نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هفتم، شماره ۱(۲۵)، ۱۳۹۲، صفحه ۷۰-۵۷

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک سه رقم سویا (*Glycine max*)

نسرین رزمی[1*]، جعفر ایران‌نژاد[2]، حسن خانزاده [1] و بیتا سهیلی مقدم[1]

چکیده

انجام این آزمایش با هدف تعیین اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک سه رقم سویا در طی سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ بود که به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان) اجرا شد. چهار رژیم آبیاری I_1، I_2، I_3 و I_4 به ترتیب آبیاری پس از ۶۰، ۱۰۰، ۱۴۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک تبخیر کلاس A درکرت اصلی و ۳ رقم سویا شامل L17، ویلیامز و لینفورد در کرت فرعی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که با افزایش فواصل آبیاری از I_1 به I_4 طول دوره رشد، ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد گره‌ها، میان‌گره‌ها و تعداد شاخه‌های فرعی و همچنین صفات فیزیولوژیکی مانند محتوی نسبی آب برگ‌ها و میزان کلروفیل برگ‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافتند، به‌طوری‌که میزان شاخص سطح برگ از ۴/۹۴ در تیمار I_1 به ۳/۷۰ در تیمار I_4 رسید، ارتفاع بوته ارقام سویا در تیمار I_4 نسبت به تیمار I_1 حدود ۲۱ درصد کاهش یافت، در حالی‌که میزان پرولین محلول در برگ‌ها و هدایت الکتریکی سلول‌های برگ افزایش معنی‌داری داشتند. در این آزمایش ارقام سویا از نظر صفات رویشی و فیزیولوژیکی تفاوت آماری معنی‌دار داشتند. رقم ویلیامز بیشترین تعداد گره (۱۵/۵ عدد) و لاین L17 بیشترین فاصله میان‌گره (۴/۹۵ سانتی‌متر) را به خود اختصاص دادند. بیشترین میزان پرولین و محتوی نسبی آب برگ به ترتیب معادل ۶۵/۶ میکرومول بر وزن تر و ۶۷/۵۶ درصد متعلق به رقم لینفورد بود. اثر متقابل تیمار آبیاری و رقم بر ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ و میزان پرولین معنی‌دار بودند. در رقم لینفورد افزایش میزان پرولین موجب افزایش تحمل کم آبی و حفظ شاخص سطح برگ و ارتفاع بوته در شرایط تنش کم آبیاری نسبت به دو رقم دیگر شد.

واژگان کلیدی: ارقام سویا، خصوصیات رویشی، رژیم‌های آبیاری، صفات فیزیولوژیک.

۱- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل
۲- کارشناس ارشد زراعت، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
* نگارنده‌ی مسئول

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۱
تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۸

nasrinrazmi@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سویا با نام علمی *Glycine max (L.) merr* از تیره لگومینوز، یک‌ساله، روز کوتاه، خودگشن با ۵ درصد دگرگشنی، و با دوازده گروه رسیدگی با ۴۰-۳۶ درصد پروتئین و ۲۲-۱۹ درصد روغن یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی می‌باشد (Daneshian *et al*., 2009). کمبود آب، انتقال گیاه سویا را از مرحله رویشی به زایشی تسریع می‌کند، ظهور گره‌ها به تاخیر می‌افتد و تعداد گره کمتری تولید می‌شود، مرحله پر شدن دانه در گیاهان در شرایط کمبود آب کوتاه‌تر شده و منجر به پیری زودرس می‌گردد (Desclux *et al*., 2000). مطابق گزارش آنسارت و همکاران (Ansart *et al*., 2000) افزایش دور آبیاری منجر به کاهش معنی‌دار صفات روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف در هر گیاه و وزن تک بوته شد. ابراهیم و کاندیل(Ibrahim and Kandil, 2007) با مطالعه فواصل آبیاری (۷، ۱۴ و ۲۱ روز) درگیاه سویا نتیجه گرفتند که افزایش فواصل آبیاری موجب کاهش طول دوره رشد، ارتفاع گیاه و وزن خشک بوته شد. بجاج و همکارن (Bajaj *et al*., 2008) گزارش کردند که کمبود آب آبیاری منجر به کاهش معنی‌داری در تعداد گره در گیاه سویا می‌شود. دانشیان و همکاران(Daneshian *et al*., 2009) نتیجه گرفتند که ارتفاع بوته تحت تاثیر تعداد گره در ساقه سویا قرار می‌گیرد و با کاهش تعداد گره، ارتفاع بوته نیز کاهش می‌یابد. کمبود آب علاوه بر کاهش توسعه برگ می‌تواند از طریق ریزش برگ‌ها در طول مراحل مختلف رشد بر شاخص سطح برگ موثر باشد، به‌طورکلی، تنش آب از طریق کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش قابلیت هدایت روزنه‌ای، کاهش در آبگیری کلروپلاست و سایر بخش‌های پروتوپلاسم، کاهش سنتز پروتئین و کلروفیل سبب کاهش فرایند فتوسنتز می‌گردد. تنش آب به‌طور مستقیم می‌تواند بر فرآیندهای بیوشیمیایی مربوط به فتوسنتز اثر گذاشته و به طور غیرمستقیم ورود دی اکسیدکربن به داخل روزنه‌ها را کاهش دهد. انتقال مواد فتوسنتزی تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد. اشباع برگ‌ها با این مواد، فتوسنتز را محدود نموده و باعث کاهش رشد و عملکرد دانه در گیاه سویا می‌شود (Amooaghaie, 2011). گزارش‌های متعددی درباره افزایش میزان پرولین آزاد در گیاه سویا در شرایط تنش خشکی توسط محققین ارایه شده است. برخی علت افزایش این ماده را نتیجه تخریب پروتئین‌ها ذکر کرده‌اند (Creelman *et al*., 1990). در مورد اثر افزایش پرولین بر عملکردهای مختلف سلولی نظریات گوناگونی مطرح شده است. مارل و بیروتی (Marrel and Beyrouty, 1992) نتیجه گرفتند که پرولین از طریق حفظ ظرفیت آبگیری در سیتوپلاسم سلول موجب حفظ ماکرومولکول‌ها از جمله آنزیم‌ها شده و از تشکیل اشکال نامطلوب و یا قطعه قطعه شدن آنها جلوگیری می‌کند.

واکنش گیاه به تنش خشکی به ماهیت کمبود آب وابسته است و می‌تواند به صورت پاسخ‌های فیزیولوژیک کوتاه مدت یا بلند مدت باشد. تغییرات محتوای رطوبتی برگ و غلظت کلروفیل a و b به‌عنوان یک واکنش کوتاه مدت به تنش و شاخصی از توان حفظ قدرت منبع در شرایط تنش خشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. پایداری غشاء نیز به عنوان ابزاری در جهت اندازه‌گیری میزان مقاومت در برابر تنش‌های محیطی و از جمله خشکی مطرح می‌باشد (Saneoka *et al*., 2004). مطابق گزارش ما و همکاران (Ma *et al*., 1995) در سویا همبستگی مثبت بین شدت فتوسنتز و میزان کلروفیل و پروتئین‌های محلول برگ وجود دارد. محتوای کلروفیل برگ‌ها یکی از عوامل کلیدی در تعیین

Archive of SID

www.SID.ir

سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک می‌باشد. تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار مقدار کلروفیل a در مراحل خوشه رفتن و ۲۰ روز پس از گلدهی در گندم شد، اما تأثیر آن بر مقدار کلروفیل b فقط در مرحله خوشه‌دهی معنی‌دار بود. در این بررسی، تنش خشکی باعث افزایش میزان کلروفیل برگ پرچم در مرحله گلدهی در مقایسه با شرایط بدون تنش در گندم شد (Ghosh *et al*., 2004). تنش خشکی موجب افزایش میزان نسخه‌برداری از ژن‌های اکسید کننده و تخریب دیواره سلولی می‌شود (Niakan and Ghorbanli, 2007). اثر کمبود آب بر رشد رویشی گیاه به شدت تنش و مرحله رشد گیاه بستگی دارد. تنش خشکی سبب کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی، وزن خشک گیاه، تعداد برگ در بوته و شاخص سطح برگ می‌گردد. کاهش فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز، انتقال، جذب و تنفس موجب کاهش رشد در گیاه سویا می‌شود (Desclux *et al*., 2000). تنظیم اسمزی از طریق جذب یون‌های معدنی و تجمع آنها در اندام‌های هوایی و یا از طریق سنتز زیاد مواد محلول که به عنوان اسمولیت عمل می‌کند، انجام می‌شود. نوع ماده محلول در گونه‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت است (Ingram and Bartles, 1996). تغییر در جریان یونی در حد چند دقیقه ایجاد می‌شود در حالی‌که سنتز بیوشیمیایی اسمولیت‌ها در طی چند ساعت و یا چند روز پس از تنش صورت می‌گیرد. خشکی نه تنها رشد و نمو گیاهان را کاهش می‌دهد، بلکه موجب تغییر در مسیر برخی از فرایندهای متابولیسمی نیز می‌گردد. این تغییرات می‌تواند گیاه را در مقابل تنش مقاوم سازد (Amooaghaie, 2011). واکنش گیاهان به کمبود آب بسته به شدت و طول مدت کاهش رطوبت در گونه‌های مختلف و مراحل رشد و نمو متفاوت است، بنابراین شناخت واکنش‌های مختلف گیاهان به کمبود آب برای شناسایی گیاهان متحمل به کم آبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

هدف از این آزمایش مطالعه برخی صفات رویشی، فیزیولوژیکی و بررسی مکانیسم‌های تحمل به خشکی ارقام سویا در رژیم‌های آبیاری مختلف بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در دو سال زراعی ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ به صورت کرت‌های خرد شده (اسپیلت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان) اجرا شد. این منطقه با ارتفاع ۶۰ متر از سطح دریا در عرض جغرافیایی ۳۷/۴۸ شمالی و طول جغرافیایی ۴۶/۱۹ شرقی واقع شده است. خاک دشت مغان از نوع تیول‌های آهکی با رنگ قهوه‌ای الوان تا قهوه‌ای خاکستری می‌باشد. بر اساس آمار هواشناسی بلند مدت، تعداد روزهای کاملاً ابری حدود ۱۰۰ روز، میانگین دمای سالانه ۲۳/۵ درجه سلسیوس و گرم‌ترین ماه سال مرداد ماه با ۲۷ درجه سلسیوس و سردترین ماه سال بهمن ماه با ۴ درجه سلسیوس و متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر در سال می‌باشد، حداکثر میزان بارندگی در طی دو سال اجرای آزمایش در آبان ماه سال ۱۳۸۸ و حدود ۶۳/۱ میلی‌متر اتفاق افتاد (جدول ۱)، که مصادف با اتمام دوره رشد ارقام سویا بود و اختلالی در نتایج آزمایش حاصل نشد.

