژگی‌های ارقام استفاده‌شده در این پژوهش

Table 3. Summary of studied varieties traits

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

نتایج و بحث

برداشت تفاوت‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید. اثر متقابل آبیاری در رقم نیز در مورد صفات عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه معنی‌دار بود اما از نظر شاخص برداشت معنی‌دار نگردید (جدول ۴).

۸، ۴۰، ۳۵ و ۵۱ درصد بود (شکل ۱). کاهش عملکرد بیولوژیک تحت تیمار بدون آبیاری (دیم) می‌تواند به دلیل بسته شدن روزنه‌ها در اثر کمبود فراهمی آب و به دنبال آن کاهش فتوسنتز و کاهش تولید ماده خشک باشد. لازم به ذکر است که در شرایط فراهمی رطوبت، عناصر معدنی خاک به سهولت جذب گردیده و شاخ و برگ گیاه بهتر توسعه پیدا کرده و در نتیجه عملکرد زیست‌توده تحت تیمارهای آبیاری تکمیلی نسبت به شرایط دیم، افزایش یافته است.

در مطالعه Tatarski و همکاران (2012) گزارش شد که عملکرد بیولوژیک گندم تحت تیمارهای آبیاری تکمیلی با دو نوبت آبیاری و بیشتر، برتری معنی‌داری نسبت به تیمار بدون آبیاری (دیم) و تیمار با یک نوبت آبیاری داشت.

تفاوت ارقام از لحاظ تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در تک سنبله و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. ارقام مورد مطالعه از نظر عملکرد بیولوژیک دارای تفاوت معنی‌دار نبود اما از نظر عملکرد دانه و شاخص

عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد که پاسخ عملکرد بیولوژیک ارقام مختلف به اعمال آبیاری تکمیلی متفاوت بود. بیشترین (۱۵۵۳/۵۳) گرم در مترمربع) و کمترین (۱۰۲۹/۷۱) گرم در مترمربع) عملکرد بیولوژیک به ترتیب در ارقام هما و سرداری مشاهده شد. در تمام ارقام میزان عملکرد بیولوژیک تحت شرایط دیم کمتر از تیمار-های آبیاری تکمیلی بود اما میزان افزایش عملکرد بیولوژیک در اثر کاربرد آبیاری تکمیلی در ارقام مختلف متفاوت بود. بیشترین افزایش عملکرد بیولوژیک در رقم هما در اثر کاربرد یک مرحله آبیاری تکمیلی در زمان سنبله دهی مشاهده شد. کمترین افزایش عملکرد نیز مربوط به رقم ریژاو بود. در اثر کاربرد یک‌بار آبیاری تکمیلی میزان افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار دیم در ارقام آذر ۲، ریژاو، سرداری، سیروان و هما به ترتیب ۱۲،

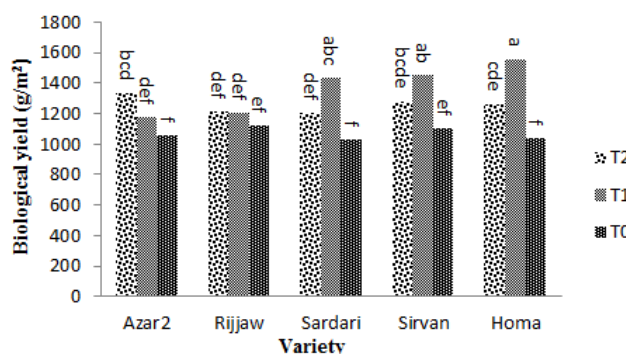
جدول ۴ - نتایج تجزیه واریانس صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف گندم تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری تکمیلی

Table 4. Analyze of variance for yield and yield components traits of different wheat varieties under different supplemental irrigation treatments

S.O.V	df	Biological yield	Ear Number	Grain number per ear	1000-grain weigh	Grain yield	Harvest index
Block	3	42732.7 ^{ns}	7065.4 ^{ns}	25.2 ^{ns}	63.6 ^{**}	1393.5 ^{ns}	9.7 ^{ns}
Irrigation levels	2	442344.5 ^{**}	76080.1 ^{**}	336.5 ^{**}	2131.4 ^{**}	167149.6 ^{**}	136.9 ^{**}
first error	6	9673.8	7363.9	20.7	20	1963.6	5.3
Variety	4	29337.4 ^{ns}	96016.2 ^{**}	1093.8 ^{**}	164.5 ^{**}	10024.1 ^{**}	45.4 ^{**}
Irrigation* Variety	8	49400.5 [*]	10140.7 [*]	66.6 [*]	15.9 [*]	6569.9 [*]	9.5 ^{ns}
Block*Variety	12	21693.7 ^{ns}	---	22.5 ^{ns}	---	3350.1 ^{ns}	10 ^{ns}
Second error	24	17735.6	4253.1	29.4	7.1	2472.3	10.5
CV (%)		10.8	11.4	16.3	6.5	10.7	8.6

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم معنی‌دار، وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *, ** are not significant and significant at 5 and 1 percent probability level, respectively.



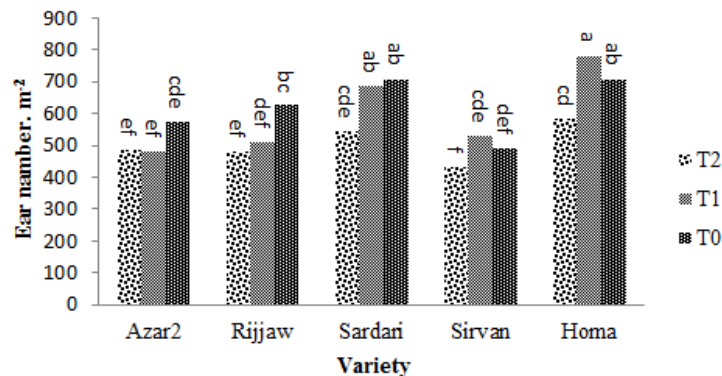
شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک ارقام مختلف گندم تحت سطوح مختلف آبیاری تکمیلی

Fig 1. Mean comparison of biological yield of different wheat varieties under different supplemental irrigation levels

تعداد سنبله در واحد سطح

به کاربرد یک نوبت آبیاری تکمیلی با میانگین ۷۸۷/۸ سنبله در مترمربع داشت؛ اما رقم سیروان کمترین واکنش را به اعمال آبیاری تکمیلی در هر سه سطح آبیاری نسبت به ارقام دیگر داشت. (شکل ۲).

نتایج نشان داد که پاسخ ارقام مختلف از لحاظ تعداد سنبله در مترمربع تحت اعمال تیمارهای آبیاری تکمیلی متفاوت بود. در تمام ارقام به جزء رقم آذر ۲ تعداد سنبله در مترمربع تحت تیمار دو بار آبیاری تکمیلی نسبت به سطوح آبیاری دیگر کمتر بود. رقم هما بیشترین پاسخ را



شکل ۲- مقایسه میانگین تعداد سنبله ارقام مختلف گندم تحت سطوح مختلف آبیاری تکمیلی
Fig 2. Mean comparison of ear number of different wheat varieties under different supplemental irrigation levels

بدون آبیاری، به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد سنبله بارور در مترمربع را داشتند. همان‌طور که نتیجه مقایسه میانگین (شکل ۲) نشان می‌دهد کاربرد آبیاری تکمیلی باعث کاهش در تعداد سنبله در مترمربع در ارقام مورد مطالعه شد.

طبق نتایج Momtazi (2011) تیمارهای آبیاری تأثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله در واحد سطح نداشتند؛ اما در بررسی‌های فلاحی و همکاران (۱۳۸۶) مشخص شد که بین تیمارهای مختلف آبیاری تکمیلی تفاوت معنی‌داری وجود داشت و تیمار یک نوبت آبیاری در مرحله گلدهی+یک نوبت آبیاری در مرحله پر شدن دانه و تیمار

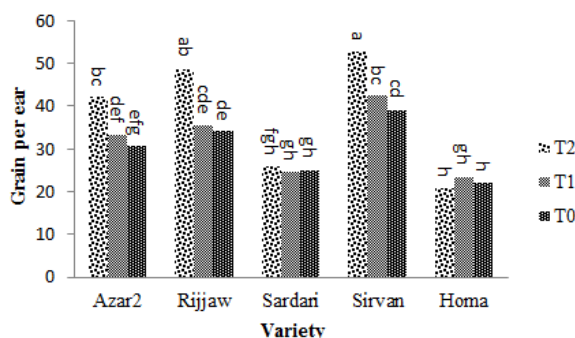
تعداد دانه در سنبله

مراحل ساقه دهی و گلدهی به‌دست آمد. همچنین هیچ‌یک از تیمارهای آبیاری تکمیلی اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند. کمترین تعداد دانه هم مربوط به تیمار بدون آبیاری گزارش شد؛ اما در مطالعه‌ی دیگری گزارش شد که تیمارهای آبیاری تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله نداشت. همچنین اثر متقابل رقم و تیمار آبیاری بر این صفت معنی‌دار نبود (Momtazi, 2011).

اعمال آبیاری تکمیلی در مرحله سنبله دهی+ اوایل دانه‌بندی قاعدتاً نباید تعداد دانه در سنبله را افزایش دهد؛ دلیل این امر را می‌توان به پایین بودن وزن دانه تحت

نتایج نشان داد با اعمال آبیاری تکمیلی تعداد دانه در سنبله در ارقام سیروان، ریژاو و آذر ۲ افزایش پیدا کرد اما در ارقام هما و سرداری تفاوت معنی‌داری از نظر این صفت وجود نداشت. کاربرد دو نوبت آبیاری تکمیلی در مراحل سنبله دهی و دانه‌بندی در ارقام آذر ۲، ریژاو، سرداری و سیروان به ترتیب ۳۷، ۴۳، ۳ و ۳۳ درصد تعداد دانه در سنبله را نسبت به تیمار بدون آبیاری افزایش دادند (شکل ۳). Tatari و همکاران (2012) گزارش کردند که اثر آبیاری تکمیلی بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که بیشترین تعداد دانه در سنبله از تیمار دو بار آبیاری در

تیمار بدون آبیاری (دیم) که در زمان خرم‌کوبی همراه با بخش‌های غیر دانه‌ای سنبله که تحت تأثیر جریان باد جدا شده باشد، نسبت داد.



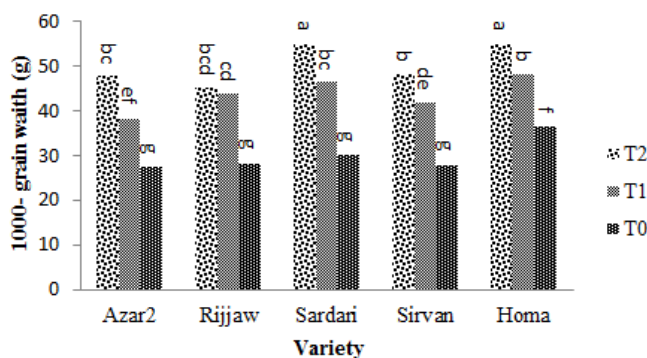
شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد دانه در سنبله ارقام مختلف گندم تحت سطوح مختلف آبیاری تکمیلی

Fig 3. Mean comparison of grain number per ear of different wheat varieties under different supplemental irrigation levels

وزن هزار دانه

واکنش را به اعمال دو نوبت آبیاری تکمیلی داشت. تیمار دو بار آبیاری در ارقام آذر ۲، ریژاو، سرداری، سیروان و هما به ترتیب سبب ۷۶، ۶۰، ۸۲، ۷۲ و ۵۱ درصد افزایش وزن هزار دانه نسبت به تیمار بدون آبیاری گردید (شکل ۴).

نتایج نشان داد که در همه‌ی ارقام مورد مطالعه تیمار بدون آبیاری (دیم) نسبت به سطوح آبیاری تکمیلی، کمترین وزن هزار دانه را داشت. ارقام هما و سرداری بیشترین پاسخ را به کاربرد دو بار آبیاری تکمیلی در مراحل سنبله دهی و دانه‌بندی نشان دادند؛ اما رقم ریژاو کمترین



شکل ۴- مقایسه میانگین وزن هزار دانه در ارقام مختلف گندم تحت سطوح مختلف آبیاری تکمیلی

Fig 4. Mean comparison of 1000-grain weight of different wheat varieties under different supplemental irrigation levels

فراهم بودن رطوبت باعث می‌گردد که هدایت روزنه‌ای افزایش پیدا کند و به دنبال آن درجه بازشدگی روزنه‌ها نیز بالا رفته و در نهایت فتوسنتز افزایش می‌یابد؛ و این موجب افزایش تولید مواد پرورده و رفع نیازهای مخزن (دانه) و افزایش وزن آن را به دنبال دارد. از طرف دیگر در شرایط مساعد رطوبتی آنزیم‌های درگیر در فتوسنتز بهتر عمل کرده و افزایش فتوسنتز و تولید را به همراه دارد. همچنین در صورت دسترسی گیاه به

طبق نتایج پژوهش Babazade و همکاران (2011)، بیشترین وزن هزار دانه از تیمارهای آبیاری تکمیلی نسبت به تیمار دیم حاصل شد. آن‌ها نشان دادند که بین تیمارهای آبیاری تکمیلی نیز تفاوت معنی‌دار بود که تیمار دو نوبت آبیاری در مراحل سنبله دهی و دانه بستن جمعاً به مقدار ۵۰۰ مترمکعب در هکتار به دست آمد. همچنین Tatarsi و همکاران (2012) هم به نتایج مشابهی رسیدند.

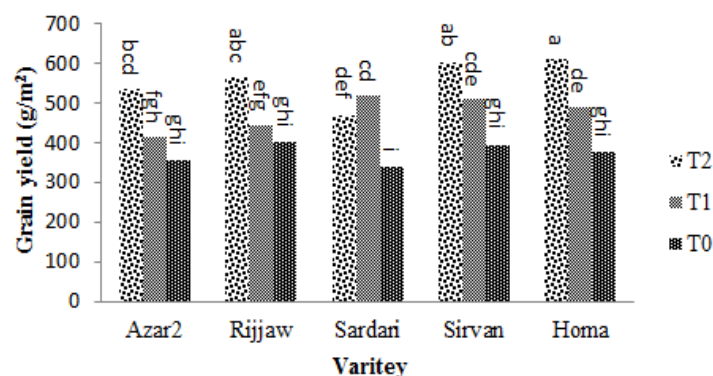
فتوسنتزی بیشتری دارند و چون محتوای رطوبت خاک کاهش یافته است، آبیاری تکمیلی در این مرحله باعث افزایش تعرق و افزایش جذب دی‌اکسید کربن به محل کربوکسیلاسیون (به دلیل باز شدن روزنه‌ها) گردیده و افزایش وزن دانه به دنبال داشته است.

در مطالعه Emam و Tadayon (2006) نیز مشخص شد که آبیاری تکمیلی در مراحل مختلف رشد، منجر به افزایش چشمگیر عملکرد دانه در مقایسه با تیمار دیم شد. به طوری که آبیاری در مرحله ساقه رفتن در مقایسه با تیمار دیم منجر به افزایش عملکرد دانه به میزان ۲۰۰ درصد گردید. کاهش عملکرد دانه در محیط‌های دارای تنش رطوبتی، ناشی از کاهش اجزای عملکرد دانه شامل و زندانه، تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله می‌باشد (Ramazanpur et al, 2007). در پژوهشی گزارش شد که عملکرد دانه تحت تیمارهای آبیاری تکمیلی بیشتر از عملکرد حاصل از تیمار دیم بود (Babazade et al, 2011). Falahi و همکاران (2006) گزارش کردند که عملکرد دانه تحت شرایط آبیاری تکمیلی برتری معنی‌داری نسبت به شرایط تنش آبی (تیمار بدون آبیاری) داشت. تیمار یک نوبت آبیاری نیز در مرحله گلدهی + یک نوبت آبیاری در مرحله پر شدن دانه بیشترین عملکرد را در بین تیمارهای آبیاری داشت کمترین عملکرد نیز مربوط به تیمار بدون آبیاری (دیم) بود.

رطوبت دمای بافت‌های گیاه خنک‌تر و شرایط برای فتوسنتز ایده آل تر از تنفس می‌باشد.

عملکرد دانه

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. در تمام ارقام، کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار بدون آبیاری (دیم) بود. رقم هما با میانگین ۶۰۶/۸ گرم در مترمربع بیشترین و رقم آذر ۲ با میانگین ۵۳۲/۷ گرم در مترمربع کمترین پاسخ را به کاربرد دو بار آبیاری تکمیلی در بین ارقام داشت. در اثر کاربرد دو نوبت آبیاری تکمیلی میزان افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار بدون آبیاری در ارقام آذر ۲، ریژاو، سرداری، سیروان و هما به ترتیب ۵۱، ۳۸، ۳۸، ۵۰ و ۶۳ درصد بود (شکل ۵). همچنین اعمال یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله سنبله دهی باعث افزایش ۱۶/۳، ۱۰/۷، ۵۲/۵، ۲۸/۹ و ۳۰/۲ درصدی عملکرد دانه به ترتیب در ارقام آذر ۲، ریژاو، سرداری، سیروان و هما نسبت به تیمار بدون آبیاری (دیم) گردید. اثربخشی مثبت دو نوبت آبیاری تکمیلی (T2) بر عملکرد دانه، احتمالاً از طریق افزایش فتوسنتز صورت گرفته است؛ زیرا آبیاری تکمیلی موجب افزایش وزن هزار دانه گردیده است (شکل ۴)؛ به عبارت دیگر در اوایل مرحله دانه‌بندی، زمانی که هنوز برگ‌ها سبز هستند دانه‌ها تقاضای مواد



شکل ۵- مقایسه میانگین عملکرد دانه ارقام مختلف گندم تحت سطوح مختلف آبیاری تکمیلی

Fig 5. Mean comparison of grain yield of different wheat varieties under different supplemental irrigation levels

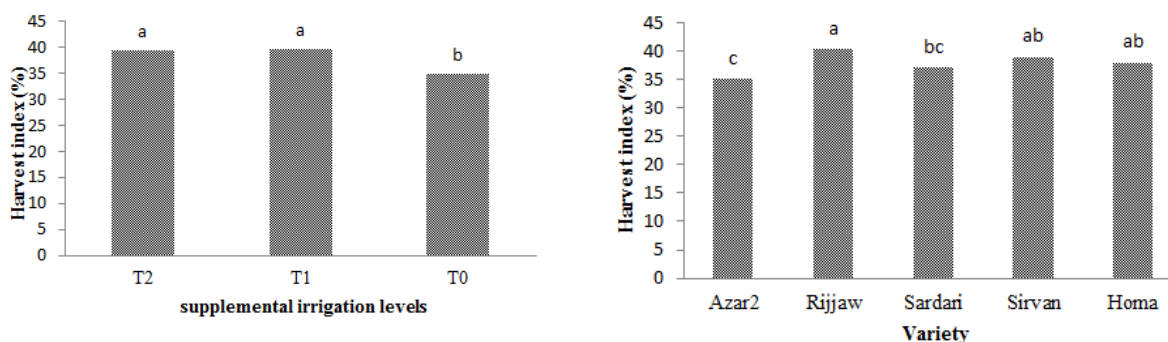
درصد بیشترین و تیمار بدون آبیاری با متوسط ۳۴/۸ درصد کمترین شاخص برداشت را داشت (شکل ۶). بر طبق نتایج حاصل از مطالعه Falahi و همکاران (2006) تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آبیاری برای شاخص برداشت گزارش نگردید؛ اما در پژوهش Tavakoli (2012)

شاخص برداشت

نتایج نشان داد که پاسخ شاخص برداشت به کاربرد تیمارهای آبیاری تکمیلی متفاوت بود. در بین سطوح مختلف آبیاری تکمیلی، تیمار یک‌بار آبیاری با متوسط ۳۹/۴

گزارش شد که تیمارهای مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت. همچنین در پژوهش دیگری که بر روی گیاه جو انجام گرفت گزارش گردید که تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن دانه، بیشترین و تیمار دیم (بدون آبیاری) کمترین شاخص برداشت را داشت

گزارش شد که تیمارهای مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت. همچنین در پژوهش دیگری که بر روی گیاه جو انجام گرفت گزارش گردید که تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن دانه، بیشترین و تیمار دیم (بدون آبیاری) کمترین شاخص برداشت را داشت



شکل ۶- مقایسه میانگین شاخص برداشت ارقام مورد مطالعه و سطوح مختلف آبیاری تکمیلی
Fig 6. Mean comparison of harvest index in studied varieties and different supplemental irrigation levels

نتیجه‌گیری

دیگر با توجه به محدودیت منابع آبی در کشور، کاربرد یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله سنبله دهی قابل توصیه است. همچنین استفاده از رقم سرداری در مناطقی از دیم‌کاری که تنها امکان کاربرد یک نوبت آبیاری تکمیلی وجود دارد، مناسب به نظر می‌رسد؛ زیرا عملکرد دانه در رقم سرداری تحت کاربرد یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله سنبله دهی، نسبت به شرایط بدون آبیاری (دیم)، بیش از ۵۰ درصد افزایش یافت.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که عملکرد دانه تحت تیمار یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله سنبله دهی نسبت به تیمار بدون آبیاری (دیم)، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. تیمار دو نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله سنبله دهی+اوایل دانه‌بندی نیز عملکرد دانه را افزایش داد، اما افزایش عملکرد دانه تحت تیمار دو نوبت آبیاری تکمیلی، تفاوت معنی‌داری با افزایش عملکرد دانه تحت تیمار یک نوبت آبیاری تکمیلی نداشت؛ دلیل این امر می‌تواند بارش‌های فراوان در سال آزمایش باشد. از طرف

منابع

- Babazadeh, H., Shahrokhi, F., Manshouri, M. and Davoudi, F. 2011. Effect of supplemental irrigation on yield components of rainfed wheat in Abhar, Zanjan province. *Journal of Water Resources Engineering*, 4: 75-84. (In Persian).
- Fallahi, H.A., Sayyidat, S.A.A. and Ezzat Ahmadi, M. 2007. Effect of supplemental irrigation and nitrogen on grain yield, yield components and wheat protein in Kouhdasht cultivar. *Journal of Water, Soil and Plant in Agriculture*, 7 (4): 225- 238. (In Persian).
- Ghobadi, M., Salahi, H., Ghobadi, M.A. And Mansourifar, Q. 2013. Effect of supplemental irrigation and nitrogen fertilizer application on grain yield and its components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agricultural Agriculture*, 16 (3):585- 598. (In Persian).
- Hamzehi, J. and Sidi, M. 2013. Response of yield and yield components of barley cultivars to supplemental irrigation in dryland conditions. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 23 (4): 159-168. (In Persian).
- Hussain, M., SH. Farooq, W. Hasan, S. Ul-Allah, M. Tanveer, M. Farooq and Nawazd, A. 2018. Drought stress in sunflower: Physiological effects and its management through breeding and agronomic alternatives. *Agricultural Water Management*, 201: 152-166.

- Heim Jr, R.R. 2002. A review of twentieth-century drought indices used in the United States. American Meteorological Society, 83(8): 1149-1165.
- Maaveni, P., Habibi, D. And AbbasZadeh, B. 2008. Effect of Drought Stress on Yield and Yield Components of Four Wheat Cultivars in Qods City. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 5 (1): 69- 85. (In Persian).
- Mishra, A.K. and Singh, V.P. 2010. A review of drought concepts. Journal Hydrology, 391(1): 202-216.
- Momtazi, F. 2011. Response of Different Varieties to Post Drought Stress. Journal of Plant Ecophysiology, 3:1-17. (In Persian).
- Oweis, T and A. Hachum. 2004. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity for dry farming systems in West Asia and North Africa. ICARDA. Aleppo. Syria for Presentation at the 4th International Crop Science Congress 26th Sept to 1st October.
- Panu, U.S. and Sharma, T.C. 2002. Challenges in drought research: some perspectives and future directions. Hydrological Science Journal, 47(S1): S19-S30.
- Ghamarnaia, H., Farmanifard, M. And Sassani, Sh. 2012. Effect of supplemental irrigation on yield and water use efficiency of three wheat cultivars. Journal of Water Management and Irrigation, 2 (2):69- 83. (In Persian).
- Rajaii, M., Tahmasebi, S., Bidadi, M.J., Zare, K. And Sarafrazi, Sh. 2015. Effect of end drought stress on yield and yield components of bread wheat genotypes. Journal of Crop Research, 5 (4): 341- 352. (In Persian).
- RamazanPour, M.R., dastmal, M. And Malakotti, M.J. 2008. Effect of potassium on reducing drought stress in wheat in Darab region of Fars. Journal of Soil and Water Sciences, 22 (1):127- 135. (In Persian).
- Riccardi, M., Pulvento, C., Patanè, C. and Albrizio, R. 2016. Drought stress response in long-storage tomatoes: physiological and biochemical traits. Science Horticulture, 200: 25–35.
- Tadayon, M. and imam, y. 2006. Effect of supplemental irrigation and water availability on yield, components and some physiological traits of two wheat cultivars. Journal of Agricultural Sciences and Technology of Natural Resources, 11 (42): 145-156. (In Persian).
- Tatari, M., Ahmadi, M.M And Abbasi AliKumar, R. 2012. Effect of supplemental irrigation on growth and yield of wheat. Iranian Journal of Agricultural Research, 10 (2). 448- 455. (In Persian).
- Tavakoli, A.R. 2012. Effect of limited planting and irrigation dates on yield and yield components of five wheat cultivars in Maragheh. Journal of Production and Processing of Agricultural and Horticultural Products, 2 (6): 87-96. (In Persian).

Evaluation of yield and yield components of wheat varieties under supplemental irrigation levels

Hoshmand Amjadi¹, Adel Siosemardeh² & Farzad Hosseinpanahi^{*3}

1. PhD of Crop Ecology, Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

3. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

Contact: f.hosseinpanahi@agri.uok.ac.ir

Received: 2019/01/08 Accepted: 2019/03/06

Abstract

Among abiotic stresses, drought stress is one of the main factors, which limits plant growth in arid and semi-arid regions. Large parts of cultivated wheat in Iran are subjected to such weather conditions, which decrease in precipitation and its inappropriate distribution limits grain yield. A field split plots experiment based on randomized complete blocks design was conducted to evaluate of wheat yield and yield components variation under different supplemental irrigation treatments. The main plots were supplemental irrigation in three levels no irrigation (I0), irrigation at heading (I1), and irrigation at heading and early grain filling stages (I2). Subplots treatments included five different wheat varieties (Azar 2, Rijjaw, Sardari, Sirvan and Homa). Results showed that yield increase in two irrigation treatments were 51, 38, 38, 50 and 63 percent for Azar 2, Rijjaw, Sardari, Sirvan, and Homa cultivars, respectively. The rates of yield increase in I1 than I0 treatments were 16.3, 10.7, 52.5, 28.9, and 30.2 percent in Azar 2, Rijjaw, Sardari, Sirvan and Homa cultivars, respectively. The results showed that application of one stage irrigation in Sardari could increase grain yield above 50 percent rather than I0 treatment.

Key words: *Drought stress, Yield gap, Dryland farming, Harvest index*