Archive of SID

مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۲، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹

بررسی تأثیر محلول‌پاشی متانول بر راندمان مصرف تشعشع، تشعشع فعال جذب شده تجمعی، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ در سویا

مجتبی میرآخوری[۱] *، فرزاد پاک‌نژاد[۲]، پریسا ناظری[۱]، فواد مرادی[۳]، محمد نصری[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
۲- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
۳- استادیار مؤسسه تحقیقات بیوتکنولوژی کرج
۴- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۱۶

چکیده

این مطالعه برای بررسی اثر محلول‌پاشی متانول بر راندمان مصرف تشعشع، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ در سال زراعی ۱۳۸۷ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی کرج به مرحله‌ی اجرا در آمد. این آزمایش با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار که از یک تیمار شاهد M0 (بدون مصرف متانول) و از تیمارهای M1، M2، M3، M4، M5 به ترتیب محلول‌های ۳۵،۲۸،۲۱،۱۴،۷ درصد حجمی استفاده شد و با ۳ بار در فصل رشد با فواصل ۱۲ روز یکبار بر روی قسمت‌هایی هوایی بوته‌های سویا محلول‌پاشی شدند. صفاتی مانند عملکرد دانه، ماده خشک کل، راندمان مصرف تشعشع، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محلول‌پاشی متانول بر راندمان مصرف تشعشع مؤثر بوده است و بین تیمارهای اعمال شده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد. مقایسه‌ی میانگین‌ها نشان داد بیشترین مقدار راندمان مصرف تشعشع مربوط به سطح ۲۱٪ حجمی متانول بود که در مقایسه با شاهد افزایش ۱۵ درصدی داشت. همچنین نتایج نشان داد که پس از گذشت ۹۶ روز از کاشت تفاوت معنی‌داری در تشعشعات فعال جذب شده تجمعی توسط بوته‌های سویا در تیمارهای مختلف متانول ایجاد شد. محلول‌پاشی متانول تأثیری بر ضریب استهلاک نوری نداشت ولی با این حال ضریب استهلاک نوری نیز در سطح ۲۱٪ در مقایسه با دیگر سطوح کاهش نشان داد. محلول‌پاشی متانول سبب افزایش عملکرد دانه، راندمان مصرف تشعشع، ماده خشک کل و در نهایت سطح برگ شد.

واژهای کلیدی: متانول، راندمان مصرف تشعشع، ضریب استهلاک نوری، تشعشع فعال جذب شده تجمعی

---

* نگارنده مسئول (mojtaba.mirakhori@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

برای اولین بار در اوایل دوره‌ی ۹۰ میلادی گزارش شد که کاربرد محلول‌های متانول روی قسمت‌های هوایی گیاهان زراعی سبب افزایش عملکرد، تسریع رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی آنها می‌شود (Nonomura & Benson, 1992). یکی از راهکارهای افزایش غلظت دی‌اکسید کربن در گیاهان استفاده از ترکیباتی مانند متانول اتانول، پروپانول، بوتانول و همچنین استفاده از اسیدهای آمینه گلیسین، گلوتامات و اسپارتات می‌باشد (Ramberg e*t al*., 2002). به طور کلی نقش مهمی که این مواد دارند، جلوگیری از کاهش اثر تنش‌های القا شده به گیاهان زراعی در انجام تنفس نوری آنهاست (Downie *et al*., 2004).

توجه به اینکه ۲۵٪ از کربن گیاه صرف تنفس نوری می‌شود با استفاده از محلول‌پاشی متانول می‌توان مقدار تنفس نوری را به کمترین اندازه رساند (Ramberg e*t al*., 2002). اولین شرط برای دستیابی به عملکرد بالا در واحد سطح، تولید ماده‌ی خشک زیاد است. زیرا حدود ۹۰ درصد وزن خشک گیاهان ناشی از آسیمیلاسیون CO_2 طی فتوسنتز است. در نتیجه افزایش سرعت تثبیت برای بالا بردن ظرفیت تولید گیاهان زراعی می‌تواند مفید باشد (صفرزاده ویشگاهی و همکاران، ۱۳۸۶). بنابراین میزان نور جذب شده توسط گیاه در طی فصل رشد مشخص کننده‌ترین عامل تولید ماده‌ی خشک است (Hughes *et al*., 1987).

محلول‌پاشی متانول یکی از روش‌هایی است که سبب افزایش تثبیت CO_2 درگیاهان زراعی در واحدسطح می‌شود(Nonomura & Benson,1992). تحقیقات سال‌های اخیر نشان داده است که رشد و عملکرد گیاهان C_3 با محلول‌پاشی متانول افزایش پیدا می‌کند و متانول به عنوان یک منبع کربن برای این گیاهان به شمار می‌آید. بنابراین با افزایش در ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها از راه افزایش سطوح دی‌اکسیدکربن شاید بتوان راندمان مصرف تشعشع را افزایش داد (Paknejad *et al*., 2007 ; Sinclair & Horie,1989;Russell *et al*., 1989). تمام شواهد نشان می‌دهد که هر چه جذب نور در جامعه‌ی گیاهی بیشتر باشد، عملکرد نیز بیشتر خواهد بود، همه گیاهان در دوره رویشی خود با استفاده از نور خورشید، مواد خشک تولید کرده و در خود ذخیره می‌کنند(Ramberg e*t al*., 2002). همبستگی نزدیکی بین تشعشع دریافت شده توسط یک محصول و رشد آن وجود دارد (Monteith, 1997). در عمل بین کل ماده‌ی خشک تولیدی و تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR[1]) جذب شده یک رابطه خطی وجود دارد، که شیب این رابطه نشانگر کارآیی مصرف نور است (Mariscal *et al*.,1999;Lecocur & Ney 2003) به عبارت دیگر، می‌توان گفت که تولید ماده‌ی خشک توسط کانوپی گیاهی، تحت شرایط عدم محدودیت آب و عناصر غذایی، می‌تواند به عنوان تابعی از کل تشعشع فعال فتوسنتزی روزانه، تلفیق شده در طول زمان، بخشی از این تشعشع که توسط کانوپی دریافت می‌شود و کارآیی استفاده از این تشعشع دریافتی در ساخت ماده‌ی خشک بیان شود (Pilbram *et al*., 1991). راندمان مصرف تشعشع یک راهکار مؤثر و کارا برای کم کردن تجمع ماده‌ی خشک است و بنابراین میزان نور جذب شده توسط گیاه در طی فصل رشد مشخص کننده‌ترین عامل تولید ماده‌ی خشک است (Hughes, 1987). چنانچه آب و مواد غذایی به اندازه‌ی کافی در اختیار گیاه قرار داشته باشد، نور تنها عاملی است که روی میزان محصول هر نبات اثر تعیین کننده‌ی

