



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۳
صفحه‌های ۲۱۵-۲۲۹

اثر محلول پاشی روی بر عملکرد، کیفیت دانه و بنیه بذور دو رقم سویا تحت تنش کم آبی

سمیه کرمی^۱، سیدعلی محمد مدرس ثانوی^{۲*}، فائزه قناتی^۳ و مهرداد مرادی قهدریجانی^۴

۱. کارشناس ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲. استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳. دانشیار، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴. کارشناس ارشد، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور واحد کرج، کرج، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۹۱/۱۲/۰۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۰۴/۱۶

چکیده

به منظور بررسی آثار تنش کمبود آب و محلول پاشی روی بر عملکرد، کیفیت دانه، بنیه بذور و محتوای عنصر روی اندام‌های مختلف ارقام سویا، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. عامل اصلی شامل تنش کم آبی در سه سطح (بدون تنش، تنش در مرحله رشد رویشی و تنش در مرحله رشد زایشی)، و عامل فرعی از ترکیب دو رقم L17 و کلارک ۶۳ و سه سطح محلول پاشی در سه سطح (بدون محلول پاشی، محلول پاشی آب مقطر و محلول پاشی سولفات روی) به دست آمد. نتایج نشان داد که صفات بررسی شده، تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند. تنش کم آبی در هر دو مرحله رویشی و زایشی سبب کاهش عملکرد دانه، مقدار عنصر روی اندام‌های مختلف گیاه، درصد پروتئین و روغن دانه و شاخص قدرت گیاهچه سویا شد، اما درصد بذور سخت را در مراحل رویشی و زایشی به ترتیب ۱۸۹ و ۴۷۲ درصد افزایش داد. رقم کلارک ۶۳ مقاومت بیشتری تحت تنش کم آبی داشت. بیشترین کاهش عملکرد دانه در وضعیت تنش در مرحله رشد زایشی مشاهده شد. محلول پاشی روی به ترتیب عملکرد دانه، محتوای عنصر روی دانه، مقدار پروتئین دانه و شاخص قدرت گیاهچه را ۳۴، ۲۶، ۵ و ۳۸ درصد افزایش داد، اما درصد روغن دانه و بذور سخت را به ترتیب ۴ و ۵۸ درصد کاهش داد. محلول پاشی عنصر روی، رقم L17 را بیشتر از کلارک ۶۳ تحت تأثیر قرار داد و عملکرد آن را فزونی بخشید.

کلیدواژه‌ها: پروتئین دانه، روغن دانه، سویا، شاخص قدرت گیاهچه، کمبود آب.

۱. مقدمه

با توجه به اهمیت سویا در تأمین روغن و پروتئین گیاهی، به کارگیری راهکارهایی برای افزایش مقدار تولید در واحد سطح این محصول ضروری است و در این میان، شناسایی عواملی که سبب افزایش یا کاهش عملکرد می‌شوند، می‌تواند در دستیابی به عملکرد بیشتر مؤثر باشد. براساس گزارش‌های مراکز آماری، تولید کنجاله سویا در ایران از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۳ با کاهش ۶۵ درصدی به ۱۲۶۰۰۰ تن رسیده است [۲۸]. با در نظر گرفتن نقش انکارناپذیر تنش کم آبی در کاهش عملکرد گیاهان زراعی در سال‌های اخیر، بررسی تیمارهای بهبوددهنده تنش خشکی در پژوهش‌های کشاورزی مفید است. از طرف دیگر، به تأثیرات تنش کم آبی بر صفات جوانه‌زنی نسل بعد کمتر پرداخته شده است که با توجه به تولید بذر سویا در داخل کشور، این کار ضروری به نظر می‌رسد.

تنش خشکی زمانی ایجاد می‌شود که رطوبت اطراف ریشه به حدی کاهش یابد که گیاه قادر به جذب آب کافی نباشد یا به عبارت دیگر زمانی که تعرق بیشتری از جذب آب صورت گیرد [۴]. تنش آبی در هر یک از مراحل رشد سویا سبب کاهش رشد می‌شود و بر گلدهی و عملکرد اثر می‌گذارد [۵]. تحت وضعیت تنش، قابلیت دسترسی به مواد غذایی، جذب و انتقال مواد دچار اختلال می‌شود [۱۶]. همچنین تنش خشکی در مراحل مختلف رشد با تغییر ترکیب مواد غذایی آندوسپرم بذر و تأثیر مستقیم بر قابلیت حیات جنین، بر جوانه‌زنی بذر تأثیر خواهد داشت. در مورد سویا مشخص شده است که تنش خشکی از طریق تأثیر مستقیم بر متابولیسم بذر، موجب کاهش حداکثر درصد جوانه‌زنی بذرهای به دست آمده شد [۲۴]. بذری که از گیاهان دچار کمبود عناصر مغذی به دست می‌آید، قدرت جوانه‌زنی کمی دارد و گیاهچه ضعیفی تولید می‌کند [۲۱]. ایران با متوسط بارش ۲۴۰ میلی‌متر در زمرة

مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان طبقه‌بندی می‌شود [۱]. از این رو وقوع تنش خشکی در دوره رشد گیاهان زراعی اجتناب‌ناپذیر است.

روی عنصر کم‌مصرف ضروری برای گیاهان، حیوانات و انسان است. بیش از ۳۰۰ آنزیم درگیر در فرایندهای کلیدی متابولیسمی انسان شامل روی هستند. این عنصر در سنتز DNA، RNA و پروتئین‌ها مؤثر است [۲۷]. نتایج دیگر پژوهش‌ها حاکی از آن است که در همه محصولات با افزایش کاربرد روی، غلظت آن در اندام‌های هوایی افزایش می‌یابد. همچنین تأثیر کاهش روی بر عملکرد دانه بیشتر از کاه و کلش است [۲۲]. اگرچه نیاز گیاهان به روی اندک است، اگر مقدار کافی از این عنصر در دسترس نباشد، گیاهان از تنش‌های فیزیولوژیک ناشی از ناکارایی سیستم‌های متعدد آنزیمی و دیگر اعمال متابولیسمی مرتبط با روی آسیب خواهند دید [۲]. سویا حساسیت زیادی به کمبود روی دارد [۱۲]. با کاهش رطوبت خاک، تحرک عنصر روی در محلول خاک کاهش می‌یابد و با توجه به محدودیت رشد ریشه، گیاه به طور مضاعفی با کمبود این عنصر مواجه خواهد شد. با محلول‌پاشی، کمبود این عنصر در گیاه جبران می‌شود [۱۴]. محلول‌پاشی عناصر غذایی مختلف هنگام بروز تنش‌ها می‌تواند مقاومت گیاه را تا حدی افزایش دهد. در مورد بادام‌زمینی اثر محلول‌پاشی کلرید کلسیم در مقاومت گیاه به تنش خشکی به اثبات رسیده است [۱۸]. در هیبریدهای آفتابگردان اثر محلول‌پاشی پتاسیم در جبران خسارت ناشی از تنش خشکی روی عملکرد دانه، روغن دانه، وزن بذر در طبق و وزن صددانه گزارش شده است [۱۷]. در مورد عنصر روی نیز گزارش‌هایی چند موجود است. برای مثال، در مورد یونجه گزارش شده است که تغذیه کافی روی، هم در تحمل به تنش و هم رطوبت بیش از حد اهمیت اساسی دارد [۱۱]. همچنین در آزمایش دیگری درباره سویا، اثر

اثر محلول پاشی روی بر عملکرد، کیفیت دانه و بنیه بذور دو رقم سویا تحت تنش کم آبی

نهایی برای هر دو رقم برابر و ۳۰۰ هزار بوته در هکتار بود. به منظور تشکیل گره‌های تثبیت نیتروژن در ریشه، بذور با باکتری سویه *Rhizobium japonicum* تلقیح شدند. کود نیتروژنه به مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار به فرم اوره هنگام کاشت بذر در تاریخ ۸۹/۳/۱ داده شد. با توجه به آزمایش خاک و غنی بودن خاک مزرعه از فسفر و پتاسیم، نیازی به کودپاشی زمین در زمان تهیه بستر نبود (جدول ۱).

در این مطالعه، عامل کمبود آب خاک به عنوان عامل اصلی، و ترکیب غلظت محلول پاشی و رقم به عنوان عامل فرعی، به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بررسی شد. عوامل تحت بررسی شامل تنش خشکی در سه سطح بدون تنش، تنش در مرحله رشد رویشی تا ۱۰ درصد گلدهی (R₁-V₅) و تنش در مرحله گلدهی تا ۱۰ درصد غلاف‌بندی (R₃-R₁) و رقم سویا با دو سطح L₁₇ و کلارک ۶۳ و محلول پاشی در سه سطح بدون محلول پاشی، محلول پاشی آب خالص و محلول پاشی سولفات روی آبدار (ZnSO₄·7H₂O) بود (جدول ۲). محلول پاشی سولفات روی قبل از اعمال تنش در مرحله چهاربرگی به مقدار پنج در هزار و به دلیل اجتناب از اثر سمیت احتمالی غلظت زیاد عنصر روی در دو نوبت به فاصله دو هفته از هم انجام گرفت [۱۰].

کاربرد خاکی سولفات روی در افزایش رشد سویا مثبت گزارش شد. نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد روی موجب افزایش ۷۵ درصدی وزن ریشه و ۳۰ درصدی اندام هوایی می‌شود [۱۰]. به علت قرار گرفتن اکثر مناطق ایران در محدوده جغرافیایی خشک و نیمه‌خشک، گیاهان این مناطق، به ویژه گیاهان زراعی بهاره و تابستانه، به دلیل رشد در فصول خشک سال در مراحل مختلف رشد در معرض تنش خشکی قرار دارند.

هدف از اجرای پژوهش حاضر، با توجه به نقش عناصر غذایی در مقاومت گیاهان به تنش‌های مختلف محیطی، تعیین تأثیرات محلول پاشی روی بر عملکرد و کیفیت دانه، بنیه بذور و جذب و انتقال عنصر روی در اندام‌های مختلف ارقام سویا در وضعیت تنش خشکی است.

۲. مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. مشخصات خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آمده است. عملیات آماده‌سازی زمین به وسیله شخم، دیسک انجام گرفت و کرت‌هایی به ابعاد ۳ × ۲ متر ایجاد شد. فاصله ردیف‌ها در هر کرت ۴۰ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها روی ردیف‌های کشت، ۸ سانتی‌متر و تراکم

جدول ۱. مشخصات خاک محل آزمایش (۰ تا ۶۰ سانتی متری عمق خاک)

بافت	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	کربن آلی (%)	روی (ppm)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته
لومی - رسی شنی	۰/۱	۸۰	۸۴۸	۱/۰۳	۰/۴۵	۱/۱۲	۷/۷۳

جدول ۲. مشخصات ارقام آزمایش شده

رقم	گروه رسیدگی	طول دوره رشد (روز)	عملکرد (kg/ha)	تیپ رشدی	رنگ گل
کلارک ۶۳	۴ دیررس	۱۳۰	۳/۵	نامحدود	بنفش
L ₁₇	۳ متوسط‌رس	۱۲۰	۳	نامحدود	سفید
رقم	وزن صدانه (gr)	ارتفاع (cm)	نوع شاخه‌بندی	درصد روغن	درصد پروتئین
کلارک ۶۳	۱۳	۱۰۰	چندشاخه	۲۱	۳۷
L ₁₇	۱۵	۱۱۰	تک‌شاخه	۲۲	۳۷

دانه به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر و با روش نووزامسکی^۲، روغن دانه با سوکسله و محتوای روی اندام‌های مختلف گیاه به‌روش جذب اتمی اندازه‌گیری شد [۱۹]. همچنین به‌منظور بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر بنیه بذور به‌دست‌آمده از این آزمایش، آزمون جوانه‌زنی استاندارد در بخش آزمایشگاه، به‌روش کاشت در بین کاغذ صافی انجام گرفت. در طول دوره، بازدید روزانه صورت گرفت و تعداد بذور جوانه‌زده یادداشت شد. از بین گیاهچه‌های طبیعی، ۱۰ گیاهچه به‌طور تصادفی انتخاب و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، پس از قرار گرفتن در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت با ترازوی دقیق توزین شد. با استفاده از داده‌های اخیر شاخص قدرت گیاهچه با استفاده از رابطه ۱ تعیین شد [۲]. در نهایت تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۱ درصد مقایسه شدند.

(۱)

شاخص قدرت گیاهچه = (وزن خشک ریشه‌چه + وزن خشک ساقه‌چه) × درصد جوانه‌زنی

مبارزه با علف‌های هرز نیز به‌صورت وجین دستی در طول دوره رشد صورت پذیرفت. برای ثبت مقدار آب مصرفی و کنترل مقدار آب در هر بار آبیاری، مزرعه به سیستم آبیاری شامل لوله‌های پلی‌اتیلن و کنتور آب مجهز شد. در مجموع مقدار آب مورد استفاده کرت‌های بدون تنش، ۱۸ بار آبیاری (۷۵/۶ متر مکعب در کل دوره رشد)؛ و کرت‌های با اعمال تنش در R₁-R₃ و V₅-R₁ به ترتیب ۱۵ و ۱۶ بار آبیاری (به ترتیب ۶۷/۲ و ۶۳ متر مکعب در کل دوره رشد) بود. تیمار تنش کم‌آبی در دو مرحله ذکر شده، به‌وسیله قطع آبیاری تا تخلیه ۶۰ درصد آب قابل استفاده خاک و ثبت رطوبت خاک به‌وسیله دستگاه انعکاس‌سنج زمانی^۱، برای اعمال تنش یکسان در مراحل مختلف صورت گرفت.

برداشت نهایی به‌هنگام رسیدگی فیزیولوژیکی دانه که با قهوه‌ای شدن غلاف‌ها مشخص شد، از دو ردیف میانی کرت آزمایشی (یک متر مربع) و با در نظر گرفتن اثر حاشیه انجام گرفت و عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و اجزای عملکرد پس از عمل برداشت در سوم مهر، اندازه‌گیری و ثبت شد و در نهایت عملکرد با رطوبت ۱۳ درصد براساس کیلوگرم در هکتار گزارش شد. پروتئین

اثر محلول پاشی روی بر عملکرد، کیفیت دانه و بنیه بذور دو رقم سویا تحت تنش کم آبی

۳. نتایج و بحث

در سطح ۱ درصد در صفت محتوای روی برگ و ساقه سویا معنادار بود (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیرات اصلی به‌غیر از اثر رقم و تأثیرات متقابل دوجانبه و سه‌جانبه آنها

جدول ۳. جدول تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد، صفات کیفی و محتوای عنصر روی دانه و برگ سویا

منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای روی برگ	محتوای روی پوشش غلاف	محتوای روی دانه	درصد روی ساقه	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	وزن ریشه‌چه
تکرار	۲	۰/۵۳	۰/۵۸	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۰۷	۲/۴۱×۱۰ ^{-۶}
کم آبی	۲	۳۲۶/۹۱**	۵۸۶/۸۰**	۶۱۸/۹۶**	۳۸۷/۳۱**	۱۴۶/۰۹**	۱۱۸۷/۸۵**	۱/۸۲×۱۰ ^{-۵**}
تکرار × کم آبی	۴	۰/۱۴	۰/۶۲	۱/۷۲	۰/۸۹	۱/۲۰	۱۵/۵۸	۶/۱×۱۰ ^{-۷}
رقم	۱	۵۴/۹۵**	۱۴/۶۰**	۱۵۳/۹۳**	۰/۱۷	۱۷/۲۳**	۱/۱۹	۴/۷×۱۰ ^{-۶**}
محلول پاشی	۲	۹۶۲۹/۰۶**	۴۶۴/۰۸**	۸۵۵/۰۱**	۳۰۶/۳۷**	۷۴/۷۷**	۲۵۰/۰۷*	۴/۸۱×۱۰ ^{-۵**}
رقم × کم آبی	۲	۸/۹۶**	۱۹/۲۳**	۳۷/۲۸**	۱۰۱/۸۹**	۴/۲۰**	۵/۶۳	۸×۱۰ ^{-۸}
کم آبی × محلول پاشی	۴	۱۸۱/۶۶**	۱۶/۴۲**	۲۳/۳۹**	۱۲/۱۶**	۷/۴۰**	۶۵/۱۹	۳×۱۰ ^{-۷}
رقم × محلول پاشی	۲	۲۱/۷۳**	۱/۹۸	۳/۵۷*	۳۳/۹۳**	۱/۳۸	۷۲/۳۰	۲/۶×۱۰ ^{-۷}
رقم × کم آبی × محلول پاشی	۴	۴/۱۸**	۲/۶۲*	۱/۱۶	۴/۳۵**	۰/۱۲	۱۲/۷۴	۱/۱×۱۰ ^{-۷}
خطای آزمایشی	۳۰	۰/۶۸	۰/۸۰	۰/۹۸	۰/۷۰	۰/۴۷	۵۰/۷۷	۶/۲×۱۰ ^{-۷}
ضریب تغییرات		۲/۳۳	۳/۵	۶/۹۴	۳/۳	۳/۴۷	۷/۷۷	۴/۴۵

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک ساقه‌چه	شاخص قدرت گیاهچه	درصد بذور سخت	عملکرد دانه	درصد روغن دانه	درصد پروتئین
تکرار	۲	۱/۴×۱۰ ^{-۶}	۰/۱۰۹	۰/۳۵	۸۸۲	۰/۲۸۳۲۰۱	۰/۰۰۱
کم آبی	۲	۴/۴×۱۰ ^{-۵**}	۷/۵۹۱**	۴۳۴/۴۶**	۳۶۵۸۴۰۶**	۴/۴۲۹۲۳**	۲۸/۰۳۱۷**
تکرار × کم آبی	۴	۸×۱۰ ^{-۷}	۰/۰۶۸	۰/۳۲	۴۰۵۹	۰/۰۹۳۳۴۰۷	۰/۰۱۸۶
رقم	۱	۵/۳۸×۱۰ ^{-۵**}	۱/۵۳۶**	۰/۹۱	۳۶۶۶۵۳۷**	۰/۰۰۰۲۶۶۶۷	۰/۰۳۴
محلول پاشی	۲	۲/۷۳×۱۰ ^{-۵**}	۵/۶۲۶**	۱۱۹/۹۱**	۴۳۸۵۶۱۲**	۵/۸۱۷۴۷۴**	۱۷/۷۰**
رقم × کم آبی	۲	۸×۱۰ ^{-۶**}	۰/۱۲۹	۱۹/۵۷**	۵۷۸۸۵**	۰/۰۵۵۵۰۵۵	۰/۳۳۸**
کم آبی × محلول پاشی	۴	۱/۵×۱۰ ^{-۷}	۰/۰۳۷	۴۷/۶۳**	۱۲۱۵۲۳**	۰/۵۱۷۸۵۴۶**	۰/۱۳۳**
رقم × محلول پاشی	۲	۱/۱×۱۰ ^{-۶}	۰/۰۲۲	۷/۷۹*	۴۵۵۶۲*	۰/۰۷۸۸۲۲۲	۰/۹۷۳**
رقم × کم آبی × محلول پاشی	۴	۲/۶×۱۰ ^{-۷}	۰/۰۲۷	۶/۲۹**	۱۲۴۹۷	۰/۰۲۶۲۰۲۷۸	۰/۰۳۲
خطای آزمایشی	۳۰	۴/۸×۱۰ ^{-۷}	۰/۰۵۶	۱/۵۱	۹۹۲۲	۰/۱۱۷۹۳	۰/۰۲۶
ضریب تغییرات		۲/۸۰	۵/۳۴	۲۲/۲۰	۳/۶۳	۱/۴۴	۸/۴۲

بدون علامت و علامت‌های * و * به ترتیب به مفهوم نبود و وجود اختلاف معنادار در سطح ۱ و ۵ درصد.

جدول ۴. اثر متقابل رقم، کم آبی و محلول پاشی بر مقدار روی اندام‌های مختلف سویا و درصد بذور سخت

بذور سخت (درصد)	محتوای روی پوسته غلاف (gr/Kg)	محتوای روی ساقه (gr/Kg)	محتوای روی برگ (gr/Kg)	سطوح محلول پاشی	رقم	سطوح تنش
۱/ ۶۶ab	۲۴/ ۸۳d	۳۰/ ۸۰b	۲۴/ ۱۳g	بدون محلول پاشی	L ¹⁷	تنش بدون
۱/ ۶۶ab	۲۴/ ۷۷d	۳۱/ ۰۱b	۲۴/ ۱۷g	محلول پاشی آب مقطر	K ^{۶۲}	
۱/ ۳۳b	۳۷/ ۹۱a	۳۵/ ۸۰a	۶۷/ ۹۱b	محلول پاشی سولفات روی		
۳/ ۳۳a	۲۸/ ۹۴c	۲۴/ ۰۹cde	۲۶/ ۸۰f	بدون محلول پاشی		
۳/ ۳۳a	۲۹/ ۱۰c	۲۴/ ۶۱cd	۲۶/ ۹۵f	محلول پاشی آب مقطر		
۱/ ۳۳b	۳۹/ ۰۳a	۳۷/ ۱۶a	۷۲/ ۳۱a	محلول پاشی سولفات روی		
۳/ ۳۳ab	۱۷/ ۹۵e	۲۱/ ۸۱e	۱۹/ ۱۱h	بدون محلول پاشی		L ¹⁷
۳/ ۶۶ab	۱۸/ ۳۸e	۲۱/ ۷۴e	۱۹/ ۷۳h	محلول پاشی آب مقطر	K ^{۶۲}	
۱/ ۳۳c	۲۳/ ۳۴d	۲۳/ ۹۹cde	۴۸/ ۵۲e	محلول پاشی سولفات روی		
۴/ ۳۳a	۱۶/ ۸۱e	۱۸/ ۸۲f	۲۱/ ۰۷h	بدون محلول پاشی		
۴/ ۳۳a	۱۶/ ۷۴e	۱۸/ ۶۰f	۲۱/ ۵۰h	محلول پاشی آب مقطر		
۲/ ۶۶bc	۲۳/ ۲۹d	۲۵/ ۱۶cd	۵۳/ ۶۹d	محلول پاشی سولفات روی		
۱۳/ ۳۳a	۲۲/ ۵۳d	۱۸/ ۸۳f	۱۹/ ۴۶h	بدون محلول پاشی		L ¹⁷
۱۳/ ۰۰a	۲۲/ ۴۶d	۱۸/ ۸۴f	۱۹/ ۶۸h	محلول پاشی آب مقطر	K ^{۶۲}	
۸/ ۰۰c	۳۲/ ۳۱b	۲۶/ ۰۲c	۶۳/ ۰۵c	محلول پاشی سولفات روی		
۱۲/ ۰۰b	۲۴/ ۰۷d	۲۳/ ۵۳cde	۲۱/ ۰۴h	بدون محلول پاشی		
۱۲/ ۰۲b	۲۳/ ۸۰d	۲۳/ ۱۷de	۲۱/ ۱۰h	محلول پاشی آب مقطر		
۱/ ۳۳d	۳۲/ ۰۸b	۳۲/ ۶۵b	۶۷/ ۲۴b	محلول پاشی سولفات روی		

در هر سطح تنش، سطوح تیماری که با حرف یکسان نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنادار نیستند.

اثر محلول پاشی روی بر عملکرد، کیفیت دانه و بنية بذور دو رقم سویا تحت تنش کم آبی

سطوح تنش) افزایش داد. بیشترین افزایش روی برگ نسبت به تیمار بدون محلول پاشی حدود ۳/۲ برابر برای رقم کلارک ۶۳ در تیمار بدون تنش، و کمترین مقدار افزایش حدود ۲/۵ برابر برای رقم L17 در تیمار تنش در مرحله رشد رویشی مشاهده شد. محتوای روی برگ و ساقه، در وضعیت تنش در مرحله رشد رویشی نسبت به دیگر تیمارهای آبی کمتر بود (جدول ۵). به نظر می آید این کاهش به این دلیل است که فاصله زمانی تنش در این دوره و اعمال تیمار محلول پاشی زیاد نبود و چون برای جذب و انتقال مواد، آب ضروری است، جذب و انتقال دچار اختلال شده یا جذب به خوبی صورت گرفته، ولی با وجود جذب عنصر در برگ به علت کاهش آب، انتقال این عنصر به دیگر نقاط گیاه دچار اختلال شده و در نتیجه محتوای روی برگ کاهش یافته است. همچنین غلظت روی در وضعیت تنش شدید در جوانه های ۱۴ روزه لویا کاهش می یابد [۶].

ارقام تحت آزمایش، واکنش متفاوتی در غلظت های مختلف محلول پاشی و در سطوح مختلف تنش داشتند، به طوری که در وضعیت بدون تنش، محلول پاشی عنصر روی، مقدار روی برگ را در ارقام L17 و کلارک ۶۳ به ترتیب ۶۴ و ۶۳ درصد افزایش داد، در حالی که در وضعیت تنش در مرحله رشد رویشی، مقدار روی برگ هر دو رقم ۶۱ درصد؛ و در وضعیت تنش در مرحله رشد رویشی، مقدار روی برگ هر دو رقم ۶۹ درصد افزایش یافت (جدول ۴). همچنین جدول مقایسه میانگین رقم در کم آبی در محلول پاشی نشان می دهد که محلول پاشی با روی، محتوای روی ساقه ارقام L17 و کلارک ۶۳ را در وضعیت بدون تنش ۱۶ و ۵۴ درصد؛ در وضعیت تنش در مرحله رشد رویشی ۱۰ و ۳۴ درصد؛ و در وضعیت تنش در مرحله رشد رویشی ۳۸ و ۳۹ درصد افزایش داد (جدول ۴). کاربرد روی در همه حالت ها و در هر دو رقم مقدار روی برگ را حدود سه برابر (از ۲/۵ تا ۳/۲ برابر در ارقام و

جدول ۵. مقایسه میانگین های عملکرد و صفات کیفی دانه سویا تحت تأثیرات اصلی عوامل بررسی شده

تأثیرات اصلی	سطح	درصد جوانه زنی	شاخص قدرت گیاهچه	وزن خشک ریشه چه (gr)	وزن خشک ساقه چه (gr)
سطوح مختلف تنش	بدون تنش	۹۸/۸۸a	۵/۰۵a	۰/۰۱۹a	-
	تنش رشد رویشی	۹۳/۳۳b	۴/۴۸b	۰/۰۱۸b	-
	تنش رشد رویشی	۸۲/۸۸c	۳/۷۵c	۰/۰۱۷c	-
رقم	L17	۹۱/۵۵a	۴/۵۲a	۰/۰۱۸a	-
	کلارک ۶۳	۹۱/۸۵a	۴/۳۲b	۰/۰۱۷b	-
غلظت های مختلف محلول پاشی	بدون محلول پاشی	۸۹/۷۷b	۴/۱۴b	۰/۰۱۷b	۰/۰۲۹b
	محلول پاشی آب مقطر	۸۹/۳۳b	۴/۰۷b	۰/۰۱۷b	۰/۰۲۹b
	محلول پاشی سولفات روی	۹۶/۰۰a	۵/۰۷a	۰/۰۲۰a	۰/۰۳۱a

در هر صفت و گروه مقایسه شده، تیمارهایی که با حرف یکسان نشان داده شده اند، دارای اختلاف معنادار نیستند.

در مرحله رشد زایشی ۴۳ و ۳۳ درصد بود (جدول ۴). محلول پاشی با آب مقطر تأثیر معناداری در افزایش یا کاهش محتوای روی ساقه، دانه و پوسته غلاف نداشت. گزارش شده است که مصرف برگی روی، غلظت روی را در اندام‌های هوایی گندم افزایش می‌دهد و عنصر روی می‌تواند از برگ‌ها به سمت بالا و پایین گیاه حرکت کند [۱۳]. همبستگی مثبت و معناداری بین محتوای روی برگ با محتوای روی دانه ($r=0.82^{**}$) در این آزمایش مشاهده شد (جدول ۷). عنصر روی یکی از این مواد تشکیل دهنده ذخایر بذر است که تحرک آن در گیاه به شدت به کفایت روی در دسترس برای گیاه از محیط رشد وابسته است. وقتی روی در دسترس بیش از نیاز عملکرد بهینه گیاه باشد، می‌تواند به راحتی به خارج از بافت‌های رویشی و به بذرهای در حال رشد منتقل شود [۲۶].

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیرات اصلی، تأثیرات متقابل رقم در کم‌آبی و کم‌آبی در محلول پاشی بر سرعت جوانه‌زنی تأثیر معناداری داشت. ارقام مختلف رفتار متفاوتی در سطوح مختلف کم‌آبی داشتند، به طوری که در وضعیت بدون تنش، سرعت جوانه‌زنی رقم کلارک ۶۳ بیشتر بود، ولی در تیمارهای تنش دیده این دو رقم اختلافی نداشتند (جدول ۶). با محلول پاشی روی سرعت جوانه‌زنی در وضعیت‌های بدون تنش، تنش در مرحله رشد رویشی و تنش در مرحله رشد زایشی به ترتیب ۱۱، ۱۳ و ۴۱ درصد افزایش یافت (جدول ۶). تنش با تغییر در ترکیبات دانه مثل پروتئین و کاهش مقدار آن موجب کاهش سرعت جوانه‌زنی شد، برای اینکه ترکیبات پروتئینی دانه بیش از دیگر ترکیبات در جذب آب مؤثر است. وجود همبستگی مثبت و معنادار سرعت جوانه‌زنی با پروتئین دانه ($r=0.91^{**}$) در این آزمایش مؤید این مطلب است (جدول ۷).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محتوای روی دانه در سطح ۱ درصد تحت تأثیرات اصلی و تأثیرات متقابل دوجانبه آنها، و محتوای روی پوسته غلاف تحت تأثیرات اصلی و تأثیرات متقابل دوجانبه و سه‌جانبه آنها به غیر از اثر متقابل رقم در محلول پاشی قرار گرفت. جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد که تنش کم‌آبی سبب کاهش، و محلول پاشی روی سبب افزایش محتوای روی دانه و پوسته غلاف شد (جدول ۳). بدیهی است که کاهش انتقال روی به اندام‌های هوایی در کرت‌های تنش دیده به علت نقصان رطوبت و در نتیجه اختلال در جذب و انتقال است، زیرا سازوکارهای جذب و انتقال عناصر غذایی در گیاهان، تابعی از مقدار رطوبت موجود در خاک و ریشه است و در صورت کمبود رطوبت، شدت و مقدار جذب عناصر غذایی دستخوش تغییر و تحول می‌شود. گیاهان بیشتر روی مورد نیاز خود را در اوایل رشد خود جذب می‌کنند. مقدار عناصر کم‌مصرف در دانه، به مقدار جذب این عناصر به وسیله ریشه در طی مراحل توسعه دانه و انتقال مجدد این عناصر از بافت گیاه به دانه از طریق آوند آبکش بستگی دارد و مقدار انتقال مجدد این عناصر از این طریق تا حد زیادی به حرکت هر عنصر در آوند آبکش وابسته است [۲۱].

کاربرد سولفات روی محتوای روی دانه را در وضعیت‌های بدون تنش، تنش در مرحله رشد رویشی و رشد زایشی به ترتیب ۲۰، ۲۲ و ۳۶ درصد افزایش داد (جدول ۶). همچنین جدول مقایسه میانگین تأثیرات متقابل رقم در کم‌آبی در محلول پاشی نشان می‌دهد که محلول پاشی روی گرچه در هر دو رقم و در تمام سطوح تنش به افزایش محتوای روی پوسته غلاف منجر شد، این افزایش در پوسته غلاف ارقام I_{17} و کلارک ۶۳ در وضعیت بدون تنش ۵۳ و ۳۵ درصد، در وضعیت تنش در مرحله رشد رویشی ۹۰ و ۳۰ درصد و در وضعیت تنش

اثر محلول پاشی روی بر عملکرد، کیفیت دانه و بنیه بذور دو رقم سویا تحت تنش کم آبی

جدول ۶. مقایسه میانگین های اثر متقابل رقم و کم آبی، اثر متقابل کم آبی و محلول پاشی و اثر متقابل رقم و محلول پاشی بر عملکرد دانه، کیفیت دانه و خصوصیات جوانه زنی بذور سویا

سطوح تنش	رقم	مقدار روی دانه (gr/Kg)	سرعت جوانه زنی (per day)	وزن خشک ساقه چه (gr)	عملکرد دانه (kg/ha)	درصد پروتئین دانه
بدون تنش	L17	۵۵/۰۵ b	۲۰/۹۸ b	۰/۰۳۱۸ a	۳۰۱۸ b	۳۹/۱۳ a
	کلاری ۶۳	۶۰/۲۸ a	۲۳/۲۲ a	۰/۰۳۱۳ a	۳۴۷۴ a	۳۸/۹۶ a
تنش در مرحله رویشی	L17	۴۷/۰۰ de	۲۰/۳۷ b	۰/۰۳۱۱ a	۲۲۸۵ d	۳۸/۲۱ c
	کلاری ۶۳	۴۷/۰۶ d	۲۱/۰۶ b	۰/۰۲۸۶ c	۲۹۳۷ b	۳۸/۴۸ b
تنش در مرحله زایشی	L17	۵۰/۴۲ c	۱۶/۳۹ c	۰/۰۲۹۹ b	۲۱۴۶ d	۳۶/۷۵ d
	کلاری ۶۳	۴۵/۶۱ e	۱۶/۸۵ c	۰/۰۲۶۹ d	۲۶۰۲ c	۳۶/۴۸ e

سطوح تنش	سطوح محلول پاشی	مقدار روی دانه (gr/ Kg)	سرعت جوانه زنی (per day)	عملکرد دانه (kg/ha)	درصد روغن دانه	درصد پروتئین دانه
بدون تنش	بدون محلول پاشی	۵۳/۵۴ c	۲۱/۳۱ bc	۳۱۰۶ bc	۲۴/۷۷ a	۳۸/۴۸ c
	محلول پاشی آب مقطر	۵۴/۰۸ c	۲۱/۳۸ bc	۲۹۸۹ c	۲۴/۲۷ b	۳۸/۵۲ c
	محلول پاشی سولفات روی	۶۵/۳۱ a	۲۳/۶۲ a	۳۶۴۴ a	۲۳/۲۶ c	۴۰/۱۲ a
تنش در مرحله رشد رویشی	بدون محلول پاشی	۴۴/۰۲ d	۱۹/۸۶ d	۲۲۹۵ d	۲۳/۲۲ c	۳۷/۷۹ d
	محلول پاشی آب مقطر	۴۴/۱۷ d	۱۹/۸۵ d	۲۳۲۵ d	۲۲/۸۵ d	۳۷/۸۹ d
	محلول پاشی سولفات روی	۵۲/۸۸ c	۲۲/۴۴ ab	۳۲۱۵ b	۲۲/۷۵ d	۳۹/۳۶ b
تنش در مرحله رشد زایشی	بدون محلول پاشی	۴۲/۸۱ d	۱۴/۹۴ e	۲۰۱۱ e	۲۱/۰۸ e	۳۵/۹۲ e
	محلول پاشی آب مقطر	۴۲/۸۵ d	۱۴/۴۹ e	۲۰۳۰ e	۲۱/۰۴ e	۳۵/۹۷ e
	محلول پاشی سولفات روی	۵۸/۳۸ b	۲۰/۴۴ cd	۳۰۸۲ bc	۲۲/۸۳ d	۳۷/۹۶ d

سطوح محلول پاشی	رقم	مقدار روی دانه (gr/Kg)	عملکرد دانه (kg/ha)	درصد پروتئین دانه
بدون محلول پاشی	L17	۴۵/۳۸ d	۲۱۹۸ d	۳۷/۶۰ c
محلول پاشی آب مقطر	کلاری ۶۳	۴۸/۲۵ c	۲۷۴۳ c	۳۷/۲۰ e
	L17	۴۵/۵۹ d	۲۱۴۴ d	۳۷/۵۷ cd
محلول پاشی سولفات روی	کلاری ۶۳	۴۸/۴۵ c	۲۷۵۱ c	۳۷/۳۵ de
	L17	۵۶/۶۵ b	۳۱۰۸ b	۳۸/۹۱ a
	کلاری ۶۳	۶۱/۰۶ a	۳۵۱۹ a	۳۹/۳۸ a

سطوح تیماری که با حرف یکسان نشان داده شده اند، دارای اختلاف معنادار نیستند.

سمیه کرمی و همکاران

جدول ۷. ضرایب همبستگی بین مؤلفه‌های جوانه‌زنی و کیفیت دانه سویا

ردیف	صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱	درصد جوانه‌زنی	۱														
۲	سرعت جوانه‌زنی	۰/۹۴**	۱													
۳	متوسط زمان جوانه‌زنی	-۰/۸۴**	-۰/۹۴**	۱												
۴	وزن خشک رسیده‌چه	۰/۶۷**	۰/۷۴**	-۰/۶۷**	۱											
۵	وزن خشک ساقچه‌چه	۰/۶۷**	۰/۶۶**	-۰/۴۸*	۰/۸۲**	۱										
۶	طول ریشه‌چه	۰/۷۴**	۰/۸۷**	-۰/۸۷**	۰/۹۲**	۰/۶۹**	۱									
۷	طول ساقچه‌چه	۰/۹۰**	۰/۹۶**	-۰/۹۰**	۰/۸۶**	۰/۷۱**	۰/۹۲**	۱								
۸	شاخص قدرت گیاهچه	۰/۹۰**	۰/۹۱**	-۰/۸۱**	۰/۹۱**	۰/۸۷**	۰/۹۰**	۰/۹۵**	۱							
۹	ضریب سرعت جوانه‌زنی	۰/۸۵**	۰/۹۶**	-۰/۹۶**	۰/۷۸**	۰/۵۷**	۰/۹۳**	۰/۹۵**	۰/۸۶**	۱						
۱۰	درصد بذور سخت	-۰/۸۷**	-۰/۹۰**	-۰/۸۱**	-۰/۶۳**	-۰/۶۰**	-۰/۷۱**	-۰/۸۶**	-۰/۸۳**	-۰/۸۲**	۱					
۱۱	درصد پروتئین دانه	۰/۸۸**	۰/۹۲**	-۰/۸۵**	۰/۸۶**	۰/۷۸**	۰/۸۸**	۰/۹۷**	۰/۹۵**	۰/۹۱**	-۰/۸۷**	۱				
۱۲	وزن هزار دانه	۰/۴۸*	۰/۳۶	-۰/۱۴	۰/۶۸**	۰/۸۸**	۰/۴۱	۰/۴۶*	۰/۶۶**	۰/۲۴	-۰/۴۳	۰/۵۵*	۱			
۱۳	محتوای روی دانه	۰/۶۹**	۰/۷۷**	-۰/۸۳**	۰/۷۸**	۰/۶۱**	۰/۸۵**	۰/۷۶**	۰/۸۱**	۰/۸۳**	-۰/۶۰**	۰/۸۵**	۰/۲۹	۱		
۱۴	محتوای روی برگ	۰/۴۱	۰/۵۶*	-۰/۶۳**	۰/۷۹**	۰/۴۹*	۰/۸۰**	۰/۵۹**	۰/۶۷**	۰/۶۴**	-۰/۴۲	۰/۶۰**	۰/۳۱	۰/۸۲**	۱	
۱۵	درصد روغن	۰/۸۲**	۰/۸۲**	-۰/۶۸*	۰/۹۰**	۰/۹۱**	۰/۸۱**	۰/۹۰**	۰/۹۴**	۰/۷۶**	-۰/۸۳**	۰/۹۴**	۰/۷۸**	۰/۶۴**	۰/۵۶*	۱

بدون علامت و علامت‌های ** و * به ترتیب به معنای وجود اختلاف معنادار در سطح ۱ و ۵ درصد.

داشت (جدول ۵). وزن خشک ساقه‌چه ارقام مختلف در سطوح مختلف تنش متفاوت بود، به طوری که در تیمار بدون تنش این دو رقم اختلافی نداشتند، ولی تنش در مرحله رشد رویشی و زایشی وزن خشک ساقه‌چه رقم کلارک ۶۳ را بیشتر متأثر کرد. به طوری که تنش در مرحله رشد رویشی و زایشی وزن خشک ساقه‌چه این رقم را به ترتیب ۹ و ۱۴ درصد کاهش داد، در حالی که در رقم L17 وزن خشک ساقه‌چه در تنش در مرحله رویشی و زایشی به ترتیب ۲ و ۶ درصد کاهش یافت (جدول ۴). همبستگی مثبت و معناداری بین وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه ($r=0/81^{**}$) مشاهده شد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که رقم، کم آبی و محلول پاشی در سطح ۱ درصد بر شاخص قدرت گیاهچه تأثیر گذار بودند. بیشترین و کمترین مقدار شاخص قدرت گیاهچه به ترتیب در وضعیت‌های آبیاری مطلوب و تنش در مرحله رشد زایشی مشاهده شد. همچنین رقم L17 از این نظر بر رقم کلارک ۶۳ برتری داشت (جدول ۵). همبستگی مثبت و معناداری بین وزن خشک ریشه‌چه با شاخص قدرت گیاهچه ($r=0/91^{**}$) و وزن خشک ساقه‌چه و شاخص قدرت گیاهچه ($r=0/87^{**}$) در این آزمایش مشاهده شد (جدول ۷). در تحقیقی دیگر در مورد سویا، همبستگی بسیار نزدیک وزن خشک گیاهچه سویا (به جز لپه‌ها) با قدرت بذر سویا گزارش شد [۸]. محلول پاشی سولفات روی نیز موجب یک واحد افزایش در شاخص قدرت گیاهچه شد. همبستگی زیاد درصد پروتئین با شاخص قدرت گیاهچه ($r=0/95^{**}$) و نیز افزایش درصد پروتئین با محلول پاشی سولفات روی، نشان از نقش غیرمستقیم این عنصر در افزایش این شاخص دارد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که به غیر از اثر رقم، تمامی تأثیرات اصلی و متقابل دوجانبه و سه‌جانبه در درصد بذور سخت معنادار شد. اعمال تیمار محلول پاشی

درصد جوانه‌زنی بذور به‌طور معنا داری تحت تأثیر کم آبی و محلول پاشی قرار گرفت. تنش کم آبی سبب کاهش درصد جوانه‌زنی شد، به طوری که تنش در دوره رشد رویشی و زایشی درصد جوانه‌زنی را به ترتیب ۶ و ۱۶ درصد کاهش داد. محلول پاشی سولفات روی نسبت به بدون محلول پاشی درصد جوانه‌زنی را به‌طور میانگین ۶ درصد افزایش داد (جدول ۶). تنش خشکی موجب افت پتانسیل آب محلول خاک شده و در نتیجه گیاه در جذب آب و عناصر غذایی دچار مشکل می‌شود [۹]. بنابراین تنش خشکی و کمبود عناصر در خاک اثر مضاعف بر کاهش تولید گیاه دارد. جنین بذر، موجودی زنده است که تحت تأثیر وضعیت رشد و وضعیت تغذیه‌ای گیاه مادری قرار دارد. تنش خشکی در مراحل مختلف رشد با تغییر ترکیب مواد غذایی آندوسپرم بذر و تأثیر مستقیم بر قابلیت حیات جنین، بر جوانه‌زنی بذر تأثیر خواهد داشت. در آزمایشی بر روی سویا مشخص شد که تنش خشکی از طریق تأثیر مستقیم بر متابولیسم بذر، سبب کاهش درصد جوانه‌زنی بذرهای به‌دست‌آمده می‌شود [۲۴]. در این آزمایش، عنصر روی با افزایش درصد پروتئین که همبستگی زیادی با درصد جوانه‌زنی دارد (۰/۸۸)، سبب افزایش درصد جوانه‌زنی شد.

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح ۱ درصد تحت تأثیرات اصلی قرار گرفتند. همچنین اثر متقابل رقم در کم آبی بر وزن خشک ساقه‌چه تأثیر معناداری داشت. جدول مقایسه میانگین تأثیرات اصلی نشان می‌دهد که بیشترین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در وضعیت آبیاری مطلوب و کمترین وزن خشک آنها در وضعیت تنش در مرحله رشد زایشی به‌دست آمد. محلول پاشی با روی موجب افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه شد، ولی محلول پاشی با آب مقطر تأثیری بر آن نداشت. رقم L17 از نظر وزن خشک ریشه‌چه بر رقم کلارک ۶۳ برتری

روی در کاهش درصد بذور سخت تا حد زیادی موفقیت‌آمیز بود و سبب کاهش آن شد. جدول مقایسه میانگین تأثیرات متقابل رقم در کم‌آبی در محلول‌پاشی نشان می‌دهد که محلول‌پاشی روی در هر دو رقم و در تمام سطوح تنش بر درصد بذور سخت مؤثر بود و به کاهش آن منجر شد، ولی این کاهش در رقم کلارک ۶۳ و در سطح تنش در فاز رویشی بسیار زیاد بود و بذور سخت حدود ۸۸ درصد کاهش یافت (جدول ۴). همچنین محلول‌پاشی روی درصد بذور سخت رقم کلارک ۶۳ را در وضعیت‌های بدون تنش و تنش در مرحله رویشی به ترتیب ۶۰ و ۳۹ درصد کاهش داد. در رقم L17 نیز محلول‌پاشی روی، درصد بذور سخت حاصل از گیاهان رشد کرده در وضعیت‌های بدون تنش، تنش در مرحله رشد رویشی و تنش در مرحله رشد زایشی را به ترتیب ۲۰، ۶۰ و ۴۰ درصد کاهش داد. اختلافات مورفولوژیک بین پوسته بذورهای عادی و سخت ممکن است مربوط به ساختار شیمیایی باشد [۲۲].

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه در سطح ۱ درصد تحت تأثیرات اصلی و تأثیرات متقابل دوجانبه آنها قرار گرفت (جدول ۳). سطوح مختلف کم‌آبی تأثیر متفاوتی بر عملکرد دانه ارقام مختلف داشت. تنش در مرحله رشد رویشی عملکرد ارقام L17 و کلارک ۶۳ را به ترتیب ۲۴ و ۱۵ درصد و تنش در مرحله رشد زایشی عملکرد ارقام L17 و کلارک ۶۳ را به ترتیب ۲۹ و ۲۵ درصد کاهش داد (جدول ۶). تفاوت ارقام در تحمل خسارت تنش کم‌آبی، ممکن است به دلایل متعددی از جمله دوره رشدی کوتاه‌تر و در نتیجه زمان کمتر برای جبران خسارت تنش، گلدهی زودتر و نداشتن ذخیره کافی مواد فتوسنتزی برای حمایت از تشکیل یا ریزش گل یا غلاف، کاهش بیشتر سطح برگ در اثر تنش و ... باشد [۶]. محلول‌پاشی با روی موجب افزایش عملکرد دانه شد

البته سطوح مختلف محلول‌پاشی اثر متفاوتی در سطوح مختلف تنش داشتند. به طوری که محلول‌پاشی با سولفات روی عملکرد دانه را در وضعیت بدون تنش، تنش در مرحله رشد رویشی و تنش در مرحله رشد زایشی به ترتیب ۱۷، ۴۰ و ۵۳ درصد افزایش داد (جدول ۶). محلول‌پاشی روی در وضعیت تنش آب تأثیر مثبتی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان دارد [۱۰، ۲۴]. همچنین با توجه به نقش اساسی این عنصر در گیاه که به طور مستقیم در بیوسنتز مواد رشد همانند اکسین دخالت دارد، می‌تواند سلول‌های گیاهی بیشتر و در نتیجه مواد خشک بیشتری را تولید و در دانه‌ها به عنوان مخزن ذخیره کند [۷]؛ بنابراین موجب افزایش عملکرد بیش از حدود انتظار می‌شود که این وضعیت در پژوهش حاضر با استفاده از محلول‌پاشی سولفات روی قابل مشاهده بود. همچنین محلول‌پاشی سولفات روی نسبت به حالت بدون محلول‌پاشی، عملکرد ارقام L17 و کلارک ۶۳ را به ترتیب ۴۱ و ۲۸ درصد افزایش داد (جدول ۶). این تفاوت ممکن است به علت خصوصیات ژنتیکی و مورفولوژیکی رقم L17 نظیر سطح برگ بیشتر این رقم هنگام محلول‌پاشی و جذب بیشتر عنصر روی و در نتیجه گسترش ریشه و در نهایت جذب آب بیشتر باشد [۶].

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد پروتئین دانه به طور معناداری تحت تأثیر کم‌آبی، محلول‌پاشی و تأثیرات متقابل دوجانبه تیمارها قرار گرفت. کم‌آبی و محلول‌پاشی عنصر روی به ترتیب موجب کاهش و افزایش پروتئین دانه سویا شدند. تنش در مرحله رشد رویشی درصد پروتئین ارقام L17 و کلارک ۶۳ را به ترتیب ۲/۴ و ۱/۲ درصد، و تنش در مرحله رشد زایشی درصد پروتئین ارقام L17 و کلارک ۶۳ را به ترتیب ۶/۱ و ۶/۴ درصد کاهش داد (جدول ۶). محلول‌پاشی سولفات روی در کرت‌های بدون تنش و تنش در مرحله رویشی و رشد

درصد روغن شد که این امر سبب کاهش درصد روغن دانه در وضعیت محلول پاشی روی شد. همچنین با توجه به اثر مثبت عنصر روی در فعال سازی آنزیم RNA- پلی مرز و ریبوزومها در نهایت ساخت پروتئین [۲۷] و از طرفی همبستگی منفی بین درصد پروتئین و روغن دانه ($r = -0.92^{**}$) می توان انتظار داشت استفاده از عنصر روی سبب افزایش پروتئین و کاهش درصد روغن دانه شود.

۴. نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تنش کم آبی سبب کاهش عملکرد و کیفیت دانه، بینه بذور حاصل و محتوای عنصر روی اندامهای مختلف ارقام سویا، به ویژه رقم L17 شد. اما محلول پاشی سولفات روی در تمام سطوح رطوبتی (به ویژه تنش در مرحله رشد زایشی)، عملکرد دانه را نسبت به وضعیت عدم محلول پاشی افزایش داد. همچنین کاربرد سولفات روی سبب افزایش عنصر روی در دانه شد. به نظر می رسد کاربرد عنصر روی در مراحل اولیه رشد، سبب بهبود رشد ریشه، اندام هوایی و جذب بیشتر عناصر مورد نیاز گیاه از خاک شده و در نتیجه گیاه با ذخایر فتوسنتزی، حجم و طول ریشه بیشتری وارد شرایط تنش شده است. بنابراین گیاهان محلول پاشی شده با روی، آب بیشتری از عمق های پایین تر خاک دریافت کرده و تا حدودی خسارت ناشی از تنش کم آبی را کاهش داده اند. از این رو می توان گفت برای مدیریت مزرعه سویا که در وضعیت کمبود آب، کاربرد روی به صورت محلول پاشی عنصر روی توصیه می شود یا بهتر است از ارقامی استفاده شود که مقدار روی بیشتری در ساختار خود داشته باشند. شایان ذکر است که رقم کلارک ۶۳ تحمل بیشتری به کمبود رطوبت دارد.

زایشی درصد پروتئین را ۴، ۴ و ۶ درصد افزایش داد. همچنین محلول پاشی سولفات روی درصد پروتئین ارقام L17 و کلارک ۶۳ را به ترتیب ۳/۵ و ۶ درصد افزایش داد (جدول ۶). اصولاً تنش رطوبتی، تعادل بین روغن و پروتئین و حتی هیدرات کربن را تغییر می دهد. افزایش درصد پروتئین معمولاً با کاهش درصد روغن همراه است و این دو صفت با یکدیگر رابطه معکوس دارند [۲۰]. همچنین در این آزمایش، افزایش درصد پروتئین دانه با کاهش درصد روغن همراه بود.

عنصر روی در ساختمان تعداد زیادی از آنزیمها نظیر الکل دهیدروژناز، کربونیک آنهیدراز و RNA پلیمرز شرکت دارد و در نقل و انتقالات زیست شیمیایی سلول عامل مهمی به شمار می رود. در گیاهان مبتلا به کمبود روی، غلظت پروتئین کم می شود، ولی غلظت آمیدها و آمینواسیدها افزایش می یابد. پس با توجه به اهمیت عنصر روی در بیوسنتز اسید ریبونوکلئیک، کاهش ساخت پروتئین به دلیل کاهش اسید ریبونوکلئیک ناشی از کمبود این عنصر است [۲۷].

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد اثر کم آبی، محلول پاشی و اثر متقابل کم آبی در محلول پاشی در سطح ۱ درصد بر صفت درصد روغن دانه معنادار بود (جدول ۳). کم آبی سبب افزایش و محلول پاشی باعث کاهش مقدار روغن دانه شد. تیمارهای محلول پاشی رفتار متفاوتی در سطوح مختلف کم آبی داشتند، به طوری که محلول پاشی سولفات روی، مقدار روغن دانه را در وضعیت بدون تنش و تنش در مرحله رشد رویشی به ترتیب ۱/۵ و ۰/۵ درصد کاهش داد. تنش کم آبی با کاهش توان انتقال مواد فتوسنتزی به دانه ها موجب کاهش کیفیت دانه های سویا می شود [۶]. در این آزمایش، عنصر روی با تحریک رشد رویشی و تأخیر در آغاز مرحله پر شدن دانه و تلاقی این دوره با کاهش دما در انتهای فصل رشد موجب کاهش

منابع

11. Grewal HS and Williams R (2000) Zinc nutrition affects alfalfa response to water stress and excessive moisture. *Plant Nutrition*. 23: 942-962.
12. Havlin JL, Beaton JD, Tisdale SL and Nelson WL (1999) *Soil Fertility and Fertilizers*. Prentice Hall, New Jersey. 6th Edition. 499 pp.
13. Haslett BS, Reid RJ and Rengel Z (2001) Zinc mobility in wheat: Uptake and distribution of zinc applied to leaves or roots. *Annals of Botany*. 87: 379-386.
14. Hemantaranjan A (1996) Physiology and biochemical significance of zinc in plants. (In) *Advancement in Micronutrient Research*, pp 151-178. Hemantaranjan, A. Scientific Publishers, Jodhpur, Rajasthan, India.
15. Howell RW and Carter JL (1958) Physiological factors affecting composition of soybeans. II. Response of oil and other constituents of soybeans to temperature under controlled conditions. *Agronomy*. 50: 64-667.
16. Lauer J (2003) What happens within the corn plant when drought occurs? *Corn Agronomist*. 10(22): 153-155.
17. Mekki BB, EL-Kholy MA and Mohamed EM (1999) Yield, oil and fatty acids contents as affected by water deficit and potassium fertilization in two sunflower cultivars. *Agronomy*. 21: 67-85.
18. Mohan CVK and Rao GR (1989) Influence of foliar application of calcium on growth performance, chlorophyll and protein contents in groundnut under water stress. *Narendra Deva. Agricultural Research*. 4: 7-11.
19. Novozamsky I, Van Eck R, Van Schouwenburg JCh and Walinga I (1974) Total nitrogen determination in plant material by means of the indophenol blue method. *Netherlands Journal Of Agricultural Science*. 22: 3-5.
1. سرمدنیاغ (۱۳۷۲) اهمیت تنش‌های محیطی در زراعت. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. ۱۵-۱۸ شهریور. ۱۵۷-۱۷۲.
2. Abdul-Baki AA and Anderson JD (1973) Vigor determination in soybean by multiple criteria. *Crop Science*. 13: 630-633.
3. Baybordi A (2006) Zinc in soils and crop nutrition. Parivar Press. First Edition. P. 179.
4. Benjamin J (2007) Effects of water stress on corn production. USDA Agricultural Research Service, Akron. Pp: 3-5.
5. Boyer JS, Johnson RR and Saupe SG (1980) Afternoon water deficits and grain yields in old and new soybean cultivars. *Agronomy*. 72: 981-985.
6. Chaoui A, Ghorbal MH and El Ferjani E (1997) Effects of Cadmium-zinc interactions on hydroponically grown bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Science*. 126: 21-28.
7. Devlin RM and Withan FH (1983) *Plant physiology*. 4th Ed. Wadsworth Publishing Company. A division of wadsworth. Inc. Belmont, California.
8. Edje OT and Burris JS (1970) Seedling vigour in soybeans. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts*. 60: 149-157.
9. Foroud N, Mundel HH, Saindon G and Entz T (1993) Effect of level and timing of moisture stress on soybean yield, protein, and oil responses. *Field Crops Research*. 31: 195-209.
10. Gadallah NAA (2000) Effects of indol -3-acetic acid and zinc on the growth, osmotic potential and soluble carbon and nitrogen components of soybean plants growing under water deficit. *Arid Environments*. 44: 451-567.

20. Paulsen J (1991) Relationship among maize quality factors. *Cereal Chemistry*. 68(6): 602-605.
21. Rengel Z and Graham RD (1995) Importance of seed Zn contents for growth on Zn-deficient soil. I. Vegetative growth. *Plant and Soil Sciences*. 173: 259-266.
22. Shaw RH and Laing DR (1966) Moisture stress and plant response. In: W. H. Pierre, D. Kirkham, J. Pesek and R. Shaw (Editors), *plant ENVIRONMENT and Efficient Water Use*. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison. Wis., pp. 73-94.
23. Smith D (1975) *Forage management in the north*. 3rd ed. Kendall Hunt Publ. Co., Dubuque, Iowa. 237 pp.
24. Thalooh AT, Tawfik MM and Magda Mohamed H (2006) A comparative study on the effect of Foliar Application of Zinc, Potassium and Magnesium on Growth, yield and some chemical constituents of Mungbean plants Grown under water stress condition. *Agriculture Sciences*. 2(1): 37-46.
25. Vieira RD, Tekrony DM and Egli DB (1992) Effect of drought and defoliation stress in the field in the on soybean seed germination and vigour. *Crop Science*. 32: 471-475.
26. Welch RM (1999) Importance of seed mineral nutrient reserves in crop growth and development. *Food Products Press*. Pp. 205-226.
27. Welch RM (2001) Impact of mineral nutrients in plants on human nutrition on a worldwide scale. *Plant Nutrition-Food Security and Dordrecht, Netherlands*. Pp. 284-258.
28. www.agri-jahad.ir/Portal/Home/Default.aspx?CategoryID=95a8e7d0-e5f0-4f2d-a241-792106c74dcc.