مجله پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد هجدهم، شماره سوم، ۱۳۹۰
www.gau.ac.ir/journals

# بررسی تأثیر زمان و مقادیر محلول پاشی متانول بر عملکرد کمی و کیفی توتون گرم‌خانه‌ای رقم کوکر ۳۴۷ در منطقه احمد گوراب رشت

***کاوه سبک‌روفومنی[۱]، محمدنقی صفرزاده[۲]، جهانفر دانشیان[۳]، مهدی رنجبر چوبه[۴] و کامیار سبک‌رو فومنی[۱]**

[۱]کارشناس‌ارشد گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، [۲]استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، [۳]دانشیار مؤسسه تهیه و اصلاح نهال و بذر کرج، [۴]مؤسسه تحقیقات توتون رشت

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۱۸

## چکیده

به‌منظور بررسی اثر متانول بر رشد و عملکرد گیاه توتون ویرجینیا رقم کوکر ۳٤۷ آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ٤ تکرار به اجرا در آمد. فاکتور اول زمان مصرف متانول در ۳ سطح (شامل محلول پاشی در صبح (ساعت ۱۰-۸) ($T_1$) و ظهر (ساعت ۱٤-۱۲) ($T_2$) و غروب (ساعت ۱۹-۱۷) ($T_3$)) و فاکتور دوم مقدار مصرف متانول در ٦ سطح (شامل مقادیر مصرف ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ٤۰ و ۵۰ درصد حجمی متانول) بود. محلول پاشی متانول ۳ بار در طی فصل رشد به‌ترتیب در مراحل آغاز رشد سریع نشاها، آغاز غنچه‌دهی و ۳۰ روز پس از غنچه‌دهی بوته‌های توتون انجام گرفت. محصول توتون در سه چین برداشت شد. نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل دو فاکتور بر مقدار نیتروژن، مقدار فسفر، مقدار پتاسیم و محتوی نسبی آب برگ (RWC) معنی‌دار شدند. عرض برگ در تیمار مقادیر مختلف محلول پاشی متانول در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد و طول برگ در تیمار مقدار محلول پاشی متانول در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. اما قطر ساقه و عملکرد وزن تر برگ معنی‌دار نشدند. به‌طورکلی و با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که متانول عملکرد کمی را چندان تحت‌تأثیر قرار نمی‌دهد اما عملکرد کیفی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) را بهبود می‌بخشد.

***واژه‌های کلیدی:*** متانول، رشد و عملکرد، توتون

* مسئول مکاتبه: sabokrow@yahoo.com

**مقدمه**

بهبود عملکرد گیاهان زراعی به پژوهش‌های پایه‌ای درباره فرایندهای بیولوژیکی که تولید گیاهان زراعی را محدود می‌سازند نیازمند است. این فرایندها شامل بهبود کارایی فتوسنتزی، تثبیت بیولوژیکی، اصلاح ژنتیکی بر پایه رهیافت‌های سنتی، تکنیک‌های مولکولی جدید، بهبود مقاومت برای رقابت با تنش‌های محیطی و... می‌باشد. افزایش عملکرد گیاه از طریق افزایش سطح زیر کشت، افزایش عملکرد در واحد سطح و افزایش تعداد دفعه‌های کشت در هر سال و استفاده از گیاه پرمحصول به‌جای کم‌محصول به‌دست می‌آید. افزایش عملکرد در واحد سطح یکی از عواملی است که توجه محققان را به خود جلب کرده است. یکی از راه‌های رسیدن به عملکرد زیاد افزایش ماده خشک است زیرا بیش از ۹۰ درصد ماده خشک گیاه از طریق آسیمیلاسیون $CO_2$ در طول مرحله فتوسنتز به‌دست می‌آید (نونومورا و بنسون، ۱۹۹۲). در گیاهان سه‌کربنه ماده خشک تولید شده در واحد سطح به‌وسیله مقدار فتوسنتز ناخالص، تنفس نوری و تنفس تاریکی تعیین می‌شود. فتوسنتز خالص به‌دست آمده از فرایند جذب $CO_2$ که فتوسنتز ناخالص می‌باشد و دفع $CO_2$ که تنفس نوری و تاریکی می‌باشد، است. بنابراین راه‌هایی که موجب افزایش فتوسنتز گیاه گردد باعث افزایش عملکرد گیاه نیز می‌گردد. علت انجام تنفس نوری مربوط به کارکرد آنزیم روبیسکو است (مخدوم و همکاران، ۲۰۰۲). یکی از مهم‌ترین خصوصیات آنزیم روبیسکو این است که نه تنها ریبولوز ۱و۵ بی‌فسفات را کربوکسیله می‌کند بلکه آن را اکسید نیز می‌کند. اکسیداسیون نیز منجر به انجام تنفس نوری در گیاه می‌شود. از آنجایی‌که تنفس نوری باعث اتلاف $CO_2$ از سلول‌ها می‌شود و فتوسنتز و تنفس نوری در خلاف جهت یکدیگر عمل می‌کنند بنابراین رقابت بین واکنش‌های کربوکسیلاسیون و اکسیژناز در گیاه باعث کاهش کارایی فتوسنتزی می‌شود (فاور و گریک، ۱۹۹٦). گیاهان سه‌کربنه مقدار قابل‌توجهی از مواد به‌دست آمده از فتوسنتز خود را در طی چند ثانیه پس از تثبیت دی‌اکسیدکربن به‌صورت $CO_2$ از دست می‌دهند. این فرایند آزادسازی $CO_2$ وابسته به نور است. اگر گیاهان سه‌کربنه در شرایطی قرار گیرند که از تنفس نوری آن‌ها جلوگیری شود یا مقدار تنفس نوری کاهش یابد مقدار رشد این گیاهان ۳۰-۲۰ درصد افزایش خواهد یافت (فیبرت و همکاران، ۱۹۹۵). تنفس نوری منجر به کاهش توان فتوسنتزی در اندام‌های گیاه توتون شده و به این ترتیب عملکرد ماده خشک کاهش می‌یابد. متانول یکی از موادی است که تثبیت $CO_2$ را در گیاهان سه‌کربنه افزایش می‌دهد. همچنین به‌عنوان یک منبع غنی کربن می‌تواند در شرایطی که تنفس نوری در گیاه به مقدار زیادی در حال انجام است با افزایش غلظت