عامل اصلی چهار رژیم آبیاری شامل I_1، I_2، I_3 و I_4 به‌ترتیب آبیاری پس از۶۰، ۱۰۰، ۱۴۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک تبخیر کلاس A بود. تیمار اول I_1 بر اساس نیاز آبی سویا (Yahyayi *et al*., 2006) و تیمارهای بعدی به منظور مطالعه اثرات تنش کم آبی بر برخی خصوصیات رویشی و فیزیولوژیکی ارقام سویا انتخاب شد. عامل فرعی ۳ رقم برتر سویا شامل ویلیامز (رقم مورد کشت در

Archive of SID

www.SID.ir

منطقه و شاهد آزمایش) و لینفورد (رقم جدید و متحمل به خشکی) و L17 (رقم برتر سویا از نظر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه و روغن) انتخاب شدند. بر اساس تیمارهای اعمال شده میزان آب مورد نیاز با توجه به رطوبت خاک در روز قبل از آبیاری و وزن مخصوص ظاهری خاک و درصد رطوبت وزنی در حالت ظرفیت زراعی و عمق توسعه ریشه، محاسبه و دراختیار گیاه قرار گرفت.

برای اندازه گیری پرولین از روش بیتس و همکاران (Bates *et al.*, 1973) استفاده شد. میزان کلروفیل برگ‌ها در طرفین رگبرگ اصلی برگ‌های تک برگچه گره اول و هر سه برگچه برگ‌های سه برگچه‌ای در سه نقطه در مرحله شروع غلاف‌دهی (R3) با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر SPAD502 مدل Minolta ژاپن اندازه‌گیری شد (Netto *et al.*, 2005).

محتوی نسبی رطوبت برگ (RWC) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Tayebimeigooni *et al.*, 2012)

RWC= FW-DW\ TW-DW

که در این رابطه Fw, DW ,Tw به ترتیب وزن تر، وزن خشک و وزن آماس برگ می‌باشد. برای اندازه‌گیری پایداری غشای سیتوپلاسمی از دستگاه تعیین هدایت الکتریکی (EC سنج) استفاده شد.

جهت اندازه‌گیری شاخص سطح برگ، برگ‌های موجود در نیم متر مربع از هر کرت فرعی با احتساب حاشیه در مرحله ۵۰ درصد گلدهی از بوته جدا و مساحت آنها با استفاده از دستگاه سطح سنج LI-COR 3100 اندازه‌گیری شد. در طول آزمایش صفات فنوتیپی مانند زمان شروع گلدهی، طول دوره گلدهی و زمان رسیدگی فیزیولوژیکی یادداشت برداری گردید. صفات ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک، تعداد شاخه فرعی، تعداد گره و فاصله میان‌گره‌ها در ۱۰ بوته تصادفی از هر کرت فرعی با احتساب حاشیه اندازه‌گیری شد. داده‌ها با نرم افزار MSTATC تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت. برای رسم شکل‌ها از برنامه رایانه‌ای Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

صفات رویشی

تاثیر سال بر تعداد روز تا گلدهی و طول دوره رشد ارقام سویا معنی‌دار نبود (جدول ۲). میانگین دما و سایر شرایط آب و هوایی در دو سال در طی ماه‌های رشد سویا در منطقه مغان (اوایل تیرماه تا اواسط آبان ماه) تقریباً مشابه بود (جدول ۱). در نتیجه تاثیر متقابل سال و رژیم آبیاری بر بیشتر صفات مورفولوژیک و فنولوژیک معنی‌دار نشد (جدول ۲).

تاثیر رژیم آبیاری بر تعداد روز تا گلدهی در سطح احتمال ۵ درصد و بر تعداد روز تا رسیدگی ارقام سویا در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش فواصل آبیاری تعداد روز تا گلدهی و طول دوره رشد ارقام سویا به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که طول دوره رشد از ۱۱۷/۱ روز در تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر به ۱۰۸/۲ روز در تیمار آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر رسید (جدول ۳). از آنجا که میانگین دما در طی ماه‌های رشد سویا در منطقه در طی دو سال آزمایش تقریباً مشابه بود اثر سال و اثر متقابل سال و رژیم آبیاری بر طول دوره رشد معنی‌دار نبود (جداول ۱ و ۲). ارقام سویا از نظر طول دوره رشد در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند. بیشترین طول دوره رشد مربوط به رقم لینفورد (۱۲۰/۳ روز) و کمترین میزان آن متعلق به واریته L17 (۱۱۲/۴ روز) بود (جداول ۲ و۳). کاهش طول

Archive of SID

www.SID.ir

دوره رشد در اثر تنش کم آبی یکی از مکانیسم‌های گیاه در جهت کاهش تاثیر تنش خشکی می‌باشد و بسیاری از محققین در گزارش‌های خود به این نکته اشاره کرده‌اند (Galves and Igor, 2005; Kumudini *et al*., 2002).

اثر رژیم آبیاری بر میانگین ارتفاع بوته از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در سطح اول آبیاری I_1 (۷۹/۲۲ سانتی‌متر) و کمترین میزان آن در سطح چهارم آبیاری I_4 (۶۱/۶۹ سانتی‌متر) تولید شد. مطابق نتایج آزمایش دانشیان و همکاران (Daneshian *et al*., 2011) با افـزایش فـواصل آبیاری از ۵۰ به ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک تبخیر کلاس A ارتفاع ارقام سویا از ۷۸/۱۲ سانتی‌متر به ۴۵/۷ سانتی‌متر کاهش یافت. بجاج و همکاران (Bajaj *et al*., 2008) و دسکلوکس و همکاران (Desclaux *et al*., 2000) نیز نتایج مشابهی در مورد کاهش ارتفاع بوته بر اثر کمبود آب مصرفی گزارش نمودند. ارتفاع بوته رقم لینفورد نسبت به دو رقم ویلیامز و L17 بیشتر بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری در رقم (شکل ۱) نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در سطح آبیاری I_1 و مربوط به رقم لینفورد بود. در این سطح از آبیاری ویلیامز ارتفاع بیشتری نسبت به L17 داشت در حالی‌که در تیمارهای آبیاری I_2 و I_3 ارتفاع رقم L17 بیشتر از رقم ویلیامز بود. ارتفاع بوته سویا در زمان تنش شاخص مناسبی برای پیش بینی تحمل ارقام به کم آبی گزارش شده است (Sween *et al*., 2003). بین عملکرد سویا در زمان تنش و ارتفاع بوته، همبستگی ژنتیکی مثبت وجود دارد و ارقام سویا که در شرایط تنش خشکی ارتفاع خود را حفظ کردند کاهش عملکرد کمتری داشتند (Kumudini *et al*., 2002).

