نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیستم، شماره پنجم، ۱۳۹۲
http://jwsc.gau.ac.ir

بررسی کارایی مصرف آب چند رقم سویا تحت مقادیر مختلف آب آبیاری

*علیرضا کیانی[۱] و سامیه رئیسی[۲]

[۱]دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان،
[۲]عضو هیأت علمی بخش تحقیقات اصلاح بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۱

چکیده

کنکاش در زمینه بهینه‌سازی مصرف آب به‌منظور استفاده کاراتر از منابع محدود آب جزو چالش‌های جدی در بخش کشاورزی است. برای تحقق این هدف نیاز است تا واکنش گیاهان نسبت به آب برای حصول به بالاترین کارایی مصرف آب مورد ارزیابی قرار گیرند. این پژوهش به‌مدت ۲ سال زراعی با استفاده از روش آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای به بررسی اثر مقادیر مختلف آب روی عملکرد، کارایی مصرف آب در ۳ رقم سویا (سحر، G_3 و DPX)، پرداخته است. ٤ تیمار آبیاری براساس فاصله از خط لوله آبیاری بارانی به‌عنوان عامل اصلی ثابت و ۳ رقم سویا که به‌صورت تصادفی در داخل هر تیمار آبیاری توزیع شده بودند، تحت یک آزمایش کرت‌های نواری با ٤ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داده است که تغییرات عملکرد ارقام سویا نسبت به آب مشابه ولی با شیب‌های متفاوت بود. به‌طورکلی با کاهش مقدار آب آبیاری کارایی مصرف آب سویا افزایش داشت و رقم DPX دارای بیش‌ترین کارایی مصرف آب نسبت بقیه ارقام بود. نتایج میانگین ۲ ساله نشان می‌دهد که کارایی مصرف آب در ارقام سحر، G_3 و DPX به‌ترتیب برابر ۵/۱، ٦/۲ و ۷ کیلوگرم در هکتار در هر میلی‌متر آب مصرفی به‌دست آمد. بیش‌ترین کارایی مصرف آب با بیش‌ترین عملکرد مطابقت نداشت. به‌عبارت دیگر با افزایش مقدار آب از نقطه حداکثر کارایی مصرف آب، ممکن است منجر به افزایش عملکرد سویا شود ولی مقدار کارایی مصرف آب کاهش می‌یابد که البته این راهبرد مناطق کم‌آب نیست.

واژه‌های کلیدی: آبیاری بارانی، بهره‌وری آب، کم آبیاری، مدیریت آبیاری

*مسئول مکاتبه: akiani71@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سویا گیاهی است که منبع اصلی پروتئین و روغن خوراکی در جهان بوده و در سطح وسیعی در مناطق مختلف کاشته می‌شود. سطح زیرکشت سویا در دنیا حدود ۱۰۲ میلیون هکتار و متوسط عملکرد آن ۲/۵ تن در هکتار است. بیش‌ترین سهم تولید در بین دانه‌های روغنی (۵۳ درصد) مربوط به سویا است. حدود ٦٧ درصد پروتئین و ۲۸ درصد روغن مصرفی جهان از سویا تامین می‌شود (بخش کشاورزی آمریکا[1]، ۲۰۱۰). براساس آمار وزرات جهاد کشاورزی (۲۰۱۰) استان گلستان با ۸٤۰۰۰ هکتار کشت سالانه سویا (٦٥ درصد کل کشور) بیش‌ترین سهم در کشت و تولید این محصول را دارد. میزان تولید سویا در کشور سالانه حدود ۲۰۷۰۰۰ تن است که حدود ٦۳ درصد آن تنها در استان گلستان تولید می‌شود. عملکرد سویا در کشور در کشت آبی و دیم به‌ترتیب برابر ۲٤۸٦ و ۲۳۸۳ کیلوگرم در هکتار و در استان گلستان به‌ترتیب ۲٤۷۰ و ۱۵۰۳ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

تولید غذا و استفاده از آب دو فرآیند وابسته به هم هستند. افزایش جهانی تقاضا برای آب، محدودیت این منبع حیاتی، نیاز به تولید بیش‌تر برای رفع فقر و گرسنگی، متفکرین را بر آن داشته است تا به فکر تولید بیش‌تر با آب کم‌تر باشند. در چنین شرایطی ضروری است تا الویت‌بندی تخصیص منابع آبی بر مبنای حصول به حداکثر کارایی مصرف آب برنامه‌ریزی شود و از رسیدن به حداکثر تولید با مصرف کامل آب مورد نیاز گیاه پرهیز گردد (حمدی، ۲۰۰۵). واژه کارایی مصرف آب که رابطه بین رشد گیاه و مقدار آب مصرفی را مشخص می‌کند، برای اولین بار توسط ویتز (۱۹٦۲) وارد مباحث مرتبط با بخش کشاورزی شده است. از آن زمان به بعد کارایی مصرف آب به‌عنوان یک شاخص تصمیم‌گیری در مقیاس مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. به‌عنوان مثال از شاخص بالا در مقیاس برگی توسط فیزیولوژیست‌ها، در مقیاس گیاهی توسط متخصصان زراعت، در مقیاس مزرعه‌ای توسط متخصصان آبیاری و در مقیاس حوزه توسط هیدرولوژیست‌ها به‌کار گرفته شده است. کارایی مصرف آب گیاه بر مبنای نسبت تولید و عملکرد اقتصادی به تبخیر- تعرق گیاه، بر مبنای نسبت عملکرد تولید شده به عمق آب آبیاری فصلی وارد شده به مزرعه (تناکون و میلوری، ۲۰۰۳) و بر مبنای نسبت عملکرد دانه قابل فروش به مقدار آب کاربردی (مجموع باران و آبیاری) برای گیاه (اوآد و همکاران، ۲۰۰۱) تعریف شده است. نتایج بررسی گارسیا و همکاران (۲۰۱۰) که ٤ رقم سویا را تحت رژیم‌های مختلف آبیاری قرار دادند، نشان داده است که در بین همه ارقام، رابطه قوی بین

1- United State Department of Agriculture

www.SID.ir

مقدار آب کاربردی (مجموع باران و آبیاری) و عملکرد دانه وجود دارد. به‌طورکلی در این بررسی متوسط کارایی مصرف آب سویا را ۰/۷٤ کیلوگرم دانه به‌ازای مصرف هر مترمکعب آب در هکتار به‌دست آوردند. آن‌ها همچنین نشان دادند که کارایی مصرف آب سویا تابع نوع رقم می‌باشد، به‌طوری‌که کارایی مصرف آب در دامنه ۱/۱٤–۰/۵۵ کیلوگرم دانه به‌ازای هر مترمکعب آب در ارقام مختلف سویا در نوسان بود. جمع‌بندی نتایج آن‌ها بیانگر این نکته کلیدی است که به‌دلیل اختلاف ارقام مختلف سویا در کارایی استفاده از آب، می‌توان رقم مناسب برای دریافت عملکرد بهینه در شرایط کمبود آب را انتخاب نمود. داس (۲۰۰۳) با بررسی کارایی مصرف آب سویا در ٤ منطقه نیمه‌خشک هندوستان بیان نمود که کارایی مصرف آب در سویا از یک منطقه به منطقه دیگر به‌دلیل تغییر شرایط اقلیمی و نوع خاک و همچنین در یک منطقه خاص، با نوع رقم متفاوت خواهد بود. نتایج بررسی اوت و همکاران (۲۰۰۱) نشان داده است که گیاهان مختلف به‌دلیل تفاوت در مکانیزم فتوسنتزی آن‌ها در شرایط مختلف تنش آبی دارای کارایی مصرف آب متفاوتی هستند. آن‌ها با مقایسه ۲ گیاه ذرت که یک گونه ٤ کربنه است با گیاه سویا که یک گونه ۳ کربنه است، از نظر کارایی مصرف آب، گزارش کردند که به‌طورکلی کارایی مصرف آب در ذرت بیش‌تر از سویا بوده و این شاخص در گیاه سویا که تحت تنش آبی قرار دارد در مقایسه با شرایط بدون تنش آبی تفاوت اندکی دارد. کارایی مصرف آب سویا بر مبنای عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک توسط رینالدی و همکاران (۱۹۹٦) به‌ترتیب برابر ۰/٤۵ و ۱/٤ و توسط کرم و همکاران (۲۰۰۵) به‌ترتیب معادل ۰/۵۲ و ۱/۱۱ کیلوگرم به‌ازای مصرف هر مترمکعب آب برآورد شد. محدوده کارایی مصرف آب در ارقام مختلف سویا در حالت آبیاری کامل بین ۲/٤٤–۱/٦٦ کیلوگرم ماده خشک به‌ازای هر گرم آب تعرق شده و در حالت تنش آبی ۲/۷۸–۲/۰۳ کیلوگرم ماده خشک به‌ازای هر گرم آب تعرق شده بود (رایت، ۱۹۹٦). بررسی ۳ ساله توسط کوستانتینی و ملتی (۱۹۹۱) روی گیاه سویا بهاره و تابستانه نشان داده است که آب مورد نیاز سویا بهاره حدود ۲ برابر سویای کاشته شده در فصل تابستان بود. اگرچه تولید سویای بهاره بیش‌تر از سویای تابستانه بود، ولی کارایی مصرف آب هم بر مبنای ماده خشک و هم بر مبنای عملکرد دانه در سویای بهاره کم‌تر بود. ارتقاء بهره‌وری آب با هدف تولید بیش‌تر به‌ازای مصرف آب کم‌تر، به‌عنوان یکی از گزینه‌های راهبردی مؤثر در مدیریت آبیاری تحت شرایط کم‌آبی قلمداد می‌گردد. اگرچه کشاورز تمایل به دریافت حداکثر عملکرد دارد، ولی این راهبرد مناطق کم‌آب نیست. در مناطقی که آب به اندازه کافی برای زمین‌های زراعی وجود ندارد، لازم است تا برنامه‌ریزی آبیاری

www.SID.ir

براساس حصول به حداکثر WUE انجام گیرد. در این راهبرد از مقادیر آب ذخیره شده می‌توان برای آبیاری اراضی جدید استفاده نمود و توان تولید کل را افزایش داد. شناخت ارتباط بین WUE و عملکرد در مناطق کم آب بسیار مهم است. با استفاده از ارتباط بالا می‌توان از مقدار محدود آب برای حصول به عملکردی که بهترین WUE را نتیجه دهد، برنامه‌ریزی نموده و از آب اضافی برای رسیدن به حداکثر پتانسیل عملکرد باید خودداری نمود. به‌دلیل این‌که مصرف مقدار آب اضافی برای رسیدن به حداکثر عملکرد (آبیاری کامل) نسبت به مناطقی که مواجه با کم‌آبی هستند در تولید کل تغییر قابل‌توجه‌ای ایجاد نمی‌نماید، در حالی‌که همان مقدار آب در مناطق کم‌آب به مراتب تولید کل را افزایش خواهد داد. مقایسه دو راهبرد کم‌آبیاری و آبیاری کامل در شرایط استان گلستان بر روی ارقام سویا نشان داده است که اگر تولیدکننده از روش کم‌آبیاری استفاده کند، با آب صرفه‌جویی شده و افزایش سطح زیر کشت تولید کل افزایش می‌یابد (کیانی، ۲۰۱۰).

