مجله پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد شانزدهم، شماره سوم، ۱۳۸۸
www.gau.ac.ir/journals

اثر مقادیر مختلف آب آبیاری بر عملکرد و بهره‌وری آب ارقام مختلف گندم در منطقه گرگان

*علیرضا کیانی[۱] و مهدی کلاته‌عربی[۲]
[۱]استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان،
[۲]کارشناس‌ارشد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان
تاریخ دریافت: ۸۷/۵/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۱/٦

چکیده

افزایش بهره‌وری آب، عامل کلیدی برای رفع بزرگ‌ترین چالش کنونی بخش کشاورزی در مناطق کم‌آب یعنی تولید بیشتر با آب کمتر است. این پژوهش به بررسی واکنش ارقام مختلف گندم نسبت به آب، کارآیی مصرف آب با استفاده از روش آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای پرداخته است. چهار مقدار آب (W_1، W_2، W_3 و W_4) براساس فاصله از خط لوله فرعی آبیاری بارانی به‌عنوان عامل اصلی ثابت و شش رقم گندم (C_1 تا C_6) که به‌صورت تصادفی در داخل هر تیمار آبیاری توزیع شده بودند، تحت یک آزمایش کرت‌های خرد شده با چهار تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج بررسی نشان داد که عملکرد گندم تحت‌تأثیر تیمارهای آبیاری و ارقام می‌باشد. وجود باران مناسب در طی فصل رشد گندم عامل تخلیه بیشتر رطوبت از نیم‌رخ خاک در تیمارهای کم آبیاری نسبت به تیمارهای آبیاری کامل بوده و بیشترین تغییرات در لایه سطحی خاک اتفاق افتاد. به‌طورکلی با کاهش مقدار آب آبیاری در آبیاری تکمیلی مقدار کارآیی مصرف آب افزایش یافت. مقادیر بهینه آب آبیاری برای حصول به حداکثر عملکرد در ارقام فوق در دامنه ۲۹۰ تا ۳۲۰ میلی‌متر در نوسان بود. بیشترین و کمترین کارآیی مصرف آب به‌ترتیب برای ارقام C_5 (۱/٤۸ کیلوگرم بر مترمکعب) و C_1 (۱/۳ کیلوگرم بر مترمکعب) به‌دست آمد. بهترین عملکرد دانه گندم برای حصول به حداکثر بهره‌وری آب از ٤۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار در رقم C_1 تا ٤۹۰۰ کیلوگرم بر هکتار در رقم C_3 در نوسان بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری بارانی، کارآیی مصرف آب، گندم، گرگان

* مسئول مکاتبه: akiani71@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

مفهوم کارآیی مصرف آب (WUE)[1] یا تولید به‌ازای مصرف معینی از آب (WP)[2] شاخصی برای مشخص کردن چگونگی ارتباط بین مقدار آب مصرفی گیاه و تولید محصولات کشاورزی است. در سامانه‌های کشاورزی کارآیی پایین مصرف آب به عوامل متعددی بستگی دارد. عمده این عوامل عبارتند از: تبخیر زیاد از خاک نسبت به تبخیر و تعرق گیاه، سرعت کم رشد گیاه در مراحل اولیه، ریشه‌های کم‌عمق در بعضی از گیاهان و عملیات آبیاری که منجر به رواناب و نفوذ عمقی زیاد یا تلفات آب در حین انتقال می‌گردد. بنابراین افزایش کارایی مصرف آب هم با بهبود عملیات زراعی (اصلاح نباتات و انتخاب ارقام مقاوم به خشکی، انتخاب الگوی مناسب کشت و کاربرد کودها) و هم با بهبود مدیریت آبیاری (افزایش راندمان آبیاری، کاربرد روش کم‌آبیاری و آبیاری تکمیلی) قابل حصول است. هریس (۱۹۹۱) گزارش کرد که آبیاری تکمیلی نقش کلیدی در تولید گیاهان در کشورهای مختلف دنیا دارد. به‌طوری‌که این روش هم‌اکنون ۸۰ درصد مناطق تحت کشت دنیا و ٦۰ درصد تولید جهانی را به خود اختصاص داده است. در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا شامل‌غرب آسیا و شمال آفریقا محدوده تولید گندم بسته به مقدار و توزیع بارندگی از ۰/٦ تا ۱/۵ تن در هکتار در نوسان است. در این شرایط عملکرد و WUE با کاربرد آبیاری تکمیلی افزایش معنی‌داری نسبت به شرایط دیم خواهد داشت.

اویس (۱۹۹۷) عملکرد گندم را با استفاده از آبیاری تکمیلی در سه منطقه شمال سوریه با باران‌های کم (۲۳٤ میلی‌متر)، متوسط (۳۱٦ میلی‌متر) و زیاد (۵۰٤ میلی‌متر) مورد بررسی قرار داد و نشان داد که در مناطق مذکور با کاربرد ۲۱۲، ۱۵۰ و ۷۵ میلی‌متر آبیاری، عملکرد گندم به‌ترتیب به مقدار ۳۵۰، ۱٤۰ و ۳۰ درصد افزایش داشت. همچنین در مناطق اشاره شده کارآیی باران به‌ترتیب ۰/۳۲، ۰/۷۳ و ۰/۹۹ کیلوگرم در هکتار بود که در اثر آبیاری با مقادیر اشاره شده WUE آبیاری به ۱/٤٦، ۲/۲ و ۱/۹۲ کیلوگرم در مترمکعب افزایش یافت. مطالعه ۵ ساله محققان ایکاردا نشان می‌دهد که در مناطق خشک WUE گندم در شرایط دیم ۰/۹٦ و با آبیاری تکمیلی به ۱/۱۱ کیلوگرم در مترمکعب افزایش یافته و WUE نهایی در اثر آبیاری (نسبت افزایش عملکرد به افزایش مقدار آب) به ۱/۳٦ کیلوگرم در مترمکعب رسید(اویس و چوم، ۲۰۰۳). همچنین بررسی منابع نشان می‌دهد که WUE در اثر کم

1- Water Use Efficiency
2- Water Productivity

Archive of SID

www.SID.ir

آبیاری بیشتر از حالتی که آبیاری کامل با آبیاری تکمیلی انجام گیرد افزایش می‌یابد. به‌طور مثال با آبیاری دو- سوم آبیاری تکمیلی کامل گندم (اشنایدر و هاول، ١٩٩٦)، WUE بین ١٩ تا ٢٨ درصد و برای ذرت (هاول و همکاران، ١٩٩٧) ٨ درصد نسبت به آبیاری تکمیلی کامل افزایش نشان داد. روند تغییرات WUE در اثر آبیاری تکمیلی در سوریه (ژانگ و اویس، ١٩٩٩)، شمال چین (ژانگ و همکاران، ١٩٩٩) و در ایالت اورگان آمریکا (انگلیش و ناکامورا، ١٩٨٩) نشان داده است که مقدار آب کاربردی برای حصول حداکثر WUE به‌دلیل تفاوت اقلیمی با هم اختلاف دارند. بیشرین WUE با مقدار ٥٠٠-٤٤٠ میلی‌متر آب کاربردی در شمال سوریه (با مقدار آب آبیاری ١٨٠-١٤٠ میلی‌متر)، با ٤٠٠ میلی‌متر در شمال چین (سهم آبیاری ١٦٠-١٢٠ میلی‌متر) و ٨٥٠-٧٥٠ میلی‌متر آب کاربردی در اورگان آمریکا (سهم آبیاری ٤٥٠-٣٥٠ میلی‌متر) مطابقت دارد. WUE برای عملکرد دانه گندم برابر ٠/٧١ تا ٠/٨٩ (تاناکا، ١٩٩٠)، ٣/٦ برای بیوماس گندم در ایتالیا (بوسونی و همکاران، ١٩٨٣)، ٣/٠ برای عملکرد بیولوژیک و ١/٢٣ کیلوگرم در هر مترمکعب آب برای عملکرد دانه گندم در دانمارک (موگن‌سون و همکاران، ١٩٨٥) و در هند و پاکستان به‌ترتیب برابر ١/٣٦ و ١/٣٧ کیلوگرم در هر مترمکعب آب (حسین و همکاران، ٢٠٠٣) به‌دست آمده است.

به‌طورکلی بررسی منابع در زمینه مقایسه WUE گندم نسبت به گیاهان دیگر نشان می‌دهد که WUE گندم نسبت به سویا، پنبه و برنج بالاتر ولی نسبت به ذرت کمتر است. سادراس و کالوینو (٢٠٠٠) کارآیی مصرف آب برای گندم، ذرت، سویا و آفتاب‌گردان را به‌ترتیب معادل ١/٤٥، ٨/١٧، ٠/٨٩ و ٠/٧٩ کیلوگرم دانه در هر مترمکعب مصرف آب برآورد نمودند. WUE برنج در حدود ٠/٦٨-٠/٣٧ (تانگ و بویان، ١٩٩٩)، پنبه برابر ٠/٤ (دروگرز و همکاران، ٢٠٠٠) و ذرت در حدود ١/٥-١/٢ (هاول و همکاران، ١٩٩٧) کیلوگرم در هر مترمکعب آب گزارش شده است. رایت (١٩٩٦) ارقام مختلف چهار گونه گیاهی شامل بادام‌زمینی، لوبیا، سویا و نخود را از نظر WUE در شرایط آبیاری کامل و تحت تنش آبی مورد بررسی قرار داده و مشاهده نمود که بین ارقام مختلف هر گونه، ٤٠ تا ٦٠ درصد تغییرات در WUE آنها وجود دارد. میشرا و همکاران (١٩٩٥) کارآیی مصرف آب گندم را تحت رژیم‌های مختلف آبیاری و برای دو شرایط سطح ایستابی بالا (٠/٤ تا ٠/٩ متر) و متوسط (٠/٨ تا ١/٣ متر) مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که سهم آب زیرزمینی در میزان ET گیاه در تیمار با سطح ایستابی بالا ٥٨ درصد و در تیمار با سطح ایستابی

Archive of SID

www.SID.ir

متوسط ٤٢ درصد برآورد گردید. کمترین مقدار WUE مربوط به تیماری است که بیشترین آب را دریافت نموده است. کارآیی مصرف آب گندم به‌طورکلی در سال خشک بیشتر از سال مرطوب بود.

کمبود آب یکی از چالش‌های جدی تولید در استان گلستان محسوب می‌شود. در چنین شرایطی لازم است تا روش‌های متعددی به‌منظور افزایش تولید به‌ازای آب مصرفی مورد کنکاش قرار گیرد. از طرف دیگر ارقام مختلف گندم در استان در حال کشت و تعدادی ارقام نیز در حال بررسی و آزاد شدن می‌باشند. ولی اطلاعات جامعی در زمینه تفاوت واکنش این ارقام به آب وجود ندارد. به همین دلیل پژوهش حاضر با هدف بررسی واکنش ارقام مختلف گندم به آب و انتخاب رقم مناسب گندم از نظر بهره‌وری آب (تولید بیشتر در شرایط کم‌آبی) اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این طرح در زمینی به ابعاد ٦٠ متر در ١٢٠ متر در محل ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان در فصل زراعی ٨٥-١٣٨٤ به اجرا درآمد. عملیات خاک‌ورزی (شخم به عمق ٣٠ سانتی‌متر، سه بار دیسک و یک بار روتیواتور) در زمین مورد نظر انجام و سپس بذرهای ارقام مختلف گندم با تراکم ٣٥٠ بذر در واحد سطح در تاریخ ١٣٨٤/١٠/٢ کشت گردیدند. کود پایه شامل فسفات تریپل، اوره، گوگرد و سولفات روی به‌ترتیب بر مبنای ١٠٠، ٥٠، ٣٠٠ و ٣٠ کیلوگرم در هر هکتار مصرف شد. زمین مورد آزمایش به ٩٦ کرت آزمایشی به ابعاد ٨×٢/٤ مترمربع تقسیم‌بندی شدند. یک سیستم آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای[1] طوری در مزرعه مستقر شد که کرت‌های آزمایشی به دو قسمت مساوی در دو طرف خط لوله فرعی تقسیم‌بندی شدند. روی لوله فرعی به فواصل هر ٦ متر یک آبپاش دو نازله (٣/٣٢×٣/١٦) از نوع نلسون F_{33} روی پایه‌های آبپاش به ارتفاع یک متر نصب شد. بدین منظور چهار مقدار آب (W_1، W_2، W_3 و W_4) براساس فاصله از خط لوله فرعی آبیاری بارانی (W_1 نزدیک‌ترین و W_4 دورترین) به‌عنوان عامل اصلی ثابت و شش رقم گندم (C_j)[2] که به‌صورت تصادفی در داخل هر تیمار آبیاری توزیع شده بودند، تحت یک آزمایش کرت‌های نواری با چهار تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. بعضی از مشخصات فیزیکی خاک محل مورد آزمایش در جدول ١ ارائه گردیده است.

1- Line Source
2- C_1=TAJAN, C_2= N-80-6, C_3= N-80-7, C_4= N-80-19, C_5= N-81-18, C_6= Desconcido

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- بعضی از خصوصیات فیزیکی خاک تحت آزمایش.

عمق خاک (سانتی‌متر)	رطوبت حد ظرفیت زراعی (درصد وزنی)	رطوبت حد نقطه پژمردگی (درصد وزنی)	چگالی ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	بافت خاک
۰-۳۰	۲۷	۱٤	۱/۳	Si.C.L
۳۰-٦۰	۲٥/٦	۱۳/۲	۱/٤	Si.L
٦۰-۹۰	۲٥	۱۳	۱/٤	Si.L

در این آزمایش کارآیی مصرف آب (WUE_{I+P}) ارقام مختلف گندم از نسبت عملکرد گندم به آب کاربردی (مجموع باران و آبیاری) و ET_c با استفاده از روش بیلان حجمی خاک به شرح زیر برآورد شد:

$$ET_c = I + P - DP - R_o \pm \Delta S \qquad (۱)$$

که در آن I، P، DP، R_o و ΔS به‌ترتیب آب آبیاری، مقدار باران، نفوذ عمقی، رواناب و تغییرات رطوبت خاک، همه بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

مقدار آب آبیاری (I) در هر تیمار با استقرار قوطی‌های جمع‌آوری آب در داخل هر کرت در طی زمان آبیاری و اندازه‌گیری حجم آب جمع شده در داخل آنها اندازه‌گیری شد. برای تعیین تلفات نفوذ عمقی (DP) و ذخیره رطوبتی خاک (ΔS) نیاز به توزیع رطوبت در نیم‌رخ خاک است. رطوبت خاک تا عمق ۹۰ سانتی‌متری به‌ازای هر ۳۰ سانتی‌متری از عمق خاک در زمان‌های کاشت، قبل و بعد از هر آبیاری و در زمان برداشت با روش وزنی اندازه‌گیری شد. ΔS از تفاوت رطوبت خاک در ابتدا و انتهای فصل برآورد شد. تلفات نفوذ عمقی در هر آبیاری از مجموع آب جمع شده در پایین‌تر از منطقه ریشه (عمق ریشه گندم در انتهای فصل حدود ۵۰ سانتی‌متر بود) که از تفاوت رطوبت خاک در بعد و قبل از هر آبیاری حاصل می‌شود، قابل محاسبه است. در این پژوهش تلفات نفوذ عمقی حداقل است. به‌دلیل این‌که مقدار آب آبیاری در هر نوبت براساس محاسبه کمبود رطوبت خاک در تیمار W_1 به‌منظور پرکردن ظرفیت زراعی خاک برآورد شد (زهکشی زمانی صورت می‌گیرد که مقدار رطوبت خاک از ظرفیت زراعی خاک بیشتر شود). در سه تیمار دیگر نیز به‌دلیل الگوی پاشش روش آبیاری، کم‌آبیاری صورت می‌گیرد. از مقدار رواناب (R_o) با بستن انتهای کرت‌ها صرف‌نظر شد. در طی فصل رشد، ارقام مختلف گندم سه بار آبیاری به‌صورت تکمیلی در تاریخ‌های ۱۳۸٤/۱۲/۱٦ (مرحله شروع

Archive of SID

www.SID.ir

خوشه‌دهی)، ۱۳۸۵/۱/۱۸ (مرحله گلدهی) و ۱۳۸۵/۲/۱۹(مرحله دانه بستن) انجام شد. مقدار آب آبیاری اندازه‌گیری شده توسط قوطی‌های جمع‌آوری آب در داخل کرت‌ها به تفکیک هر آبیاری و رقم در جدول ۲ و توزیع باران (در طی دوره رشد گندم حدود ۲٤٥ میلی‌متر باران نازل شد) در شکل ۱ ارایه شدند.

جدول ۲- مقادیر آب دریافت شده (میلی‌متر) در هر تیمار به تفکیک هر آبیاری.

تاریخ آبیاری	تیمار آبیاری	ارقام گندم					
		C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
۱۳۸٤/۱۲/۱٦	W_1	۳۰	۳۳	۲۹	۲۷	۳۱	۳۱
	W_2	۲۱	۲۷	۲۳	۲۳	۲٦	۲۸
	W_3	۱۹	۱٥	۱٥	۲۰	۲۰	۱٥
	W_4	۱۲	۱۰	۱۲	۱۳	۱۰	۱۳
۱۳۸٥/۱/۱۸	W_1	۳٦	٤۱	٤٥	٤۰	٤۰	۳۸
	W_2	۲٥	۲۷	۲۸	۳٥	۳٦	۳۳
	W_3	۲۳	۲۱	۲٤	۲۲	۲۰	۱۹
	W_4	۱۸	۱۷	۱٥	۱۸	۱٤	۱٦
۱۳۸٥/۲/۱۹	W_1	۳۳	۳٥	۳۷	۳۳	۳۰	۳۱
	W_2	۲۳	۲۱	۲٦	۲۳	۲٤	۲۷
	W_3	۱۷	۱۸	۱۹	۱۳	۱۰	۱۲
	W_4	۹	۸	۷	٦	٦	۸

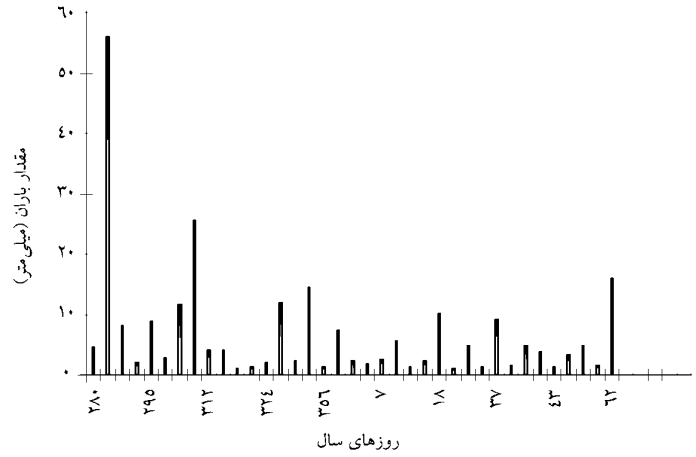
برداشت گندم در تاریخ ۸٥//۳/۲۷ در هر کرت آزمایشی با حذف دو ردیف حاشیه به مساحت ۷/۲ مترمربع (٦×۱/۲) توسط کمباین آزمایشات غلات انجام شد. داده‌های عملکرد جمع‌آوری شده در محیط SAS (۱۹۹۲) تحلیل آماری گردید.

نتایج

مقادیر تجمعی آب دریافت شده در اثر آبیاری در هر تیمار آبیاری و مقادیر تجمعی تبخیر- تعرق گیاهی (ET_c) برای ارقام مختلف گندم در جدول ۳ و نتایج عملکرد دانه و همچنین مقایسه میانگین‌های آنها در بین ارقام مختلف و تیمارهای آبیاری در جدول ٤ ارائه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ١- توزیع زمانی بارش در طی فصل رشد گندم در سال زراعی ٨٥-١٣٨٤.

جدول ٣- مقادیر تجمعی آب دریافت شده و آب مصرفی گیاه در تیمارهای مختلف.

تیمار آبیاری	آب دریافت شده توسط آبیاری (میلی‌متر)						ET_c (میلی‌متر)					
	$C_١$	$C_٢$	$C_٣$	$C_٤$	$C_٥$	$C_٦$	$C_١$	$C_٢$	$C_٣$	$C_٤$	$C_٥$	$C_٦$
$W_١$	٩٩	١٠٩	١١١	١٠٠	١٠١	١٠٠	٣٩٢	٤٠٠	٣٨٩	٣٧٦	٣٧٦	٣٨٩
$W_٢$	٦٩	٧٥	٧٧	٨١	٨٦	٨٨	٣٧٢	٣٤٩	٣٧٤	٣٦٩	٣٧٢	٣٦٤
$W_٣$	٥٩	٥٤	٦٢	٥٥	٥٠	٤٦	٣٤٩	٣٤٥	٣٤٨	٣٣٩	٣٤٨	٣٤٥
$W_٤$	٣٩	٣٥	٣٤	٣٧	٣٠	٣٧	٣٢٥	٣٣٩	٣٣٤	٣٣١	٣٢٣	٣٣٨

جدول ٤- عملکرد و مقایسه میانگین‌های آنها (کیلوگرم در هکتار) در تیمارهای مختلف آبیاری و ارقام گندم.

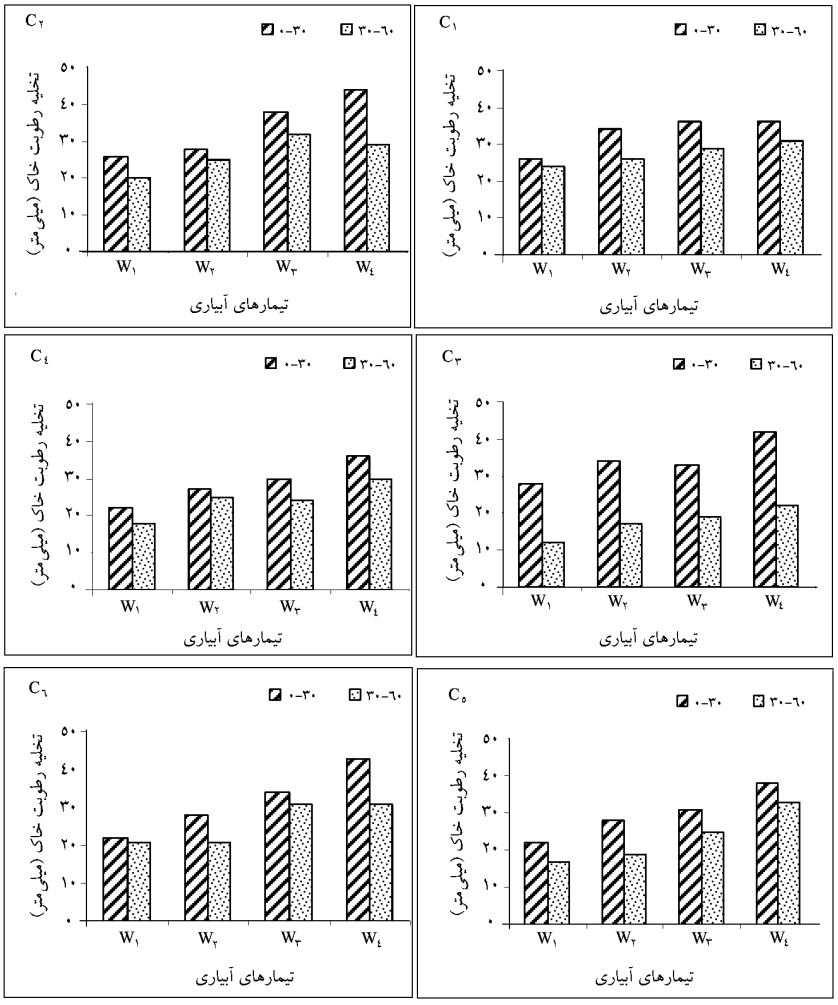
تیمار آبیاری	ارقام گندم						میانگین
	$C_١$	$C_٢$	$C_٣$	$C_٤$	$C_٥$	$C_٦$	
$W_١$	٤١٩٣	٤٧٤٢	٤٥٠٧	٤٢٦٢	٤٥٢٢	٤٥٠٣	٤٤٥٥
$W_٢$	٤١٧٧	٤٢٢٧	٤٤٥٠	٤٥٢٩	٤٦٦٦	٤٠٨٩	٤٣٥٦
$W_٣$	٤٠٦٤	٣٩٩٣	٣٩٥٩	٤١٤٤	٤٤٣٢	٣٩٨٤	٤٠٩٦
$W_٤$	٣٥٤٦	٤٠١٥	٤٠٦٢	٣٩٨١	٤٠٧٦	٣٨٦١	٣٩٢٣
میانگین	٣٩٩٥^{c}	٤٢٤٤^{ab}	٤٢٤٥^{ab}	٤٢٢٩^{bc}	٤٤٢٤^{a}	٤١١٠^{bc}	

- حروف غیرمشابه به مفهوم تفاوت معنی‌دار در سطح ١ درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

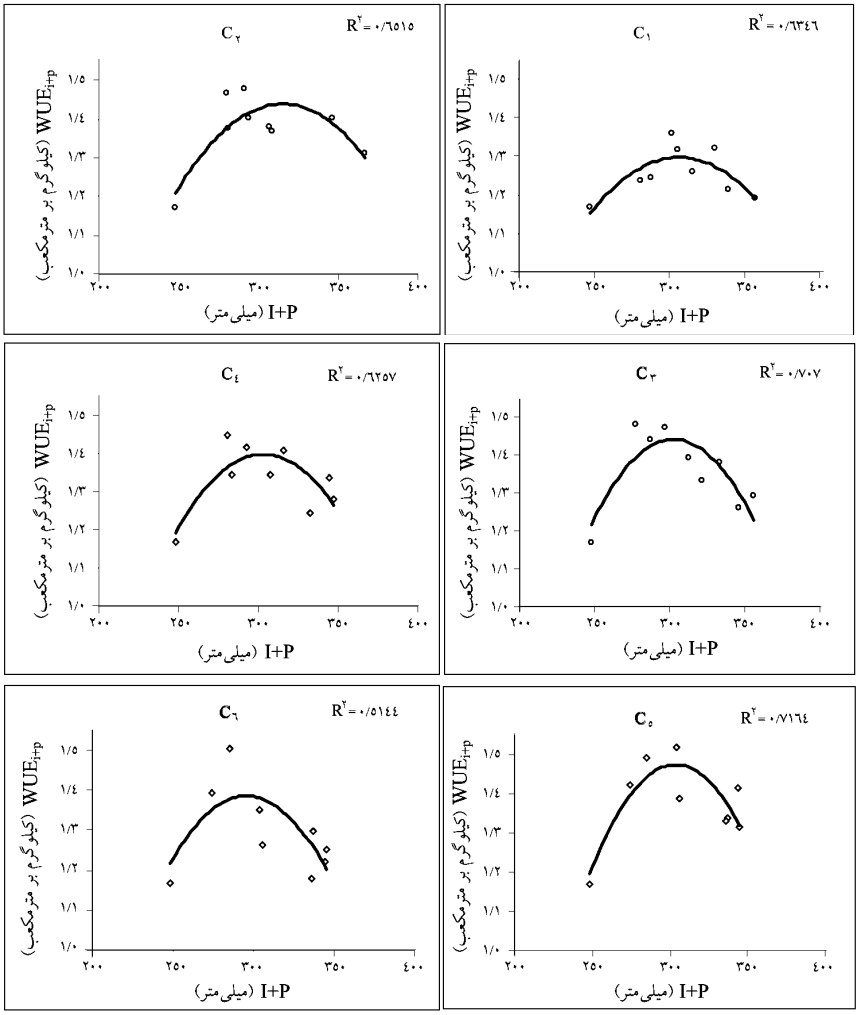
نتایج مقدار آب تجمعی تخلیه شده از نیم‌رخ خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری در تیمارهـای مختلـف در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲- مقدار تجمعی تخلیه رطوبت خاک در طی فصل رشد در تیمارهای مختلف در عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک.

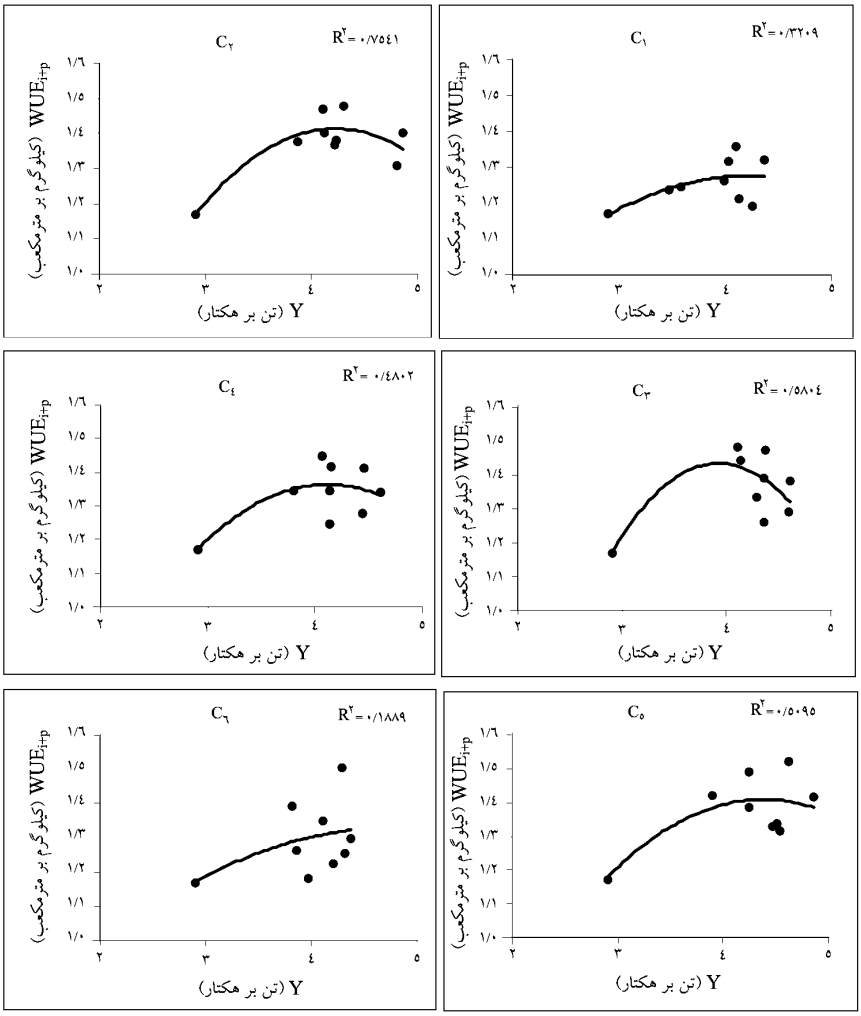
www.SID.ir

برای بررسی روند تغییرات بهره‌وری آب در ارقام گندم و مقادیر متفاوت آب شکل ٣ ارائه می‌گردد. رابطه عملکرد- WUE نیز در مناطق کم‌آب بسیار مهم است. زیرا با داشتن این رابطه می‌توان بهترین عملکردی که با بالاترین بهره‌وری آب مطابقت دارد را انتخاب نمود. به همین منظور شکل ٤ روند تغییرات عملکرد دانه ارقام مختلف گندم به‌عنوان تابعی از WUE_{I+P} را نشان می‌دهد.



شکل ٣- کارایی مصرف آب آبیاری به‌عنوان تابعی از آب کاربردی در ارقام مختلف گندم.

www.SID.ir



شکل ٤- تغییرات عملکرد دانه ارقام مختلف گندم به‌عنوان تابعی از کارآیی مصرف آب.

بحث

آب مصرفی و تغییرات رطوبت خاک: جدول ۳ نشان می‌دهد که مقادیر آب دریافتی در اثر آبیاری و همچنین ET_c با فاصله از خط لوله آبیاری بارانی کمتر شده است. به‌طوری‌که در تیمارهای W_2، W_3 و W_4 که فاصله آنها از آب‌پاش‌ها بیشتر می‌شود نسبت به تیمار W_1 (نزدیک آب‌پاش) متوسط آب

www.SID.ir

دریافتی ارقام توسط آبیاری به‌ترتیب معادل ۷۶، ۵۲ و ۳۹ درصد و متوسط ET_c ارقام به‌ترتیب معادل ۹۴، ۸۸ و ۸۵ درصد بود. متوسط مقادیر آب مصرف شده توسط ارقام گندم نسبت به مقادیر آب آبیاری تیمارها متفاوت هستند و در همه موارد ET_c بیشتر از مقادیر آب آبیاری است (جدول ۳). از آنجا که در طی فصل رشد گندم ۲۴۵ میلی‌متر باران نازل شده است و ضمن این‌که به‌طور طبیعی تیمارهای کم آبیاری قابلیت بیشتری برای تخلیه رطوبت خاک را دارند به همین دلیل اختلاف بین تیمارهای آبیاری از نظر مصرف گیاه (ET_c) کمتر از اختلاف بین تیمارهای آبیاری از نظر آب دریافت شده در اثر آبیاری است. دامنه ET_c از ۳۲۳ میلی‌متر در تیمار W_4C_0 تا ۴۰۰ میلی‌متر در تیمار W_1C_2 در نوسان است. به‌طورکلی با فاصله از خط لوله آبیاری بارانی(کاهش مقدرا آب دریافتی تیمارها) مقدار تجمعی تخلیه رطوبت خاک در طی فصل رویش افزایش یافت. در شرایط کمبود آب پتانسیل جذب آب توسط گیاه بیشتر می‌شود. بدین مفهوم که در صورت موجود بودن رطوبت در خاک گیاه قادر است کمبود آب را از طریق رطوبت موجود در خاک جبران نماید. همچنین نتایج حکایت از آن دارد که در عمق پایین‌تر (۶۰-۳۰ سانتی‌متری) مقدار تخلیه رطوبت خاک کمتر از لایه سطحی خاک است (شکل ۲). به‌دلیل این‌که عمده عوامل تغییردهنده رطوبت خاک مانند ریشه گیاه، تابش، باد، رطوبت هوای اطراف سطح زمین و نفوذ آب در سطح خاک انجام می‌گیرد، در نتیجه بیشتر از عمق خاک دست‌خوش تغییرات می‌گردد. سینگ و کومار (۱۹۹۳) گزارش کردند که تخلیه رطوبت خاک توسط گندم با عمق کاهش‌یافته و میزان تخلیه رطوبت در منطقه خشک از منطقه مرطوب بیشتر است. نتایج مشابه توسط کیانی و همکاران (۲۰۰۵) برروی گندم وابو آواد (۲۰۰۱) روی درختان لیمو گزارش شده است.

عملکرد و کارآیی مصرف آب: جدول ٤ نشان می‌دهد که از نظر مقایسه میانگین‌ها تیمارهای آبیاری در چند کلاس قرار گرفتند. بیشترین عملکرد مربوط به کرت‌های مستقر در نزدیک آب‌پاش‌ها (تیمار W_1) بوده و عملکرد تیمارها با فاصله از خط لوله آبیاری بارانی به دریافت آب کمتر نسبت به کرت‌های نزدیک خط لوله، کاهش یافت. تیمار W_4 با ۲۰ درصد کاهش آب کاربردی نسبت به تیمار W_1 در حدود ۱۲ درصد کاهش عملکرد را نشان می‌دهد. یکی از دلایل عمده تغییرات کمتر عملکرد نسبت به تغییرات مقدار آب آبیاری، نزول باران نسبتاً مناسب (شکل ۱) در طی فصل رویش گندم بود. مقایسه میانگین‌های ارقام (جدول ٤) نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد گندم مربوط به ارقام C_0، C_3

Archive of SID

www.SID.ir

و C_2 به‌ترتیب با تولید ٤٤٢٤، ٤٢٤٥ و ٤٢٤٤ کیلوگرم در هکتار بوده و در یک کلاس قرار دارند. کمترین عملکرد مربوط به رقم C_1 با تولید ۳۹۹۵ کیلوگرم در هکتار و در کلاس متفاوت با سه رقم فوق قرار گرفت. عملکرد تیمار W_4 در ارقام C_1 تا C_6 با کاهش ۱۸، ۲۱، ۱۹، ۱۸، ۲۱ و ۱۸ درصد از آب کاربردی (جدول ۳) به‌ترتیب ۱۵، ۱۵، ۱۰، ۷، ۱۰ و ١٤ درصد نسبت به تیمار W_1 کاهش داشت (جدول ٤). اما اگر مقدار مصرف آب توسط گیاه (ET_c) را به‌جای مقدار آب کاربردی جایگزین نماییم مقادیر کاهش عملکرد با کاهش مقدار آب هماهنگی بهتری خواهند داشت. مثلاً در تیمار W_4C_1 با کاهش مقدار ۱۷ درصد از مصرف آب گیاه نسبت به تیمار W_1C_1 عملکرد ۱۵ درصد و در تیمار W_4C_2 با کاهش ۱۵ درصد از ET_c عملکرد گیاه هم ۱۵ درصد نسبت به تیمار W_1C_2 کاهش یافت و در بقیه ارقام نیز نتایج مشابه بود (جدول‌های ۳ و ٤). به‌دلیل این‌که در حالت استفاده از ET_c به‌جای مقادیر آب کاربردی، افزایش مقدار تخلیه رطوبت خاک (شکل ۲) در تیمار کم آبیاری و همچنین افزایش نفوذ عمقی در تیمار آبیاری کامل باعث خواهند شد تا تغییرات تبخیر- تعرق نسبی در مقایسه با تغییرات میزان آب کاربردی نسبی، به تغییرات عملکرد نسبی نزدیک‌تر شوند. اشنایدر و هاول (١٩٩٦) عملکرد گندم را در شرایطی که آبیاری تکمیلی گندم به‌صورت کامل (٤٦ درصد آبیاری و ٥٤ درصد باران) انجام گیرد حدود ٤٧٦٠ کیلوگرم در هکتار، در صورتی‌که ٦٧ و ٣٧ درصد آبیاری کامل صورت پذیرد به‌ترتیب معادل ٤٧٤٠ و ٣٨٨٠ کیلوگرم در هر هکتار گزارش کردند. ژانگ و اویس (١٩٩٩) عملکرد گندم را در شرایط آبیاری تکمیلی کامل (٣٤ درصد آبیاری و ٦٦ درصد باران) برابر ٥٧٩٠ کیلوگرم در هکتار و در شرایطی که به‌میزان ٦٧ و ٣٣ درصد آبیاری کامل، کم‌آبیاری انجام شود، به‌ترتیب معادل ٥٢٤٠ و ٥١٥٠ کیلوگرم در هکتار به‌دست آوردند. اویس (١٩٩٧) عملکرد گندم را در سه منطقه خشک (٢٣٤ میلی‌متر باران)، متوسط (٣١٦ میلی‌متر باران) و مرطوب (٥٠٤ میلی‌متر) تحت آبیاری تکمیلی مورد بررسی قرار داد. نتیجه بررسی نشان داد که با آبیاری به مقدار ۲۱۲ میلی‌متر در منطقه خشک، ۱۵۰ میلی‌متر در منطقه با بارندگی متوسط و ۷۵ میلی‌متر در منطقه مرطوب به‌ترتیب عملکرد گندم برابر ۳۳۸۰، ٥٦٠٠ و ٦٤٤٠ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. اویس و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که با آبیاری تکمیلی به‌میزان ۵۰ درصد آبیاری تکمیلی کامل گندم، عملکرد ۱۵ درصد کاهش یافت. نتایج حاصل از تحقیق ایشان نشان می‌دهد که کاربرد ۵۰ درصد آبیاری تکمیلی نسبت

Archive of SID

www.SID.ir

به آبیاری کامل ولی برای نصف مزرعه، اقتصادی‌تر است. به‌طورکلی در پژوهش فوق با کاهش ۲۰ درصد آبیاری تکمیلی گندم، عملکرد ۱۰ درصد کاهش یافت.

به‌طورکلی روند تغییرات WUE_{I+P} در تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد که در همه ارقام با کاهش مقدار آب آبیاری مقدار WUE_{I+P} افزایش یافته و سپس در حدی از آب کاربردی به بیشینه مقدار خود می‌رسد. ولی با افزایش بیشتر آب کاربردی کارایی مصرف آب کاهش می‌یابد. ملاحظه می‌گردد که بدون آبیاری (متوسط ۲۵۰ میلی‌متر بارندگی) WUE_{I+P} کم است و با افزایش مقدار آب آبیاری و در مقادیر کم‌آبیاری WUE_{I+P} با شیب تند افزایش می‌یابد (شکل ۳). بنابراین در مناطق کم‌آب، حصول حداکثر بهره‌وری آب (حداکثر WUE_{I+P}) بهترین گزینه مدیریتی برای برنامه‌ریزی آبیاری محسوب می‌شود. بر این اساس مقدار بهینه آب کاربردی برای ارقام مورد بررسی در این پژوهش در محدوده ۲۹۰ تا ۳۲۰ میلی‌متر در نوسان است (شکل ۳). تفاوت بهره‌وری آب بین ارقام نشان‌دهنده واکنش متفاوت ارقام نسبت به آب است. بیش‌ترین WUE_{I+P} مربوط به ارقام $C_۵$، $C_۳$ و $C_۲$ به‌ترتیب برابر با ۱/۴۸، ۱/۴۵ و ۱/۴۵ کیلوگرم به‌ازای مصرف یک مترمکعب آب و کم‌ترین WUE_{I+P} مربوط به رقم $C_۱$ معادل ۱/۳ کیلوگرم در هر مترمکعب آب است. شکل ۳ نشان می‌دهد که تا چه حدی از مصرف آب، WUE_{I+P} می‌تواند افزایش یابد. در نتیجه از کاربرد بیشتر آب، اگرچه ممکن است به عملکرد بیشتر هم منجر شود، باید اجتناب نمود و از این آب اضافی برای زمین‌های زراعی دیگر استفاده نمود تا تولید کل در منطقه افزایش یابد. واضح است که کشاورزان به‌طور طبیعی گزینه آبیاری بیشتر- عملکرد بیشتر را می‌پسندند، ولی در شرایط کم‌آبی تخصیص منابع آبی و همچنین برنامه‌ریزی آبیاری باید براساس آبیاری کمتر- بهره‌وری بیشتر، مدیریت گردد. مقایسه ارقام در شکل ۳ نشان می‌دهد که رتبه‌بندی ارقام از نظر $WUE_{(I+P)}$ در تیمار $W_۱$ به‌صورت $C_۲>C_۵>C_۳>C_۶=C_٤>C_۱$ و در تیمار $W_٤$ به‌صورت $C_۵>C_۳>C_۲>C_٤>C_۶>C_۱$ است.

نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که بیش‌ترین عملکرد دانه با بیش‌ترین WUE_{I+P} مطابقت ندارد. به‌طورکلی روند تغییرات عملکرد با WUE_{I+P} (شکل ٤) نشان می‌دهد که در عملکردهای پایین مقدار WUE_{I+P} کم و به‌تدریج با افزایش WUE_{I+P} مقدار عملکرد نیز افزایش یافته تا حدی که در یک عملکرد مشخص (نقطه بهینه) به بیش‌ترین مقدار خود رسیده و سپس با افزایش عملکرد مقدار WUE_{I+P} کاهش می‌یابد. به‌عبارت دیگر می‌توان با افزایش مقدار آب آبیاری عملکرد را افزایش داده

Archive of SID

www.SID.ir

ولی در مقابل مقدار WUE_{I+P} کاهش می‌یابد و این راهبرد مدیریتی مناسب برای مناطق کم‌آب نیست. مقدار حداکثر WUE_{I+P} برای ارقام C_1 تا C_6 به‌ترتیب در مقابل ٤١٠٠، ٤٢٥٠، ٤٩٠٠، ٤١٥٠، ٤٥٠٠ و ٤٤٠٠ کیلوگرم دانه گندم حاصل شد. بنابراین از نقطه نظر مدیریت آبیاری در مناطق کم‌آب، استفاده از آب بیشتر اگرچه تا حدی باعث افزایش عملکرد بیش از مقادیر اشاره شده می‌شود ولی به‌دلیل کاهش بهره‌وری آب راهبرد مناسب نیست. بهترین مقدار WUE_{I+P} در مقابل عملکرد بهینه به ارقام C_3، C_2 و C_5 و به‌ترتیب معادل ١/٤٥، ١/٤٢ و ١/٤١ مربوط است و کم‌ترین WUE_{I+P} در مقابل عملکرد بهینه به ارقام C_1، C_6 و C_4 و به‌ترتیب برابر ١/٢٧، ١/٣٢ و ١/٣٥ کیلوگرم در هر مترمکعب آب به‌دست آمد، مربوط است.

نتایج بررسی اویس و هاشم (٢٠٠٣) طی ٥ سال روی گندم نشان داد که آبیاری تکمیلی باعث افزایش WUE_{I+P} می‌شود. مطالعه آنها براساس متوسط ٥ ساله حکایت از آن داشت که در شرایط دیم WUE_{I+P} گندم معادل ٩/٦ کیلوگرم در هکتار به‌ازای هر میلی‌متر باران و با آبیاری تکمیلی به‌میزان ١٧٦ میلی‌متر WUE_{I+P} گندم به‌طور متوسط به ١١/١ کیلوگرم در هکتار در هر میلی‌متر آب (مجموع باران و آبیاری) افزایش داشت. در این بررسی کارآیی مصرف آبیاری (نسبت افزایش عملکرد در اثر افزایش مقدار آب آبیاری) به ١٣/٦ کیلوگرم در هکتار در هر میلی‌متر مصرف آب آبیاری رسید. استفاده توأم از آب آبیاری و باران نسبت به آبیاری کامل در مناطقی که بارندگی ناچیز است، به‌ازای مصرف یک واحد آب تولید بیشتری دارد. اویس (١٩٩٧) نشان داد تحت یک مدیریت مناسب در مناطقی که گندم به‌صورت آبیاری کامل انجام شد با مصرف ٨٠٠ میلی‌متر آب آبیاری ٦٠٠٠ کیلوگرم عملکرد دانه گندم حاصل شد، در حالی‌که با آبیاری تکمیلی (حدود ٣٣ درصد آبیاری کامل) مقدار WUE_{I+P} گندم سه برابر افزایش داشت. اویس و هاشم (٢٠٠٣) کارآیی مصرف آب گندم را در شرایطی که کم‌آبیاری (٥٠ درصد آبیاری کامل) صورت گیرد در حدود ١٨/٥ و در صورتی‌که آبیاری تکمیلی کامل انجام گیرد معادل ١٠/٦ کیلوگرم در هکتار در هر میلی‌متر آب گزارش کردند. اشنایدر و هاول (١٩٩٦) کارآیی مصرف آب گندم را در شرایط آبیاری کامل، ٦٧ و ٣٣ درصد آبیاری کامل به‌ترتیب ٦/٤، ٧/٦ و ٨ کیلوگرم در هکتار در هر میلی‌متر مصرف آب به‌دست آوردند.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

این پژوهش واکنش ارقام مختلف گندم در استان گلستان را نسبت به تغییرات مقدار آب برای حصول بهره‌وری بالای آب، مورد بررسی قرار داده و به استناد تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده، جمع‌بندی نتایج و پیشنهادات به شرح زیر ارائه می‌گردد:

- هرگاه گندم آب کمتری دریافت نماید، توانایی آن برای تخلیه رطوبت از نیم‌رخ خاک بیشتر از حالتی است که آبیاری کامل صورت گیرد. نتایج حکایت از آن دارد که مصرف گیاه (ETc) در همه ارقام بیشتر از مقادیر آب دریافت شده بوده و بیشترین تغییرات رطوبتی مربوط به لایه سطحی خاک بود.
- به‌طورکلی روند تغییرات عملکرد گندم نشان‌دهنده این است که از نظر آبیاری، تیمارهایی که آب بیشتری دریافت کردند و از نظر ارقام، رقم‌های C_2، C_3 و C_6 دارای بیش‌ترین عملکرد بودند.
- مقدار بهینه آب کاربردی (مجموع آب آبیاری و باران) برای رسیدن به حداکثر بهره‌وری آب برای ارقام مورد بررسی در حدود ۲۹۰ تا ۳۲۰ میلی‌متر است. به‌طورکلی با کاهش مقدار آب آبیاری WUE_{I+P} افزایش یافت. در شرایط آبیاری تکمیلی کامل ارقام C_2، C_3 و C_6 دارای کارایی مصرف آب بیشتری نسبت به بقیه ارقام بودند.
- به استناد نتایج به‌دست آمده، کارایی مصرف آب گندم در شرایط کم آبیاری بیشتر از حالتی است که آبیاری کامل انجام می‌گیرد. در نتیجه در شرایط حاضر در استان گلستان صرفه‌جویی بخشی از آب مورد نیاز گندم در مناطق با بارندگی مناسب و استفاده آن در مناطق کم‌آب و همچنین تخصیص منابع آب جدید به مناطق اخیر موجب افزایش کل تولید در منطقه خواهد شد.
- در برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه آبیاری مناطق کم‌آب باید از انتخاب گزینه آب بیشتر- عملکرد بیشتر اجتناب نموده و گزینه آب کمتر- بهره‌وری بیشتر را مد نظر قرار داد.
- برای افزایش اثربخشی منابع آبی بر تولید کل پیشنهاد می‌گردد الگوی کشت براساس حداکثر کارایی مصرف آب گیاهان و تحلیل اقتصادی آن انجام گیرد.
- به‌منظور عملی نمودن ایده استفاده بهینه از منابع آب که جز با مشارکت فعال کشاورزان قابل حصول نیست، پیشنهاد می‌گردد کشاورزان نمونه براساس تولید حداکثر به‌ازای آب مصرفی انتخاب گردند.

سپاسگزاری

از خانم مهندس صفرنژاد، آقایان مهندس طبرسا و مهندس ابومردانی که در اجرای طرح همکاری کردند تشکر و قدردانی می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1.Abu-Awwad, A.M. 2001. Influence of different water quantities and qualities on lemon trees and soil salt distribution at the Jordan Valley. Agric. Water Manage. 52: 53-71.
2.Bosoni, E., Kowalik, P., and Sanesi, G. 1983. Effect of drainage conditions on winter wheat production. Agric. Water Manage. 7: 425-438.
3.Droogers, P., Bastiaanssen, W.G.M., Beyazgul, M., Kayam, Y., Kite, G.W., and Murray-Rust, H. 2000. Distributed agro-hydrological modeling of an irrigation system in western Turkey. Agric. Water Manage. 43: 183-202.
4.English, M.J., and Nakamura, B.C. 1989. Effects of deficit irrigation and irrigation frequency on wheat yields. ASCE, J. of Irrig. and Drain Eng. 115: 172-184.
5.Harris, H.C. 1991. Implications of climate variability. In: Harris, H.C., Cooper, P.J.M., and Pala, M. (Eds.) Soil and Crop Management for Improved Water Use Efficiency in rain-fed areas. Proceedings of an International Workshop, Ankara, Turkey, 1989, ICARDA, Alepo, Syria, 352p.
6.Howell, T.A., Schneider, A.D., and Evett, S.R. 1997. Subsurface and surface microirrigation: Corn-Southern high plains. Trans. of ASAE, 40: 635-641.
7.Hussain, I., Sakthivaddivel, R., Amarasinhe, U., Mudasser, M., and Molden, D. 2003. Land and water productivity of wheat in the western Indo-Gangetic plains of India and Pakistan: A comparative analysis. Research Report. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.
8.Kiani, A.R., Mirlatifi, M., Homaee, M., and Cheraghi, A.M. 2005. Water use efficiency of wheat under salinity and water stress conditions. J. Agric. Eng. Res. 24: 47-64. (In Persian).
9.Mishra, H.S., Rathore, T.R., and Tomar, V.S. 1995. Water use efficiency of irrigated wheat in the Tarai region of India. Irrig. Sci. 16: 75-80.
10.Mogenson, V.O., Jensen, H.E., and Rab, M.A. 1985. Grain yield, yield components, drought sensitivity and water use efficiency of spring wheat subjected to water stress at various growth stages. Irrig. Sci. 6: 131-140.
11.Oweis, T. 1997. Supplemental irrigation: A highly efficient water-use practice. ICARDA, Aleppo, Syria, 16p.
12.Oweis, T.Y., and Hachum, A.Y. 2003. Improving water productivity in the dry areas of west Asia and north Africa. CAB International, water productivity in agriculture: Limits and opportunities for improvement (Eds. Kijne, J.W., Barker, R., and Molden, D.).
13.Oweis, T., Zhang, H., and Pala, M. 2000. Water use efficiency of rain-fed and irrigated bread wheat in a Mediterranean environment. Agron. J. 92: 231-238.
14.Sadras, V.O., and Calvino, P.A. 2000. Quantification of grain yield response to soil depth in soybean, maize, sunflower and wheat. Agron. J. 93: 577-583.

Archive of SID

www.SID.ir

15.SAS Institute. 1992. SAS/STAT, SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc, Cary. NC. USA.
16.Schneider, A.D., and Howell, T.A. 1996. Methods, amounts, and timing of sprinkler irrigation for winter wheat. Trans. of ASAE, 40: 137-142.
17.Singh, P., and Kumar, R. 1993. Evapotranspiration from wheat under a semi-arid climate and a shallow water table. Agric. Water Manage. 23: 91-108.
18.Tanaka, D.L. 1990. Topsoil removal influences on spring wheat water use efficiency and nutrient concentration and content. Trans. ASAE, 33: 5. 1518-1524.
19.Tuong, T.P., and Bhuiyan, S.I. 1999. Increasing water use efficiency in rice production: farm-level perspectives. Agric. Water Manage. 40: 117-122.
20.Wright, G.C. 1996. Selection for water-use efficiency in grain legume species. Proceedings of the 8th Australian Agronomy Conference, Towoomba.
21.Zhang, H., and Oweis, T. 1999. Water-yield relations and optimal irrigation scheduling of wheat in the Mediterranea region. Agric. Water Manage. 38: 195-211.
22.Zhang, H., Wang, X., You, M., and Liu, C. 1999. Water-yield relations and water-use efficiency of winter wheat in the North China plain. Irrig. Sci. 19: 37-45.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Plant Production, Vol. 16(3), 2009
www.gau.ac.ir/journals

Effect of different amount of irrigation water on yield and water use efficiency of various wheat cultivars in Gorgan

***A.R. Kiani[1] and M. Kalateharabi[2]**

[1]Assistant Prof. Research, Agricultural and Natural Resources Research Center of Golestan Province, Gorgan, [2]Sinior Expert (M.Sc.), Agricultural and Natural Resources Research Center of Golestan Province, Gorgan

Abstract

In the water-limited areas, the great challenge of the agricultural sector is more production from less water that it can be achieved by increasing water productivity. A field study was conducted to compare various cultivars of wheat to water using line source sprinkler irrigation at Gorgan Research Station in 2005-2006. The effect of variable water supply on yield and WUE of six wheat cultivars were determined. Four locations with distance from the laterals were monitored all of the irrigations. Four irrigation treatments (W_1, W_2, W_3 and W_4) were provided by the reduction of irrigation water with distance from the line source. The experiment used a strip plot design to examine the effect of fixed irrigation rates on six cultivars (C_1=Tajan, C_2=N-80-6, C_3=N-80-7, C_4=N-80-19, C_5=N-81-18, C_6=Desconcido) with four replications. Each irrigation treatment of each strip was divided into six cultivars treatments, along the length of the laterals. Result indicated that the grain yield was affected by irrigation treatment and genotypes. Due to suitable rainfall during the growing season, soil moisture depletion was high in deficit irrigation treatment (W_4) as compared to W_1 treatment. Generally, the WUE was increased with decreasing applied water under supplementary irrigation. The optimum amount of water to achieve maximum WUE was a range of 290 to 320 mm in the above-mentioned cultivars. The highest and the lowest WUE was related to C5 (1.48 kg m^{-3}) and C1 (1.3 kg m^{-3}) respectively. The optimum yield to achieve the highest WUE was found between 4100 kg ha^{-1} (in C_1 cultivar) up to 4900 kg ha^{-1} (in C_3 cultivar).

Keywords: Sprinkler irrigation, Water use efficiency, Wheat, Gorgan

* Corresponding Author; Email: akiani71@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir