نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هشتم، شماره ۲(۳۰)، تابستان ۱۳۹۳، صفحه ۲۰۲-۱۹۳

تاثیر محلول‌پاشی متانول بر برخی از صفات مرتبط با عملکرد دانه آفتـابگردان (*Helianthus annuus* L.) تحت تنش کمبود آب

ابراهیم خلیل‌وند بهروزیار[۱]، مهرداد یارنیا[۲]، الناز فرج‌زاده معماری[۳] و مژگان هریسچی[۴]

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی با متانول بر برخی صفات مرتبط با عملکرد دانه آفتابگردان تحت تنش کمبود آب، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات به اجرا در آمد. عوامل مورد آزمایش عبارت بودند از محلول‌پاشی با متانول در شش غلظت شامل(۰ درصد متانول (شاهد)، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ درصد متانول) و تنش کمبود آب در چهار سطح (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد رطوبت قابل دسترس). نتایج نشان دادند که اثر محلول‌پاشی با متانول در سطوح مختلف تنش کمبود آب بر صفات عملکرد تک بوته، وزن خشک بوته، تعداد دانه درطبق و درصد مغز به کل دانه معنی‌دار است. محلول‌پاشی با محلول ۲۱ درصد حجمی متانول در شرایط آبیاری کامل (۱۰۰درصد رطوبت قابل دسترس) با میانگین ۹۶/۶۹ گرم بیشترین و عدم محلول‌پاشی در شرایط ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس با میانگین ۶۷/۷۸ درصد کمترین عملکرد دانه تک بوته را داشتند (افزایش معادل ۴۲ درصد). همچنین، محلول‌پاشی با محلول ۲۱ درصد حجمی متانول در شرایط آبیاری کامل با میانگین ۴۶۵/۴ گرم بیشترین و محلول‌پاشی با محلول ۷ درصد متانول در تیمار ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس با میانگین ۱۹۱/۵ گرم کمترین وزن خشک بوته را داشتند (افزایش معادل ۲/۴). محلول‌پاشی با محلول ۲۱ درصد حجمی متانول در شرایط آبیاری کامل با میانگین ۵۳/۳۴ گرم بیشترین و عدم محلول‌پاشی با متانول در شرایط آبیاری با ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس با میانگین ۳۱/۴۲ گرم کمترین عملکرد روغن تک بوته را داشتند. بیشترین تعداد دانه در طبق با میانگین ۱۷۶۶ عدد در تیمار محلول‌پاشی با محلول ۲۱ درصد حجمی متانول در شرایط آبیاری کامل بود که نسبت به تیمار عدم محلول‌پاشی در شرایط ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس با میانگین ۷۵۹ عدد افزایشی معادل ۲/۳ برابر را نشان داد. محلول‌پاشی با محلول ۱۴ درصد حجمی متانول در شرایط آبیاری کامل درصد مغز به کل دانه را ۳۲ درصد افزایش و درصد پوسته به کل دانه را ۲/۱ برابر کاهش داد.

واژگان کلیدی: آفتابگردان، تنش کمبود آب، متانول، محلول‌پاشی.

۱- عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز (نگارنده مسئول) e.khalilvand@iaut.ac.ir
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۱۵
۳- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان
تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۱۱
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تنش کمبود آب یکی از عوامل محدود کننده‌ی تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک ایران و جهان به شمار می‌رود که به طور جدی تولید محصولات زراعی را در این مناطق با مشکل مواجه می‌سازد (Daneshian and Zare, 2005). تحت شرایط تنش کمبود آب فرایندهای فیزیولوژیک و بیولوژیکی گیاه مختل شده و رشد در گیاه کاهش می‌یابد (Ober, 2001). طبق گزارش‌های زبیک و همکاران (Zebic *et al.*, 2003) افـزایش غلظـت دی‌اکسیدکربن می‌تواند اثرات ناشی از تنش کمبود آب را خنثی نماید. بنابراین، به‌کار بردن موادی که بتواند سبب افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در گیاه شود موجب تثبیت عملکرد در شرایط کمبود آب می‌گـردد. یکـی از راه‌کارهای افـزایش غلظـت دی‌اکسیدکربن در گیاهان استفاده از ترکیباتی نظیر متانول، اتانول، پروپانول، بوتانول و همچنین استفاده از اسیدهای آمینه گلیسین، گلوتامات و اسپارتات می‌باشد (Nonomura and Benson, 1992). در میان این ترکیبات فرار، متانول ماده‌ای است که بر فیزیولوژی گیاهان تاثیر قابل توجهی داشته (Downie *et al.*, 2004 ؛ Ramirez *et al.*, 2006) و به‌ویـژه این‌که ترکیب مذکور بر ظرفیت فتوسنتزی گیاهان و افزایش عملکرد آنها خصوصاً در شرایط تنش‌های محیطی نقش به‌سزایی دارد (Downie *et al.*, 2004). بررسی‌های مختلف نشان داده‌اند که رشد و عملکرد گیاهان زراعی سه کربنه با محلول‌پاشی متانول افزایش پیدا نموده و متانول به عنوان یک منبع کربنی به افزایش ظرفیت فتوسنتزی آنها کمک می‌کند (Mirakhori *et al.*, 2009).

نونومورا و بنسون (Nonomura and Benson, 1992) معتقدند که مهم‌ترین ویژگی و مزیت کاربرد متانول، جلوگیری و کاهش اثر تنش‌های القا شده به گیاهان زراعی در اثر انجام تنفس نوری در آنها است. طی آزمایش راجالا و همکاران (Rajala *et al.*, 1998) علت کاهش تنفس نوری در گیاهان تیمار شده با متانول، اکسیداسیون سریع متانول به دی‌اکسید کربن و ترکیب شدن آن با آنزیم ریبولوز ۱-۵ بیس فسفات کربوکسیلاز و کم شدن رقابت بین دی‌اکسید کربن با اکسیژن می‌باشد. نکته بسیار مهمی که باید به آن توجه شود این است که افزایش غلظت متانول در بافت‌های گیاهی، سرعت متابولیکی فعالیت‌های آنها را نیز تنظیم می‌کند (Downie e*t al.*, 2004). علاوه بر آن افزایش غلظت متانول در بافت‌های گیاهی بر راندمان تبدیل کربن و نیز مسیرهای متابولیکی مربوط به تبدیل کربن نیز اثر می‌گذارد (Hanson and Roje, 2001). برخی از بررسی‌هایی که تاکنون انجام گرفته است، نشان داده‌اند که مصرف تیمارهای متانول در بوته‌هایی از گیاهان زراعی که دارای کمبود آب بودند باعث افزایش بیوماس آنها گردید (Zbiec *et al.*,2003؛ Ramirez *et al.*, 2006).

پاک نژاد و همکاران (Paknejad *et al.*, 2009) نشان دادند که محلول‌پاشی با متانول موجب افزایش عملکرد دانه در گیاه نخود تحت تنش خشکی شد. بیات و همکاران (Bayat *et al.*, 2012) در بررسی تاثیر متانول بر صفات فیزیولوژیکی و عملکرد روغن و پروتئین سویا تحت تنش کمبود آب گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه به هنگام محلول‌پاشی با ۲۱ درصد حجمی متانول هر ۷ روز و در زمان صبح (ساعت ۸- ۱۰) و کمترین عملکرد دانه به هنگام محلول‌پاشی با ۲۱ درصد حجمی متانول هر ۲۱ روز و در زمان عصر (ساعت ۷-۹) به دست می‌آید. فاور و گریک (Faver and Gerik, 2006) در آزمایشی گزارش کردند که اسپری کردن متانول روی گیاهان سه کربنه در افزایش عملکرد، یکنواختی رسیدگی،

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش اثر تنش خشکی و همچنین کم کردن نیاز آبی گیاهان مؤثر است.

با توجه به این‌که بخش وسیعی از زمین‌های زیر کشت در ایران دارای شرایط آب و هوایی نیمه خشک است، از این رو دستیابی به بالاترین میزان عملکرد با مصرف حداقل آب ممکن در کوتاه‌ترین زمان در مقابل روش‌های به‌نژادی که اغلب بلند مدت و هزینه بردار هستند ضروری به نظر می‌رسد. تحقیق حاضر در راستای ارزیابی عملکرد و برخی از اجزای عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش کمبود آب و کاربرد متانول صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در طی سال زراعی ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز روی بذور رقم رکورد آفتابگردان به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. عوامل مورد آزمایش عبارت بودند از محلول‌پاشی با متانول در شش غلظت شامل صفر درصد متانول (شاهد)، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ درصد متانول (۹۶ درجه) و تنش کمبود آب در چهار سطح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد رطوبت قابل دسترس.

جهت تعیین زمان آبیاری در تیمارهایی که تنش در آنها اعمال گردید، ابتدا ظرفیت مزرعه‌ای خاک اندازه‌گیری شده و سپس شاهد بر اساس ظرفیت مزرعه‌ای و سایر تیمارها بر اساس سطوح تنش‌ها آبیاری شدند. برای تعیین ظرفیت مزرعه‌ای از دستگاه محفظه فشار استفاده شد. بدین‌ترتیب که نمونه‌هایی از خاک مزرعه برداشت و سپس نمونه‌های خاک اشباع شدند. نمونه‌های اشباع شده در دستگاه محفظه فشار تحت فشار یک سوم بار قرار گرفته و پس از رسیدن رطوبت به حالت تعادل، نمونه‌ها از محفظه فشار خارج و بلافاصله در آزمایشگاه به‌وسیله ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت در آون قرارگرفتند.

بعد از مشخص شدن رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای، مقدار رطوبت نقطه پژمردگی نیز در فشار ۱۵ بار به همان ترتیب اندازه‌گیری شده و تفاضل رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای و رطوبت نقطه پژمردگی، به عنوان رطوبت قابل دسترس در نظر گرفته شد. پس از مشخص شدن میزان رطوبت قابل دسترس، هر روز از خاک نمونه‌برداری شده تا فواصل دور آبیاری در تیمارهای مختلف به‌دست آمد (Khalilvand, 2006). هر کرت شامل ۵ ردیف کاشت به طول۴ متر و به فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر بود. فاصله هر کرت فرعی با کرت فرعی دیگر یک خط نکاشت و فاصله کرت‌های اصلی از هم‌دیگر به دلیل وجود تنش آبی ۳ متر در نظر گرفته شد. کاشت بذور در جبهه شرقی و به فواصل ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف انجام گردید. آبیاری مزرعه تا مرحله R_4 (مرحله ستاره‌ای شدن و ابتدای باز شدن گل آذین) بر حسب نیاز کانوپی و بسته به شرایط آب و هوایی منطقه بدون اعمال تنش آبی انجام ولی با ظهور گل‌آذین در مرحله R_4 اعمال تیمارهای تنش آبی تا رسیدگی کامل بوته‌ها ادامه یافت. محلول‌پاشی با استفاده از سم‌پاش تلمبه‌ای دستی با فاصله‌ی ۵۰ سانتی‌متر از بوته‌ها به‌صورت یکنواخت و تا زمان جاری شدن قطرات محلول از روی بوته‌ها ادامه یافت. محلول‌پاشی چهار بار طی فصل رشدی و به‌ترتیب زیر انجام گرفت:

۱- مرحله رشد رویشی و در زمان ۸- ۱۰ برگی

۲- مرحله رشد زایشی و در ۳ نوبت:

الف) $R_۴$: گل آذین در این مرحله شروع به باز شدن نموده که در این موقع به سادگی می‌توان از بالای ردیف گل‌های کوچک را مشاهده کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

ب) $R_۶$: در این مرحله گرده افشانی کامل شده و گل‌های کناری(زبانه‌ای) در حال پژمردگی هستند.
ج) $R_۷$: در این مرحله پشت طبق زرد کم رنگ است و زرد شدن ممکن است از مرکز طبق، نزدیک به پایه دمگل و یا از مجاور براکته‌ها شروع شود.

به منظور یکنواختی و ایجاد شرایط یکسان، محلول‌پاشی تیمارهای شاهد نیز با آب معمولی انجام گرفت. عملکرد دانه در تک بوته بر اساس وزن دانه‌های پر در سطح تک بوته بر حسب گرم، عملکرد روغن درسطح تک بوته از حاصل ضرب عملکرد دانه تک بوته در درصد روغن برحسب گرم، وزن خشک بوته بر اساس مجموع وزن خشک‌های ساقه، برگ‌ها، طبق، دمبرگ و وزن دانه‌های برداشت شده در سطح تک بوته بر حسب گرم، تعداد دانه در طبق بر اساس حاصل جمع تعداد دانه‌های پر و پوک و درصد مغز به کل دانه با استفاده از نسبت مغز دانه در نمونه انتخابی به وزن کل دانه در نمونه انتخابی به صورت درصد و درصد پوسته به کل دانه از نسبت وزن پوسته در نمونه انتخابی به وزن کل دانه در نمونه انتخابی به درصد محاسبه شد.

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات به‌دست آمده از این تحقیق، از نرم‌افزار MSTATC و برای انجام مقایسات میانگین از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ و رسم شکل‌ها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر محلول‌پاشی با متانول در سطوح مختلف تنش کمبود آب بر صفات عملکرد تک بوته و روغن تک بوته، وزن خشک اندام هوایی تک بوته، تعداد دانه در طبق و درصد پوسته به کل دانه در سطح احتمال ۱ درصد و درصد مغز به کل دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

عملکرد دانه تک بوته

بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها، محلول‌پاشی با محلول ۲۱ درصد حجمی متانول در شرایط آبیاری کامل (۱۰۰درصد رطوبت قابل دسترس) با میانگین ۹۶/۶۹ گرم بیشترین و عدم محلول‌پاشی با متانول در شرایط آبیاری با ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس با میانگین ۶۷/۷۸ گرم کمترین عملکرد دانه تک بوته را داشتند که افزایشی معادل ۴۲ درصد را نسبت به این صفت نشان داد (جدول ۲). کاهش محتوی رطوبت نسبی آب و بسته شدن روزنه‌ها جزو اولین اثرات تنش کمبود آب به شمار می‌رود که از طریق اختلال در ساخت مواد فتوسنتزی موجب کاهش میزان عملکرد می‌شود (Babu *et al.*, 2009). در شرایط آبیاری عادی به دلیل باز بودن روزنه‌ها امکان استفاده بهتر و بیشتر از متانول محلول‌پاشی شده هم از طریق روزنه‌ها و هم از طریق کوتیکول وجود دارد، اما در شرایط تنش احتمالاً جذب متانول بیشتر از طریق کوتیکول صورت می‌گیرد. از طرفی در شرایط عادی گیاه از لحاظ میزان آب تامین است و دسترسی بیشتری به CO_2 برای کاهش اثر تنفس نوری و افزایش توان تولید خود را دارد. در واقع افزایش در عملکرد دانه می‌تواند به دلیل افزایش در وزن خشک اندام هوایی و افزایش در تعداد دانه در طبق نیز باشد. با افزایش غلظت حجمی متانول از این مقدار به علت ظهور اثرات سمیت متانول عملکرد دانه کاهش یافته است. با افزایش غلظت متانول لی و همکاران (Li *et al.*, 1995) در آزمایشی گزارش کردند که وزن دانه تک بوته در گیاهانی از سویا که با متانول تیمار شده بودند به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت. فال و بنسون (Fal and Benson, 2006) در آزمایشی گزارش کردند که کاربرد متانول در اغلب گیاهان زراعی موجب افزایش راندمان مصرف آب، کاهش تنفس نوری، افزایش سطح و دوام برگ و در

Archive of SID

www.SID.ir

نهایت افزایش عملکرد گردید. در مطالعه میرآخوری و همکاران (Mirakhori *et al.*, 2009) نیز محلول‌پاشی متانول باعث افزایش عملکرد دانه سویا گردید. افزایش عملکرد در لوبیا، چغندرقند و کلزا با محلول‌پاشی متانول نسبت به شاهد توسط زبیک و همکاران (Zebic *et al.*, 2003) گزارش شده است. بر اساس گزارش نادعلی و همکاران (Nadali *et al.*, 2010) محلول‌پاشی متانول بر عملکرد ریشه و شکر چغندرقند تاثیر معنی‌داری داشته و همچنین غلظت ۲۱ درصد حجمی متانول بیشترین عملکرد را داشته است. اسفینی و همکاران (Esfini *et al.*, 2012) در آفتابگردان نشان دادند که تحت تنش کمبود آب کاربرد متانول موجب افزایش عملکرد دانه گردید.

عملکرد روغن تک بوته

محلول‌پاشی با محلول ۲۱ درصد حجمی متانول در شرایط آبیاری کامل (۱۰۰درصد رطوبت قابل دسترس) با میانگین ۵۳/۳۴ گرم بیشترین و عدم محلول‌پاشی با متانول در شرایط آبیاری با ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس با میانگین ۳۱/۴۲ گرم کمترین عملکرد روغن تک بوته را داشتند که افزایشی معادل ۶۹ درصد را نسبت به این صفت نشان داد (جدول۲). محلول‌پاشی با متانول باعث تأخیر پیری در برگ‌ها با تأثیر بر روی اتیلن می‌شود که این امر می‌تواند سبب طولانی شدن دوره‌ی فعال فتوسنتزی گیاه شود (Cossins, 1964).

محلول‌پاشی متانول سبب افزایش ۱۶ تا ۲۲درصد عملکرد روغن در سویا می‌شود که علت این افزایش عملکرد، افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه در مرحله‌ی رشد زایشی با افزایش مقدار دی اکسید کربن است (Gay *et al.*, 1980). نتایج این پژوهش با نتایج بیات و همکاران (Bayat *et al.*, 2012) در بررسی تاثیر متانول بر صفات فیزیولوژیکی و عملکرد روغن سویا همخوانی دارد.

وزن خشک بوته

محلول‌پاشی با محلول ۲۱ درصد حجمی متانول در شرایط آبیاری کامل (۱۰۰ درصد رطوبت قابل دسترس) با میانگین ۴۶۵ گرم بیشترین و محلول‌پاشی با محلول ۷ درصد متانول در شرایط آبیاری با ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس با میانگین ۱۹۱ گرم کمترین وزن خشک بوته را داشتند که افزایشی ۲/۴ برابری را نشان داد (جدول ۲). افزایش غلظت متانول در بافت‌های گیاهی بر بازده تبدیل کربن و مسیرهای متابولیکی مربوط به تبدیل کربن اثر می‌گذارد (Fal and Benson, 2006). کاربرد دوره‌ای و با فاصله زمانی معین متانول روی گیاه موجب می‌شود تا حدی سرعت متابولیکی تنفس گیاه حداقل برای مدت ۲ هفته افزایش یابد. بنابراین، از آن جایی که سرعت رشد گیاهان به شدت به سرعت و بازده تنفس آنها وابسته است، در نتیجه محلول‌پاشی متانول سرعت تنفس و بازده تبدیل کربن حاصل از تنفس را افزایش می دهد (Fal and Benson, 2006؛ Nemecek-Marshall, 1995). همچنین، متانول با تاثیر در ساخت مواد فتوسنتزی در چرخه کالوین و جلوگیری از تنفس نوری، اثر در کارکرد آنزیم‌های کنترل کننده فتوسنتز (Andres *et al.*, 1990)، بهبود مقاومت گیاه به تنش (Esfini *et al.*, 2012) و افزایش راندمان مصرف آب (Fal and Benson, 2006) موجب افزایش وزن خشک گیاه می شود. علت کاهش وزن خشک اندام هوایی در تنش کمبود آب با وجود کاربرد متانول احتمالاً در این است که متانول به منظور افزایش تحمل گیاه به خشکی موجب افزایش بیشتر رشد ریشه نسبت به اندام هوایی شده است.

تئودوریدو و همکاران (Theodoridou, 2002) معتقدند که متانول با افزایش سرعت فتوسنتز، تنفس و آماس برگ سبب افزایش تولید ماده خشک می‌شود. برخی از بررسی‌هایی که تاکنون انجام گرفته است

Archive of SID

www.SID.ir

نشـــان داده‌اند که مصـرف تیمـارهای متانول در بوته‌هایی از گیاهان زراعی که دارای کمبود آب هستند باعث افزایش بیوماس آنها گردید (Ramberg, 2002؛ Zebic *et al.*, 2003، Ramirez *et al.*, 2006). نتیجه به‌دست آمده با نتایج پاک‌نژاد و همکاران (Paknejad *et al.*, 2009)، میرآخوری و همکاران (Mirakhori *et al.*, 2009) و اسفینی و همکاران (Esfini *et al.*, 2012) مطابقت دارد. در این صفت نیز با افزایش غلظت حجمی متانول به علت ظهور اثرات سمی، وزن خشک اندام هوایی کاهش یافته است. طبق نتایج همینگ و کریدل (Hemming and Criddle, 1995) زمانی که بافت برگ با غلظت‌های بالاتر از ۳۰ درصد حجمی متانول تیمار می‌شود، مواد سمی در برگ به وجـــود می‌آید. عـلاوه بر این غلظت‌های بالاتر از ۳۰ درصد حجمی متانول، غشاء سلولی را تخریب کرده، به‌ویژه در زمان تنش خشکی و در این حالت، غشاء سلولی همانند حالتی که کلروفیل از بافت زنده و یا بافت مرده برگ به‌وسیله متانول استخراج می‌شود ،در می‌آید.

تعداد دانه در طبق

محلول‌پاشی با محلول ۲۱ درصد حجمی متانول در شرایط آبیاری با ۱۰۰ درصد رطوبت قابل دسترس با میانگین ۱۷۶۶ بیشترین و عدم محلول‌پاشی با متانول در شرایط آبیاری با ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس با میانگین ۷۵۹ کمترین تعداد دانه در طبق را داشتند که افزایشی ۲/۳ برابری را نسبت به این صفت نشان داد (جدول ۲). افزایش در تعداد دانه در طبق را می‌توان به دلیل افزایش در وزن خشک اندام هوایی و دسترسی بیشتر به CO_2 دانست (Esfini *et al.*, 2012). افزایش تعداد دانه در بوته در گیاه گندم در نتیجه محلول‌پاشی متانول توسط نونومورا و بنسون (Nonomura and Benson, 1992) نیز گزارش شده است. آنان دلیل این امر را در نتیجه افزایش سرعت رشد محصول و بهبود فتوسنتز در نتیجه کاربرد متانول عنوان کرده‌اند.

درصد مغز به کل دانه

محلول‌پاشی با محلول ۱۴ درصد حجمی متانول در شرایط آبیاری کامل (۱۰۰درصد رطوبت قابل دسترس) با میانگین ۸۰/۷ درصد بیشتـرین و محلول‌پاشی با محلول ۱۴ درصد متانول در شرایط آبیاری با ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس با میانگین ۶۰/۷۰ درصد کمترین درصد مغز به کل دانه را داشتند (جدول ۲). علت کاهش درصد مغز به کل دانه در کرت‌های با تنش کمبـــود آب نسبت به کرت‌های با آبیاری نرمال را می‌توان عدم جذب مناسب مواد غذایی توسط دانه در شرایط نامساعد رطوبتی دانست.

درصد پوسته به کل دانه

بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها، محلول‌پاشی با محلول ۱۴ درصد حجمی متانول در شرایط ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس با میانگین ۳۳ درصد بیشترین و محلول‌پاشی با محلول ۱۴ درصد متانول در شرایط آبیاری نرمال با میانگین ۱۶ درصد کمترین درصد پوسته به کل دانه را داشتند. این نتایج با نتایج درصد مغز به کل دانه همخوانی کامل دارد.

نتیجه‌گیری کلی

محلول‌پاشی گیاه آفتابگردان با غلظت ۲۱ درصد حجمی متانول باعث افزایش چشم‌گیری در میزان عملکرد دانه تک بوته (افزایش ۴۲ درصدی)، عملکرد روغن تک بوته (افزایش ۶۹ درصدی)، وزن خشک بوته (افزایش ۲/۴ برابری) و تعداد دانه در طبق (افزایش ۲/۳ برابری) تحت شرایط آبیاری کامل گردید. تنش کمبود آب اگرچه موجب کاهش مقدار کمی این صفات شد ولی محلول‌پاشی با متانول موجب تعدیل اثرات کاهشی تنش گردید. همچنین،

Archive of SID

www.SID.ir

غلظت‌های بالاتر متـانول در این آزمایش مـوجب گیاه‌سوزی و کاهش این صفات گردید، لذا مصرف این ترکیب با غلظت‌های بالاتر برای گیاه آفتابگردان به نظر می‌رسد اثر مناسبی نداشته باشد.

سپاس‌گزاری

این طرح با همکاری و بودجه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز انجام گرفته است.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در آفتابگردان

Table 1- The analysis of variance for studied traits in sunflower

منابع تغییر S.O.V		درجه آزادی df	عملکرد دانه در تک بوته Seed yield per plant	عملکرد روغن تک بوته oil yield per plant	وزن خشک اندام هوایی تک بوته Dry weight per plant	تعداد دانه در طبق Number of seeds on the head	درصد مغز به کل دانه Percentage of nut to seed	درصد پوسته به کل دانه Percentage of fruit wall to seed
Rep	تکرار	2	34.31 ns	20.44 ns	28779 ns	45066 ns	3.4 ns	11.1 ns
WDS	تنش کمبود آب	3	110 ns	116 ns	47578 ns	73917 ns	22.53 *	23 ns
Error	خطا	6	72.936	118	24196	70975	3.68	21.3
MFA	محلول‌پاشی متانول	5	106 ns	212 ns	9742 ns	127457 *	114 **	54.1**
WDS×MFA	محلول‌پاشی×تنش	15	252 **	1005**	23104 **	180160 **	31.62 *	51.6**
Error	خطا	40	69.76	782	7499	47095	14.6	13.3
CV (%)	ضریب تغییرات		9.86	10.13	25.42	26.32	5.24	13.67

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

ns,* and ** : Non significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively,

WDS: Water Deficit Stress, MFA: Methanol Foliar application

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسات میانگین اثرات متقابل تنش کمبود آب و محلول‌پاشی با متانول

Table2- Mean comparison of interaction between water deficit stress and methanol foliar application based on LSD 5%

تنش کمبود آب WDS	محلول‌پاشی متانول MFA	عملکرد دانه تک بوته Seed yield per plant (g)	عملکرد روغن تک بوته oil yield per plant	وزن خشک بوته Dry weight per plant (g)	تعداد دانه در طبق Number of seeds on the head	درصد مغز به کل دانه Percentage of nut to seed	درصد پوسته به کل دانه Percentage of fruit wall to seed
25% FC	0	67.78	42.31	329.6	759	74.10	27.50
	7	90.57	91.42	191.5	1163	63.94	30.00
	14	85.90	41.38	254.5	1139	60.70	33.50
	21	68.13	33.94	357.1	1675	76.50	29.25
	28	83.22	40.26	222.3	1163	76.80	25.60
	35	91.70	43.41	271.2	1306	71.40	23.60
50% FC	0	83.65	42.07	314.9	1149	69.90	30.50
	7	91.89	46.07	453.5	1355	71.60	26.90
	14	92.03	47.57	333.7	1189	70.60	30.40
	21	83.37	44.03	412.8	1439	76.60	26.20
	28	83.80	42.82	374.2	1465	72	27.90
	35	82.54	40.6	305.8	1399	67.80	28.70
75% FC	0	77.76	40.08	408.2	973	65.90	24.00
	7	83.28	44.01	465.3	1300	71.60	27.60
	14	88.09	47.17	306.4	1260	73.50	24.50
	21	84.72	46.83	302.7	1573	79.50	21.80
	28	91.34	49.81	335.3	1443	74.70	26.11
	35	82.92	42.33	440.2	1330	77	23.60
100% FC	0	76.20	39.89	225.1	1189	69.30	28.80
	7	91.99	52.48	339.3	1527	70.10	19.87
	14	95.05	52.75	424.3	1584	80.70	16.00
	21	96.69	53.34	465.4	1766	73.40	27.70
	28	91.76	38.4	231.3	1348	74.20	25.00
	35	68.80	46.99	212.6	1218	72.70	26.30
LSD	-	11.94	5.84	123.8	310	5.46	5.221

WDS: Water Deficit Stress, MFA: Methanol Foliar application

www.SID.ir

References **منابع مورد استفاده**

- Andres, R., J. Lazaro, A. Chueca, R. Hermoso and L. Gorge. 1990. Effect of alcohols on the association of photosynthetic fructose- 1, 6- bisphosphatase to thylakoid membranes. *Physiol. Plant*. 78: 409-413.
- Babu, R.C., M.S. Pathan, A. Blum, and H.T. Nguyen. 2009. Comparison of measurement methods of osmotic adjustment in rice cultivars. *Crop Science*. 39: 150-158.
- Bayat, V., F. Paknejhad, M.Ardakani, S.Vazan, J.Azizi, and S. Mafakheri. 2012. Effect of methanol spraying on physiological characteristics, oil and protein yields of Soybean (cv. Williams) under deficit irrigation. *Annals of Biological Research*. 3 (2): 871-883.
- Cossins, E. 1964.The utilization of carbon-1-compounds by plants. Canadian Journal of Biochemistry. 42:1793- 1802.
- Daneshian, J., D and Zare. 2005. Diversity for resistance drought on soybean. *Journal of Agriculture Science.* 1: 23-50.
- Downie, A., S. Miyazaki, H. Bohnert, P. John, J. Coleman, M. Parry, and R. Haslam. 2004. Expression profiling of the response of Arabidopsis thaliana to methanol stimulation. *Phytochem*. 65: 2305–2316.
- Esfini Farahani, M., F. Paknejad, A. Kashani, M.R. Ardakani, M. Bakhtiyari, and M. Rezayi. 2012. Effect of Methanol Spraying on Yield and Yield Components of Sunflower (*Helianthus annuss* L. Azargol hybrid) Under Different Moisture Conditions. *Journal of Agronomy and plant breeding*. 8 (1): 115-125. (In Persian)
- Fall, R. and A.A. Benson. 2006. Leaf methanol, the simplest natural product from plants. *Trends in Plant Science*. 1: 296 - 301.
- Faver, K.L. and T.J. Gerik. 2006. Foliar-applied methanol effects on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) gas exchange and growth. *Field Crops Research*. 47: 227 - 234.
- Gay, S. 1980. Article physiological aspects of yield improvement in soybean. Agronomy Journal, 72: 387-391.
- Hanson, A.D., and S. Roje. 2001. One-carbon metabolism in higher plants. Annu. Rev. Plant Physiol. *Plant Mol. Biol*. 52: 119-137.
- Hemming, D. and R. Criddle. 1995. Effects of methanol on plant respiration. *Plant Physiology.* 146: 193-198.
- Khalilvand, E. 2006. Effect of drought on two sunflower (*Helianthus annuss* L.) hybridsyield and yield components in different density. M.Sc. Thesis. IAU. Tabriz Branch. (InPersian).
- Li, Y., J. Gupta, and A.K. Siyumbano. 1995. Effect of methanol on soybean photosynthesis and chlorophyll. *Journal of Plant Nutrition*. 18: 1875–1880.
- Ober, E. 2001. The search for drought tolerance in sugar beet. British Sugar Beet Review. 69(1): 40- 43.

Archive of SID

www.SID.ir

- Mirakhori, M., F. Paknejad, F. Moradi, M, Ardakani, H. Zahedi, and P. Nazeri. 2009. Effect of drought stress and methanol on yield and yield components of *Soybean Max* (L17). *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*. 5 (4): 162-169.
- Nadali, I., F. Paknejad, F. Moradi, S. Vazan, M. Tookalo, M. Jami Al-lahmadi, and A. Pazoki. 2010. Effects of Methanol on Sugar Beet (*Beta vulgaris*). *Australian Journal of Crop Science*. 4 (6): 398-401.
- Nemecek-Marshall, M., R.C. Mc Donald, J.J. Franzen, C.L. Wojciechowski, and R. Fall. 1995. Methanol emission from leaves: enzymatic detection of gas-phase methanol and relation of methanol fluxes to stomatal conductance and leaf development. *Plant Physiology*. 108: 1359–1368
- Nonomura, A.M., and A.A. Benson.1992. The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. *Proceedings of National Academy of Science of the U.S.A*. 89: 9794–9798.
- Paknejad, F., M. Mirakhori, Jami M. Al-Ahmadi, and P. Nazeri. 2009. Physiological response of Soybean (*Glycine Max*) to foliar application of methanol under different soil moistures. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 4 (4): 311-318.
- Ramberg, H.A., J.S.C. Bradley, J.S.C. Olson, J.N. Nishio, J. Markwell, and J.C. Osterman.2002. The role of rethanol in promoting plant growth: An update. Rev. *Plant Biochem. Biotechnol.* 1:113-126.
- Rajala, A., Karkkainen, J., Peltonen, J., and Peltonen-Sainio, P., 1998. Foliar application of alcohols failed to enhance growth and yield of C3 crops. *Industrial Crops and Products*. 7: 129 - 137.
- Ramirez, I., F. Dorta, V. Espinoza, E. Jimenez, A. Mercado, and H. Pen a-Cortes. 2006. Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of arabidopsis, tobacco and tomato plants. *Journal of Plant Growth Regulation*. 25: 30–44.
- Theodoridou, A., D. Donemann, and K. Kotzabasis. 2002. Light - dependent induction of strongly increased microalgal growth by methanol. *Biochemical Biophys Acta*. 1573: 189 - 198.
- Zbiec, I., S. Karczmarczyk, and C. Podsiadło., 2003. Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* (Agronomy). 6 (1): 1-7.

Archive of SID

www.SID.ir