از آن‌جا که سویا گیاهی تابستانه و بیش‌تر دوره خشکی و کم‌آبی را تجربه می‌کند و با توجه به کمبود اطلاعات در زمینه کارایی مصرف آب ارقام سویا، این پژوهش با هدف شناسایی واکنش گیاه به آب در شرایط متفاوت به‌منظور استفاده کاراتر از منابع محدود آب به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در زمینی به مساحت ۳۰۰۰ مترمربع (۶۰×۵۰) در محل ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان در سال‌های زراعی ۸۴ و ۸۵ بر روی ۳ رقم سویا به اجرا در آمد. بافت خاک در اعماق ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک به‌ترتیب لوم رسی- سیلتی، لوم سیلتی و لوم سیلتی بود. زمین آماده شده به ۴۸ کرت آزمایشی به ابعاد ۲ متر در ۸ متر تقسیم‌بندی شدند. در این طرح برای ایجاد تیمارهای آبیاری از سیستم آبیاری بارانی کلاسیک تک‌شاخه‌ای[1] استفاده شد (شکل ۱). ۴ 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 ۳ رقم سویا (سحر، G_3 و DPX) که به‌صورت تصادفی در داخل هر تیمار آبیاری توزیع شده بودند، تحت یک آزمایش کرت‌های نواری با ۴ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. در طی فصل در سال اول ۶ بار و در سال دوم ۸ بار آبیاری با فواصل ۲۰-۱۰ روز بسته به مراحل رشد انجام شد. در همین مدت در سال اول ۱۱۵ و در سال دوم ۱۱۶ میلی‌متر باران مؤثر

1- Line Source

www.SID.ir

نازل شده است. در طی آزمایش نمونه‌های خاک تا عمق ٦٠ سانتی‌متری به‌ازای هر ٢٠ سانتی‌متر از سطح خاک در زمان کاشت، قبل و بعد از هر آبیاری و در زمان برداشت به‌منظور اندازه‌گیری رطوبت به روش وزنی برداشت گردید. آبیاری پس از تخلیه رطوبت خاک در حدود ٥٥-٤٥ درصد رطوبت قابل استفاده گیاه (بسته به دوره رشد گیاه) انجام شد. میزان آب در هر آبیاری با اندازه‌گیری رطوبت خاک قبل از آبیاری و تعیین کمبود رطوبت خاک در تیمار بدون تنش (W_1) برآورد و سپس اعمال گردید. در هر آبیاری برای اندازه‌گیری مقدار آب آبیاری به‌کار برده شده از قوطی‌های جمع‌آوری آب در داخل کرت استفاده شد. این قوطی‌ها در ابتدای رشد که گیاه پوشش کامل نداشت در روی زمین و بعد از مرحله‌ای از رشد که آسمانه گیاه در مقدار دریافت آب در روی زمین اختلال ایجاد می‌کرد از پایه‌های فلزی به‌طوری‌که قوطی‌ها در بالای شاخ و برگ سویا قرار می‌گرفت به‌کار رفتند نقشه کاشت آزمایش و جزئیات بیش‌تر از نحوه آزمایش (زمان‌های کاشت و برداشت، نحوه اعمال تیمارهای آبیاری) توسط کیانی (٢٠١٠) ارایه شده است.

شکل ١- سیستم آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای در حال کار.

در این آزمایش تبخیر و تعرق واقعی گیاه (ET_c) با استفاده از روش موازنه حجمی آب به‌شرح زیر برآورد شد:

$$ET_c = I + P - D.P - Ro \pm \Delta S \qquad (١)$$

www.SID.ir

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

مقدار آب آبیاری در هر تیمار با استقرار قوطی‌های جمع‌آوری آب در داخل هر کرت فرعی در طی زمان آبیاری و اندازه‌گیری حجم آب جمع شده در داخل آن‌ها اندازه‌گیری شد. تلفات نفوذ عمقی در هر آبیاری از تفاوت رطوبت خاک در بعد و قبل از هر آبیاری در پایین‌تر از عمق ریشه به‌دست آمد. از مقدار صعود آب به‌سمت منطقه ریشه به‌دلیل پایین بودن سفره آب زیرزمینی (بیش از ۸ متر) و مقدار رواناب با بستن انتهای کرت‌ها صرف‌نظر شد. ΔS از تفاوت رطوبت خاک به روش وزنی در زمان‌های قبل از هر آبیاری در دو بازه آبیاری تا عمق توسعه ریشه برآورد گردید. WUE_{ET} (کارایی مصرف آب) از نسبت مقدار عملکرد هر رقم سویا در هر تیمار به ET_c همان تیمار به‌دست آمد. عملکرد دانه گیاه، در هر کرت از دو ردیف وسط و پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف (در سطح ۷ مترمربع) اندازه‌گیری شد. علاوه‌بر اندازه‌گیری عملکرد دانه، ارتفاع بوته‌ها در انتهای آزمایش، وزن دانه، تعداد غلاف در بوته و روز تا رسیدن ارقام مختلف نیز اندازه‌گیری شدند. پس از جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز و با استفاده از آن‌ها تأثیر مقادیر مختلف آب آبیاری بر عملکرد و کارآیی مصرف آب (WUE_{ET}) ارقام مختلف سویا مورد تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای آن: به‌طورکلی نتایج نشان می‌دهد که اثر آب روی عملکرد دانه و بعضی از شاخص‌های مورد اندازه‌گیری مانند وزن دانه، ارتفاع و تعداد غلاف معنی‌دار بوده است (جدول ۱). عملکرد ارقام سویا تحت‌تأثیر مقدار آب قرار گرفته به‌طوری‌که با کاهش مقدار آب عملکرد نیز (به‌جز رقم سحر) کاهش یافته است. عملکرد، تعداد غلاف و ارتفاع بوته در رقم سحر در هر ۲ سال در تیمار W_2 بیش‌تر از بقیه تیمارها بود. این نتیجه بیان‌کننده این نکته است که نیاز آبی در رقم سحر با مقدار آب دریافت شده در تیمار W_2 تطابق بیش‌تری دارد. بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به سال ۱۳۸۵ با میانگین ۲۸۶۷ کیلوگرم در هکتار و در سال ۱۳۸٤ میانگین عملکرد برابر ۲۱۱٦ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. تحلیل روند تغییرات عملکرد دانه در طی ۲ سال در تیمارهای مختلف آبی و ارقام سویا توسط کیانی (۲۰۱۰) ارایه شده است. روند مشابه برای وزن دانه و تعداد غلاف در طی ۲ سال وجود دارد. متوسط وزن هزاردانه در سال ۸٤ معادل ۹۲ گرم و در سال ۸۵ برابر ۱۳۵ گرم و تعداد غلاف در هر بوته در سال ۸٤ و ۸۵ به‌ترتیب برابر ۵۳ و ۹۷ عدد بود (جدول ۱).

www.SID.ir

به‌طورکلی روند تغییرات عوامل اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد که در سال دوم شرایط آب و هوایی برای رشد و تولید سویا مناسب‌تر بود. ضمن این‌که سویا در سال دوم حدود ۱۲ روز از سال اول زودتر کاشته شده است. بررسی ارتفاع بوته نشان می‌دهد در سال اول به‌طور میانگین حدود ۹ سانتی‌متر نسبت به سال دوم بلندتر بود. با توجه به عملکردهای به‌دست آمده، افزایش ارتفاع بوته بیانگر افزایش رشد رویشی در سال اول و کاهش رشد زایشی در این سال نسبت به سال دوم است. به‌طور میانگین در ۱۵ روز اول گل‌دهی در سال ۸٤ درجه حرارت روزانه حدود ۲ درجه سانتی‌گراد (۳٤/۵ در مقابل ۳۲/٦) بیش‌تر از سال ۸۵ بود. بالاتر بودن درجه حرارت در دوران حساس رشد گیاه در سال ۸٤ نسبت به سال ۸۵ باعث شده است تا گل‌های کم‌تری مرحله زایشی خود را تکمیل در نتیجه تعداد غلاف کم‌تری (٥٤ عدد در مقابل ۹۷ عدد) حاصل نموده است (جدول ۱). اما از ٦۰ روز پس از کاشت زمانی‌که گیاه برای غلاف‌دهی و دانه بستن نیاز حرارتی بیش‌تری دارد، تا انتهای فصل درجه حرارت سال ۸٤ به‌طور قابل‌توجه‌ای کم‌تر از سال ۸۵ بود. به‌طور میانگین از ٦۰ روز پس از کاشت تا ۹۵ روز پس از کاشت درجه حرارت سال ۸٤ و ۸۵ به‌ترتیب حدود ۲٦ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود. ضمن این‌که رطوبت نسبی هوا نیز در این دوران در سال ۸٤ (۷۱ درصد) به‌طور قابل‌توجه‌ای بالاتر از سال ۸۵ (٦۰ درصد) بود. شرایط اقلیمی اشاره شده باعث شده است تا در سال ۸٤، روز تا رسیدن فیزیولوژی ارقام مختلف سویا به‌طور متوسط ۲٦ روز دیرتر از سال ۸۵ باشد. به‌طور کلی در سال ۸٤ تعداد غلاف‌های خالی در هر بوته برابر ۸/٦ و در سال ۸۵ برابر ٤/۸ عدد در هر بوته بود (جدول ۱). داس (۲۰۰۳) گزارش نموده است که عملکرد و اجزای عملکرد سویا تحت‌تأثیر شرایط محیطی و اقلیمی قرار می‌گیرد. نکته قابل ذکر تعداد غلاف خالی در رقم سحر است. این رقم در شرایط آب و هوایی اشاره شده در سال ۱۳۸٤ که مناسب برای ایجاد پدیده اختلال در غلاف‌بندی بود، نسبت به ارقام دیگر حساسیت بیش‌تری نشان داد. جدول ۲ نشان می‌دهد به‌طور میانگین تعداد غلاف خالی در رقم سحر حدود ۱٦ عدد در هر بوته که به‌طور متوسط ۳/۷ برابر رقم G_3 و ۲/۹ برابر رقم DPX در سال ۸٤ بود. ولی در سال دوم به‌دلیل شرایط نامساعد از نظر رشد پدیده اختلال در غلاف‌بندی بین ارقام اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید.

www.SID.ir

جدول ۱- نتایج اثرات متقابل و مقایسه میانگین‌های عملکرد و برخی خصوصیات ارقام مختلف سویا.