1- Photosynthetic Active Radiation

www.SID.ir

Archive of SID

می‌گذارد. راندمان مصرف تششع برای گونه‌های ۳ کربنه‌ی مناطق معتدله بین ۱ تا ۱/۵ گرم بر مگاژول و برای گونه‌های ۳ کربنه مناطق گرمسیری بین ۱/۵ تا ۱/۷ گرم بر مگاژول تغییر می‌کند (Lecocur & Ney, 2003). برای لگوم‌های دانه‌ای گرمسیری از قبیل سویا بین ۱/۲ – ۰/۸۸ گرم بر مگاژول، لوبیا چشم بلبلی بین ۰/۸ – ۱/۰۵ گرم بر مگاژول و ماش بین ۰/۸ – ۰/۹۶ گرم بر مگاژول گزارش شده است. شرایطی مانند میزان تابش، کمبود آب، تنش مواد غذائی، بیماری‌ها و دمای کم عامل تغییرات راندمان مصرف تششع می‌باشد. از عوامل مهم دیگر در افزایش راندمان مصرف تششع تأخیر در پیری برگ‌هاست، متانول با جلوگیری از تولید اتیلن در گیاه سبب افزایش دوره‌ی فعال فتوسنتزی با تأخیر در پیری برگ‌ها می‌شود. مهمترین منبع تولید متانول در گیاهان، دمتیلاسیون پکتین سلولی آنهاست. این ترکیب آلی فرار از راه روزنه‌های برگ‌ها خارج می‌شود (Gout, 2000 ; Downie *et al*., 2004) و به طور قطع می‌توان گفت که بافت‌های گیاهی، متانول را متابولیزه می‌کنند. روی برگ بیشتر گیاهان باکتری‌هایی همزیست به نام باکتری‌های متیلوتروفیک زندگی می‌کنند. این باکتری‌ها در ازای دریافت متانول که از برگ گیاه خارج می‌شود. پیش ماده‌ی ساخت بعضی از هورمون‌ها مانند اکسین و سایتوکنین را که در رشد و توسعه‌ی برگ‌ها نقش مهمی دارند را در اختیار گیاه قرار می‌دهد و این باکتری‌ها بر متابولیسم نیتروژن در گیاهان نیز از راه تولید اوره باکتریائی در ارتباط می‌باشند، بنابراین در گیاهان محلول‌پاشی شده با متانول آسیمیلاسیون نیتروژن افزایش می‌یابد (Nonomura & Benson,1992 ; Abanda *et al.,* 2006). طبق گزارش‌های Muchow *et al* (1990) راندمان مصرف تششع به مقدار زیادی نیازمند آسیمیلاسیون نیتروژن در گیاه است. با افزایش مقدار نیتروژن به طور قابل توجهی اندازه و تعداد برگ‌ها افزایش می‌یابد و تا حدود زیادی سبب افزایش مقدار نور جذب شده می‌شود. در آزمایشی متانول سبب افزایش کارآیی مصرف نور در بادام زمینی بر طبق گزارش‌ها Richards *et al* (2000) دو برابر شدن غلظت دی‌اکسیدکربن سبب افزایش خطی کارآیی مصرف نور تا ۳۰٪ می‌شود. افزایش غلظت متانول در بافت‌های گیاهی بر راندمان تبدیل کربن اثر مثبت می‌گذارد و همچنین با تحریک ژن پکتین متیل استراز سبب بزرگ شدن برگ می‌شود. ضریب استهلاک نوری (K) نشانگر نرخ کاهش نور در جامعه‌ی گیاهی است. برخی از محققین با رگرسیون‌گیری لگاریتمی از مقدار نور عبور کرده نسبت به شاخص سطح برگ توانستند ضریب استهلاک نوری را تعیین کنند (Jones, 1992). کاهش مقدار ضریب استهلاک نوری (برگ‌های عمودی‌تر) برای اجازه‌ی نفوذ نور به داخل کانوپی و برخورد نور به برگ‌های بیشتر در مقادیر کم تابش سبب افزایش سرعت تبادل کربن می‌شود. این عامل موجب افزایش راندمان مصرف تششع در گیاهانی که منبع در آنها محدود است خواهد داشت (Richards *et al*., 2000). ضریب استهلاک نوری به زاویه‌ی تابش، زاویه‌ی برگ و وضعیت قرار گرفتن آنها بستگی دارد و این عامل نقش مهمی در استفاده بهینه از نور دارد (Dwyer *et al.,* 2000). جامی الاحمدی (۱۳۸۶) مشاهده کرد با افزایش ضریب استهلاک نوری در بادام زمینی کارآیی مصرف نور بر مگاژول کاهش یافت. در نتیجه این تحقیق با هدف بررسی واکنش راندمان مصرف تششع، تشعشع فعال جذب شده تجمعی، ضریب استهلاک نوری و به تنش خشکی و محلول‌پاشی متانول در گیاه سویا به مرحله‌ی اجرا در آمد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این مطالعه برای بررسی اثر محلول‌پاشی متانول بر عملکرد دانه، ماده‌ی خشک کل، راندمان مصرف تشعشع و ضریب استهلاک نوری، شاخص سطح برگ سویا (L17) در سال زراعی ۱۳۸۷ در 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 مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج به مرحله‌ی اجرا در آمد. آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌ها کامل تصادفی در سه تکرار و ۶ تیمار شامل یک تیمار شاهد (M0) بدون مصرف متانول، تیمارهای M5,M4 , M3 , M2 , M1 به ترتیب محلول‌های ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ درصد حجمی متانول استفاده شد. اولین محلول‌پاشی در ۲۵ تیر ماه ۶۰ روز پس از کاشت و محلول‌پاشی‌های دیگر در ۷۵ و ۹۰ روز پی از کاشت انجام شد. نحوه‌ی محلول‌پاشی به این صورت انجام گرفت که بر روی تمام قسمت‌های بوته سویا قطرات محلول جاری شد به‌طوری‌که اندام‌های هوایی خیس شدند. برای انجام محلول‌پاشی از سم‌پاش موتوری پشتی استفاده شد که دارای حجمی حدود ۱۲ لیتر بود و سعی شد تا نازل سم‌پاش در ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری بالای بوته-ها قرار داده شود زمان محلول‌پاشی که بسیار مهم می‌باشد در ساعت ۲۰-۱۶ در روزهای تعیین شده انجام شد. هر کرت شامل ۶ خط کاشت به طول ۵ متر که فاصله ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بودند. در پاییز برای تهیه بستر کاشت نسبت به شخم عمیق اقدام شد. در ادامه‌ی عملیات کشاورزی زمین در بهار نسبت به اجرای شخم سبک، دیسک و تسطیح و خط کشی اقدام شد. تهیه‌ی زمین شامل شخم اصلی، دو دیسک عمود بر هم و لولر بودند. پس از آماده نمودن زمین بر اساس نتایج تجزیه خاک (عمق ۰-۳۰) به مقدار ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تیریپل و ۶۰ کیلوگرم کود اوره در یک مرحله و در زمان قبل از کاشت مصرف شد. بذرهای سویا ضد عفونی شده (ویتا واکس)، در تاریخ ۸۷/۲/۱۴ به‌طور دستی در عمق ۵ سانتی‌متری کشت شدند. در محل کاشت ۳-۲ بذر قرار داده شد و پس از سبز شدن بذر در مرحله‌ی سه برگی بر اساس تراکم ۱۵-۲۰ بوته در متر مربع تنک شد. همه کرت‌ها در سال ۱۳۸۷ و در ۴ و ۳ مهر ماه برداشت شدند. طی دوره‌ی رشد ۶ بار نمونه‌برداری با توجه به شرایط مزرعه و رطوبت خاک به فاصله‌ی تقریبی دو هفته یکبار انجام شد. با صرف نظر کردن از نیم متر از ابتدای هر خط و در نظر گرفتن یک خط از دو طرف برای حذف اثر حاشیه‌ای نمونه‌گیری به‌صورت تخریبی از خطوط دو و سه و در سطح ۸۰ سانتی‌متر روی خط در سه تکرار صورت گرفت. برداشت نهایی نیز در اوایل مهر ماه ۱۳۸۷ از خطوط چهار و سوم هر کرت و با صرف نظر کردن از یک متر از هر خط کاشت در سطح ۴/۸ مترمربع انجام شد. برای محاسبه‌ی ضریب خاموشی نور در کانوپی اندازه‌گیری‌ها در طول فصل رشد به نحوی انجام شد که توزیع مناسبی از شاخص سطح برگ در طول فصل رشد بدست آید. در هر مورد ۴ اندازه‌گیری از زیر کانوپی و در جهت‌های مختلف (برای محاسبه‌ی نور عبور یافته از کانوپی)، و دو اندازه‌گیری از بالای کانوپی (برای اندازه‌گیری کل تشعشع رسیده به سطح کانوپی) انجام شد. از راه داشتن شاخص سطح برگ و همچنین نور بالا و پایین کانوپی ضریب استهلاک نوری با رگرسیون‌گیری از لگاریتم طبیعی مقدار نور عبور کرده *(I/I0)* در مقابل شاخص سطح برگ بدست آمد.

www.SID.ir

Archive of SID

$$I i / I 0 = e^{(-K*LAI)}$$ (Abanda-Nkpwatt *et al*., 2006)

$I i$ = نور خورشید در قسمت پایین سایه انداز

LAI = شاخص سطح برگ

K = ضریب استهلاک نوری

I = نور خورشید در بالای سایه انداز

e =پایه لگاریتمی طبیعی برابر ۲/۷۱۸۲۸

$$RUE = \frac{TDW}{PAR}$$ (Downie *et al*., 2004)

$$TDW= EXP (a + bx + cx^2)$$ (Dwyer *et al*., 1992)

راندمان مصرف تشعشع از راه محاسبه‌ی شیب خط رگرسیون بین ماده‌ی خشک کل (گرم بر متر مربع) و تشعشع تجمعی (مگاژول بر مترمربع) برآورد شد. برای تعیین راندمان مصرف تشعشع، در ساعات آفتابی (ساعات ۱۲ تا ۱۴) اندازه‌گیری تشعشات خورشیدی در محدوده‌ی طیف PAR توسط دستگاه سطح برگ‌سنج(*Accu par lp model 80*) که به‌طور همزمان نور بالا و پایین کانوپی و شاخص سطح برگ را نشان می‌داد استفاده شد. به همراه شاخص سطح برگ تشعشات بالا و پایین پوشش گیاهی در چهار نقطه از هر کرت به‌طور تصادفی اندازه‌گیری و میانگین آنها به‌عنوان تشعشع دریافتی در محدوده‌ی طیف PAR برای هر کرت در نظر گرفته شد (Kiniry *et al.,* 2004). نور ورودی به کانوپی در ارتفاع ۱/۵ متری بالای سایه اندازه‌گیری شد. تشعشع ورودی روزانه با استفاده از رابطه‌ی آنگستروم برآورد شده توسط خلیلی و رضایی‌صدر (۱۳۷۲) برای منطقه‌ی کرج تصحیح شدند و با کمک داده‌های بدست آمده از ایستگاه هواشناسی شبیه‌سازی و ۴۵٪ تشعشع ورودی روزانه به‌عنوان طیف مرئی ورودی در نظر گرفته شد. سپس تشعشع جذب شده در هر مرحله نیز از حاصلضرب *PAR* ورودی در درصد نور جذب شده در هر مرحله از نمونه‌گیری بدست آمد و در نهایت مقدار تشعشع کل جذب شده در هر مرحله به صورت تجمعی محاسبه شد (جامی الاحمدی، ۱۳۸۶). تجزیه‌ی واریانس و محاسبات آماری صفات مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه‌ی میانگین تیمارها از نظر صفات مورد بررسی به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌ی واریانس اثر محلول‌پاشی متانول بر راندمان مصرف تشعشع (کارآیی مصرف نور)، ضریب استهلاک نوری، تشعشع فعال جذب شده تجمعی در تیمارهای مختلف (جدول ۱) نشان داد که محلول‌پاشی متانول بر راندمان مصرف تشعشع، تشعشع فعال جذب شده تجمعی در ۹۶ روز پس از کاشت تا ۱۲۳ روز پی از کاشت اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ داشته در صورتی‌که بر تشعشع

www.SID.ir

Archive of SID

فعال جذب شده تجمعی قبل از ۹۶ روز پس از کاشت و ضریب استهلاک نوری اثر معنی‌داری نداشت. جدول مقایسه‌ی میانگین (جدول ۲) نشان داد که راندمان مصرف تشعشع تیمار ۲۱ درصد حجمی متانول با میانگین ۱/۹ گرم بر مگاژول دارای بیشترین مقدار بوده (شکل ۱) و اختلاف معنی‌داری با عملکرد تیمار شاهد و سایر تیمارها داشتند و کاربرد متانول در تیمار ۲۱ درصد حجمی موجب ۱۵٪ درصد افزایش راندمان مصرف تشعشع نسبت به تیمار شاهد شده است. افزایش مقدار راندمان مصرف تشعشع ناشی از افزایش شاخص سطح برگ تیمار ۲۱٪ حجمی متانول نسبت به سایر تیمارها می‌باشد از طرفی این تیمار دارای بیشترین عملکرد اقتصادی (دانه) و ضریب استهلاک نوری (۰/۴۸-) در بین تیمارها مورد بررسی می‌باشد. دامنه‌ی راندمان مصرف تشعشع بین سطوح مختلف متانول و تیمار شاهد بین ۱/۶۵ تا ۱/۹ گرم بر مگاژول بود. افزایش غلظت متانول در بافت‌های گیاهی بر راندمان تبدیل کربن اثر مثبت می‌گذارد و متانول به‌عنوان منبع کربن در گیاه و همچنین با کاهش تنفس نوری در گیاه سبب افزایش عملکرد در گیاهان می‌شود(Nonomura & Benson,1992).

راندمان مصرف تشعشع بیشتر در سطح ۲۱٪ حجمی، نشان دهنده‌ی این موضوع است که گیاه در این سطح در تبدیل نور به ماده‌ی خشک بهتر عمل کرده و از یک واحد نور مقدار بیشتری ماده خشک تولید کرده است. همچنین کمترین میزان راندمان مصرف تشعشع مربوط به تیمارهای شاهد و ۲۷٪ و ۳۵٪ حجمی متانول بود. همان طورکه گفته شد متانول سبب افزایش متابولیسم نیتروژن در گیاهان می‌شود و این متابولیسم با افزایش شاخص سطح برگ و افزایش مقدار کلروفیل سبب افزایش راندمان مصرف تشعشع در گیاهان تیمار شده می‌شود. در آزمایشی متانول سبب افزایش کارآیی مصرف نور در بادام‌زمینی شد (صفرزاده ویشگاهی و همکاران، ۱۳۸۶). بر طبق گزارش‌های Richards (2000) دو برابر شدن غلظت دی‌اکسیدکربن سبب افزایش خطی کارآیی مصرف نور تا ۳۰٪ می‌شود. جدول مقایسه‌ی میانگین (جدول ۲) نشان داد که کمترین ضریب استهلاک نوری مربوط به تیمارهای ۱۴٪ و ۲۱٪حجمی متانول می‌باشد، اگر چه اختلاف معنی‌داری از نظر آماری با سایر تیمارها نداشتند. کاهش مقدار ضریب استهلاک نوری (برگ‌های عمودی‌تر) اجازه نفوذ نور بیشتری را به داخل سایه انداز گیاه می‌دهد و این عامل سبب افزایش راندمان مصرف تشعشع می‌شود (Muchow *et al.*, 1990). نتایج بدست آمده (جدول ۲) نشان داد که ۹۶ روز پس از کاشت و پس از سومین محلول‌پاشی متانول اختلاف بین بوته‌های سویا در تیمارهای مختلف متانول از نظر تشعشع فعال جذب شده تجمعی معنی‌دار شد که این امر بیشتر از راه تأثیر بر شاخص سطح برگ سویا و افزایش آن در اثر سه مرتبه محلول‌پاشی بروز کرد. بنابراین از ۹۶ روز تا ۱۲۳ روز پس از کاشت اختلاف بین بوته‌های سویا در تیمارهای مختلف متانول از نظر تشعشع فعال جذب شده تجمعی ایجاد شد به‌طوری که طبق نتایج بدست آمده (جدول ۲) بیشترین تشعشع فعال جذب شده تجمعی در ۹۶ تا ۱۲۳ روز پس از کاشت در تیمارهای ۱۴٪، ۲۱٪ حجمی متانول مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و سایر تیمارها داشتند. نتایج بدست آمده با نتایج صفرزاده ویشگاهی (۱۳۶۸) که اعلام کرده تشعشع فعال جذب شده تجمعی گیاه بادام زمینی تحت تأثیر محلول‌پاشی متانول قرار گرفت و بیشترین تشعشع فعال جذب شده تجمعی گیاه بادام زمینی در تیمارهای ۲۰-۳۰٪ حجمی محلول‌پاشی بدست آمده است، برابری دارد. شکل ۱ تغییرهای شاخص سطح برگ را از ابتدای فصل رشد تا تا پایان

www.SID.ir

Archive of SID

رسیدگی تحت شرایط محلول‌پاشی متانول نشان می‌دهد، از ابتدای فصل رشد تا ۸۰ روز پس از کاشت و پس از ۲ بار محلول‌پاشی، تغییر محسوسی در شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف متانول مشاهده نشد، ولی از ۸۰ روز پس از کاشت و پس از انجام سومین محلول‌پاشی تفاوت‌های بین شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف مشاهده شد، به عبارت دیگر از این مرحله به بعد اثر تیمارهای متانول بر بوته‌های سویا محسوس‌تر گردید، به‌طوری که در این مرحله بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمارهای ۱۴٪ و ۲۱٪ حجمی متانول بود. با دقت در شکل ۱ ملاحظه می‌شود که شاخص سطح برگ در تیمارهای ۲۸ و ۳۵ درصد حجمی متانول دارای کمترین میزان می‌باشد. افزایش غلظت متانول در بافت‌های گیاهی بر راندمان تبدیل کربن اثر مثبت می‌گذارد و همچنین با تحریک ژن پکتین متیل استراز سبب بزرگ شدن برگ می‌شود. این ژن سبب دسترسی بیشتر گیاه به کلسیم برای افزایش سطح برگ می‌شود (Ramberg e*t al*.,2002;Pengelly e*t al*., 1999). روی برگ بیشتر گیاهان باکتری‌هایی همزیست بنام باکتری‌های متیلوتروفیک زندگی می‌کنند. این باکتری‌ها در ازای دریافت متانول که از برگ گیاه خارج می‌شود پیش ماده‌ی ساخت بعضی از هورمون‌ها مانند اکسین و سایتوکنین را که در رشد و توسعه‌ی برگ‌ها نقش مهمی دارند را در اختیار گیاه قرار می‌دهد و این باکتری‌ها برمتابولیسم نیتروژن در گیاهان نیز از راه تولید اوره باکتریائی در ارتباط می‌باشند، بنابراین در گیاهان محلول‌پاشی شده با متانول آسیمیلاسیون نیتروژن افزایش می‌یابد (Abanda *et al*., 2006). طبق گزارش‌های Muchow (1990) راندمان مصرف تشعشع به مقدار زیادی نیازمند آسیمیلاسیون نیتروژن در گیاه است. با افزایش مقدار نیتروژن به‌طور قابل توجهی اندازه و تعداد برگ‌ها افزایش می‌یابد و تا حدود زیادی سبب افزایش مقدار نور جذب شده می‌شود (Muchow, 1990). با توجه به اینکه گیاه در سطوح ۷٪، ۱۴٪، ۲۱٪ حجمی متانول دارای بیشتری راندمان مصرف تشعشع است، پس افزایش عملکرد دانه در این سطوح در مقایسه با سطوح دیگر قابل پیش‌بینی است. از طرفی محلول‌پاشی متانول با تأخیر در پیری برگ‌ها سبب دوره‌ی فعال فتوسنتزی، افزایش تولید ماده‌ی خشک، راندمان مصرف تشعشع می‌شود. از عوامل مهم دیگر در افزایش راندمان مصرف تشعشع تأخیر در پیری برگ‌هاست، متانول با جلوگیری از تولید اتیلن در گیاه سبب افزایش دوره‌ی فعال فتوسنتزی با تأخیر در پیری برگ‌ها می‌شود.

همبستگی ساده

ارتباط بین عملکرد دانه و پارامترهای راندمان مصرف تشعشع، تشعشع فعال جذب شده تجمعی، ضریب استهلاک نوری در سطوح محلول‌پاشی متانول مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۳). راندمان مصرف تشعشع ($r = ۰/۶۲^{**}$) همبستگی مثبت و بالایی را با عملکرد دانه نشان دادند. همبستگی تشعشع فعال جذب شده در ۹۶ تا ۱۲۳ روز پس از کاشت با عملکرد دانه با ترتیب ($r=۰/۴۶^{**}$) ($r = ۰/۴۹^{**}$) ($r = ۰/۴۹^{**}$) بود.

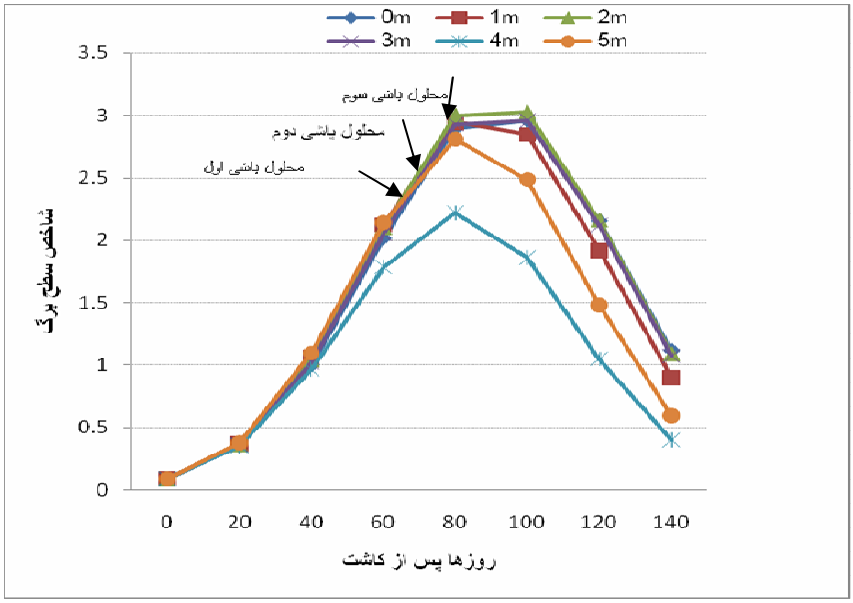
نتیجه گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که صفات عملکرد دانه، راندمان مصرف تشعشع، تشعشع فعال جذب شده تجمعی تحت تیمارهای متانول قرار رفتند. محلول‌پاشی گیاه سویا با غلظت‌های ۱۴٪ و ۲۱٪ حجمی متانول سبب افزایش بسیاری در میزان عملکرد دانه تولید شده در هکتار و راندمان مصرف تشعشع، تشعشع فعال جذب شده تجمعی آن شد.

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت ۲۸٪ حجمی و بالاتر در این آزمایش موجب گیاه سوزی و کاهش عملکرد دانه و راندمان مصرف تشعشع، تشعشع فعال جذب شده تجمعی و در پی آن کاهش میزان این پارامترها را شد بنابراین مصرف این ماده در این غلظت‌ها برای گیاه سویا توصیه نمی‌شود.



شکل ۱– تأثیر محلول‌پاشی متانول بر شاخص سطح برگ

www.SID.ir

Archive of SID

جدو ل ۱– تجزیه واریانس اثر متانول بر عملکرد دانه، راندمان مصرف تشعشع، تشعشع فعال جذب شده و ضریب استهلاک نوری

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	ضریب استهلاک نوری	راندمان مصرف تشعشع	MS					
					روزهای پس از کاشت					
					۴۸	۷۲	۸۷	۹۶	۱۱۲	۱۲۳
بلوک	۲	۸۷۰۷ns	۰/۷۷ ns	۰/۰۱۸ ns	۱۱۵۱ ns	۳۲۲۶ ns	۴۰۷۸ ns	۷۳۴۸	۸۶۹۹ ns	۹۸۸۵/۴ ns
متانول	۵	۲۰۶۰۷۹*	۰/۰۱۱ ns	۰/۰۷۹*	۳۴۰ ns	۱۳۳۶ ns	۴۴۶۲ ns	۹۴۴۶/۸*	۱۲۸۹۴/۸*	۱۵۵۱۶/۴*
خطا	۱۰	۲۵۶۱۷	۰/۲۳	۰/۲۶	۷۳۲	۲۳۵۹	۳۱۱۰	۲۱۷۹	۴۷۱۳	۵۷۵۲
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۶	۲۲	۹/۸	۲۳	۲۰	۲۲	۱۴	۱۶	۱۵

ns ، * ، ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۲– مقایسه میانگین اثر متانول بر عملکرد دانه، راندمان مصرف تشعشع، تشعشع فعال جذب شده و ضریب استهلاک نوری

تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	ضریب استهلاک نوری	راندمان مصرف تشعشع (گرم بر مگاژول)	(PAR) (مگا ژول بر متر مربع)					
				روزهای پس از کاشت					
				۴۸	۷۲	۸۷	۹۶	۱۱۲	۱۲۳
0 (شاهد)	۱۵۰۳/۴bc	-۰/۵۵ a	۱/۵۴ b	۹۲ a	۱۷۴ a	۲۵۷ a	۳۱۴bc	۴۲۳ab	۵۰۰abc
٪۷(v/v)	۱۷۳۳b	-۰/۵۳ a	۱/۵۷ b	۸۶ a	۱۷۲ a	۲۴۳ a	۲۹۵bc	۳۹۸ab	۴۷۵abc
٪۱۴(v/v)	۱۷۵۴/۶b	-۰/۵۷ a	۱/۷۷ab	۸۶ a	۱۷۰ a	۲۵۷ a	۳۴۳ab	۴۷۸ a	۵۵۶ ab
٪۲۱(v/v)	۲۱۰۸a	-۰/۶۱ a	۱/۹۲ a	۱۱۴ a	۲۲۲ a	۳۱۲ a	۴۱۲ a	۵۰۰ a	۵۸۲ a
٪۲۷(v/v)	۱۴۳۲c	-۰/۵۳ a	۱/۵۵ b	۹۷ a	۱۸۵ a	۲۲۶ a	۲۵۳ c	۳۲۳b	۳۸۸/۹bc
٪۳۵(v/v)	۱۴۳۱c	-۰/۴۸ a	۱/۵۱ b	۸۷ a	۱۶۳ a	۱۶۲ a	۲۷۹ c	۳۷۵ab	۴۴۳/۹bc
LSD(0.05)	۲۹۱	۰/۱۶	۰/۲۳	۴۹	۸۸	۱۰۱	۸۴/۹	۱۲۴	۷۹/۰۱

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال۵ ٪ می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳– ضرایب همبستگی عملکرد دانه با راندمان مصرف تشعشع، تشعشع فعال جذب شده تجمعی و ضریب ا ستهلاک نوری

	PAR 72	PAR 87	PAR 96	PAR 112	PAR 123	RUE	K
عملکرد دانه	۰/۴۶ns	۰/۴۷ns	۰/۶۶*	۰/۴۹*	۰/۴۹*	۰/۶۲**	-۰/۱۵ns
PAR 72		۰/۳۳ns	۰/۵۴*	۰/۶۷**	۰/۶۷**	۰/۳۳ns	-۰/۳۲ns
PAR 87			۰/۸۵**	۰/۷۷**	۰/۷۶**	۰/۴۹*	-۰/۴۳ns
PAR 96				۰/۹**	۰/۹۱**	۰/۵۱*	-۰/۵۴*
PAR 112					۰/۹۹**	۰/۵۳*	-۰/۵۱*
PAR 123						۰/۵۲*	-۰/۵*
RUE							-۰/۱۸ns

ns ، * ، ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

منابع

صفرزاده ویشگاهی،م.، ق.نور محمدی، ع.حسین‌زاده‌گشتی. ۱۳۸۷. تولید و متابولیسم در گیاهان و نقش آن در افزایش عملکرد گیاهان زراعی. اولین همایش ملی فن‌آوری‌های نوین در کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت ۱۳۸۷. ص۶۰-۵۱.

صفرزاده ویشگاهی.م.، ق.نور محمدی و ا.مجیدی‌هروان. ۱۳۸۶. اثر محلول‌پاشی متانول بر رشد بادام زمینی. مجله علوم کشاورزی۱: ص۱۰۳-۸۸.

خلیلی،ع. و ح.رضایی‌صدر. ۱۳۷۶. برآورد تابش کلی خورشید در گستره ایران بر مبنای دادهای اقلیمی- فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۴-ص ۳۵-۱۵.

جامی الاحمدی،م.، م.کافی و م.نصیری. ۱۳۸۷. اثر شوری بر ویژگی‌های بهره‌وری نوری گیاه جارو. پژوهش و سازندگی. شماره ۷۸. ص ۱۸۵-۱۷۶.

بهشتی،ع.، ع.کوچکی و م.نصیری‌محلاتی. ۱۳۸۱. تأثیر آرایش کاشت بر جذب و راندمان تبدیل نور در کانوپی سه رقم ذرت، نهال و بذر ۱۸: ص ۴۳۱-۴۱۷.

کوچکی،ع. و غ.سرمدنیا. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۰۰ ص.

پاک‌نژاد،ف.، ا.مجیدی‌هروان، ق.نورمحمدی، ع.سیادت و س.وزان. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر تنش خشکی بر پارامترهای فلورسانس کلروفیل، محتوای کلروفیل و عملکرد دانه ارقام مختلف گندم. جلد ۱-۳۷، شماره۳، ۱۳۸۵.

Abanda-Nkpwatt,D., M.Musch, J.Tschiersch, M.Boettne, and W.Schawb. 2006. Molecular interaction between *Methylobacterium extorquens* and seedling: growth promotion, methanol consumption. And localization of the methanol emission site. J. Exp. Bot. 57(15): 4025-4032.

www.SID.ir

Archive of SID

Downie,A., S.Myazaki, and H.bohnert. 2004. Expression profiling of the response of methanol. 65:2305_2316.

Dwyer,L.M., D.W.Stewart, R.I.Hamilton, and L.Honwing. 1992. Ear position and vertical distribution of leaf area in corn. Agronomy Journal 8: 430-438.

Gout,E., S.Aubert, R.Bligny, F.Rebeille, and A.R.Nonomura. 2000. Metabolism of methanol in plant cells. Carbon-13 nuclear magnetic resonance studies. Plant Physiol. 123: 287– 296.

Hanson,A.D. and S.Roje. 2001. One-carbon metabolism in higher plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 52: 119-137.

Heins,R. 1980. Inhibition of ethylene synthesis and senescence in carnation by ethanol. J.Am.soc.hort.sci 105 (1),141-144.

Hughes,G., J.D.H.Keating, P.J.M.Cooper, and N.F.Dee. 1987. Solar radiation interception andutilization by chickpea (*Cicer arietinum* L.) crops in northern Syria. J. Agric. Sci.108, 419-424.

Jones,H.G. 1992. Plants and microclimate, 2nd edition. A quantitative approach to environment plant physiology.Cambridge University press, Cambidge.

Kiniry,J.R., C.R.Simpson, A.M.Schubert, and J.D.Reed. 2004. Peanut leaf area index , light interception, radiation use efficiency , and harvest index at three sites in texas. Field Crops Research, Article in press. 276_277.

Lecocur.J. and B.Ney. 2003. Change with time in potential radiation-use efficiency in field pea. European Journal of Agronomy. 19:91-105.

Makhdum,M.I., M.N.A.Malik, S.U.Din, F.Ahmad, and F.I.Chaudhry. 2002. Physiological response. of cotton to methanol foliar application. J. Res. (Sci.) 13: 37–43.

Muchow,R.C., T.R.Sinclair, and I.M.Rennetl. 1990. Temperature and solar radiation effects on potential maize yield across locations. Agronomy Journal 82: 238-343.

Mariscal.M.J., F.Orgaz, and F.J.Villalobos. 1999. Radiation-use efficiency and dry matter partitioning of a young olive (*Olea europaea*) orchard Tree Physiology. 20:65-72.

Monteith.J.L. 1997.Climate and the efficiency of crop production in Britain Philosophical Transactions of the Royal Society of London 281: 277-294.

Majd Nasiri,B. and M.R.Ahmadi. 2005. Effect of Planting Season and Density on Light Distribution and Interception in Canopy in Different Safflower. Iranian, J. Agric. Sci. Vol. 36,No. 1.

Nonomura,A.M. and A.A.Benson. 1992. The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 89: 9794–9798.

Pilbram.C.J., P.D.Hebblethwaite, H.E.Ricketts, and T.E.Nyongesa. 1991. Effects of plant population density o determinate and indeterminate forms of Winter fieldbeans (*Vicia faba*) 2. Growth and

www.SID.ir

Archive of SID

development. Journal of Agricultural Science (Cambridge). 116: 385-393.

Pengelly,B.C., F.P.C.Blamey, and R.C.Muchow. 1999. Radiation interception and the accumulation of biomass and nitrogen by soybean and three tropical annual forage legumes. Field Crops Res. 63, 99-112.

Ramberg,H.A., J.S.C.Bradley, J.S.C.Olson, J.N.Nishio, J.Markwell, and J.C.Osterman. 2002. The Role of Methanol in Promoting Plant Growth: An Update. Rev. Plant Biochem. Biotechnol. 1:113-126.

Russell,G., P.G.Jarvis, and J.L.Monteith. 1989. Absorption of radiation by canopies and stand growth. In Russel, G., P.G. Jarvis and B. Marshall (eds). Plant canopies, their growth. From and function. Cambridge: CU. Pp.21-39.

Richards,R.A. 2000. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops.J. Exp. Bot. 51:447-458.

Richter,E. 2006. The effect of Co2 and temperature on sugar beet.Defra Final Project Report. ANNEX 4.6: 143-159.

Sinclair,T.R. and T.Horie. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis and crop radiation use efficiency: A review. Crop Science 29: 90-98.

www.SID.ir