



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

مجتبی میرآخوری^{۱*}، فرزاد پاک نژاد^۲، محمد رضا اردکانی^۳، فواد مرادی^۴، پریسا ناظری^۱ و محمد نصری^۵

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 (M1)۷، (M2)۱۴، (M3) ۲۱، (M4)۲۸ و (M5) ۳۵ درصد حجمی، سه بار در فصل رشد با فواصل ۱۵ روز یکبار بر روی قسمت‌های هوایی بوته‌های سویا محلول پاشی 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 و ۲۱ درصد حجمی به ترتیب موجب ۱۶/۸ درصد و ۴۰/۲ درصد افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد شد. محلول پاشی 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

می‌تواند مفید باشد (Makhdom et al., ; Hanson & Roje 2001).
2002; 2002: Ramberget et al., 2004; Downie et al.,
در سالهای اخیر تحقیقات زیادی روی موادی نظیر متانول، بوتانول،
گلیسین، آسپاراتات در جهت افزایش عملکرد گیاهان زراعی سه کربنه
شده است و مورد توجه محققین قرار گرفته است. (Ramberget et al.,
2002; al., 2001; Petridou et al., 2001). برخی تحقیقات سالهای اخیر
نشان داده است که رشد و عملکرد گیاهان سه کربنه با محلول پاشی
متانول افزایش پیدا می‌کند 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);
2004 Downie et al.,). 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).
2002 Kirstine &). این ترکیب آلی فرار از طریق روزه‌های
برگ‌ها خارج می‌شود 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

سویا (*Glycine max L.*) یکی از گیاهان زراعی قدیمی و بومی
شرق آسیا است که حداقل از ۲۸۰۰ سال قبل از میلاد در چین کشت
می‌شده و تقریباً 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 آسیمیلایسیون دی اکسید کربن طی فتوسنتز است. در نتیجه
افزایش سرعت تثبیت برای بالا بردن ظرفیت تولید گیاهان زراعی

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

افزایش ۱۲ تا ۳۰ درصد میزان عملکرد در لویبا (*Phaseolus vulgaris L.*) چغندرقد (*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) محلول پاشی متانول باعث افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز به میزان ۵۰ درصد در گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum L.*) و چغندرقد (*Beta vulgaris L.*) شده است. محلول پاشی 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 محلول پاشی متانول سبب افزایش ۱۶ تا ۲۲ درصد 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 FB Pase که یکی از آنزیم‌های مهم کنترل کننده‌ی فتوسنتز است گردد. همینگ و همکاران (Hemming et al., 1995) گزارش دادند محلول پاشی متانول سبب افزایش کارایی تبدیل کربن می‌شود. 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 محلول پاشی متانول اثر زیادی در عملکرد نداشته است. برخی از بررسی‌هایی 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). 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 (*Triticum aestivum L.*)، تربچه (*Raphanus sativus L.*)، نخود (*Cicer arietinum L.*)،

بافت‌های آنها شده و پس از تأثیر گذاشتن بر متابولیسم گیاه، کربن مذکور در ساختار اسید آمینه سرین یافت می‌گردد (Gout & Aubert, 2000). گلايسن در بهبود مقاومت به تنش دارای نقش موثری است که به مقدار کم مخلوط با متانول در محلول پاشی کسوف می‌گردد. نقش محافظتی گلايسن 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 می‌شود (Nonomura & Benson, 1992). بررسی‌های انجام شده توسط نانومیورا و بنسون (Nonomura & Benson, 1992) محلول پاشی متانول در گیاهان سه کربنه می‌تواند سبب افزایش عملکرد در این گیاهان شود. با توجه به اینکه ۲۵ درصد از کربن گیاه صرف تنفس نوری می‌شود با استفاده از محلول پاشی متانول می‌توان مقدار تنفس نوری را به حداقل رساند (Lawlor et al., 1987). علت این امر جذب متانول در گیاه و متابولیسم 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 می‌تواند در افزایش فتوسنتز در گلخانه‌ها نیز بسیار مفید باشد. همچنین محلول پاشی با این ماده باعث استفاده کمتر از قارچ کشها برای کنترل بازدگی 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 محلول پاشی 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) محلول پاشی 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 محلول پاشی متانول بطور غیرمستقیم سبب تحریک باکتری‌های متیلوتروف می‌شود و این باکتری‌ها با تولید اکسین و سایر ترکیبات باعث تسریع روند رشد در گیاهان می‌گردد (Ivanova et al., 2001). همچنین محلول پاشی با غلظت ۳۰ درصد باعث

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 ۱۵ تا ۲۰ بوته در متر مربع تنک گردید. کلیه کرت‌ها در نیمه اول مهر ماه برداشت شدند. عملکرد دانه و عملکرد قسمت‌های هوایی، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، تعداد غلاف تک بوته، تعداد غلاف نارس، ارتفاع گیاه و قطر ساقه تمام کرت‌های آزمایشی اندازه‌گیری 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 شاخه‌های فرعی ده بوته بطور تصادفی از هر کرت انتخاب گردید. بعد از تعیین عملکرد و اجزای آن بخشی از محصول به منظور اندازه‌گیری 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

تأثیر محلول پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) 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 و پروتئین دانه، شاخص برداشت در سطح ۵ درصد اثر معنی داری داشته در صورتیکه بر سایر صفات از جمله مقدار روغن و پروتئین دانه اثر معنی داری ندارد. نتایج بدست آمده نشان داد که عملکرد دانه تیمارهای ۱۴ و ۲۱ درصد حجمی متانول به ترتیب با میانگین ۱۷۵۴ و ۲۱۰۸ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین مقدار بوده و کاربرد متانول در تیمارهای ۱۴، ۲۱، درصد حجمی به ترتیب موجب ۱۶/۸ درصد 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 عملکرد 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

بآدم زمینی و گوجه فرنگی نیز پس از محلول پاشی متانول بر روی آنها گزارش شده است (Ramirez et al., 2006). بطور کلی متانول ترکیبی تأثیر گذار در متابولیسم گیاهان از قبیل تنظیم سرعت متابولیسمی 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 زراعی ۸۷-۱۳۸۶ کرج (ماه‌دشت) واقع در ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی 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) ۳۵ درصد حجمی متانول استفاده شد. به هر یک از محلول‌های مورد استفاده مقدار دو گرم در لیتر گلیسین اضافه شد. محلول پاشی بوته‌ها سه بار در طی فصل رشد و به فاصله ۱۵ روز 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 پستی استفاده شد که دارای حجمی حدود دوازده لیتر بود و سعی شد تا نازل سم پاش در ارتفاع ۴۰ سانتی متری بالای بوته‌ها قرار داده شود زمان محلول پاشی در ساعت ۲۰-۱۶ در روزهای تعیین شده فوق الذکر انجام 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 نشست 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 (عمق ۳۰-۰ سانتی متر) به مقدار پنجاه کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و شست کیلوگرم کود اوره در یک مرحله و در زمان قبل از کاشت مصرف شد. بذرهای سویا ضد عفونی شده، در نیمه اول اردیبهشت ماه بطور دستی در عمق پمچ

۲۵ درصد حجمی بیشترین اثر را بر رشد و افزایش عملکرد سویا 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 (جدول ۱) نشان داد که محلول پاشی متانول بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی داری دارد، البته تیمارهای ۷ و ۱۴ و ۲۱ درصد حجمی متانول دارای ارتفاع بیشتری نسبت به تیمار شاهد و سایر تیمارها بودند ولی از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشتند. تیمار ۳۵ درصد حجمی متانول دارای کمترین ارتفاع ساقه اصلی در میان تیمارهای مورد بررسی بود. طی آزمایشی که بر روی بادام زمینی انجام شده نتایج مشابهی بدست آمده است، طبق نتایج صفرزاده ویشگاهی (Safarazade Vishgahi & Nourmohammadi Magidi, 2007) بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول مشاهده شد. مقایسه میانگین تعداد شاخه فرعی گیاه نشان داد بیشترین میانگین مربوط به تیمار ۷ و ۱۴ و ۲۱ درصد حجمی متانول می باشد که تیمار ۱۴ درصد حجمی با داشتن میانگین ۱۸/۳ دارای بیشترین تعداد شاخه فرعی بود. این تیمارها با تیمار شاهد و سایر تیمارها تفاوت معنی داری دارند. با افزایش مصرف متانول تا سطح ۲۱ درصد حجمی افزایش تعداد شاخه فرعی مشاهده شد، ولی پس از آن در تیمارهای ۲۷ درصد و ۳۵ درصد حجمی با کاهش مواجه گردید که حتی کمتر از تیمار شاهد بودند. با توجه به نتایج بدست آمده این تیمارها دارای ارتفاع ساقه و بیوماس کمتری بودند و کاهش این دو صفت می تواند بر کاهش تعداد شاخه فرعی تأثیر گذار باشد. تیمارهای مورد بررسی از نظر بیوماس تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند بطوری که بیشترین بیوماس مربوط به سه تیمار ۱۴ و ۲۱ و ۲۸ درصد حجمی متانول به ترتیب با میانگین ۶۳۲۰ و ۶۸۹۳ و ۷۷۷۳ کیلوگرم در هکتار بودند که اختلاف معنی داری با تیمار شاهد و سایر تیمارها نداشتند. افزایش بیوماس احتمالاً به دلیل افزایش سطح برگ و مقدار کلروفیل بوده است و اندازگیری های سطح برگ و کلروفیل بعد از محلول پاشی سوم که در راستای همین طرح انجام گرفت، مبین این موضوع می باشد (نتایج نشان داده نشده است). نتایج بدست آمده با نتایج صفرزاده ویشگاهی و نورمحمدی مجیدی (Safarazade Vishgahi & Nourmohammadi Magidi, 2007) که اعلام نمود محلول پاشی متانول باعث افزایش بیوماس گیاه بادام زمینی در تیمارهای ۲۰ درصد و ۳۰ درصد حجمی متانول می شود، مطابقت دارد. برخی از بررسی هایی که تاکنون در زمینه اثر مثبت محلول پاشی متانول بر رشد و عملکرد گیاهان صورت گرفته است، نشان داده اند که مصرف تیمارهای متانول در بوته هایی از گیاهان زراعی که دارای کمبود آب هستند، باعث افزایش بیوماس آنها می گردد در حالی که تیمار کردن گیاهان زراعی دارای آب کافی با متانول، بیوماس آنها را کاهش می دهد (Nonomura & Benson, 1992؛ Ramirez et al., 2002؛ Zbiec & Podsia, 2003)؛

(Ramirez et al., 2006). این موضوع نشان می دهد که متانول می تواند بر آسیمیلاسیون دی اکسید کربن در گیاه اثر گذارد (Theodoridou & Kotzabasis؛ Ramberget et al., 2002) افزایش رشد بوجود آمده در اثر محلول پاشی متانول در گوجه فرنگی، ۵۰ درصد، توت فرنگی (*Fragaria vesca* L.) ۶۰ درصد، پنبه ۵۰ درصد (*Gossypium herbaceum* L.) و هندوانه ۳۶ درصد (*Citrullus vulgaris* Thunb.) گزارش شده است (Nonomura & Benson, 1992). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) و مقایسه میانگین (جدول ۲) شاخص برداشت نشان داد تیمارهای مختلف با یکدیگر از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشته اند. بطوری که بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار ۷ درصد حجمی متانول و کمترین آن مربوط به تیمار ۳۵ درصد حجمی متانول بود. تیمارهای ۷ درصد و ۱۴ درصد و ۲۱ درصد حجمی متانول در یک گروه آماری قرار گرفتند، ولی خود این تیمارها با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشتند. با توجه به نتایج بدست آمده، مشخص است که تیمارهای ذکر شده دارای عملکرد دانه و بیوماس بیشتری بودند و افزایش این دو صفت می تواند بر افزایش شاخص برداشت تأثیر گذار باشد، بطوری که با افزایش عملکرد دانه صورت کسر افزایش یافته که باعث افزایش شاخص برداشت میشود که نشان می دهد گیاه پس از محلول پاشی توانسته است که سهم بیشتری از تولیدات خود را صرف تولید دانه کند. این نتایج بدست آمده با نتایج مادهیان و همکاران (Madhaiyan et al., 2006) نیز مطابقت دارد. تعداد غلاف رسیده گیاه سویا نیز از نظر آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند بطوری که تیمارهای ۲۱ درصد و ۱۴ درصد و ۷ درصد دارای بهترین وضعیت بودند و بیشترین تعداد غلاف رسیده مربوط به تیمار ۲۱ درصد حجمی متانول با میانگینی حدود ۶۸/۲ بوده که احتمالاً به علت داشتن سرعت رشد غلاف و همچنین سرعت رشد محصول بالاتر نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی بوده است. با افزایش مصرف متانول تا سطح ۲۱ درصد حجمی افزایش تعداد غلاف رسیده مشاهده شد، ولی پس از آن در تیمارهای ۲۸ درصد و ۳۵ درصد حجمی با کاهش تعداد غلاف رسیده مواجه گردید که حتی کمتر از تیمار شاهد بودند. محققین دیگر نیز نتایج مشابهی را گزارش نموده اند (Zbiec & Podsia, 2003؛ Li & Siyumbano, 1995). مقدار پروتئین دانه تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند و تمام تیمارهای مورد بررسی در یک گروه آماری قرار گرفتند و متانول تأثیری بر روی پروتئین دانه بوته های سویا ندارد. البته تیمارهای ۷ درصد و ۱۴ درصد و ۲۱ درصد حجمی متانول بیشترین پروتئین دانه را در بین تیمارها دارا بودند اما اختلاف این تیمارها با سایر تیمارها از نظر آماری معنی دار نبودند. نتایج بدست آمده بر خلاف نتایج صفرزاده ویشگاهی و نورمحمدی مجیدی (Safarazade Vishgahi & Nourmohammadi Magidi, 2007) می باشد که اعلام نمود

محلول پاشی متانول باعث افزایش درصد پروتئین بادام زمینی می‌شود. همچنین مقایسه میانگین (جدول ۲) 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 (جدول ۲) نشان داد که محلول پاشی متانول تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارهای مورد بررسی وجود دارد، بطوری که تیمارهای ۱۴ درصد و ۲۱ درصد حجمی متانول دارای بیشترین مقدار عملکرد پروتئین و روغن بوده و با عملکرد تیمار شاهد و سایر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری داشته است. با توجه به عدم معنی‌داری 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).

نتیجه‌گیری

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 در میزان عملکرد دانه تولید شده در هکتار و همچنین اجزای عملکرد گردید. غلظت ۲۸ درصد 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.

جدول ۱- 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

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

ns, *, ** and *** are non-significant and significant at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively.
ns, *, ** and *** به ترتیب بی معنی و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

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

عملکرد	عملکرد	وزن هزار دانه	بیوماس کل	تعداد شاخه فرعی در بوته	شاخص برداشت	تعداد غلاف در بوته	ارتفاع	عملکرد دانه	محتوی پروتئین	محتوی روغن	S.O.V
(kg.ha ⁻¹)	(kg.ha ⁻¹)	(g)	(kg.ha ⁻¹)	Number of branch (per plant)	HI (درصد)	Number of pod (per plant)	Plant height (cm)	Grain yield (kg.ha ⁻¹)	Protein content (%)	Oil content (%)	Treatment
282.6abc	508.5bc	108.7 b	5535.3 bc	16.0 bc	26.51bc	52.66 bc	62.82 a	1503.4bcd	34.2 a	22.03 a*	تیمار شاهد (بدون متانول)
301ab	494.9bc	111.8 b	5011.0 c	17.3 ab	34.8 a	58.7 ab	68.9 a	1733.1 bc	35.5 a	23.46 a	۷ درصد حجمی متانول
321ab	585.8ab	114.0 b	7773.0 a	18.3 a	29.6 abc	60.8 ab	68.8 a	1754.3 b	35.1 a	23.1 a	۱۴ درصد حجمی متانول
335.2a	648.0a	132.4 a	6893.3 ab	18.04 ab	31.5 ab	68.2 a	68.8 a	2108.1 a	35.6 a	22.1a	۲۱ درصد حجمی متانول
268.2bc	508.0bc	113 b	6320.0 ab	16.03 bc	23.1 c	45.8 dc	63.7 a	1432.3 cd	34.5 a	22.4 a	۲۸ درصد حجمی متانول
237.3d	451.0c	111.4 b	5173.0 c	15.2 c	23.2 c	40.5 dc	49.9 b	1455.2 d	33.5 a	23.5 a	۲۵ درصد حجمی متانول
55	107.5	17.4	1439	2.7	6.8	10	8.3	281	2.8	4.14	LSD

* 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 $\alpha=0.05$.

- 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 ethylo-trophic dynamics and growth promotion of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Environmental and Experimental Botany* 57: 168-176.
- 21- Makhdom, 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 C₃ 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.