نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال هفتم ، شماره اول، پاییز ۱۳۹۶

ISSN 2251-7480

بررسی تأثیرکم‌آبیاری بر عملکرد، خصوصیات کیفی و شاخص بهره‌وری مصرف آب ۳ رقم سویا در دشت مغان

اباسلط رستمی اجیرلو[1*]، محمدرضا اصغری‌پور[2]، احمد قنبری[3]، مهدی جودی[4] و محمود خرمی‌وفا[5]

۱*) دانشجوی دکتری اگرواکولوژی؛ دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل؛ زابل؛ ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات: abasat.rostami@yahoo.com

۲) دانشیار گروه زراعت؛ دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل؛ زابل؛ ایران

۳) استاد گروه زراعت؛ دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل؛ زابل؛ ایران

٤) دانشیار گروه زراعت؛ دانشکده کشاورزی مغان؛ دانشگاه محقق اردبیلی؛ اردبیل؛ ایران

۵) استادیار گروه زراعت؛ پردیس کشاورزی و منابع طبیعی؛ دانشگاه رازی؛ کرمانشاه؛ ایران

تاریخ دریافت: ۰۲/ ۱۳۹٦/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/۰٦/۱۹

چکیده:

کم‌آبی اصلی‌ترین عامل محدود کننده رشد گیاهان است، به‌طوری‌که حصول عملکرد مطلوب در شرایط کم‌آبیاری مستلزم انتخاب رقم مناسب با توجه به شرایط هر منطقه می‌باشد. براین‌اساس آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در دشت‌مغان در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ بر روی گیاه سویا اجرا شد. تیمارها شامل ۴ سطح آبیاری IR1 (شاهد)، IR2 (۸۰ درصد نیازآبی)، IR3 (۷۰ درصد نیازآبی) و IR4 (۵۰ درصد نیازآبی) به‌عنوان عامل اصلی و ارقام زودرس سویا (Cul1: ویلیامز، M9:Cul2 و Cul3:زان) به‌عنوان عامل فرعی بودند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان دادند که کم‌آبیاری در تمامی سطوح موجب کاهش عملکرد و اجزای آن، درصد روغن‌دانه و بهره‌وری آب مصرفی در تمامی ارقام شد. به‌طوری‌که بالاترین میزان آن‌ها (عملکرد ۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد غلاف در هر بوته ۱۲۷/۳۳، تعداد دانه در هر بوته ۲۴۰، وزن هزاردانه ۳۴۰ گرم، بیوماس ۸۹۰۰ کیلوگرم در هکتار، درصد پروتئین‌دانه ۲۵/۳، بهره‌وری مصرف آب بر اساس عملکرد دانه ۰/۹۵ کیلوگرم بر متر مکعب و بهره‌وری مصرف آب بر اساس روغن‌دانه ۰/۲۳ کیلوگرم بر متر مکعب) در تیمار IR1 مربوط به رقم ویلیامز و پایین‌ترین مقادیر آن‌ها در تیمارهای IR3 و IR4 مربوط به رقم زان بود. همچنین پایین‌ترین درصد پروتئین‌دانه در تیمار آبیاری نرمال در رقم ویلیامز و بالاترین آن در رقم M9 در تیمار IR4 به دست آمد. بنابراین بر اساس نتایج تحقیق، در دشت‌مغان رقم ویلیامز برترین رقم (از نظر تمامی صفات مورد بررسی به‌ویژه بهره‌وری آب مصرفی) در شرایط کم‌آبیاری و آبیاری نرمال؛ رقم زان و M9 حساس‌ترین رقم‌ها به کم‌آبیاری بودند.

کلید واژه‌ها: بهره‌وری مصرف آب؛ دوره‌های رشد؛ سویا؛ کم‌آبیاری

مقدمه

گیاهان دانه روغنی از نظر کالری و انرژی مورد نیاز انسان و دام در بین محصولات زراعی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند و از با ارزش‌ترین محصولات بخش کشاورزی به شمار می‌روند. علاوه براین دانه‌های روغنی به عنوان مواد اولیه صنایع روغن‌کشی، تصفیه روغن و سایر صنایع غذایی و بهداشتی از ارزش خاصی در اقتصاد جوامع بشری به ویژه در کشورهای جهان سوم برخوردار

هستند زیرا که باعث اشتغال در بخش کشاورزی و صنعت خواهند شد (Khaksar *et al*., 2012). در این میان سویا یا لوبیا روغنی (*Glycine max* L.) از مهم‌ترین گیاه روغنی است که بیشترین سطح زیر کشت را در جهان داراست (خواجه‌پور، ۱۳۸٦) بطوریکه، رتبه دوم را از نظر تولید و سطح زیر کشت در بین گیاهان صنعتی در کشور به خود اختصاص داده است.

کمبود رطوبت یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان زراعی است (Ober and Sharp, 2003)، با توجه به اینکه کشور ایران از نظر پهنه‌بندی اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب شده و نیاز رطوبتی گیاهان زراعی در دوره رشد باید از طریق آبیاری تأمین شود و همچنین در برخی مناطق کشور، مراحل حساس رشد گیاهان زراعی با کاهش نزولات آسمانی، گرمای شدید و تلفات آب از طریق تبخیر و تعرق مواجه می‌شود و به این ترتیب، عملکرد آن به شدت کاهش می‌یابد. یکی از راه کارهایی که با استفاده از آن می‌توان سطح زیر کشت گیاهان زراعی را در چنین شرایطی گسترش داده و در مصرف آب آبیاری صرفه جویی کرد، استفاده از روش کم‌آبیاری و ترویج ارقام متحمل به کم آبی می‌باشد (دانشیان و همکاران، ۱۳۸۱). استفاده از رژیم‌های کم‌آبیاری با صرفه‌جویی در مصرف آب می‌تواند به عنوان یک مدیریت آب در مزرعه در افزایش سطح زیرکشت، تعیین الگوی کشت و نیز در تعیین الگوی کشت بهینه کمک نماید. کم‌آبیاری گرچه با کاهش محصول همراه است و با نام‌های آبیاری بخشی، آبیاری ناقص و آبیاری محدود نیز بیان می‌شود، اما هدف اصلی از اجرای کم‌آبیاری افزایش راندمان کاربرد آب است. کاهش در میزان مصرف آب با وجود تقلیل عملکرد تولیدی، موجب صرفه‌جویی در آب مصرفی، کاهش بیماری‌ها و آفات، به حداقل رسیدن آبشویی عناصر غذایی از منطقه ریشه، بهتر شدن تهویه خاک و بهبود کیفیت محصولات می‌شود. کم‌آبیاری از اوایل قرن نوزدهم به عنوان یک تکنیک به صورت تنش رطوبتی نمو پیدا کرد و هدف از آن بهبود راندمان کاربرد آب و افزایش کیفیت برخی از محصولات است (Siskani *et al*., 2015).

عملکرد نهایی هر گیاه زراعی توسط اثرات متقابل ژنوتیپ گیاه و محیط رشد تعیین می‌گردد. شرایط محیطی و اقلیمی هر منطقه، تعیین کننده رقم مناسب آن منطقه می‌باشد و از میان ارقام مناسب منطقه، رقمی که بیش‌ترین عملکرد را در هر دو شرایط نرمال و غیرنرمال داراست باید برای کشت انتخاب شود. عکس‌العمل‌های ارقام سویا نسبت به کمبود رطوبت خاک متفاوت است، بسیاری از پژوهشگران مراحل گلدهی و غلاف‌دهی را حساس‌ترین مراحل رشد گیاه سویا به تنش رطوبتی می‌دانند. تنش رطوبتی در این مراحل باعث کاهش معنی‌داری در عملکرد می‌شود که بیشتر در اثر کاهش تعداد غلاف می‌باشد (Dennis and Bruening, 2000؛ Board, 2002؛ Kirnak *et al*., 2010؛ Zhang *et al*., 2006).

Demirtas و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی تأثیر تنش خشکی بر روی عملکرد و کیفیت سویا نشان دادند که تنش خشکی در طول مراحل رویشی عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد، در حالی که اعمال یک یا چند تنش خشکی در طی رشد طولی غلاف و یا پُرشدن دانه، به کاهش قابل توجه عملکرد دانه منجر می‌گردد. Yahyaie (۲۰۰۹) طی بررسی اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا، بیان داشته است که تعداد غلاف در بوته مهم‌ترین جزء در تعیین عملکرد دانه بود. به طوری که به تنهایی حدود ۵۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را در تیمارها و تکرارهای مختلف توجیه نمود. یکی از شاخص‌های مورد استفاده در مباحث عملکرد گیاه و آب مصرفی، که مبنای اقتصادی دارد، بهره‌وری آب است که به صورت نسبت عملکرد محصول به مقدار آب مصرفی تعریف می‌شود (Liagat and Darbandi, 2000).

Kang و همکاران (۲۰۰۰) تأثیر مدیریت آبیاری بر شاخص بهره‌وری آب را بررسی کرده‌اند و تاثیر کم‌آبیاری

در بهبود شاخص بهره‌وری آب را مورد تأکید قرار داده‌اند. Zwart و Bastiaanssen (۲۰۰٤) شاخص بهره‌وری آب در گیاهان مختلف را بررسی قرار داده‌اند و پیشنهاد کرده‌اند که مصرف آب به مقدار کمتر از آنچه که بیشترین عملکرد حاصل می‌شود، ممکن است بالاترین بهره‌وری آب را داشته باشند. بنابرین باتوجه به اهمیت ترویج دانه‌های روغنی در کشور و اهمیت کشت سویا مخصوصاً به عنوان کشت دوم در دشت مغان و وجود کمبود آب در برخی مراحل رشدی آن، تحقیق حاضر به منظور انتخاب رقم مناسب در شرایط کم آبیاری در دشت مغان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی ارقام مختلف سویا از نظر عملکرد، برخی صفات کیفی و بهره‌وری آب مصرفی در شرایط کم آبیاری، آزمایشی در دو سال ۹٤ و ۹۵ در مزرعه شخصی واقع در بخش تازه‌آباد از توابع شهرستان پارس‌آباد از دشت مغان (یکی از قطب‌های مهم کشاورزی کشور واقع در استان اردبیل) انجام شد. محل اجرای آزمایش بین مدارهای ۳۹ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۳۹ درجه و ٤۲ دقیقه عرض شمالی و ٤۷ درجه و ۱۰ دقیقه تا ٤۸ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ارتفاع ۳۲ متر از سطح دریا واقع شده است، از نظر پهنه‌بندی اقلیمی منطقه مورد بررسی دارای اقلیم نیمه خشک است و میانگین بارش سالانه در این منطقه ۲۷۱ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه آن ۱۵ درجه سانتی‌گراد است (وطن‌خواه، ۱۳۸۸). آزمایش در دو سال زراعی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. تیمارهای آزمایش عبارتند از آبیاری در چهار سطح IR1 (۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه سویا)، IR2 (۸۰ درصد نیاز آبی)، IR3 (۷۰ درصد نیاز آبی) و IR4 (۵۰ درصد نیاز آبی) به‌عنوان عامل اصلی و ارقام زودرس سویا شامل (Cul1: ویلیامز، Cul2: رقم M9 و Cul3: رقم زان، Cul مخفف Cultivar) به‌عنوان فاکتور فرعی بودند. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف به طول پنج متر که فاصله ردیف‌ها از همدیگر ٦۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف پنج سانتی‌متر بود. بعد از بلوک‌بندی برای جلوگیری از نشت آب بین کرت‌های اصلی دو متر فاصله گذاشته شد. در این آزمایش بذرهای ارقام مختلف سویا (تهیه شده از شرکت دانه‌های روغنی مغان) به‌صورت دستی در فواصل مذکور در چهارم تیرماه کشت گردیدند (بذور سویا قبل از کشت به کمک محلول ۱۰ درصد آب و شکر با باکتری (*Rhizobium japonicum*) به میزان ۲۵ گرم به ازای ۷ کیلوگرم بذر، آغشته شدند). پیش از اجرای آزمایش، نمونه‌ای مرکب از خاک مزرعه تهیه و برای تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد و بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول۱) و با توجه به نیاز گیاه سویا، ۷۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار (به‌عنوان استارتر)، ۲۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل به خاک اضافه شد. همچنین برای تأمین نیاز کودی پتاسیم؛ نانوکود پتاسیم (K2O ۲۷درصد، به‌میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار) به‌صورت خاک مصرف مورد استفاده قرار گرفت (در هر دوسال زراعی برنامه کودی رعایت شد).

جدول۱. نتایج آزمون خاک مزرعه مورد کشت

سال	عمق cm	EC dS/m	کربن آلی(درصد)	فسفر mg/kg	پتاسیم mg/kg	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
۱۳۹٤	۰-٤۵	۰/٦۲	۱	٤/٦	٤٤۰	٦۵	۱۸	۱۷	رسی
۱۳۹۵	۰-٤۵	۰/٦۳۱	۱/۰۹	٤/٦٦	٤٤۳	٦۵	۱۸	۱۷	رسی

عملیات وجین علف‌های هرز از مرحله آغاز رشدی تا ظهور غلاف‌ها به‌صورت دستی انجام گردید همچنین جهت مدیریت آفات که عمدتاً لارو(ی)های برگ‌خوار و غلاف‌خوار بودند، قبل از گلدهی از سم آوانت و هگزافلومرون بر علیه لاروهای سن اول (به‌صورت مه‌پاشی و به میزان دو لیتر در هکتار، جزء سموم ضدتغذیه‌ای) استفاده گردید.

در این تحقیق فاصله بین آبیاری‌ها متغیر بوده و بر اساس شاخص‌های گیاهی و تبخیر از تشتک، زمان آبیاری تعیین شد. به این منظور داده‌های روزانه تبخیر از تشتک (ETp) واقع در مرکز تحقیقات مغان به دست آمد و طبق رابطه زیر تبخیر و تعرق گیاه سویا (ETc) به صورت روزانه محاسبه شد:

$$ETc= Kc. Kp. ETp \qquad (۱)$$

که در این معادله، Etc: تبخیر و تعرق گیاه، Kc: ضریب گیاهی، Kp و ETp: 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 نیز به کمک نشریه مذکور و با توجه به جدول Doorenbos و Pruitt (۱۹۷۷)، محاسبه شد (بر اساس میانگین روزانه سرعت باد (Km/day) در ارتفاع ۲ متری، میانگین روزانه رطوبت نسبی هوا بر حسب درصد و فاصله تشت از پوشش گیاهی که در این مطالعه ۳۰ متر در نظر گرفته شد و طبق جدول ۰/۶۵ بدست آمد). زمانی که میزان تبخیر و تعرق تجمعی گیاه به میزان آبیاری انجام شده رسید، آبیاری مجدد صورت می‌گرفت. یک روز قبل از هر آبیاری، نمونه خاک مزرعه برداشت و به مدت ۲۴ ساعت در خشک کن در دمای۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و درصد رطوبت آن (θ_s) تعیین و همچنین به کمک نمونه‌برداری، متوسط عمق ریشه گیاه (Z) اندازه‌گیری و سپس با استفاده از رابطه زیر عمق خالص آب آبیاری محاسبه گردید.

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

که در این معادله d_n: میزان خالص آب آبیاری بر حسب سانتی‌متر، θ_{FC}: درصد رطوبت وزنی خاک در نقطه ظرفیت زراعی، θ_s: درصد رطوبت جرمی خاک در هنگام نمونه‌برداری، ρ_b: وزن مخصوص ظاهری خاک مزرعه برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و Z: متوسط عمق ریشه گیاه بر حسب سانتی‌متر(با نمونه‌برداری تخریبی از هر کرت) است. آبیاری با استفاده از پمپ، کنتور، لوله و شیلنگ به صورت یکنواخت انجام 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 عمق ناخالص آبیاری محاسبه و به دست آمد. عمق خالص آبیاری برای تیمارهای ۱۰۰، ۸۰، ۷۰، ۵۰ درصد نیاز آبی سویا به ترتیب برابر با برابر با ۲۸۳/۶، ۱۹۰/۳، ۱۴۲/۳و ۱۳۵/۸ میلی‌متر در هر آبیاری اندازه‌گیری شد (به دلیل شرایط کنترل شده طرح، راندمان آبیاری ۹۰ درصد فرض شد). صفات مورد مطالعه شامل تعداد غلاف در هر بوته، تعداد دانه در هر بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، بیوماس و شاخص برداشت به‌عنوان صفات زراعی و درصد پروتئین و درصد روغن دانه به‌عنوان صفات کیفی بودند. همچنین بهره‌وری آب مصرفی توسط رابطه زیر محاسبه گردید (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵):

$$WP = \frac{Y}{dg} \qquad (۳)$$

در این معادله WP بهره‌وری آب آبیاری، Y عملکرد (کیلوگرم در هکتار) و dg مقدار آب مصرفی (متر مکعب در هکتار). جهت اندازه‌گیری صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد در پایان فصل رشد در هر دو سال زراعی (رطوبت دانه ۱۲درصد) ده بوته به‌طور تصادفی و تخریبی انتخاب و مورد سنجش قرار گرفتند. درصد روغن بذر با استفاده از دستگاه سوکسله (Model No SCMS-F100-

6H) تعیین شد (AOAC, 2000). برای محاسبه درصد پروتئین دانه، ابتدا درصد نیتروژن دانه به روش کجلدال اندازه‌گیری و با ضرب آن در عدد ٦/٢٥ درصد پروتئین دانه محاسبه گردید (AOAC, 2000). داده‌های حاصل از دو سال زراعی توسط نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد

میانگین مربعات به دست آمده از تجزیه واریانس مرکب داده‌های عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب مصرفی ارقام سویا در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج بیانگر این است که عامل اصلی آبیاری بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، شاخص برداشت، بهره‌وری آب مصرفی بر اساس عملکرد دانه، بهره‌وری آب مصرفی بر اساس بیوماس و بهره‌وری آب مصرفی بر اساس روغن دانه در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت. همچنین عامل فرعی رقم نیز بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد و بر بهره‌وری آب مصرفی بر اساس روغن دانه در سطح احتمال پنج درصد تاثیر معنی‌داری را نشان داد. علاوه بر این اثر متقابل عامل‌های آبیاری و رقم بر بسیاری از صفات زراعی به غیر از شاخص برداشت، تعداد دانه در هر بوته و وزن هزاردانه تاثیر معنی‌داری داشت (جدول۲).

جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل کم آبیاری × ارقام سویا (جدول۳) بر برخی صفات زراعی نشان می‌دهد که عملکرد دانه سویا و عملکرد بیولوژیکی با اعمال تنش‌های آبیاری در هر سه رقم نسبت به تیمار آبیاری کامل، کاهش معنی‌داری یافت، به گونه‌ای که با افزایش شدت تنش، مقدار آن‌ها به طور پیوسته کاهش یافت. شایان ذکر است از نظر عملکرد دانه سویا، بین تیمارهای IR4 و IR3 اختلاف معنی‌دار نبود، اما در مورد سایر تیمارها، اختلاف معنی‌دار وجود داشت، به‌طوری‌که بالاترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل مربوط به رقم ویلیامز (٤٠٠٠ کیلوگرم در هکتار) و پایین‌ترین آن مربوط به رقم زان (٥٦٠ کیلوگرم در هکتار) در تیمار IR4 بود. در حالی که در مورد عملکرد بیولوژیکی بین تمامی ارقام بغیر از تیمار IR4 اختلاف معنی‌داری را نشان داد. در کل در تمامی ارقام تنش کمبود آب به طور معنی‌داری سبب کاهش مقدار عملکرد دانه شد، به طوری که بیشترین عملکرد دانه در سه رقم مورد بررسی متعلق به تیمار IR1 و کمترین آن متعلق به تیمارIR4 بود. اکثر محققین با بررسی رژیم‌های مختلف آبیاری دریافته‌اند که، زمانی که تمامی شرایط محیطی از جمله رطوبت قابل دسترس در طول رشد گیاه در حد مطلوب باشد عملکرد قابل قبولی تولید می‌گردد. در تحقیقی که توسط دانشیان و همکاران (۱۳۸۸) انجام شد، با وقوع تنش و اعمال کم آبیاری از عملکرد دانه کاسته شد، به طوری که گیاهان در شرایط تنش متوسط و شدید به ترتیب ۲۹ و ۴۳ درصد عملکرد کمتری نسبت به آبیاری مطلوب داشتند. همچنین بیرانوند و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی رژیم‌های مختلف آبیاری بر ارقام زودرس سویا گزارش کرده‌اند که با کاهش آبیاری از ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به ٤٠ درصد نیاز آبی عملکرد دانه به شدت تقلیل یافت در این تحقیق برترین رقم را از نظر عملکرد دانه رقم M9 گزارش کردند. Sincik و همکاران (۲۰۰۸) نیز در تحقیقی با بررسی تأثیر تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد تبخیر و تعرق گیاه سویا، به این نتیجه رسیدند که عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه با شدت تنش کاهش پیدا کرد.

جدول۲. نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف سویا تحت شرایط کم‌آبیاری در دو سال زراعی

منبع تغییرات	df	عملکرد دانه	تعداد غلاف در هر بوته	تعداد دانه در هر بوته	وزن هزاردانه	بیوماس	شاخص برداشت	WP (عملکرد)	WP (بیوماس)	WP (روغن‌دانه)
سال (y)	۱	۰/۱۶۲^{ns}	۱۵۲۱/۶۸**	۱۲۴۲۹/۳۸**	۱۸۱/۸۹^{ns}	۰/۶۷^{ns}	۱۳/۵۹^{ns}	۰/۰۰۰۸^{ns}	۰/۰۳۳^{ns}	۰/۰۰۰۴^{ns}
تکرار (سال)	۴	۰/۰۲۸	۱۸۹/۱۳	۱۰۱۳/۸۴	۲۲۱۷/۱۱	۰/۱۹	۲۸/۸۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰۱
کم آبیاری (A)	۳	۱۷/۱۶**	۲۷۵۶۵/۴۵**	۷۰۴۶۵/۵۷**	۵۹۰۴۰/۴۷**	۶۲/۷۸**	۲۴۹۶/۹۰**	۰/۴۲**	۱۰/۰۵۶**	۰/۲۲**
سال × کم آبیاری	۳	۰/۱۴۵^{ns}	۸۴۷/۷۱**	۹۲۳/۸۷^{ns}	۱۳۸۱۲/۰۸**	۰/۴۴^{ns}	۱۳۰/۲۸^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۱۸^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}
کم آبیاری × تکرار (سال)	۱۲	۰/۱۳۷	۱۶۴/۵۴	۷۰۰/۴۰	۲۱۹۸/۰۶	۰/۲۸	۵۴/۸۳	۰/۰۲	۰/۰۲۳	۰/۰۱
رقم (B)	۲	۲/۵۳**	۱۵۲/۳۴^{ns}	۷۷/۳۸^{ns}	۴۸۱/۱۱^{ns}	۱۸/۲۱**	۸۹/۰۹^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۱/۵۲۹^{ns}	۰/۱۶*
A× B	۶	۰/۳۸**	۲۸۶/۳۴**	۵۹۲/۲۴^{ns}	۱۳۳۹/۶۰^{ns}	۰/۷۸**	۳۸/۸۱^{ns}	۰/۰۴**	۰/۰۴۷^{ns}	۰/۰۲*
سال × رقم	۲	۱/۳۴**	۴۸/۹۳^{ns}	۴۱۷/۷۲^{ns}	۱۲۸/۹۸^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۴۲۴/۵۱**	۰/۰۹**	۰/۰۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۶**
سال × رقم × کم آبیاری	۶	۰/۰۲^{ns}	۱۴۱/۸۵^{ns}	۱۲۲۲/۳۱^{ns}	۴۲۱/۰۱^{ns}	۰/۲۰^{ns}	۲۸/۴۴^{ns}	۰/۰۱۳^{ns}	۰/۰۱۵^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}
خطا	۳۲	۰/۰۸۲	۷۷/۱۵	۴۰۰	۵۷۶/۵۵۱	۰/۲۳	۴۶	۰/۰۱۲	۰/۰۲۱	۰/۰۱۲
ضریب تغییرات	-	۱۳/۳۹	۱۰/۶۸	۱۱/۵	۹/۷۱	۸/۲۸	۱۲/۱۱	۱۴/۱۴	۹/۶۶	۷/۶

ns، * و ** به‌ترتیب فاقد اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد/ WP= بهره‌وری آب مصرفی.

جدول مقایسه میانگین (جدول۳) نشان می‌دهد که تعداد غلاف در بوته با افزایش شدت تنش در ارقام مختلف کاهش پیدا کرد به‌طوری‌که تمامی ارقام در شرایط آبیاری نرمال بالاترین تعداد غلاف و در تیمارهای IR4 و IR3پایین‌ترین تعدا غلاف را تولید کردند، در این میان رقم زان و ویلیامز در شرایط آبیاری کامل بیشترین تعداد غلاف را تولید کردند.

علت روند کاهشی تعداد غلاف در شرایط تنش کمبود آب را می‌توان به تشکیل تعداد گل و غلاف کمتر و افزایش میزان ریزش گل و غلاف در فواصل زیاد آبیاری و اعمال تنش خشکی نسبت داد. امینی‌فر و همکارن (۱۳۹۰) با بررسی تیمارهای کم آبیاری بر رقم T.215 سویا، کاهش تعداد غلاف در بوته را در سطح تنشی بالا را گزارش کردند و دلیل اصلی را ریزش گل‌ها و متعاقبا غلاف‌ها عنوان کردند (جدول۳).

بررسی بهره‌وری آب بر اساس عملکرد دانه نشان داد که تمامی ارقام با آبیاری بر اساس تیمار IR1 نسبت به دیگر تیمارها بهره‌وری بیشتری را فراهم کرده است و با کاهش مقدار آب مصرفی از بهره‌وری آب نیز کاسته شد (جدول ۳). به‌طوری‌که رقم ویلیامز در شرایط آبیاری کامل به دلیل تولید عملکرد دانه بالا بیشترین میزان بهره‌وری آب مصرفی و ارقام زان و M9 در شرایط و تیمارهای IR4 وIR3 پایین‌ترین میزان بهره‌وری آب مصرفی را تولید کردند.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) می‌توان بیان کرد که با اینکه بهره‌وری آب مصرفی در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه سویا بالاترین مقدار می‌باشد اما در صورت کمبود آبیاری در طول مراحل رشدی گیاه می‌توان با ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه نیز بهره‌وری قابل قبولی را تولید نمود. Gercak و همکاران (۲۰۰۹) طی آزمایشی دو ساله بر روی سویا به منظور صرفه جویی درمصرف آب و افزایش راندمان استفاده از آب و داشتن عملکرد بالاتر با مقدار آب یکسان، تیمار آبیاری ۷۵ درصد آبیاری کامل را پیشنهاد داده‌اند، که این نتیجه با نتایج این تحقیق مشابهت دارد.

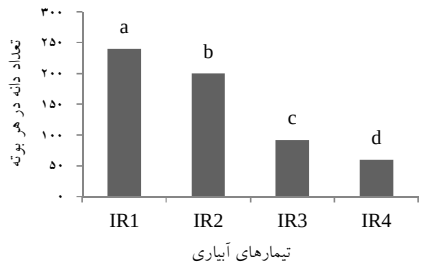
جدول۳. مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام سویا×کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا به همراه آب مصرفی و تغییرات عمق ریشه در هر تیمار

تیمار	تغییرات عمق ریشه (cm)	مقدار آب مصرفی ($m^3. hectar^{-1}$)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد غلاف در هر بوته	بیوماس (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب مصرفی (عملکرد، $kg.m^{-3}$)
IR1Cul1	۲۲/۲۳	٤۱۸۱	٤۰۰۰a	۱۲۷/۳۳a	۸۹۰۰a	۰/۹۵a
IR1Cul2	۲۰	٤۰۲٤	۳۲٦۰b	۱۰۸/٦٦bc	۷۳۰۰b	۰/۸۱b
IR1Cul3	۲۰/۱۵	٤۰۰۰	۳۰۳۰b	۱۱۷/۳۳ab	٦۱۰۰c	۰/۷۵bc
IR2Cul1	۲٤/۵	۳۳٤٤	۲۳۰۰c	۱۱۰d	۵۵۰۰d	۰/٦۸d
IR2Cul2	۲۲	۳۲۱۵	۲۰٦۰d	۹٦e	۵۰۰۰e	۰/٦٤d
IR2Cul3	۲۲	۳۲۰۰	۱٤۰۰e	۹۰ef	٤٤۰۰f	۰/٤۳e
IR3Cul1	۲۷	۲۹۲۰	۱۱۰۰f	۸۸fg	٤۰۰g	۰/۳۷e
IR3Cul2	۲۵	۲۸۱۵	۱۰۳۰f	۷۵h	۳۲۰۰h	۰/۳٦f
IR3Cul3	۲٤	۲۸۰۰	۱۰۰۰f	٦۰i	۲۵۰۰i	۰/۳۵g
IR4Cul1	۲۹	۲۰۹۰	۷۳۰g	٤٤j	۲۰۰۰j	۰/۳٤gh
IR4Cul2	۲٦	۲۰۱۰	٦٦۰g	۳۱k	۱٦٦۰k	۰/۳۲gh
IR4Cul3	۲۵	۲۰۰۰	۵٦۰g	۳۰k	۱٦۵۰K	۰/۲۸h
LSD%	–	–	۲۳۰	۱۱/۲	۳۵۰	۰/۰٦

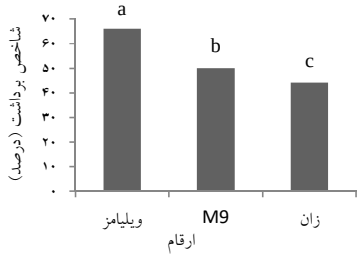
اعدادی که در هر ستون حروف یکسانی دارند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.
IR1= ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، IR2= ۸۰ درصد نیاز آبی، IR3= ۷۰ درصد نیاز آبی، IR4= ۵۰درصد نیاز آبی. Cul1= رقم ویلیامز، Cul2= رقم M9، Cul3= رقم زان.

شکل۱ بیانگر این مطلب است که وزن هزاردانه سویا با اعمال تنش‌های متفاوت پاسخ‌های مختلفی را نشان می‌دهد به‌طوری‌که بالاترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار آبیاری کامل و کمترین آن مربوط به آبیاری بر اساس ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه سویا به دست آمد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌های تعداد دانه در بوته (شکل۲)، بالاترین مقدار آن در تیمار IR1 و کمترین آن در تیمار IR4 به دست آمد. Li و همکاران (۲۰۰٤) با بررسی ارقام تفاوت سویا نتایج مشابهی را گزارش کردند. به نظر می‌رسد در شرایط آبیاری معمولی، تولید ماده خشک گیاه افزایش و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه انتقال و وزن دانه افزایش معنی‌دار می‌یابد. علاوه بر این کاهش وزن دانه در اثر تنش خشکی را می‌توان به ریزش زودتر برگ‌ها و کوتاه شدن دوره تشکیل و پر شدن دانه مرتبط دانست. بیرانوند و همکاران با بررسی تیمارهای مختلف کم‌آبیاری بر سه رقم سویا نتایج مشابهی را گزارش کردند. امینی‌فر و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی هفت رقم سویا تحت تاثیر تیمارهای کم آبیاری نتایج مشابهی را گزارش کردند. شکل‌های۳ و ۴ که مربوط به مقایسه میانگین شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی) می‌باشد نشان‌گر این مطلب است که بالاترین میزان شاخص برداشت در تیمار آبیاری نرمال و همچنین بیشترین آن مربوط به رقم ویلیامز می‌باشد. Sincik و همکاران (2008)؛ امینی‌فر و همکاران (۱۳۹۰) نتایج مشابهی را گزارش کردند. با توجه به شکل۵ که بیانگر مقایسه میانگین بهره‌وری آب مصرفی بر اساس روغن دانه می‌باشد نشان می‌دهد که، با کاهش مصرف آب در هر سه رقم مورد بررسی بهره‌وری آب مصرفی کاهش پیدا می‌کند به‌طوری‌که بیشترین مقدار بهره‌وری آب نسبت به عملکرد روغن مربوط به تیمارهای IR1Cul1 (۰/۲۳) و IR2Cul1 (۰/۱۹) بود. بنابراین نتایج نشان می‌دهد که رقم ویلیامز در آبیاری نرمال و کم‌آبیاری (۸۰ درصد نیاز آبی) عملکرد روغن قابل قبولی را تولید می‌کند. این نتایج با یافته‌های احمدپور و همکارن (۱۳۹۵)، مطابقت نشان داد.

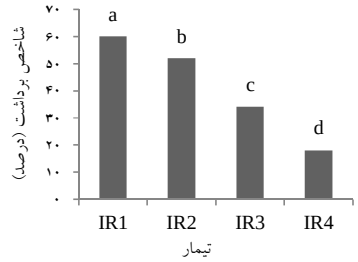
شکل۱. نتایج مقایسه میانگین وزن هزاردانه (گرم) تحت تیمارهای کم‌آبیاری



شکل۲. نتایج مقایسه میانگین تعداد دانه در هر بوته تحت تیمارهای کم‌آبیاری



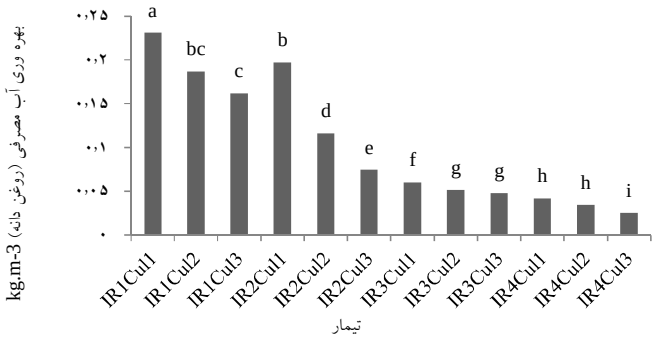
شکل۳. نتایج مقایسه میانگین شاخص برداشت (درصد) در ارقام متفاوت سویا



شکل٤. نتایج مقایسه میانگین شاخص برداشت (درصد) تحت تیمارهای کم‌آبیاری

اعدادی که در هر ستون حروف یکسانی دارند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

IR1= ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، IR2= ۸۰ درصد نیاز آبی، IR3= ۷۰ درصد نیاز آبی، IR4= ۵۰ درصد نیاز آبی



شکل۵. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام سویا ×کم آبیاری بر بهره وری آب مصرفی بر اساس روغن دانه

اعدادی که در هر ستون حروف یکسانی دارند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

IR1= ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، IR2= ۸۰ درصد نیاز آبی، IR3= ۷۰ درصد نیاز آبی، IR4= ۵۰درصد نیاز آبی. Cul1= رقم ویلیامز، Cul2= رقم M9، Cul3= رقم زان

صفات کیفی

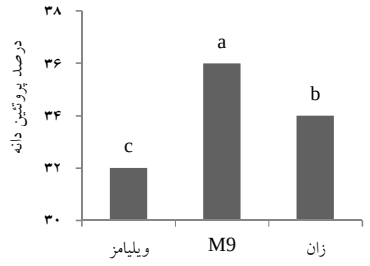
نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های صفات کیفی (جدول٤) نشان می‌دهد که تاثیر عامل اصلی آبیاری و عامل فرعی رقم بر درصد پروتئین دانه سویا و درصد روغن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین تاثیر برهمکنش عامل‌های کم آبیاری×رقم بر درصد روغن دانه معنی‌دار به دست آمد (جدول٤).

جدول٤. نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات کیفی ارقام سویا تحت شرایط کم‌آبیاری در دو سال زراعی

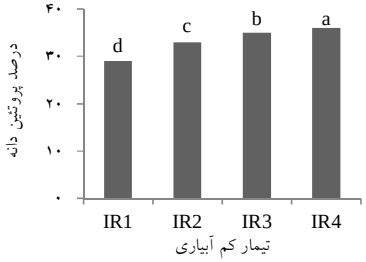
منبع تغییرات	df	درصد پروتئین دانه	درصد روغن دانه
سال (y)	۱	۰/٤٤^{ns}	۳/٦۹**
تکرار (سال)	٤	۱۳/۸۹	۸/٤۲
کم آبیاری (A)	۳	۱۹٤/٥**	۲۰۷/۱۷**
سال × کم آبیاری	۳	۲/۲۸^{ns}	۷/۰٥**
کم آبیاری × تکرار (سال)	۱۲	۲/۸۷	٤/٤۳
رقم (B)	۲	٦٥/۰۷**	۱۲۲/۱۷**
A× B	٦	٤/۹٥^{ns}	٥/۹۲**
سال × رقم	۲	۱/۲۰^{ns}	۲/۲۹**
سال × رقم × کم آبیاری	٦	۲/۰۱^{ns}	۰/۲٥^{ns}
خطا	۳۲	۲/۷۹	۰/٥٥
ضریب تغییرات	–	٤/۹۲	۳/۷۹

ns، * و ** به‌ترتیب فاقد اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

نتایج مقایسه میانگین داده‌های درصد پروتئین دانه سویا تحت تیمار اصلی آبیاری (شکل۷) نشان داد که تنها صفتی بود که در شرایط کم‌آبیاری نسبت به شرایط آبیاری نرمال افزایش پیدا کردند. همچنین شکل٦ نشان می‌دهد که بالاترین میزان درصد پروتئین دانه مربوط به رقم M9 و کمترین مربوط به رقم ویلیامز بود. نتایج این آزمایش با نتایج کارگر و همکاران (۱۳۸۳)؛ دانشیان و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت داشت و آن‌ها بیان کردند که در شرایط تنش کم‌آبی با کوچک شدن اندازه دانه، پروتئین حجم بیش‌تری از فضای دانه را نسبت به شرایط غیر تنش اشغال می‌نمایند. نتایج مقایسه میانگین داده‌های درصد روغن دانه سویا (شکل۸) نشان دادند که میزان آن در شرایط تنش کمبود آب، نسبت به آبیاری نرمال تقلیل پیدا کرد به‌طوری‌که ارقام در شرایط تیمارهای IR4 و IR3 کمترین درصد روغن دانه را تولید کردند که بین این تیمارها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در مورد درصد روغن دانه بر خلاف نتایج اکثر محققین میزان آن در شرایط آبیاری کامل در تمامی ارقام مورد بررسی بالاتر از تیمارهای کم آبیاری بود. بیرانوند و همکاران (۱۳۹۲) و بابازاده و همکارن (۱۳۸۹) با بررسی ارقام مختلف سویا تحت شرایط کم آبیاری نتایج مشابهی را گزارش کردند، آن‌ها بیان کردند که کاهش میزان روغن در تیمارهای تحت تنش به دلیل عدم رشد کامل دانه‌ها در این تیمارها می‌باشد.



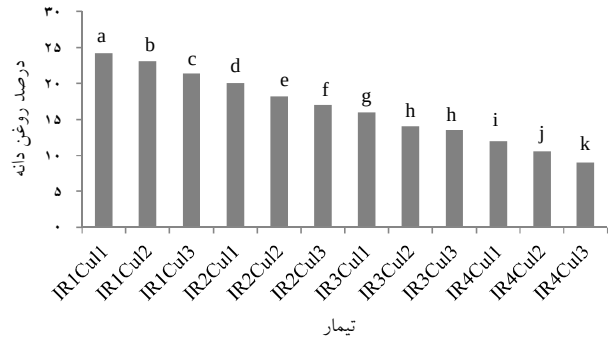
شکل٦. نتایج مقایسه میانگین درصد پروتئین در ارقام متفاوت سویا



شکل۷. نتایج مقایسه میانگین درصد پروتئین تحت تیمارهای کم آبیاری

اعدادی که در هر ستون حروف یکسانی دارند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ٥ درصد ندارند.

IR1= ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، IR2= ۸۰ درصد نیاز آبی، IR3= ۷۰ درصد نیاز آبی، IR4= ٥۰ درصد نیاز آبی.



شکل۸. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام سویا×کم آبیاری بر درصد روغن دانه

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش می‌توان اظهار داشت که تنش کم‌آبی در هر سه رقم بر روی تمامی صفات مورد بررسی تأثیرگذار بود. به‌طوری‌که بالاترین مقادیر عملکرد دانه و اجزای عملکرد، درصد روغن دانه و بهره‌وری آب مصرفی، تماماً در شرایط آبیاری نرمال در رقم ویلیامز به‌دست آمدند. علاوه بر این، پایین‌ترین مقادیر این صفات تماماً در رقم زان در شرایط تیمارهای IR4, IR3 به دست آمدند. بر خلاف تمامی صفات مورد بررسی بالاترین مقادیر درصد پروتئین دانه در تیمارهای تنش (IR4, IR3) در رقم‌های مورد بررسی بودند. در مورد بهره‌وری آب مصرفی (بر اساس عملکرد دانه و روغن دانه) با اینکه میزان آن در آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بالاترین مقدار در رقم ویلیامز به دست آمد، اما در ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه بهره‌وری آب مصرفی قابل قبولی در رقم ویلیامز به ویژه در مورد عملکرد روغن دانه مشاهده گردید. بنابراین به‌منظور بهبود استفاده بهتر از عوامل محیطی به ویژه رطوبت قابل استفاده کاشت رقم مناسب بر اساس تیپ رشد بایستی انتخاب گردد. به‌طوری‌که در شرایط دشت مغان با توجه به نتایج دو سال تحقیق رقم ویلیامز مقاوم‌ترین رقم و رقم زان حساس‌ترین رقم به کم‌آبیاری بودند.

منابع مورد استفاده

احمدپور، ع.، فرهادی، ب. و قبادی، م. ۱۳۹۵. بررسی اثرات کم آبیاری بر روند رشد و خصوصیات کمی و کیفی ذرت دانه¬ای در کرمانشاه. نشریه حفاظت منابع آب و خاک. ٦(۳): ۱۱۱-۹۹.

امینی¬فر، ج.، بیگلویی، م. ح.، محسن آبادی، غ. و سمیع زاده، ح. ۱۳۹۰. تأثیر کم¬آبیاری بر عملکرد و بهره¬وری آب در هفت رقم سویا در منطقه رشت. نشریه دانش آب و خاک. ۲۱(٤). ۹۱-۸۱.

امینی¬فر، ج.، محسن¬آبادی، غ.، بیگلویی، م.ح. و سمیع-زاده، ح. ۱۳۹۰. تأثیر کم¬آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره¬وری آب رقمT.215 سویا ۳(۱۱): ۳٤-۲٤.

بابازاده، ح.، سرائی تبریزی، م.، پارسی نژاد، م. و س. ع. مدرس ثانوی. ۱۳۸۹ . بررسی برخی صفات کیفی و کمی سویا در شرایط تنش آبی. مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۲٤ (۲): ۱۰۹-۹۹.

بیرانوند، م.ش.، برومند نسب، س.، ملکی، ع. دانشور، م. ۱۳۹۲. تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و برخی صفات دانه سه رقم سویا در منطقه خرم آباد. علوم و مهندسی آبیاری (مجله-ی علمی کشاورزی)، ۳۸(۳): ۲۱-۱۳.

خواجه¬پور م ر، ۱۳۸٦ . گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ۵۸۲ صفحه.

دانشیان، ج.، نورمحمدی، ق. و جنوبی، پ. ۱۳۸۱. بررسی واکنش سویا به تنش خشکی و مقادیر مختلف فسفر، هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، ایران، ٤-۲ شهریور.

دانشیان، ج.، هادی، ح. و پ. جنوبی. ۱۳۸۸. ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ های سویا در شرایط تنش کم¬آبی. مجله علوم زراعی ایران ، ۱۱(٤): ٤۰۹-۳۹۳.

سپاسخواه، ع.ر.، توکلی، ع.ر. و موسوی س.ف. ۱۳۸۵ . اصول و کاربرد کم آبیاری. تهران: انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۲٤۹ صفحه.

کارگر، م.ع.، قنادها، م.ر.، بزرگی پور، ر.، خواجه احمد عطاری، ا..ع. و بابایی، ح. ۱۳۸۳. ارزیابی شاخص¬های تحمل به تنش خشکی در تعدادی از ژنوتیپ های سویا در شرایط آبیاری محدود. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۵(۱): ۱٤۲-۱۲۹.

وطن‌خواه سادات، ا. ۱۳۸۸. امکان سنجی اقلیمی کشت مرکبات در پارس آباد مغان، پایان نامه کارشناسی ارشد از دانشگاه آزاد واحد اهر، ۲۱۰ صفحه.

A.O.A.C. 2000. Association of Official Agricultural Chemists, Official and Tentative Methods of Analysis, 2nd Ed.,Washington, DC, USA.

Board, J.E. 2002. A regression model to predict soybean cultivar yield performance soybean cultivar yield performance at late planting dates. Agronomy Journal, 94 (9):483-492.

Demirtas, C., Yazgan, S., Candogan, B. N., Sincik, M., Büyükcangaz, H. and Göksoy, A. T. 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.

Dennis, B.E. and Bruening W.P. 2000. Potential of early maturing soybean cultivars in late plantings. Agronomy Journal, 92 (8):532-537.

Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1977. Crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24, FAO, Rome, 154 pp.

Gercak, S., Boydak, E., Okant, M. and M. Dikilitas. 2009. Water pillow irrigation compared to furrow irrigation for soybean production in a semi-arid area. Agricultural Water Management, 96: 87-92.

Kang, S., Shi, W. and Zhang, J. 2000. Improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. Field Crop Research, 67 (4): 207-214.

Khaksar, K., Badruj. H., Hamidi, A. and Shiranirad, A.H. 2012. Effects of drought stress and normal irrigation based on emergence and establishment of spring variety of rapeseed. Journal of Crop Production, 4(4):40-54 .

Kirnak, H., Dogan, E. and Turkoglu, H. 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.

Li, F.M., Wang, P., Wang J. and Xu, J. Z. 2004. Effects of irrigation before sowing and plastic film mulching on yield and water uptake of spring wheat in semi-arid Loess Plateau of China. Agricultural and Water Management, 67(2):77–88.

Liagat, A. and Darbandi, S. 2000. Explain of water deficit. 2 th Conference and workshop of water deficit. 11-14 .

Ober, E.S. and Sharp, R.E. 2003. Electrophysiological responses of maize roots to low water potentials: relationship to growth and ABA accumulation. Journal of Experimental Botany, 54(7): 813-824.

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

Siskani, A., Seghatoleslami, M.J. and Moosavi G.R. 2015 Effect of Deficit Irrigation and Nano Fertilizers on Yield and some Morphological Traits of Cotton. Biological Forum – An International Journal, 7(1): 1710-1715 .

Yahyaie, S.R. 2009. The effect of different irrigation on yield and yield components of soybean. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 3(4). 82-95 .

Zhang, M., Duan, L., Tian, X.Z. Li, H. Wang, B. and Li, Z. 2006. Uniconazole-induced tolerance of soybean to water deficit stress in relation to changes in photosynthesis, hormones and antioxidant system. Journal of Plant Physiology, 164 (6): 709-717.

Zwart, S.J. and Bastiaanssen, W.G.M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton, and maize. Agricultural Water Management, 69 (7): 115-133.

ISSN 2251-7480

Study the effect of deficit irrigation on yield, quality characteristics and water use efficiency of three cultivars of soybean in Moghan plain

Abasalt Rostami Ajirloo [1*], Mohammad Reza Asgharipour[2], Ahmad Ghanbari[3], Mahdi Joudi[4] and Mahmood Khoramivafa[5]

1*) Ph.D. Student of Agroecology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
Corresponding author email: abasat.rostami@yahoo.com
2) Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
3) Professor, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
4) Associate Professor, Faculty of Moghan Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
5) Assistant Professor, Campus of Agriculture and Natural Recourses, University of Razi, Kermanshah, Iran

Received: 22-04-2017 Accepted: 10-09-2017

Abstract

Water deficit is the main factor that limit growth of plants, so achieving optimal performance under water deficit condition requires the selection of a suitable variety is due to the circumstances of each region. According to this, an experiment was conducted in a split plot arrangement based on randomized complete block design with three replications on soybean in Moghan plain at 2015 and 2016 years. Main-plots were Normal irrigation (IR1), 80 percent of full irrigation (IR2), 70 percent of full irrigation (IR3) and 50 percent of full irrigation (IR4) respectively, Cultivars included Williams (Cul1), M9 (Cul2) and Zan (Cul3) as a sub-plot. The results of comparing the means of data demonstrated that deficit irrigation decreased yield, yield components, percentage of seed oil of all cultivars. Also, the highest its characteristics (yield 4000 kg/hectare, Number of pods per plant 127.33, Number of seeds per plant 240, 1000 seeds weigh 300 gr, biomass 8900 kg/hectare, percentage of seed protein 25.3, WUE (yield) 0.95 and WUE (grain oil) 0.23 $kg.m^{-3}$) observed in Williams cultivar under normal irrigation and the lowest values for these traits were obtained in Zan cultivar at IR3 and IR4 treatments. Also, the lowest protein content obtained in normal irrigation in the Williams cultivar and the highest that observed in the M9 cultivar at treatment IR4, respectively. Therefore, in order to this results Williams was the best cultivar under normal irrigation and water deficit conditions about yield and M9 was the sensitive variety to the deficit irrigation in Moghan Plain.

Keywords: growth stages, soybean, water use efficiency, water deficit