نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد۸، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۷۶۵-۷۵۷

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 8, Winter. 2015, p. 757-765

تأثیر تنش آبی با استفاده از آبیاری بارانی به روش تک‌شاخه‌ای بر عملکرد سویا

ابوطالب هزارجریبی*[۱]، ابراهیم هزارجریبی[۲]، مهدی ذاکری‌نیا[۳]، قربان قربانی نصرآباد[۴]، حسین جهانتیغ[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۲۳

چکیده

آب از جمله نهاده‌های تولید است که در مهندسی کشاورزی از اهمیت والایی برخوردار است. محدودیت آب، عمده‌ترین عامل منفی و بازدارنده در زراعت آبی محسوب می‌شود و به‌دلیل وجود این محدودیت از جنبه‌های کیفی و کمی، تحقیقات کم‌آبیاری جهت بهینه‌سازی مصرف آب و تعیین شاخص‌های آستانه‌ای عمق، جایگاه ویژه‌ای می‌یابد و در این ارتباط شناخت رابطه آب- عملکرد ضروری خواهد بود. در این تحقیق اثر تنش آبی بر عملکرد و اجزاء عملکرد سویا در شش سطح آبیاری(I_{s1} تا I_{s6}) برای رقم سپیده در شش تکرار با استفاده از آبیاری بارانی تک شاخه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. تابع تولید عملکرد دانه به‌صورت($y=-0.1301x^2+92.365x-6203.6$, $R^2=0.9446$) به‌دست آمد. تحت شرایط آبیاری کامل، سویا(رقم کتول) به ۳۵۴/۹ میلی‌متر آب برای تولید حداکثر ۱۰۱۹۰ کیلوگرم بر هکتار نیاز دارد. حداقل و حداکثر میانگین کارایی مصرف آب برای تولید دانه به‌ترتیب در سطوح آبیاری I_{s1} و I_{s4} به‌ترتیب برابر ۱۶/۰ و ۳۵/۳ کیلوگرم در هکتار در هر میلی‌متر به‌دست آمد. با افزایش مقدار آب مصرفی، میانگین عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته نیز افزایش یافتند. حداقل میانگین عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد غلاف در بوته در I_{s1} حاصل گردید. ضریب تنش آبی FAO (Ky) برابر ۰/۹۲ محاسبه شد. مقایسه واکنش عملکرد ارقام نسبت به مقادیر مختلف مصرف آب و ضریب واکنش آن‌ها به آب (Ky)، حاکی از در اولویت بودن کشت رقم کتول نسبت به ارقام تحت کشت سحر و G3 در استان گلستان به‌منظور افزایش تولید و استفاده بهینه از منابع آب محدود دارد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای، تابع تولید، تنش آبی، سویا، راندمان مصرف آب، عملکرد

مقدمه

گسترش سطح اراضی آبی مانند گذشته به آسانی امکان‌پذیر نمی‌باشد، زیرا منابع آب در دسترس محدود و رقابت برای استفاده از آن زیاد می‌باشد، بنابراین مدیریت آب در آبیاری، ومدیریت منابع آب از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد(Oster and Wichelns.,2003). در اکثر نقاط دنیا آب عامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی است. استفاده بهینه از آب دارای اهمیت به‌سزائی می‌باشد، به‌خصوص در مناطقی که شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک بر آن حاکم است که حدود دو سوم مساحت ایران را در برمی‌گیرد. اقتصاد ومدیریت منابع آب ایجاب می‌کند که از واحد حجم آب حداکثر بهره‌برداری صورت گیرد. در چنین شرایطی که کمبود آب آبیاری وجود دارد، اطلاع از واکنش گیاه انبه کم‌آبی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است(رضایی و کامگار، ۱۳۸۸).

اگرچه تنش آبی سبب می‌گردد تا شدت رشد و نمو اجزاء عملکرد کاهش یابند، لیکن بیش‌ترین تأثیر کاهنده را بر تعداد غلاف در بوته، اندازه دانه و طول غلاف دارد. تعداد غلاف در بوته را به‌عنوان مهم‌ترین عاملی است که در اثر آبیاری سبب افزایش محصول ماش می‌گردد (Pannu and Singh., 1987, 1993). یکی از اجزای عملکرد حساس به تنش آبی، تعداد غلاف در بوته است. با توجه به حساسیت ارقام سویا به تنش آبی، تعداد گل‌های ریزش یافته و غلاف‌های تولید شده متفاوت است و عملکرد دانه به شدت کاهش می‌یابد هم‌چنین عملکرد دانه همبستگی نزدیکی با شدت تنش آبی دارد (McCallum et al., 2000). تعداد دانه در غلاف، جزء مؤثر در تعیین عملکرد دانه سویا است(Garner., 1998)، این عامل در کنترل ژنوتیپ گیاه بوده و کم‌تر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (Ohara et al., 1988 و Garner., 1998) وزن دانه با توجه به ژنوتیپ گیاه متغیر است و تحت تأثیر عوامل محیطی از قبیل آب مورد نیاز گیاه، تثبیت نیتروژن و ... قرار می‌گیرد. تنش آبی موجب کاهش

۱- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- کارشناسی ارشد، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان
۳- استادیارگروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۴- استادیار، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات پنبه استان گلستان
۵- استادیار، عضو هیات علمی مجتمع آموزش عالی سراوان
(*- نویسنده مسئول: (Email: hezab10@yahoo.com

وزن دانه می‌گردد که به‌دلیل تأثیر بر فتوسنتز جاری گیاه و مقدار مواد انتقال یافته به دانه است (Eduerdo et al., 1993). کارگر و همکاران(۱۳۸۱) اثر تنش رطوبتی را برعملکرد ۴۹ ژنوتیپ سویا بررسی کردند، نتایج نشان داد عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته دچار کاهش قابل توجهی ناشی از تنش آب گردید. اکبری نودهی(۱۳۸۹) در آزمایشی برروی سویا (رقم *GK*) به صورت کشت بهاره در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر انجام و تابع درجه دومی به صورت

$Y= 0.0128x^2+13.653x+1876.6,\ R^2=0.7409$

را برای این رقم ارائه داد و حداکثر عملکرد(Y_m) را ۵۵۱۷ کیلوگرم در هکتار به‌ازای مصرف ۵۳۳ میلی‌متر آب برآورد کرد. کیپکوریرو همکاران و اورگاز وهمکاران نیز رابطه غیرخطی بین آب آبیاری و عملکرد محصول را بیان کردند (Kipkorir et al., 2002; Orgaz et al., 1992). اوگاز و همکاران در خصوص عملکرد سویا وقتی که مقدار آب آبیاری متفاوت باشد، نشان دادند که با کاربرد ۷۵، ۵۰، ۲۵ و صفر درصد تبخیر و تعرق گیاه به‌عنوان آب آبیاری، عملکرد سویا ۲۵، ۵۰، ۷۶ و ۹۲ درصد کاهش می‌یابد. این محققان رابطه بین عملکرد(Y) را با مقادیر تبخیر وتعرق(ET) در سال اول به صورت(Y= 7.23 ET-39) و در سال دوم به‌صورت (Y=38/5ET-17) برآورد کردند (Orgaz et al., 1992). اسپخت و همکاران رابطه عملکرد دانه سویا(Y) را با آب کاربردی(x) برای رقم ویلیامز به صورت Y=9/49X -328 و برآورد کردن (Specht et al., 1986). هو چند رقم سویا راکه در تیپ‌های مختلف رشدی(زود رس، متوسط و دیررس) قرار داشتند، با استفاده از آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای بررسی کردند. رابطه بین عملکرد دانه سویا در ارقام مختلف نشان می‌دهد که عرض از مبدأ در ارقام زودرس نسبت به ارقام دیررس بزرگ‌تر ولی شیب تابع کم‌تر است این نتیجه نشان می‌دهد که عملکرد دانه سویا در ارقام زودرس در شرایط کم آبی نسبت به ارقام دیررس کاهش بیش‌تری دارد(Hu., 2009).

پاندی و همکاران در طی یک تحقیق دو ساله با استفاده از سیستم آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای ارقام مختلف ماش را در سطوح مختلف تنش آبی قرار داده و نتیجه گرفتند که عکس‌العمل ارقام ماش به آبیاری بسیار متفاوت است. افزایش عملکرد بعضی ارقام به خاطر آبیاری به مراتب بیش‌تر از بعضی ارقام دیگر بود و مقدار تولید نیز در حالت تنش آبی(کم آبیاری) بین ارقام مختلف یکسان نبود (Pandey et el., 1985).

هرگاه ضریب تنش رطوبتی(Ky) بزرگ‌تر از یک باشد گیاه به خشکی مقاومت کم‌تری دارد و در مقابل آب واکنش شدیدتری نشان می‌دهد. Ky به شاخص سطح برگ و در نتیجه به مرحله رشد گیاه حساس است(Kabarji et al., 1991) . مقدار Ky . بستگی به اقلیم، نوع خاک، و شیوه آبیاری دارد (Toulk and Howell., 2003).

استگمن و همکاران واکنش عملکرد دانه سویا را نسبت به ET به‌صورت رابطه خطی و شیب معادله رگرسیون را ۱/۰۱ کیلوگرم در مترمکعب به‌دست آوردند. رابطه عملکرد خطی در مقابل تبخیر و تعرق نشان داده است که به‌ازای هر یک درصد کاهش ET واقعی از حداکثر ET عملکرد حدود ۱/۲۶ درصد کاهش می‌یابد(Stegman et al., 1990). در تحقیقی با استفاده از آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای برای سه رقم سویا(سحر، G3 و DPX) مشخص شد که برای حصول حداکثر عملکرد به‌ترتیب به مقدار ۵۵۰، ۵۸۰، ۶۴۰ میلی‌متر آب کاربردی(مجموع باران و آب آبیاری) نیاز است (کیانی،۱۳۸۹). هم‌چنین مقادیر ضریب واکنش به آب آن‌ها را برای ارقام(سحر،G3 و DPX) به‌ترتیب ۱/۱، ۱/۰۶ و۰/۹۲ برآورد کرد. هم‌چنین مقادیر میانگین عملکرد را برای این سه رقم به ترتیب، ۳۵۱۵، ۳۳۶۹ و ۳۹۸۴ کیلوگرم در هکتار برآورد کرد. نتایج بررسی گارسیا و همکاران که ۴ رقم سویا را تحت رژیم‌های مختلف آبیاری قرار دادند، نشان داده است که در بین همه ارقام، رابطه قوی بین مقدار آب کاربردی(مجموع باران و آبیاری) و عملکرد دانه وجود دارد (Garcia et al., 2010). به طورکلی در این بررسی متوسط کارایی مصرف آب سویا را ۰/۷۴ کیلوگرم دانه به‌ازای مصرف هر مترمکعب آب در هکتار به‌دست آوردند. آن ها هم‌چنین نشان دادند که کارایی مصرف آب سویا تابع نوع رقم می‌باشد، به‌طوری‌که کارایی مصرف آب در دامنه ۰/۵۵ تا ۱/۴۴ 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 با بررسی کارایی مصرف آب سویا در ۴ منطقه نیمه خشک 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 (Das., 2003). نتایج بررسی اود و همکاران 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 ۴ 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 (Oad et al., 2001).

جمع‌بندی نتایج تحقیقات انجام شده حاکی از عدم انجام تحقیقی در خصوص تأثیر تنش آبی بر عملکرد سویا(رقم کتول) در منطقه تحت کشت این رقم یعنی استان گلستان دارد که در قطب کشت تولید بذر سویا در کشور معرفی گردیده است. در منطقه استان گلستان هر ساله حدود ۲ میلیارد متر مکعب آب از منابع سطحی و زیرزمینی

برای اراضی کشاورزی مورد مصرف قرار می‌گیرد که بیش از ۶۰ درصد آن تحت شیوه‌های مختلف آبیاری سطحی به‌دلیل راندمان پائین آبیاری(٪۳۰-۲۵) و رعایت نکردن اصول فنی در طراحی سیستم‌های آبیاری به هدر رفته و بسیاری از زمین‌های کشاورزی در فصل تابستان به زیر کشت نمی‌رود. استان گلستان یکی از قطب‌های مهم کشاورزی کشور محسوب می‌شود، با توجه به اقلیم این منطقه، امکان کشت دوم سویا بعد از برداشت گندم وجود دارد. لذا انجام تحقیقاتی این چنینی در مورد سویا و اطلاعات دقیق در رابطه با خصوصیات این گیاه و عکس‌العمل آن در شرایط آبی مختلف به‌ویژه با روش آبیاری بارانی، می‌تواند به بهبود عملکرد این محصول و انتخاب و برنامه‌ریزی صحیح‌تر در منطقه گرگان که برای رقم مورد کشت کتول گیاه سویا مقادیر ضریب عکس‌العملky، کارایی مصرف آب و تابع تولید آن‌ها محاسبه نشده است، کارگشا باشد. لذا در این تحقیق هدف به‌دست آوردن این مقادیر برای رقم کتول می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر تنش آبی بر عملکرد و کارایی مصرف آب سویا(رقم کتول(DPX)) می‌باشد. در این راستا تعیین روابط میزان آب مصرفی با عملکرد و اجزا عملکرد و در بین سطوح مختلف آبیاری، تعیین کارایی مصرف آب، عملکرد نسبی و تولید به ازاء کاهش مصرف آب نیز مد نظر قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقاتی عراقی محله وابسته به وزارت جهاد کشاورزی، بخش دانه‌های روغنی واقع در منطقه امیرآباد گرگان صورت پذیرفت. طول و عرض جغرافیایی ایستگاه به‌ترتیب ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۵/۵ متر می‌باشد. میانگین دمای حداقل در سردترین ماه سال از ۵ درجه سانتی‌گراد بیش‌تر است. میزان نزولات سالیانه در این ایستگاه بین ۵۰۰-۶۰۰ میلی‌متر و میانگین دمای ۱۵ ساله آن ۱۷/۱ درجه سانتی‌گراد است و خاک آن را بافت لومی رسی سیلتی تشکیل می‌دهد(نوری نیا،۱۳۷۳). عملیات کشت سویا در اواسط خرداد ماه و برداشت آن در اوایل آبان ماه ۱۳۹۰ صورت گرفته است.

پس از آماده‌سازی زمین و انجام شخم و دیسک‌زنی، اقدام به کاشت سویا با در تاریخ ۱۵ خرداد ماه بر روی زمین شد. بذرها روی ردیف‌هایی به فاصله ۶۰ سانتی‌متر از هم و فاصله تقریباً ۱۵ سانتی‌متری روی ردیف‌ها از هم توسط دستگاه بذر کار کاشته شد. عرض کاشت هر کدام از ارقام ۱۵ متر می‌باشد. سپس به صورت تصادفی قطعه زمینی به ابعاد ۳۰×۳۰ متر انتخاب شد. این تحقیق در قالب طرح اسپلیت پلات با شش سطح آبیاری، دو نیمه آبیاری و در سه تکرار انجام شد. یک سیستم آبیاری باربانی تک‌شاخه‌ای[1]، طوری در مزرعه مستقر شد که کرت‌های آزمایشی به دو قسمت مساوی و متقارن در دو طرف خط لوله فرعی تقسیم‌بندی شدند (Hanks., 1983). لوله‌های آبیاری به طول ۶ متر انتخاب شد. به‌دلیل ایجاد همپوشانی مناسب و انجام آبیاری در زمان کم‌تر بدون ایجاد رواناب در زمین و هم‌چنین ایجاد یکنواختی بیش‌تر عمق آب،فاصله آبپاش‌ها ۶ متر از هم انتخاب و کارگذاری شد. به این ترتیب تعداد ۵ لوله‌ی رایزر به ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متری و همراه با ۵ آبپاش از نوع نلسون F۳۳ به‌صورت کاملاً دوار در بین دو رقم سویا نصب شد. در روش آبیاری بارانی تک شاخه‌ای، با افزایش فاصله از لوله آبیاری مقدار آب دریافتی کاهش و مقدار تنش آبی افزایش می‌یابد. سطوح آبیاری از مرطوب‌ترین تیمار(مجاور لوله آبده) تا خشک‌ترین تیمار به‌صورت i_{k6} تا i_{k1} نامگذاری شدند. برای هر کدام از سطوح آبیاری تعداد ۶ تکرار انتخاب شد. پس از انتخاب زمین اقدام به شبکه‌بندی زمین شد، تا بدین ترتیب به‌توان با اعمال آبیاری به‌روش بارانی تک‌شاخه‌ای سطوح مختلف آبیاری و تنش آبی(i_{k6} تا i_{k1}) را ایجاد نمود. ابعاد هر یک از کرت‌های ایجاد شده به اندازه ۳ متر در جهت ردیف کاشت و ۲/۵ متر در جهت عمود بر آن تفکیک شد. به‌این ترتیب برای هر یک از ارقام سویای کشت شده، تعداد ۶ سطح آبیاری با ۶ تکرار و در مجموع تعداد ۳۶ کرت به ابعاد ۳×۲/۵ متری حاصل شد.

برای تعیین میزان ریزش آب در فواصل مختلف از خط پاشش، در مرکز هر یک از کرت ایجاد شده، ظروف جمع‌آوری آب قرار داده شد و در مجموع ۳۶ ظرف جمع‌آوری آب برای هر دو رقم سویا به‌صورت شبکه ۳×۲/۵ متر کارگذاری شد. وجود شاخ و برگ گیاه، مانع از ریزش مناسب آب از آبپاش‌ها به داخل ظروف و اندازه‌گیری صحیح می‌شود لذا در طول فصل رشد دقت شد که همراه با رشد بوته‌ها و افزایش ارتفاع آن‌ها، ارتفاع کارگذاری ظروف آب نیز افزوده شود. این کار با نصب یک پایه فلزی انجام پذیرفت. سپس آبیاری با استفاده از سیستم آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای انجام شد. به این ترتیب میزان آب رسیده به هر قسمت بعد از هر آبیاری اندازه‌گیری شد. در این تحقیق، برنامه آبیاری بر اساس میانگین کمبود رطوبت در تیمار i_5 با فواصل آبیاری ۷ روزه(با توجه به محدودیت تامین آب از لحاظ دسترسی همیشگی به آب) مد نظر قرار گرفت. برای اندازه‌گیری رطوبت وزنی خاک، با استفاده از مته نمونه‌برداری از عمق ۹۰ سانتی‌متری مزرعه نمونه‌برداری و سپس توزین و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شود. بعد از توزین مجدد نمونه‌ها با استفاده از رابطه ۱ عمق آب آبیاری در تیمار I_5 محاسبه گردید:

$$I = (F_C - \theta_m) \times \rho_d \times D \qquad (۱)$$

که در آن Θ_m رطوبت وزنی خاک درi_5 در روز قبل از آبیاری(ابتدای فصل)،FC درصد رطوبت وزنی در ظرفیت زراعی، ρd

1- Line Source

وزن مخصوص ظاهری و D عمق خاک است. در جدول(۱) برخی از خصوصیات خاک مورد استفاده در تحقیق مورد اشاره قرار گرفته است. قبل از هر آبیاری، مدت آبیاری در هر نوبت نیز از تقسیم مقدار I حاصله از رابطه ۱ بر شدت پاشش آب در I_5 تعیین گردید.

جدول ۱- خصوصیات خاک مزرعه مورد استفاده در تحقیق

عمق (cm)	Θ_m (%)	Θ_x (%)	FC (%)	ρ_d (gr/cm^3)
۹۰	۱۸	۱۷	۲۸/۲	۱/۵۳

Θ_x :رطوبت وزنی خاک در انتهای فصل رشد در i_5

پس از اعمال دو نوبت آبیاری سطحی که به‌منظور اطمینان از جوانه‌زنی و رشد ابتدایی سویا انجام گردید، آبیاری‌های بعدی به روش تک‌شاخه‌ای انجام شد. تعداد آبیاری‌های بارانی انجام شده به روش تک شاخه‌ای تا انتهای فصل رشد گیاه، ۵ نوبت بود که علاوه بر این، به‌علت وقوع ۲ بارندگی شدید در بینابین آبیاری‌ها، مقادیر این ۲ بارندگی نیز در محاسبات اعمال شد. در هر بار آبیاری، ارتفاع آب درون ظروف به کمک خط‌کش اندازه‌گیری و با توجه به سطح مقطع لیوان به عمق آب تبدیل گردید.

در انتهای دوره رشد نمونه‌برداری به روش تخریبی انجام شد. هر کرت نمونه‌برداری دارای ۶ ردیف می‌باشد که پنج بوته(تیپیک) از دو خط وسط هر کرت برداشت شد. برای تعیین مقدار تبخیر و تعرق واقعی سویا(ETc) از رابطه بیلان آبی(رابطه ۱) استفاده شد.

$$ETc = I + P - Dp - Ro \pm \Delta S \qquad (۲)$$

که در آن I، Dp، R_o ،Δs و ETc به‌ترتیب آب آبیاری، مقدار باران، نفوذ عمقی(صفر)، رواناب(صفر) و تغیرات رطوبت خاک، همه بر حسب میلی‌متر است. در طول فصل زراعی، آبیارهای انجام شده در حدی نبود که نفوذ عمقی را به همراه داشته باشد. لذا نفوذ عمقی و رواناب صفر در نظر گرفته شد.

کارائی مصرف آب از نسبت ماده خشک تولیدی به مقدار آب مصرفی به‌دست می‌آید. از رابطه ۳ برای محاسبه کارایی مصرف آب استفاده شد(سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۶).

$$WUE = \frac{Y}{WR} \times 100 \qquad (۳)$$

که در آن WUE کارایی مصرف آب(Kg/ha.mm) و Y مقدار عملکرد محصول(Kg/ha) و WR آب مصرفی در کل فصل رشد(mm) می‌باشد.

سازمان خواروبار جهانی فائو[1] در نشریه شماره ۳۳ خود برای گیاهان مختلف ضریب تنش(Ky) را بر اساس رابطه ۴ جهت بررسی مقاومت گیاهان مختلف به تنش آبی گزارش کرده است (Doorenbos and Kssam., 1988). ضریب Ky برای سویا در این نشریه برابر با ۰/۸۵ گزارش شده است که از میانگین این مقدار در مناطق مختلف دنیا حاصل شده است.

$$K_Y = \frac{1 - \frac{Y_a}{Y_m}}{1 - \frac{ET_a}{ET_m}} \qquad (۴)$$

در این رابطه Ya و ETa به‌ترتیب عملکرد واقعی(Kg/ha) و تبخیر و تعرق واقعی(mm) و Ym و ETm به‌ترتیب عملکرد پتانسیل(Kg/ha) و تبخیر و تعرق پتانسیل(mm) می‌باشند. مقدار محصول و کرت آزمایشی که بیش‌ترین مقدار عملکرد را تولید می‌کند، به‌عنوان Ym و ETm انتخاب می‌گردد و به این ترتیب مقادیر Ky در سطوح مختلف آبیاری در هر کرت به‌دست می‌آید.

طرح آماری انجام شده برای این تحقیق در قالب طرح اسپیلت پلات[2] صورت گرفت. آزمون آماری دانکن جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

میانگین وزن هزار دانه و تعداد غلاف در بوته، مقدار عملکرد و آب مصرفی به تفکیک سطوح مختلف آبیاری در جدول ۲ نشان داده شده‌اند.

جدول ۲- میانگین وزن هزار دانه و تعداد غلاف در بوته، مقدار عملکرد و مقدار آب مصرفی به تفکیک سطوح مختلف آبیاری

سطح آبیاری	I_{k1}	I_{k2}	I_{k3}	I_{k4}	I_{k5}	I_{k6}
تعداد غلاف در هر بوته	۲۸/۴	۴۳/۰	۷۲/۸	۱۱۸/۷	۱۲۵/۲	۱۷۲/۵
وزن هزار دانه(gr)	۱۳۰/۳	۱۴۷/۷	۱۸۲/۸	۱۹۲/۳	۲۰۳/۷	۲۱۱/۳
عملکرد دانه (kg/ha)	۱۵۶۲	۲۲۰۱	۴۶۲۸	۷۵۶۱	۸۱۸۵	۱۰۶۰
مقدار آب مصرفی (mm)	۹۷/۵	۱۰۸/۶	۱۴۹/۱	۲۱۴/۵	۲۵۵/۶	۲۸۶/۰

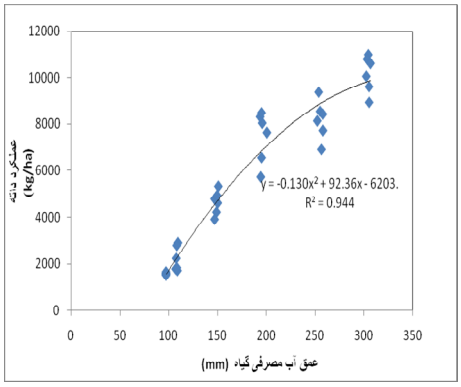
آزمون آماری دانکن مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل داده‌ها

1- FAO

2- Split Plot Design

حاکی از اختلاف بین عملکرد در سطوح مختلف آبیاری در سطح ۵ درصد می‌باشد. همان‌طورکه در جدول ۲ ملاحظه می‌شود با افزایش عمق آب مصرفی از i_{k1} تا i_{k6}، مقادیر میانگین تعداد غلاف در هر بوته، وزن هزار دانه(gr) و عملکرد دانه(kg/ha) نیز افزایش می‌یابد. میانگین عملکرد دانه برابر ۵۷۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. کیانی(۱۳۸۹) با استفاده از آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای برای سه رقم سویا (سحر، G3 و کتول)، مقادیر میانگین عملکرد را برای این سه رقم به‌ترتیب، ۳۵۱۵، ۳۳۶۹ و ۳۹۸۴ کیلوگرم در هکتار برآورد کرد. این تفاوت در مقادیر میانگین عملکرد می‌تواند ناشی از تفاوت در نوع رقم و نحوه برداشت محصول(مکانیزه یا دستی) باشد.

در شکل ۱ تابع تولید سویا(رقم کتول) نشان داده شده است. شیب نمودار تابع تولید مربوطه ابتدا زیاد است و سپس کم‌تر می‌شود. این شیب نشان می‌دهد که افزایش آب مصرفی کل در طول فصل رشد، در ابتدا باعث افزایش سریع عملکرد محصول می‌گردد، اما به مرور و با افزایش بیش‌تر آب مصرفی، این روند افزایش عملکرد کاهش می‌یابد. ملاحظه گردید که بیش‌ترین عملکرد در سطح آبیاری i_{k6} که مصرف آب در آن حداکثر است، حاصل گردید.



شکل ۱- تابع تولید سویا

به کمک تابع تولید حاصله می‌توان مقادیر حداکثر عملکرد(Y_m) و حداکثر عمق آب مصرفی(ET_m) را محاسبه کرد. به این ترتیب که با مشتق‌گیری از این توابع و برابر صفر قرار دادن آن‌ها، نقطه‌ای که حداکثر تبخیر و تعرق گیاه(ET_m) را به همراه دارد، به‌دست آمده و به‌ازای این نقطه، مقدار عملکرد حداکثر(Y_m) نیز به‌دست می‌آید. مقادیر ET_m برابر ۹/۳۵۴ میلی‌متر و مقدار Y_m برابر ۱۰۱۹۰۱(kg/ha) حاصل شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از تابع تولید، ملاحظه می‌شود که بیش‌ترین عملکرد در سطح آبیاری I_{k6} که بیش‌ترین مقدار آب مصرفی را داشته است حاصل گردیده است. میانگین عملکرد دانه برابر۵۷۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. تابع تولید حاصل شده نشان می‌دهد که در ابتدا با افزایش در آب مصرفی، مقادیر عملکرد با شیب زیادی افزوده شود اما به تدریج شیب این نمودار به‌ازای مصارف آب بالاتر، کاهش می‌یابد. این شیب باید در نهایت به صفر وسپس نزولی باشد اما در این آزمایش به لحاظ اینکه در همه‌ی سطوح کم آبیاری انجام شده است و سطحی که بیش‌آبیاری داشته باشد را نداشته‌ایم، لذا منحنی حاصل شده برای مصارف بالاتر، در انتها شیب نزولی پیدا نکرد. این شیب نزولی و کاهش عملکرد در سطوح بیش-آبیاری به دلیل کاهش در تهویه خاک و کاهش عمق توسعه ریشه و شستشوی مواد مغذی از منطقه توسعه ریشه رخ می‌دهد. تابع عملکرد برای رقم کتول به‌صورت زیر به‌دست آمد.

$$Y_{katool} = -1301/0x^2 + 365/92x - 6/6203 \ , \ R^2 = 9446/0$$

اکبری نودهی(۱۳۸۹) در آزمایشی که بر روی سویا رقم *GK* صورت کشت بهاره در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر انجام داد، تابع درجه دومی به‌صورت ($Y=- 0128/0x^2+653/13x+6/1876, \ R^2=7409/0$) را برای این رقم ارائه داد و حداکثر عملکرد(Y_m) را ۵۵۱۷ کیلوگرم در هکتار به‌ازای مصرف ۵۳۳ میلی‌متر آب برآورد کرد. کیپ کورير و همکاران و اورگاز وهمکاران نیز رابطه غیرخطی بین آب آبیاری و عملکرد محصول را بیان کردند.(Kipkorir et al., 2002; Orgaz et al., 1992). در تحقیقاتی دیگر سپاسخواه و اکبری(۲۰۰۵) برای پنبه و گندم نیز چنین توابع درجه دومی را که رابطه بین عملکرد و آب کاربردی را نشان می‌دهد، ارائه کردند.

کارایی مصرف آب که بیانگر راندمان تولید آب مصرفی است، در شرایط کم آبی(عدم محدودیت زمین) بسیار اهمیت دارد و در شرایط فوق وقتی که حداکثر باشد، مقدار ماکزیمم محصول را به ازاء آب موجود عاید می‌سازد. مقدار کل آبی که در طول کل فصل به زمین داده شد به علاوه‌ی بارندگی انجام شده در طول دوره آبیاری و احتساب آن به‌عنوان آب آبیاری(که در ظروف آب اندازه‌گیری شده) و همچنین علاوه بر آن مقدار آب استفاده شده از ذخیره رطوبتی خاک(Δs) که مقدار آن ۱/۲۸ سانتی‌متر بود، به‌عنوان آب مصرفی گیاه در نظر گرفته شد. جدول ۳ مقادیر کارایی مصرف آب را برای سطوح مختلف آبیاری نشان می‌دهد.

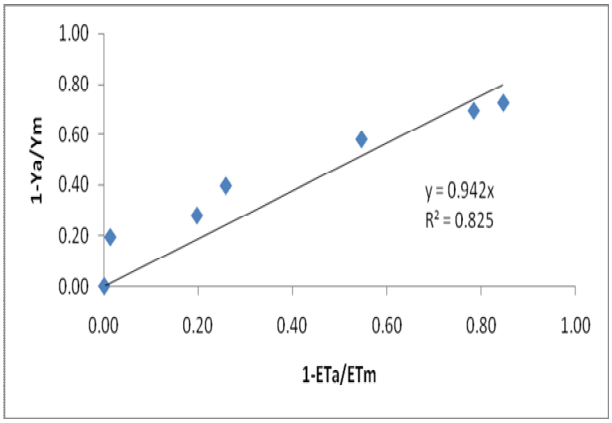
جدول ۳- کارایی مصرف آب در سطوح مختلف آبیاری

سطح آبیاری	I_{k1}	I_{k2}	I_{k3}	I_{k4}	I_{k5}	I_{k6}
مقدار آب مصرفی (mm)	۹۷	۱۰۸	۱۴۹	۲۱۴	۲۵۵	۲۸۶
کارایی مصرف آب (Kg/ha.mm)	۱۶	۲۰/۳	۳۱/۰	۳۵/۳	۳۲/۰	۳۵/۲

ملاحظه می‌شود که بیش‌ترین کارایی مصرف آب برای سویا رقم کتول، در سطح آبیاری I_{k4} و برابر با ۳۵/۳ (kg/ha.mm) حاصل گردید که حاکی از این نتیجه است که اگرچه با افزایش مقدار آب مصرفی تا یک حد معین مقدار محصول نیز بیش‌تر می‌گردد، لیکن با

روند تغییرات مقدار محصول به‌ازاء هر واحد آب مصرفی یکسان نبوده و متفاوت است. این موضوع نشان می‌دهد که کارایی مصرف آب که بیان‌گر راندمان تولید آب مصرفی است، در شرایط کم‌آبی(عدم محدودیت زمین) بسیار اهمیت دارد ودر شرایط فوق وقتی که حداکثر باشد، مقدار ماکزیمم محصول را به ازاء آب موجود عاید می‌سازد. روند تغییرات WUE با افزایش عمق مصرفی گیاه ابتدا صعودی و سپس نزولی به‌دست آمد(شکل ۲). این نتیجه با نتایج تحقیق تانک و همکاران، مشابهت دارد(Tank et al., 1992) . گارسید و همکاران مقدار کارایی مصرف آب را ۱/۸– ۰/۷ کیلوگرم در هر متر مکعب بیان کردند (Garcide et al., 1992). اکبری نودهی(۱۳۸۹) در آزمایشی که بر روی سویا رقم *GK* انجام داد، این مقدار را برابر با ۱/۶۱ کیلوگرم در متر مکعب به‌دست آورد. تفاوت نتایج با نتایج حاصل از این تحقیق انجام شده می‌تواند ناشی از تفاوت در روش آبیاری سطحی و بارانی باشد. با استفاده از مقادیر عملکرد واقعی و پتانسیل محصول(Ya و Ym) و با استفاده از رابطه فائو[1] واجزای مربوط به آن، و برازش یک خط از روی نقاط حاصله، که هر یک مربوط به یک سطح آبیاری می‌باشد، معادله خطی حاصل می‌شود که شیب این خط مبین مقدار ضریب تنش Ky برای این محصول می‌باشد.

با توجه به رابطه گزارش شده توسط فائو در نشریه شماره ۳۳ برای تعیین ضریب تنش رطوبتی Ky، مقدار آن برای سویا به‌دست آمد. مقدار میانگین این ضریب برای رقم کتول برابر ۰/۹۴ به‌دست آمد(شکل ۲). مقادیر Ky به‌دست آمده در این تحقیق تقریباً با مقادیری که کیانی(۱۳۸۹)، با استفاده از آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای برای سه رقم سویا (سحر، G3 و کتول) که به‌ترتیب ۱/۱، ۱/۰۶ و۰/۹۲ برآورد کرد، مشابهت دارد. ملاحظه می‌شود که با کاهش در تبخیر و تعرق واقعی نسبت به تبخیر و تعرق پتانسیل به میزان یکسان(۱۰ درصد)، درصد کاهش محصول در سویا رقم کتول نسبت به سویا رقم سپیده، بیش‌تر خواهد بود. لذا به نظر می‌رسد که در شرایط تنش و کمبود آب، رقم سپیده نسبت به رقم کتول کاهش محصول کم‌تری داشته که این موضوع حاکی از در اولویت بودن کشت رقم کتول(DPX) در استان گلستان به‌منظور افزایش تولید و در استفاده بهینه از منابع محدود دارد. این ضریب برای سویا در نشریه شماره ۳۳ فائو ۰/۸۵ گزارش شده است. تفاوت جزئی آن‌ها می‌تواند ناشی از تفاوت در ارقام سویا باشد. کارایی مصرف آب که بیان‌گر راندمان تولید آب مصرفی است، در شرایط کم آبی(عدم محدودیت زمین) بسیار اهمیت دارد ودر شرایط فوق وقتی که حداکثر باشد، مقدار ماکزیمم محصول را به‌ازاء آب موجود عاید می‌سازد. این نتیجه چنانچه با قیمت هر متر مکعب آب مصرفی همراه گردد، منجر به تحلیل اقتصادی مقادیر مختلف تبخیر و تعرق– عملکرد یا به عبارتی بهتر مقادیر مختلف آب مصرفی– عملکرد شده و نقطه بهینه اقتصادی مصرف آب را آشکار خواهد ساخت.



شکل ۲– نمودار مربوط به ضریب تنش رطوبتی (ky)

نتیجه‌گیری

کارایی مصرف آب که بیان‌گر راندمان تولید آب مصرفی است، در شرایط کم آبی(عدم محدودیت زمین) بسیار اهمیت دارد و در شرایط فوق وقتی که حداکثر باشد، مقدار ماکزیمم محصول را به ازاء آب موجود عاید می‌سازد. کارایی مصرف آب که بیان‌گر راندمان تولید آب مصرفی است، در شرایط کم آبی(عدم محدودیت زمین) بسیار اهمیت دارد و در شرایط فوق وقتی که حداکثر باشد، مقدار ماکزیمم محصول را به ازاء آب موجود عاید می‌سازد. کارایی مصرف آب، در شرایط کم آبی(عدم محدودیت زمین) بسیار اهمیت دارد و در شرایط فوق وقتی که حداکثر باشد، مقدار ماکزیمم محصول را به ازاء آب موجود عاید می‌سازد. پیشنهاد می‌گردد که برای ارقام مختلف سویا، با انجام آزمون‌های آماری مناسب، مقایسه‌ای بین این ارقام صورت گیرد و رقمی که با سطح آب مصرفی کم‌تر، سودآوری بیش‌تری دارد انتخاب و پیشنهاد گردد.

منابع

اکبری نودهی،د. ۱۳۹۱. تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و کارایی مصرف آب سویا در مازندران. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۲:۱۵ . ۲۲–۱۴.

رضایی،ع.ر و کامگار،ع.ا. ۱۳۸۸. اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد گیاه لوبیا چشم بلبلی، مجله پژوهش‌های خاک(علوم خاک و آب). ۲۳: ۱: ۱۱۷–۱۲۴.

کارگر، س .م.، ع . بابائی، م .ر. قنادها، ا.ع. خواجه و ا . عطاری. ۱۳۸۱ . شناسایی ژنوتیپهای متحمل به تنش خشکی در سویا با استفاده از شاخصهای تحمل . چکیده مقالات هفتمین کنگره زراعت و

1- FAO

اصلاح نباتات ایران. ۲۵۲

کیانی،ع. ۱۳۸۹ . برنامه‌ریزی بهینه آبیاری بر اساس رابطه آب- عملکرد در چند رقم سویا، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۱:۱۱. ۸۵-۱۰۲.

Das,H.P. 2003. Water use efficiency of soybean and its yield response to evapotranspiration and rainfall. Journal of Agriculture Physology. 3:1-2. 35-39.

Dewit,C.T. 1958. Transpiration and crop yields. Versl landbouwk. Onderz.64.6 institute of Biology and Chemistery Research. On Field Crops and Herbag. Wageningen. The Netherlands.

Dogan,E., Kiruak,H and Copur,O. 2007. Effect of seasonal water stress on soybean and sire specific evaluation of CROPGRO-Soybean model under semi-arid climate conditions, Agriculture. Journal of Water Management. 90: 56-62.

Doorenbos,J and Kassam,A.H. 1988. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage paper.33.

Dubetz,S and Mahalle,P.S. 1969. Effect of soil water on bush beans (Phaseolus vulgaris L.) at three stages of growth. Journal of .American Society of Horticulture Science, 94: 479-481.

Eduerdo,E., Esculante,J and Wilcox,R.W. 1993. Variation in seed protein among nodes of normal and high protein soybean genotypes. Agronomy Journal, 75: 590-595.

Garner,E.R. 1998. Genotypic variation of nitrogen fixation in soybean. Crop Science. 161: 123-128.

Garside,A.L., Lawn,R.J., Muchow,R.C and Byth, D.E. 1992. Irrigation management of soybean in a semi-arid tropical environment. Aust Journal of Agriculture of Research. 43:5.1019-1032.

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. Journal of Agricultural Water Management. 97: 981-987.

Hanks,R.J., Hill,R.W and Wright,J. 1983. Crop Yield Models Adapted to Irrigation Scheduling Programs. Department of Agricultural and Irrigation Engineering. Utah, State University Printing.Logon. Utah.

Howell.T.A., Tock,J.A., Schneider,A.D and Evett,S.R. 1998. in maturity. Agronomy Journal, 90, 3-9.

Hu,X. 2009. Comparative respouse of early-masuring and lace-mataring soybean culrivars to an irrigating gradient. M. Sc. Thesis. University of Arkausa. USA. Division of Agriculture. P:133.

Kabarji,N., Hamdy,A., Raad,a and Masrcorilh,M. 1991. Consequence dume contraiote hydrique apliqut a difference stade.phenologiques: uz le rendement des plantes de poivrpu. Journal of Agronomie. 11:679-687.

Kipkorir,KK., Reas,D and Massawe,B. 2002. Seasonal water production functions and yield response factors for maize and onion in perkerra, Kenya. Agriculture. Journal of Water Management. 56:229-240.

McCallum,M.H., Peoples,M.B and Connor,D.J. 2000. Contribution of nitrogen by field pea (Pisumsativum *L.*) in a continuous cropping sequence compared with lucerne (*Medicago sativa L.*).

O'Hara,G.W., Boonkerd,N and Dilworth,M.J. 1988. Mineral constraints to nitrogen fixation. Plant and Soil. 108: 93-110.

Orgaz,F., Mateas,L and Fereres,E. 1992. Season length and cultivar determine the optimum evapotranspiration deficit in cotton. Journal of Agronomy, 65:464-467.

Oster,J.D and Wichelns,D. 2003. Economic and agronomic strategies to achieve sustainable irrigation. Irrigation Science, 22: 107-120.

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 Journal of. Biology Science, 1: 5. 361-362.

Pandey,R.J and Ahn,C.S. 1985. Mungbean. In: Summerfield and Roberts. Grain legume crops. Colins, UK. 584-623.

Pannu,R.K and Singh,D.P. 1993. Effect of irrigation on water use, water-use-efficiency, growth and yield of mungbean. Field Crop Research. 31: 87-100.

Pannu,R.K and Singh,D.P. 1987. Influence of water deficits on morphophysiological and yield behavior of mungbean. In: Mungbean. Shanmugsundaram، Proceeding of the second inter national symposium, Bankok, Thailand. 252-259.

Specht,J.E., Wiliams,J. H and Weidenbeuner,C. J. 1986. Differencial response of soybean gemorypes subjected to a seasoual soil water gradient. Crop Science: 26.922-934.

Stegman.E.C., Scharz,B.G and Gardner,J.C. 1990. Yield sensitivities ofshort season soybeans to irrigation management. Irrigation Science,

11:111-119.

Tank,U.N., Damor,U.M., Patel.J.C and Chauhan,D.S. 1992. Response of summer greengram (Phaseolus radiates) to irrigation, nitrogen and phosphourus. Indian Journal of Agronomy, 37 :4. 833-835.

Toulk,J.A and Howell,T.A. 2003. Water use efficiency of grain sorghum grown in three USA soutbern graeat plains soils, Agriculture. Journal of Water Management. 38: 97-111.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 8, Winter. 2015, p. 757-765

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد۸، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۷۶۵-۷۵۷

The Effect of Water Stress Using Line Source Sprinkler Irrigation Method on Soybean Yield

A.Hezarjaribi[1], A.Hezarjaribi[2], M.Zakerinia[3], Gh.ghorbani Nasr Abad[4], M. Jahantigh[5]

Recived: Apr. 30, 2014 Accepted: Oct. 15, 2014

Abstract

Water is an important factor in crop production, and is of a high value in agricultural Engineering. Water shortage is the most restricting factor in irrigated areas. Because of quality and quality limitation, deficit irrigation research has a special value in water use optimization and determination of water depths indexes in irrigation strategy. Thus, a determination of the water-yield relationship is essential. This study was carried out in Gorgan region to evaluate the effects of water stress on yield and water use efficieny of soybean in six levels of irrigation (is1-is6) for Sepideh variety in six replications using line source sprinkler irrigation method. Yield function for was derived as (Y=-0.0528x2+54.907x-3073.5 , R2=0.93). Under full iriigation, the sepide cultivar need 354.9 mm of water to produce maximum yield of 10190 kg/ha. Maximum and minimum of water use efficiency were obtaibed 16.0 and 35.3 kg/ha.mm at I_{S1} and I_{S4}, respectively. Average grain yield and number of pods per plant were increased by increasind water depth. Minimum of grain yield, number of pods per plant and thousand grain weight were obtained in I_{s1}. FAO water stress index (Ky) was obtained 0.94. Ky was derived 0.92. The comparison between the ky of cultivated soybean cultivars at Golestan province showed that katool cultvar has the more suitable response to water deficit than sahar and G3 cultivars to increase yield and optimal use of limited water resources.

Keywords: Line source sprinkler irrigation, Yield function, Water stress, Soybean, Water use efficiency, Yield

1- Associate Professor, Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
2- Researcher at Agricultural and Natural Resources Research Center of Golestan, Gorgan
3- Assistant Professor, Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
4- Assistant professor, Cotton Research Institute of Iran
5- Assistant professor, Faculty of Natural Resources, Saravan Higher Education Complex
(*- Corresponding Author Email: hezab10@yahoo.com)