عوامل	تیمار آبیاری	۱۳۸٤				۱۳۸۵			
		ارقام			میانگین آبیاری	ارقام			میانگین آبیاری
		S	$G_۳$	DPX		S	$G_۳$	DPX	
عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)	$W_۱$	۲۰۰۰	۲٤۳۹	۳۵۸۱	۲٦۷۳^{a}	۳۱٦۹	٤۲۵۹	٤۳۸۷	۳۹۳۹^{a}
	$W_۲$	۲۳۲٦	۱۸۰۵	۳٤۷۰	۲۵۳٤^{a}	۳٦۳۹	٤۰۷۰	۳۲۲۰	۳٦٤۳^{b}
	$W_۳$	۱٦۷۲	۱٦۸۱	۲٦۲٦	۱۹۹۳^{b}	۱٦۹۲	۲٦۳۱	۲٦۵۳	۲۳۲۵^{c}
	$W_٤$	۱۰۸۲	۱۰۲۸	۱٦۸۲	۱۲٦٤^{c}	۱۳۱۷	۱۷۵۰	۱٦۱۵	۱۵٦۱^{d}
میانگین ارقام		۱۷۷۰^{b}	۱۷۳۹^{b}	۲۸٤۰^{a}	۲۱۱٦	۲٤۵٤^{b}	۳۱۷۸^{a}	۲۹٦۹^{a}	۲۸٦۷
وزن هزاردانه (گرم)	$W_۱$	۹٦	۱۰۳	۹۹	۹۹^{a}	۱۰٤	۱۵٦	۱۵۸	۱٤۰^{a}
	$W_۲$	۸٦	۹۹	۹۷	۹٤^{b}	۱۱۲	۱٦٤	۱۳۹	۱۳۸^{a}
	$W_۳$	۷۵	۹۱	۹۵	۸۷^{c}	۱۰۱	۱٦۱	۱٤۳	۱۳۵^{a}
	$W_٤$	۷٦	۹٦	۹۷	۸۹^{c}	۹۵	۱۵۳	۱۳۲	۱۲٦^{b}
میانگین ارقام		۸۳^{b}	۹۷^{a}	۹۷^{a}	۹۲	۱۰۳^{c}	۱۵۹^{a}	۱٤۳^{b}	۱۳۵
تعداد غلاف	$W_۱$	۵۵	٦۹	٦۰	٦۱^{a}	۱۰۱	۱۱۱	۱۱۵	۱۰۹^{a}
	$W_۲$	۸۷	۵۰	٦۳	۵۷^{a}	۱۲۰	۱۰۲	۸۵	۱۰۲^{a}
	$W_۳$	٦۲	٤۳	۵۸	۵٤^{ab}	۸۵	۱۲۳	۷۸	۹۵^{a}
	$W_٤$	٤۷	٤۵	۳۳	٤۲^{b}	۸۳	۱۰٤	۵٦	۸۲^{a}
میانگین ارقام		۵۵^{a}	۵۲^{a}	۵٤^{a}	۵٤	۹۷^{a}	۱۱۰^{ab}	۸٤^{b}	۹۷
تعداد غلاف خالی	$W_۱$	۱۷/۷	۲/۵	۳/۸	۸^{a}	۵/۵	٦/۹	۵/٦	٦^{a}
	$W_۲$	۱۷/۵	۳/۸	۸	۹/۷^{ab}	۷/۵	٦	۳/۷	۵/۷^{a}
	$W_۳$	۱۹/۵	۷/۵	۵/۳	۱۰/۷^{ab}	۳/٤	٤/۵	۳/۲	۳/۸^{a}
	$W_٤$	۹	٤/۵	٤/۸	٦/۱^{b}	۲/۷	۵	۳/۸	۳/۷^{a}
میانگین ارقام		۱۵/۹^{a}	٤/٦^{b}	۵/٤^{b}	۸/٦	٤/۷^{a}	۵/٦^{a}	٤/۱^{a}	٤/۸
روز تا رسیدن	$W_۱$	۱۲٦	۱۵۵	۱٤۳	۱٤۱^{a}	۱۱۱	۱۲۱	۱۱۹	۱۱۷^{a}
	$W_۲$	۱۲۸	۱٤۷	۱٤۸	۱٤۱^{a}	۱۰۹	۱۱۹	۱۱۸	۱۱۵^{b}
	$W_۳$	۱۱۹	۱٤۷	۱۵٤	۱٤۰^{b}	۱۰۷	۱۱۸	۱۱۵	۱۱۳^{c}
	$W_٤$	۱۱۹	۱٤٤	۱٤۹	۱۳۸^{c}	۱۰٤	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۰^{d}
میانگین ارقام		۱۲۳^{b}	۱٤۸^{a}	۱٤۸^{a}	۱٤۰	۱۰۸^{c}	۱۱۸^{a}	۱۱٦^{b}	۱۱٤
ارتفاع (سانتی‌متر)	$W_۱$	۵٤	۹٤	۱۱۳	۸۷^{a}	۵۲	۷۹	۱۰۰	۷۷^{a}
	$W_۲$	٦۳	۸۹	۱۰۵	۸٦^{a}	۵۳	۷٦	۹۷	۷۵^{a}
	$W_۳$	٤۲	۷۸	۸٦	٦۹^{b}	٤۵	٦۰	۷٤	٦۰^{b}
	$W_٤$	٤۱	۸۰	۷۵	٦۵^{b}	٤۷	٦٤	٦۷	۵۹^{b}
میانگین ارقام		۵۰^{b}	۸۵^{a}	۹۵^{a}	۷۷	٤۹^{c}	۷۰^{b}	۸۵^{a}	٦۸

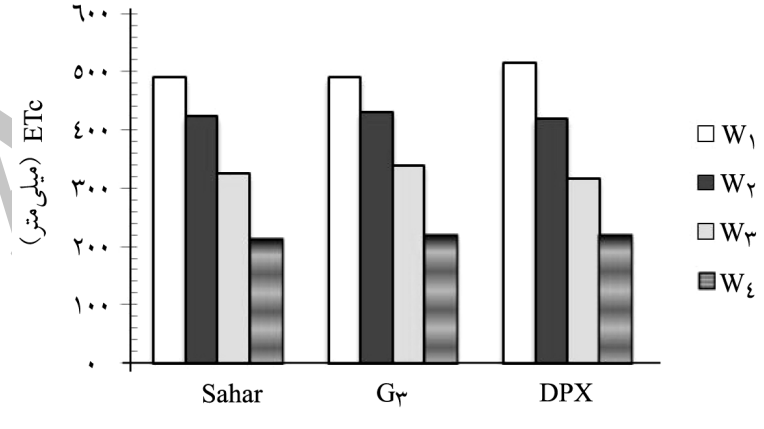
S= سحر، $G_۳$= گرگان ۳ و --- حروف غیرمشابه به مفهوم معنی‌داری در سطح ۵ درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

کارایی مصرف آب: به‌طورکلی مقادیر آب آبیاری و ET_c در هر ۲ سال با فاصله از خط لوله آبیاری بارانی برای هر ۳ رقم کاهش داشت (شکل ۲) و در همه موارد مقدار آب مصرف شده (ET_c) بیش‌تر از مقدار آب دریافت شده توسط هر تیمار است. گیاه در شرایط تحت تنش رطوبتی بخشی از کمبود آب را از رطوبت نیم‌رخ خاک جبران می‌کند. شیب‌های متفاوت ارقام بیانگر این نکته است که واکنش ارقام مورد بررسی نسبت به آب یکسان نیستند. رقم DPX نسبت به ارقام دیگر با مصرف آب یکسان بالاترین عملکرد را دارد. به‌عنوان مثال در رقم سحر حدوداً در مقابل ۵۱۰ میلی‌متر ET_c (شکل ۳) به بیشینه مقدار خود یعنی ۲/۸ تن در هکتار می‌رسد. در حالی‌که عملکرد در رقم DPX در مقابل ۵٤۰ میلی‌متر ET_c به بیش‌ترین مقدار خود (۳/۷ تن) در هکتار می‌رسد. اگرچه با افزایش مقدار آب عملکرد در هر ۳ رقم افزایش می‌یابد ولی این راهبرد مناطق کم‌آب نیست. برای مناطق کم‌آب بالاترین بهره‌وری آب مهم‌تر از رسیدن به بالاترین عملکرد است. گارسیا و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که ارقام مختلف سویا در مقابل مقدار مشخصی از آب واکنش یکسانی ندارند و در نتیجه کارایی مصرف آب در ارقام نیز متفاوت خواهد بود.

به‌طور متوسط در سال اول مقدار آب دریافت شده توسط تیمارهای آبیاری W_1، W_2، W_3 و W_4 به‌ترتیب برابر با ۳٦۰، ۲۷۵، ١٦٤ و ۷۸ میلی‌متر و در سال دوم برابر با ۳٤۲، ۲۸۹، ۱۸۱ و ۸۸ میلی‌متر بود. متوسط آب مصرفی در طی ۲ سال به تفکیک هر رقم در شکل ۲ نشان داده شده است.

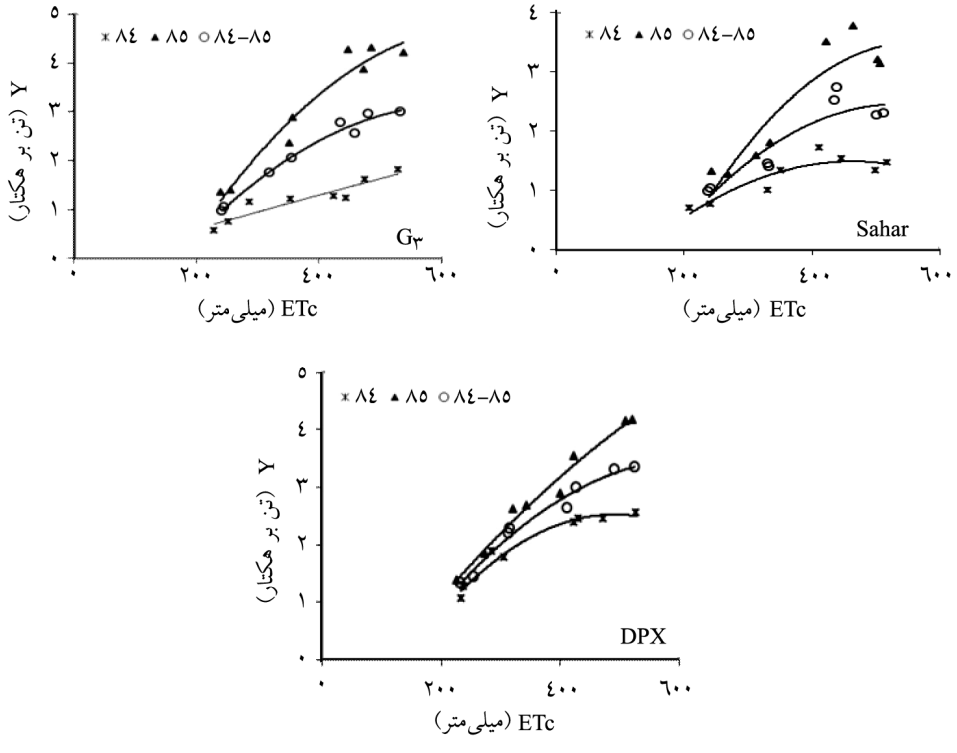


شکل ۲- میانگین ۲ ساله آب مصرفی در تیمارهای مختلف آبیاری در ارقام سویا.

www.SID.ir

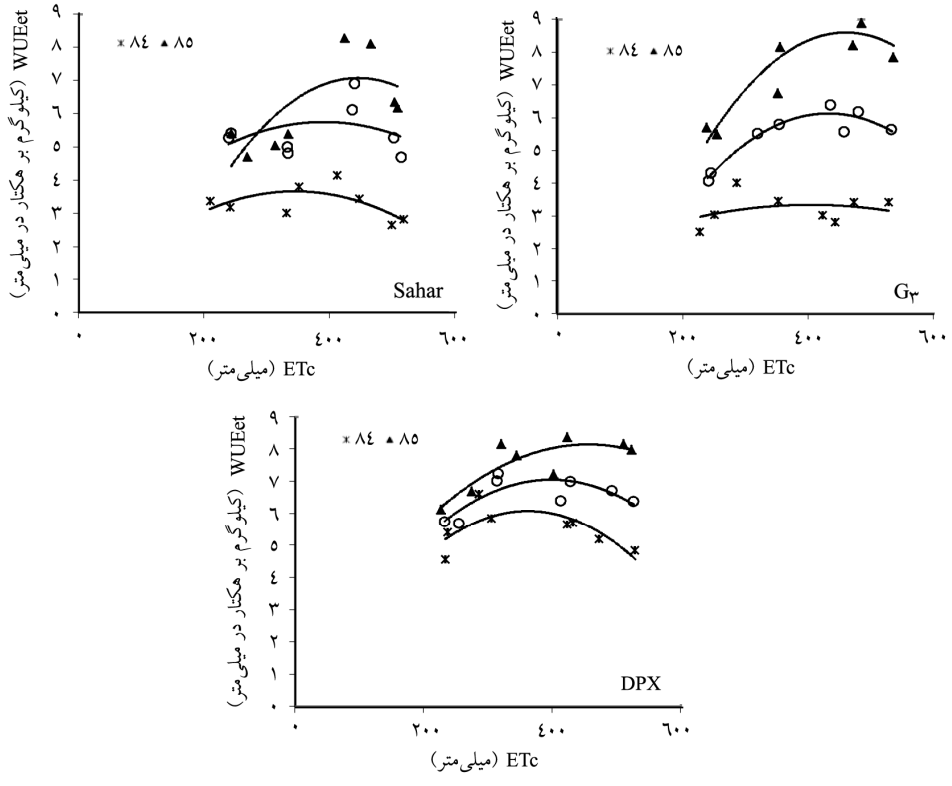
شکل ۳ رابطه عملکرد دانه ارقام مختلف سویا را به‌صورت تابعی از تبخیر- تعرق گیاه و شکل ٤ رابطه کارایی مصرف آب در ارقام مختلف سویا را به‌صورت تابعی از مقدار مصرف آب به تفکیک هر سال و متوسط دو سال نشان می‌دهد.

شکل ۳ نشان می‌دهد که روند تغییرات عملکرد ارقام سویا نسبت به آب مصرفی افزایشی است ولی شیب آن‌ها کاهشی است. به‌عبارت دیگر مقدار افزایش عملکرد در بازه‌های مساوی افزایش آب مصرفی یکسان نیست و به‌تدریج کاهش می‌یابد. به‌طورکلی روند تغییرات WUE تحت مقادیر مختلف مصرف آب گیاه (ET_c) در ۳ رقم مشابه ولی دارای شیب متفاوت هستند (شکل ٤). بنابراین ارقام اشاره شده واکنش متفاوتی در مقابل مصرف آب از خود نشان می‌دهند.



شکل ۳- تغییرات عملکرد دانه ارقام مختلف سویا نسبت به ET_c به تفکیک ۲ سال و متوسط ۲ سال (۸۵-۸٤).

www.SID.ir



شکل ٤- کارایی مصرف آب ارقام مختلف سویا تابعی از ET_c به تفکیک ۲ سال و متوسط ۲ سال (۸۵-۸٤).

شکل ٤ نشان می‌دهد در مقادیر کم آبیاری WUE ارقام با شیب تند افزایش و سپس به مقدار حداکثر رسیده و پس از آن با افزایش مقدار آب، WUE کاهش می‌یابد. با توجه به شکل ٤ می‌توان مقادیر بهینه مصرف آب برای حصول به حداکثر WUE را تعیین نمود. برای مثال بهترین مقدار مصرف آب گیاه (متوسط ۲ ساله) برای ارقام سحر، G_3 و DPX برای رسیدن به مقدار بهینه WUE_{ET} به‌ترتیب برابر ٤۰۰، ٤٥۰ و ٤۳۰ میلی‌متر است. بیش‌ترین کارایی مصرف آب مربوط به رقم DPX می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که بین ارقام مختلف هر گونه، ٦۰-٤۰ درصد تغییرات در WUE آن‌ها وجود دارد (رایت، ۱۹۹٦) در نتیجه می‌توان از نظر ژنتیکی بین ارقام مختلف یک گونه، رقم مناسب‌تر از نظر توانایی گیاه در استفاده کاراتر از آب را انتخاب نمود. بیشینه مقدار WUE_{ET} برای ارقام سحر، G_3 و DPX به‌ترتیب برابر با ٦/۲، ٦/۲ و ۷/۳ کیلوگرم در هکتار به‌ازای هر میلی‌متر مصرف آب

www.SID.ir

به‌دست آمد. از آن‌جا که سویا یک گیاه ۳ کربنه با تبخیر- تعرق زیاد و نرخ فتوسنتزی کم است، کارایی کمی در استفاده از آب دارد (پاسیورا، ۱۹۹۷). روشن است که با افزایش مقدار آب از مقادیر بهینه امکان افزایش عملکرد وجود دارد، اما مقدار WUE کاهش می‌یابد. با توجه به شکل ۳ مشخص شده است که حداکثر عملکرد در ارقام سحر (۲/۸ تن) و DPX (۳/۷ تن) به‌ترتیب در مقابل مصرف ۵۱۰ و ۵۴۰ میلی‌متر آب به‌دست آمده است. ولی ملاحظه می‌گردد که در ارقام یاد شده مقادیر کارایی مصرف آب به‌ترتیب به ۵/۵ و ٦ کیلوگرم در هکتار به‌ازای هر میلی‌متر مصرف آب کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

نتایج بیانگر آن است که روند تغییرات عملکرد ارقام مختلف سویا نسبت به آب مصرفی افزایشی و با شیب کاهشی است. اما شیب‌های متفاوت در هر رقم نشان‌دهنده واکنش متفاوت آن‌ها نسبت به آب است. رقم DPX در مقابل مقدار مشخصی از آب بالاترین عملکرد را نسبت به ۲ رقم دیگر داشته است. انتخاب گزینه حداکثر عملکرد با حداکثر مصرف آب راهبرد مناسبی برای مناطق کم‌آب نیست. بلکه در این مناطق حصول به حداکثر بهره‌وری آب یعنی عملکرد بیش‌تر با آب کم‌تر اهمیت بیش‌تری دارد. مقادیر بهینه آب مصرفی برای ارقام سحر، G_3 و DPX برای رسیدن به حداکثر عملکرد به‌ترتیب برابر با ۵۱۰، ۵۴۰ و ۵۴۰ میلی‌متر و برای رسیدن به حداکثر کارایی مصرف آب برابر با ٤۰۰، ٤۵۰ و ٤۳۰ میلی‌متر است. رقم DPX نسبت به ۲ رقم دیگر بالاترین کارایی مصرف آب یعنی ۷/۳ کیلوگرم در هکتار به‌ازای هر میلی‌متر مصرف آب را دارد. در حالی‌که رقم DPX در مقابل ۵۴۰ میلی‌متر مصرف آب بالاترین عملکرد (۳/۷ تن در هکتار) را دارد، ولی کارایی مصرف آب رقم بالا در این شرایط به ٦ کیلوگرم در هکتار به‌ازای هر میلی‌متر مصرف آب کاهش می‌یابد. با ذخیره کردن مقدار آبی که پس از به حداکثر رسیدن WUE به‌کار می‌رود و کاربرد این آب برای اراضی جدید، تولید کل افزایش خواهد یافت.

منابع

1.Costantini, E.A.C., and Melotti, M. 1991. Consumi idrici e risposte quanti-qualitative all'irrigazione della soia in coltura principale e intercalare nella bassa pianura emiliana. Riv. Irr. e Dren. 38: 1. 23-32.
2.Das, H.P. 2003. Water use efficiency of soybean and its yield response to evapotranspiration and rainfall. J. Agric. Phys. 3: 1-2. 35-39.

www.SID.ir

3.Evett, S.R., Howell, T.A., Schneider, A.D., Wanura, D.F., and Upcharch, D.P. 2001. WUE regulated by automatic drip irrigation control. International irrigation show Oct. 31 to Nov7, San Antonio, Tx. Pp: 45-56.
4.Garcia, A., Persson, T., Guerra, L.C., and Hoogenboom, G. 2010. Response of soybean genotypes to different irrigation regimes in a humid region of the southeastern USA. Agricultural Water Management, 97: 981-987.
5.Hamdy, A. 2005. Water use efficiency in irrigated agriculture: An analytical review. P 9-20, In: Lamadalena, N., M.R. Shatawi, M. Todorovic, C. Bogliotti and R. Albrizio (eds), Proceedings of 4th WASAMED (Water Saving in Mediterranean agriculture), Water Use Efficiency and Water Productivity, Amman, Jordan.
6.Karam, F., Karaa, K., and Tarabey, N. 2005. Effects of deficit irrigation on yield and water use efficiency of some crops under semi-arid conditions of the Bekaa valley of Lebanon. P 139-155, In: Lamadalena, N., M.R. Shatawi, M. Todorovic, C. Bogliotti and R. Albrizio (eds), Proceedings of 4th WASAMED (Water Saving in Mediterranean agriculture), Water Use Efficiency and Water Productivity, Amman, Jordan.
7.Kiani, A.R. 2010. Optimal irrigation scheduling based on water-yield relations in some soybean cultivars, J. Agric. Engin. Res. 11: 1. 85-102.
8.Ministry of Jihad-e-Agriculture. 2010. Agricultural statistics, Volume 1, agronomy crops in 2009. Office of statistical and information technology, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, 136p.
9.Oad, F.C., Soomro, A., Oad, N.L., Abro, Z.A., Issani, M.A., and Gandahi, A.W. 2001. Yield and water use efficiency of sunflower crop under moisture depletions and bed shapes in saline soil. Online J. Biol. Sci. 1: 5. 361-362.
10.Passioura, J.B. 1997. Drought and drought tolerance. P 1-6, In Belhassen, E. (eds.). Drought tolerance in higher plants. Genetical, physiological and molecular biological analysis.
11.Tennakoon, S.B., and Milory, S.P. 2003. Crop water use and water use efficiency on irrigated cotton farms in Australia, Agriculture Water Management, 61: 179-194.
12.USDA. 2010. World agricultural production. Foreign agricultural service. Office of global analyses, American.
13.Viets, F.G. 1962. Fertilizers and the efficient use of water. Adv. Agronomy, 14: 223-264.
14.Wright, G.C. 1996. Selection for water-use efficiency in grain legume species. P 554-557, In: Michalk, D.L. and J.E. Dratley (eds.), Proceedings of the 8th Australian Agronomy Conference, Toowoomba, Australia.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(5), 2013
http://jwsc.gau.ac.ir

Assessment of water use efficiency in some soybean cultivars under different amount of irrigation

***A.R. Kiani[1] and S. Raeisi[2]**

[1]Associate Research Prof., Dept. of Agricultural Engineering, Agricultural and Natural Resources Research Center of Golestan Province, Gorgan, Iran, [2]Member of Scientific Staff, Agricultural Research Center of Golestan Province , Gorgan, Iran

Received: 06/17/2012; Accepted: 10/22/2012

Abstract

Explore for optimized water use of limited water resources is a serious challenge in the agricultural sector. To achieve this strategy, it is necessary to assess the plant response to water for obtaining the highest water use efficiency. A field experiment was conducted using line-source sprinkler irrigation to evaluate effects of different water amounts on yield and water use efficiency in three soybean cultivars (Sahar, G_3 and DPX) for two years (2005, 2006). Four irrigation treatments (W_1, W_2, W_3 and W_4) based on distance from the pipeline (W_1 nearest and W_4 farthest) as main fixed and soybean cultivars that were randomly distributed within each irrigation treatment were examined under a strip plot design with four replicates. Although, results have shown that there were similar trend in soybean yield response to water but, they had different slopes. Generally, reducing the amount of irrigation water has increased the WUE and maximum water use efficiency was obtained by DPX cultivar. Overall mean indicated that WUE in SAHAR, G_3 and DPX were 5.1, 6.2 and 7 $Kg.ha^{-1}.mm^{-1}$, respectively. These results imply that the highest water use efficiency does not conform to the highest yield. In other words, by increasing the amount of water from the point of maximum water use efficiency may lead to increase soybean yield, so that the amount of water use efficiency reduced, but this strategy is not suitable for water shortage areas.

Keywords: Deficit irrigation, Irrigation management, Sprinkler irrigation, Water productivity

* Corresponding Author; Email: akiani71@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID