مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰

مجله پژوهش‌های به زراعی

بررسی کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر ویژگی های کمی، کیفی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی سویا در شرایط تنش خشکی

حمید رضا توحیدی مقدم[1*] ، امیرحسین مظاهری[2]

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت، ورامین، ایران
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین، ایران

تاریخ دریافت :۹۰/۹/۱۱ تاریخ پذیرش :۹۱/۱/۱۷

چکیده

به منظور بررسی اثر کود دامی و سوپرجاذب در شرایط تنش خشکی بر ویژگی های کمی و کیفی گیاه سویا آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی و درسه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل عامل آبیاری در دو سطح (آبیاری معمول و قطع آبیاری از مرحله تشکیل غلاف)، عامل دوم کود دامی در سه سطح (عدم مصرف، ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار کود دامی) و عامل سوم سوپرجاذب در دو سطح (عدم مصرف و مصرف سوپرجاذب) بود. عامل آبیاری در کرت اصلی و عوامل کود دامی و سوپرجاذب به صورت فاکتوریل در داخل کرت های فرعی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عامل آبیاری تأثیر معنی‌داری برعملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و آنزیم های آنتی اکسیدانت داشت. اثر متقابل سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپرجاذب نیز تأثیر معنی‌داری بر کلروفیل a، a+b، آنزیم‌های آنتی اکسیدانت، هدایت الکتریکی برگ، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک داشت. در شرایط تنش خشکی، تمام ویژگی‌های گیاه تحت تأثیر قرار گرفت و در مقایسه با شرایط آبیاری معمول کاهش یافت. در وضعیت تنش کم آبی، ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه کاهش یافت در حالیکه ویژگی‌های بیوشیمیایی آن افزایش نشان داد. نتایج نشان داد که تنش کم آبی در حالی که فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت را بالا می برد، باعث کاهش عملکرد دانه و هدایت الکتریکی برگ می شود. در مقابل کاربرد سوپرجاذب و کود دامی تأثیر مثبتی بر عملکرد دانه و بهبود هدایت الکتریکی برگ داشته است. نتایج نشان داد زمانی که گیاهان به طور کامل آبیاری شوند، سوپر جاذب و کود دامی (۳۰ تن در هکتار) باعث افزایش عملکرد دانه می شوند. کاربرد سوپرجاذب در شرایط تنش کم آبی نسبت به شرایط آبیاری مطلوب تأثیرگذارتر بود. در نهایت می توان به این نتیجه رسید که سوپرجاذب و کود دامی می توانند باعث بهبود شرایط رشد گیاه سویا در شرایط تنش کم آبی شوند.

واژه‌های کلیدی: آنزیم های آنتی اکسیدان، صفات فیزیولوژیکی، تنش خشکی، سوپرجاذب

* نگارنده مسئول (hamid_tohidi2008@yahoo.com)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سویا(*Glycine max* L.) گیاهی یکساله و خزنده است که جز دانه های روغنی محسوب می گردد. از این رو دانه های روغنی چه در کلبه های روستایی و چه در هتل های بین المللی نقش مهمی در برنامه غذایی انسان دارند و از محصولات با ارزش صادراتی محسوب می شوند (رستگار، ۱۳۸۴). کشور ایران جز مناطق گرم و خشک طبقه بندی شده و لذا افزایش عملکرد سویا مستلزم انتخاب ارقام مقاوم با شرایط کم آبی است. برخلاف جانوران، گیاهان به علت حضور ثابت در یک مکان، ناچار به تحمل تنش های محیطی نظیر خشکی، شوری، سرما و غیره هستند. از سوی دیگر تنش های محیطی از مهمترین عوامل تعیین کننده الگوی پراکنش گیاهان در سطح جهان می باشند.

محققان، متوسط کاهش عملکرد سالانه در اثر تنش خشکی را در جهان در حدود ۱۷٪ ذکر کرده اند که تا بیش از ۷۰٪ در سال نیز می‌تواند افزایش یابد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). تنش به شرایطی گفته می شود که سبب کاهش عملکرد از حداکثر مورد نظر شود و یا به عبارتی دیگر به هر عاملی که سبب شود گیاه به اندازه پتانسیل ژنتیکی خود رشد نکند، تنش اطلاق می‌شود (Levit، 1980). همچنین تنش کمبود آب به شرایطی اطلاق می گردد که در آن سلول ها و بافت ها در وضعیتی قرار گرفته اند که آماس آنها کامل نیست. به عبارت ساده تر، کمبود آب یا تنش آب زمانی اتفاق می افتد که میزان تعرق بیش از مقدار جذب آب باشد (علیزاده، ۱۳۸۷). بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که با افزایش میزان تنش خشکی و شوری، کلروفیل a , b و مجموع کلروفیل a و b روند نزولی و کاروتن تا حدودی روند صعودی داشته و بعد کاهش خواهد یافت. خشکی و شوری باعث پیری زودرس در گیاهان، شکسته شدن کلروپلاست‌ها و کاهش میزان کلروفیل می‌گردند. گیاهانی که حساسیت بیشتری به تنش شوری و خشکی دارند، کمپلکس پروتئین، کلروفیل و لیپید آنها ناپایدارتر است و در اثر این تنش‌ها، پلاستیدهای جدید، کلروفیل a , b و کاروتن آنها کاهش میابد (Lawlor & Leach، 1985). در یک بررسی صورت گرفته اثر تنش خشکی بر روی فتوسنتز ایزولاین هایی از سویا که در مرحله غلاف دهی مورد تنش واقع شده بودند، بررسی گردید و دریافتند که فتوسنتز ظاهری نسبت به تنش خشکی در مرحله غلاف دهی حساستر از مرحله گل دهی است (Ghorashy *et al*., 1971). آزمایشات صورت گرفته نشان داد که در صورت تغذیه گیاهچه‌های نیزار با کود نیتروژنه، تنش خشکی باعث افزایش پایداری غشاء سلول در مقایسه با حالت عدم تنش می‌شود، ولی چنانچه از کود نیتروژنه استفاده نشود، اعمال تنش خشکی باعث کاهش پایداری دیواره‌های سلولی می‌گردد (Saneoka *et al* ., 2004). محققان نتیجه گرفته‌اند که کمبود آب در بسیاری از مراحل نمو سویا، عملکرد را کاهش می دهد. اما اثرات منفی تنش در طی گل‌دهی، تشکیل بذر و پر شدن دانه بسیار مهم است (Doss, 1974). طی یک بررسی مشخص شد چنانچه گیاه سویا در مرحله گل‌دهی سه تا چهار هفته تحت شرایط خشکی قرار بگیرد، غلاف‌ها تشکیل نمی‌شوند و یا خیلی کم تشکیل می‌شوند. تنش در طی گل‌دهی (مرحله R_2)، طول دوره گل‌دهی را کوتاه می‌نماید. تنش در طی رشد سریع غلاف، تعداد دانه در هر غلاف و اندازه بذر را کاهش می‌دهد. در مرحله R_5 دانه‌ها سریع پر می‌شوند و تقاضا برای رطوبت زیاد می‌باشد. سرعت رشد بذر در غلاف‌های جوان می تواند به علت تنش کمبود رطوبتی، درجه حرارت‌های بالا و یا هر دو شدیداً

Archive of SID

www.SID.ir

کند شود. رطوبت خاک در این مرحله برای به دست آوردن وزن بالای بذر و نتیجتاً عملکردهای بالای دانه فوق‌العاده بحرانی می‌باشد. تنش در این مرحله موجب کوچک شدن و در نتیجه کاهش وزن بذر می‌شود (Palmer *et al*, 1995). با اعمال تنش خشکی در طی سه مرحله (V_1)، گل‌دهی (R_2) و پر شدن غلاف (R_4) در سویا نتیجه گرفتند که تعداد غلاف و وزن بذر از اجزای عملکرد بودند که خیلی تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفتند و تعداد بذر در هر غلاف، کمتر تحت تأثیر تنش قرار گرفته بود. آنها نشان دادند که خشکی در طی مرحله زایشی از زمان گل‌دهی تا پر شدن غلاف نسبت به رویداد تنش در مراحل اولیه خیلی مضر بوده و مرحله زایشی نسبت به مرحله رویشی خیلی حساس به خشکی می‌باشد (Vieira *et al*., 1992). پژوهش ها نشان می‌دهد که تنش خشکی در طی دوره پر شدن دانه در سویا، کاهش معنی‌داری را (از ۳۲٪ تا ۴۲٪) در عملکرد موجب می‌شود. آنها اظهار داشتند که تنش خشکی در طی نمو بذر عملکرد را کاهش داده، دوره پرشدن دانه را کوتاه نموده و اندازه نهایی بذر را کم می‌کند (Vieira *et al*., 1992). در یک آزمایش صورت گرفته در مورد سویا مشخص شد که تنش کم آبی سبب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد سویا شد (Lovelli *et al*., 2007). در یک تحقیق صورت گرفته در مورد سویا مشخص گردید که اگر قبل از مرحله شروع پر شدن دانه ها تنش خشکی مرتفع شود، فتوسنتز بازیابی شده و در ادامه رشد، دانه های باقی مانده به نمو خود ادامه داده و اندازه مناسب خود را به دست می آورند (Patterson *et al* ., 1979). طی یک تحقیق انجام پذیرفته مشخص گردید که تنش کم آبی در مرحله ساقه دهی و گل دهی باعث کاهش چشمگیر تعداد خورجین در شاخه های اصلی گیاه کلزا شد (Wright *et al*., 2006). سوپراکسید دیسموتاز (SOD) برای زنده بودن و فعالیت ارگانیزم‌های حیاتی، عاملی مهم به حساب می‌آید. این متالوآنزیم، رادیکال‌های سمی را که دائماً به عنوان محصولات هوازی شکل می‌گیرد، جمع‌آوری می‌کند (Asuda & Takashi, 1987). مطالعات صورت گرفته بر روی دو رقم حساس گوجه‌فرنگی (RT, KK) و دو رقم مقاوم گوجه‌فرنگی (TM, VF) در شرایط تنش خشکی، نشان داد که در اثر تنش آب، فعالیت آنزیم SOD در تمام ارقام افزایش می‌یابد، اما در ارقام مقاوم، میزان فعالیت این آنزیم بیشتر و سریعتر از ارقام حساس گزارش شد (Semironff, 1998). در رابطه با آنزیم کاتالاز بررسی‌ها نشان می دهد که این آنزیم در سلول‌های گیاهی در اندامک‌هایی همچون میتوکندری، پراکسی زوم و گلی اکسی زوم وجود دارد که از یون‌های فلزی به عنوان کوفاکتور استفاده می‌کند (شافعی، ۱۳۸۳). نتایج یک تحقیق نشان داد که فعالیت آنزیم کاتالاز تحت تأثیر تنش خشکی نسبت به شاهد به طرز معنی‌داری افزایش میابد و تعیین سطح فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت را میتوان به عنوان یک پارامتر جهت تعیین گونه‌های مقاوم به خشکی در سورگوم علوفه‌ای معرفی نمود (ساعی و همکاران، ۱۳۸۴). گلوتاتیون پر اکسیداز کاهش پر اکسید هیدروژن را با استفاده از گلوتاتیون احیا شده کاتالاز می کند. بنابراین سلول ها را در برابر آسیب های ناشی از اکسایش حفظ می کند (شافعی، ۱۳۸۳). در یک تحقیق صورت گرفته نشان داده شد که فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در آفتابگردان تحت اعمال تنش خشکی نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری می‌یابد (شکروی، ۱۳۸۳).

Archive of SID

www.SID.ir

Tohidimoghadam *et al* (2009) گزارش نمودند که تحمل خشکی گونه ها در واکنش به خشکی سبب افزایش فعالیت های آنزیم های آنتی اکسیدان می شود. نتیجه تحقیقات آنها نشان داد که میزان فعالیت سه آنزیم آنتی اکسیدانت سوپر اکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پر اکسیداز و کاتالاز در گیاه سویای تحت تنش خشکی افزایش یافت. مطالعات متعدد نشان داد که تحمل خشکی گونه ها در واکنش به تنش خشکی باعث افزایش فعالیت های آنزیم آنتی اکسیدانت و محتویات آنتی اکسیدانت می شود. در حالی که گیاهان حساس به تنش خشکی از این قاعده مستثنی هستند (Demiral & Turkan, 2005). کشور ایران به دلیل نقصان ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی بارندگی، در زمره کشورهای خشک و نیمه خشک جهان همواره با مشکل کمبود آب روبروست. محدودیت منابع آب کشور، ضرورت صرفه جویی در مصرف آب را روشن می‌سازد. اعمال مدیریت صحیح و به کارگیری تکنیک‌های پیشرفته به منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش راندمان آبیاری و در نتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب می‌باشد (کوچک زاده و همکاران، ۱۳۷۹). در این رابطه اقداماتی از قبیل کاربرد کود سبز آلی، مالچ های گیاهی و مصنوعی، کاه و کلش و نیز استفاده از موادی نظیر تورب، پرلیت، ایگیتا و پلیمرهای سوپرجاذب امکان‌پذیر می‌باشد (کریمی، ۱۳۷۲). امروزه از پلیمرهای سوپرجاذب جهت کاهش اتلاف آب و مواد غذایی در بخش کشاورزی استفاده می شود. این پلیمرها یک ماده افزودنی به خاک بوده که آب و مواد غذایی را جذب و حفظ می‌کنند و با خاک کشت همراه گشته و به رشد مطلوب گیاه و کاهش اتلاف آب و هزینه‌های آبیاری کمک می نمایند (گنجی‌خرم‌دل، ۱۳۸۱). اساس ساخت این پلیمرها، آلی بوده و به صورت مصنوعی تولید می‌گردند. استاکوسورب سوپرجاذبی است که از پلی اکریلات پتاسیم و کوپلیمرهای پلی اکریل آمید ساخته شده و ویژگی منحصر به فرد آن بالا بودن ظرفیت جذب آب و حفظ آن است. این سوپرجاذب‌ها از نظر pH خنثی بوده و از این نظر قابل توجه بوده که در pH خاک پس از استفاده مستمر هیچ‌گونه تغییری ایجاد نمی‌نمایند و گیاهان، موجودات زنده، خاک یا آب سطحی را آلوده نمی‌سازند (روشن، ۱۳۸۱). این مواد شامل سه نوع کاتیونی، آنیونی و خنثی می‌باشند که در کشاورزی نوع آنیونی آن با داشتن بار منفی مورد توجه است. سوپرجاذب‌های آنیونی با دارا بودن قابلیت‌های بالای ظرفیت کاتیون، قادرند علاوه بر جذب مقادیر قابل توجهی آب، کاتیون‌های مؤثر و مفید در رشد گیاه را در خود جذب کنند و ضمن جلوگیری از هدر رفتن آنها، در موقع لزوم آنها در اختیار گیاه قرار دهند. این مواد بی‌بو، بی‌رنگ و بدون خاصیت آلایندگی خاک، آب و بافت گیاهی می‌باشند (اله دادی، ۱۳۸۱).

مقدار کاربرد سوپرجاذب ها بستگی به نوع سوپرجاذب، بافت خاک، گونه گیاهی و شرایط اقلیمی منطقه دارد. خاک رس به دلیل دارا بودن درصد بالاتری خلل و فرج ریز، نیاز کمتری به سوپرجاذب نسبت به خاک شنی و لومی دارد. بنابراین خاک شنی به دلیل قابلیت نگهداری آب کمتر، واکنش بهتری نسبت به خاک رسی در مقابل کاربرد سوپرجاذب نشان داده و در نتیجه میزان کاربرد آن در خاک‌های رسی کمتر از خاک‌های لومی و شنی است. مقدار مصرف آن در خاک‌های نواحی گرم و خشک به مراتب بیشتر از نواحی مرطوب است. کاربرد آن در نواحی مرطوب عمدتاً در گیاهان مستقر در شیب‌ها توصیه می‌شود. میزان

Archive of SID

www.SID.ir

کاربرد آن برای گیاهان آبدوست بیشتر از خشکی دوست است (Prado *et al.*, 2000). در آزمایشی مشخص گردید که میزان کارایی مصرف آب سویا در تیمار ۳٪ سوپرجاذب، ۱۲ برابر و در تیمار ۷٪ سوپرجاذب، ۱۹ برابر نسبت به شاهد افزایش میابد (اله دادی، ۱۳۸۱).

کریمی(۱۳۷۲) تأثیر مثبت ماده اصلاحی ایگیتا (نوعی پلیمر سوپرجاذب) را روی افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و آب قابل استفاده در خاک و نیز افزایش عملکرد دانه سویا در واحد سطح گزارش کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد پلیمرسوپرجاذب میتواند در شرایط تنش خشکی و کم آبی موجب افزایش عملکرد و برخی اجزای عملکرد در سویا شود. این اثر احتمالاً به دلیل جذب مقادیر قابل ملاحظه آب در ساختمان سوپرجاذب و به دنبال آن، قرار دادن آب جذب شده به خاک اطراف و ریشه گیاه در هنگام خشکی میباشد. همچنین اعمال آبیاری کافی همراه با کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم پلیمر سوپر جاذب در هکتار در مقایسه با اعمال آبیاری کافی بدون کاربرد پلیمر سوپر جاذب موجب افزایش عملکرد دانه سویا به میزان ۱۹۰۰ کیلو گرم در هکتار شد. همچنین افزایش عملکرد دانه سویا با اعمال بالاترین سطح تنش (دور آبیاری ۱۰روز) همراه با کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم پلیمر سوپرجاذب در هکتار در مقایسه با همان دور و بدون کاربرد پلیمر سوپرجاذب حدود ۱۰۰۰کیلو گرم در هکتار بود. کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر روی رشد و نمو سویا و آفتابگردان نشان داده که افزودن این ماده به خاک باعث بهبود شرایط فیزیکی خاک شده و به طور غیر مستقیم در رشد و نمو گیاهان مؤثر می‌باشد (کریمی، ۱۳۷۲). تحقیقاتی که در کشور عربستان با سوپرجاذب استاکوسورب صورت گرفته، نشان داد که با استفاده از این پلیمر می‌توان علاوه بر رشد بهتر گیاه و کاهش تأثیر منفی نمک خاک تا حدود ۵۰٪ در مصرف آب نیز صرفه‌جویی کرد(Egert & Tevini , 2000).

مطالعات نشان داد که پلیمر سوپرجاذب می تواند میزان نگهداری رطوبت در خاک‌های سبک را افزایش دهد و همچنین مشکل نفوذپذیری خاک‌های سنگین را مرتفع نماید و به طور کلی با بهبود شرایط فیزیکی خاک، مانع از تنش های رطوبتی و نهایتاً باعث موفقیت برنامه‌های آبیاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌گردد (گنجی خرم دل، ۱۳۸۱). کودهای آلی منشأ گیاهی یا حیوانی دارند و یا مخلوطی از این دو هستند. کود دامی از منابع ارزشمند زیستی به حساب می آید، چرا که دامها قادر به جذب تمام مواد غذایی علوفه نیستند و معمولا ۷۵٪ تا ۹۰٪ عناصر غذایی مهمی که در علوفه و غذای دام وجود دارد از طریق فضولات دفع می شود که میزان بازیافت این عناصر به داخل خاک و دسترسی برای محصول زراعی به چگونگی نگهداری و فرآوری کود دامی بستگی دارد. تحقیقات بر روی سیب زمینی نشان داده است که به کار بستن کودهای دامی سبب اصلاح ساختار خاک به ویژه در خاکهای شنی، اصلاح تهویه خاک و نهایتاً سبب ایجاد ریشه های خوب و قوی می گردد (نجم، ۱۳۸۸). در شرایط کم آبی ویژگی های گیاه تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش میابد. کود دامی و پلیمر سوپرجاذب به ترتیب باعث افزایش حاصلخیزی خاک و نگهداری و ذخیره رطوبت می شوند، لذا در شرایط تنش کم آبی که رطوبت مورد نیاز گیاه کاهش می یابد، کود دامی و پلیمر سوپرجاذب می توانند با نگهداری رطوبت در خود، آن را در اختیار گیاه قرار دهند و در کاهش تنش مؤثر باشند (مظاهری، ۱۳۹۰).

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روشها

به منظور بررسی کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپر جاذب بر روی خصوصیات کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم آبی، طرحی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین واقع در''۵۱ و °۳۱ طول شرقی و ''۳۵ و °۲۰ عرضی شمالی و ارتفاع ۱۰۵۰ متری از سطح دریا در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۰ مورد اجرا قرار گرفت. در این طرح از بذور سویای رقم ویلیامز استفاده شد. بذور از شرکت دانه‌های روغنی پارس‌آباد تهیه گردید. رقم ویلیامز بومی آمریکا بوده و جز ارقام متوسط رس محسوب می شود و در گروه رسیدگی III قرار می گیرد و دارای تیپ رشدی نامحدود است (خواجه پور، ۱۳۸۵). نمونه‌برداری از خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری از نقاط مختلف زمین و به صورت زیگزاگ و تصادفی انجام گرفت. سپس نمونه‌ها با هم ترکیب گردید و به آزمایشگاه خاکشناسی ارسال شد و نتایج آزمایش به صورت جدول زیر ثبت گردید.

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی ورامین

عمق نمونه	EC (ds/m)	pH	O.C (٪)	T.N.V (٪)	K (ppm)	P (ppm)	نیتروژن کل (٪)	بافت
۰-۳۰ Cm	۴/۱	۷/۴	۰/۷۱	<۱۰	۳۶۸	۲۵/۹	۰/۰۷۹	لوم رسی

جهت اجرای این تحقیق از طرح اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده شد. عامل اصلی شامل تنش خشکی(I) در دو سطح I_o : آبیاری مطلوب تا انتهای دوره رشد گیاه (عدم تنش) و I_1 : قطع آبیاری از مرحله تشکیل غلاف تا انتهای دوره رشد گیاه (اعمال تنش) و فاکتور فرعی شامل کود دامی (k) در سه سطح k_o : عدم کاربرد کود دامی (صفر)، k_1 :۱۵تن کود دامی در هکتار و k_2 : ۳۰ تن کود دامی در هکتار و پلیمر سوپر جاذب (s) در دو سطح s_o: عدم کاربرد پلیمر سوپر جاذب (صفر) و s_1: ۱۵ کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب بود. تجزیه آماری داده های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. مساحت هر کرت ۱۶ متر مربع در نظر گرفته شده که شامل ۵ ردیف کاشت بود. طول هر خط کاشت ۴ متر لحاظ گردید. فاصله خطوط ۶۵ سانتی متر و فاصله بین دو بوته سویا در روی خط کاشت ۱۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. دو ردیف کناری و همچنین نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. کود دامی در سطح k_1 و k_2 به میزان ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار در نظر گرفته شده بود که با توجه به مساحت کرت (۱۶ متر مربع) به میزان ۲۴ و ۴۸ کیلوگرم محاسبه شد و با توجه به تعداد ردیف کاشت (۵ ردیف)، برای هر ردیف کاشت به ترتیب ۴/۸ و ۹/۶ کیلوگرم کود دامی استفاده گردید. پلیمر سوپر جاذب در سطح s_1 به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار لحاظ گردید که با در نظرگرفتن مساحت کرت، میزان۲۴ گرم سوپر جاذب برای هر کرت در نظر گرفته شد و با توجه به تعداد ردیف کاشت، برای هر ردیف ۴/۸ گرم سوپر جاذب استفاده شد. سپس این مقدار سوپر جاذب در نیم لیتر آب ریخته شد و به مدت حدود بیست دقیقه اجازه داده شد تا سوپر جاذب ها به طور کامل آب

Archive of SID

www.SID.ir

را جذب نموده و به صورت ژل درآیند. سپس به دقت و به طور یکنواخت در سراسر خطوط کشت پخش گردیدند. در اوایل اردیبهشت ماه زمین ابتدا به وسیله یک گاوآهن سه خیش، هم از کنار و هم از وسط زمین مورد شخم قرار گرفت. کشت بذرها به صورت دستی و در اردیبهشت ماه انجام گرفت. قبل از کاشت، ابتدا بذور سویا به وسیله باکتری‌های مخصوص سویا تلقیح گردیدند که برای این منظور و بسته به نیاز، مقداری بذر سویا در ظرف حاوی آب و شکر غلیظ ریخته شد و سپس باکتری برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم به آن اضافه گردید. جهت محاسبه عملکرد بیولوژیک ابتدا تمام بوته‌های موجود در مساحت یک متر مربع کف بر شدند و سپس توزین شدند و وزن آنها به عنوان عملکرد بیولوژیک یادداشت گردید، سپس با جداکردن دانه و توزین آنها عملکرد دانه نیز محاسبه گردید. مبارزه با علفهای هرز مزرعه در طول فصل رشد، به صورت دستی و شیمیایی انجام پذیرفت. جهت محاسبه شاخص برداشت، بعد از محاسبه عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک، این صفت طبق فرمول زیر مورد محاسبه قرار گرفت که در آن GY عملکرد دانه و BY عملکرد بیولوژیک می باشد.

$$HI = (GY / BY) \times 100$$

جهت محاسبه کلروفیلa, b یک گرم برگ خرد شده به همراه ۱ گرم کربنات کلسیم درون یک هاون چینی مخلوط گردیده و میزان ۱۰ سی‌سی استن ۱۰۰٪ به تدریج به آن اضافه گردید. مخلوط حاصله صاف گردید و درون لوله آزمایش ریخته شد، لوله آزمایش را داخل ظرف آب و یخ قرار داده و محیط آزمایشگاه حد الامکان تاریک گردید تا فعل و انفعالات بیوشیمیایی به حداقل ممکن برسد و استن تبخیر نشود. سپس لوله‌ها را درون دستگاه سانتریفیوژ با دور ۲۵۰۰ به مدت ۲ دقیقه قرار داده تا عصاره یکنواختی به دست آمده و هموژن شود. سپس لوله‌ها را خارج کرده، مقدار ۱ سی سی از آن را با ۹ سی‌سی استن ۸۰٪ مخلوط کرده و در داخل سِل‌های(Cuvette) اسپکتروفتومتر قرار داده و در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a و ۶۴۷ نانومتر برای کلروفیل b و ۴۷۰ نانومتر برای کاروتنوئیدها اندازه گیری می کنیم، سپس میزان جذب نور قرائت و یادداشت گردید. در ادامه اعداد مربوط به هر نمونه در فرمول‌های زیر جایگزین گردید تا میزان کلروفیل a، b ، a + b وکاروتنوئیدها به دست آید (Cholvadova *et al.*, 1999) (Sestak & Catasky, 1966) .

$$chl.a(mg.L^{-1}) = (12/25 \times A663 - 2/79 \times A647) \times D$$

$$chl.b(mg.L^{-1}) = (21/5 \times A647 - 5/1 \times A663) \times D$$

$$chl.a + b(mg.L^{-1}) = (7/15 \times A663 - 18.71 \times A647) \times D$$

$$caro = (1000A_{470} - 1/8chla - 85/02chlb)/198$$

$$D = thinck\ nees\ of\ used\ cuvette(1cm).$$

جهت محاسبه هدایت الکتریکی برگ از ۵ برگ سویا استفاده شد. پس از انتقال برگ‌ها به آزمایشگاه، از آنها دیسکهایی به مساحت تقریبی ۶ سانتیمتر مربع تهیه شد (حتی الامکان سعی شود دیسک گیری از محل رگبرگ‌ها صورت نگیرد). سپس تعداد ۵ دیسک از هر نمونه درون هر لوله آزمایش محتوی ۲۰ سی‌سی محلول مانتیول با پتانسیل اسمزی ۲ بار (یعنی ۱۵ گرم مانیتول در یک لیتر آب) قرار گرفت. بعد از گذشت ۲۴ ساعت در شرایط تاریک آزمایشگاه، هدایت الکتریکی (EC) هر لوله آزمایش توسط دستگاه میکرو EC متر اندازه‌گیری شد. در ادامه اعداد حاصله را از هدایت الکتریکی محلول شاهد (محلول مانیتول فاقد برگ)

Archive of SID

www.SID.ir

کسر نموده و میزان هدایت الکتریکی نمونه برگ به دست آمد (عمان وهمکاران، ۱۳۸۴).

جهت محاسبه آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز ۳ عدد برگ قبل از گرم شدن هوا از مزرعه برداشت و سعی شد که برگها جوان وگسترده باشند. برگ‌ها داخل نایلون اتیکت‌گذاری شده قرار گرفت و در یخدان حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس توسط روش Fridovich & Misra (1972) میزان تغییرات این آنزیم تعیین شد. ابتدا محلول بافر تریس ۱ حاوی فسفات، دی سدیک، pH = ۷/۲ به همراه ۱/۳ میلی‌مول EDTA و ۰/۱ میلی‌مول کربنات منوسدیک تهیه شد و سپس از اپی‌نفرین با غلظت ۰/۲۵ میلی‌مول به عنوان سوبسترا استفاده شد، سپس محلول تهیه شده را به آن اضافه کرده، تغییرات جذب نوری حاصله از اکسیداسیون اپی‌نفرین، به عنوان فعالیت آنزیمی ارزیابی شده و از آنزیم استاندارد خالص جهت استاندارد نمودن نتایج استفاده گردید که واحد آن قادر به اکسیداسیون ۰/۵ میلی‌مول اپی‌نفرین در یک دقیقه باشد. جهت محاسبه آنزیم گلوتاتیون پر اکسیداز ابتدا برگ‌های منتقل شده به آزمایشگاه با آب مقطر شستشو داده شدند. بلافاصله در بافر فسفات تریس ۰/۱۶ مولار با pH= ۷/۵ وارد شده، سپس خرد و هموژن شدند. آنگاه اجازه داده شد در حضور حجم مشابه از همان بافر حاوی دیجیتونین و آنزیم هضم‌کننده دیواره، فرآیند هضم غشاء و دیواره سلول انجام شود. در پایان مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول هموژن برای سنجش برداشته شد و مقدار پروتئین آن برحسب میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تعیین گردید. سپس در باقیمانده محلول استخراجی، مقدار آنزیم گلوتاتیون اندازه‌گیری شد. عصاره استخراجی به محلول بافر حاوی فسفات منوپتاسیک ۰/۵۶ مول (pH = ۷/۵)، همراه ۱/۲ میلی‌مول EDTA و یک میلی‌مول $NaNo_3$ ، ۰/۲ میلی‌مول NADPH وارد شد. سپس به آن ۰/۲ میلی‌لیتر گلوتاتیون احیا به همراه ۰/۱ میلی‌مول از آب اکسیژنه اضافه گردید. بلافاصله میزان اکسیداسیون NADPH که از طریق تعیین مقدار تغییر جذب در ۳۴۰ نانومتر در ۳۰ درجه سانتیگراد توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری گردید، همزمان یک محلول بلانک حاوی تمام مواد فوق بدون حضور عصاره استخراجی برای تصحیح و حذف خطاهای احتمالی مورد استفاده قرار گرفت. یک واحد از فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز از معادل مقدار آنزیمی که بتواند یک میکرومول از سوبسترا NADPH را در یک دقیقه کاتالیز کند در نظر گرفته شده است. برای استاندارد شدن، از آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز استاندارد استفاده شد (Paglia, 1997). اندازه‌گیری آنزیم کاتالاز بر اساس کاهش مقدار جذب نوری H_2O_2 در ۲۴۰ نانومتر و با استفاده از یک منحنی استاندارد انجام گرفت و محلول آزمایش شامل بافر فسفات پتاسیم (۲۵ میلی‌مول و pH = ۶/۸) و پراکسید هیدروژن به غلظت ۲۰ میلی‌مول می‌باشد. با افزودن ۵۰ میکرولیتر از عصاره آنزیمی در حجم نهایی ۱ میلی‌لیتر مخلوط، واکنش شروع شده و تغییر جذب در ۲۴۰ نانومتر پس از یک دقیقه محاسبه و با منحنی استاندارد فعالیت آنزیم ارزیابی می‌شود و برحسب واحد بر میلی‌گرم پروتئین بیان می‌شود (Luck, 1974).

نتایج و بحث

عملکرد دانه

اثر ساده آبیاری، کود دامی، سوپرجاذب، اثر متقابل سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپرجاذب بر عملکرد دانه معنی داری بود (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نشان

Archive of SID

www.SID.ir

داد که در شرایط آبیاری معمول، مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی و عدم حضور سوپرجاذب عملکرد دانه ۷۳۳۳ کیلوگرم در هکتار بود که بیشترین میزان را نشان داد و در شرایط تنش کم‌آبی، استفاده از ۳۰ تن کود دامی و عدم استفاده ازسوپرجاذب، عملکرد دانه ۲۱۳۰ کیلوگرم در هکتار بود که کمترین میزان را داشت (جدول۳). در زمانی که آبیاری بصورت معمول انجام شد و کود دامی مصرف نشده بود یا ۱۵ تن در هکتار بود، استفاده از سوپرجاذب باعث افزایش عملکرد دانه گردید به طوریکه به ترتیب مقدار آن را ۸ و ۱۴ درصد افزایش داد ولی با کاربرد۳۰ تن در هکتارکود دامی و استفاده از سوپرجاذب به مقدار جزئی (۵ درصد) نسبت به شاهد کاهش یافت. در حالیکه در شرایط قطع آبیاری، در هر یک از تیمارهای کود دامی، سوپرجاذب سبب افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد گردید، بدین ترتیب که سوپرجاذب در تیمارهای کود دامی ۰، ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار به ترتیب سبب افزایش عملکرد دانه به مقدار ۹، ۱۰ و ۵۰ درصد نسبت به شاهد شد. به نظرمی رسد افزایش قابل توجه عملکرد دانه با مصرف ۳۰ تن کود دامی و سوپرجاذب در تیمار قطع آبیاری مربوط به این حالت باشد که با قطع آبیاری میزان دانه تولیدی کاهش یافت و از طرفی چون ۳۰ تن در هکتار کود دامی استفاده شد، حاصلخیزی خاک افزایش یافته و باعث رشد زیاد گیاه گردید و رشد سایر اندام های رویشی گیاه نیز افزایش یافت ولی رشد دانه ها انجام چندان انجام نشد. با استفاده از سوپرجاذب میزان نگهداری آب خاک با توجه به حضور کود دامی به میزان مناسب بوده و همزمان که شرایط تغذیه ای و فیزیکی مناسب ایجاد گل و غلاف است، عملکرد دانه حتی در حالت قطع آبیاری نیز افزایش نشان داد. در این تحقیق با اعمال تنش خشکی، عملکرد دانه در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب کاهش نسبتاً زیادی را نشان داد. عملکرد دانه متأثر از دو فاکتور سرعت پر شدن دانه و مدت پر شدن دانه است. تنش خشکی در طول دوره پر شدن دانه (مرحله تشکیل غلاف) می تواند با کاهش دوره پرشدن دانه و افزایش مختصر سرعت پر شدن دانه، عملکرد دانه را کاهش دهد. همچنین تنش خشکی در مراحل اولیه پر شدن دانه از طریق کاهش تعداد سلولهای آندوسپرم بر روی پر شدن دانه و در نتیجه عملکرد دانه تأثیر می گذارد. (کافی و همکاران، ۱۳۸۸; Nicolase *et al.*,1985). لازم به ذکر است که نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج ایزانلو و همکاران (۱۳۸۱) و دانشیان وهمکاران (۱۳۸۱) مطابقت دارد.

عملکرد بیولوژیک

اثر ساده آبیاری، کود دامی، سوپرجاذب، اثر متقابل دوگانه آبیاری و کود دامی، کود دامی و سوپر جاذب و اثر متقابل سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپرجاذب بر عملکرد بیولوژیک معنی دار بود (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که در شرایط آبیاری معمول و مصرف ۳۰ تن کود دامی در هکتار و در عدم حضور سوپرجاذب، عملکرد بیولوژیک ۲۹۴۵۰ کیلوگرم در هکتار بود که بیشترین میزان را نشان داد و در شرایط تنش کم آبی و استفاده از ۱۵ تن کود دامی در هکتار و بدون کاربرد سوپرجاذب، عملکرد بیولوژیک ۱۱۸۱۰ کیلوگرم در هکتار بود که کمترین میزان را ایجاد نمود (جدول۳)، در شرایط آبیاری معمول و تیمارهای ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار کود دامی عملکرد بیولوژیک را به ترتیب ۸ و ۲۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. این در حالی است که مصرف سوپرجاذب با ۱۵ تن کود دامی در هکتار، عملکرد را افزایش می دهد، در صورتی که

Archive of SID

www.SID.ir

در شرایط استفاده از ۳۰ تن در هکتار کود دامی، سوپرجاذب، عملکرد بیولوژیک کاهش یافت. در تیمار قطع آبیاری نیز با استفاده از ۱۵ و ۳۰ تن در هکتارکود دامی، سوپرجاذب عملکرد بیولوژیک را افزایش داد. در این تحقیق با اعمال تنش خشکی، عملکرد بیولوژیک نیز مانند عملکرد اقتصادی (دانه) کاهش یافت. در شرایط تنش خشکی از طریق اعمال پتانسیل آبی منفی تر، ارتفاع گیاه و تعداد برگ کاهش می یابد که نتیجه آن کاهش وزن خشک اندام هوایی است (Siddique *et al*., 1993).

شاخص برداشت

اثر ساده سوپرجاذب تأثیر معنی داری بر شاخص برداشت نشان داد و سایر اثرات ساده و متقابل دو گانه و سه گانه اختلاف معنی داری را نشان نداد (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که در شرایط آبیاری معمول، کاربرد ۱۵ تن کود دامی در هکتار و سوپرجاذب، شاخص برداشت ۲۶/۵ درصد بود که بیشترین میزان را نشان داد و در شرایط قطع آبیاری، استفاده از ۳۰ تن در هکتار کود دامی و عدم مصرف سوپرجاذب، شاخص برداشت ۱۷/۳ درصد بود که کمترین میزان را تولید نمود (جدول۳). خواجویی نژاد و همکاران (۱۳۸۴) ضمن تحقیق روی عملکرد ذرت در شرایط تنش خشکی به این نتیجه رسیدند که با کاهش میزان آب قابل دسترس، عملکرد، شاخص برداشت و کل ماده خشک کاهش می یابد.

کوچکی و سرمدنیا (۱۳۸۶) بیان کردند که تنش خشکی در زمان پر شدن دانه ها باعث کاهش فتوسنتز می گردد. بنابراین نیاز مقصد برای پر کردن دانه از طریق انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده تأمین می گردد. در نتیجه این امر، انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به منظور پر کردن دانه ها اهمیت بیشتری پیدا می کند. افزایش توان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به دانه از ساقه به منظور پر شدن دانه یک صفت اصلاحی مهم در شرایط تنش خشکی است. همچنین در شرایط تنش خشکی سهم انتقال مجدد افزایش می یابد. نتایج به دست آمده با نتایج آزمایشات رحمانی (۱۳۸۷)، شافعی (۱۳۸۳) مطابقت می نماید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲- تجزیه واریانس ویژگی های سویا با استفاده از کود دامی و سوپرجاذب در شرایط تنش خشکی

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۲۴۰۰۵۸/۳۳ ns	۹۷۳۰۷۷ ns	۳۳/۱۳۴ ns
آبیاری	۱	۹۴۴۷۸۴۰۰/۰۰ **	۱۳۱۶۰۵۷۰۰۶ **	۶۱/۵۱۷ ns
خطای(الف)	۲	۱۷۶۷۲۵/۰۰	۴۲۵۷۸۰۶	۲۱/۰۲۶
کود دامی	۱	۳۱۴۰۰۳۳/۳۳ **	۱۲۱۵۶۴۳۱ *	۵۰/۴۹۱ ns
آبیاری× کود دامی	۱	۱۴۲۶۵۳۳/۳۳ ns	۱۷۸۹۴۴۹۴ *	۱۰/۰۸۱ ns
سوپرجاذب	۲	۳۶۲۲۶۷۷/۷۸ *	۱۶۰۲۰۰۰۶ *	۲۱/۲۲۱ *
آبیاری× سوپرجاذب	۲	۶۵۰۷۱۱/۱۱ ns	۷۰۳۵۷۵۶ ns	۱۰/۴۹۷ ns
کود دامی×سوپرجاذب	۲	۲۰۲۹۷۷/۷۸ ns	۱۲۲۵۹۰۵۶ *	۳/۳۱۳ ns
آبیاری× کود دامی× سوپر جاذب	۲	۲۰۱۸۰۱۱/۱۱ *	۲۴۹۱۵۸۶۹ **	۱۵/۱۴۹ ns
خطای(ب)	۲۰	۴۶۶۹۸۱/۷	۳۴۶۹۲۶۹	۹/۸۹۲
درجه آزادی کل	۳۵			
ضریب تغییرات (درصد)		۱۴/۴۰	۹/۵۳	۱۳/۶۱

* و ** به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپرجاذب بر ویژگی‌های گیاه سویا

آبیاری	کود دامی (تن در هکتار)	سوپرجاذب(کیلو در هکتار)	عملکرد دانه (kg / ha)	عملکرد بیولوژیک (kg / ha)
	شاهد	شاهد	۵۲۶۰ de	۲۲۳۵۰ c
		۱۵	۵۷۴۰ cd	۲۶۳۷۵ ab
شاهد	۱۵	شاهد	۵۹۵۳ bcd	۲۴۲۵۰ bc
		۱۵	۶۸۹۰ abc	۲۴۸۵۰ bc
	۳۰	شاهد	۷۳۳۳ a	۲۹۴۵۰ a
		۱۵	۷۰۱۳ ab	۲۶۱۷۵ ab
	شاهد	شاهد	۲۷۳۰ gh	۱۳۰۱۰ e
		۱۵	۲۹۹۰ fgh	۱۲۱۵۰ e
قطع آبیاری	۱۵	شاهد	۳۱۶۰ fgh	۱۱۸۱۰ e
		۱۵	۳۵۱۰ fg	۱۷۶۵۰ d
	۳۰	شاهد	۲۱۳۰ h	۱۲۳۰۰ e
		۱۵	۴۲۳۰ ef	۱۳۹۷۵ e

هر صفت سطوح تیماری که دارای حروف مشابه هستند، با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

هدایت الکتریکی برگ

اثر ساده کود دامی و سوپرجاذب بر هدایت الکتریکی بذر در سطح ۱ درصد معنی دار گردید (جدول۴). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که در شرایط تنش کم آبی، هدایت الکتریکی برگ با مقدار ۱۹۷/۴۴۴ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بیشترین میزان را داشت و در شرایط آبیاری معمولی با مقدار ۱۸۱/۱۱۱ میکروزیمنس بر سانتی‌متر کمترین میزان را نشان داد. استفاده از۳۰ تن کود دامی در هکتار برای هدایت الکتریکی برگ با مقدار ۲۱۵/۰۸۳ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بیشترین میزان بود و عدم استفاده از کود دامی با مقدار ۱۶۵/۳۳۳ میکروزیمنس بر سانتی‌متر کمترین میزان را داشت. عدم استفاده از سوپرجاذب برای هدایت الکتریکی برگ با مقدار ۱۷۲/۲۲۲ میکروزیمنس بر سانتی‌متر کمترین میزان بود و استفاده از سوپرجاذب, هدایت الکتریکی برگ را به ۲۰۶/۳۳۳ میکروزیمنس بر سانتی‌متر رساند (جدول۷). اثر سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپرجاذب در سطح ۵ درصد تأثیر معنی داری بر هدایت الکتریکی برگ داشت (جدول۴). در شرایط تنش کم آبی، استفاده از ۳۰ تن کود دامی و سوپرجاذب، هدایت الکتریکی برگ ۲۵۲/۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بود که بیشترین میزان را داشت و در شرایط آبیاری معمول، عدم استفاده از کود دامی و سوپرجاذب، هدایت الکتریکی برگ با ۱۴۲/۴ میکروزیمنس بر سانتی‌متر کمترین میزان بود (جدول۷). با افزایش تنش خشکی و در تنش های شدید، بعضی از قسمت های فسفولیپیدهای دو لایه ای غشاء و ساختار غشاء به ساختار منفذدار تبدیل می شود و در نتیجه نشت مواد روی می دهد. چون تنش خشکی باعث صدمه زدن به غشاء شده و این حالت باعث می گردد، مقاومت غشاء کاهش و محتویات سلول به خارج ریخته شود در این حالت گیاه سطح و مقدار ماده ای به نام تری هالوز را افزایش می دهد که وظیفهٔ اصلی آن

Archive of SID

www.SID.ir

استحکام بخشیدن به غشاء است (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به نتایج حاصله می توان نتیجه گیری کرد که در شرایط آبیاری و تنش با افزایش کود دامی و پلیمر سوپرجاذب پایداری غشاء سیتوپلاسمی بیشتر شده و مواد درون سلول کمتر به بیرون تراوش می کند. پس استفاده از کود دامی و پلیمر سوپرجاذب در شرایط آبیاری و تنش باعث فراهم کردن آب مورد نیاز گیاه و جلوگیری از تجمع مواد می باشد و از تخریب غشاء جلوگیری می کند. نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از آزمایشات رحمانی (۱۳۸۷)، شافعی (۱۳۸۳)، پورموسوی و همکاران (۱۳۸۶) مطابقت می نماید.

کلروفیل a

اثرات ساده آبیاری، سوپرجاذب و کود دامی میزان معنی داری بر میزان کلروفیل a معنی دار نبود (جدول۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که در شرایط آبیاری معمول، کلروفیل a با مقدار ۱۴/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بیشترین میزان را داشت و در شرایط تنش کم آبی با مقدار ۱۳/۸۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ کمترین میزان را کسب نمود. استفاده از ۱۵ تن در هکتارکود دامی برای کلروفیل a با مقدار ۱۴/۷۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بیشترین میزان بود و عدم کاربرد کود دامی با مقدار ۱۳/۵۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ کمترین میزان را داشت. استفاده از سوپرجاذب برای کلروفیل a با مقدار ۱۳/۸۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ کمترین میزان بود و بدون استفاده از سوپرجاذب محتوی کلروفیل a را به ۱۴/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ رساند که بیشترین میزان این صفت بود. اثر سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپر جاذب در سطح ۱ درصد تأثیر معنی داری بر روی کلروفیل a داشت (جدول۴). در شرایط آبیاری معمول، ۱۵ تن کود دامی در هکتار و در عدم حضور سوپرجاذب، میزان کلروفیل a ۱۶/۲۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود که بیشترین میزان را داشت و در شرایط تنش کم آبی ، عدم استفاده از کود دامی و در حضور سوپرجاذب، مقدارکلروفیل a ۱۱/۲۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود که کمترین میزان را نشان داد (جدول۷). وقتی گیاه با کمبود یا تنش آب مواجه می شود باعث عدم تجزیه آب در واکنش هیل و قرار نگرفتن الکترون های آب در اختیار فتوسیستم II شده و عدم تأمین الکترون های فتوسیستم I به وسیله II باعث اختلال در سیستم فتوسنتزی گیاه شده و منجر به کاهش کلروفیل می گردد که با توجه به نتایج حاصله می توان نتیجه گیری نمود که علت کاهش میزان کلروفیل a در شرایط تنش کم آبی همین مساله باشد. در همین رابطه Kumar & Paul (1997) با اعمال تنش آبی در دو مرحلهٔ گلدهی و پر شدن غلاف در ارقام سامپاد، توری V و $T_S - V_2$ از گیاه کلزا چنین نتیجه‌گیری کردند که مقدار کلروفیل a و b به دنبال تنش آبی در مرحله گلدهی کاهش می‌یابد. اعمال تنش در مرحلهٔ پر شدن غلاف موجب کاهش معنی‌داری در مقدار کلروفیل‌های a و b می‌شود.

کلروفیل b

اثر ساده سوپرجاذب بر میزان کلروفیل b در سطح ۵ درصد معنی دار گردید و اثر ساده کود دامی در سطح ۱ درصد تأثیر معنی داری را بر روی این صفت نشان داد (جدول۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که در شرایط آبیاری معمول، کلروفیل b با مقدار ۵/۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بیشترین میزان بود و در شرایط تنش با مقدار ۴/۹ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ کمترین مقدار را کسب کرد. استفاده از ۳۰ تن کود

Archive of SID

www.SID.ir

دامی در هکتار برای کلروفیل b با ۵/۳۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بیشترین میزان بود و عدم کاربرد کود دامی با ۴/۴۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ کمترین میزان صفت ذکر شده را ایجاد نمود. استفاده از سوپرجاذب برای کلروفیل b با مقدار۴/۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ کمترین میزان بود و بدون استفاده از سوپرجاذب کلروفیل b را به ۵/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ رساند که بیشترین میزان ارزیابی شده بود (جدول ۵ و۶). اثرات دو گانه کود دامی و سوپرجاذب و نیز آبیاری و سوپرجاذب تأثیر معنی داری بر روی کلروفیل b داشت. در شرایط آبیاری معمول و استفاده از سوپرجاذب، کلروفیلb ۴/۹۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود که کمترین میزان را داشت و بیشترین میزان با ۵/۴۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ در شرایط تنش و عدم حضور سوپرجاذب حاصل گردید. با کاربرد ۱۵تن کود دامی در هکتار و عدم حضور سوپرجاذب، کلروفیل b ۵/۷۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود که بیشترین میزان را کسب کرد و در تیمار بدون کود دامی و استفاده از سوپرجاذب، کلروفیل b ۴/۲۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود که کمترین میزان محاسبه شده را ایجاد نمود (جدول ۵ و۶). مسلماً کاهش میزان کلروفیل b در شرایط تنش به دلیل تخریب کلروپلاست، کلروفیل و کاهش ساخت رنگیزه ها می باشد. همچنین تنش خشکی در دورهٔ بعد از گل دهی موجب پیری سریع بسیاری از گونه های گیاهی می شود که بارزترین علامت آن پیری، زرد شدن برگ و کاهش کلروفیل است. نیاکان و قربانلی (۱۳۸۶) در تحقیقی که بر روی سویا انجام دادند گزارش کردند که با افزایش فواصل آبیاری مقدار کلروفیل a و b کاهش می یابد. نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از آزمایشات رحمانی (۱۳۸۷)، پورموسوی و همکاران (۱۳۸۶) مطابقت دارد.

کلروفیلa+b

اثر ساده آبیاری، کود دامی و سوپرجاذب تأثیر بر کلروفیلa+b معنی دار نبود (جدول۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که در شرایط آبیاری معمول، کلروفیل a+b با مقدار ۱۹/۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بیشترین میزان را داشت و در شرایط تنش کم‌آبی با مقدار ۱۹/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ کمترین میزان را کسب نمود. استفاده از ۳۰ تن کود دامی در هکتار برای کلروفیل a+b با مقدار ۲۰/۲۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بیشترین میزان بود و عدم کاربرد کود دامی با مقدار ۱۸/۵۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ کمترین میزان را داشت. استفاده از سوپرجاذب برای کلروفیل a+b با مقدار ۱۸/۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ کمترین میزان بود و بدون استفاده از سوپرجاذب کلروفیل مقدار صفت را به ۲۰/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ رساند که بیشترین میزان اندازه گیری شده را نشان داد (جدول۷). اثر سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپرجاذب بر محتوی کلروفیل a+b در سطح ۱ درصد معنی دار گردید (جدول۴). در شرایط آبیاری معمول و مصرف۳۰ تن کود دامی در هکتار و در عدم حضور سوپرجاذب، کلروفیل a+b با ۲۲/۹۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بیشترین میزان را داشت و در شرایط تنش کم آبی، عدم استفاده از کود دامی و در حضور سوپرجاذب، کلروفیلa+b با ۱۶/۱۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ کمترین میزان را به دست آورد (جدول۷). با لحاظ کردن تنش خشکی، میزان کلروفیل a+b در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب کاهش نشان داد که علت این مسأله را می توان به کاهش فتوسنتز در شرایط تنش خشکی به دلیل به هم ریختگی فرآیندهای بیوشیمیایی مسیرهای فتوسنتزی نسبت داد.

Archive of SID

www.SID.ir

به دلیل محروم شدن گیاه از نعمت آب و عدم تجزیه آب طی واکنش هیل، فتوسیستم ۲ دچار خلاء الکترون شده و بیشترین خسارت بر اثر تنش خشکی مشاهده می گردد و در نهایت در زنجیره انتقال الکترون اختلال صورت می گیرد که نتیجه آن کاهش فتوسنتز است ، در نتیجه کلروپلاست ها شکسته شده و میزان کلروفیل ها کاهش می یابد. تنش خشکی ضمن کاهش سطح برگ، پیری آنها را هم تسریع می کند. همچنین در شرایط تنش، روزنه ها به حالت بسته و یا نیمه بسته در می آیند که در نتیجه آن فراهم شدن دی اکسید کربن برای سیستم فتوسنتزی مشکل می شود و با اختلال در فتوسنتز سبب کاهش میزان کلروفیل ها می گردد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج بررسی های شهریاری و کریمی (۱۳۸۰) نشان داد که پس از تنش خشکی، محتوای کلروفیل در برگ های گندم کاهش، اما در ارقام مقاوم افزایش نشان داد و برگهای ارقام مقاوم نسبت به ارقام حساس، رنگ سبز تیره تری را نشان دادند. همچنین از دست دادن سریع کلروفیل در ارقام حساس به تنش، باعث کاهش فعالیت فتوسنتز می شود که با نتایج این تحقیق تطابق کامل دارد.

جدول۴ - تجزیه واریانس ویژگی های سویا با استفاده از کود دامی و سوپرجاذب در شرایط تنش خشکی

منبع تغییرات	درجه آزادی	پایداری غشاء	کلروفیلa	کلروفیل b	کلروفیل ab
تکرار	۲	۹۲/۱۹۴ ns	۰/۴۸۱ ns	۰/۰۸۴ ns	۱۰/۴۰۶ ns
آبیاری	۱	۲۴۰۱/۰۰۰ ns	۲/۸۰۵ ns	۰/۰۳۰ ns	۴/۳۸۲ ns
خطای(الف)	۲	۶۶۲/۲۵۰	۱/۰۳۲	۰/۶۷۰	۶/۴۲۷
کود دامی	۱	۷۴۵۶/۳۶۱ **	۴/۷۱۵ ns	۲/۴۸۳ **	۹/۸۷۳ ns
آبیاری× کود دامی	۱	۹۸۵/۷۵۰ **	۲/۷۶۹ ns	۰/۵۸۰ ns	۲۲/۶۴۴ *
سوپر جاذب	۲	۱۰۴۷۲/۱۱۱ **	۲/۶۰۸ ns	۲/۴۳۳ *	۲۲/۸۴۸ ns
آبیاری× سوپرجاذب	۲	۵۲۳۲/۱۱۱ **	۶/۵۲۸ ns	۱/۷۸۶ *	۲/۰۱۶ ns
کود دامی×سوپرجاذب	۲	۱۰۵۶۰/۸۶۱ **	۳/۶۴۰ ns	۱/۶۹۳ *	۳/۱۱۲ ns
آبیاری× کود دامی×سوپر جاذب	۲	۵۷۶/۶۹۴ *	۱۹/۴۵۵ **	۰/۳۴۴ ns	۴۱/۲۲۶ **
خطای(ب)	۲۰	۱۵۴/۴۸۸	۱/۷۱۲	۰/۳۹۲	۵/۲۵۲
درجه آزادی کل	۳۵				
ضریب تغییرات (درصد)			۹/۲۷	۱۲/۶۶	۱۱/۷۲

* و ** به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵ - مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه کود دامی و سوپرجاذب بر ویژگی‌های گیاه سویا

کود دامی (تن در هکتار)	سوپرجاذب(کیلو در هکتار)	کلروفیل b(میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ)
شاهد	شاهد	bcd۴/۶۷
	۱۵	d۴/۲۰
۱۵	شاهد	a۵/۷۶
	۱۵	cd۴/۴۶
۳۰	شاهد	abc۵/۲۰
	۱۵	ab۵/۴۰

در هر صفت سطوح تیماری که دارای حروف مشابه هستند با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

جدول۶: مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه آبیاری و سوپرجاذب بر ویژگی‌های گیاه سویا

آبیاری	سوپرجاذب (کیلو در هکتار)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر برگ)
معمول	شاهد	۵/۰۱ ab
	۱۵	۴/۹۴ ab
قطع	شاهد	۵/۴۰ a
	۱۵	۴/۴۴ b

هر صفت سطوح تیماری که دارای حروف مشابه هستند با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

جدول۷ : مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپرجاذب بر ویژگی های گیاه سویا.

آبیاری	کود دامی (تن در هکتار)	سوپر جاذب (کیلو در هکتار)	پایداری غشاء (میکروزیمنس بر سانتی متر)	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر برگ)	کلروفیل ab (میلی گرم بر گرم وزن تر برگ)
	شاهد	شاهد	۱۴۲/۴ d	۱۲/۲۰ cd	۱۶/۳۶ c
		۱۵	۱۸۰/۸ c	۱۴/۹۰ ab	۱۹/۷۹ abc
شاهد	۱۵	شاهد	۱۶۱/۵ cd	۱۶/۲۱ a	۲۲/۰۹ ab
		۱۵	۱۷۵/۷ c	۱۳/۲۱ bcd	۱۶/۷۷ c
	۳۰	شاهد	۱۵۱/ ۵d	۱۴/۳۰ abc	۲۲/۹۴ a
		۱۵	۲۷۴/۰ a	۱۵/۵۵ ab	۲۱/۴۶ ab
	شاهد	شاهد	۱۵۹/۴ cd	۱۵/۶۳ ab	۲۱/۸۸ ab
		۱۵	۱۷۹/۰ c	۱۱/۲۶ d	۱۶/۱۰ c
قطع آبیاری	۱۵	شاهد	۲۳۵/۵ b	۱۴/۷۶ ab	۲۰/۳۹ abc
		۱۵	۱۷۶/۱ c	۱۴/۸۴ ab	۲۰/۱۹ abc
	۳۰	شاهد	۱۸۲/۴ c	۱۳/۲۱ bcd	۱۸/۴۵ bc
		۱۵	۲۵۲/۰ b	۱۳/۳۲ bcd	۱۸/۲۲ bc

هر صفت سطوح تیماری که دارای حروف مشابه هستند با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز

اثر ساده آبیاری، کود دامی و سوپرجاذب در سطح ۱ درصد بر آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز تأثیر معنی داری داشت (جدول۸). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که در شرایط تنش کم‌آبی، آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز با مقدار ۱۹/۵ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین بیشترین میزان را داشت و در آبیاری معمولی با مقدار ۱۴/۳ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین کمترین میزان را داشت. تیمار بدون کود دامی برای آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز با مقدار ۲۱/۷۹ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین بیشترین میزان بود و استفاده از ۳۰ تن کود دامی در هکتار با مقدار ۱۲/۱۹ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین کمترین میزان را به دست آورد. عدم استفاده از سوپرجاذب برای آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز با مقدار ۱۷/۶ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین بیشترین میزان بود و استفاده از سوپرجاذب، آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز را به ۱۶/۲ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین رساند که کمترین میزان بود (جدول۹). اثر سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپرجاذب در سطح ۱ درصد معنی دار گشت (جدول۸). در شرایط تنش کم آبی و عدم استفاده از کود دامی و سوپرجاذب، آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز ۲۵/۶۳ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین بود که بیشترین میزان را داشت و در شرایط آبیاری معمولی و ۳۰ تن کود دامی در هکتار و در حضور سوپرجاذب، آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز ۹/۳۳ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین بود که کمترین میزان را داشت (جدول۹). با اعمال تنش خشکی، سطح فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز به عنوان یک آنزیم آنتی اکسیدانت و جهت مقابله با رادیکال های آزاد و بیومارکرهای تخریب در مقایسه با شرایط آبیاری افزایش نشان داد. نتایج شکروی (۱۳۸۳) نشان داد که فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در آفتابگردان تحت اعمال تنش خشکی نسبت به شاهد افزایش معنی داری یافت. همچنین نتایج این تحقیق با نتایج شافعی (۱۳۸۳) مطابقت دارد.

آنزیم کاتالاز

اثر ساده آبیاری بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح ۵ درصد معنی دار گردید (جدول۸) و اثر ساده کود دامی و سوپرجاذب در سطح ۱ درصد تأثیر معنی داری بر این آنزیم داشت (جدول۸). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در شرایط تنش کم آبی، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز با ۲۹/۲ واحد بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین بیشترین میزان را داشت و در آبیاری معمول با مقدار ۲۴/۹ واحد بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین کمترین میزان را نشان داد. تیمار بدون کود دامی برای آنزیم کاتالاز با مقدار ۳۱/۱۲ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین بیشترین میزان بود و استفاده از ۳۰ تن کود دامی در هکتار با مقدار ۲۲/۳۸ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین کمترین میزان را به دست آورد. عدم استفاده از سوپرجاذب برای میزان فعالیت آنزیم کاتالاز با ۲۸/۲ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین، بیشترین میزان بود و استفاده از سوپرجاذب، آنزیم کاتالاز را به ۲۵/۸ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین رساند که کمترین میزان بود (جدول۹). اثر سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپرجاذب در سطح یک درصد تأثیر معنی داری بر آنزیم کاتالاز داشت (جدول۸). در شرایط تنش کم آبی و عدم استفاده

Archive of SID

www.SID.ir

از کود دامی و در حضور سوپرجاذب، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز دارای ۳۲/۳۳ واحد بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین بود که بیشترین میزان را کسب نمود و در شرایط آبیاری معمولی، مصرف ۳۰ تن کود دامی در هکتار و در حضور سوپرجاذب، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ۱۶/۶۲ واحد بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین بود که کمترین میزان را ایجاد کرد (جدول۹). با اعمال تنش خشکی، سطح فعالیت آنزیم کاتالاز جهت مقابله با بیومارکرها و رادیکال های آزاد افزایش یافت. میزان کاتالاز معمولا هنگامی افزایش می یابد که مقدار ماده پراکسید هیدروژن (H_2O_2) در محیط زیاد باشد. زیرا کاتالاز دو مولکول H_2O_2 را به دو مولکول H_2O و یک مولکول O_2 تبدیل می کند (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج تحقیقات عطایی شیخ (۱۳۸۳) بر روی نخود نشان داد که تنش خشکی به طور معنی داری میزان فعالیت آنزیم کاتالاز را افزایش می دهد. نتایج تحقیقات عبدی پور و همکاران (۱۳۸۸) و (Bowler *et al* 1992) اعلام کردند که تنش خشکی به طور معنی داری میزان فعالیت آنزیم کاتالاز را افزایش می‌دهد که با نتایج این تحقیق همسو است.

آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز

اثر ساده آبیاری، کود دامی و سوپرجاذب بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در سطح ۱ درصدمعنی دار بود (جدول۸). نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که در شرایط تنش کم‌آبی، میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز با مقدار ۱۷/۱ واحد بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین بیشترین میزان را داشت و در آبیاری معمول با مقدار ۱۲/۶ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین کمترین میزان را نشان داد. تیمار بدون کود دامی برای آنزیم سوپراکسید دیسموتاز با مقدار ۱۸/۶۸ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین بیشترین میزان بود و استفاده از ۳۰ تن کود دامی در هکتار با مقدار ۱۰/۶۵ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین کمترین میزان را کسب کرد. عدم استفاده از سوپرجاذب برای آنزیم سوپراکسید دیسموتاز با مقدار ۱۵/۵ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین، بیشترین میزان و استفاده از سوپرجاذب، آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را به ۱۴/۱واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین رساند که کمترین میزان ایجاد شده بود (جدول۹). اثر سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپرجاذب درصد بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز تأثیر معنی داری در سطح یک درصد داشت (جدول۸). در شرایط تنش کم آبی، عدم استفاده از کود دامی و سوپرجاذب، آنزیم سوپراکسید دیسموتاز با ۲۱/۴۵ واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین دارای بیشترین مقدار بود و در شرایط آبیاری معمول، مصرف ۳۰ تن کود دامی در هکتار و در حضور سوپرجاذب، آنزیم سوپراکسید دیسموتاز دارای واحد ۶/۱۳ فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین بود که کمترین میزان را کسب کرد (جدول۹). با اعمال تنش خشکی، میزان، غلظت و سطح فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانت سوپراکسید دیسموتاز در مقایسه با آبیاری مطلوب افزایش یافت. زیرا گیاه در شرایط تنش خشکی و جهت مقابله با بیومارکرهای تخریب سطح سوپراکسیددیسموتاز را در سلول های خود افزایش می د این که، سوپراکسید دیسموتاز می تواند رادیکالهای سمی را که دائماً به عنوان محصولات هوازی شکل می‌گیرند، جمع آوری کند (Asuda & Takashi, 1987). مطالعات آزمایشی بر روی دو رقم حساس گوجه فرنگی و دو رقم مقاوم گوجه فرنگی در شرایط تنش خشکی نشان داد که تنش کم آبی، فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز

Archive of SID

www.SID.ir

را در تمام ارقام افزایش داد، اما در ارقام مقاوم میزان این فعالیت بیشتر و سریعتر از ارقام حساس بود (Semironff ,1 998). این امر با نتایج تحقیقات عبدی پور و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت می نماید.

جدول۸ - تجزیه واریانس ویژگی های سویا با استفاده از کود دامی و سوپرجاذب در شرایط تنش خشکی

منبع تغییرات	درجه آزادی	گلوتاتیون پراکسیداز	کاتالاز	سوپراکسید دیسموتاز
تکرار	۲	۱/۰۸۰ ns	۱/۹۳۱ ns	۰/۶۹۰ ns
آبیاری	۱	۲۴۵/۸۱۰ **	۱۶۷/۹۶۱ *	۱۸۳/۸۷۳ **
خطای(الف)	۲	۰/۰۳۳	۴/۸۷۰	۰/۶۶۸
کود دامی	۱	۲۷۶/۷۷۸ **	۲۳۱/۹۸۰ **	۱۹۴/۰۲۶ **
آبیاری× کود دامی	۱	۶/۰۲۶ *	۹/۶۸۸ ns	۱۳/۶۵۲ **
سوپرجاذب	۲	۱۹/۱۹۹ **	۵۲/۹۰۱ **	۱۸/۰۹۰ **
آبیاری× سوپرجاذب	۲	۱۵/۹۶۰ **	۴/۹۵۸ ns	۰/۷۸۰ ns
کود دامی×سوپرجاذب	۲	۴/۰۱۴ ns	۲۵/۵۷۳ **	۴/۴۲۱ **
آبیاری× کود دامی×سوپر جاذب	۲	۱۷/۰۱۱ **	۴۲/۰۶۵ **	۱۶/۰۶۹ **
خطای(ب)	۲۰	۱/۳۰۵	۲/۸۰۳	۰/۵۸۰
درجه آزادی کل	۳۵			
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۷۶	۶/۱۹	۵/۱۴

* و ** به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۹: مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپرجاذب بر ویژگی های گیاه سویا.

آبیاری	کود دامی (تن در هکتار)	سوپر جاذب (کیلو در هکتار)	گلوتاتیون پراکسیداز (واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین)	کاتالاز (واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین)	سوپراکسید دیسموتاز (واحد فعالیت بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین)
	شاهد	شاهد	b۲۰/۴۱	۳۲/۲۷ a	۱۷/۵۶ b
		۱۵	c۱۶/۷۷	۲۷/۶۷ b	۱۴/۳۸ c
شاهد	۱۵	شاهد	d۱۳/۲۶	۲۲/۴۷ c	۱۲/۶۷ d
		۱۵	c۱۶/۶۲	۲۷/۷۸ b	۱۵/۴۶ c
	۳۰	شاهد	e۹/۴۲	۲۲/۳۷ c	۹/۱۲ e
		۱۵	e۹/۳۳	۱۶/۶۲ d	۶/۱۳ f
	شاهد	شاهد	a۲۵/۶۳	۳۲/۲۳ a	۲۱/۴۵ a
		۱۵	a۲۴/۳۵	۳۲/۳۳ a	۲۱/۳۳ a
قطع آبیاری	۱۵	شاهد	b۲۰/۴۶	۳۲/۲۶ a	۱۷/۶۵ b
		۱۵	c۱۶/۷۲	۲۷/۷۶ b	۱۴/۶۵ c
	۳۰	شاهد	c۱۶/۶۸	۲۷/۸۱ b	۱۴/۶۹ c
		۱۵	d۱۳/۳۳	۲۲/۷۱ c	۱۲/۶۸ d

هر صفت سطوح تیماری که دارای حروف مشابه هستند،بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق می توان نتیجه گیری نمود که کاربرد پلیمر سوپرجاذب و کود دامی تحت شرایط تنش خشکی می تواند علاوه بر کسب سود بیشتر، میزان عملکرد را نیز افزایش دهد. برای این منظور بهتر است، ابتدا در زمینه صرفه اقتصادی این مواد (پلیمر های سوپر جاذب) در سطوحی وسیع مانند مزرعه بررسی های لازم صورت گیرد و بین یک متر مکعب آب مصرفی در بخش کشاورزی و همچنین یک کیلوگرم پلیمر سوپرجاذب مقایسه هایی از نظر قیمت تمام شده هر یک، افزایش عملکرد ناشی از استفاده هر یک و قیمت فروش صورت گیرد و در نهایت در مورد استفاده یا عدم استفاده از این مواد تصمیم گیری شود.

منابع

ایزانلو، ع. زینالی، ح. حسین زاده، ع. مجنون حسینی، ن. سبک دست نوحی، م. ۱۳۸۱. بررسی عکس العمل ارقام تجارتی سویا در شرایط تنش رطوبتی در اواخر مرحله زایشی. مجله علوم کشاورزی ایران. شماره ۴. ص ۱۰و ۱۱.

اله دادی، الف. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب بر کاهش تنش خشکی در گیاهان. دومین دوره تخصصی، آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپر جاذب. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.

پورموسوی، س.، م. گلوی، م. دانشیان، ج. قنبری، ا. بصیرانی، ن. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر تنش خشکی و کود دامی بر محتوای رطوبت، میزان پایداری غشاء سلول و محتوای کلروفیل برگ سویا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد۱۴. شماره ۴.

خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۵. گیاهان صنعتی. انتشارات برهمند. چاپ اول.

خواجویی نژاد، غ.، ح. کاظمی، ه. آلیاری، ع. جوانشیر و م. آروین. ۱۳۸۴. تأثیر رژیم های آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد، کارایی 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. دانشگاه صنعتی اصفهان. سال نهم. شماره۴. ۱۴۵ صفحه

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

رحمانی، م. ۱۳۸۷. تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبی و سوپرجاذب بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی خردل. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان.

رستگار، م. ع. ۱۳۸۴. زراعت گیاهان صنعتی. انتشارات برهمند. چاپ اول.

روشن، ب، ۱۳۸۱. تأثیر مصرف سوپر جاذب بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی. دومین دوره تخصصی – آموزش کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپر جاذب. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.

Archive of SID

www.SID.ir

ساعی، م. حبیبی، د. مشهدی اکبر بوجار، م. محمودی، ع. اردکانی، م. ر. ۱۳۸۴. تعیین سطح فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت به عنوان یک پارامتر در تعیین گونه‌های مقاوم سورگوم علوفه‌ای به تنش خشکی. چکیده مقالات اولین همایش بین‌المللی علوم زیستی ایران.

شافعی، س. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر تنش کم آبی بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و زراعی ارقام مختلف سویا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

شکروی، م. ۱۳۸۳. بررسی اثر تنش کم آبی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد مختلف آفتابگردان آجیلی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی ساوه.

شهریاری، ر. ا، کریمی. ۱۳۸۰. ارزیابی مقاومت به سرما در ژرم پلاسم های گندم با اندازه گیری محتوای کلروفیل و رنگ برگ ها. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۵۰۷ صفحه.

عبدی پور، م. ع، رضایی. س، هوشمند و گ، باقری فرد. ۱۳۸۸. ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ های رشد نامحدود سویا در مراحل گل دهی و دانه بندی. مجله پژوهش در علوم کشاورزی. جلد۴. شماره۲.

عطایی شیخ، ا. ۱۳۸۳. بررسی تنش خشکی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و سطح فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت در ارقام مختلف نخود. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

علیزاده، الف. ۱۳۸۷. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا.

عمان، ع.، د. حبیبی، م.م بوجار، و ن.خدابنده. ۱۳۸۴. آنزیم های آنتی اکسیدانت به عنوان شاخصی جهت انتخاب ژنوتیپهای مختلف آفتابگردان آجیلی برای تحمل به خشکی. مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران. جلد۱. شماره ۱. کرج.

کافی، م.، الف. برزویی، م. صالحی، ع. کمندی، معصومی، ج، نباتی. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنشهای محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ اول.

کریمی، الف. ۱۳۷۲. بررسی تأثیر ماده اصلاحی ایگیتا بر روی خصوصیات فیزیکی خاک ورشد گیاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

کوچک زاده، م.، ع. الف. صباغ فرشی، ن .گنجی خرم دل. ۱۳۷۹. تأثیر پلیمر فراجاذب آب بر روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک. مجله علوم خاک و آب. شماره ۲، جلد ۱۴، ص ۱۸۵-۱۷۶.

کوچکی، ع.، غ. سرمدنیا، ۱۳۸۶. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

گنجی خرم دل، ن. ۱۳۸۱. تأثیر پلیمر سوپرجاذب بر خصوصیات فیزیکی خاک. دومین دوره تخصصی و آموزش کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل های سوپر جاذب.

Archive of SID

www.SID.ir

مظاهری، ا. ۱۳۹۰. بررسی کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر روی خصوصیات کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم آبی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی ورامین.

نجم، ا .۱۳۸۸. بررسی تأثیر مدیریت تلفیقی کود نیتروژنه و دامی بر خصوصیات کمی و کیفی سیب زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن. ۱۸۶ص.

نیاکان، م. و قربانلی، م. ۱۳۸۶. اثر تنش خشکی بر شاخص های رشد، فاکتورهای فتوسنتزی، میزان پروتئین و محتوای یونی در بخش های هوایی و زیرزمینی دو رقم سویا. مجله رستنیها، جلد ۸ (۱).

Asuda, k. and M. Takashi. 1987**.** production and scavenjing of active photosynthesis Arntzened, photo inhibition: Topics in photosynthesis Elsevier, in Amsterdam. Pp: 227-287

Bowler, C., M. Van Motago, and D. Inze. 1992. Super oxide dismotase and stress tolerence, Ann. Rev. Plant Physilogy. 43: 83 - 116.

Cholvadova, B., k. Erdelsky and E. Masar avicova. 1999**.** praktikum Fyziologie rastin Bratislave. Univerzita komenskeho.

Demiral, T. and I. Turkan, 2005**.** Comparative lipid peroxidation, antioxidant defense systems and proline content in roots of two rice cultivars differing in salt tolerance. Environ. Exp. Bot., 53: 247-257.

Doss, B. D. 1974**.** Effects of soil water stress at various growth stages of soybean yield. Agron. J. 66: 297-299.

Egert, M., M. Tevini. 2000. Environmental and experimental influence of drought on some physiological Botany Parameters, symptomatic for oxidative stress in leaves of chives

Ghorashy, S. R., J. W. Pandleton, D. B. Peters, J. S. Boyer, and J. E. Beuerlein. 1971**.** internol water stress and apparent photosynthesis with soybean differing in pubescenc .Agron. J. 63: 674-676.

Kumar P. B. and N. K. Paul. 1997**.** Effect of water stress on chlorophyll, proline and sugar accumulation in rape. Bang ladesh Journal of Botany 26: 1983 – 85.

Lovellis, S., **Perniola**, **M.**, **Ferrara**, **and A.**,**DI TommasoT.** 2007**.** Yield response factor to water(Ky) and water use efficiency of *carthamus tinctoriusL*. And solanum melongenal. Agric.water manage.92:73-80.

Lawlor, D. W. and J.E. leach. 1985**.** leaf growth and water deficit. In control of leaf growth. Baker, N.R. , Davies, W.J. and ong, ck pp: 264-294. camb. uniV. press.

Levitt, J., 1980**.** Response of plants to environmental stress vol, 2. water, radiation, salt, and other stress. Academic press.

Luck, H. 1974**.** catalase. In: Bregmeyer, H. u. (Ed). Methods of enzymatic analysis, Vol: 2. Academic press, New York. pp. 885.

Misra, H. P. and I. Fridovich. 1972**.** the Generation of superoxide Radical during oxidation. J .B. chem.

Nicolase, m. e., R. m. gleadow, and M. j. Dalling. 1985**.** effect of post-anthesis drought on cell division and starch accumulation in developing wheat grain. Annual of botany. 66: 665-672.

Paglia, d. 1997**.** Studies on the quantitive trail Dase. J. lab. Med. 70: 158 – 165.

Palmer. J., E. J. Dunphy, and P. Reeese. 1995**.** Managing drought stressed soybeans in the southeast.

Archive of SID

www.SID.ir

Siddique, K. H. M. ,G. H. Walton, and m.seymour. 1993. A comparison of seed yields of winter grain legumes in western australia. Australian journal of express agriculture. 33: 915-922.

Tohidi-Moghadam, H. R., A. H. Shirani-Rad, G. H. Nour- Mohammadi, D. Habibi, and M.Mashhadi-Akbar-Boojar. 2009**.** Effect of super absorbent application on antioxidant enzyme activities in canola (*Brassica napus* L.) cultivars under water stress conditions. Amer. J. Agric. and Biol. Sci. 4 : 215-23.

Vieira, R. D., D. M. Tekrony, and D. B. Egli. 1992**.** Effect of drought and defoliation stress in the field on soybean seed Germination and Vigor crop sci. 32: 471 – 475.

Wright, P. R., J. M. Morgan, and R. S. Jessop. 2006**.** comparative adaption of canola (Brassica napus) and Indian mustard (*B. Juncea*) to soil water deficit: plant water relations and growth. cab abstracts 1996-7: university of New england. armidale. NSW 2351, australia .

Patterson, R. P., C. S. D. Raper, and H. D. Gross. 1979. Growth and specific nodule activity of soybean during application and recovery of a leaf moisture stress. Plant physiology. 64: 551-556.

Prado, F., E. C. Boero, M. callardo, and Y. A. Gonzale. 2000**.** Effects of Nacl and Germination growth and soluble sugar content in chenopodium quinoa. Wild seeds. Bot. Ball. Acid. sin. 41: 22- 34.

Saneoka, H., R. E. A. Moghaieb, G. S. premachandra, and k. fujita. 2004**.** Nitrogen Nutrition and water stress effects on cell membrace stability and leaf water relations in Agrostis palustris Huds. Environmental and Experimental Botany. 52: 131 – 138.

Semironff, F. N. 1998. Drought influence the activity of enzymes of the chloroplast hydrogen proxide system. J. Exp. Bot: 39: 1097 – 1108.

Sestak, Z., J. catasky. 1966**.** method study photosynthesis produce rostlin. Praha. Academia. 396.

Archive of SID

www.SID.ir