نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹، ص. ۲۴۴-۲۳۶

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 236-244

اثر محلول پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L.)

مجتبی میرآخوری[1*]، فرزاد پاک نژاد[2]، محمد رضا اردکانی[3]، فواد مرادی[4]، پریسا ناظری[1] و محمد نصری[5]

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۰
تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۱۰

چکیده

به منظور بررسی اثر متانول بر رشد و نمو و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L. var. L 17)، آزمایشی با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد کرج اجرا شد. در این آزمایش تیمار شاهد (M0، بدون مصرف متانول) و محلولهای ۷(M1) ، ۱۴(M2)، ۲۱ (M3)، ۲۸(M4) و۳۵ (M5) درصد حجمی، سه بار در فصل رشد با فواصل ۱۵ روز یکبار بر روی قسمت‌های هوایی بوته‌های سویا محلول‌پاشی شدند. صفات اندازه گیری شده شامل عملکرد دانه، ارتفاع بوته، سطح برگ، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک کل بوته، درصد روغن و پروتئین دانه، بیوماس کل و اجزای عملکرد بود. نتایج نشان داد که بین تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار وجود داشت. مقایسه میانگین خصوصیات مورد بررسی نشان داد که اثر سطوح محلول‌های ۱۴ (M2) و ۲۱ (M3) درصد حجمی متانول بر صفات مورد ارزیابی بیشتر از سایر تیمارها بود و کاربرد متانول در تیمارهای ۱۴ و۲۱ درصد حجمی به ترتیب موجب ۱۶/۸درصد و ۴۰/۲ درصد افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد شد. محلول‌پاشی متانول باعث افزایش عملکرد، ارتفاع، وزن هزار دانه، تعداد غلاف پر شده، سطح برگ و بیوماس گردید.

واژه‌های کلیدی: شاخص سطح برگ، گیاه زراعی، گیاه سه کربنه

مقدمه

سویا (*Glycine max* L.) یکی ازگیاهان زراعی قدیمی و بومی شرق آسیا است که حداقل از ۲۸۰۰ سال قبل از میلاد در چین کشت می‌شده و تقریبا ۵۰ درصد از تولید دانه های روغنی جهان را به خود اختصاص داده است. در حال حاضر توجه جهان به کشاورزی نوین وبکارگیری علوم و فنون جدید برای به حداقل رساندن خسارت منابع و حداکثر بهره برداری از آن مطرح است، در این حال استفاده از تنظیم کننده های رشد جهت بهبود رشد گیاهان زراعی و افزایش تولید آنها محققین زیادی را به سمت خود جلب کرده است (Safarazade Vishgahi & Nourmohammadi Magidi, 2007). اولین شرط جهت دستیابی به عملکرد بالا در واحد سطح، تولید ماده خشک زیاد است، زیرا حدود ۹۰ درصد وزن خشک گیاهان ناشی از آسیمیلاسیون دی اکسید کربن طی فتوسنتز است. در نتیجه افزایش سرعت تثبیت برای بالا بردن ظرفیت تولید گیاهان زراعی می‌تواند مفید باشد (Makhdum et al., ؛ Hanson & Roje 2001 Downie et al., 2004؛ Ramberget et al., 2002؛ 2002). درسالهای اخیر تحقیقات زیادی روی موادی نظیر متانول، بوتانول، گلیسین، آسپارتات در جهت افزایش عملکرد گیاهان زراعی سه کربنه شده است و مورد توجه محققین قرار گرفته است. (Ramberget et al., 2002؛ Petridou et al., 2001). برخی تحقیقات سالهای اخیر نشان داده است که رشد و عملکرد گیاهان سه کربنه با محلول پاشی متانول افزایش پیدا می کند و متانول به عنوان یک منبع کربن برای این گیاهان محسوب می‌شود. بطور کلی از جمله نقش‌های که این مواد دارند، جلوگیری از کاهش اثر تنش‌های القا شده به گیاهان زراعی در انجام تنفس نوری اشاره کرد (Ramberget et al., 2002 ؛ Downie et al., 2004). در بین این ترکیبات، متانول ماده‌ای کاملاً شناخته شده برای گیاهان می‌باشد، زیرا این ماده یکی از ساده‌ترین فراورده‌های گیاهی بوده که توسط اکثر گیاهان خصوصاً طی مراحل اولیه بزرگ شدن برگ‌ها در اثر دمتیلاسیون پکتین، تولید و به محیط اطراف آنها انتشار می‌یابد (Galbally, ؛ Benson &Fall, 1996 Kirstine &2002). این ترکیب آلی فرار از طریق روزنه‌های برگ‌ها خارج می شود و بطور قطع می‌توان گفت که بافت‌های گیاهی آن را متابولیزه می‌کنند (Aubert & Gout, 2000). متانول دارای کربن نشاندار ۱۴ پس از محلول پاشی روی سطح گیاهان سریعاً وارد

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ – به ترتیب کارشناس ارشد زراعت (عضو باشگاه پژوهشگران جوان)، استادیار و دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، استاد موسسه بیوتکنولوژی کرج و استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین.
(*- نویسنده مسئول: Email: MOJTABA.MIRAKHORI@yahoo.com)

بافت‌های آنها شده و پس از تأثیر گذاشتن برمتابولسیم گیاه،کربن مذکور در ساختار اسید آمینه سرین یافت می گردد (Gout, 2000 & Aubert). گلایسن در بهبود مقاومت به تنش دارای نقش موثری است که به مقدار کم مخلوط با متانول در محلول پاشی کصرف می گردد. نقش محافظتی گلایسین فقط به تنش محافظتی اسمزی آن خلاصه نشده است بلکه این ماده در دیگر اثرات فیزیولوژیکی موثر در پاسخ به تنش‌های گیاهان مطرح است (Kishitani et al., 2000). برای اولین بار در اوایل دوره ۹۰ میلادی گزارش شد که کاربرد محلولهای متانول روی قسمت‌های هوایی گیاهان زراعی باعث افزایش عملکرد، تسریع رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی آنها می شود (Nonomura & Benson, 1992). طی بررسی‌های انجام شده توسط نانومیورا و بنسون (Nonomura & Benson, 1992) محلول‌پاشی متانول در گیاهان سه کربنه می‌تواند سبب افزایش عملکرد در این گیاهان شود. با توجه به اینکه ۲۵درصد از کربن گیاه صرف تنفس نوری می‌شود با استفاده از محلول‌پاشی متانول می‌توان مقدار تنفس نوری را به حداقل رساند (Lawlor et al.,1987). علت این امر جذب متانول در گیاه و متابولیزه شدن سریع آن به دی اکسید کربن در بافت گیاهی بوده است که ناشی از کوچکی مولکول‌های متانول نسبت به دی اکسید کربن است (Goutal et al., 2000). در گیاهانی که با تنش خشکی مواجه هستند محلول پاشی متانول سبب جلوگیری از کاهش بیوماس در آنها می‌شود (Rajala et al., 1998). متانول به عنوان یک منبع کربن می تواند در افزایش فتوسنتز در گلخانه ها نیز بسیار مفید باشد. همچنین محلول پاشی با این ماده باعث استفاده کمتر از قارچ کشها برای کنترل بادزدگی و زنگ شود (Heins et al., 1980). محلول پاشی متانول باعث خنک شدن برگ در هوای گرم ظهر می‌شود. محلول پاشی متانول بر روی بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) نشان داد محلول‌پاشی با ۲۰ درصد حجمی متانول سبب افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه، سرعت رشد غلاف، راندمان مصرف تشعشع، افزایش عملکرد غلاف و دانه، افزایش وزن هزار دانه، افزایش تعداد غلاف رسیده و مقدار پروتئین در دانه‌ی بادام زمینی شده است (Safarazade Vishgahi et al., 2005). طبق گزارشات نانومیورا و بنسون (Nonomura & Benson, 1992) محلول‌پاشی ۱۰ تا ۵۰ درصد متانول سبب افزایش عملکرد و رشد در گیاه می‌شود. این دو محقق علت این افزایش عملکرد را به کاهش میزان تنفس نوری و همچنین افزایش مقدار آماس سلولی بافت گیاهی مربوط دانستند. همچنین محلول‌پاشی متانول بطور غیرمستقیم سبب تحریک باکتری‌های متیلوتروف می‌شود و این باکتری‌ها با تولید اکسین و سایتوکینین باعث تسریع روند رشد در گیاهان می‌گردد Ivanova et al., 2001). همچنین محلول‌پاشی با غلظت ۳۰ درصد باعث افزایش ۱۲ تا ۳۰ درصد میزان عملکرد در لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) و کلزا (*Brassica napus* L.) نسبت به شاهد شده است (Zbiec et al., 2003). طبق گزارشات ایوانوا و همکاران (Ivanova et al., 2000) محلول‌پاشی متانول باعث افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز به میزان ۵۰درصد در گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.) و چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) شده است. محلول‌پاشی متانول همچنین باعث تأخیر پیری در برگ‌ها با تأثیر بر روی اتیلن می‌شود که این امر می‌تواند سبب طولانی شدن دوره‌ی فعال فتوسنتزی گیاه شود (Heins et al.,1980). طبق گزارشات کازینز (Cossins, 1964) پس از محلول پاشی متانول برای جذب بهتر آن توسط برگ به ساعاتی تاریکی مطلق نیاز است. همچنین محلول‌پاشی متانول سبب افزایش ۱۶ تا ۲۲درصد عملکرد 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 تحقیقات جوشی و جاگموند (Joshi & Jagmohan, 1996) روی سویا نشان داده است که تیمار متانول نسبت به دیگر مواد غذایی اضافه شده اثر بسیار مفیدتری دارد. طبق گزارشات اندره و همکاران (Andres et al .,1990) محلول پاشی با متانول می‌تواند سبب افزایش آنزیم FBPase که یکی از آنزیم‌های مهم کنترل کننده‌ی فتوسنتز است گردد. همینگ و همکاران (Hemming et al., 1995) گزارش دادند محلول پاشی متانول سبب افزایش کارائی تبدیل کربن می شود. در گیاهان چهار کربنه به علت متفاوت بودن ساختار درونی برگ و غنی‌سازی دی اکسید کربن در سلول مزوفیل افزایش دی اکسید کربن از طریق محلول‌پاشی متانول اثر زیادی در عملکرد نداشته است. برخی از بررسی هایی که تاکنون در زمینه اثر مثبت محلول پاشی متانول بر رشد و عملکرد گیاهان صورت گرفته است، نشان داده‌اند که مصرف تیمارهای متانول در بوته‌هایی از گیاهان زراعی که دارای کمبود آب هستند، باعث افزایش بیوماس آنها می‌گردد در حالی که تیمار کردن گیاهان زراعی دارای آب کافی با متانول، بیوماس آنها را کاهش می‌دهد (Nonomura & Benson, 1992؛ Ramberget et al., 2002 ؛ Podsia & Zbiec, 2003 ؛ Ramirez et al., 2006). این موضوع در گیاهان زراعی نیز مشاهده گردیده است (Makhdum et al., 2002). عملکرد دانه، وزن دانه‌ها و تعداد غلاف در بوته‌هایی از سویا که با متانول تیمار شده بودند، بطور معنی داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت، نتایج این تحقیق نشان داد که محلول پاشی متانول ۲۵ درصد حجمی، بیشترین اثر را بر رشد و افزایش عملکرد سویا داشت (Li & Siyumbano, 1995). افزایش قابل ملاحظه‌ی رشد گندم (*Tiriticum aestivum* L.)، تربچه (*Raphanus sativus* L.)، نخود (*Cicer arietinum* L.)،

بادام زمینی و گوجه فرنگی نیز پس از محلول پاشی متانول بر روی آنها گزارش شده است (Ramirez et al., 2006). بطور کلی متانول ترکیبی تاثیر گذار در متابولیسم گیاهان از قبیل تنظیم سرعت متابولیکی مواد در گیاه و نسخه برداری ژن‌ها و افزایش فعالیت فتوسنتزی و افزایش رشد و در نهایت کاهش تنفس نوری می‌باشد (Downie et al., 2004). بایستی خاطر نشان کرد که نحوه وزمان مصرف این ماده در مزرعه بسیار مهم است (Nemecek-Marshall et al., 1996). در نتیجه این تحقیق با هدف بررسی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سویا به تنش خشکی و محلول پاشی متانول به مرحله اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه جهت بررسی اثر محلول پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد یکی از لاین‌های سویا (L17) در سال زراعی۸۷-۱۳۸۶ کرج (ماهدشت) واقع در ۳۵درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱درجه و ۶ دقیقه طول شرقی به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاداسلامی کرج به مرحله اجرا در آمد. آزمایش بصورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و شش تیمار شامل یک تیمار شاهد (M0) بدون مصرف متانول و محلول‌های (M1) ۷، (M2)۱۴، (M3)۲۱، (M4) ۲۸ و (M5) ۳۵درصد حجمی متانول استفاده شد. به هر یک از محلول های مورد استفاده مقدار دو گرم در لیتر گلیسین اضافه شد. محلول پاشی بوته‌ها سه بار در طی فصل رشد و به فاصله ۱۵روز نسبت به یکدیگر انجام گرفت. اولین محلول پاشی در بیست و پنج تیرماه به فاصله ۶۰ روز پس از کاشت و محلول پاشی‌های دیگر در ۷۵ و ۹۰ روز پس از کاشت انجام شد. نحوه محلول پاشی به این صورت انجام گرفت که بر روی تمام قسمت‌های بوته سویا قطرات محلول جاری شد، بطوریکه اندام‌های هوایی خیس شدند. برای انجام محلول پاشی از سم پاش موتوری پشتی استفاده شد که دارای حجمی حدود دوازده لیتر بود و سعی شد تا نازل سم پاش در ارتفاع ۴۰ سانتی متری بالای بوته ها قرار داده شود زمان محلول پاشی در ساعت ۲۰-۱۶ در روزهای تعیین شده فوق الذکرانجام شد. هر کرت شامل شش خط کاشت بطول پنج متر که فاصله ردیف‌ها ۶۰ سانتی متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ده سانتی متر بودند. برای جلوگیری از نشت آب بین کرت‌ها دو ردیف بصورت کاشته نشده گذاشته شد. تهیه زمین شامل شخم اصلی، دو دیسک عمود بر هم و لولر بودند. پس از آماده نمودن زمین بر اساس نتایج تجزیه خاک (عمق۳۰-۰ سانتی متر) به مقدار پنجاه کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و شست کیلوگرم کود اوره در یک مرحله ودر زمان قبل از کاشت مصرف شد. بذرهای سویا ضد عفونی شده، در نیمه اول اردیبهشت ماه بطور دستی در عمق پمج سانتی متری کشت شدند. در محل کاشت دو الی سه بذر قرار داده شد و پس از سبز شدن بذر در مرحله‌ی سه برگی بر اساس تراکم ۱۵تا۲۰ بوته در متر مربع تنک گردید. کلیه کرت‌ها در نیمه اول مهر ماه برداشت شدند. عملکرد دانه و عملکرد قسمت‌ها ی هوایی، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، تعداد غلاف تک بوته، تعداد غلاف نارس، ارتفاع گیاه و قطر ساقه تمام کرت‌های آزمایشی اندازه گیری شدند. به منظور ارزیابی عملکرد دانه و شاخص برداشت وزن هزار دانه در سطحی معادل سه متر مربع در نظر گرفته شد و برای تعیین صفات مورفولوژیک نظیر ارتفاع، تعداد غلاف پر و تعداد شاخه های فرعی ده بوته بطور تصادفی از هر کرت انتخاب گردید. بعد از تعیین عملکرد و اجزای ان بخشی از محصول به منظور اندازگیری مقدار روغن و پروتئین دانه مورد بررسی قرار گرفت.استخراج روغن به روش سوکسله و مقدار پروتئین به روش کجلدال انجام پذیرفت. تجزیه واریانس و محاسبات آماری صفات مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها به روش LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

تاثیر محلول پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا

نتایج تجزیه واریانس(جدول۱) نشان داد که اثر تیمارهای مختلف متانول بر عملکرد دانه، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد شاخه فرعی، بیوماس کل، تعداد غلاف رسیده، عملکرد روغن وپروتئین دانه، شاخص برداشت در سطح ۵ درصد اثر معنی داری داشته در صورتیکه بر سایر صفات از جمله مقدار روغن و پروتین دانه اثر معنی داری ندارد. نتایج بدست آمده نشان داد که عملکرد دانه تیمارهای ۱۴و۲۱ درصد حجمی متانول به ترتیب با میانگین ۱۷۵۴ و ۲۱۰۸ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین مقدار بوده وکاربرد متانول در تیمارهای ۱۴ ،۲۱ درصد حجمی به ترتیب موجب ۱۶/۸درصد و ۴۰/۴۰ درصد افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد شده است. نکته قابل توجه این است که با افزایش مقدار متانول از ۲۸ تا ۳۵ درصد حجمی متانول عملکرد دانه کاهش پیدا کرد، بطوری که عملکرد آنها حتی از شاهد هم کمتر بود که احتمالاً به دلیل اثر سمی منفی متانول در غلظت‌های بالای مصرف متانول بوده در نتیجه که موجب کاهش تعداد غلاف پر، ارتفاع و تعداد شاخه فرعی گردیده که در نهایت منجر به افزایش عمکرد دانه شد. به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد دانه عمدتاً ناشی از افزایش سرعت رشد غلاف، وزن هزار دانه، افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه فرعی در گیاه سویا بوده است. لی و سیمبانو (Li & Siyumbano,1995) نیز بیان نمودند که عملکرد دانه، وزن دانه و تعداد غلاف در بوته‌هایی از سویا که با متانول تیمار شده بودند، بطور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت و محلول پاشی متانول

۲۵ درصد حجمی بیشترین اثر را بـر رشـد و افـزایش عملکـرد سـویا داشت. این نتایج با نتایج دیگر محققان (Safarazade Vishgahi et al., 2005 ؛ Obendorf et al., 1990 ؛ Ramirez et al., 2006) نیز مطابقت دارد. نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد که محلول پاشی متانول بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌داری دارد، البته تیمارهای ۷ و ۱۴و ۲۱ درصد حجمی متـانول دارای ارتفـاع بیشتری نسبت به تیمار شاهد و سایر تیمارها بودند ولی از نظر آمـاری تفاوت معنی داری نداشـتند. تیمـار ۳۵ درصـد حجمـی متـانول دارای کمترین ارتفاع ساقه اصلی در میان تیمارهای مورد بررسی بـود. طـی آزمایشی که بر روی بادام زمینی انجام شده نتایج مشابهی بدست آمده است، طبق نتایج صـفرزاده ویـشگاهی (Safarazade Vishgahi & Nourmohammadi Magidi, 2007) بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول مشاهده شد. مقایسه میـانگین تعـداد شـاخه فرعی گیاه نشان داد بیشترین میانگین مربوط بـه تیمـار ۷ و ۱۴و ۲۱ درصد حجمی متانول می‌باشد که تیمار ۱۴ درصد حجمـی بـا داشـتن میانگین۱۸/۳ دارای بیشترین تعداد شاخه فرعی بود. ایـن تیمارهـا بـا تیمار شاهد و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری دارند. با افزایش مـصرف متانول تا سطح ۲۱ درصد حجمی افزایش تعداد شاخه فرعی مـشاهده شد، ولـی پـس از ان در تیمارهـای ۲۷درصـد و۳۵درصـد حجمـی بـا کاهش مواجه گردید که حتی کمتر از تیمار شاهد بودند. بـا توجـه بـه نتایج بدست آمده این تیمارها دارای ارتفاع سـاقه و بیومـاس کمتـری بودند و کاهش این دو صفت می تواند برکاهش تعـداد شـاخه فرعـی تأثیر گذار باشد. تیمارهای مورد بررسی از نظر بیومـاس تفـاوت معنـی داری با یکدیگر داشتند بطوری که بیشترین بیوماس مربـوط بـه سـه تیمار ۱۴و ۲۱ و ۲۸ درصد حجمی متانول به ترتیب با میانگین ۶۳۲۰ و ۶۸۹۳ و ۷۷۷۳ کیلوگرم در هکتار بودند که اختلاف معنی داری بـا تیمار شاهد وسایر تیمارها داشتند. افزایش بیوماس احتمـالاً بـه دلیـل افزایش سطح برگ و مقدار کلروفیل بوده است و اندازگیری‌های سطح برگ و کلروفیل بعد از محلول‌پاشی سوم که در راستای همـین طـرح انجام گرفت ، مبین این موضوع مـی باشـد (نتـایج نـشان داده نـشده است). نتایج بدست آمده با نتـایج صـفرزاده ویـشگاهی و نورمحمـدی مجیدی مجیدی (Safarazade Vishgahi & Nourmohammadi Magidi, 2007) که اعلام نمود محلول پاشی متانول باعث افـزایش بیوماس گیاه بادام زمینی در تیمارهای ۲۰ درصد و ۳۰ درصد حجمـی متانول می‌شود، مطابقت دارد. برخی از بررسـی‌هـایی کـه تـاکنون در زمینه اثر مثبت محلول پاشی متانول بر رشد و عملکرد گیاهان صورت گرفته است، نشان داده‌اند که مصرف تیمارهای متانول در بوته هـایی از گیاهان زراعی که دارای کمبود آب هستند، باعث افـزایش بیومـاس آنها می‌گردد در حالی که تیمار کردن گیاهان زراعی دارای آب کـافی با متانول، بیوماس آنها را کاهش می‌دهد (Nonomura & Benson, 1992؛ Ramberget et al., 2002؛ Zbiec & Podsia, 2003 ؛ Ramirez et al., 2006). این موضوع نـشان مـی‌دهـد کـه متـانول مـی‌توانـد بـر آسیمیلاسـیون دی اکـسید کـربن در گیـاه اثـر گـذارد (Theodoridou & Kotzabasis ؛ Ramberget et al., 2002 ؛ Downie et al., 2004). افزایش رشـد بوجـود آمـده در اثـر محلـول پاشـی متـانول در گوجـه فرنگـی، ۵۰ درصـد، تـوت فرنگـی (*Fragaria vesca* L.) ۶۰ درصـد، پنبـه ۵۰ درصـد (*Gossypium herbaceum* L.) و هندوانـه ۳۶ درصـد (*Citrullus vulgaris* Thunb.) گـزارش شـده اسـت (Nonomura & Benson, 1992). نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) و مقایسه میانگین (جـدول۲) شـاخص برداشت نشان داد تیمارهای مختلف با یکدیگر از نظـر آمـاری تفـاوت معنی‌داری داشته‌اند. بطوری که بیشترین شاخص برداشت مربـوط بـه تیمار ۷درصد حجمی متانول و کمترین آن مربوط به تیمار ۳۵ درصـد حجمی متانول بود. تیمارهای ۷ درصد و ۱۴درصد و ۲۱ درصد حجمی متانول در یک گروه آماری قرار گرفتنـد، ولـی خـود ایـن تیمارهـا بـا یکدیگر تفاوت معنی داری نداشتند. با توجـه بـه نتـایج بدسـت آمـده، مشخص است که تیمارهای ذکر شده دارای عملکرد دانـه و بیومـاس بیشتری بودند و افزایش این دو صفت می‌توانـد بـر افـزایش شـاخص برداشت تأثیر گذار باشد، بطوری که با افزایش عملکـرد دانـه صـورت کسر افزایش یافته که باعث افزایش شاخص برداشت میشود که نشان می‌دهد گیاه پس از محلول پاشی توانسته است که سـهم بیـشتری از تولیدات خود را صرف تولید دانه کند. این نتایج بدست امـده بـا نتـایج مادهیان و همکاران (Madhaiyan et al., 2006) نیز مطابقـت دارد. تعداد غلاف رسیده گیاه سویا نیز از نظر آماری تفاوت معنـی داری بـا یکدیگر داشتند بطوری که تیمارهای ۲۱ درصد و ۱۴درصد و ۷ درصـد دارای بهترین وضعیت بودند و بیشترین تعداد غلاف رسیده مربوط بـه تیمار ۲۱ درصد حجمی متـانول بـا میـانگینی حـدود ۶۸/۲ بـوده کـه احتمالاً به علت داشتن سرعت رشد غلاف و همچنـین سـرعت رشـد محصول بالاتر نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی بـوده اسـت. بـا افزایش مصرف متانول تا سطح ۲۱ درصد حجمی افزایش تعداد غلاف رسیده مشاهده شد، ولی پس از آن در تیمارهای ۲۸درصد و ۳۵درصـد حجمی با کاهش تعداد غلاف رسیده مواجهه گردید که حتی کمتـر از تیمار شـاهد بودنـد. محقیقـین دیگـر نیـز نتـایج مـشابهی را گـزارش نموده‌انـد (Zbiec & Podsia, 2003؛ Li & Siyumbano, 1995). مقدار پروتئین دانـه تفـاوت معنـی‌داری بـا یکـدیگر نداشـتند و تمـام تیمارهای مورد بررسی در یک گـروه آمـاری قـرار گرفتنـد و متـانول تأثیری بر روی پروتین دانه بوته‌های سویا نـدارد . البتـه تیمارهـای ۷ درصد و ۱۴درصد و ۲۱ درصد حجمی متانول بیشترین پروتئین دانه را در بین تیمارها دارا بودند اما اختلاف این تیمارها بـا سـایر تیمارهـا از نظر آماری معنی‌دار نبودند. نتایج بدست آمده بر خلاف نتایج صـفرزاده ویـشگاهی و نورمحمـدی مجیـدی (Safarazade Vishgahi & Nourmohammadi Magidi, 2007) مـی‌باشـد کـه اعـلام نمـود

محلول پاشی متانول باعث افزایش درصد پروتئین بادام زمینی می‌شود. همچنین مقایسه میانگین (جدول۲) درصد روغن دانه نشان داد که محلول پاشی متانول تفاوت معنی‌داری بین این صفت وجود ندارد و همگی تیمارهای مورد بررسی در یک گروه آماری قرار گرفتند و متانول هیچ تأثیری بر روی درصد روغن دانه ندارد که این نتایج بدست آمده با صفرزاده ویشگاهی (Safarazade Vishgahi & Nourmohammadi Magidi, 2007) مطابقت دارد. همچنین مقایسه میانگین عملکرد روغن و پروتئین (جدول۲) نشان داد که محلول پاشی متانول تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارهای مورد بررسی وجود دارد، بطوری که تیمارهای ۱۴درصد و ۲۱ درصد حجمی متانول دارای بیشترین مقدار عملکرد پروتئین و روغن بوده و با عملکرد تیمار شاهد و سایر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی داری داشته است. با توجه به عدم معنی داری درصد پروتئین و روغن، تأثیر متانول بر روی عملکرد دانه را می‌توان یکی از علل تأثیر گذار در عملکرد پروتئین و روغن بیان نمود (Johnson & Tanaka, 2002؛ Laurence & Gibbons ,1976 ؛ Hafez, 1983) .

نتیجه گیری

نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد دانه، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف پرشده، سطح برگ و بالاخره بیوماس تحت تیمارهای متانول قرار گرفتند. محلول پاشی گیاه سویا با غلظت‌های ۱۴ و ۲۱ درصد حجمی متانول باعث افزایش چشمگیری درمیزان عملکرد دانه تولید شده در هکتار و همچنین اجزای عملکردگردید. غلظت ۲۸درصد حجمی و بالاتر در این آزمایش موجب گیاه‌سوزی و کاهش عملکرد دانه گردید، لذا مصرف این ماده در این غلظت‌ها برای گیاه سویا توصیه نمی‌شود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با همکاری دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج و بخش فیزیولوژی مؤسسه بیوتکنولوژی کشاورزی کرج انجام شد. بدین وسیله از زحمات آقایان دکتر فرزاد پاکنژاد، دکتر تاج دینی، دکتر محمد رضا اردکانی، دکتر فؤاد مرادی، دکتر محمد نصری، مهندس یاسر ریحانی و همچنین از زحمات خانم مهندس پریسا ناظری تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

جدول۱- تجزیه واریانس اثر متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا

Table 1- Analysis of variance for the effect of methanol on yield and yield components of soybean

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی	وزن هزار دانه 1000 seed weight	بیوماس کل Total Biomass	تعداد شاخه فرعی در بوته number of branch	شاخص برداشت HI	تعدادغلاف پر در بوته Number of pod per plant	ارتفاع بوته Plant height	عملکرد دانه Grain yield	محتوی پروتئین Protein content	محتوی روغن Oil content	عملکرد پروتئین Protein yield	عملکرد روغن Oil yield
تکرار Rep	2	98.8ns	5589228❋	1.98ns	155.0*	401.0❋	71.9*	1174.08 ns	0.22ns	8.8ns	573.9ns	371.0 ns
تیمار Treat	5	227.6 ns	3383619.0❋	5.18❋	66.2❋	309.0❋❋	161.02❋	199832.1❋	2.03ns	1.06ns	3827.6*	15171.0*
خطا Error	10	91.9	625825.0	1.3	14.2	30.0	21.1	23960.0	2.4	5.1	940.0	33331.5
ضریب تغییرات CV%	_	8.3	12.8	6.9	13.4	10	7.2	9.2	4.5	9.9	10.5	10.8

ns،* و ** به ترتیب بی معنی و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** are non- significant and significantly at α=0.05 and α=0.01, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا

Table 2- Mean comparison effect of methanol on yield and yield components of soybean

S.O.V	تیمار Treatment	محتوی روغن (درصد) Oil content (%)	محتوی پروتئین (درصد) Protein content (%)	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$) Grain yield	ارتفاع (cm) Plant height	تعدادغلاف در بوته Number of pod (per plant)	شاخص برداشت (درصد) HI	تعداد شاخه فرعی در بوته Number of branch (per plant)	بیوماس کل ($kg.ha^{-1}$) Total biomass	وزن هزار دانه (g) 1000-Seed weight	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار) Protein yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield ($kg.ha^{-1}$)
M0	تیمار شاهد (بدون متانول)	22.03 a*	34.2 a	1503.4bcd	62.82 a	52.66 bc	26.51bc	16.0 bc	5535.3 bc	108.7 b	508.5bc	282.6abc
M1	۷ درصد حجمی متانول	23.46 a	35.5 a	1733.1 bc	68.9 a	58.7 ab	34.8 a	17.3 ab	5011.0 c	111.8 b	494.9bc	301ab
M2	۱۴ درصد حجمی متانول	23.1 a	35.1 a	1754.3 b	68.8 a	60.8 ab	29.6 abc	18.3 a	7773.0 a	114.0 b	585.8ab	321ab
M3	۲۱ درصد حجمی متانول	22.1a	35.6 a	2108.1 a	68.8 a	68.2 a	31.5 ab	18.04 ab	6893.3 ab	132.4 a	648.0a	335.2a
M4	۲۸ درصد حجمی متانول	22.4 a	34.5 a	1432.3 cd	63.7 a	45.8 dc	23.1 c	16.03 bc	6320.0 ab	113 b	508.0bc	268.2bc
M5	۳۵ درصد حجمی متانول	23.5 a	33.5 a	1455.2 d	49.9 b	40.5 dc	23.2 c	15.2 c	5173.0 c	111.4 b	451.0c	237.3d
LSD	_	4.14	2.8	281	8.3	10	6.8	2.7	1439	17.4	107.5	55

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

منابع

1- Andres, R., Lazaro, A., Hermoso, R., and Gorge, L.1990. Effect of alcohols on the association of photosynthetic FBPase to thylakoid membranes. Plant physiology 78: 409-413.
2- Cossins, E. 1964.The utilization of carbon-1-compounds by plants. Canadian Journal of Biochemistry 42:1793-1802.
3- Downie, A., Miyazaki, S., Bohnert, H., John, P., Coleman, J., Parry, M., and Haslam, R. 2004. Expression profiling of the response of Arabidopsis thaliana to methanol stimulation. Phytochemistry 65: 2305-2316.
4- Fall, R., and Benson, A.A. 1996. Leaf methanol, the simplest natural product from plants.Trends in Plant Science 1: 296-301.
5- Faver, K.L., and Gerik, T.J. 1996. Foliar-applied methanol effects on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) gas exchange and growth. Field Crops Research 47:227-234.
6- Galbally, E., and Kirstine, W. 2002. Production of methanol by flowers. Atmosphere 43(3): 195-223.
7- Gay, S. 1980. Article physiological aspects of yield improvement in soybean. Agronomy Journal 72: 387-391.
8- Gout, E., Aubert, S., Bligny, R., Rebeille, F., and Nonomura, A.R. 2000. Metabolism of methanol in plant cells. Carbon-13 nuclear magnetic resonance studies. Plant Physiology 123: 287-296.
9- Hafez, Y.D. 1983. Nutrient composition of different variation strains of soybean. Nutrition Report 28(6): 1197-1206.
10- Hanson, A.D., Roje, S. 2001. One-carbon metabolism in higher plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 52: 119-137.
11- Heins, R. 1980. Inhibition of ethylene synthesis and senescence in carnation by ethanol. Journal of the American Society for Horticultural Science 105 (1):141-144.
12- Hemming, D., and Criddle, R. 1995. Effects of methanol on plant respiration. Plant Physiology 146: 193-198.
13- Ivanova, E.G., Dornina, N.V., and Trotsenko, Y.A. 2001. Aerobic methylobacteria are capable of synthesizing auxins. Microbiology 70: 392-397.
14- Jag Mohan. 1996. Foliar Applied methanol and nitrogen for increased productivity on leguminous plant. Plant Physiology 45:197-209.
15- Johnson, A.M., and Tanaka, D. 2002. Oil Seed Crop. Agronomy Journal 94: 231-240.
16- Jonson, H.W., Robinson, H.F., and Comstock, R.E. 1995. Genotypic and phenotypic correlation in soybean. Agronomy Journal 47: 477-483.
17- Kishitani, S., Takanami, T., Suzuki, M., Oikawa, M., Yokoi, S., Ishitani, M., Nakase, A.M.A., Laurence, R.C.N., and Gibbons, R.W. 1976. Changes in yield, protein, oil and maturity of groundnut cultivars with the application of sulphur fertilizers and fungicides. Agricultural Science 86: 245-250.
18- Lawlor, D. 1987. Photosynthesis: Metabolism, Control and Physiology. Longman, Harlow. 262 pp.
19- Li, Y., Gupta, J., and Siyumbano, A.K. 1995. Effect of methanol on soybean photosynthesis and chlorophyll. Plant Nutrition 18: 1875–1880.
20- Madhaiyan, T., Poonguzhali, S., Sundaram, S.P., and Sa, T. 2006. A new insight into foliar applied methanol influencing phylloplane ethylotrophic dynamics and growth promotion of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). Environmental and Experimental Botany 57: 168-176.
21- Makhdum, M.I., Malik, M.N.A., Din, S.U., Ahmad, F., and Chaudhry, F.I. 2002. Physiological response of cotton to methanol foliar application. Journal of Research (Science) 13: 37–43.
22- Mc Giffen, M., and Manthey, J.A. 1996. The role of methanol in promoting plant growth: a current evaluation. Horticultural Science 31:1092– 1096.
23- Nemecek, M., MacDonald, R.C, Franzen, J.J, Wojciechowski, C.L., and Fall, R. 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.
24- Nonomura, A.M., Estero, E., and Ariz, L.P.1945. Methods and Compositions for Enhancing Carbon Fixation in Plants. United States Patent, PCT Publication, Number 55974. 400 pp.
25- Nonomura, A.M., and Benson, A.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.
26- Obendorf, R.L., Koch, J.L., Gorecki, R.J., Amable, R.A., and Aveni, M.T. 1990. Methanol accumulation in maturing seeds. Experimental Botany 41: 489-495.
27- Petridou, M., Voyiatzi, C., and Voyiatzis, D. 2001. Methanol, ethanol and other compounds retard leaf senescence and improve the vase life and quality of cut chrysanthemum flowers. Postharvest Biology and Technology 23(1): 79-83.
28- Rajala, A., Karkkainen, J., Peltonen, J., and Peltonen-Sainio, P. 1998. Foliar application of alcohols failed to enhance growth and yield of C_3 crops. Industrial Crops and Products 7: 129-137.
29- Ramberg, H.A., Bradley, J.S.C., Olson, J.S.C., Nishio, J.N., Markwell, J., and Osterman, J.C. 2002. The role of

methanol in promoting plant growth: an update. Plant Biochemistry and Biotechnology 1:113-126.
30- Ramirez, I., Dorta, F., Espinoza, V., Jimenez, E., Mercado, A., and Pena-Cortes, H. 2006. Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of *Arabidopsis*, tobacco and tomato plants. Plant Growth Regulation 25: 30–44.
31- Safarazade Vishgahi, M.N., and Nourmohamadi Magidi, H. 2007. Effect of methanol on peanut function and yield components. Iranian Journal of Agricultural Sciences 103-88. (In Persian with English Summary)
32- Theodoridou, A., Dornemann, D., and Kotzabasis, K. 2002. Light-dependent induction of strongly increased microalgal growth by methanol. Biochimica et Biophysica Acta 1573: 189–198.
33- Zbiec, I., and Podsiad, C.O. 2003. Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities 6(1): 1-7.