

ارزیابی عملکرد گندم در شرایط دیم و آبی و بررسی امکان آبیاری تکمیلی گندم با استفاده از آب ذخیره شده در کم آبیاری گندم آبی

معین هادی^{1*}، سعید جلیلی²، ابوالفضل مجنونی هریس³

تاریخ دریافت: 1395/8/15 تاریخ پذیرش: 1395/12/22

چکیده

این آزمایش در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال زراعی 95-1394 اجرا گردید. عملکرد و اجزای عملکرد گندم آبی تحت سه سطح تنش (آبیاری کامل، 30 درصد تنش و 50 درصد تنش) و گندم دیم در سه سطح آبیاری تکمیلی (بدون آبیاری، یک نوبت در خرداد و دو نوبت در اردیبهشت و خرداد) و در سه تکرار بررسی شد. بر اساس نتایج به دست آمده اعمال تنش باعث کاهش وزن هزار دانه، دانه در خوشه و در نتیجه کاهش عملکرد دانه می‌شود. در کشت دیم تیمارهای با دو نوبت آبیاری دارای بیشترین دانه در سنبله و عملکرد گندم می‌باشند. بین عملکرد دیم در شرایط تک آبیاری خرداد و دو آبیاری در اردیبهشت و خرداد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اگرچه اعمال 30 درصد تنش موجب کاهش عملکرد گندم آبی به میزان 1/13 تن در هکتار می‌شود، اما می‌توان با استفاده از 64/1 درصد از آب ذخیره شده ناشی از این تنش برای آبیاری اراضی دیم در خرداد ماه، عملکرد دیم را 2/16 تن در هکتار افزایش داد. این امر باعث افزایش میزان تولید و بهره‌وری مصرف آب خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری مصرف آب، تنش، عملکرد دانه

مقدمه

آب در بخش کشاورزی به واسطه پایین بودن کارایی مصرف آب و در پی آن استفاده بیش از حد از منابع محدود، مدیریت مصرف آب در تامین نیاز آبی گیاهان زراعی است. در شرایط کنونی تولید بیش‌تر مواد غذایی با مصرف آب کم‌تر جز اولویت‌های اصلی بخش کشاورزی است. یکی از راهکارهای اساسی برای نیل به این هدف، افزایش بهره‌وری مصرف آب از طریق کم آبیاری اراضی آبی و آبیاری تکمیلی اراضی دیم است. در مناطقی که مقدار و پراکنش زمانی بارندگی نامناسب است، آبیاری تکمیلی برای تولید مطلوب گندم دیم توصیه می‌شود (Oweis, 1997). منظور از آبیاری تکمیلی، کاربرد مقدار محدودی آب در زمان توقف بارندگی است تا آب مورد نیاز برای تداوم رشد و افزایش عملکرد تامین گردد. بدیهی است که فقط این مقدار آب مصرفی به تنهایی برای تولید محصول کافی نیست. بنابراین از مشخصه‌های اصلی آبیاری تکمیلی، طبیعت تکمیل باران از طریق آبیاری است (Stone and Schlegel, 2006). در انتخاب زمان مناسب برای انجام آبیاری تکمیلی، توجه به مراحل حساس رشد گندم نسبت به تنش آبی حایز اهمیت می‌باشد. تحقیقات متعددی در زمینه اثرات تنش آبی در مراحل مختلف رشد و نمو گندم انجام شده است. آب خضر و قهرمان (1382) در تحقیقی که به منظور بررسی اثر تنش

بخش کشاورزی به عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده منابع آبی در کشور مهم‌ترین نقش را در تامین امنیت غذایی و خودکفایی در تولید محصولات استراتژیک مانند گندم ایفا می‌کند. گندم در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی جهان رشد می‌کند. در حقیقت این گیاه سازگارترین گونه غلات است. گندم با منبع غنی از کربوهیدرات، غذای اصلی انسان را تشکیل داده و از لحاظ ارزش نانواپی، آرد آن برتری نسبی بر سایر غلات دارد (نورمحمدی و همکاران، 1380). ایران جز مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود و خشک‌سالی‌های مداوم باعث بروز مشکل کم آبی در اکثر مناطق کشور گردیده است. علاوه بر خشک‌سالی، پایین بودن متوسط بارش سالیانه در کشور به خصوص در منطقه شمال غرب و فشار بر منابع آب باعث ایجاد بحران در منطقه گردیده است. یکی از راه‌های کاهش بحران

1 و 2- دانشجویان کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه تبریز

3- استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه تبریز
* - نویسنده مسئول: (Email: Moeinhadi70@gmail.com)

2015). با توجه به بحران آب در منطقه و لزوم خودکفایی در تولید محصولات استراتژیک نظیر گندم به منظور تامین امنیت غذایی، افزایش تولید به ازای واحد آب مصرفی حایز اهمیت است. یکی از راهکارها آبیاری اراضی دیم می‌باشد. هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی تاثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد گندم دیم و نیز تاثیر اعمال تنش بر عملکرد گندم آبی و امکان‌سنجی تبدیل بخشی از اراضی آبی به دیم به منظور کاهش آب مصرفی می‌باشد. در این راستا امکان استفاده از تکنیک آبیاری تکمیلی در کشت گندم دیم با هدف جلوگیری از کاهش قابل‌توجه عملکرد آن نسبت به کشت آبی بررسی شده است. تعیین عملکرد و اجزای عملکرد گندم آبی تحت تنش‌های مختلف آب و گندم دیم تحت تیمارهای مختلف آبیاری تکمیلی دیگر هدف مدنظر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 95-1394 در اراضی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در منطقه کرکج به ترتیب با طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع $37^{\circ}03'$ شمالی و $46^{\circ}37'$ شرقی، $1567/3$ متر از سطح دریای آزاد انجام شد. برای این منظور کرت‌هایی به طول 3 متر و عرض 2 متر ایجاد شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. آبیاری تکمیلی گندم دیم در سه سطح بدون آبیاری (I_0)، تک‌آبیاری تکمیلی در خرداد (I_1) و دو مرتبه آبیاری تکمیلی در اردیبهشت و خرداد (I_2) و تنش در سه سطح آبیاری کامل (FC)، 30 درصد تنش (0.7FC) و 50 درصد تنش (0.5FC) بر روی گندم آبی به عنوان تیمارهای آزمایش در نظر گرفته شد. پس از تسطیح کرت‌ها، بذرها به صورت ردیفی در امتداد عرض کرت و در عمق حدود 4 سانتی‌متری از سطح خاک و با تراکم بذر 120 کیلوگرم بر هکتار کشت شدند. فاصله بین ردیف‌ها نیز 20 سانتی‌متر منظور شد. بذرها مورد استفاده برای گندم آبی، رقم پیشگام و برای کشت دیم، رقم سرداری بود که هر دو از ارقام مرسوم منطقه هستند. گندم‌های پاییزه را معمولاً زمانی باید کاشت که گرمای تابستان تمام شده و هنوز سرمای زمستان شروع نشده باشد (رستگار، 1387). در مناطق شمال‌غرب ایران گندم معمولاً در نیمه دوم مهر کشت می‌شود. تاریخ کاشت ارقام دیم نیز معمولاً به گونه‌ای تعیین می‌شود که مصادف با زمان آغاز بارش‌های پاییزه با بیش‌ترین احتمال باشد. بنابراین کشت هر دو رقم در تاریخ 30 مهرماه صورت گرفت. عملیات آبیاری بر مبنای جبران کمبود رطوبت منطقه توسعه ریشه تا حد ظرفیت زراعی صورت گرفت. زمان و عمق آبیاری صورت گرفته در جدول 1 ارائه شده است. آب آبیاری مصرف شده از آب چاه موجود در محل تامین گردید. برای انجام عمل آبیاری، رطوبت در زمان‌های عرف آبیاری منطقه در عمق 60 سانتی‌متری خاک به عنوان

آبی در مراحل مختلف رشد گندم زمستانه انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تنش آبی در مرحله ساقه‌دهی و گل‌دهی بیش‌ترین تاثیر را بر عملکرد، شاخص سطح برگ و ارتفاع گیاه دارد. آن‌ها همچنین ضریب حساسیت گندم زمستانه به تنش آبی را در مراحل مختلف رشد محاسبه و ارائه کردند. محسنی‌موحد و اکبری (1390) نیز طی پژوهشی در کشت زمستانه گندم دیم دوره گل‌دهی را حساس‌ترین دوره به کمبود آب معرفی کرده و علت آن را این‌گونه توجیه کردند که تشکیل دانه‌های گرده و عمل لقاح ممکن است هم‌زمان با وقوع تنش زیاد آب به طور جدی مختل شده و در زمان توسعه خوشه و گل‌دهی نیز کمبود آب باعث کاهش تعداد خوشه در بوته، طول خوشه و تعداد دانه در خوشه گردد. توکلی (1392) در آزمایشی در شهرستان سلسله امکان آبیاری اراضی دیم را با کم‌آبیاری اراضی آبی برای محصول گندم تحت شرایط مختلف ارزیابی کرد. نتایج نشان داد تمام گزاره‌ها نسبت به شرایط موجود یعنی آبیاری کامل گندم آبی و وجود اراضی دیم در مجاورت آن برتری دارند. وی همچنین گزارش کرد در شرایط آبیاری سطحی قطع اولین آبیاری بهاره علاوه بر 22 درصد صرفه-جویی در مصرف آب آبیاری سبب افزایش $3/3$ درصدی عملکرد نیز می‌شود که علت آن بهبود شرایط تهویه خاک و در پی آن فرآیند فتوسنتز می‌باشد. ژانگ و همکاران گزارش کردند که کمبود شدید آب، عملکرد دانه گندم زمستانه را کاهش داد؛ در حالی که کمبود ملایم آب در فاصله زمانی بین زمان از سرگیری رشد فعال در بهار تا زمان پر شدن دانه سبب کاهش عملکرد دانه یا کارایی مصرف آب نشد و از طرفی کارایی مصرف آب در شرایط کم‌آبیاری به میزان قابل توجهی افزایش یافت (Zhang et al., 2006). چن و همکاران در یک مطالعه دو ساله به تعیین اثرات فاصله لترال در آبیاری قطره‌ای و میزان آب آبیاری در عملکرد گندم و کارایی مصرف آب پرداختند. نتایج نشان داد با افزایش فاصله لترال‌ها از هم، رشد گیاهان و عملکرد دانه کاهش یافت. میزان آب آبیاری 6000 مترمکعب در هکتار به عنوان تیمار دارای بالاترین عملکرد، حداکثر صرفه‌جویی در مصرف آب و بیش‌ترین سود حاصله از نظر اقتصادی معرفی گردید (Chen et al., 2015). لی و همکاران عملکرد دانه و کارایی مصرف آب گندم زمستانه را تحت شرایط کم‌آبیاری در شمال دشت چین بررسی نمودند. نتایج نشان داد عملکرد دانه با افزایش مقدار آبیاری افزایش یافت (Li et al., 2015). محمود و همکاران مطالعه‌ای را به منظور بررسی بهبود زمین و بهره‌وری آب و درآمد کشاورزان از طریق بهبود مدیریت آب، افزایش و گوناگونی گیاهان تحت شرایط دیم و آبیاری تکمیلی انجام دادند. با یک‌سری اعمال بهبودی شامل ارقام پر محصول، میزان دانه مناسب، زمان کاشت و استفاده از کودها، عملکرد گندم دیم به میزان متوسط 31 درصد بیش‌تر از شیوه‌های سنتی توسط کشاورزان به دست آمد. درآمد کشاورزان تحت اعمال بهبودی تقریباً دو برابر روش‌های فعلی برآورد گردید (Mahmood et al.,

جدول 1- زمان و عمق آب آبیاری (میلی متر) برای تیمارهای مختلف

تیمار						تاریخ
I ₀	I ₁	I ₂	0.5FC	0.7FC	FC	
-	-	-	15	21	30	94/8/2
-	-	55	43/5	60/9	87	95/2/6
-	-	-	35/5	49/7	71	95/2/30
-	65	65	-	-	-	95/3/5
-	-	-	33/5	47	67	95/3/10
-	-	-	41/7	58/4	83/4	95/3/19
-	65	120	169/2	237	338/4	جمع کل

توسعه ریشه اندازه گیری و عمق آبیاری تعیین گردید. میزان بارش نیز در طول فصل رشد 295/8 میلی متر بود. خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در جدول 2 ارائه شده است. خاک منطقه مذکور دارای بافت لوم شنی بوده و میزان متوسط رطوبت در ناحیه توسعه ریشه در نقاط ظرفیت زراعی (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) با استفاده از سلول فشاری به ترتیب برابر 28 و 8 درصد حجمی می باشد.

جدول 2- برخی از خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه

OC	Zn	Mn	Fe	K	P	N	pH	EC	عمق خاک (سانتی متر)
%	ppm						dS.m ⁻¹		
0/97	0/45	11/85	7/1	483/1	15/89	0/26	7/7	0/76	0-30
0/4	0/15	8/16	3/08	266/7	11/06	0/11	7/61	0/69	30-60

بود، شمارش شد. برای محاسبه تعداد دانه در هر خوشه، از هر کرت تعداد 30 خوشه به طور تصادفی انتخاب شد و متوسط تعداد دانه ها محاسبه شد. برای اندازه گیری وزن هزار دانه نیز تعداد 5 نمونه 100 تایی از هر کرت انتخاب و وزن هر نمونه اندازه گیری شده و به 1000 دانه تعمیم داده شد. در نهایت میانگین 5 نمونه به عنوان وزن هزار دانه پذیرفته شد (امیدی نسب و همکاران، 1394). برای به دست آوردن میزان کاه تولیدی، وزن دانه به دست آمده از واحد سطح از وزن کل محصول برداشت شده در واحد سطح کسر گردید.

با توجه به محدودیت منابع آبی و لزوم مدیریت آب در بخش کشاورزی، ارایه راهکاری که بتواند بهره روری مصرف آب را افزایش دهد، حایز اهمیت است. بنابراین بهره روری مصرف آب بین تیمارها در هر دو حالت دیم و آبی از طریق رابطه 1 محاسبه شد (Liu et al., 2015):

$$WUE = [Y/TWU] \quad (1)$$

که در آن WUE بهره روری کل آب مصرفی (کیلوگرم بر مترمکعب)، Y مقدار عملکرد (کیلوگرم در هکتار) و TWU کل آب مصرفی شامل آبیاری و بارندگی (مترمکعب در هکتار) می باشد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفاتی نظیر عملکرد دانه، کاه، بهره روری مصرف آب، تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه تحت شرایط تیمارهای مختلف آبیاری تکمیلی گندم دیم و تحت تنش های مختلف گندم آبی به ترتیب در جدول 3 و 4 ارائه شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تاثیر معنی دار تنش رطوبتی بر

قبل از انجام عملیات کاشت، به منظور بهبود کیفیت خاک از کود سوپر فسفات تریپل¹ به میزان 100 کیلوگرم بر هکتار استفاده شد. همچنین در مراحل مختلف رشد، کود اوره² به میزان 150 کیلوگرم بر هکتار مصرف گردید. تعداد دفعات کوددهی اوره برای گندم آبی سه مرتبه بود که در مراحل قبل از کشت، ساقه دهی و خوشه دهی صورت گرفت (چگنی، 1393). در کشت گندم دیم نیز کود اوره در زمان کاشت و در فصل بهار استفاده شد (بابازاده و همکاران، 1390). با توجه به رویش علف های هرز در اطراف و داخل کرت ها، کنترل آن ها در طول فصل رشد به صورت دستی انجام شد.

تکمیل چرخه رشد گندم و طول دوره رشد آن تحت تاثیر شرایط دمایی در مراحل مختلف رشد و دریافت واحدهای حرارتی لازم برای سپری کردن هر مرحله قرار می گیرد. با توجه به این که تیمارهای بدون آبیاری به دلیل تنش رطوبتی، مرحله رسیدگی کامل را سریع تر سپری می کنند عملیات برداشت آن ها در 10 تیر ماه و بقیه تیمارها پس از گذشت حدود 1 هفته از اتمام مرحله پر شدن دانه ها، مصادف با 22 تیرماه صورت گرفت. برای این منظور از وسط هر کرت مساحتی به اندازه 1 مترمربع که معرف شرایط کل کرت بود، برداشت گندم صورت گرفت و نمونه های برداشت شده به آزمایشگاه منتقل شد. عملکرد و اجزای عملکرد تیمارها شامل تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه اندازه گیری شده و تحلیل نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفت. تعداد خوشه های موجود در هر نمونه که از سطحی به مساحت 1 مترمربع برداشت شده

1- Triple Super Phosphate(TSP)
2- Urea

تمامی صفات اندازه‌گیری شده به جز عملکرد کاه در رقم آبی و تاثیر خوشه در واحد سطح و عملکرد کاه است. معنی‌دار آبیاری تکمیلی بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده به جز تعداد

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی تحت آبیاری تکمیلی در رقم دیم

میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد خوشه در واحد سطح	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	بهره‌وری مصرف آب	عملکرد کاه	عملکرد دانه
تکرار	2	1263 ^{n.s}	0/624 ^{n.s}	1/754 ^{n.s}	0/011 ^{n.s}	0/055 ^{n.s}	144884/07 ^{n.s}
آبیاری تکمیلی	2	5346/333 ^{n.s}	20/556*	178/274**	0/189**	0/461 ^{n.s}	3752992/362**
خطای آزمایش	4	2624/333	1/535	5/298	0/005	0/218	66558/52

**، * و n.s به ترتیب نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 1 و 5 درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول 4- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی تحت تنش رطوبتی در رقم آبی

میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد خوشه در واحد سطح	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	بهره‌وری مصرف آب	عملکرد کاه	عملکرد دانه
تکرار	2	21/778 ^{n.s}	1/219 ^{n.s}	8/967 ^{n.s}	0/004 ^{n.s}	0/427 ^{n.s}	71798/29 ^{n.s}
تنش رطوبتی	2	3842/111**	88/872**	32/782*	0/044*	0/835 ^{n.s}	5767535/805**
خطای آزمایش	4	157/778	0/615	2/22	0/004	1/215	84871/504

**، * و n.s به ترتیب نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 1 و 5 درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول 5- مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش آبیاری تکمیلی

تیمار	عملکرد دانه (تن بر هکتار)	عملکرد کاه (تن در هکتار)	بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در خوشه	تعداد خوشه در واحد سطح
I ₀	1/61 ^b	4/27 ^a	0/54 ^c	21/9 ^b	12/3 ^b	593/7 ^a
I ₁	3/77 ^a	4/86 ^a	1/04 ^a	36/7 ^a	16/13 ^a	639/3 ^a
I ₂	3/19 ^a	5/01 ^a	0/77 ^b	33/23 ^a	17/4 ^a	555 ^a

میانگین‌های هر ستون که دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

جدول 6- مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش تحت تنش رطوبتی

تیمار	عملکرد دانه (تن بر هکتار)	عملکرد کاه (تن در هکتار)	بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در خوشه	تعداد خوشه در واحد سطح
FC	6/33 ^a	6/54 ^a	1 ^a	40/1 ^a	42 ^a	376/4 ^b
0.7FC	5/20 ^b	5/85 ^a	0/98 ^a	34/2 ^b	37/6 ^b	404 ^a
0.5FC	3/58 ^c	6/89 ^a	0/77 ^b	34/5 ^b	31/2 ^c	333 ^c

میانگین‌های هر ستون که دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

از تیمار I₁ و کم‌ترین آن از تیمار I₂ حاصل شد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد خوشه در واحد سطح بین تیمارهای رقم دیم در سطح 5 درصد وجود ندارد. اما در رقم آبی اختلاف بین همه تیمارها در سطح 5 درصد معنی‌دار است (جدول 6). بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد خوشه در واحد سطح به ترتیب از تیمارهای آبیاری 0.7FC و 0.5FC به دست آمد. مقایسه نتایج ارقام دیم و آبی

مقایسه میانگین عملکرد دانه، کاه، بهره‌وری مصرف آب، تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه تحت شرایط تیمارهای مختلف آبیاری تکمیلی گندم دیم در جدول 5 و تحت تنش‌های مختلف گندم آبی جدول 6 ارائه شده است.

تعداد خوشه در واحد سطح

بر اساس جدول 5 بیش‌ترین تعداد خوشه در واحد سطح رقم دیم

هزار دانه ناشی از انجام یک مرحله آبیاری تکمیلی در مرحله دانه بستن در مقایسه با تیمار دیم بیش از 5 درصد بود.

بهره‌وری مصرف آب

در تیمارهای دیم بیش‌ترین و کم‌ترین بهره‌وری مصرف آب به ترتیب از تیمارهای I_1 و I_0 به میزان $1/04$ و $0/54$ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. بر اساس مقایسات میانگین، میزان بهره‌وری مصرف آب بین تمامی تیمارها معنی‌دار بود (جدول 5). هر یک از تیمارهای I_1 و I_2 بهره‌وری مصرف آب را در مقایسه با I_0 به ترتیب $92/6$ و $42/6$ درصد افزایش دادند. اما در گندم آبی اعمال تنش رطوبتی بهره‌وری مصرف آب را کاهش داد. در حالی‌که اختلاف میانگین‌ها در تیمارهای FC و $0.7FC$ غیرمعنی‌دار است (جدول 6). بیش‌ترین و کم‌ترین بهره‌وری مصرف آب به ترتیب از تیمارهای آبیاری FC و $0.5FC$ به میزان 1 و $0/77$ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل شد. 50 درصد تنش رطوبتی بهره‌وری مصرف آب را نسبت به تیمار بدون تنش 23 درصد کاهش داد. حسین پناهی و همکاران (1390) نیز کاهش بهره‌وری مصرف آب در تیمارهای تحت تنش آبی را گزارش کردند که این کاهش در تیمار 25 درصد تنش در مقایسه با تیمار آبیاری کامل غیرمعنی‌دار بود. همچنین نتایج این پژوهش با نتایج مطالعه توکلی (1392) مبنی بر این که آب صرفه‌جویی شده با کم‌آبیاری می‌تواند برای تک آبیاری زمان کاشت و یا تک آبیاری بهاره گندم دیم اختصاص یابد تا بهره‌وری کل آب کاربردی افزایش یابد، کاملاً مطابقت دارد. وی با استفاده از این تکنیک، افزایش $9/3$ درصدی بهره‌وری کل آب کاربردی را گزارش کرد.

عملکرد کاه

میزان کاه تولیدی رقم دیم بین تمامی تیمارها غیرمعنی‌دار است (جدول 5). انجام آبیاری تکمیلی میزان کاه تولیدی را افزایش داد. این افزایش در تیمارهای I_1 و I_2 نسبت به I_0 به ترتیب برابر $13/8$ و $17/3$ درصد بود. نتایج مقایسات میانگین تیمارهای رقم آبی نیز نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بود. کم‌ترین و بیش‌ترین کاه تولیدی به ترتیب از تیمارهای آبیاری $0.7FC$ و $0.5FC$ به میزان $5/85$ و $6/89$ تن در هکتار به دست آمد.

عملکرد دانه

بر اساس نتایج به دست آمده تاثیر آبیاری تکمیلی بر افزایش عملکرد گندم دیم کاملاً مشهود است. مقایسات میانگین نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار عملکرد در تیمارهای I_1 و I_2 در مقایسه با تیمار I_0 است. در حالی‌که تفاوت بین تیمارهای I_1 و I_2 معنی‌دار نیست (جدول 5). انجام آبیاری تکمیلی در اردیبهشت ماه باعث افزایش

نشان می‌دهد که در تیمارهای دیم تعداد خوشه در واحد سطح به میزان قابل توجهی بیش‌تر از تیمارهای رقم آبی است.

تعداد دانه در خوشه

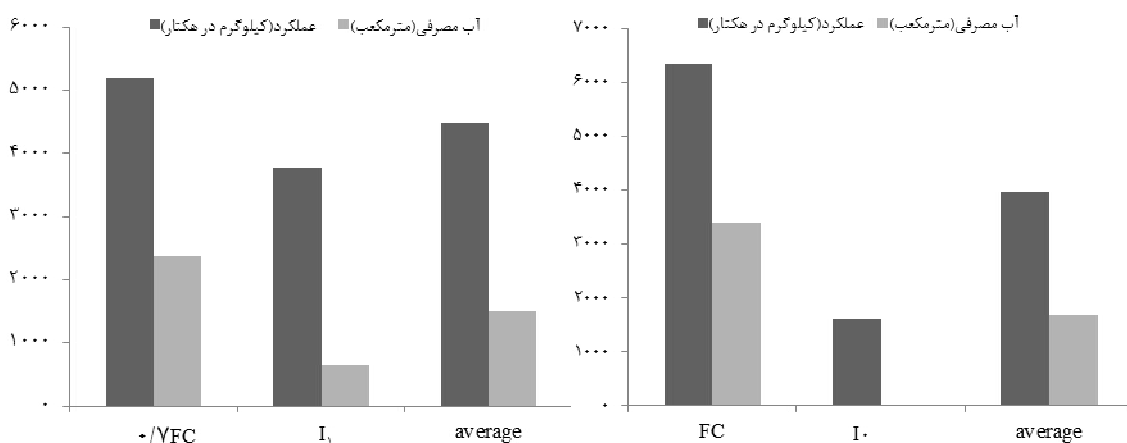
بر اساس نتایج مقایسه میانگین جدول 5، انجام آبیاری تکمیلی تعداد دانه در خوشه را به طور معنی‌داری افزایش داد. در حالی‌که بین تیمارهای آبیاری تکمیلی I_1 و I_2 تفاوت معنی‌داری در سطح 5 درصد وجود نداشت (جدول 5). بیش‌ترین تعداد دانه در خوشه مربوط به تیمار I_2 به تعداد $17/4$ عدد است که نسبت به تیمار I_0 برابر $41/5$ درصد بیش‌تر بود. انجام یک مرحله آبیاری تکمیلی نیز در مقایسه با تیمار I_0 تعداد دانه در خوشه را $31/1$ درصد افزایش داد. در گندم آبی نیز اختلاف میانگین تمام تیمارها با یکدیگر معنی‌دار است که نشان‌دهنده تاثیر قابل توجه تنش رطوبتی بر تعداد دانه در خوشه است. بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه به ترتیب مربوط به تیمارهای آبیاری FC و $0.5FC$ به دست آمد (جدول 6). در تیمارهای $0.7FC$ و $0.5FC$ تعداد دانه در خوشه در مقایسه با تیمار آبیاری کامل به ترتیب برابر $10/5$ و $25/7$ درصد کاهش یافت. همچنین تعداد دانه در خوشه رقم آبی تحت تمام تیمارهای تنش در مقایسه با تیمارهای آبیاری تکمیلی رقم دیم به میزان قابل توجهی بیش‌تر است. فرم‌هینی فراهانی و همکاران (1392) گزارش کردند که در شرایط کم‌آبی، میزان رشد رویشی و مقدار مواد فتوسنتزی گیاه گندم کاهش یافت. این شرایط باعث کاهش گرده‌افشانی گل‌ها شده و ممکن است گل‌ها به دانه تبدیل نشوند و یا به دلیل شرایط تنش آبی برخی از گل‌های تلقیح شده موفق به دریافت کربوهیدرات کافی برای پر شدن دانه نخواهند شد و در نتیجه تعداد دانه‌ها کم می‌شود.

وزن هزار دانه

همان طوری‌که از نتایج جدول 3 قابل استنباط است، انجام آبیاری تکمیلی وزن هزار دانه را به طور معنی‌داری افزایش داده است. بیش‌ترین وزن هزار دانه رقم دیم مربوط به تیمار I_1 بوده که در مقایسه با تیمار I_0 $67/6$ درصد بیش‌تر است. در تیمار I_2 نیز در مقایسه با I_0 وزن هزار دانه به میزان $51/7$ درصد افزایش یافته است. همچنین بر اساس نتایج جدول 5 و تحت آزمون LSD بین وزن هزار دانه تیمارهای I_1 و I_2 اختلاف معنی‌داری در سطح 5 درصد وجود نداشت. در رقم آبی اعمال تنش رطوبتی باعث کاهش وزن هزار دانه شد. در حالی‌که مطابق جدول 6، بین تیمارهای آبیاری $0.7FC$ و $0.5FC$ اختلاف معنی‌داری در سطح 5 درصد در میانگین وزن هزار دانه مشاهده نگردید. کاهش وزن هزار دانه تحت تنش‌های 30 و 50 درصد در مقایسه با حالت بدون تنش به ترتیب برابر $14/7$ و 14 درصد به دست آمد. نتایج بابازاده و همکاران (بابازاده و همکاران، 1390) نیز نشان داد تمام تیمارهای آبیاری تکمیلی وزن هزار دانه را در مقایسه با تیمار دیم به طور معنی‌داری افزایش داد. افزایش وزن

آب ذخیره می‌گردد که می‌توان از 65 میلی‌متر آن برای تک آبیاری خرداد برای اراضی دیم استفاده نمود. در این شرایط عملکرد دانه و بهره‌وری مصرف آب نسبت به کشت دیم به ترتیب 92/6 و 134/2 درصد افزایش می‌یابند. اگرچه اعمال 30 درصد تنش موجب کاهش عملکرد گندم آبی به میزان 1/13 تن در هر هکتار می‌شود، اما می‌توان تنها با استفاده از 64/1 درصد از آب ذخیره شده ناشی از اعمال تنش 30 درصدی بر گندم آبی برای آبیاری اراضی دیم در خرداد ماه، عملکرد دیم را به میزان 2/16 تن در هر هکتار افزایش داد. در واقع در این شرایط در هر هکتار عملکرد به میزان 515 کیلوگرم افزایش یافته و 182 مترمکعب آب کمتر مصرف می‌شود. به عبارت دیگر اعمال 30 درصد تنش و انجام یک نوبت آبیاری تکمیلی در مقایسه با حالت بدون تنش و بدون انجام آبیاری تکمیلی، سبب افزایش 13 درصدی عملکرد دانه و کاهش 10/8 درصدی آب آبیاری می‌گردد. به این ترتیب علاوه بر کاهش میزان آب مورد استفاده، مجموع میزان تولید گندم افزایش می‌یابد و آب باقی‌مانده صرفه‌جویی شده و یا جهت افزایش سطح زیر کشت به کار می‌رود. مقایسه میزان عملکرد و آب آبیاری تیمارهای FC و I₁ نشان می‌دهد که اگر از آب آبیاری مورد استفاده برای اراضی فاریاب گندم، برای تک آبیاری تکمیلی اراضی دیم در خرداد استفاده شود و عملاً کشت آبی صورت نگیرد سطح زیر کشت 5/2 برابر افزایش می‌یابد و افزایش عملکرد ناشی از افزایش سطح زیر کشت 3/1 برابر خواهد بود. سالمی و افیونی (1384) نیز نتیجه گرفتند که کاهش 20 و 40 درصدی در مصرف آب به ترتیب سبب کاهش 11 و 19 درصدی در عملکرد نهایی گندم شد.

غیرمعنی‌دار کاه نسبت به تیمار I₁ شده که این امر سبب افزایش قسمت‌های هوایی گیاه، افزایش شاخ و برگ و در نتیجه افزایش تعرق و نیاز آبی گیاه شده است. علی‌رغم انجام آبیاری یکسان در خرداد برای تیمارهای I₁ و I₂، به دلیل افزایش مصرف آب در تیمار I₂، تاثیر آبیاری خرداد در افزایش وزن هزار دانه تیمار I₂ در مقایسه با تیمار I₁ کمتر بوده و در نتیجه عملکرد تیمار I₂ در مقایسه با تیمار I₁ به صورت غیرمعنی‌داری کمتر حاصل شد. بیش‌ترین عملکرد دانه به میزان 3/77 تن در هکتار مربوط به تیمار I₁ است که عملکرد دانه را در مقایسه با I₀ 134/2 درصد افزایش داده است. عملکرد دانه در تیمار I₂ نیز در مقایسه با I₀ به میزان 98/1 افزایش یافته است. نتایج تحقیقات بسیاری حاکی از تاثیر مثبت آبیاری تکمیلی بر عملکرد گندم دیم بوده است. به عنوان نمونه اویس و همکاران گزارش دادند که بیش از 40 درصد از اراضی دیم کشور سوریه تحت شرایط آبیاری تکمیلی عملکرد دانه را افزایش داد (Oweis et al., 2000). بر اساس نتایج به دست آمده اعمال تنش رطوبتی در گندم آبی عملکرد دانه را کاهش داد. تفاوت بین عملکرد دانه در همه تیمارها در سطح 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 6). اعمال تنش‌های 30 و 50 درصد، عملکرد دانه را نسبت به تیمار بدون تنش به ترتیب به میزان 17/8 و 43/4 درصد کاهش داد. در شکل 1 مقادیر آب مصرفی و عملکرد در دو سناریو شرایط نرمال (آبیاری کامل و دیم) و تنش 30 درصدی و تک‌آبیاری تکمیلی در خرداد ارایه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده اعمال 30 درصد تنش بر گندم باعث کاهش 17/8 درصدی عملکرد و کاهش 2 درصدی بهره‌وری مصرف آب نسبت به حالت آبیاری کامل می‌شود. همچنین در شرایط تنش 30 درصد، مقدار 101/4 میلی‌متر



شکل 1- مقایسه عملکرد و میزان آب مصرفی سطوح مختلف آبیاری تکمیلی و تنش رطوبتی

تنش بر گندم آبی مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده اعمال تنش باعث کاهش عملکرد و بهره‌وری مصرف آب نسبت به حالت آبیاری کامل می‌شود. همچنین انجام دو نوبت آبیاری

نتیجه‌گیری

در این پژوهش عملکرد و اجزای عملکرد گندم در شرایط کشت دیم و آبی تحت شرایط مختلف آبیاری تکمیلی گندم دیم و اعمال

حساس به خشکی تحت شرایط تنش رطوبتی با بهره‌گیری از مدل پنمن - موتتیث فائو. نشریه تنش‌های محیطی در علوم زراعی. 1.4: 63-47.

رستگار، م.ع. 1387. دیم‌کاری. انتشارات برهمند. 368 صفحه.

سالمی، ح.ر. و افیونی، د. 1384. اثر تیمارهای کم‌آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام جدید گندم. فصل‌نامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی. 3.12: 20-11.

فرمهینی فراهانی، م.، میرزاخانی، م. و ساجدی، ن.ع. 1392. اثر تنش کم آبی و کاربرد مواد جاذب رطوبت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم پاییزه در اراک. نشریه یافته‌های نوین کشاورزی. 3.7: 274-263.

محسنی موحد، س.ا.ا. و اکبری، م. 1390. اثر حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد گندم رقم الوند (مطالعه موردی: همدان). نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). 6.25: 1394-1386.

نورمحمدی، ق.، سیادت، ع. و کاشانی، ع. 1380. زراعت غلات، جلد اول. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. 444 صفحه.

Chen, R., Cheng, W., Cui, J., Liano, J., Fan, H., Zheng, Z., Ma, F. 2015. Lateral spacing in drip-irrigated wheat: The effect on soil moisture, yield, and water use efficiency. *Field Crop Research*. 179: 52-69.

Li, Q., Bian, C., Liu, X., Ma, C., Liu, Q. 2015. Winter wheat grain yield and water use efficiency in wide-precision planting pattern under deficit irrigation in North China Plain. *Agriculture Water Management*. 152: 71-76.

Liu, E.K., Mei, X.R., Yan, C.R., Gong, D.Z., Zhang, Y.Q. 2015. Effects of water stress on photosynthetic characteristics, dry matter translocation and WUE in two winter wheat genotypes. *Agriculture Water Management*. 167: 75-85.

Mahmood, A., Oweis, T., Ashraf, M., Majid, A., Aftab, M., Aadal, N.K., Ahmad, I. 2015. Performance of improved practices in farmers' fields under rainfed and supplemental irrigation systems in a semi-arid area of Pakistan. *Agriculture Water Management*. 155: 1-10.

Oweis, T. 1997. Supplemental Irrigation: A highly efficient water-use practice. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria.

Oweis, T., Hachum, A., Kine, J. 2000. Water harvesting and supplementary irrigation for improved water use efficiency in dry areas. System-wide initiative on water management paper 7. Colombo, Srilanka:

تکمیلی از نظر افزایش عملکرد توجیه‌پذیر نیست. در صورت اعمال 50 درصد تنش بر گندم آبی و انجام دو مرحله آبیاری تکمیلی اراضی دیم به میزان 120 میلی‌متر، میزان آب مصرف شده و عملکرد در هر هکتار به ترتیب 246 مترمکعب و 585 کیلوگرم معادل 14/5 درصد و 14/7 درصد کاهش می‌یابند. تنش 30 درصدی و انجام دو نوبت آبیاری تکمیلی نیز عملکرد و آب مصرفی را در هر هکتار به ترتیب 225 کیلوگرم و 93 مترمکعب معادل 5/7 درصد و 5/5 درصد افزایش می‌دهد. بنابراین در صورت انجام دو نوبت آبیاری تکمیلی اعمال تنش‌های 30 و 50 درصد تفاوت چندانی در مقایسه با شرایط بدون تنش و بدون آبیاری تکمیلی نخواهد داشت و درصد تغییرات در میزان عملکرد و مقدار آب مصرفی تقریباً برابر خواهد بود. بنابراین دو نوبت آبیاری تکمیلی به جز در شرایط خاص مانند وقوع خشک‌سالی توصیه نمی‌گردد. همچنین اگرچه اعمال تنش 50 درصد و استفاده از آب ذخیره شده برای تک آبیاری تکمیلی اراضی دیم در خرداد نسبت به حالت بدون تنش اراضی آبی و بدون آبیاری اراضی دیم بهتر است، اما با توجه به این که تنش 50 درصد در مقایسه با تک آبیاری خرداد عملکرد کم‌تر و مصرف آب بیش‌تری دارد بنابراین اعمال تنش 50 درصد نیز توصیه نمی‌شود و بهتر است کشت به صورت دیم با یک نوبت آبیاری تکمیلی در خرداد صورت گیرد.

منابع

آب‌خضر، ح.ر.، قهرمان، ب. 1382. تعیین ضریب حساسیت گندم زمستانه به تنش رطوبتی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. 1: 13-3.

امیدی‌نسب، د.، قرینه، م.ح.، بخشنده، ع.، شرفی‌زاده، م.، شافعی‌نیا، ع.ر. و سقلی، ع. 1394. اثر میزان بذر و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم (*Triticum aestivum*) در بقایای گیاهی ذرت (*Zea mays*) (بی‌خاک‌ورزی). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. 13(3): 610-598.

بابازاده، ح.، شاه‌رخی، ف.، منشوری، م. و داوودی، ف. 1390. بررسی تاثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم منطقه ابرهر، استان زنجان. مجله مهندسی منابع آب. 4: 84-75.

توکلی، ع.ر. 1392. کم‌آبیاری و مدیریت آبیاری تکمیلی گندم آبی و دیم در شهرستان سلسله. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. 4.27: 600-589.

چگنی، ه. 1393. بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی). 104: 21-9.

حسین‌پناهی، ف.، کافی، م.، پارسا، م.، نصیری‌مجلاتی، م. و بنایان، م. 1390. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم مقاوم و

Zhang,B., Li,F.M., Huang,G., Cheng,Z.Y., Zhang,Y.
2006. Yield performance of spring wheat improved
by regulated deficit irrigation in an arid area.
Agricultural Water Management. 79: 28-42.

International water management institute.

Stone,L.R., Schlegel,A.J. 2006. Yield–water supply
relationships of grain sorghum and winter wheat.
Agronomy journal. 98:1359-1366.

Assessing the Wheat Yield under Irrigated and Rainfed Farming and Evaluating the Possibility of Supplemental Irrigation of Rainfed by Water Stored in Deficit Irrigated Farming

M. Hadi^{1*}, S. Jalili² and A. Majnooni Heris³

Received: Nov.05, 2016

Accepted: Mar.12, 2017

Abstract

This experiment was conducted as a randomized complete block design at Research Field of Agriculture Faculty of Tabriz University in 2015-2016 growing season. yield and yield components of irrigated wheat under three stress levels (full irrigation, 30% stress and 50% stress) and rainfed wheat under three supplemental irrigation levels (without irrigation, one-time irrigation at June and two-time at May and June) were evaluated with three replicated. Results showed that water stress reduced 1000-grain weight, number of seeds in spike and consequently, decreased grain yield. In rainfed farming wheat, the treatments with two supplemental irrigations had the largest number of seeds in the spike and, the maximum straw yield. In the rainfed wheat yield there was not observed a significant difference between the treatments that were irrigated once (at June) and the treatments that were irrigated twice (during May and June). Although 30 percent of water stress applied to reduce irrigated wheat yield as 1.13 ton/ha, but using 64.1 percent of stored water resulting from this stress, as a supplemental irrigation at June, increased yield of rainfed wheat farming as 2.16 ton/ha. This matter will be increased yield production and wheat water use efficiency.

Key Words: Grain Yield, Stress, Water use efficiency

1,2- Graduated MSc Student of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

3- Assistant Professor of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

(*- Corresponding Author Email: Moeinhadi70@gmail.com)