$CO_2$ در داخل گیاه و با بالا بردن راندمان فتوسنتزی، بخشی از تلفات کربن تثبیت شده توسط فتوسنتز را جبران کند. متانول از طریق دمتیلاسیون پکتین در دیواره سلولی تولید می‌شود (نونومورا و بنسون، ۱۹۹۲؛ فال و بنسون، ۱۹۹٦؛ گالبالی و کریستین، ۲۰۰۲). متانول تولید قند و آمینواسیدها را در داخل گیاه سرعت می‌بخشد. اولین بار اثر مثبت محلول پاشی متانول بر روی گیاه ماش گزارش شد (باتاچاریا و همکاران، ۱۹۸۵). در گندم دوروم تیمار با متانول باعث ۲ برابر شدن عملکرد شد (نونومورا و بنسون، ۱۹۹۲). در گیاه جو نیز باعث افزایش رشد رویشی شد (نونومورا و بنسون، ۱۹۹۲). در گیاهانی مانند پنبه، بادام‌زمینی، سویا و گوجه‌فرنگی، محلول پاشی متانول باعث افزایش عملکرد شد (صفرزاده و همکاران، ۲۰۰۷؛ مخدوم و همکاران، ۲۰۰۲؛ دولین و همکاران، ۱۹۹٤). اما در گیاهانی نظیر سیب‌زمینی، یولاف، کلزا، گندم پاییزه و ذرت، متانول تأثیر چندانی بر عملکرد نداشت (فاور و گریک، ۱۹۹٦؛ فیبرت و همکاران، ۱۹۹۵). به‌طورکلی بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که محلول پاشی گیاهان زراعی سه‌کربنه متانول باعث افزایش آن‌ها می‌شود. متانول در گیاهان سه‌کربنه در افزایش عملکرد، یکنواختی رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کم کردن نیاز آبی گیاه مؤثر است (نونومورا و بنسون، ۱۹۹۲). تأثیر متانول بر روی گیاه توتون خیلی کم مورد مطالعه قرار گرفته است. هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر متانول بر عملکرد کمی و کیفی گیاه توتون بود.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز تحقیقات توتون رشت به مرحله اجرا در آمد. در این پژوهش از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ٤ تکرار استفاده شد. فاکتور اول زمان مصرف متانول در ۳ سطح شامل محلول پاشی در صبح (ساعت ۱۰-۸)، محلول پاشی در ظهر (ساعت ١٤-١٢) و محلول پاشی در غروب (ساعت ۱۹-۱۷) و فاکتور دوم مقدار مصرف متانول در ٦ سطح شامل مقادیر مصرف ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ٤۰ و ۵۰ درصد حجمی متانول بود. به هر یک از این مقادیر متانول مقدار ۲ گرم در لیتر گلیسین و ۱ میلی‌گرم در لیتر تتراهیدروفولیت به‌منظور جلوگیری از سمیت متانول اضافه شد. همچنین برای بهبود و افزایش چسبندگی محلول‌های متانول، توئین ۸۰ به‌عنوان سورفاکتانت و به مقدار ۱ گرم در لیتر استفاده شد. کرت‌ها در ابعاد ٦×۵/۵ متر ایجاد شدند. بین کرت‌های هر تکرار فاصله‌ای به اندازه ۱ متر و بین تکرارها نیز حدود ۵/۲ متر فاصله در نظر گرفته

شد. تعداد ردیف‌های کاشت در هر کرت ۷ ردیف بود. فاصله ردیف‌های کاشت در کرت‌ها ۱۰۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف نیز ۵۰ سانتی‌متر بود. پس از تهیه نشاء توتون در خزانه، نشاءها به زمین اصلی منتقل شدند. کاشت توتون به‌صورت مسطح و در شرایط دیم انجام شد و در صورتی‌که عدد تانسیومتر بالاتر از ۵۰ شد نسبت به آبیاری کرت‌ها اقدام گردید. منبع کود نیتروژن در این طرح نیترات آمونیوم (٤٥ کیلوگرم ازت خالص) بود که حدود ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار نیترات آمونیوم استفاده شد. مقدار یک سوم از این کود قبل از کاشت و دو سوم در زمان خاک‌دهی پای بوته‌ها به زمین اضافه شد. خاک محل آزمایش شنی لومی بوده و دارای pH ۵/۳ بود. مقدار نیتروژن خاک ۰/۰۹٦ درصد، و مقدار فسفر و پتاس خاک به‌ترتیب ۱۱۵ و ٤۰٦ پی‌پی‌ام بودند. رقم مورد استفاده کوکر ۳٤۷ بود. محلول پاشی در سه مرحله در طی فصل رشد انجام شد. محلول پاشی اول در آغاز رشد سریع نشاء، مرحله دوم آغاز غنچه‌دهی و مرحله سوم ۳۰ روز پس از غنچه‌دهی انجام شد. صفات طول برگ (بر حسب میلی‌متر)، عرض برگ (بر حسب میلی‌متر)، قطر ساقه (به‌وسیله کولیس)، محتوی نسبی آب برگ (RWC)، میزان کلروفیل (به‌وسیله دستگاه کلروفیل‌سنج)، نیتروژن برگ (به روش کجلدال)، فسفر برگ (به روش اولسون)، پتاسیم برگ (به روش فلیم‌فتومتر) و وزن تر برگ اندازه‌گیری شدند. داده‌های آزمایش به‌وسیله نرم‌افزار آماری MSTATC مورد آنالیز قرار گرفتند و شکل‌ها به‌وسیله نرم‌افزار Excel 2003 رسم شدند. برای مقایسه میانگین از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

## نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات طول برگ، عرض برگ، قطر ساقه، مقدار نیتروژن، فسفر و پتاس برگ، محتوی نسبی آب برگ و وزن تر برگ در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. اثر متقابل مقدار و زمان مصرف متانول بر مقدار نیتروژن کمربرگ و لچه‌برگ، مقدار فسفر کمربرگ و لچه‌برگ، مقدار پتاسیم کمربرگ و لچه‌برگ، محتوی نسبی آب برگ (RWC) و وزن تر برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند. عرض برگ در تیمار مقادیر مختلف محلول پاشی متانول در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد، طول برگ در تیمار مقدار محلول پاشی متانول در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد اما قطر ساقه معنی‌دار نشد.

**جدول ۱- تجزیه واریانس طول و عرض برگ، قطر ساقه، محتوی نسبی آب برگ وزن تر برگ.**

| منبع تغییرات | درجه آزادی | طول برگ | عرض برگ | قطر ساقه | محتوی نسبی آب برگ | عملکرد وزن تر برگ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک | ۳ | ۷۹/۸۵۰ | ۲۹/۷۱۱ | ۹/۲۸۰ | ۵/۷۳۸ | ۱۷۷۳٤٦/۵۹ |
| زمان محلول پاشی | ۲ | ۱۲/٤۱۸$^{ns}$ | ۱/۱٤۳$^{ns}$ | ٤/۱۳۱$^{ns}$ | ۸۷/۲۵۵$^{ns}$ | ٤۵۲٦$^{ns}$ |
| مقدار محلول پاشی | ۵ | ۲۱۳/۵٤٦$^{**}$ | ۷/۷۹۱$^{*}$ | ۱/۷٤۱$^{ns}$ | ۲۵۵/۵٦$^{**}$ | ٦۱٤۵۹/۰٦$^{ns}$ |
| زمان × مقدار | ۱۰ | ۱۵/۲۹۹$^{ns}$ | ۱/۷۵۹$^{ns}$ | ٤/۰۱۰$^{ns}$ | ۱۸۳/۸٤۰$^{**}$ | ۳۸۲۱۵/۰٦$^{ns}$ |
| خطای آزمایشی | ۵۱ | ۲۹/٤۸٤ | ۳/۳٦۲ | ۲/٤۷۷ | ۳٦/٦۱۱ | ۳۷۵۹٤/۱۲ |
| ضریب تغییرات (درصد) | – | ۱٤/٤٤ | ۸/۰۸ | ۹/٦۵ | ۸/٦۳ | ۱۲/٤٤ |

**جدول ۲- تجزیه واریانس مقدار نیتروژن، فسفر و پتاس برگ.**

| منبع تغییرات | درجه آزادی | نیتروژن کمربرگ | نیتروژن لچه‌برگ | فسفر کمربرگ | فسفر لچه‌برگ | پتاسیم کمربرگ | پتاسیم لچه‌برگ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک | ۳ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۵ | ۰/۲۰۷ | ۰/۰۷۵ | ۰/۲۷۳ | ۰/۰۷۷ |
| زمان محلول پاشی | ۲ | ۰/۰۷۸$^{**}$ | ۰/۰۱۵$^{**}$ | ۰/۰۱۵$^{**}$ | ۰/۰۰۲$^{**}$ | ۲/۹۲۲$^{**}$ | ۰/۱۹۰$^{**}$ |
| مقدار محلول پاشی | ۵ | ۰/۳۲۳$^{**}$ | ۰/۱۳٦$^{**}$ | ۰/۰۲٦$^{**}$ | ۰/۰۸۹$^{**}$ | ۰/۹۸۳$^{**}$ | ۰/٦۳۱$^{**}$ |
| زمان × مقدار | ۱۰ | ۰/٤۸۲$^{**}$ | ۰/۲٦٤$^{**}$ | ۰/۰۰۵$^{**}$ | ۰/۳۳۵$^{**}$ | ۰/۸٤۷$^{**}$ | ۰/۲٤۳$^{**}$ |
| خطای آزمایشی | ۵۱ | ۰/۰۱۲ | ۰/۰٦۵ | ۰/۱۲۱ | ۰/۰۹۵ | ۰/۰۰۷ | ۰/۱۱۰$^{**}$ |
| ضریب تغییرات (درصد) | – | ۳/۱۲ | ۳/۵۰ | ٤/۳٦ | ۳/٤۷ | ٤/۳۲ | ۳/۹۵ |

**طول برگ:** همان‌طورکه در جدول ۱ مشاهده می‌شود طول برگ در تیمار مقدار محلول پاشی متانول در سطح احتمال ۱ درصد (P<۰/۰۱) معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه مقادیر مختلف محلول پاشی از نظر طول برگ نشان می‌دهد که بیش‌ترین طول برگ در مقدار ۵۰ درصد حجمی متانول مشاهده می‌شود که به‌طور میانگین دارای طول برگ ٤۲/٤۵ سانتی‌متر می‌باشد (جدول ۳).

**عرض برگ:** همان‌طورکه در جدول ۱ مشخص است عرض برگ در تیمار مقدار محلول پاشی متانول در سطح احتمال ۵ درصد (P<۰/۰۱) معنی‌دار شده است. مقایسه مقادیر مختلف محلول پاشی از نظر عرض برگ نشان می‌دهد که بیش‌ترین عرض برگ در مقدار ۵۰ درصد حجمی متانول مشاهده می‌شود که به‌طور میانگین دارای عرض برگ ۲٤/۲۱ سانتی‌متر می‌باشد (جدول ۳).

از دلایل تأثیر متانول بر طول و عرض برگ گیاه توتون این است که به‌نظر می‌رسد پس از محلول پاشی دوم و سوم اثر متانول بر رشد برگ‌های گیاه توتون بیش‌تر شده و این امر احتمالاً از طریق اثر متانول بر متابولیسم پکتین در دیواره‌های سلولی برگ‌های توتون به‌وجود آمده است زیرا دمتیلاسیون پکتین یکی از واکنش‌های ضروری برای بزرگ شدن برگ‌ها است و هم‌زمان با رشد برگ‌ها ساخت دیواره‌های سلولی نیز باید افزایش یابد. گزارش شده است که متانول می‌تواند دمتیلاسیون پکتین در سلول‌های برگ را تحت‌تأثیر قرار دهد (گالبالی و کریستین، ۲۰۰۲). علاوه‌بر این به‌نظر می‌رسد متانول محلول پاشی شده بر فعالیت باکتری‌های متیلوتروف روی گیاه توتون اثر مثبت داشته باشد و از طریق افزایش فعالیت این باکتری‌ها، ابعاد برگ نیز تحت‌تأثیر قرار گرفته باشد زیرا ثابت شده است که باکتری‌های متیلوتروف به‌صورت بذرزاد در گیاه توتون وجود دارند و این باکتری‌ها از طریق ساخت هورمون‌هایی مانند سایتوکنین و اکسین می‌توانند بر رشد برگ‌ها تأثیر بگذارند (لی و همکاران، ۱۹۹۵؛ اومر و همکاران، ۲۰۰٤). علاوه‌بر این رامیرز و همکاران (۲۰۰٦) اعلام داشتند که با مصرف متانول روی برگ‌های گیاهان ژن پکتین‌متیل‌استراز در سلول‌های برگ گیاهان فعال می‌شود که این امر باعث افزایش مقدار یون کلسیم قابل استفاده برای برگ‌های گیاه شده و این امر ممکن است انتقال مواد به‌سمت سلول‌های برگ به‌ویژه سلول‌های جوان را افزایش دهد و در نتیجه ذخیره درون‌سلولی برگ برای ادامه روند بزرگ شدن افزایش پیدا می‌کند.

**نیتروژن برگ:** همان‌طورکه در جدول ۱ مشخص است مقدار نیتروژن در ناحیه کمربرگ و لچه‌برگ در تیمارهای مقدار و زمان محلول پاشی متانول و اثر متقابل این دو تیمار در سطح احتمال ۱ درصد ($P<۰/۰۱$) معنی‌دار شده است. به‌نظر می‌رسد از آنجایی‌که اثر تحریک‌کنندگی رشد توسط متانول یک اثر وابسته به نور است و آسیمیلاسیون و متابولیزه شدن آن به نور بستگی دارد. در نتیجه کاربرد متانول در صبح روی بوته‌های توتون منجر به افزایش متابولیسم نیتروژن در گیاه توتون شود زیرا پس از مصرف متانول در صبح به‌تدریج شدت نور افزایش پیدا می‌کند و این افزایش شدت نور می‌تواند باعث افزایش محتویات درون سلولی برگ‌های توتون شده و در نهایت زمینه را برای افزایش جذب نیتروژن توسط بوته‌های توتون فراهم کند. مقدار متانول محلول پاشی شده روی بوته‌های توتون نیز اثر معنی‌دار روی نیتروژن کمربرگ داشت نکته‌ای که توجه به آن ضروری به‌نظر می‌رسد این است که با افزایش مقدار مصرف متانول، مقدار نیتروژن کمربرگ به‌تدریج کاهش می‌یابد این روند کاهشی بستگی به مقدار متانول مصرف شده داشت. به‌نظر می‌رسد از آنجایی‌که اثر تحریک‌کنندگی رشد توسط متانول به غلظت محلول متانول، شدت نور و کیفیت نور بستگی دارد در نتیجه با افزایش مقدار متانول در بافت‌های گیاهی در

تیمارهای ۳۰، ٤۰ و ۵۰ درصد حجمی متانول پس از سومین مرحله محلول پاشی تجمع متانول در بافت، زمینه را برای کاهش ترکیبات نیتروژن‌دار در برگ‌های توتون فراهم نموده است. علاوه‌بر این با افزایش مقدار مصرف متانول، کاهشی در مقدار عدد SPAD برگ‌های توتون مشاهده شد که این امر نیز می‌تواند بیانگر کاهش غلظت کلروفیل در برگ‌های توتون باشد که مجموعه این عوامل می‌تواند تا حد زیادی کاهش مقدار نیتروژن در کمربرگ گیاه توتون را توجیه نماید. مقایسه مقادیر مختلف محلول پاشی متانول از نظر مقدار نیتروژن کمربرگ و لچه‌برگ نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار نیتروژن به‌ترتیب در مقادیر ٤۰ و ۳۰ درصد حجمی متانول مشاهده می‌شود که به‌طور میانگین دارای مقادیر نیتروژن ۲/۱۰ و ۱/۹٦ درصد می‌باشند (جدول ۳). مقایسه زمان‌های مختلف محلول پاشی متانول از نظر مقدار نیتروژن کمربرگ و لچه‌برگ نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار نیتروژن به‌ترتیب در زمان‌های محلول پاشی صبح و عصر و با مقادیر نیتروژن ۱/۹٦ و ۱/۸۵ درصد می‌باشند (جدول ۳).

**فسفر برگ:** همان‌طورکه در جدول ۱ مشخص است مقدار فسفر کمربرگ و لچه‌برگ در تیمارهای مقدار و زمان محلول پاشی متانول و اثر متقابل این دو تیمار در سطح احتمال ۱ درصد ($P<۰/۰۱$) معنی‌دار شده است. متانول توانست میزان فسفر برگ را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد از جمله دلایل این افزایش می‌توان به افزایش رشد ریشه در اثر افزایش محلول پاشی متانول و در نتیجه جذب بیش‌تر این عنصر از خاک باشد. متانول باعث بیش‌تر شدن فتوسنتز گیاه و افزایش رشد گیاه می‌شود. این عوامل نیز می‌توانند جذب این عنصر را از خاک افزایش دهند (ژیائو و همکاران، ۲۰۰۸). مقایسه مقادیر مختلف محلول پاشی متانول از نظر مقدار فسفر کمربرگ و لچه‌برگ نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار فسفر به‌ترتیب در مقادیر ۵۰ و ۳۰ درصد حجمی متانول مشاهده می‌شود که به‌طور میانگین دارای مقادیر فسفر ۰/۳۱۳ و ۰/٤۵۰ درصد می‌باشند (جدول ۳). مقایسه زمان‌های مختلف محلول پاشی متانول از نظر مقدار فسفر کمربرگ و لچه‌برگ نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار فسفر به‌ترتیب در زمان‌های محلول پاشی عصر و صبح و با مقادیر فسفر ۰/۳۰۱ و ۰/٤٤٤ درصد می‌باشند (جدول ۳). پس از سرزنی بوته‌های توتون معمولاً مقدار نشاسته در برگ‌ها افزایش پیدا می‌کند که این امر ناشی از افزایش غلظت قندهای قابل احیا در برگ‌ها می‌باشد. از آنجایی‌که متانول به‌عنوان یک مایع غنی از کربن است می‌تواند باعث تولید دی‌اکسیدکربن در گیاهان عالی شود در نتیجه به‌نظر می‌رسد محلول پاشی متانول نقش مؤثری در افزایش تولید قندهای قابل احیا در گیاه توتون داشته باشد (موستاکاس و نتزانیز، ۲۰۰۵). مشخص شده است که تجمع نشاسته پس از سرزنی افزایش می‌یابد. بنابراین هر عاملی که بتواند تولید نشاسته را در برگ‌های توتون افزایش دهد می‌تواند به بهتر شدن کیفیت برگ‌های

توتون کمک کند افزایش تجمع نشاسته بعد از سرزنی ممکن است ناشی از حذف یکی از مهم‌ترین مخازن ذخیره عناصر غذایی در گیاه توتون باشد علاوه‌بر این ممکن است سنتز نشاسته از طریق تاخیر پیری و یا افزایش فعالیت آنزیم‌های درگیر در ساخت ساکارز و نشاسته تشدید شود. به‌نظر می‌رسد کاهش تجمع نشاسته طی اواخر دوره رسیدن برگ‌های توتون و افزایش مقدار قندهای قابل احیا در برگ از علایم پیری برگ‌های توتون هستند (موستاکاس و نتزانیز، ۲۰۰۵). تعدادی از عوامل ممکن است مرحله پیری برگ‌های توتون را تحت‌تأثیر قرار دهند و باعث انتقال هیدرات‌های کربن به خارج از برگ گیاه توتون شوند که ساخت نیکوتین و نگهداری سیستم ریشه در گیاه توتون می‌تواند منجر به این موضوع شود. به‌طورکلی سرزنی باعث افزایش رشد ریشه گیاه توتون می‌شود (ژیائو و همکاران، ۲۰۰۸). سرزنی زودهنگام می‌تواند وزن خشک ریشه‌ها را تا ٤٢ درصد افزایش دهد (وانگ و همکاران، ۲۰۱۰). از آنجایی‌که در این پژوهش پس از سرزنی بوته‌های توتون دو مرحله محلول پاشی متانول انجام گرفت و پس از سرزنی، انتقال مواد فتوسنتزی به‌سمت ریشه‌ها در گیاه توتون افزایش می‌یابد و بررسی‌های مختلف نشان داده‌اند که تولید و انتقال مواد فتوسنتزی در تیمارهای متانول به‌سمت ریشه‌های گیاه افزایش یافته باشد و به این دلیل رشد ریشه گیاه افزایش یافته و با افزایش رشد ریشه گیاه جذب عناصر غذایی افزایش یافت.

**پتاسیم برگ:** مقدار پتاسیم کمربرگ و لچه‌برگ در تیمارهای مقدار و زمان محلول پاشی متانول و اثر متقابل این دو تیمار در سطح احتمال ۱ درصد ($P<۰/۰۱$) معنی‌دار شده است (جدول ۱). مقایسه مقادیر مختلف محلول پاشی متانول از نظر مقدار پتاسیم کمربرگ و لچه‌برگ نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار پتاسیم در مقدار صفر درصد حجمی متانول مشاهده می‌شود که به‌طور میانگین دارای مقادیر پتاسیم ٤/٨٧ و ٢/٩٦ درصد می‌باشند (جدول ۳). مقایسه زمان‌های مختلف محلول پاشی متانول از نظر مقدار پتاسیم کمربرگ و لچه‌برگ نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار پتاسیم در زمان محلول پاشی عصر و با مقادیر پتاسیم ٤/٩٢ و ٢/٧٠ درصد می‌باشند (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد از آنجایی‌که متانول موجب افزایش تجمع ماده خشک در گیاه توتون می‌گردد میزان ماده خشک در اواخر دوره رشد از مقدار پتاسیم بیش‌تر شده که این موضوع باعث رقیق شدن پتاسیم و کاهش غلظت آن در برگ‌ها می‌گردد (ژیائو و همکاران، ۲۰۰۸). مقدار پتاسیم در برگ گیاه توتون در طول مراحل اولیه بعد از سرزنی گیاه افزایش می‌یابد که این افزایش به‌دلیل رشد ریشه‌ها می‌باشد قبل از سرزنی از رشد ریشه‌ها به‌دلیل افزایش آسیمیلاسیون نوری جلوگیری می‌شود در نتیجه پتاسیم بیش‌تری به برگ‌های جوان انتقال می‌یابد با از بین رفتن جوانه‌های انتهایی مواد آسیمیلاسیون‌یافته بیش‌تری توسط ریشه‌ها

جذب می‌شود که در نتیجه رشد ریشه و جذب پتاسیم و دیگر مواد غذایی تسریع می‌شود. به‌نظر می‌رسد دلیل نبود تجمع پتاسیم در بافت گیاه، تحرک زیاد آن در بافت آوند آب‌کش و انتقال مجدد پتاسیم از برگ به ریشه است. این جابه‌جایی در زمان رسیدگی برگ‌ها تسریع شده در نتیجه میزان خروج پتاسیم از برگ‌ها تسریع شده که این موضوع سبب کاهش مقدار پتاسیم در برگ‌ها و افزایش آن در ریشه‌ها می‌گردد (ژیائو و همکاران، ۲۰۰۸).

**محتوی نسبی آب برگ:** محتوی نسبی آب برگ در تیمار مقدار محلول پاشی متانول و اثر متقابل دو تیمار در سطح احتمال ۱ درصد ($P<۰/۰۱$) معنی‌دار شده است (جدول ۱). از دلایل تأثیر متانول بر محتوی نسبی آب برگ این است که به‌نظر می‌رسد تیمار متانول به‌طور قابل‌توجهی باعث افزایش نیاز آبی گیاهان زراعی در شرایط گرم و خشک می‌شود. متانول در مقادیر کم یک فرآورده طبیعی و ناشی از متابولیسم گیاه است (فال و بنسون، ۱۹۹٦). اما چگونگی اثر متانول بر محتوی نسبی آب برگ گیاهان به‌طور کامل مشخص نیست، مصرف متانول بر روی برخی گیاهان سه‌کربنه در طی دوره‌ای از فصل رشد آن‌ها که در آن مرحله تنفس نوری زیاد است باعث افزایش محتوی نسبی آب برگ، افزایش بیوماس و افزایش سرعت رشد و نمو آن‌ها می‌شود (نونومیورا و بنسون، ۱۹۹۲). متابولیسم متانول و تبدیل آن به قند می‌تواند پتانسیل اسمزی برگ‌ها را تغییر داده و باعث افزایش فشار ترگر و افزایش هدایت روزنه‌ای گردد. باز نگه داشتن روزنه‌ها باعث افزایش سرعت اسیمیلاسیون و همچنین افزایش رشد گیاه خواهد شد (نونومیورا و بنسون، ۱۹۹۲). محلول پاشی متانول در گیاه توتون در شرایطی که با کمبود آب مواجه هستند تولید و بیوماس آن‌ها را افزایش می‌دهد اما نیاز آبی گیاه بر اثر محلول پاشی متانول کاهش می‌یابد همچنین در اثر محلول پاشی متانول، آسیمیلاسیون و هدایت دی‌اکسیدکربن افزایش می‌یابد و در نتیجه راندمان مصرف آب بیش‌تر می‌شود (آلبرت و همکاران، ۱۹۹۵). مقایسه مقادیر مختلف محلول پاشی متانول از نظر محتوی نسبی آب برگ نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار محتوی نسبی آب برگ در مقدار ۳۰ درصد حجمی متانول مشاهده می‌شود که به‌طور میانگین دارای مقدار محتوی نسبی آب برگ ۷۵/۱ درصد می‌باشد (جدول ۳). مقایسه تیمارهای مختلف از نظر محتوی نسبی آب برگ نشان می‌دهد که بیش‌ترین محتوی نسبی آب برگ در تیمار زمان محلول پاشی ظهر و مقدار ۳۰ درصد حجمی متانول مشاهده می‌شود که به‌طور میانگین دارای محتوی نسبی آب برگ ۷۷/۷ درصد می‌باشد (جدول ۳).

**وزن تر برگ:** وزن تر برگ تحت‌تأثیر تیمارهای مطالعات قرار نگرفت. از دلایل تأثیر نداشتن متانول بر وزن تر برگ این است که متانول در مقایسه با دی‌اکسیدکربن مولکول کوچک‌تری است که به‌راحتی

به‌وسیله گیاهان سه‌کربنه جذب و سبب افزایش مقدار فتوسنتزشان می‌شود (کوتازاباسیس و همکاران، ۱۹۹۹؛ لی و همکاران، ۱۹۹۵). همچنین مصرف متانول در گیاهان زراعی باعث افزایش بیوماس آن‌ها می‌گردد (زبیک و همکاران، ۲۰۰۳؛ رامبرگ و همکاران، ۲۰۰۲). نور عامل مهمی در افزایش رشد به‌دست آمده از متانول می‌باشد. در داخل گیاهان و در حضور نور، متانول نسخه‌برداری از ژن‌ها به‌خصوص نسخه‌برداری از ژنی که در تولید کمپلکس آنزیمی گلیسین دکربوکسیلاز نقش دارد را افزایش می‌دهد (داونی و همکاران، ۲۰۰٤). متانول همچنین باعث آسیمیلاسیون دی‌اکسیدکربن در گیاه می‌شود که از این طریق باعث افزایش وزن تر گیاه نسبت به تیمار شاهد می‌شود (داونی و همکاران، ۲۰۰٤). متانول از طریق کاهش تنفس نوری و افزایش مقدار آماس سلولی بافت‌های گیاهی بر روی وزن تر تأثیر می‌گذارد. مقایسه تیمارهای مختلف از نظر وزن تر برگ نشان می‌دهد که بیش‌ترین وزن تر برگ در تیمار زمان محلول پاشی ظهر و مقدار ۳۰ درصد حجمی متانول مشاهده می‌شود که به‌طور میانگین دارای وزن تر برگ ۱۷۵۱ گرم بر مترمربع می باشد (جدول ۳).

**قطر ساقه:** قطر ساقه همانند وزن تر برگ در هیچ‌یک از تیمارها معنی‌دار نشد. به‌نظر می‌رسد متانول باعث افزایش رشد گیاه و افزایش فتوسنتز می‌شود و از این طریق جذب عناصر غذایی مانند نیتروژن و فسفر را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر، متانول سبب افزایش تولید هورمون جیبرلین می‌شود افزایش تولید این هورمون می‌تواند قطر ساقه را تحت‌تأثیر قرار دهد. اما حتی این موارد نیز باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در قطر ساقه توتون نشد.

از نتایجی که در پژوهش‌های دیگر به‌دست آمده می‌توان به راجالا و همکاران (۱۹۹۸) اشاره کرد که که گزارش کرده است که متانول رشد و عملکرد گیاهانی مانند جو، گندم، یولاف و نخود را افزایش نداده است. زبیک و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که در گیاهانی مثل گوجه‌فرنگی، چغندرقند و کلزا متانول عملکرد گیاهان را افزایش داده است به‌طوری‌که گیاه تیمار شده با متانول ۳۰-۲۰ درصد عملکرد بالاتری داشته است. زبیک و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که محلول پاشی متانول عملکرد وزن خشک گندم را افزایش داد و متانول ۲۰ درصد در شلغم باعث ۲۳ درصد افزایش عملکرد شد. به‌طورکلی و با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که متانول عملکرد کمی را چندان تحت‌تأثیر قرار نداد اما عملکرد کیفی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) را بهبود بخشید.

**جدول ۳- مقایسه میانگین طول و عرض برگ، محتوی نسبی آب برگ، مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ.**

| منبع تغییرات | طول برگ (سانتی‌متر) | عرض برگ (سانتی‌متر) | محتوی نسبی آب برگ (درصد) | نیتروژن کمربرگ (درصد) | نیتروژن لچه‌برگ (درصد) | فسفر کمربرگ (درصد) | فسفر لچه‌برگ (درصد) | پتاسیم کمربرگ (درصد) | پتاسیم لچه‌برگ (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $T_1$ | ۳۷/۴۵$^{a}$ | ۲۲/۵۶$^{a}$ | ۶۹/۱۰$^{a}$ | ۱/۹۶۹$^{a}$ | ۱/۸۰۶$^{b}$ | ۰/۲۹۷$^{a}$ | ۰/۴۴۴$^{a}$ | ۴/۳۶۹$^{b}$ | ۲/۶۳۲$^{b}$ |
| $T_2$ | ۳۷/۱۰$^{a}$ | ۲۲/۶۰$^{a}$ | ۷۲/۳۲$^{a}$ | ۱/۸۷۷$^{b}$ | ۱/۸۲۳$^{b}$ | ۰/۲۹۸$^{a}$ | ۰/۴۲۸$^{a}$ | ۴/۲۸۶$^{c}$ | ۲/۵۳۰$^{c}$ |
| $T_3$ | ۳۸/۴۹$^{a}$ | ۲۲/۹۵$^{a}$ | ۶۸/۹۵$^{a}$ | ۱/۷۹۷$^{c}$ | ۱/۸۵۵$^{a}$ | ۰/۳۰۱$^{a}$ | ۰/۴۲۸$^{a}$ | ۴/۹۲۷$^{a}$ | ۲/۷۰۷$^{a}$ |
| LSD (۵ درصد) | ۳/۱۴ | ۱/۰۶ | ۳/۵۰ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۴ | ۰/۰۱ |
| $M_1$ | ۳۰/۸۶$^{b}$ | ۲۲/۱۹$^{b}$ | ۷۲/۲۸$^{ab}$ | ۲/۰۳۱$^{b}$ | ۱/۶۷۵$^{e}$ | ۰/۲۹۰$^{a}$ | ۰/۴۳۸$^{ab}$ | ۴/۸۷۱$^{a}$ | ۲/۹۶۵$^{a}$ |
| $M_2$ | ۳۹/۵۲$^{a}$ | ۲۲/۴۶$^{b}$ | ۶۴/۸۸$^{c}$ | ۱/۷۷۷$^{d}$ | ۱/۸۳۹$^{c}$ | ۰/۲۹۲$^{a}$ | ۰/۴۴۱$^{ab}$ | ۴/۴۰۱$^{c}$ | ۲/۷۹۲$^{b}$ |
| $M_3$ | ۳۹/۱۰$^{a}$ | ۲۲/۹۲$^{ab}$ | ۶۸/۵۷$^{bc}$ | ۱/۷۵۱$^{e}$ | ۱/۷۴۱$^{d}$ | ۰/۳۰۲$^{a}$ | ۰/۴۲۱$^{bc}$ | ۴/۲۸۲$^{d}$ | ۲/۳۲۸$^{f}$ |
| $M_4$ | ۳۴/۴۷$^{b}$ | ۲۱/۹۶$^{b}$ | ۷۵/۱۳$^{a}$ | ۱/۹۲۵$^{c}$ | ۱/۹۶۹$^{a}$ | ۰/۲۹۶$^{a}$ | ۰/۴۵۰$^{a}$ | ۴/۱۸۹$^{e}$ | ۲/۶۳۵$^{c}$ |
| $M_5$ | ۳۹/۶۹$^{a}$ | ۲۲/۴۸$^{b}$ | ۷۴/۷۸$^{a}$ | ۲/۱۰۲$^{a}$ | ۱/۹۰۵$^{b}$ | ۰/۳۰۰$^{a}$ | ۰/۴۳۸$^{ab}$ | ۴/۸۴۱$^{a}$ | ۲/۴۶۲$^{e}$ |
| $M_6$ | ۴۲/۴۵$^{a}$ | ۲۴/۲۱$^{a}$ | ۶۵/۱۰$^{c}$ | ۱/۶۹۹$^{f}$ | ۱/۸۳۹$^{c}$ | ۰/۳۱۳$^{a}$ | ۰/۴۱۱$^{c}$ | ۴/۵۸۱$^{b}$ | ۲/۵۵۷$^{d}$ |
| LSD (۵ درصد) | ۴/۴۵۰ | ۱/۵۰ | ۴/۹۵ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۶ | ۰/۰۲ |
| $T_1 \times M_1$ | ۳۰/۵۴$^{e}$ | ۲۲/۱۹$^{abc}$ | ۷۴/۲۸$^{ab}$ | ۲/۱۶۸$^{c}$ | ۱/۸۷۲$^{e}$ | ۰/۲۹۲$^{bcd}$ | ۰/۴۴۵$^{b}$ | ۴/۵۰۳$^{de}$ | ۳/۱۹۵$^{a}$ |
| $T_1 \times M_2$ | ۴۰/۸۱$^{ab}$ | ۲۲/۹۰$^{abc}$ | ۵۹/۸۸$^{de}$ | ۱/۸۹۵$^{f}$ | ۱/۷۷۴$^{f}$ | ۰/۳۱۲$^{abcd}$ | ۰/۳۹۵$^{cd}$ | ۴/۵۰۲$^{de}$ | ۲/۶۳۵$^{e}$ |
| $T_1 \times M_3$ | ۳۷/۸۳$^{abcde}$ | ۲۲$^{bc}$ | ۶۵/۱۸$^{bcd}$ | ۱/۸۳۵$^{gh}$ | ۱/۷۷۴$^{f}$ | ۰/۳۴۲$^{a}$ | ۰/۴۲۵$^{bc}$ | ۳/۵۰۳$^{h}$ | ۲/۷۵۵$^{c}$ |
| $T_1 \times M_4$ | ۳۵/۸۵$^{abcde}$ | ۲۱/۷۱$^{c}$ | ۷۱/۸۰$^{abc}$ | ۲/۲۶۲$^{b}$ | ۱/۵۷۲$^{h}$ | ۰/۲۳۲$^{e}$ | ۰/۵۳۲$^{a}$ | ۴/۵۰۲$^{de}$ | ۲/۶۳۵$^{e}$ |
| $T_1 \times M_5$ | ۳۸$^{abcde}$ | ۲۲/۳۲$^{abc}$ | ۷۷/۵۷$^{a}$ | ۱/۷۹۷$^{h}$ | ۱/۹۷۰$^{d}$ | ۰/۲۹۲$^{bcd}$ | ۰/۴۴۵$^{b}$ | ۴/۷۸۳$^{c}$ | ۲/۱۷۵$^{j}$ |
| $T_1 \times M_6$ | ۴۱/۶۸$^{ab}$ | ۲۴/۲۲$^{abc}$ | ۶۵/۹۰$^{bcd}$ | ۱/۸۵۴$^{fg}$ | ۱/۸۷۱$^{e}$ | ۰/۳۱۲$^{abcd}$ | ۰/۴۲۵$^{bc}$ | ۴/۴۲۳$^{ef}$ | ۲/۳۹۵$^{h}$ |
| $T_2 \times M_1$ | ۳۱/۲۰$^{de}$ | ۲۲/۲۸$^{abc}$ | ۷۶/۹۰$^{a}$ | ۱/۸۹۵$^{f}$ | ۱/۴۷۹$^{i}$ | ۰/۲۷۲$^{de}$ | ۰/۴۴۵$^{b}$ | ۴/۵۰۳$^{de}$ | ۲/۶۹۵$^{d}$ |
| $T_2 \times M_2$ | ۳۸/۷۶$^{abcd}$ | ۲۱/۹۸$^{bc}$ | ۷۱/۱۰$^{abc}$ | ۱/۴۸۳$^{k}$ | ۱/۵۷۷$^{h}$ | ۰/۲۹۲$^{bcd}$ | ۰/۵۱۵$^{a}$ | ۴/۳۶۳$^{f}$ | ۲/۷۵۵$^{c}$ |
| $T_2 \times M_3$ | ۳۶/۹۲$^{abcde}$ | ۲۲/۲۲$^{abc}$ | ۷۶/۸۰$^{a}$ | ۱/۸۳۵$^{gh}$ | ۱/۶۷۵$^{g}$ | ۰/۲۷۲$^{de}$ | ۰/۴۱۵$^{bcd}$ | ۴/۷۸۳$^{c}$ | ۲/۰۰۵$^{k}$ |
| $T_2 \times M_4$ | ۳۴/۷۳$^{bcde}$ | ۲۲$^{bc}$ | ۷۷/۷۵$^{a}$ | ۱/۷۹۵$^{h}$ | ۲/۳۶۴$^{a}$ | ۰/۳۳۵$^{ab}$ | ۰/۳۷۵$^{d}$ | ۳/۳۶۲$^{i}$ | ۲/۵۱۵$^{g}$ |
| $T_2 \times M_5$ | ۳۷/۹۳$^{abcde}$ | ۲۲/۴۳$^{abc}$ | ۷۶/۹۵$^{a}$ | ۲/۸۲۸$^{a}$ | ۲/۰۶۸$^{c}$ | ۰/۲۸۵$^{cd}$ | ۰/۴۲۵$^{bc}$ | ۴/۵۶۳$^{d}$ | ۲/۵۱۵$^{g}$ |
| $T_2 \times M_6$ | ۴۳/۰۸$^{a}$ | ۲۴/۶۷$^{a}$ | ۵۴/۴۵$^{e}$ | ۱/۴۲۵$^{l}$ | ۱/۷۷۴$^{f}$ | ۰/۳۳۵$^{ab}$ | ۰/۳۹۵$^{cd}$ | ۴/۱۴۲$^{g}$ | ۲/۶۹۵$^{d}$ |
| $T_3 \times M_1$ | ۳۰/۸۴$^{e}$ | ۲۲/۰۹$^{abc}$ | ۶۵/۶۸$^{bcd}$ | ۲/۰۳۰$^{d}$ | ۱/۶۷۴$^{g}$ | ۰/۳۰۵$^{abcd}$ | ۰/۴۲۵$^{bc}$ | ۵/۶۰۸$^{a}$ | ۳/۰۰۵$^{b}$ |
| $T_3 \times M_2$ | ۳۸/۹۹$^{abc}$ | ۲۲/۴۹$^{abc}$ | ۶۳/۶۷$^{cde}$ | ۱/۹۵۲$^{e}$ | ۲/۱۶۶$^{b}$ | ۰/۲۷۲$^{de}$ | ۰/۴۱۵$^{bcd}$ | ۴/۳۳۸$^{f}$ | ۲/۹۸۵$^{b}$ |
| $T_3 \times M_3$ | ۴۲/۵۳$^{a}$ | ۲۴/۵۳$^{ab}$ | ۶۳/۷۵$^{cde}$ | ۱/۵۸۱$^{j}$ | ۱/۷۷۴$^{f}$ | ۰/۲۹۲$^{bcd}$ | ۰/۴۲۵$^{bc}$ | ۴/۵۶۳$^{d}$ | ۲/۲۲۵$^{i}$ |
| $T_3 \times M_4$ | ۳۲/۸۲$^{cde}$ | ۲۲/۱۶$^{abc}$ | ۷۵/۸۲$^{a}$ | ۱/۷۱۸$^{i}$ | ۱/۹۷۰$^{d}$ | ۰/۳۲۲$^{abc}$ | ۰/۴۴۵$^{b}$ | ۴/۷۰۲$^{c}$ | ۲/۷۵۵$^{c}$ |
| $T_3 \times M_5$ | ۴۳/۱۴$^{a}$ | ۲۲/۶۸$^{abc}$ | ۶۹/۸۲$^{abc}$ | ۱/۶۸۲$^{i}$ | ۱/۶۷۵$^{g}$ | ۰/۳۲۲$^{abc}$ | ۰/۴۴۵$^{b}$ | ۵/۱۷۷$^{b}$ | ۲/۶۹۵$^{d}$ |
| $T_3 \times M_6$ | ۴۲/۵۹$^{a}$ | ۲۳/۷۵$^{abc}$ | ۷۴/۹۵$^{ab}$ | ۱/۸۱۶$^{gh}$ | ۱/۸۷۲$^{e}$ | ۰/۲۹۲$^{bcd}$ | ۰/۴۱۵$^{bcd}$ | ۵/۱۷۷$^{b}$ | ۲/۵۸۰$^{f}$ |
| LSD (۵ درصد) | ۷/۷۰۸ | ۲/۶۰ | ۱۴/۷۲ | ۰/۰۴ | ۰/۰۴ | ۰/۰۴ | ۰/۰۴ | ۰/۱۱ | ۰/۰۴ |

* در جدول بالا $T_1$ محلول پاشی در زمان صبح، $T_2$ در زمان ظهر و $T_3$ در زمان عصر می‌باشد. همچنین $M_1$، $M_2$، $M_3$، $M_4$، $M_5$ و $M_6$ به‌ترتیب مقادیر محلول پاشی ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد حجمی می‌باشند. مقایسه میانگین در سطح احتمال ۵ درصد ($P<0/05$) انجام شده است.

## منابع


1.Albrecht, S.L., Douglas, C.L., Klepper, E.L., Rasmussen, P.E., Rickman, R.W., Smiley, R.W., Wysocki, D.W. and Wilkins, D.E. 1995. Effects of foliar methanol application on crop yield. Crop Sci. 35: 1642-1646.

2.Bhattacharya, S., Bhattacharya, N.C. and Bhatnagar, B. 1985. Effect of ethanol. methanol and acetone on rooting etiolated cuttings of *Vigna radiata in presence* of sucrose and auxin. Ann. Bot. 55: 143-145.

3.Davis, D. and Nielsen, M. 1999. Tobacco production chemistry and technology .Coresta Blackwell Science.

4.Devlin, M., Bhowmik, P.C. and Karczmarczyk, S.J. 1994. Influence of methanol on plant germination and growth. Plant Growth Reg. 22: 102-108.

5.Fall, R. and Benson, A. 1996. Leaf methanol-the simplest natural product from plants. Trends Plant Sci. 1: 296-301.

6.Faver, K.L. and Gerik, T.J. 1996. Foliar-applied methanol effects on cotton(*Gossypium hirsutum L*) gas exchange and growth. Field Crops Res. 47: 227-234.

7.Feibert, E.B.G., James, S.R., Rykbost, K.A., Mitchell, A.R. and Shock, C. 1995. Potato yield and quality not changed by foliar-applied methanol. Hort. Sci. 30: 3. 494-495.

8.Galbally, E. and Kirstine, W. 2002. The Production of methanol by flowering plants and the global cycle of methanol. J. Atmos. Chem. 43: 3. 195-229.

9.Hemming, D. and Criddle, R. 1995. Effects of methanol on plant respiration. J. Plant Physiol. 146: 193-198.

10.Karaivazoglou, N.A., Papakosta, D.K. and Divanidis, S. 2005. Effect of chloride in irrigation water and form of nitrogen fertilizer on Virginia tobacco. Field Crops Res. 92: 61-74.

11.Knottnerus, J.A. 2006. Methanol. evoulution of the effect on reoroduction, recommendation for classification. health council of the Netherlands committee for compound toxic to reproduction.

12.Li, Y., Gupta, J. and Siyumbano, A.K. 1995. Effect of methanol on soybean pHotosynthesis and chlorophyll. J. Plant Nut. 18: 1875-1880.

13.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 and sugarcane. Env. Exp. Bot. 57: 168-176.

14.Makhdum, M.I., Malik, M.N., Din, S.U., Ahmad, F. and Chaudhry, F.I. 2002. PHysiological response of cotton to methanol foliar application. J. Res. Sci. 13: 37-43.

15.Moustakas, N.K. and Ntzanis, H. 2005. Dry matter accumulation and nutrient uptake in Flue cured Tobacco. Field Crops Res. 94: 1-13.

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

17. Omer, Z.S., Tombolini, R. and Gerhardson, B. 2004. Plant colonization by pink-pigmented facultative methylotropHic bacteria (PPFMs). FEMS Microbiol. Ecol. 46: 319-326.
18. Rajala, A., Karkkainen, J., Peltonen, J. and Peltonen-Sainio, P. 1998. Foliar applications of alcohols failed to enhance growth and yield of C3 crops. Ind. Crop. Prod. 7: 129-137.
19. Ramirez, I., Dorta, F., Espinoza, V., Jimenez, E., Mercado, A. and Pen a-Cortes. H. 2006. Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of arabidopsis. tobacco and tomato plants. J. Plant Growth Reg. 25: 30-44.
20. Safarzadeh, M.N. 2007. Effect of methanol on a growth and yield of groundnut. Ph.D. Thesis in Azad Tehran University.
21. Wang, X., Shen, J. and Liao, H. 2010. Acquisition or utilization, which is more critical for enhancing phosphorus efficiency in modern crops? Plant Sci. 179: 302-304.
22. Xiao-Tang, J., Feng-Chun, C., Chun-Gian, L., Rong-Feng, J., Christie, P. and Fu-Suo, Z. 2008. Yield and nicotine content of flue cured tobacco as affected by soil nitrogen mineralization and Pedosphere,? 18: 2. 227-235.
23. Zbiec, I., Karczmarczyk, S. and Podsiadło, C. 2003. Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. Elec. J. Polish Agri. Univer. Agron. 6: 1. 1-7.
24. Zhengxiong, Z., Chunjian, L., Yuhong, Y. and Fusuo, Z. 2010. Why Does potassium concentration in a flue cured Tobacco leaves decrease after apex excision? Field Crops Res. 116: 86-91.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
*J. of Plant Production, Vol. 18(3), 2011*
*www.gau.ac.ir/journals*

# Studing the Effect of time and values of methanol foliation on quality and quantity yield flue-cured tobacco of cocker 347 type in Ahmadgurab region of Rasht

***K. Sabokrow Foomany[1], M.N. Safarzadeh[2], J. Daneshian[3], M. Ranjbar Choobeh[4] and K. Sabokrow Foomany[1]**

[1]Senior Expert, Dept. of Agronomy, Islamic Azad University, Rasht Branch,
[2]Assistant Prof., Faculty of Agricultural, Islamic Azad University, Rasht Branch,
[3]Associate Prof., Seeds and Plant Improvement Institute, Karaj,
[4]Tobacco Research Institute, Rasht

Received: 2010/11/01; Accepted: 2011/10/10

**Abstract**

In order to study the effect of methanol on growth and yield of Virginia tobacco varieties Cocker 347, an experiment was carried out through a factorial experiment in Randomized complete block design with 4 replications and 18 treatments. First Treatment was spraying time which includes 3 levels, sprayed in the morning (8-10 hours) and noon (12-14 hours) and evening (17-19 hours) and the second treatment was methanol consumption values that include 6 levels of consumption values 0, 10, 20, 30, 40 and 50 percent. Methanol sprayed at 3 times during the growing season, respectively, in the rapid growth of transplant, budding and 30 days after budding of tobacco plants. Tobacco was harvested in 3 fold. The obtained results of the data analysis showed that interaction of two factors had significantly effect on the phosphorus, potassium and nitrogen values as well as RWC at 1 percent level. Leaf width was significant in different values of sprayed methanol at 5 percent level but leaf length was significant in values of sprayed methanol at 1 percent and fresh weight and stem diameter were not significant. According to the result can be concluded that methanol improved qualitative yield of tobacco but not affected Quantitative yield of tobacco.

***Keywords:*** Methanol, Growth and Yield, Tobacco

* Corresponding Author; Email: sabokrow@yahoo.com