Archive of SID

اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد، کارآیی مصرف آب و شاخص برداشت ارقام سویا در خرم‌آباد

معصومه شمس بیرانوند[1*]، سعید برومند نسب[2]، عباس ملکی[3]

۱* - نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز masoume.shams.b@gmail.com

۲- استاد دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: ۹۱/۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۱۲

چکیده

با توجه به محدودیت منابع آب، یکی از راهکارهای استفاده بهینه از منابع آب در بخش کشاورزی، کم‌آبیاری می‌باشد. به منظور بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد، کارآیی مصرف آب، شاخص برداشت، درصد چربی و درصد پروتئین سویا، آزمایشی در طی فصل زراعی سال ۹۰-۱۳۸۹ روی ارقام M7، M9 و TMS در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی خرم‌آباد انجام گرفت. آزمایش فوق در قالب طرح کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد، به نحوی که تیمارهای آبیاری در کرت‌های اصلی و ارقام سویا در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری کامل به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و کم‌آبیاری تنظیم‌شده به ترتیب به میزان ۸۰، ۷۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه بودند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که به‌طور کلی با افزایش میزان آبیاری، عملکرد بیولوژیکی (۳ تا ۵/۷ تن در هکتار) و عملکرد دانه (۱/۳ تا ۲/۵ تن در هکتار) در ارقام مختلف سویا افزایش یافت و این تفاوت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود؛ افزایش میزان آبیاری بر درصد چربی و پروتئین دانه اثر معنی‌دار داشت، از بین ارقام نیز رقم M9 بالاترین عملکرد دانه (۲/۱ تن در هکتار)، عملکرد کل (٤/۷ تن در هکتار) و کارآیی مصرف آب (۰/٥٦ کیلوگرم بر هکتار بر میلی‌متر) را در شرایط تنش آبی و بدون تنش داشت.

کلیدواژه‌ها: کم آبیاری تنظیم شده، گیاه سویا، کارآیی مصرف آب، عملکرد.

Effect of Different Irrigation Regimes on Yield Water Use Efficiency and Harvest Index of Soybean Cultivars in Khorramabad

M. Shams Beyranvand[1], S. Boroumand Nasab[2], A. Maleki[3]

1- Ms Student, Water Sciences Engineering Faculty, Shahid Chamran University
2- Professor, Water Sciences Engineering Faculty, Shahid Chamran University
3- Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Lorestan University

Received:10 July 2012 Accepted: 2 June 2013

Abstract

Due to limited water resources, one of the strategies for optimum utilization of water resources in agriculture is deficit irrigation.To examine the effects of different irrigation regimes on soybean yield, water use efficiency, harvest index, oil and protein, a study was conducted on M7, M9, TMS cultivars in the Research Field of College of Agriculture, Khorramabad, Iran during the growing season of 2010-2011. The experiment was arranged in a randomized complete block design as split-plot with three replications. Irrigation regimes were the main plots and the subplots were three soybean cultivares. Irrigation treatments were conducted as follow; CI: applied 100% of water requirements during the whole season and RDI80, RDI70 and RDI50 applied 80%, 70% & 50% of water requirements, respectively. Based on the findings of this study, any increase in the irrigation water resulted in the increase of the total weight of dry matter (3-5.7 ton.ha^{-1}) and seed yield

www.SID.ir

Archive of SID

(1.3-2.5 ton.ha^{-1}) of different soybean cultivars. Increasing irrigation water had significant effect on the percentage of seed protein and oil. M9 cultivar had the most yield (2.1 ton.ha^{-1}), total yield (4.7 ton.ha^{-1}) and water use efficiency (0.56 kg.ha^{-1}.mm) in the water stress condition and non water stress condition among the studies cultivars.

Keywords: Regulated deficit irrigation, Soybean plants, Water Use Efficiency, Yield

مقدمه

سویا به خانواده بقولات، زیر خانواده پروانه آسا و جنس گلایسین[1] متعلق است. گلایسین در برگیرنده دو زیر جنس گلایسین و سوژا[2] است. سویای زراعی و سویای وحشی، به عنوان گونه‌های زیرجنس سوژا محسوب می‌شوند (۲).

سطح زیر کشت سویای جهان در سال ۲۰۰۶ حدود ۷۹،۴۱۰،۴۹۵ هکتار بوده است. در سال ۱۳۵۵ سطح زیر کشت سویا در ایران حدود ۶۰ هکتار بوده است. در سال ۱۳۷۲ سطح زیر کشت سویا در ایران برابر ۸۰ هزار هکتار بوده که از آن حدود ۱۲۵۰۰۰ تن محصول برداشت شده است و به نظر می رسد روند افزایش کشت سویا به‌دلیل فواید آن به شدت توسعه یابد. در سال زراعی ۱۳۸۵ سطح زیرکشت سویا در ایران حدود ۷۴۴۶۱ هکتار بوده است (۱). سطح زیر کشت سویا در استان لرستان طی سال‌های گذشته به علت‌های گوناگون نوسان داشته است. سطح زیر کشت سویا از۱۳۰۰۰ هکتار در گذشته به پایین‌ترین سطح زیر کشت تا ۲۵۰ هکتار در سال ۱۳۸۹ کاهش یافته است (۶).

گیاه سویا به عنوان مهم‌ترین گیاه روغنی در دنیا، رتبه دوم را از نظر تولید و سطح زیر کشت در کشور به خود اختصاص داده است. در دو دهه اخیر کم‌آبی باعث شده است که میزان عملکرد گیاهان زراعی با محدودیت مواجه گردد. اخیراً تلاش‌های زیادی برای تولید ارقام متحمل به خشکی در دنیا انجام شده است. یکی از راه‌های ممکن برای افزایش عملکرد در چنین شرایطی، شناسایی ارقامی است که در شرایط وقوع تنش کاهش عملکرد کمتری داشته و در ضمن در شرایط آبیاری مناسب نیز از عملکرد قابل قبولی برخوردار باشند (۸).

استفاده از رژیم‌های کم‌آبیاری با صرفه‌جویی در مصرف آب می‌تواند به عنوان یک مدیریت آب در مزرعه در افزایش سطح زیر کشت، تعیین الگوی کشت و نیز در تعیین الگوی کشت بهینه کمک نماید. کم‌آبیاری به عنوان یک استراتژی سودمند اقتصادی در وضعیت محدودیت آب و با هدف حداکثر استفاده از واحد حجم آب مصرفی مطرح است. کم‌آبیاری عبارت از مصرف عامدانه و عالمانه آب در کشاورزی است. در برنامه‌ریزی برای کم‌آبیاری، کلیه گام‌های مورد نیاز برای طراحی یک نظام آبیاری حتی بدون کمبود منابع آب، رعایت شده و پس از مشخص شدن زمان، مقدار و کیفیت آب آبیاری مورد نیاز، می‌توان با افزایش فواصل نوبت‌های آبیاری، کم‌کردن آب آبیاری در هر نوبت و یا تلفیقی از این دو، کم‌آبیاری را به مورد اجرا گذارد (۴).

قاجارسپانلو و بهمنیار در تحقیقی بر روی سه رقم سویا در منطقه مازندران به این نتیجه رسیدند که تنش آب بر عملکرد دانه اثر معنی‌دار نداشت و با افزایش میزان آبیاری عملکرد دانه افزایش یافت. همچنین در این تحقیق، تیمارهای مختلف آبیاری تأثیر معنی‌دار بر درصد روغن و درصد پروتیین نداشتند (۱۲).

کرناک و همکاران[3] با بررسی بر روی گیاه سویا در ترکیه و اعمال پنج تیمار آبیاری کامل، ۷۵، ۵۰، ۲۵ درصد نیاز آبی و بدون آبیاری نشان دادند که با کاهش میزان آب مصرفی، عملکرد دانه به طور معنی‌دار از ۳۹۵۲ تا ۲۶۷ کیلوگرم در هکتار کاهش یافته است. همچنین اظهار داشتند که با افزایش تنش خشکی میزان روغن دانه از ۲۰ تا ۱۶/۴ درصد کاهش می‌یابد، در حالی که با افزایش شدت تنش، میزان پروتئین دانه سویا افزایش می‌یابد (۱۹).

خواجویی نژاد و همکاران در تحقیقی در شرایط آب و هوایی کرمان نشان دادند که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد دانه در گیاه سویا در کشت دوم می‌گردد (۷). سنسیک و همکاران[4] با بررسی تأثیر تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد تبخیر و تعرق گیاه سویا و همچنین تیماری در شرایط دیم نتیجه گرفتند که آبیاری کامل بالاترین و تیمار بدون آبیاری پایین‌ترین عملکرد دانه را دارند و با افزایش شدت تنش خشکی، عملکرد سویا پیوسته کاهش می‌یابد (۲۱).

زینالی خانقاه و همکاران با بررسی اثر تنش خشکی بر روی ارقام مختلف سویا نشان دادند که عملکرد بیولوژیکی ارقام سویا در گروه‌های رسیدگی مختلف با افزایش شدت تنش به طور معنی‌دار کاهش می‌یابد (۹).

1- Glycine
2- Soja
3- Kirnak et al.
4- Sincik et al.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- نتایج تجزیه آزمون خاک

عمق (cm)	هدایت الکتریکی EC_e (ds/m)	واکنش گِل اشباع pH	درصد کربن آلی O.C.	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن
۰-۴۰	۰/۷۱	۷/۶	۰/۵۵	۳/۶	۳۲۰	۱۷/۲۴	۵۷/۲۴	۲۵/۵۲

جدول۲- نتایج تجزیه کیفی آب آبیاری

هدایت الکتریکی EC (ds/m)	اسیدیته pH	باقی‌مانده TDS (mg/lit)	Ca (meq/lit)	Mg (meq/lit)	Na (meq/lit)	SAR
۰/۶۲۱	۶/۹۷	۳۹۷	۴/۶	۱/۶	۱/۲۸	۰/۷۲۷

یحیایی در مطالعه‌ای بر روی سویا در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان به این نتیجه رسید که آبیاری کامل بیشترین میزان عملکرد بیولوژیکی را برابر ۱۰۸۸۶ کیلوگرم بر هکتار به خود اختصاص داد و با افزایش تنش آبی این میزان در تیمارهای دیگر کاهش یافت (۱۶).

کارگر و همکاران اثر تنش رطوبتی را بر عملکرد ۴۹ ژنوتیپ سویا بررسی کردند، نتایج این تحقیق نشان داد عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف، دچار کاهش قابل توجهی ناشی از تنش آب گردید (۱۴).

سرایی تبریزی و همکاران در تحقیقی در دانشکده کشاورزی کرج نشان دادند که تیمار آبیاری کامل بیشترین شاخص برداشت را دارد و با افزایش تنش این میزان پیوسته کاهش می‌یابد، اما اختلاف معنی‌دار بین تیمارها وجود ندارد، همچنین آن‌ها به این نتیجه رسیدند که بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب در تیمار آبیاری بخشی ۵۰ درصد نقصان رطوبتی خاک به دست می‌آید و پس از آن به ترتیب تیمار کم‌آبیاری سنتی در حد ۵۰ درصد و تیمار کم‌آبیاری سنتی در حد ۷۵ درصد نقصان رطوبتی خاک و آبیاری کامل قرار دارند (۱۰). روسادی و همکاران[1] نیز در یک بررسی بر روی گیاه سویا در مراحل ابتدایی و توسعه رشد، اظهار داشتند که افزایش شدت تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار کارآیی مصرف آب می‌گردد (۲۰).

هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثر مقادیر مختلف آب آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه، بر تولید سه رقم سویا در منطقه خرم‌آباد در استان لرستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در تابستان سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۱۵۰ متر از سطح دریا انجام گرفت. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل، قبل از اجرای آزمایش از چند نقطه از مزرعه آزمایشی، نمونه‌برداری انجام شد. نتایج تجزیه خاک نشان داد که بافت خاک از نوع سیلت لوم است. زمین مورد آزمایش در اواخر خردادماه آبیاری شد و سپس زمانی که رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه رسید، با استفاده از گاوآهن، شخم و سپس دو دیسک عمود بر هم زده شد. جوی و پشته‌ها به فاصله ۵۰ سانتی‌متر با استفاده از شیارکَن ایجاد شدند. قبل از کاشت با توجه به نتایج آزمون خاک (جدول ۱)، به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم به زمین اضافه شد. ارقام مورد آزمایش عبارت بودند از ارقام M7، M9 و TMS، که هر سه زودرس و تیپ رشدی آن‌ها نامحدود می‌باشد و مقاومت آن‌ها به خوابیدگی و ریزش مطلوب است (۱۳).

آب آبیاری که از منبع چاه تأمین شد، از نظر کیفی جزو دسته C_1S_1 طبقه‌بندی شد، که از نظر شوری و اسیدیته، در رده خوب توصیف می‌شود (جدول ۲).

بذور سویا قبل از کشت به کمک محلول ۱۰ درصد آب و شکر با باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم به میزان ۲۵ گرم به ازای ۷ کیلوگرم بذر، آغشته شدند. این آزمایش در قالب طرح کرت‌های خردشده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی شامل: فاکتور اصلی آبیاری در چهار سطح I_4، I_3، I_2 و I_1(۱۰۰، ۸۰، ۷۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه سویا)، فاکتور فرعی رقم شامل سه رقم M7، M9 و TMS در سه تکرار اجرا گردید.

تاریخ کاشت در هشتم تیرماه و برداشت در بیستم مهر انجام شد. فاصله بذور هشت سانتی‌متر بود و بذرها در روی پشته کشت شدند. فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر بود و برای رفع تأثیر تیمارهای آبیاری بر یکدیگر، فواصل بین کرت‌ها ۶۰ سانتی‌متر، فاصله بین پلات‌ها در یک بلوک ۱ متر و فاصله میان بلوک‌ها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. در این تحقیق فاصله بین آبیاری‌ها متغیر بود و بر اساس شاخص‌های گیاهی و تبخیر از تشتک، زمان آبیاری تعیین شد. به این منظور داده‌های روزانه تبخیر از تشت (ET_p) واقع در مرکز تحقیقات هواشناسی به دست آمد و طبق معادله زیر تبخیر و تعرق گیاه سویا

1- Rosadi et al.

www.SID.ir

Archive of SID

(ET_c) به صورت روزانه محاسبه شد:

$$ET_c=K_c.K_p.ET_p \quad (۱)$$

که در معادله فوق، ET_c: تبخیر و تعرق گیاه، K_c: ضریب گیاهی و K_p و ET_p: به ترتیب ضریب تشتک تبخیر و میزان تبخیر از تشتک می‌باشند.

ضریب گیاهی اولیه، میانی و پایانی به کمک جداول موجود در نشریه ۲۴ فائو و داده‌های محلی به ترتیب ۰/۵۶، ۱/۲۱ و ۰/۴۹ به دست آمد. ضریب تشتک تبخیر روزانه نیز به کمک نشریه مذکور محاسبه شد. زمانی‌که میزان تبخیر و تعرق تجمعی گیاه به میزان آبیاری انجام شده رسید، آبیاری صورت می‌گرفت. یک روز قبل از هر آبیاری، نمونه خاک مزرعه توسط آگر برداشت شد و به مدت ۲۴ ساعت در خشک‌کن قرار گرفت و درصد رطوبت آن (θ_s) تعیین و همچنین به کمک نمونه‌برداری، متوسط عمق ریشه گیاه (Z) اندازه‌گیری شد. سپس به کمک معادله زیر عمق خالص آب آبیاری محاسبه گردید.

$$d_n=\%(\theta_{FC}-\theta_s)\times\rho_b\times Z \quad (۲)$$

در رابطه فوق θ_{FC}: درصد رطوبت جرمی خاک در نقطه ظرفیت زراعی، θ_s: درصد رطوبت جرمی خاک در هنگام نمونه‌برداری و ρ_b: جرم مخصوص ظاهری خاک مزرعه است. حدود ۱۰ درصد میزان آب آبیاری به تلفات عمقی اختصاص یافت و حجم آب آبیاری توسط کنتور حجمی محاسبه گردید و توسط شیلنگ آبیاری به هر جویچه وارد شد. میزان آب آبیاری برای تیمارهای ۸۰، ۷۰ و ۵۰ درصد نیز به ترتیب با اعمال ضرایب ۰/۸، ۰/۷ و ۰/۵ در میزان عمق ناخالص آبیاری محاسبه شده، به دست آمد. آبیاری‌ها در ۱۶ نوبت انجام گرفت و عمق خالص آبیاری برای تیمارهای ۱۰۰، ۸۰، ۷۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی سویا به ترتیب برابر با ۴۸۳/۶، ۳۹۰/۳، ۳۳۵/۸ و ۲۴۲/۳ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

هنگام برداشت سویا، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی ارقام مختلف سویا در تیمارهای مختلف آبیاری اندازه‌گیری گردید. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از: وزن ماده خشک تولید شده، عملکرد دانه، شاخص برداشت، کارآیی مصرف آب، درصد روغن و درصد پروتیین دانه سویا. با استفاده از نرم‌افزار SPSS جدول تجزیه واریانس تهیه شد و میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن مقایسه گردید.

نتایج و بحث

میانگین مربعات به‌دست آمده از تحلیل واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سویا در جدول (۳) نشان داده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که فاکتور اصلی آبیاری بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در سطح یک درصد و بر روی درصد روغن و درصد پروتیین در سطح پنج درصد اثر معنی‌دار دارد، اما تأثیر آن بر روی شاخص برداشت، کارآیی مصرف آب عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار نیست.

نتایج مقایسه میانگین‌های صفات مختلف گیاه سویا در سطوح آبیاری مختلف در جدول (۴) نشان داده شده است. مقایسه میانگین در سطح احتمال پنج درصد و توسط آزمون دانکن صورت پذیرفته است.

عملکرد دانه سویا با اعمال تنش کم‌آبیاری نسبت به تیمار آبیاری کامل، کاهش معنی‌دار (در سطح پنج درصد) یافت، به گونه‌ای که با افزایش شدت تنش، مقدار آن به طور پیوسته کاهش پیدا کرد. از نظر این صفت، بین تیمارهای I_4 و I_3 اختلاف معنی‌دار نبود، اما در مورد سایر تیمارها، اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید. کاهش عملکرد دانه به دلیل وجود تنش خشکی در تیمارهایی تحت کم‌آبیاری بوده است. به علت تنش شدید رطوبتی در تیمار آبیاری I_1، میزان عملکرد دانه به طور قابل توجهی کاهش یافته است. نتایج این تحقیق با

جدول۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سویا

منبع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت	کارآیی مصرف آب عملکرد دانه ($kg.m^{-3}$)	کارآیی مصرف آب عملکرد بیولوژیکی ($kg.m^{-3}$)	درصد روغن	درصد پروتیین
آبیاری	۳	۲۷۷۴۹۷۵ **	۱۱۷۵۴۸۲۶ **	۴۱/۸۹ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۱ ns	۲۲/۷۴ *	۳۵/۵۲ *
رقم	۲	۱۶۸۸۴۲ ns	۲۶۸۹۰۹۸ *	۱۵۰/۸۴ ns	۰/۰۱ ns	۰/۲۰*	۴۷/۱۹ *	۱۶/۱۴ ns
آبیاری×رقم	۶	۹۰۶۴۳/۴ ns	۵۶۵۵۰۲/۸ ns	۲۸/۹۷ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۱ ns	۱/۱۶ ns	۲/۲۲ ns

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج ویک درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسه میانگین‌صفات مختلف در تیمارهای آبیاری با استفاده از آزمون دانکن (سطح احتمال پنج درصد)

تیمار آبیاری	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت	کارآیی مصرف آب عملکرد دانه ($kg.m^{-3}$)	کارآیی مصرف آب عملکرد بیولوژیکی ($kg.m^{-3}$)	درصد روغن	درصد پروتیین
I_1	۱۲۵۹/۹ a	۳۰۱۳/۲ a	۴۲/۴۲ a	۰/۵۲ a	۱/۲۵ a	۱۷/۳۳ a	۳۶/۶۷ a
I_2	۱۷۱۲/۷ b	۴۰۲۹/۴ b	۴۳/۰۸ a	۰/۵۱ a	۱/۱۹ a	۱۹/۱۱ ab	۳۵/۶۳ a
I_3	۲۲۲۴/۵ c	۴۸۵۴/۸ bc	۴۷/۱۷ a	۰/۵۷ a	۱/۲۶ a	۱۹/۲۲ ab	۳۵/۰۹ a
I_4	۲۵۱۴/۸ c	۵۶۸۴/۹ c	۴۵/۲۰ a	۰/۵۲ a	۱/۱۸ a	۲۱/۲۲ b	۳۲/۰۴ b

ارقامی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتایج به دست آمده توسط خواجویی‌نژاد و همکاران (۷)، دانشیان و همکاران (۸) و ویرا و همکاران (۲۲) مطابقت دارد. در بین ارقام مورد بررسی در این آزمایش، از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌دار وجود ندارد و میزان آن در رقم‌های M7، M9 و TMS به ترتیب ۱۹۱۳/۶، ۲۰۵۳/۱ و ۱۸۱۷/۲ کیلوگرم در هکتار و متوسط عملکرد دانه، در رقم M9 بیشترین مقدار است.

طبق جدول (۴)، با افزایش شدت تنش آبی، مقدار عملکرد بیولوژیکی (عملکرد کل گیاه) کاهش می‌یابد؛ البته این تغییرات در بین تیمارهای آبیاری I_4 و I_3 و همچنین بین تیمارهای آبیاری I_3 و I_2 معنی‌دار نبوده، ولی بین سایر تیمارها، اختلاف در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است. این کاهش را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که در شرایط تنش خشکی، روزنه‌های برگ نیمه‌بسته می‌شوند و این امر تبادلات گازی گیاه را محدود نموده و با کاهش فتوسنتز گیاه، وزن خشک گیاه نیز کاهش می‌یابد. در بین ارقام مورد بررسی نیز، میان دو رقم M7 (۴۶۶۴ کیلوگرم در هکتار) و M9 (۴۶۷۳/۸ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌دار وجود ندارد، اما میان این دو رقم و رقم TMS (۳۸۴۹ کیلوگرم در هکتار) اختلاف، معنی‌دار است.

یحیایی (۱۶)، فرنیا و همکاران (۱۱) و سنسیک و همکاران (۲۱)، به نتایجی مشابه با نتایج این تحقیق دست یافتند.

تیمارهای مختلف آبیاری از لحاظ درصد شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی)، با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند و از قاعده خاصی پیروی نمی‌نمایند. تیمارI_3، بیشترین و تیمار با بیشترین تنش آبی (I_1)، کمترین شاخص برداشت را دارا هستند. ارقام نیز از نظر این صفت با هم اختلاف معنی‌دار ندارند، متوسط درصد شاخص برداشت در ارقام M7، M9 و TMS به ترتیب برابر با ۴۰/۹۴، ۴۴/۴۴ و ۴۸/۰۳ درصد است. نتایج به دست آمده توسط یحیایی (۱۶)، دانشیان و همکاران (۸) و سنسیک و همکاران (۲۱) با نتیجه تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد.

در این آزمایش با توجه به نتایجی که در جدول (۴) آمده است، با افزایش شدت کمبود آب، درصد روغن به طور معنی‌دار کاهش می‌یابد. تیمارهای I_1 و I_4 بر مبنای درصد روغن، در سطح احتمال پنج درصد با هم اختلاف معنی‌دار داشتند، اما بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. کاهش میزان روغن در تیمارهای تحت تنش به دلیل عدم رشد کامل دانه‌ها در این تیمارها بوده است. از نظر درصد روغن بین دو رقم M7 (با ۲۱ درصد) و رقم M9 (با ۱۷/۰۸ درصد) در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت، اما بین این دو رقم و رقم TMS (با ۱۹/۵۸ درصد) اختلاف، معنی‌دار نبود.

نتایج گزارش شده توسط بابازاده و همکاران (۳) و خواجویی‌نژاد و همکاران (۷) با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

به طور کلی در این تحقیق، با افزایش شدت تنش خشکی، میزان درصد پروتئین افزایش یافت. میان تیمارهای آبیاری مختلف، تیمار I_1 با میزان ۳۶/۶۷ درصد بیشترین و تیمار آبیاری کامل (I_4) با ۳۲/۰۴ درصد کمترین میزان درصد پروتئین را به خود اختصاص داد. نتایج برخی پژوهش‌ها نیز نشان می‌دهد که بین میزان روغن و پروتئین دانه و همچنین بین عملکرد دانه و میزان پروتئین یک رابطه معکوس وجود دارد و با افزایش میزان پروتئین از میزان روغن کاسته می‌شود (۷). بین تیمارهای مختلف ارقام از نظر این صفت، اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد؛ رقم TMS بالاترین درصد پروتئین (۳۵/۷۵ درصد) و رقم M7 پایین‌ترین درصد پروتئین (۳۳/۵۵ درصد) را داشت، همچنین میزان پروتئین در رقم M9، ۳۵/۲۷ درصد بود.

پورموسوی و همکاران (۵) و دورنباس و مولن[1] (۱۸) نیز به نتایجی مشابه با این نتایج دست یافتند.

با توجه به نتایج آزمون مقایسه میانگین (جدول ۴) می‌توان ملاحظه نمود که میان چهار تیمار آبیاری در این آزمایش، از نظر شاخص کارآیی مصرف آب عملکرد دانه، اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود تیمار آبیاری I_3، بیشترین و تیمار آبیاری I_2، کمترین مقدار شاخص کارآیی مصرف آب عملکرد

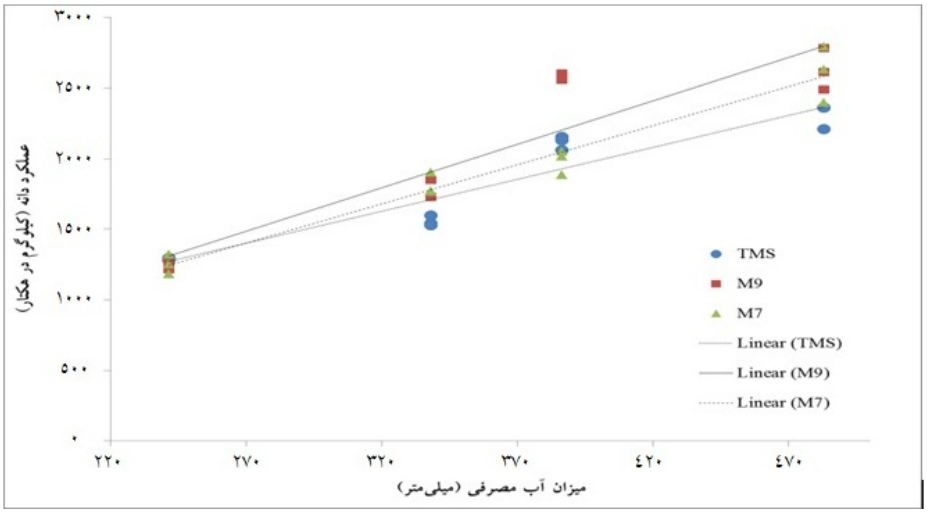
1- Dornbos and Mullen

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۵- توابع تولید نسبت به آب مصرفی در سه رقم سویا

رقم	تابع تولید	ضریب همبستگی (R^2)
M7	Y=5.5284X-89.058	۰/۹۵۴۱
M9	Y= 6.1608X-178.64	۰/۸۴۶۳
TMS	Y=4.5231X+178.67	۰/۸۹۹۸



شکل ۱- منحنی تولید ارقام مختلف سویا

دانه را به خود اختصاص داده‌اند. نتایج این تحقیق با نتیجه به‌دست آمده توسط دیمیرتاس و همکاران[1] (۱۷) و قاجارسپانلو و بهمنیار (۱۱) مطابقت دارد.

موسوی و همکاران (۱۵) گزارش نموده‌اند که در سویا آبیاری زیاد و آبیاری کم سبب کاهش کارآیی مصرف آب و عملکرد دانه شده است. همین گزارش حاکی از آن است که در تیمار آبیاری زیاد، علت کاهش کارآیی مصرف آب، رشد رویشی زیاد و در نتیجه کاهش شدت نور در قسمت پایین جامعه گیاهی بوده است که سبب کاهش عملکرد در گره‌های پایینی و نیز ساقه‌های فرعی گردیده است. میان تیمارهای ارقام از لحاظ کارآیی مصرف آب عملکرد دانه اختلاف معنی‌دار مشاهده نمی‌شود. رقم M9 با ۰/۵۶ کیلوگرم در متر مکعب و رقم TMS با ۰/۵۱ کیلوگرم در متر مکعب به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار این شاخص را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین مقدار شاخص کارآیی مصرف آب عملکرد دانه برای رقم M7، برابر با ۰/۵۳ کیلوگرم در متر مکعب می‌باشد.

اختلاف تیمارهای آبیاری در این آزمایش از نظر شاخص کارآیی مصرف آب عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار نبود. بیشترین میزان این شاخص در بین تیمارهای آبیاری، مربوط به تیمارهای I_3 و I_1 و کمترین میزان آن، مربوط به تیمار I_4 بود. همچنین مقدار شاخص کارآیی مصرف آب عملکرد بیولوژیکی برای تیمار I_3، ۱/۱۹ کیلوگرم در متر مکعب محاسبه گردید. تیمارهای ارقام از نظر این شاخص در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار داشتند. میزان این شاخص برای ارقام M7، M9 و TMS به ترتیب برابر با ۱/۲۹، ۱/۲۹ و ۱/۰۷ کیلوگرم در متر مکعب اندازه‌گیری گردید.

شکل (۱)، منحنی تولید ارقام مورد مطالعه سویا را با یکدیگر مقایسه می‌کند. در بین سه رقم، رقم M9 بیشترین عملکرد و رقم TMS کمترین عملکرد را به خود اختصاص دادند. توابع خطی در همه ارقام از تیمار با تنش آبی شدیدتر تا تیمار آبیاری کامل، روندی صعودی را دنبال می‌کنند. با توجه به منحنی تولید سه رقم، رقم M9 به عنوان بهترین رقم از نظر عملکرد و کارآیی مصرف آب انتخاب می‌گردد. جدول (۵)، تابع تولید سه رقم سویا را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده، دست‌آورده‌های تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

۱- اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، مقدار غلات در بوته، تعداد گروه در بوته،

1- Demirtas et al.

www.SID.ir

Archive of SID

ارتفاع بوته، طول علف، وزن صددانه، درصد روغن و درصد پروتئین معنی‌دار شد.

۲- اعمال تنش خشکی باعث کاهش وزن دانه و عملکرد دانه گردید.

۳- بالاترین شاخص بهره‌وری مصرف آب در بین تیمارهای مختلف مربوط به تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه بود.

۴- رقم **M9** بالاترین میزان شاخص بهره‌وری را به خود اختصاص داده و برای کشت در شرایط محدودیت آب توصیه می‌شود.

منابع

۱- الوندی، ه. ۱۳۸۹. گزارش وضعیت سویا و فرآورده‌های آن. دفتر صنایع غیر فلزی معاونت امور صنایع و اقتصادی، ۸۲ صفحه.

۲- امام، ی. و م. ج. ثقه‌الاسلام. ۱۳۸۴. عملکرد گیاهان زراعی-فیزیولوژی و فرآیندها (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز: ۱۲۸-۱۲۷.

۳- بابازاده، ح.، سرائی تبریزی، م.، پارسی‌نژاد، م. و س. ع. مدرس‌ثانوی. ۱۳۸۹. بررسی برخی صفات کیفی و کمی سویا در شرایط تنش آبی. مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۲۴ (۲): ۱۰۹-۹۹.

۴- بای بوردی، م. ۱۳۷۹. کم‌آبیاری و استفاده بهینه از آب. خلاصه مقالات کارگاه فنی کم‌آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، (۳۶): ۸-۶

۵- پورموسوی، م.، گلوی، م.، دانشیان، ج.، قنبری، ا. و ن. بصیرانی. ۱۳۸۴. تأثیر کود دامی بر شاخص‌های رشد و ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی سویا در شرایط تنش رطوبتی. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، (۱۴): ۹-۱.

۶- حسنوند، م.، زارع‌منش، ح. و خ. بور. ۱۳۹۰. کاشت، داشت و برداشت سویا در منطقه استان لرستان. مجله سفیر دانشگاه آزاد اسلامی خرم‌آباد: ۲۸-۲۰.

۷- خواجوئی‌نژاد، غ.، کاظمی، ح.، آلیاری، ه.، جوانشیر، ع. و م. ج. آروین. ۱۳۸۴. تأثیر رژیم‌های آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد، کارآیی مصرف آب و کیفیت دانه سه رقم سویا در کشت تابستانه در شرایط آب و هوایی کرمان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، (۴): ۱۵۱-۱۳۷.

۸- دانشیان، ج.، هادی، ح. و پ. جنوبی. ۱۳۸۸. ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های سویا در شرایط تنش کم‌آبی. مجله علوم زراعی ایران، ۱۱ (۴): ۴۰۹-۳۹۳.

۹- زینالی‌خانقاه، ح.، ایزانلو، ع.، حسین‌زاده، ع. و ن. مجنون‌حسینی. ۱۳۸۳. تعیین شاخص‌های مناسب مقاومت به خشکی در ارقام سویای وارداتی. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۵ (۴): ۸۸۵-۸۷۵.

۱۰- سرائی تبریزی، م.، بابازاده، ح.، پارسی‌نژاد، م. و س.ع. مدرس ثانوی. ۱۳۸۹. بهبود کارایی مصرف آب سویا با استفاده از آبیاری بخشی منطقه ریشه، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، (۵۲): ۱۳-۲.

۱۱- فرنیا، ا.، نورمحمدی، ق.، نادری، ا.، درویش، ف. و ا. مجیدی. ۱۳۸۵. تاثیر تنش خشکی و نژادهای باکتری Bradyrhizobium japonicum بر عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در سویا (رقم کلارک) در بروجرد. مجله علوم زراعی ایران، ۸ (۳): ۲۱۴-۲۰۱.

۱۲- قاجارسپانلو، م. و م. ع. بهمنیار. ۱۳۸۳. اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد، کارایی مصرف آب و شاخص برداشت ارقام سویا در مازندران. پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر، (۲): ۸۹-۷۹.

۱۳- قراخانی‌بنی، ه.، موحدی‌دهنوی، م.، یدوی، ع. و س. م. هاشمی‌جزی. ۱۳۹۰. بررسی خصوصیات کمی و کیفی چهار رقم سویا تحت تاریخ‌های مختلف کاشت در منطقه شهرکرد. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی، (۲): ۳۳-۱۹.

۱۴- کارگر، س. م.، بابائی، ع.، قنادها، م .ر.، خواجه، ا. ع. و ا. عطاری. ۱۳۸۱ . ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در تعدادی از ژنوتیپ‌های سویا در

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط آبیاری محدود. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۵ (۱): ۱۴۲-۱۲۹.

۱۵- موسوی، ف.، کریمی، م. و م. خدامباشی. ۱۳۶۷. اثر رژیم‌های آبیاری بر راندمان مصرف آب دو رقم سویا. علوم و صنایع کشاورزی، ۲ (۲): ۱۳-۲۳.

۱۶- یحیایی، س. غ. ۱۳۸۶. اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام رشد محدود و رشد نامحدود سویا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴ (۵): ۱۳۴-۱۲۴.

17-Demirtas, C., Yazgan, S., Candogan, B. N., Sincik, M., Büyükcangaz, H. and A. T. Göksoy. 2010. Quality and yield response of soybean (Glycine max L. Merrill) to drought stress in sub-humid environment. African Journal of Biotechnology, 9(41):6873-6881.

18-Dornbos D. L. and R. E. Mullen. 1992. Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustments by drought and temperature. Journal of the American Oil Chemists' Society, 69: 228-231.

19-Kirnak, H., Dogan, E. and H. Turkoglu. 2010. Effect of drip irrigation intensity on soybean seed yield and quality in the semi-arid Harran plain, Turkey. Spanish Journal of Agricultural Research, 8(4):1208-1217.

20-Rosadi, B., Afandi, S. M., Ito, K. and J. T. Adomako. 2007. The effect of water stress in regulated deficit irrigation on soybean yield (Glycine max [L.] Merr.). Paddy Water Environment, 5:163-169.

21-Sincik, M., Candogan, B. N., Demirtas, C., Büyükcangaz, H., Yazgan, S. and A. T. Goksoy. 2008. Deficit Irrigation of Soya Bean [Glycine max (L.) Merr.] in a sub-humid climate. Agronomy and Crop Science, 194: 200-205.

22-Vieira, R. D., Tekrony, D. M. and D. B. Egli. 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field on soybean seed germination and vigor. Crop Science, 32:471-475.

www.SID.ir