بهبود کارایی مصرف آب با استفاده از توابع تولید در زراعت گندم خوزستان

محی‌الدین گوشه[۱،*]، سعید غالبی[۲] و عزیز ارشم[۳]
۱- بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی؛ ۲-بخش تحقیقات آبیاری و فیزیک خاک، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و ۳- بخش تحقیقات آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
*Email: magoosheh@yahoo.com

چکیده

برای بهینه‌سازی کارایی مصرف آب، تعیین رابطه بین میزان محصول و آب مصرفی ضروری است. برای این هدف، باید توابع تولید آب- کارایی مصرف آب تعیین گردند. لذا، آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اهواز به مدت دو سال اجرا شد. پنج تیمار آبیاری گندم از بدون تنش تا تنش شدید با استفاده از یک سیستم آبیاری بارانی تک خطی، اعمال گردید. در این روش غیر یکنواختی توزیع آب در سطح خاک با فاصله گرفتن از خط پاشش، اساس کار است. با اندازه‌گیری میزان آب و عملکرد دانه در تیمارهای مختلف تابع تولید آب- کارایی مصرف آب برازش گردید. نتایج نشان داد که در سال‌های خشک (بارندگی کمتر از ۱۵۳/۸ میلیمتر) و نرمال (میانگین بارندگی ۲۲۲/۴ میلیمتر) بیشترین کارایی مصرف آب، به ترتیب در ۴۳۰۰ -۴۲۰۰ و ۴۰۰۰-۳۹۰۰ مترمکعب در هکتار آب آبیاری حاصل می‌گردد.

واژه های کلیدی: آبیاری، توابع تولید، خوزستان، کارایی مصرف آب، گندم

مقدمه

مشاهدات و تجربیات به دست آمده از بازدیدهای مزارع تحت کشت گندم خوزستان و به خصوص در اراضی جنوبی آن حاکی از مصرف آب بیش از حد لازم برای آبیاری گندم است. اراضی استان همواره با محدودیت‌ها و مشکلاتی چون اقلیم گرم و خشک، بافت خاک نیمه سنگین تا سنگین و وجود آب زیرزمینی شور و کم عمق، مواجه بوده است. لذا با وجود این محدودیت‌ها از یک سو، و مصرف بی‌رویه آب آبیاری از طرف دیگر، انتظار می‌رود سالانه سطح ایستابی شور بالاتر آمده و در نتیجه اراضی بیشتری به شورزار تبدیل شوند که نتیجه آن کاهش تولید است. از آن‌جایی که مقابله با محدودیت‌های اقلیمی و خاک مستلزم صرف هزینه‌های هنگفت است، تنها راه‌کار منطقی و عملی‌تر برای مقابله با تخریب اراضی و کاهش تولید، مدیریت مصرف آب، نه تنها در شرایط کم‌آبی، بلکه در سال‌های نرمال است. یکی از روش‌های مدیریت مصرف آب، آبیاری بهینه است، به این معنی که مصرف آب به حد کفایت، نه بیشتر و نه کمتر از حد لزوم. هدف از آبیاری بهینه، افزایش کارایی مصرف آب است (پوپسکو و همکاران، ۲۰۰۴).

در اغلب نقاط جهان از جمله آمریکای مرکزی و جنوبی، آفریقا، شبه قاره هند و پاکستان که با کمبود آب آبیاری مواجه هستند، کاربرد روش آبیاری محدود یا کم‌آبیاری یکی از روش‌های مدیریتی جهت افزایش کارایی مصرف آب از طریق حذف آبیاری‌های غیر موثر و غیر ضروری است. بر این اساس برنامه تامین منابع آب در کشور هند بر پایه سال‌های خشکسالی تنظیم گردیده است. کمیسیون ملی آب این کشور، برنامه‌ریزی آبیاری را بر مبنای ۵۰ درصد میزان آب موجود در یک سال معمولی، تنظیم نمود (هاشمی‌نیا، ۱۳۸۳). این بدان علت است که در شرایط کمبود آب، لازم است برای کسب عملکردی اقتصادی، آبیاری کمتر از حد نیاز گیاه (کم آبیاری) انجام شود (بی‌نام، ۱۳۸۲).

در گزارشی از وضعیت بهره‌وری آب در زراعت گندم آبی و دیم برای حوضه آبریز کرخه نشان می‌دهد که مقادیر آن بین ۱/۶۳-۰/۵ کیلوگرم بر مترمکعب برای اراضی آبی و ۰/۶۲-۰/۳۷ کیلوگرم بر مترمکعب برای اراضی دیم متغیر است. نتایج دیگر این تحقیق نشان می‌دهد که حدود ۷۱۰۰۰ هکتار از اراضی مرتعی این حوضه آبریز قابلیت تبدیل به زراعت گندم دیم را دارد

بدون آنکه به وضعیت فعلی تعادل آب در این حوضه لطمه جدی وارد شود (موتاوا و همکاران، ۲۰۱۳). در واقع با برنامه‌ریزی دقیق، افزایش تولید گندم با توجه به پتانسیل آب موجود در این حوضه آبریز قابل حصول است.

اهمیت بهبود کارایی مصرف آب در تولید محصول و استفاده پایدار از منابع آب امری شناخته شده است. اما درک رابطه آب مصرفی و کارایی مصرف آب به دلیل وجود عوامل متعددی از جمله جنبه‌های زراعی، هیدرو- ژئولوژی، انسانی، اقتصادی و اجتماعی، پیچیده است. کاربرد محدود آب آبیاری آن‌هم فقط در مراحل خاصی از رشد گیاه و به حداقل رساندن کاهش عملکرد محصول ناشی از تنش آبی از راه‌کارهای افزایش کارایی مصرف آب معرفی شده‌اند (ژانگ و اویس، ۱۹۹۹). همچنین با در نظر گرفتن سایر عوامل زراعی چون ارتقاء سطح حاصلخیزی خاک و بهره جستن از روش‌های نوین کاشت می‌توان بدون مصرف آب اضافی، از طریق افزایش تولید در واحد سطح، کارایی مصرف آب را افزایش داد (موتاوا و همکاران، ۲۰۱۳).

به طور معمول اثرات آبیاری بر تولید محصول به کمک توابع تولید قابل اندازه‌گیری هستند. در واقع رابطه بین عملکرد و مقدار آب مصرفی به کمک این توابع (از کیفی) به کمی تبدیل می‌گردند (انگلیش و راجا، ۱۹۹۶). این توابع در بهینه‌سازی مصرف آب آبیاری و ارزیابی اقتصادی کاربرد آن در سطح مزارع همواره کاربرد داشته‌اند (یارون و برسلر، ۱۹۸۳). هنکس و همکاران (۱۹۷۶ و ۱۹۸۰)، برای اولین بار روش آبیاری بارانی تک خطی[1] را برای ایجاد رژیم‌های مختلف رطوبتی در شرایط آزمایش‌های مزرعه‌ای پیشنهاد داده و تشریح نمودند.

هدف اصلی این تحقیق کسب بالاترین کارایی مصرف آب از طریق به حداقل رساندن مصرف آب است. سعی بر آن است تا کارایی مصرف آب برای زراعت گندم در شرایط اقلیم و خاک جنوب استان خوزستان، بهبود یابد. به عبارت دیگر، تعیین حدی از آب مصرفی است که بیشترین کارایی مصرف آب در آن بدست آید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به مدت ۲ سال زراعی (۹۱-۹۰ و ۹۲-۹۱) در مزارع آزمایشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به طول شرقی ´۴۰ °۴۸ و عرض شمالی ´۲۰ °۳۱ و ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا واقع است. خاک غالب منطقه در تحت گروه Typic Torriorthents و خانواده fine, carbonatic, hyperthermic با بافت لوم رسی سیلتی تا رس سیلتی در خاک سطحی، می‌باشد.

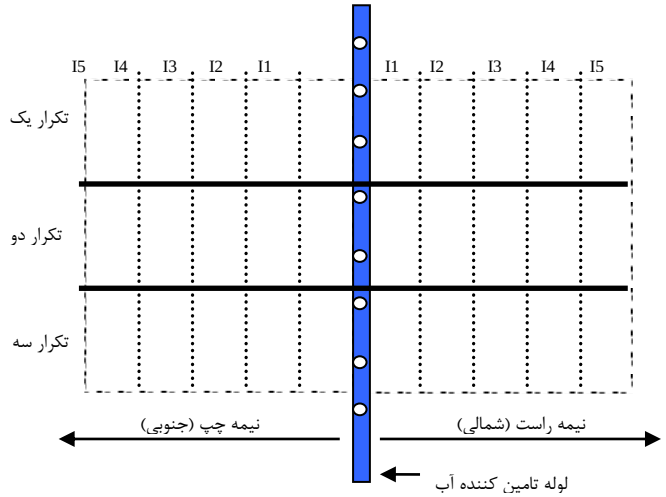
از یک سیستم آبیاری بارانی تک خطی برای ایجاد رژیم‌های مختلف رطوبتی (مقدار آب آبیاری) استفاده شد. لذا دامنه‌ای از شرایط رطوبتی خاک از بدون تنش (I1) تا تنش شدید رطوبتی (I5) بر اساس تابعی از الگوی پاشش، ایجاد می‌گردد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از، مقادیر آب در فاصله‌های دو متری عمود بر خط پاشش به طوری که ۵ تیمار در فاصله ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ متر از طرفین خط پاشش و در سه تکرار (در مجموع ۳۰ کرت آزمایشی) ایجاد شد. طول هر کرت ۱۲ متر و عرض آن ۲ متر و بنابراین مساحت هر کرت آزمایشی ۲۴ مترمربع بود. سطوح کشت شده تحت آبیاری طرفین تیمارها به عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند. (شکل ۱)

۸ عدد آبپاش مدل IR30 از کارخانه IRRILINE با شعاع پاشش ۱۲ متر، دبی ۳۰ لیتر در دقیقه، فشار کارکرد ۲/۵ تا ۳ اتمسفر به فاصله ۶ متر از یکدیگر با پایه آبپاش ۸۰ سانتیمتری بر روی یک خط لوله پلی‌اتیلن ۶۳ نصب شدند.

دور آبیاری با توجه پیشینه تحقیق، بر اساس تخلیه مجاز رطوبت خاک در حد ۵۰ تا ۵۵ درصد آب قابل دسترس گیاه برای تیمار I1 (فاصله ۲ متری خط پاشش)، تنظیم شد (گوشه، ۱۳۸۶). میزان آب آبیاری بر اساس اندازه‌گیری رطوبت خاک روز قبل از آبیاری تا عمق ۳۰ سانتی‌متری و رسانیدن آن به حد ظرفیت زراعی در تیمار I1 تعیین گردید که با نمونه گیری از رطوبت خاک به صورت جرمی محاسبه می‌شد. جهت کنترل حجم آب مصرفی از یک کنتور استفاده گردید. میزان آب دریافتی در هر کرت آزمایشی توسط قوطی‌های جمع‌آوری آب که در وسط هر کرت بر روی پایه‌هایی به ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر نصب شده بود، اندازه‌گیری شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح در مهرماه هر سال انجام شد. همچنین از خاک منطقه

[1] Single line source sprinkler irrigation system

به کمک مته خاکشناسی تا عمق ۳۰ سانتیمتری نمونه تهیه و جهت تجزیه شیمیایی و تعیین مقادیر لازم عناصر غذایی، به آزمایشگاه ارسال گردید.



شکل (۱) نمایی از وضعیت تیمارها نسبت به خط پاشش آب آبیاری

کاشت برای سال‌های اول و دوم به ترتیب در مورخ ۹۰/۹/۹ و ۹۱/۹/۲ انجام شد. در هر دو سال عملیات کاشت به وسیله خطی‌کار با فاصله خطوط ۲۰ سانتیمتر، تراکم ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و رقم بذر چمران صورت گرفت. از کل کود اوره مورد نیاز، نیمی به صورت پایه و نصف دیگر در دو تقسیط در مراحل اواخر پنجه زنی و انتهای ساقه‌دهی مصرف گردید. برای سبز شدن بذور و رشد یکنواخت گیاهچه ها، دو نوبت آبیاری اول به روش سطحی در شرایط کنترل شده رطوبت خاک و میزان آب آبیاری، انجام شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، در انتهای دوره رشد و زمان رسیدگی محصول، با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها، از دو خط کاشت وسط برداشت انجام شد. سپس با تعیین نسبت بین عملکرد دانه به میزان آب مصرفی، کارایی مصرف آب مطابق رابطه (۱) به‌دست آمد.

$$WUE=GY/WU \quad (۱)$$

که در این رابطه WUE کارایی مصرف آب (برحسب کیلوگرم بر مترمکعب)، GY عملکرد دانه (برحسب کیلوگرم بر هکتار) و WU میزان آب مصرفی (برحسب مترمکعب بر هکتار) می‌باشند.

توابع تولید آب- عملکرد و آب-کارایی مصرف آب به کمک نرم افزار SigmaPlot v.12 برازش و روابط و معادلات بین آن‌ها تعیین گردید. از آنجایی که میزان آب مصرفی خود تابعی از مقدار بارندگی است، لذا تعیین توزیع احتمال تجمعی[2] بارندگی برای سال‌های خشک، نرمال و تر در محل تحقیق حائز اهمیت بود. برای این منظور آمار بلند مدت ۵۶ ساله هواشناسی (طی سال‌های ۱۳۴۰ تا ۱۳۹۵) در شهرستان اهواز (محل تحقیق) توسط نرم افزار Rainbow v.2.2 (رایس و همکاران، ۲۰۰۹) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

۱) نتایج مربوط به میانگین آب مصرفی، عملکرد محصول و کارایی مصرف آب در سال اول:

جدول (۱) میانگین کل آب مصرفی شامل آبیاری تیمارها (پنج نوبت) و میانگین عملکرد دانه در هر تیمار و برای سه تکرار را نشان می‌دهد. کارایی مصرف آب از رابطه (۱) به دست آمده است.

شکل (۲) نیز رابطه بین میزان آب مصرفی و کارایی مصرف آب را به شکل یک تابع تولید نشان می‌دهد. اگرچه شدت همبستگی بین آب مصرفی و کارایی مصرف آب به اندازه آب و عملکرد نبود، لیکن همبستگی خوب و معنی‌دار بین آن دو برقرار است (R^2= ۰/۸۰). معادله شکل (۳) به قرار زیر است:

[2] Probability of Exceedance

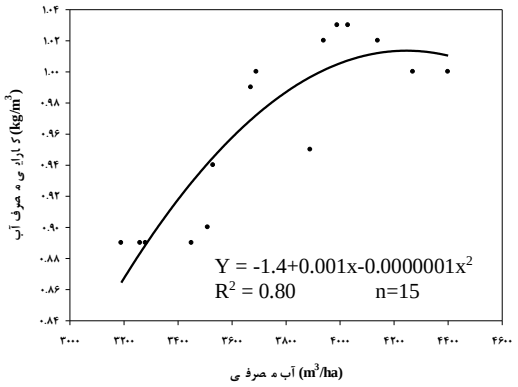
$$y = -۱/۴ + ۰/۰۰۱ x - ۰/۰۰۰۰۰۰۱ x^۲ \qquad ۱۵۰۰<x<۷۰۰۰ \qquad (۲)$$

که در این معادله Y کارایی مصرف آب (برحسب کیلوگرم بر مترمکعب) و X میزان آب مصرفی (برحسب مترمکعب در هکتار) می‌باشند. در عمل، این معادله در بازه معینی از آب مصرفی (بین ۱۵۰۰ تا ۷۰۰۰ مترمکعب در هکتار) کاربرد دارد.

از شکل (۲) و معادله آن می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین کارایی مصرف آب (۱/۰۱ کیلوگرم بر مترمکعب) در میزان آب مصرفی حدود ۴۲۰۰ مترمکعب در هکتار حاصل شده است و در واقع فاز صعودی منحنی تا این حدود آب مصرفی است. از حدود ۴۲۰۰ مترمکعب در هکتار آب مصرفی تا ۴۳۰۰ مترمکعب در هکتار، میزان کارایی مصرف مقدار ثابت ۱/۰۱ کیلوگرم بر مترمکعب را داشته است (فاز پایای منحنی) و از این میزان به بعد، با افزایش مقدار آب مصرفی، کارایی مصرف آب کاهش داشته است.

جدول(۱)- میانگین مقادیر کل آب مصرفی و عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری در سال اول

کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)
۱/۰۰	۴۳۹۲	۴۴۰۰
۱/۰۰	۴۲۸۹	۴۲۷۰
۱/۰۲	۴۲۰۷	۴۱۴۰
۱/۰۳	۴۱۴۶	۴۰۳۰
۱/۰۳	۴۱۰۲	۳۹۹۰
۱/۰۲	۴۰۱۷	۳۹۴۰
۰/۹۵	۳۷۱۳	۳۸۹۰
۱/۰۰	۳۶۹۴	۳۶۹۰
۰/۹۹	۳۶۲۶	۳۶۷۰
۰/۹۴	۳۳۱۰	۳۵۳۰
۰/۹۰	۳۱۷۵	۳۵۱۰
۰/۸۹	۳۰۷۳	۳۴۵۰
۰/۸۹	۲۹۲۸	۳۲۸۰
۰/۸۹	۲۹۱۰	۳۲۶۰
۰/۸۹	۲۸۳۱	۳۱۹۰



شکل (۲) برازش تابع تولید آب مصرفی به کارایی مصرف آب در سال اول تحقیق

۲) نتایج مربوط به میانگین آب مصرفی، عملکرد محصول و کارایی مصرف آب در سال دوم:

جدول (۲) میانگین کل آب مصرفی شامل آبیاری تیمارها (شامل شش نوبت آبیاری) و میانگین عملکرد دانه در هر تیمار و برای سه تکرار را نشان می‌دهد. مقادیر کارایی مصرف آب از رابطه (۱) به دست آمده است.

شکل (۳) رابطه بین میزان آب مصرفی و کارایی مصرف آب را به صورت یک تابع تولید برای سال دوم تحقیق نشان می‌دهد. مطابق شکل، همبستگی قوی بین دو پارامتر WU و WUE برقرار است (R^2= ۰/۹۷). معادله شکل (۳) به قرار زیر است:

$$y = -۴۶/۱۶ + ۰/۰۲۴۲\ x - ۰/۰۰۰۰۰۳۱\ x^{۲} \qquad ۳۳۵۰<x<۴۵۵۰ \qquad (۳)$$

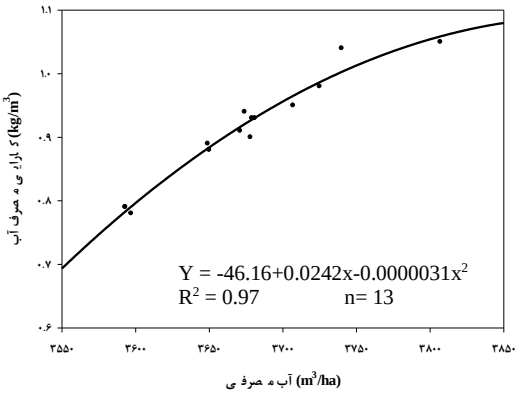
که در این معادله Y کارایی مصرف آب (برحسب کیلوگرم بر مترمکعب) و X میزان آب مصرفی (برحسب مترمکعب در هکتار) می‌باشند. در عمل، این معادله در بازه معینی از آب مصرفی (بین ۳۳۵۰ تا ۴۵۵۰ مترمکعب در هکتار) کاربرد دارد.

از شکل (۳) و معادله آن (۳) می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین کارایی مصرف آب (۱/۰۷ کیلوگرم بر مترمکعب) در میزان آب مصرفی ۳۹۰۰ مترمکعب در هکتار حاصل شده است و در واقع فاز صعودی منحنی تا این حدود آب مصرفی است. از ۳۹۰۰ مترمکعب در هکتار آب مصرفی تا ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار، میزان کارایی مصرف مقدار ثابت بین ۱/۰۶ تا ۱/۰۷ کیلوگرم بر مترمکعب را داشته است (فاز پایای منحنی) و از این میزان به بعد، با افزایش مقدار آب مصرفی، کارایی مصرف آب کاهش داشته است.

جدول(۲)- میانگین مقادیر آب مصرفی، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در سال دوم

کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)
۱/۰۵	۳۹۹۴	۳۸۰۷
۱/۰۴	۳۸۹۲	۳۷۴۰
۰/۹۸	۳۶۵۳	۳۷۲۵
۰/۹۵	۳۵۳۹	۳۷۰۷
۰/۹۳	۳۴۳۹	۳۶۸۱
۰/۹۳	۳۴۲۰	۳۶۷۹
۰/۹۰	۳۲۹۳	۳۶۷۸
۰/۹۴	۳۴۴۵	۳۶۷۴
۰/۹۱	۳۳۵۸	۳۶۷۱
۰/۸۸	۳۲۲۰	۳۶۵۰
۰/۸۹	۳۲۳۵	۳۶۴۹
۰/۷۸	۲۷۹۰	۳۵۹۷
۰/۷۹	۲۸۵۵	۳۵۹۳
۰/۷۹	۲۸۵۲	۳۵۹۳

در تحقیقی در حوضه آبریز کرخه، تابع تولید آب (با شاخص نسبت تبخیر و تعرق واقعی به پتانسیل یا ET_a/ET_p) به عملکرد محصول گندم بدست آمد. بر اساس نتایج این تحقیق زمانی که میزان این نسبت به ۰/۹۶ رسید، بیشترین عملکرد دانه حاصل شد. اما در این میزان مصرف آب، حداکثر بهره‌وری مصرف آب (برابر ۰/۹۶ کیلوگرم بر مترمکعب) حاصل نشد بلکه در مقداری برابر با ۰/۶۱ بدست آمد (موتوواتا و همکاران، ۲۰۱۳). در واقع نتیجه این تحقیق، مشابه نتایج تحقیق ما در سال خشک بوده به طوری‌که در هر دو آزمایش، بیشترین کارایی مصرف آب در میزان مصرف آبی کمتر از آن مقدار که برای حصول حداکثر عملکرد لازم است، بدست آمده است.



شکل (۳) برازش تابع تولید آب مصرفی به کارایی مصرف آب در سال دوم تحقیق

نتیجه نهایی آنکه، در منطقه مورد مطالعه (جنوب استان خوزستان) برای کسب بالاترین کارایی مصرف آب (بین ۱/۱-۱ کیلوگرم در مترمکعب) در سال‌های خشک و نرمال به مقدار آب آبیاری به ترتیب حدود ۴۳۰۰-۴۲۰۰ و ۴۰۰۰-۳۹۰۰ مترمکعب در هکتار نیاز می‌باشد. لذا از آنجایی که کارایی مصرف آب به عنوان شاخص بهینه‌سازی مصرف آب در کشاورزی پایدار در نظر گرفته می‌شود، آب آبیاری لازم برای زراعت گندم بین ۳۹۰۰ تا ۴۳۰۰ مترمکعب در هکتار (بسته به میزان بارندگی) تعیین می‌گردد.

منابع

بی‌نام. ۱۳۸۲. *مدیریت آب آبیاری در مزرعه*. تهران: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. نشریه شماره ۷۶.

گوشه، م. ۱۳۸۶. *تقویم آبیاری جهت تعیین آب مصرفی گندم و کنترل شوری در یک خاک شور ایستگاه تحقیقات کشاورزی اهواز*. گزارش نهایی به شماره ثبت: ۸۶/۹۳۹ مرکز اسناد و مدارک علمی کشاورزی. تهران.

هاشمی‌نیا، م. ۱۳۸۳. *مدیریت آب در کشاورزی*. مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی.

Bresler, E., Dagan, G., and Hanks, R.J., 1982. Statistical analysis of crop yield under controlled line-source irrigation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46, 841-847.

English, M., and Raja, S. N., 1996. Perspective on deficit irrigation. *Agricaltural Water Management*, 32, 1-14. *Agricaltural Water Management*, 36, 85-94.

Hanks, R. J., Keller, J., Rasmussen, V. P. and Wilson, Q.P., 1976. Line source sprinkler for continuous variable irrigation – crop production studies. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 40, 426 - 429.

Hanks, R. J., Sisson, D. V., Hurst, R. L., and Hubbard, K. G., 1980. Statistical analysis of results from irrigation experiment using the line –source sprinkler system. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44, 886-888.

Muthuwatta, L. P., Rientjes, T. H. M., and Bos, M. G., 2013. Strategies to increase wheat production in the water scarce Karkheh River Basin, Iran. *Agricaltural Water Management*, 124, 1-10.

Popescu, G., and Gafiteanu, D., 2004. Water efficiency evaluation in some irrigated crops in Moldavia. *Crcetari- Agronomic in Moldova*. 23, 2:21-29.

Raes, D., Williems, P., and Gbaguidi, F., 2006. RAINBOW- a software package for analyzing data and testing the homogeneity of historical data sets. *Proceeding of the 4th International Workshop on 'Sustainable management of marginal drylands'*, Islamabad, Pakistan.

Yaron, D., and Bresler, E., 1983. Economic analysis of on-farm irrigation using response function of crops. In: Hillel, D. (Ed.), *Advance in irrigation*, Vol, 2, 223-255.

Improving water use efficiency of wheat using production functions in Khuzestan

M. Goosheh[1,*], S. Ghalebi[2], A. Orsham[3]
[1]Soil and Water Research Department, Research and Education Center of Agricultural and Natural Resources of Khuzestan, Ahvaz, Iran; 2-[2] Soil and Water Research Institute, Karaj, Iran 3-Watershed Department, Research and Education Center of Agricultural and Natural Resources of Khuzestan, Ahvaz, Iran
*Email: magoosheh@yahoo.com

Abstract

The determination water used (WU) and yield (Y) relationship is one of the methods to optimize water use efficiency (WUE). Achieving to this aim, WU-WUE production function must be analysis. Therefore, a study was conducted in Ahwaz Agricultural Research Station in two years. Five irrigation water regimes from non-stress to severe stress (treatments) were applied using a line source sprinkler system. The base of this method is variability of water distribution on the soil surface to distance from the sprinkler line. WU-Y production function is determined by measuring water amount and grain yield in different treatments. The results showed that the highest WUE (approximately 1 kg m^{-3}) was achieved by water application between 4200-4300 and 3900-4000 m^3 ha^{-1} in dry (rainfall less than 153.8 mm) and normal (average rainfall 222.4 mm) years, approximately.

Keywords: Irrigation, Khuzestan, Production functions, Water use efficiency, Wheat