اثر تیمارهای آبیاری بر ارتفاع اولین غلاف تولید شده از سطح خاک در سطح احتمال آماری ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش تنش کم آبیاری میزان ارتفاع اولین غلاف از ۱۶/۹۲ سانتی‌متر در تیمار I_1 به ۱۴/۳ در تیمار I_4 کاهش یافت (جدول ۳). میرآخوری و همکاران (Mirakhori *et al*., 2009) با مطالعه رقم L17 گزارش کردند که کمبود آب بر ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین تفاوت معنی‌داری نداشت، در حالی‌که در بررسی دانشیان و همکاران (Daneshian *et al*., 2009) اختلاف ارتفاع اولین غلاف، در رژیم‌های مختلف آبیاری معنی‌دار بود. تاثیر تیمار آبیاری بر تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. با افزایش دور آبیاری و کاهش میزان آب مصرفی تعداد شاخه‌های فرعی در هر بوته کاهش یافت و از۱/۶ شاخه فرعی در هر بوته در تیمار I_1 به ۱/۳۵ عدد در تیمار I_4 رسید، بیشترین تعداد شاخه فرعی در رقم لینفورد بدون اختلاف معنی‌دار با رقم ویلیامز تولید شد (جداول ۲ و۳). مراحل تشکیل گل و غلاف در ساقه‌های اصلی و فرعی متفاوت بوده و احتمال دارد غلاف‌های سـاقه اصـلی نسبت به غلاف‌های ساقه فرعی به میزان بیشتری تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار گیرند. در این شرایط، بیشتر بودن تعداد شاخه فرعی می‌تواند موجب افزایش عملکرد گردد (Abayomi, 2008).

تعداد گره در ساقه نشان‌دهنده میزان رشد طولی گیاه می‌باشد. در شرایط کمبود آب مواد فتوسنتزی کمتری به وسیله گیاه سویا تولید شده و موجب کاهش رشد رویشی می‌گردد. با افزایش تنش کم آبی، تعداد گره در ساقه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و در تیمار آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر به کمترین میزان (۱۳/۱۷ عدد) رسید. دو رقم لینفورد و ویلیامز تعداد گره در ساقه بیشتری نسبت به رقم L17 داشتند (جدول ۳). تاثیر تیمار آبیاری بر

Archive of SID

www.SID.ir

فاصله میان‌گره‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲) و با افزایش دور آبیاری از تیمار آبیاری I_1 به I_4 میانگین فاصله میان‌گره‌ها کاهش یافت. ارقام مورد مطالعه نیز از نظر تعداد گره و فاصله میان‌گره‌ها اختلاف آماری معنی‌دار داشتند. رقم L17 تعداد گره کمتری و فاصله میان‌گره بیشتری نسبت به رقم ویلیامز داشت (جدول ۳). تاثیر تیمارهای آبیاری و رقم بر شاخص سطح برگ از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش فواصل آبیاری از تیمار I_1 به I_4، شاخص سطح برگ ارقام سویا تحت تاثیر تنش کم آبی از ۴/۹۴ در تیمار اول آبیاری به ۳/۷۰ در تیمار چهارم آبیاری رسید. ارقام نیز از نظر شاخص سطح برگ با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌دار داشتند. بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به رقم ویلیامز به میزان ۵/۱۴ و کمترین آن مربوط به رقم L17 به میزان ۳/۶۵ بود (جدول ۳). رشد بوته سویا رابطه مستقیم با سطح برگ دارد و کمبود آب در اوایل فصل به دلیل جلوگیری از افزایش سطح برگ، رشد سویا را کاهش می‌دهد. اثر متقابل رژیم آبیاری و رقم بر شاخص سطح برگ در شکل ۲ نشان داده شده است. شیب تند تغییرات شاخص سطح برگ در ارقام لینفورد و L17 در تیمار I_4 موجب معنی‌دار شدن این اثر متقابل شد. کومودینی و همکاران (Kumudini *et al*., 2002) در مقایسه واریته‌های قدیمی سویا با عملکرد پایین و واریته‌های جدید سویا با عملکرد بالا گزارش کردند که واریته‌های جدید سویا به علت داشتن دوام برگ طولانی در مرحله پر شدن غلاف و تجمع بیشتر ماده خشک در طول این مرحله عملکرد دانه بیشتری تولید کردند.

صفات فیزیولوژیک

تاثیر تیمارهای آبیاری بر میزان پرولین محلول در برگ و محتوی کلروفیل برگ‌ها از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). با افزایش فواصل آبیاری از تیمار I_1 به I_4 میزان پرولین محلول در برگ افزایش یافت، به‌طوری‌که از ۵۵/۶ میکرومول برگرم وزن تر در تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر به ۷۲/۴ میکرومول بر گرم وزن تر نمونه در تیمار آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر رسید. ارقام سویا از نظر میزان پرولین محلول در برگ در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت آماری داشتند. بیشترین میزان پرولین مربوط به رقم لینفورد به میزان ۶۵/۶ میکرومول بر گرم وزن تر بود. ارقام ویلیامز و L17 نیز از نظر میزان پرولین در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۵).

پرولین یکی از مهم‌ترین موادی است که در گیاهان برای مقابله با انواع تنش‌های محیطی تجمع می‌یابد (Hieng *et al*., 2004). در گیاه سویا افزایش تنش، موجب سنتز پرولین در برگ‌ها می‌شود. استراب و همکاران (Straub *et al*., 1997) با قرار دادن ارقام سویا در شرایط تنش خشکی مشاهده کردند در پتانسیل ۰/۵- مگاپاسکال میزان پرولین ۱۳۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری در رقم نشان داد که افزایش میزان پرولین ارقام سویا در رژیم‌های آبیاری متفاوت می‌باشد. شیب تند تغییرات میزان پرولین در رقم لینفورد باعث معنی‌دار شدن این اثر متقابل شد (شکل ۳). بیشترین میزان کلروفیل (۴۶/۹ میکروگرم بر گرم) در تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین میزان (۳۶/۲ میکروگرم بر گرم) در تیمار آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر مشاهده شد (جدول ۵). تاثیر تیمارهای آبیاری بر محتوی رطوبت نسبی برگ (RWC) و میزان هدایت الکتریکی (EC) از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین وکمترین محتوی رطوبت نسبی برگ به ترتیب در تیمار آبیاری

Archive of SID

www.SID.ir

پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر و به میزان ۷۱/۵۷ درصد و در تیمار آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر و به میزان ۶۴/۸۸ درصد مشاهده شد. در این آزمایش بیشترین درصد محتوی نسبی آب برگ متعلق به رقم لینفورد و معادل ۶۷/۶۵ درصد بود (جدول ۵). پورموسوی و همکاران (Poormosavi *et al*., 2006) گزارش کردند ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش خشکی پتانسیل آب خود را حفظ کرده و محتوی نسبی آب برگ بالاتری دارند، تحمل به خشکی بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشته وعملکرد بالاتری تولید می‌کنند.

در شرایط تنش خشکی، غشای سیتوپلاسمی آسیب پذیر شده و محتویات سلولی به بیرون تراوش می‌کند. مقدار این خسارت با اندازه‌گیری نشت یونی و هدایت الکتریکی قابل برآورد می‌باشد. با افزایش فواصل آبیاری از تیمار I_1 به I_4 میزان هدایت الکتریکی نمونه‌ها افزایش یافت و در تیمار آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر به بیشترین میزان (۱۱/۲ میلی‌موس بر سانتی‌متر) رسید (جدول ۵). افزایش یون‌های محلول، باعث افزایش هدایت الکتریکی می‌گردد. قندها و یون پتاسیم از مواد اسمزی موثر درگیاه سویا می‌باشد که افزایش شدت تنش خشکی بر مقدار آنها می‌افزاید. افزایش یون‌ها در برگ‌های تحت تنش ممکن است به دلیل افزایش جذب، کاهش انتقال و یا تغییرات ناهماهنگ رشد دربخش‌های مختلف باشد (Ishibashi and Brye, 2008). عموآقایی (Amooagaie, 2011) در بررسی‌های خود نشان داد که با افزایش میزان تنش خشکی از ۰/۱- تا ۰/۷- بار، میزان ترشح الکترولیت‌ها از ۲۲/۳ درصد به ۶۹/۸ درصد در گیاهچه‌های ۱۵ روزه سویا رقم DPX افزایش یافت.

ارقام سویا از نظر هدایت الکتریکی در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول ۴). رقم L17 با ۱۱/۲۱ میلی‌موس بر سانتی‌متر بیشترین میزان هدایت الکتریکی را به خود اختصاص داد. ویلیامز و لینفورد از لحاظ EC در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵).

نتیجه‌گیری کلی

با افزایش فواصل آبیاری از I_1 به I_4 طول دوره رشد، ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد گره‌ها، میان‌گره‌ها و تعداد شاخه‌های فرعی و همچنین صفات فیزیولوژیکی مانند محتوی نسبی آب برگ‌ها و میزان کلروفیل برگ‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که میزان شاخص سطح برگ از ۴/۹۴ در تیمار I_1 به ۳/۷۰ در تیمار I_4 رسید، ارتفاع بوته ارقام سویا در تیمار I_4 نسبت به تیمار I_1 حدود ۲۱ درصد کاهش یافت، در حالی‌که میزان پرولین محلول در برگ‌ها و هدایت الکتریکی سلول‌های برگ افزایش معنی‌داری داشتند. در این آزمایش ارقام سویا از نظر صفات رویشی و فیزیولوژیکی تفاوت آماری معنی‌دار داشتند. رقم ویلیامز بیشترین تعداد گره (۱۵/۵ عدد) و لاین L17 بیشترین فاصله میان‌گره (۴/۹۵ سانتی‌متر) را به خود اختصاص دادند. بیشترین میزان پرولین و محتوی نسبی آب برگ به ترتیب معادل ۶۵/۶ میکرومول بر وزن تر و ۶۷/۵۶ درصد متعلق به رقم لینفورد بود. اثر متقابل تیمار آبیاری و رقم از نظر شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و میزان پرولین محلول معنی‌دار بود، در رقم لینفورد افزایش میزان پرولین موجب حفظ شاخص سطح برگ و ارتفاع بوته در شرایط تنش کم آبیاری نسبت به دو رقم دیگر شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک شهرستان پارس آباد در ماه‌های رشد سویا در دو سال زراعی (۱۳۸۸ و ۱۳۸۹).

Table 1- Meteorological data of two cropping seasons (2009 and 2010) in Parsabad synoptic situation

ماه Month	بارندگی Rainfall (mm)		میانگین دما Mean Temp. (°c)		میانگین دمای ماکزیمم Max. mean Temp.		میانگین دمای مینیمم Min. mean Temp.		رطوبت نسبی RH (%)		ساعات آفتابی Sunny hours	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
May	30.3	9.0	24.7	22.7	31.8	29.1	17.6	16.3	0.62	0.63	286.7	281.0
June	15.0	29.1	25.4	25.8	31.4	31.8	19.4	19.9	0.64	0.64	238.0	285.2
July	3.3	0.0	27.5	27.9	34.5	34.3	20.5	21.4	0.59	0.60	310.6	290.0
August	0.7	2.6	25.5	25.2	31.3	31.3	19.7	19.4	0.67	0.65	262.1	202.4
September	4.6	47.2	18.1	17.7	24.9	21.7	12.6	13.7	0.68	0.75	191.7	137.0
October	33.7	19.9	11.5	11.3	16.8	15.2	7.8	7.4	0.74	0.77	132.4	120.0
November	63.1	15.3	5.3	6.6	9.4	10.8	1.5	2.5	0.78	0.80	106.3	114.0

جدول۲- تجزیه واریانس مرکب برخی صفات مورفولوژیک ارقام سویا در دو سال زراعی ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹.

Table 2- Combined analysis of variance in some morphologic characteristics of soybean cultivars during 2009 and 2010

منابع تغییرات	S.O.V	درجه آزادی df	روز تا گلدهی Day to flowering	روز تا رسیدگی Day to maturity	شاخص سطح برگ LAI	ارتفاع بوته Height of plant	ارتفاع اولین غلاف Height of the first pod	تعداد شاخه فرعی No. Branches	تعداد گره No. Knot	فاصله میانگره ها Internodes
سال Year (Y)		1	316.2 ns	250.6 ns	23.6 ns	100.9 ns	42.6 ns	0.392 ns	367.52 ns	19.82 ns
خطای ۱	Error1	4	79.8	228.9	4.8	174.83	200.5	0.160	178.29	7.35
رژیم آبیاری(I)	Irrigation regimes	3	341.8 *	4050.0 **	19.5 **	578.9 **	* 188.6	2.049 *	286.02 *	14.85 *
سال× رژیم آبیاری	Y× I	3	118.5 ns	823.7 ns	5.6 ns	58.2 ns	45.9 ns	1.132 ns	113.05 ns	13.72 *
خطای۲	Error 2	12	95.6	908.7	2.3	95.1	35.6	0.462	67.06	3.92
رقم	Cultivar (C)	2	199.5 *	1726.3 *	4.5 **	265.8 *	90.6 *	0.670 *	159.67 *	2.85 *
سال× رقم	Y×C	2	162.3 ns	593.4 ns	0.72 ns	165.6 ns	31.8 ns	0.152 *	102.55 ns	0.91 ns
رژیم آبیاری × رقم	I× C	6	110.6 ns	662.6 ns	1.8 *	217.2 *	65.2 ns	0.469 ns	76.22 ns	2.73 *
سال × رژیم آبیاری × رقم	Y× I× C	6	25.6 ns	490.0 ns	0.39 ns	99.5 ns	16.7 ns	0.928 ns	59.65 ns	0.65 ns
خطا	Error	32	59.4	475.3	0.75	79.3	27.4	0.202	47.58	0.78
ضریب تغییرات	CV(%)		15.12	19.10	19.63	8.90	5.20	14.13	21.80	17.71

ns ، ** و * به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

ns , *, ** : non significant , significant at 5% and 1 % levels of probability, respectively

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین رژیم های آبیاری و ارقام سویا بر برخی صفات مورفولوژیک

Table 3- Mean comparison of irrigation regimes and cultivars in some morphologic characteristics

	تیمار Treatment	روز تا گلدهی Day to flowering	روز تا رسیدگی Day to Maturity	شاخص سطح برگ LAI	ارتفاع بوته Plant Height (cm)	ارتفاع اولین غلاف The first pod Height (cm)	تعداد شاخه فرعی No. Branches	تعداد گره ساقه No. Stem Knot	فاصله میانگره ها Internodes (cm)
	Irrigation Regime					رژیم آبیاری			
I_1	آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر	54.6 a	117.1 a	4.94 a	79.22 a	16.92 a	1.60 ab	14.93 a	5.32 a
I_2	آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر	53.0 a	115.3 ab	4.59 ab	75.47 b	16.0 ab	1.80 a	14.63 ab	5.16 ab
I_3	آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر	48.1 b	114.2 b	4.26 b	73.76 b	15.1 bc	1.44 bc	14.77 ab	4.92ab
I_4	آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر	47.9 b	108.1 c	3.70 c	61.69 c	14.3 c	1.35 c	13.17 b	4.51 b
	Cultivars					ارقام			
	Williams	51.5 b	118.1 a	5.14 a	69.5 b	14.1 b	1.52 ab	15.5 a	4.10 b
	L17	48.0 c	112.4 b	3.65 c	68.6 b	15.2 ab	1.20 b	14.3 b	4.95 a
	Linford	55.7 a	120.3 a	4.35 b	79.8 a	16.6 a	1.64 a	15.1 a	5.21 a

اعداد در هر گروه و هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند.

Means followed by the same letter(s) in each grope and column, are not significantly different at 5%l level of probability- using Duncan's Multiple Range Test

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- تجزیه واریانس برخی صفات فیزیولوژیک ارقام سویا

Table 4- Variance analysis of some physiologic characters of soybean cultivars

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	هدایت الکتریکی EC	میزان کلروفیل Chlorophyll	میزان پرولین Proline	محتوای نسبی آب برگ RWC
Replication	تکرار	2	10.5	165.2	184.4	61.09
Irrigation	رژیم آبیاری (I)	3	16.2*	225.4*	970.6*	159.3*
Error1	اشتباه۱	6	3.2	47.1	160.3	28.32
Cultivar (C)	رقم	2	9.3*	8.22^{ns}	670.6*	0.361^{ns}
I× C	آبیاری در رقم	6	2.4^{ns}	25.6^{ns}	377.8*	51.54^{ns}
Error	اشتباه	16	2.2	30.4	91.4	18.67
CV(%)	ضریب تغییرات		13.6	13.67	15.62	6.47

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

ns, *, **: non significant, significant at 5% and 1 % levels of probability, respectively

جدول ۵- مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری و ارقام بر صفات فیزیولوژیک

Table 5- Mean comparison of irrigation regimes and cultivars on physiological characteristics

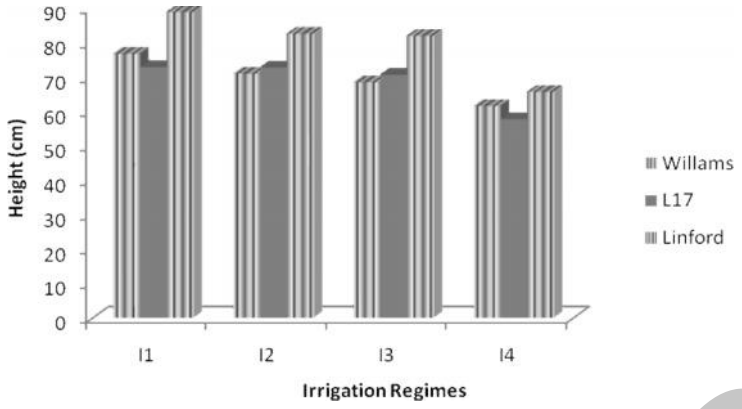
تیمار Treatment		هدایت الکتریکی EC (Milimous/cm)	کلروفیل Chlorophyll (µg/g)	پرولین Proline (µmol/ F.W)	محتوای نسبی آب برگ RWC(%)
Irrigation Regimes	رژیم آبیاری				
I_1	آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر	10.86 b	46.90 a	55.6 d	71.57 a
I_2	آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر	1067 b	40.50 bc	57.7 cd	67.77 b
I_3	آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر	10.70 b	37.71 cd	59.1 bc	67.00 b
I_4	آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر	11.20 a	36.20 d	72.4 a	64.88 c
Cultivars	ارقام				
Williams		10.82 b	40.57 a	60.47 b	67.15 a
L17		11.21 a	39.36 a	59.1. b	65.25 b
Linford		10.64 b	40.93 a	65.6 a	67.56 a

اعداد در هر گروه و هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند.

Means followed by the same letter(s) in each grope and column, are not significantly different at 5%l level of probability-using Duncan's Multiple Range Test.

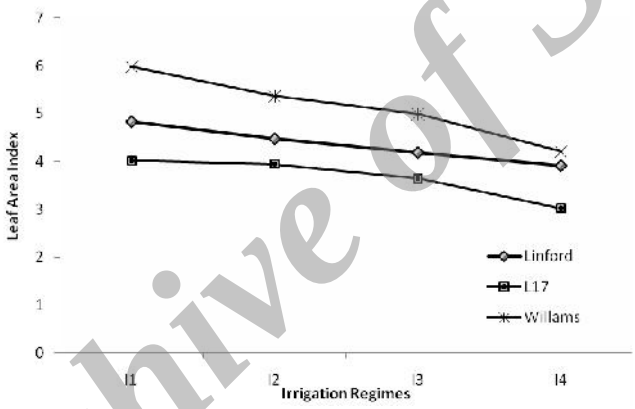
Archive of SID

www.SID.ir



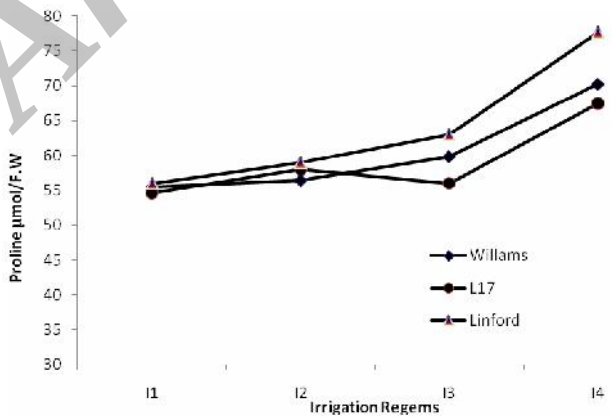
شکل ۱- ترکیب تیماری رژیم آبیاری و رقم بر میانگین ارتفاع ارقام سویا

Figure 1- Treatment combination of interaction effect of irrigation regimes × soybean cultivars on plant height



شکل ۲- اثر متقابل رژیم آبیاری و ارقام سویا بر شاخص سطح برگ

Figure 2- Means of interaction effect of irrigation regimes × soybean cultivars on leaf area Index



شکل ۳- اثر متقابل رژیم آبیاری و ارقام سویا بر میزان تولید اسید آمینه پرولین (میکرومول بر وزن تر)

Figure 3- Means of interaction effect of irrigation regimes × soybean cultivars on rate of proline

Archive of SID

www.SID.ir

References منابع مورد استفاده

- Abayomi, Y.A. 2008. Comparative growth and grain yield response of early and late soybean maturity gropes to induced soil moisture stress at different growth stages. World *Journal Agriculture Science.* 4(1): 71-78.
- Amooaghaie, R. 2011. Role of polyamines in the tolerance of soybean to water deficit stress. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 80: 498-502.
- Ansart, A.H., A. A.Kakar, A.B. Tareen, A.R. Barecht, and G.M. Kaker. 2000. Planting pattern and irrigation level effects on growth, yield components and seed yield of soybean. *Pakistan Journal Agriculture Science*. 370(2): 61-64.
- Bajaj, S., P. Chen, D.E. Longer, A. Shi, T. Ishibashi, and K.R. Brye. 2008. Irrigation and planting date effects on seed yield and agronomic traits of early-maturing soybean. *Journal of Crop Improvement*. 22(1): 47-65.
- Bates, L.S., R.W. Waldern, and L.D. Treare. 1973. Rapid determinatation of free proline for stress. *Plant and Soil*. 39(3): 205-207.
- Creelman, R.A., H.S. Mason, R.J. Bensen, J.S. Boyer, and J.E. Mullet. 1990. Water deficits and abscise acid cause differential inhibition of shoot versus root growth in soybean seedlings. *Plant Physiology*. 214: 92-105.
- Daneshian, J., H. Hamed, and P. Jonobi. 2009. Study of quantitative and quality characteristics of soybean genotypes in deficit irrigation conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 11(4): 393-409. (In Persian).
- Daneshian, J., P. Jonoubi, and D. Barari Tari. 2011. Investigation of water deficit stress on agronomical traits of soybean cultivars in temperate climate. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 75: 778-785.
- Desclaux, D., T.T. Huynh, and P. Roumet. 2000. Identification of soybean characteristics that indicate the timing of drought stress. *Crop Science*. 40: 716-722.
- Galves, L.M., and A. Igor. 2005. Evidence for carbon flux short age and strong carbon\nitrogen interaction in nodules at early stage of water stress. *Journal Experiment Botany*. 65: 2551-2561.
- Ghosh, P.K., K.K. Ajay, M.C. Bandyopadhyay, K.G. Manna, A.K. Mandal, and K.M. Hati. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphor compost and fertilizer-NPK on three cropping system in vertisoils of semi-arid tropics. Π. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. *Bio Resource Technology*. 95: 85-93.
- Hieng, B., K. Ugrinovi, J. Utar-Vozli, and M. Kidri. 2004. Different classes of proteases are involved in the response to drought of *Phaseolus vulgarise* L. cultivars differencing in sensitivity. *Journal of Plant Physiology*. 161: 519-530.
- Ibrahim, S.A., and H. Kandil. 2007. Growth yield and Chemical constituents of soybean as affect by plant spacing under different irrigation intervals. *Research Journal Agriculture and Biology Science*. 3(6): 657-663.

Archive of SID

www.SID.ir

- Ingram, J., and D. Bartles. 1996. The molecular basis of dehydration tolerance in plants. *Plant Physiology*. 47: 377- 403.
- Ishibashi, A.T., and K.R. Brye. 2008. Irrigation and planting date effects on seed yield and agronomic traits of early-maturing soybean. *Journal Crop Improvement*. 22(1)47-65.
- Kumudini, S., D.I. Hume, and G. Chu. 2002. Genetic improvement in short-season soybean (nitrogen accumulation remobilization and partitioning). *Crop Science*. 42: 141-145.
- Ma, B.L., M.J. Morrison, and H.D. Voldeng. 1995. Leaf greenness and photosynthetic rates in soybean. *Crop Science*. 35: 1411-1414.
- Marrel, J.N., and C.A. Beyrouty. 1992. Response of soybean growth to root and canopy competition. *Crop Science*. 32: 797-8001.
- Mirakhori, M., F. Paknejad, F. Moradi, M. Ardakani, H. Zahedi, and P. Nazeri. 2009. Effect of drought stress and methanol on yield and yield components of soybean max (L17). *American Journal Biochemistry and Biotechnology*. 5(4): 162-169.
- Netto, A.T., E. Campostrini, J. Gonçalves de Oliveira, and R.E. Bressan-Smith. 2005. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*. 104: 199-209.
- Niakan, M., and M. Ghorbanli. 2007. The effect of drought stress on growth parameters, photosynthetic factors, content of protein, Na and K in shoot and root in two soybean cultivars. *Botanical Journal of Iran*. 8(1): 17-29. (In Persian).
- Poormosavi, S., M. Golvi, J. Daneshian, A. Ganbari, and N.A. Basirani. 2006. The effect of drought stress and animal manure on water content, cell membrane stability and Leaf contain chlorophyll. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 14(2): 57-71. (In Persian).
- Saneoka, H., R.E.A. Moghaieb, G.S. Premachandra, and K. Fujita. 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in *Agrostis palustris* Huds. *Environmental and Experimental Botany*. 52:131–138.
- Straub, P.F., G. Shearer, P.H.S. Reynolds, S.A. Sawyer, and D.H. Kohl. 1997. Effect of disabling bacteroid proline catabolism on the response of soybeans to repeated drought stress. *Journal Experimental Botany*. 48(6): 1299-1307
- Sween, D.W., J.H. Long, and M.B. Kirkham. 2003. A signal irrigation to improve early maturing soybean, yield and quality. *Soil Science American Journal.* 167: 235-240.
- Tayebimeigooni, A., Y. Awang, M. Mahmood, A. Selamat, and Z. Waheb. 2012. Leaf water status, proline content, lipid proxidation and accumulation of hydrogen proxide in *Brassica Alboglabra*. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 10(2): 371-374
- Yahyayi, S.G.R. 2006. The effects of different irrigations on the yield and yield components of limited and unlimited growth of soybean cultivars. *Journal of Agric. Science and Nat. Res*. 14(5): 29-37. (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir