Archive of SID

به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴
صفحه‌های ۱۰۸۵-۱۰۷۵

اثر محلول‌پاشی متانول بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی سویا تحت تنش خشکی

جابر عیسی‌زاده پنجعلی خرابسی[۱]، محمد گلوی[۲] و محمود رمرودی[۳]

۱. کارشناس ارشد گروه باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۲. استاد گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۳. دانشیار گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۱۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۱۴

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی متانول بر ویژگی‌های کمی و کیفی سویا (رقم 'ویلیامز')، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعهٔ پژوهشی دانشکدهٔ کشاورزی مغان در سال ۱۳۹۰ انجام گرفت. تنش خشکی شامل آبیاری پس از ۴۰، ۵۵ و ۷۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس به‌عنوان عامل اصلی، و محلول‌پاشی متانول شامل عدم محلول‌پاشی (شاهد) و محلول‌پاشی با ۷، ۲۱ و ۳۵ درصد حجمی متانول به‌عنوان عامل فرعی لحاظ شد. تأثیر تنش خشکی بر قطر ساقه، طول غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه، شاخص برداشت، محتوای هیدرات کربن محلول، کلروفیل کل، درصد روغن و پروتئین دانه معنادار بود. افزایش تنش خشکی موجب افزایش محتوای هیدرات کربن محلول، درصد روغن دانه و کاهش سایر ویژگی‌های مورد بررسی شد. تیمار آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس عملکرد دانه را ۳۳/۸۷ درصد کاهش داد. تأثیر محلول‌پاشی متانول بر تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه و محتوای کلروفیل بسیار معنادار و بر طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، هیدرات کربن محلول و درصد پروتئین دانه معنادار بود. بیشترین تأثیر بر ویژگی‌های بررسی‌شده از تیمار محلول‌پاشی با ۲۱ درصد حجمی متانول به‌دست آمد، به‌طوری که عملکرد دانه نسبت به شاهد ۲۵/۶ درصد افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری پس از ۴۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس به‌دست آمد.

کلیدواژه‌ها: پروتئین دانه، تخلیهٔ رطوبت، تعداد غلاف، عملکرد دانه، محتوای کلروفیل.

* نویسنده مسئول Email: m_ramroudi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

باتوجه به نیاز روزافزون کشور به روغن‌های خوراکی که در حال حاضر بیشتر آنها از طریق واردات تأمین می‌شود، توسعهٔ کشت دانه‌های روغنی از اهمیت بسزایی برخوردار است. سویا[1] گیاهی روغنی است که بیشترین سطح زیر کشت را در جهان دارد [۱۳].

تنش خشکی، عامل اصلی کاهش عملکرد گیاهان زراعی محسوب می‌شود [۱۶]. اعمال تنش خشکی در طول دورهٔ رشد سویا سبب کاهش ارتفاع بوته، تعداد گره، تعداد شاخه، وزن بوته، تعداد دانه، وزن دانه، تعداد غلاف و شاخص برداشت می‌شود [۱۱، ۵]. بررسی تأثیر سطوح آبیاری بر دو رقم سویا نشان داد که وقوع تنش خشکی در مرحلهٔ پر شدن دانه‌ها موجب کاهش وزن آنها می‌شود [۱۴]. محدودیت آب در دورهٔ رشدونمو زایشی، عملکرد و اجزای عملکرد سویا را کاهش می‌دهد که به شدت وقوع تنش بستگی دارد. تنش خشکی سبب کوتاه شدن دورهٔ گلدهی و غلاف‌بندی، تسریع رسیدگی و کاهش عملکرد می‌شود [۲۶]. تنش خشکی در دورهٔ زایشی سبب چروکیدگی، کوچکی و کاهش وزن دانه‌های سویا می‌شود [۲۸]. تنش خشکی در سویا، اغلب از طریق کاهش وزن دانه، به‌ویژه کاهش تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه را کاهش می‌دهد [۲۶]. کاهش شاخص برداشت سویا بر اثر افزایش فواصل آبیاری، حاکی از تأثیر بیشتر تنش رطوبتی بر فرایندهای زایشی در مقایسه با رشد رویشی است [۲۹].

در گیاهان مقاوم به خشکی، برای دستیابی به عملکرد زیاد، اتخاذ راهکارهای کاهندهٔ اثر تنش، بسیار مورد توجه بوده است [۱۹]. در چنین شرایطی، یافتن راهی برای کاهش تعرق، حفظ تثبیت دی‌اکسیدکربن و کاهش تنفس نوری از مهم‌ترین راهکارها محسوب می‌شود. برای مثال، افزایش دی‌اکسیدکربن می‌تواند اثر ناشی از تنش خشکی را خنثی کند [۳۴]؛ بنابراین استفاده از مواد افزایندهٔ غلظت دی‌اکسیدکربن در گیاه، موجب تثبیت عملکرد خواهد شد. از راهکارهای افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن به‌ویژه در گیاهان سه‌کربنه، استفاده از ترکیباتی مانند متانول، اتانول، پروپانول و بوتانول است [۲۷].

متانول ساده‌ترین فراوردهٔ گیاهی است که طی فرایندهایی در گیاه تولید می‌شود [۱۸]. کاربرد متانول سبب تولید دی‌اکسیدکربن در برگ‌ها و درنتیجه تسریع فتوسنتز می‌شود، ازاین‌رو به‌عنوان منبع کربن قابل استفاده است [۳۴]. محلول‌پاشی متانول ۵۰-۱۰ درصد حجمی سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان سه‌کربنه می‌شود. علت افزایش عملکرد را به کاهش تنفس نوری و افزایش آماس سلولی بافت‌های گیاهی نسبت داده‌اند [۳۰]. محلول‌پاشی متانول با ۲۰ درصد حجمی روی بادام‌زمینی[2]، شاخص سطح برگ، عملکرد دانه، وزن هزاردانه و مقدار پروتئین دانه را افزایش داد [۶]. محلول‌پاشی متانول روی گیاهانی که تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند، می‌تواند از کاهش زیست‌تودهٔ آنها جلوگیری کند [۲۷]. محلول‌پاشی متانول، زیست‌تودهٔ گیاهان زراعی مواجه با کمبود آب را افزایش می‌دهد، ولی بر آن دسته از گیاهان زراعی که محدودیت رطوبتی ندارند، تأثیر منفی می‌گذارد [۳۱، ۳۰].

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر محلول‌پاشی متانول در شرایط تنش خشکی بر عملکرد کمّی و ویژگی‌های کیفی سویا رقم 'ویلیامز' است.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعهٔ پژوهشی دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی مغان در ۲۰ کیلومتری شهرستان پارس‌آباد، در عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۳۹ دقیقهٔ شمالی و طول

1 . *Glycine max* L.

2 . *Arachis hypogaea* L.

www.SID.ir

Archive of SID

جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۸ دقیقهٔ شرقی در ارتفاع ۹۰ متر از سطح دریا، به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. آبیاری در سه سطح شامل آبیاری پس از ۴۰، ۵۵ و ۷۰ درصد تخلیهٔ رطوبتی قابل دسترس خاک [۴] به‌عنوان عامل اصلی، و محلول‌پاشی متانول شامل عدم محلول‌پاشی (شاهد) و محلول‌پاشی با ۷، ۲۱ و ۳۵ درصد حجمی به‌عنوان عامل فرعی لحاظ شد. بذرهای سویا قبل از کشت با باکتری *R. japanicum* تلقیح شدند. کاشت به‌صورت ردیفی و بلافاصله پس از آن آبیاری انجام گرفت. به‌منظور ایجاد تراکم مطلوب، عملیات تنک کردن در مرحلهٔ سه تا چهاربرگی انجام گرفت و پس از آن تیمارهای تنش اعمال شد. هر کرت آزمایشی به‌طول ۵ متر دارای چهار ردیف با فاصلهٔ ۴۰ و فاصلهٔ روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود. با ظهور اولین علائم تنش در گیاه (تیره شدن برگ‌ها)، به فواصل زمانی کوتاه با استفاده از دستگاه TDR[1] رطوبت خاک اندازه‌گیری و درصد آب قابل دسترس و درصد تخلیهٔ آب محاسبه شد. نحوهٔ محاسبهٔ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل استفاده خاک بدین صورت بود که در آزمایشگاه درصد رطوبت وزنی خاک در ظرفیت زراعی با استفاده از دستگاه صفحات فشاری اندازه‌گیری و درصد آب قابل استفاده از رابطهٔ ۱ [۱۰] تعیین و سپس با استفاده از رابطهٔ ۲ درصد تخلیهٔ آب قابل استفاده محاسبه شد:

$$D(\%) = \frac{FC-\theta}{FC-Wp} \qquad (۱)$$

$$\text{درصد تخلیهٔ آب قابل استفاده} = ۱۰۰ - D(\%) \qquad (۲)$$

در این رابطه‌ها، D درصد آب قابل استفاده، FC مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی، Wp مقدار رطوبت در نقطهٔ پژمردگی دایم و θ مقدار رطوبت فعلی خاک است.

شایان ذکر است که مبنای محاسبات نقطهٔ پژمردگی دائم، پتانسیل رطوبتی ۱/۵- مگاپاسکال بود که به‌صورت قراردادی و معیار کلی مورد استفادهٔ همگان است [۱۰]. بوته‌های سویا طی فصل رشد سه بار (ظهور گره چهارم، آغاز گلدهی و گلدهی کامل) با متانول محلول‌پاشی شدند، به‌نحوی که قطره‌های محلول روی تمام قسمت‌های بوته جاری شد. نازل حدود ۳۰ سانتی‌متر بالای بوته‌ها قرار داشت و محلول‌پاشی بین ساعت‌های ۲۰- ۱۶ انجام گرفت.

پس از رسیدگی فیزیولوژیک و حذف آثار حاشیه‌ای، ۱ متر مربع از دو ردیف وسط از سطح خاک برداشت و عملکرد بیولوژیک و دانه محاسبه شد. قطر ساقه با استفاده از کولیس در مرحلهٔ گلدهی کامل از ۱۰ سانتی‌متری سطح خاک اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک به‌دست آمد. برای اندازه‌گیری سبزینگی برگ در مرحلهٔ گلدهی کامل بعد از محلول‌پاشی متانول از دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD-502) ساخت ژاپن استفاده شد. کربوهیدرات‌های محلول در دانه برمبنای روش طیف‌سنجی به‌کمک دستگاه اسپکتروفتومتر [۲۰]، و پروتئین و روغن دانه نیز به‌ترتیب با استفاده از دستگاه کجلدال و سوکسله [۲۳] اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخهٔ ۹/۱) تجزیهٔ واریانس شد و مقایسهٔ میانگین‌ها براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

۳. نتایج و بحث

۱.۳. قطر ساقه

تنش خشکی تأثیر بسیار معناداری بر قطر ساقه داشت (جدول ۱) و با افزایش شدت تنش، قطر ساقه به‌شدت کاهش نشان داد، به‌طوری که قطر ساقه در تیمار آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس نسبت به تیمار ۴۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس ۲۷/۹۳ درصد کاهش یافت که احتمالاً به‌دلیل کاهش آماس سلولی بافت ساقه بوده است (جدول ۲) [۱۱].

1 . Time Domain Reflectometer

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. تجزیهٔ واریانس قطر ساقه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزاردانه و عملکرد دانه

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات				
		قطر ساقه	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزاردانه	عملکرد دانه
تکرار	۲	۰/۱۷	۱۳۱/۵	۰/۰۷	۱۶۲/۳۴	۸۸۰۳۲/۳
تنش خشکی	۲	۱۴/۰۹**	۴۴۲/۵**	۰/۳۰**	۱۷۷۲/۸۰**	۱۸۸۳۶۹۶/۹**
خطای a	۴	۰/۱۸	۱۰۴/۴	۰/۰۲	۱۳۴/۹۵	۳۴۸۰۲۲/۱
محلول‌پاشی متانول	۳	۰/۱۱	۳۵۷/۵**	۰/۱۷*	۲۷۶۶/۳۳**	۴۵۸۸۹۰/۵**
محلول‌پاشی متانول × تنش خشکی	۶	^{ns}۰/۴۲	^{ns}۴۵/۸	۰/۰۴^{ns}	۸۲/۳۸^{ns}	۲۳۵۲۲/۸^{ns}
خطای b	۱۸	۰/۳۰	۳۳/۲	۰/۰۴	۱۲۳/۴۰	۹۱۲۱۵/۳
ضریب تغییرات (٪)	–	۸/۲۸	۱۲/۱۵	۶/۶۳	۵/۵۴	۱۶/۲۳

****** و *****: به‌ترتیب معنادار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین قطر ساقه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزاردانه و عملکرد دانه

تیمارها	قطر ساقه (mm)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزاردانه (gr)	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)
تنش خشکی (درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس)					
۴۰	۷/۷۷^{a}	۵۴/۰۲^{a}	۳/۲۶^{a}	۲۱۲/۶۳^{a}	۲۲۹۴/۰^{a}
۵۵	۶/۷۳^{b}	۴۶/۹۲^{ab}	۳/۱۰^{ab}	۱۹۹/۹۰^{ab}	۱۷۷۰/۶^{ab}
۷۰	۵/۶۰^{c}	۴۱/۹۴^{b}	۲/۹۵^{b}	۱۸۸/۳۳^{b}	۱۵۱۷/۱^{b}
محلول‌پاشی متانول (درصد حجمی)					
۰	۶/۶۴^{a}	۴۸/۰۰^{b}	۳/۰۷^{ab}	۱۹۹/۳۱^{b}	۱۷۲۹/۷^{b}
۷۰	۶/۷۴^{a}	۴۹/۴۷^{ab}	۳/۱۱^{ab}	۲۰۱/۷۸^{b}	۱۸۷۵/۰^{ab}
۲۱	۶/۸۴^{a}	۵۴/۰۴^{a}	۳/۲۸^{a}	۲۲۱/۴۶^{a}	۲۱۷۲/۶^{a}
۳۵	۶/۵۸^{a}	۳۹/۰۰^{c}	۲/۹۵^{b}	۱۷۸/۶۰^{c}	۱۶۶۴/۹^{b}

میانگین‌هایی که در هر ستون در یک حرف مشترک‌اند، براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر محلول‌پاشی متانول بر قطر ساقه از نظر آماری معنادار نشد (جدول ۱)، ولی در تیمار محلول‌پاشی با ۲۱ درصد حجمی، قطر ساقه تا حدی افزایش یافت که احتمالاً به‌علت افزایش ارتفاع بوته تحت تأثیر محلول‌پاشی متانول، رشد رویشی افزایش یافت و بر قطر ساقه تأثیر معنادار نداشت (جدول ۲). میرآخوری و همکاران [۱۱] نیز افزایش ارتفاع و زیست‌تودهٔ سویا در محلول‌پاشی متانول ۲۱ درصد حجمی را گزارش کرده‌اند.

۲.۳. تعداد غلاف در بوته

تعداد غلاف در بوته تا حد چشمگیری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۱) و با افزایش تنش خشکی کاهش یافت، به‌طوری که بیشترین و کمترین آن به‌ترتیب از تیمارهای آبیاری پس از ۴۰ و ۷۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس به‌دست آمد که کاهش آن نسبت به شاهد حدود ۲۹ درصد بود (جدول ۲). کمبود آب در مرحلهٔ گلدهی، تشکیل آغازه‌های گل را به تأخیر می‌اندازد و نیز سبب افزایش درصد گل‌های عقیم، و ریزش گل‌ها و نیام‌ها می‌شود که به کاهش تعداد غلاف منجر می‌شوند [۳۲، ۹].

محلول‌پاشی متانول بر تعداد دانه در بوته بسیار مؤثر شد (جدول ۱)، اختلاف بین کاربرد ۷ درصد حجمی متانول با شاهد معنادار نبود، ولی افزایش آن تا ۲۱ درصد حجمی، بیشترین تأثیر را بر تعداد غلاف در بوته گذاشت. ازاین‌رو افزایش آن در سطح ۳۵ درصد حجمی به‌شدت تأثیر منفی نشان داد، به‌طوری که نتیجهٔ حاصل از شاهد نیز کمتر بود و نسبت به شاهد ۱۸/۷۵ درصد کاهش داشت و کاربرد چنین غلظتی توصیه نمی‌شود (جدول ۲). دیگر محققان نیز نتایج مشابهی مبنی بر تأثیر منفی غلظت‌های زیاد متانول را گزارش کرده‌اند [۳۵، ۲۴].

۳.۳. تعداد دانه در غلاف

تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر تنش خشکی بسیار معنادار شد (جدول ۱). با افزایش شدت تنش خشکی تعداد دانه در غلاف به‌شدت کاهش یافت، به‌طوری که کمترین تعداد آن از تیمار آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل استفاده به‌دست آمد و کاهش آن نسبت به شاهد ۹/۵۰ درصد بود (جدول ۲). بر اثر تنش خشکی شدید در سویا، پژمردگی کلاله، رشد نکردن لوله‌های گرده و پسابیدگی دانه‌های گرده گزارش شده است که سبب کاهش تعداد دانه در غلاف می‌شوند [۲۲].

محلول‌پاشی متانول بر تعداد دانه در غلاف تأثیر معناداری داشت (جدول ۱)، افزایش مصرف متانول تا ۲۱ درصد حجمی، تعداد دانه در غلاف را افزایش داد، ولی کاربرد ۳۵ درصد حجمی متانول، به‌شدت سبب کاهش آن شد، به‌حدی که از شاهد نیز کمتر بود که بیانگر نوعی تأثیر منفی بر تعداد دانه در غلاف سویاست (جدول ۲). نتایج مشابهی در سویا [۳۳] و ماش [۱۲] مشاهده شد.

۴.۳. وزن هزاردانه

تأثیر تنش خشکی بر وزن هزاردانه بسیار معنادار شد (جدول ۱)، به‌طوری که آبیاری پس از ۴۰ و ۷۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزاردانه را داشتند (جدول ۲). کاهش سطح برگ و دوام آن همراه با کاهش طول مراحل رشد رویشی و زایشی در اثر تنش خشکی، طول دورهٔ پر شدن دانه‌ها را کاهش می‌دهد [۱۴]. تنش خشکی در زمان پر شدن غلاف، سبب کاهش مدت این دوره و درنتیجه کوچک شدن دانه‌ها می‌شود [۱].

وزن هزاردانه تحت تأثیر محلول‌پاشی متانول بسیار معنادار شد (جدول ۱). با افزایش محلول‌پاشی متانول تا سطح ۲۱ درصد، حجمی وزن هزاردانه افزایش یافت، ولی افزایش مصرف آن به ۳۵ درصد حجمی، وزن هزاردانه را

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش داد (جدول ۲). افزایش وزن هزاردانه با محلول‌پاشی ۲۱ درصد حجمی متانول، ممکن است به‌دلیل افزایش فتوسنتز در اثر مصرف متانول و افزایش انتقال هیدرات‌های کربن به دانه باشد [۲۴].

۵.۳. عملکرد دانه

تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه بسیار معنادار شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری پس از ۴۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس به‌دست آمد. آبیاری پس از ۵۵ و ۷۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس، عملکرد دانه را نسبت به آبیاری پس از ۴۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس کاهش دادند و کاهش به‌ترتیب ۲۲/۸۲ و ۳۳/۸۷ درصد بود (جدول ۲). تنش خشکی ضمن کاهش دورهٔ مؤثر پر شدن دانه [۱۴]، سقط غلاف‌ها [۲۵] را افزایش می‌دهد. شرایط آبیاری کامل، سبب افزایش فتوسنتز و تولید مواد پرورده می‌شود و بر سرعت پر شدن دانه، وزن دانه و عملکرد نهایی تأثیر مثبت دارد [۲۹]. کاهش عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی متأثر از کاهش اجزای عملکرد است [۲، ۱].

عملکرد دانه تحت تأثیر محلول‌پاشی متانول در سطح احتمال ۱ درصد معنادار شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه از محلول‌پاشی با ۲۱ درصد حجمی متانول به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۲۵/۶ درصد افزایش داشت (جدول ۲). عملکرد دانهٔ سویا که با متانول تیمار شده بود، به‌طور معناداری در مقایسه با شاهد افزایش داشت و محلول‌پاشی متانول با ۲۵ درصد حجمی، بیشترین اثر را بر افزایش عملکرد سویا داشت [۲۴]. محلول‌پاشی ۳۵ درصد حجمی متانول، عملکرد دانه را کاهش داد، به‌طوری که از شاهد نیز کمتر بود (جدول ۲).

۶.۳. شاخص برداشت

شاخص برداشت تحت تأثیر تنش خشکی بسیار معنادار شد (جدول ۳)، به‌طوری که با افزایش تنش خشکی کاهش یافت. بیشترین و کمترین آن به‌ترتیب به تیمارهای آبیاری پس از ۴۰ و ۷۰ درصد تخلیهٔ رطوبتی تعلق داشت (جدول ۴). افزایش شاخص برداشت در آبیاری کامل، به‌دلیل افزایش تولید دانه است، با اعمال تنش خشکی، به‌دلیل ریزش گل‌ها و غلاف‌ها و همچنین کاهش وزن دانه، عملکرد دانه کاهش می‌یابد و این کاهش نسبت به کاهش عملکرد بیولوژیک بیشتر است؛ به‌همین دلیل شاخص برداشت، کاهش می‌یابد و هرچه تنش خشکی شدیدتر شود، کاهش بیشتری را نشان می‌دهد [۷].

جدول ۳. تجزیهٔ واریانس شاخص برداشت و ویژگی‌های کیفی سویا

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات				
		شاخص برداشت	پروتئین دانه	روغن دانه	محتوای کلروفیل کل	هیدرات‌های کربن محلول
تکرار	۲	۰/۰۰۱	۱/۸۵	۰/۰۵	۱/۱۱	۰/۰۴
تنش خشکی	۲	۱/۰۲**	۶۶/۲۷**	۵۹/۷۷**	۵۹/۰۵**	۱/۴۱**
خطای a	۴	۰/۰۱۱	۱۱/۵۳	۳/۴۶	۷/۳۳	۰/۰۰۲
محلول‌پاشی متانول	۳	۰/۰۰۲	۱۳/۴۰*	۱/۸۹	۵۲/۳۵**	۰/۱۵*
محلول‌پاشی متانول × تنش خشکی	۶	۰/۰۰۱^{ns}	۴/۰۷^{ns}	۱/۲۹^{ns}	۲/۰۴^{ns}	۰/۰۳^{ns}
خطای b	۱۸	۰/۰۰۳	۴/۳۷	۱/۹۶	۲/۴۸	۰/۰۴
ضریب تغییرات (٪)	–	۱۹/۴۸	۷/۲۷	۷/۱۹	۴/۰۸	۶/۰۶

** و * : به‌ترتیب معنادار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین اثر محلول‌پاشی متانول و تنش خشکی بر شاخص برداشت و ویژگی‌های کیفی سویا

تیمارها	شاخص برداشت (٪)	پروتئین دانه	روغن دانه	محتوای کلروفیل کل	هیدرات‌های کربن محلول
تنش خشکی (درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس)					
۴۰	۳۶/۱^{a}	۳۰/۹۹^{a}	۱۷/۳۲^{b}	۴۰/۸۸^{a}	۳/۱۷^{c}
۵۵	۲۹/۹^{b}	۲۸/۹۷^{ab}	۱۹/۳۰^{b}	۳۸/۵۱^{ab}	۳/۳۹^{b}
۷۰	۲۸/۱^{b}	۲۶/۳۰^{b}	۲۱/۷۷^{a}	۳۶/۴۵^{b}	۳/۵۴^{a}
محلول‌پاشی متانول (درصد حجمی)					
۰	۲۹/۱^{a}	۲۸/۳۴^{ab}	۱۸/۸۳^{a}	۳۷/۰۶^{b}	۳/۳۲^{ab}
۷	۳۱/۸^{a}	۲۸/۵۸^{ab}	۱۹/۹۱^{a}	۴۰/۰۲^{a}	۳/۴۳^{a}
۲۱	۳۳/۱^{a}	۳۰/۴۶^{a}	۱۹/۵۱^{a}	۴۱/۲۴^{a}	۳/۵۲^{a}
۳۵	۳۱/۱^{a}	۲۷/۵۹^{b}	۱۹/۶۲^{a}	۳۶/۱۳^{b}	۳/۲۲^{b}

میانگین‌هایی که در هر ستون در یک حرف مشترک‌اند، براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

تأثیر محلول‌پاشی متانول بر شاخص برداشت معنادار نشد (جدول ۳). بیشترین شاخص برداشت به محلول‌پاشی ۲۱ درصد حجمی متانول تعلق داشت (جدول ۴). شاخص برداشت حاصل نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک است که نشان‌دهندهٔ چگونگی توزیع مواد فتوسنتزی در اندام‌های مختلف گیاه است [۴]، احتمال می‌رود معنادار نبودن شاخص برداشت بر اثر محلول‌پاشی متانول به‌دلیل افزایش متناسب عملکرد دانه و بیولوژیک باشد [۱۱].

۷.۳. درصد پروتئین دانه

اثر تنش خشکی بر درصد پروتئین دانه بسیار معنادار شد (جدول ۳)، به‌طوری که بیشترین درصد آن از تیمار آبیاری پس از ۴۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس به‌دست آمد. با افزایش تنش خشکی از درصد پروتئین دانه کاسته شد و در تیمار آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس ۱۵/۱۴ درصد کاهش یافت (جدول ۴). گیاه در شرایط تنش خشکی با کاهش آنزیم روبیسکو و نقصان فتوسنتز همراه است، ازاین‌رو کاهش غلظت پروتئین به‌دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ پروتئین اتفاق می‌افتد [۲۱].

محلول‌پاشی متانول بر درصد پروتئین دانه تأثیر معناداری داشت (جدول ۳). افزایش محلول‌پاشی متانول تا ۲۱ درصد حجمی، درصد پروتئین دانه را نسبت به تیمار شاهد ۳۰/۵ درصد افزایش داد که احتمالاً به‌دلیل تأثیر افزایش متانول بر اسیدهای آمینه بوده است (جدول ۴). این نتایج با یافته‌های تحقیق دیگری مبنی بر افزایش درصد پروتئین تحت تأثیر محلول‌پاشی متانول، مطابقت دارد [۶].

۸.۳. درصد روغن دانه

درصد روغن دانه به‌شدت تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۳) و بیشترین درصد آن از تیمار آبیاری پس

www.SID.ir

Archive of SID

از ۷۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس حاصل شد؛ ولی در تنش‌های ملایم، درصد روغن کاهش یافت (جدول ۴). درصد روغن دانه با درصد پروتئین دانه رابطهٔ عکس دارد [۱۷]؛ بنابراین به‌علت کاهش درصد پروتئین دانه، درصد روغن آن افزایش می‌یابد [۳].

درصد روغن تحت تأثیر محلول‌پاشی متانول از نظر آماری معنادار نشد (جدول ۳)، ولی بیشترین درصد آن در تیمار محلول‌پاشی ۷ درصد حجمی متانول مشاهده شد (جدول ۴). نتایج مشابهی مبنی بر نبود تأثیر معنادار محلول‌پاشی متانول بر درصد روغن نیز گزارش شده است [۶].

۹.۳. محتوای کلروفیل کل برگ

محتوای کلروفیل کل برگ تحت تأثیر تنش خشکی بسیار معنادار شد (جدول ۳). با افزایش تنش خشکی، محتوای کلروفیل کل برگ کاهش یافت و در تیمارهای آبیاری پس از ۴۰ و ۷۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر مشاهده شد (جدول ۴). کاهش محتوای کلروفیل کل برگ در تنش خشکی به‌دلیل کاهش عوامل لازم برای سنتز کلروفیل و تخریب ساختمان آن است، بدین معنا که کاتابولیسم کلروفیل برگ در شرایط تنش خشکی افزایش می‌یابد که علت اصلی آن علاوه‌بر موارد ذکرشده، پیری زودرس برگ‌ها در اثر اختلال‌های هورمونی ناشی از تنش خشکی است [۸].

تأثیر محلول‌پاشی متانول بر محتوای کلروفیل کل برگ بسیار معنادار شد (جدول ۳). محلول‌پاشی با ۲۱ و ۳۵ درصد حجمی متانول به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان را داشتند. محتوای کلروفیل کل در تیمار محلول‌پاشی متانول با ۳۵ درصد حجمی از شاهد هم کمتر بود که نشان می‌دهد مصرف مقادیر زیاد متانول، سبب تخریب محتوای کلروفیل کل می‌شود (جدول ۴). به‌هرحال، استفاده از محلول‌پاشی متانول در سطوح غیرسمی سبب افزایش کلروفیل و افزایش مادهٔ خشک می‌شود [۱۱].

۱۰.۳. هیدرات‌های کربن محلول

تأثیر تنش خشکی بر مقدار هیدرات‌های‌کربن محلول معنادار شد (جدول ۳)، به‌طوری که آبیاری پس از ۴۰ و ۷۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل دسترس به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان بودند (جدول ۴). در دورهٔ تنش خشکی، گیاه به‌منظور گریز از پلاسمولیز و ادامهٔ تورژسانس در سلول‌های خود، مولکول‌های درشت نظیر نشاسته را به ساکارز و سپس به مولکول‌های کوچک‌تری نظیر گلوکز و فروکتوز تبدیل می‌کند که این موضوع، موجب منفی‌تر شدن پتانسیل آب در سلول‌ها و تنظیم اسمزی می‌شود. علاوه‌بر این، کاهش مصرف قند نیز عامل دیگر افزایش غلظت قندهای محلول در سلول است [۲۰]. نتایج تحقیقی در ارقام نخود تحت تأثیر تنش خشکی افزایش در کل قندهای محلول، به‌ویژه هگزوزها مشاهده شده است [۱۵].

محلول‌پاشی متانول بر غلظت هیدرات‌های کربن محلول تأثیر معناداری داشت (جدول ۳). نتایج حاکی از آن است که محلول‌پاشی با ۲۱ و ۳۵ درصد حجمی متانول، به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار هیدرات‌های کربن محلول را دارا بودند که احتمالاً علت افزایش در تیمار ۲۱ درصد حجمی، افزایش قندهای ساده در اثر استفاده از متانول و تولید دی‌اکسیدکربن در گیاه؛ و علت کاهش آن در تیمار ۳۵ درصد حجمی، تأثیر سمی متانول است (جدول ۴).

۴. نتیجه‌گیری

تنش خشکی بر ویژگی‌های بررسی‌شده مؤثر بود و سبب کاهش عملکرد دانه شد. محلول‌پاشی متانول ویژگی‌های کمی و کیفی را تحت تأثیر قرار داد، به‌طوری که محلول‌پاشی با ۲۱ درصد حجمی متانول، بیشترین تأثیر را بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه داشت. این غلظت می‌تواند برای محلول‌پاشی مناسب باشد، ولی غلظت‌های بیشتر به‌علت اینکه سبب گیاه‌سوزی می‌شوند، توصیه نمی‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. امینی‌فر، ج، بیگلویی م ح، محسن‌آبادی غ م و سمیع‌زاده ح (۱۳۹۱) اثرات کم آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی رقم‌های سویا در منطقهٔ رشت. تولید گیاهان زراعی. ۵(۲): ۱۰۹-۹۳.

۲. پورموسوی س ر، گلویم، دانشیان ج، قنبری ا و بصیرانی ن (۱۳۸۸) تأثیر کود دامی بر عملکرد کمی و کیفی لاین سویا در شرایط تنش خشکی. علوم گیاهان زراعی. ۴۰(۱): ۱۴۵-۱۳۳.

۳. دانشیان ج (۱۳۷۹) بررسی اکوفیزیولوژیک اثرات تنش کم‌آبی در سویا. رسالهٔ دکتری زراعت، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات.

۴. زارع زرگر ج (۱۳۸۹) اثر کم‌آبیاری بر ویژگی‌های کمی و کیفی سه رقم ماش. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زابل.

۵. شاه‌مرادی ش (۱۳۸۲) بررسی اثرات تنش خشکی بر روی صفات کمی و کیفی ارقام و لاین‌های پیشرفتهٔ سویا. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تهران.

۶. صفرزاده ویشگائی م ن، نورمحمدی ق و مجیدی هروان ا (۱۳۸۶) اثر متانول بر رشد و عملکرد بادام زمینی. علوم کشاورزی. ۱۳(۱): ۱۰۴-۸۷.

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

۸. کافی م، زند ا، کامکار ب، شریفی ح ر و گلدانی م (۱۳۷۹) فیزیولوژی گیاهی (جلد دوم). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۷۹ ص.

۹. محلوجی م، موسوی س ف و کریمی م (۱۳۷۹) اثر تنش رطوبتی و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیاچیتی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴(۱): ۶۸-۵۷.

۱۰. مرادی ع، احمدی ع و حسین‌زاده ع ه (۱۳۸۷) واکنش زراعی - فیزیولوژیک ماش (رقم پرتو) به تنش‌های شدید و خفیف خشکی در مراحل رشد رویشی و زایشی. علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(۳): ۶۵۹-۶۷۲.

۱۱. میرآخوری م، پاک‌نژاد ف، اردکانی م ر، پازوکی ع ر، ناظری پ و اسماعیل‌پورجهرمی (۱۳۸۸) ارزیابی اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی متانول بر مقدار پروتئین و روغن دانه، سرعت و دورهٔ پر شدن دانهٔ سویا (L17). تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. ۲(۲): ۱۸۳-۱۷۱.

12. Aslani A, Safarzadeh Vishgahi MN, Farzi M, Noorhosseini Niyaki SA and Jafari Paskiabi M (2011) Effect of foliar application of methanol on growth and yield of moonbeam (*Vigna radiate* L.) in Rasht, Iran. Afican Journal of Agricultural Research. 6(15): 3603-3608.

13. Attari AA (2006) Oil production and consumption of oil seeds in the world. Publication of Industry of Vegetable Oil Production, Magazine No. 13.

14. Ball RA, Purcell LC and Vories ED (2000) Short-season soybean yield compensation in response to population and water regime. Crop Science. 40: 1070-1078.

15. Basu PS, Berger JD, Turner NC, Chaturvedi SK, Ali M and Siddique KHM (2007) Osmotic adjustment of chickpea (*Cicer arietinum*) is not associated with changes in carbohydrate composition or leaf gas exchange under drought. Annals of Applied Biology. 150: 217-225.

www.SID.ir

Archive of SID

16. Clover G, Smith H and Jaggard K (1998) The crop under stress. British Sugar Beet Review. 66(3): 17-19.

17. Cober ER and Voiding HD (2000) Developing high–protein, high–yield soybean populations and lines. Crop Science. 40: 39-42.

18. Fall R and Benson A (1996) Leaf methanol, the simplest natural product from plants. Trends Plant Science. 1: 296-301.

19. Hsiao TC (2000) Leaf and root growth in relation to water status. Horticultural Science. 35: 1051-1058.

20. Irigoyen JJ, Emerrich DW and Sanchez-Diaz M (1992) Water stress induced changes in concentration of praline and total soluble sugars in modulated alfalfa plant. Plant Physiology. 84: 55-60.

21. Kane MV, Steel CC and Hildebrand DF (1997) Early–maturing soybean cropping system: III: Protein and oil contents and oil composition. Agronomy. 89: 464-469.

22. Kooks RA and Klark R (1996) Drought resistance in soybean cultivar. I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research. 29: 897-912.

23. Laurence RCN, Gibbons RW and Young CT (1976) Changes in yield, protein, oil and maturity of groundnut cultivars with the application of sulfur fertilizers and fungicides. The Journal of Agricultural Science. 86(2): 245-250.

24. Li Y, Gupta J and Siyumbano AK (1995) Effect of methanol on soybean photosynthesis and chlorophyll. Plant Nutrients. 18: 1875-1880.

25. Liu F, Andersen MN and Jensen CR (2004) Root signal controls pod growth in drought-stressed soybean during the critical, abortion-sensitive phase of pod development. Field Crop Research. 85: 159-166.

26. Muchow RC (1985) Phonology, seed yield and water use of legume grown under different soil regimes in semi-arid tropical environment. Field Crop Research. 11: 81-97.

27. Nonomura AM and Benson A (1992) The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 89: 9794-9798.

28. Palmer J, Dunphy J and Reese P (1995) Managing drought - stressed soybeans in the southeast. North Carolina cooperative extension service as publication number AG-519-12. http://www.ces.ncsu.Edu/drought/dro-24.Html.

29. Pandy RK, Herrera WAT, Villegas AN and Pendleten TW (1984) Drought response of grain legumes under irrigation gradient: III. Plant growth. Agronomy. 76: 557-560.

30. Ramberget HA, Bradley JSC, Olson JSC, Nishio JN, Markwell J and Osterman JC (2002) The role of methanol in promoting plant growth: An update. Plant Biochemistry and Biotechnology. 1: 113-126.

31. Ramirez I, Dorta F, Espinoza V, Jimenez E, Mercado A and Pen Cortes A (2006) Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of Arabidopsis, tobacco and tomato plants. Plant Growth Regulation. 25: 30-44.

32. Stewart GR (1992) Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plant, Aspinnal New York.

33. Sunderman HD and Sweeney DW (1997) Soybean response to foliar applied methanol in humid and semiarid environments. Products Agriculture. 10(3): 415-418.

www.SID.ir

Archive of SID

34. Zbiec II, Karczmarczyk S and Koszanski Z (1999) Influence of methanol on some cultivated plants. Department of Plant Production and Irrigation. Agricultural University of Szczecin Poland. 73: 217-220.

35. Zbiec II, Karczmarczyk S and Podsiado C (2003) Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. 6: 1-7.

www.SID.ir

www.SID.ir