تاثیرمحلول پاشی متانول بر اجزای عملکرد لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط تنش آبی

جاوید عمارت پرداز[1*]، احمد حامی[2]، حبیب دواتی کاظم نیا[3]

تاریخ دریافت: 93/12/18 تاریخ پذیرش: 94/4/14

1- دکتری فیزیو لوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
2–استادیار گروه مهندسی فضای سبز ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
3- مربی گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
*نویسنده مسوول: Email: Emarat@Tabrizu.ac.ir

چکیده

کاربرد محلول‌های متانول روی اندام‌های هوایی گیاهان باعث افزایش عملکرد، تسریع رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی درآنها می‌شود. بدین منظور آزمایشی به‌صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سه تکرار در سال زراعی 1392 جهت بررسی اثرات محلول‌پاشی متانول در شرایط تنش آبی و بر اجزای عملکرد لوبیاچیتی در مرحله‌ی قبل و بعد از گلدهی و با غلظت‌های حجمی پنج و 10 درصد انجام شد. تنش آبی در سه سطح آبیاری پس از تبخیر 70، 120 و170 میلی‌متر از طشتک تبخیر کلاس A به عنوان فاکتور اصلی و محلول پاشی متانول با غلظت‌های حجمی پنج و10 درصد و در مراحل قبل و بعد از گل‌دهی لوبیا چیتی (M بدون محلول پاشی، M_1 محلول پاشی با متانول پنج درصد قبل از گل‌دهی، M_2 محلول پاشی با متانول پنج درصد بعد از گل‌دهی، M_3 محلول پاشی با متانول 10 درصد قبل از گل‌دهی، M_4 محلول پاشی با متانول 10 درصد بعد از گل‌دهی) به عنوان فاکتور فرعی در پنج سطح بودند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر فاکتور اصلی، اثر فاکتور فرعی و اثر متقابل این دو فاکتور آزمایشی برارتفاع بوته، تعداد نیام در ساقه اصلی، وزن خشک اندام هوایی، وزن صد دانه، عملکرد دانه در هکتار، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و بیشترین عملکرد دانه با میانگین 4486/66 کیلو گرم در هکتار در تیمار محلول‌پاشی با متانول پنج درصد حجمی بعد از گلدهی و در تیمار آبیاری پس از 70 میلی متر تبخیر از طشتک به دست آمد.در حالت کلی،تاثیر مصرف متانول در بهبود عملکرد گیاهان بهتر از شرایط عدم مصرف آن (M_0) بوده است.

واژه‌های کلیدی: تنش آبی ، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، لوبیاچیتی

Effect of Foliar Application of Methanol in Water Stress Condition on Yield Components of *Phaseolus vulgaris* L.

Javid Emaratpardaz[1*], Ahmad Hami[2], Habib Davati Kazemnia[3]

Received: March 9, 2015 Accepted: July 5, 2015
1- Ph.D. of Agronomy, Plant Physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
2- Assist. Prof., Dept. of Landscape Engineering Faculty of Agriculture, University of Tabriz , Iran.
3- Lecturer., Dept. of Horticultural Science Faculty of Agriculture, University of Tabriz , Iran.
*Corresponding author: Email: Emarat@Tabrizu.ac.ir

Abstract

Application of Methanol solution on plant shoots increase yield and decrease water stress effects. The research was conducted in the Research Farm in the Agriculture Faculty of the University of Tabriz, in order to evaluate the effect of different concentration of Methanol solution spraying on different growth stages of *P. vulgaris* L. before and after flowering, in water stress conditions. It was conducted in split plot form in completely random blocks with three replications. The methanol solution densities were five percent and ten percent by volume. The water stress included three levels of irrigation after 70, 120 and 170 millimeters evaporation, as the main factor and different volumetric densities of Methanol solution spraying as the sub factors in five different levels. Based on the results, effect of treatments on height of plant, number of pods in main stem, dry weight, number of pods in the plant, number and weight of empty pods, weight of 100 seeds, biological performances were meaningful and harvest index with one percent probability. Furthermore, the best performance was obtained with the ten percent density of Methanol solution spraying after flowering stage of *P. vulgaris* L. and the irrigation after 70 millimeter evaporation.

Keyword: Biological Performances, Harvest Index, *Phaseolus vulgaris*, Water Stress

مقدمه

تأمین غذا در جهان امروز که جمعیت آن با سرعت زیاد رو به افزایش است، یکی از مشکلات اساسی می-باشد (رستگار 1372). ترکیب مناسبی از پروتئین حبوبات با غلات می‌تواند سوء تغذیه و کمبود اسیدهای آمینه را برطرف سازد. یکی از لگوم‌های مهم، لوبیا چیتی است که بخش عمده رژیم غذایی روزانه بیش از 300 میلیون نفر از جمعیت جهان را تشکیل می‌دهد. متخصصین تغذیه، لوبیا چیتی را به علت مقدار پروتئین بالای آن (25 ـ 20%) و مقدار فراوان فیبر، کربوهیدرات-ها و سایر نیازهای رژیم غذایی، به عنوان یک غذای تقریباً کامل توصیف می‌کنند (میر شکاری 1380). این آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی

دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال 1392 اجرا شد. ارتفاع این منطقه از سطح دریا 1360 متر و اقلیم منطقه از نوع نیمه خشک و سرد با میانگین بارندگی سالانه 268 میلی‌متر، خاک محل اجرای آزمایش دارای بافت شنی، هدایت الکتریکی خاک دودسی‌زیمینس برمتر و pH خاک حدود 7/4 بود. فاکتورهای آزمایشی سطوح تنش خشکی و محلول پاشی شامل w_1, w_2, w_3 که به ترتیب آبیاری پس از 70 ،120 و 170 میلی‌متر تبخیر از طشتک تبخیر کلاس A و M_0 M_4, M_3, M_2, M_1, و M_5 که به ترتیب تیمار بدون محلول پاشی، محلول پاشی با متانول پنج در صد حجمی قبل از گلدهی محصول به همراه لوبیا، نخود، باقلا و عدس مورد مصرف قرار می-گیرد و تولید جهانی آن شش میلیون تن در سال است (مککلین وهمکاران 2004).

وقوع تنش کمبود آب در هر مرحلهٔ رشد لگوم‌ها سبب کاهش عملکرد این گیاهان می‌شود. اما میزان کاهش به مرحلهٔ نمو گیاه در زمان وقوع تنش، شدت و مدت آن بستگی دارد (نیلسن و نلسون 1998). .تنش خشکی در مراحل جوانه‌زنی و رشد رویشی گیاهچه‌ها موجب کاهش گسترش ریشه، ساقه، برگ‌ها و در نهایت عملکرد دانه می‌شود (بایگوری و همکاران2003). وقوع تنش در مرحلهٔ زایشی، بیشترین تأثیر منفی را روی عملکرد گیاهان زراعی دارد (کوستا-فرانکا و همکاران 2000). مرحلهٔ پرشدن دانه را در لوبیا چیتی، مرحلهٔ بسیار حساس به تنش کمبود آب بوده و وقوع تنش خشکی در دورهٔ گلدهی و پرشدن دانه این گیاه، عملکرد دانه و وزن آن را کاهش می‌دهد. محلول پاشی متانول روی اندام‌های هوایی گیاهان زراعی باعث افزایش عملکرد، تسریع رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی آنها می‌شود (نانومورا و همکاران 1992). تحقیقات در مورد تاثیر محلول پاشی متانول بر رشد و عملکرد گیاهان نشان داده، که مصرف متانول بر روی گیاهان زراعی تحت تنش آبی، افزایش بیوماس را باعث گردیده، در حالی که درگیاهان زراعی بدون تنش آبی مصرف متانول، بیوماس را کاهش می‌دهد (نانومورا و همکاران 1992، رامبرگ و همکاران 2002 ، رامیرز و همکاران 2006 ، زبیک و همکاران 2003). در تحقیقات اخیر متانول به عنوان یک منبع کربن‌گیری برای گیاهان زراعی عنوان شده (بنسون و همکاران 2004) زیرا گیاهان می‌توانند متانول محلول‌پاشی شده بر روی برگ‌ها را به راحتی جذب و آن را به عنوان منبع کربنی اضافه بر کربن اتمسفر مورد استفاده قرار دهند. متانول در مقایسه با دی‌اکسید کربن مولکول نسبتا کوچکتری دارد که به راحتی توسط گیاهان ،جذب و مورد استفاده قرار می‌گیرد (داونی و همکاران 2004). کاربرد متانول محلول پاشی شده همانند متانول طبیعی که در برگ‌ها براثرفعالیت آنزیم پیکتین متیل استرازدرفرایند گسترش دیواره سلولی ایجاد می‌شود، می‌تواند موجب افزایش تولید سیتوکنین وتحریک رشد گیاه شود (هلند 1997).

مواد و روش‌ها

(ظهور اولین جوانه گل)، محلول پاشی با متانول پنج در صد حجمی پس از گلدهی (پس از اتمام گلدهی در تمام بوته‌ها)، محلول پاشی با متانول 10 در صد حجمی قبل از گلدهی (پس از اتمام گلدهی در تمام بوته‌ها) و محلول پاشی با متانول 10 در صد حجمی قبل از گلدهی (پس از اتمام گلدهی در تمام بوته‌ها) بود.

عملیات خاک‌ورزی شامل شخم با عمق 30 سانتی‌متر، دیسک‌زنی، تسطیح زمین واز کود کامل قبل از گل‌دهی استفاده گردید. هر کرت دارای سه ردیف کاشت به طول چهار متر و فاصله بین ردیف‌ها 30 سانتی‌متر، که بذرهای لوبیا چیتی به صورت کپه‌ای در عمق دو سانتی‌متری و به تعداد سه بذر به فاصله پنج سانتی‌متری از هم کشت شدند. تراکم کاشت برابر با 40 بوته در متر مربع و رقم مورد کاشت لوبیا چیتی محلی بود. آبیاری پس از کاشت تا مرحله ظهور اولین شاخه فرعی به صورت یکسان و هر هفته انجام و بعد از آن

تیمارها اعمال و عملیات وجین جهت علف‌های هرز تا پایان آزمایش انجام گرفت. محلول‌پاشی متانول با توجه به مراحلرشدی تعریف شده در اوایل روز با سمپاش پشتی دارای نازل ریزپاش انجام گرفت و پس ازآن اقدام به آبیاری گردید. در آغاز مرحله گلدهی، به منظور ارزیابی صفات، بعد از حذف دو ردیف کناری و 50 سانتی‌متر از ابتدا و انتهای ردیف‌ها اقدام به انتخاب پنج بوته یکسان گردیده و بوته‌های انتخابی با روبان علامت گذاری شدند. از این بوته‌ها پس از برداشت نهایی به منظور اندازه‌گیری‌های صفات مورد بررسی استفاده شد. پس از رسیدگی نهایی بوته‌ها، عملیات نهایی برداشت درنیمه دوم مرداد 1392 انجام شد. به منظور تعیین عملکرد دانه با حذف ردیف‌های حاشیه، یک متر مربع از هر کرت شامل ردیف‌های وسطی برداشت و وزن دانه‌ها تعیین و ارتفاع بوته، تعدادنیام درساقه اصلی، وزن خشک اندام هوایی، وزن صددانه، عملکرددانه و عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت محاسبه گردید. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. برای بررسی همبستگی بین صفات از نرم افزار SPSS نسخه 20 و ترسیم اثرات متقابل از نرم افزار Excel استفاده گردید

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تاثیر تنش آبی و محلول پاشی متانول برصفات اندازه گیری شده در لوبیا چیتی در جدول شماره یک ارائه شده است.

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس (جدول یک) نشان داد، بین سطوح تنش اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشته و سطوح فاکتور فرعی (محلول‌پاشی با متانول) نیز در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی-دار دارند. اثر متقابل فاکتور تنش آبی و محلول پاشی متانول بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. رویه یکسانی در پاسخ به تنش آبی و همچنین محلول‌پاشی از نظر ارتفاع بوته در گیاه لوبیا چیتی مشاهده نشد. کمترین ارتفاع بوته در سطح سوم تنش آبی مشاهده گردید. بیشترین ارتفاع بوته (98 سانتی‌متر) در سطح اول و دوم تنش و با کاربرد متانول پنج درصد پس از گلدهی به دست آمد. کمترین ارتفاع بوته (18سانتی‌متر) مربوط به تنش آبی شدید (170 میلی متر تبخیر) و محلول پاشی در دو وضعیت M_0 (بدون محلول پاشی) و M_3 (محلول پاشی با متانول 10 درصد قبل از گلدهی) بود.

در تنش شدید، بدون محلول‌پاشی متانول ودر تیمار محلول‌پاشی ده درصد قبل از گلدهی کمترین ارتفاع بوته مشاهده شد (شکل 1). با توجه به شکل یک می‌توان محلول پاشی با متانول و آن هم در وضعیت M_2 (متانول پنج درصد پس از گلدهی) را در افزایش ارتفاع بوته در شرایط تنش مفید دانست. در مطالعه مخدوم و همکاران (2002) محلول‌پاشی متانول در پنبه به عنوان عامل افزایش ارتفاع بوته عنوان شده و در سویا محلول‌پاشی متانول عامل افزایش ارتفاع بوته گزارش شده است (میرآخوری و همکاران 1389). ارتفاع بوته یکی از شاخص‌های مهم رشد بوده و با توجه به نتایج حاصله، محلول پاشی متانول در شرایط کم آبی با افزایش تولید سیتوکینین، افزایش تقسیم سلولی و تحریک رشد این نقص را جبران می‌کند. (احیایی و همکاران 1389).

تعداد نیام در ساقه اصلی

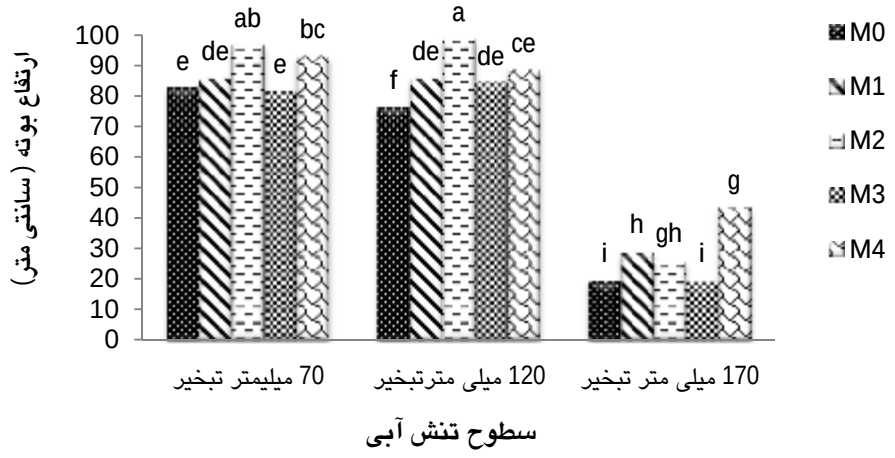
جدول تجزیه واریانس داده ها نشان داد(جدول 1) که تعداد نیام ساقه اصلی متأثر از سطوح تنش آبی و متانول می‌باشد. در تنش آبی شدید (W_3) کمترین تعداد نیام ساقه اصلی (دو عدد) بدست آمد (شکل 2). بیشترین تعداد نیام (هشت عدد) در بوته که در سطح اول تنش آبی با محلول‌پاشی متانول با غلظت حجمی

پنج درصد و پس از گلدهی (M_2) مشاهده گردید. با توجه به نتایج این آزمایش، محلول پاشی با متانول با غلظت پنج درصد و پس از گلدهی (M_2) توصیه می-شود. صفرزاده ویشگاهی و همکاران (1389) گزارش کردند که محلول‌پاشی با 20 درصد حجمی متانول سبب افزایش تعداد نیام در بادام زمینی گردید. در گزارش دیگری تعداد نیام در بوته‌های تیمار شده سویا با متانول به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت (لی و همکاران 2005).

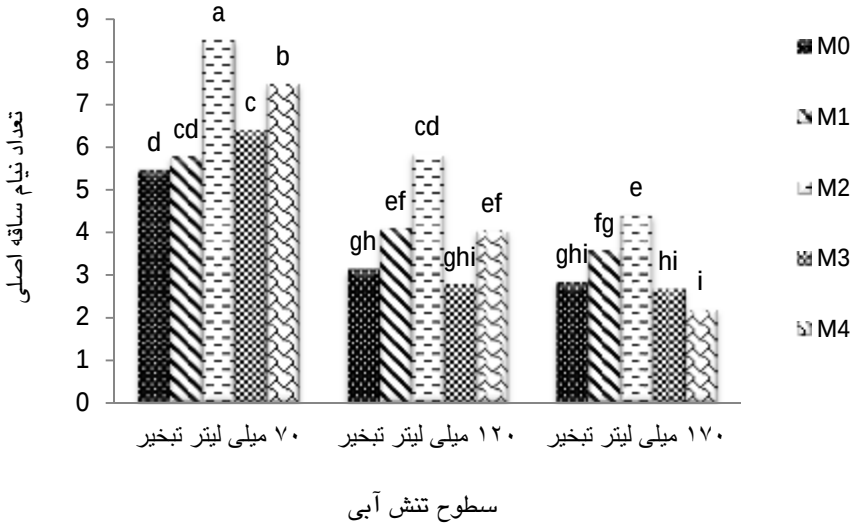
جدول1- تجزیه واریانس اجزای عملکرد لوبیا چیتی تحت شرایط تنش آبی و محلول پاشی با متانول

		میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد نیام ساقه اصلی	وزن خشک اندام هوایی	وزن صد دانه	عملکرد دانه در هکتار	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	2	122/6	18/33**	635691/29	17/27**	83123/47**	962855/94	2/86
تنش آبی	2	2733/6**	59/39**	297048/82**	92/87**	10217371/47**	801035/3**	46/60**
خطای اصلی	4	32/2	0/96	139955/29	0/73	4188/13	476020/10	1/75
متانول	4	1062/42**	11/15**	109770/48**	24/39**	259923/91**	213152/61**	11/18**
تنش * متانول	8	152/74**	1/65**	348776/63**	10/17**	24627/58**	492694/01**	1/06**
خطای فرعی	24	6/83	0/21	57366/36	0/58	3394/36	60964/43	0/23
ضریب تغییرات (%)	6/9	6/9	7/6	6/8	4/49	2/1	2/05	1/91

*، ** : به ترتیب معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.



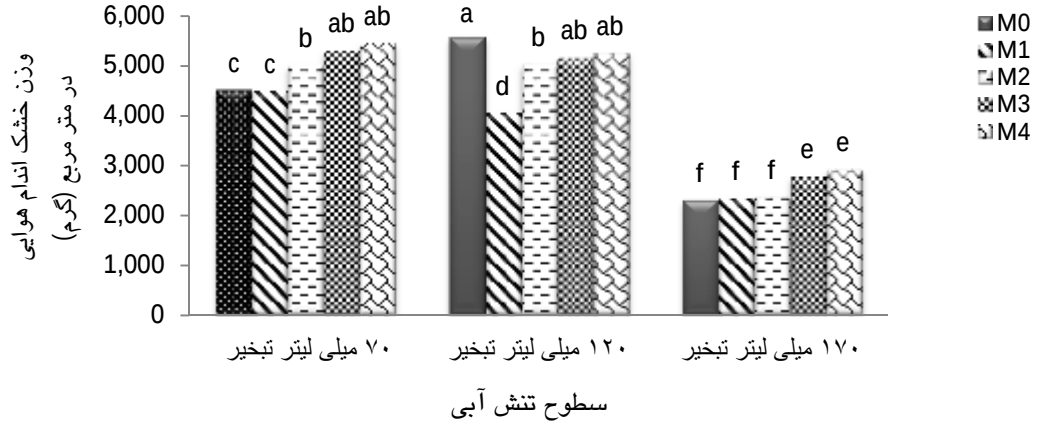
شکل 1- مقایسه میانگین ارتفاع بوته در ترکیبات تیماری تنش آبی و متانول



شکل 2- مقایسه میانگین تعداد نیام در ساقه اصلی در ترکیبات تیماری تنش آبی و متانول

وزن خشک اندام هوایی

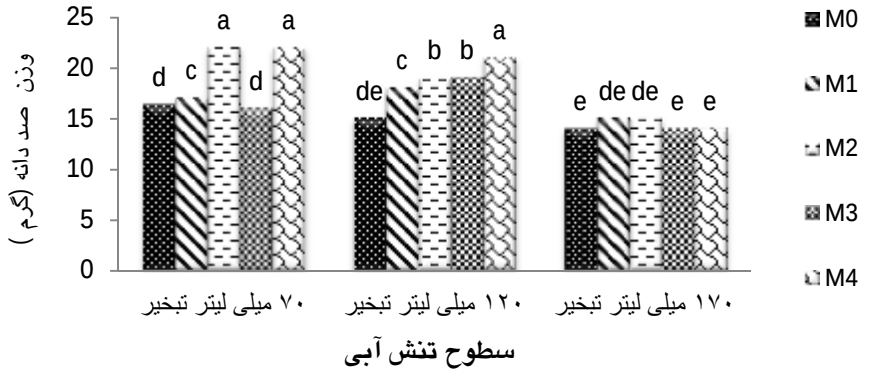
وزن خشک اندام هوایی تحت تأثیر تنش آبی و محلول پاشی با متانول قرار گرفته و دو فاکتور مذکور بروزن خشک اندام هوایی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار نشان دادند (جدول 1). اثر متقابل تنش آبی و محلول پاشی متانول نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقادیر وزن خشک اندام هوایی تحت تاثیر تنش آبی و متانول از روند خاصی تبعیت نکرد (شکل3). کمترین وزن خشک در سطح سوم تنش آبی مشاهده و بیشترین وزن خشک تولیدی در سطح دوم تنش و عدم مصرف متانول، (M_0) با میانگین 5560 گرم در متر مربع حاصل گردید. تنش سطح دوم نسبت به سطح اول تنش باعث تحریک رشد بیشتری شده و وضعیت در سطح سوم تنش از نکته نظر مصرف متانول برعکس دو سطح دیگر تنش آبی می-باشد.کاربرد متانول با مقادیرM_0، M_1 و M_2 کمترین وزن خشک را تولید و تفاوتی بین این سه سطح متانول از نظر وزن خشکمشاهده نشد. دو سطح دیگر متانول یعنی M_3و M_4 تاثیر یکسانی داشته و وزن خشک بیشتری نسبت به سه سطح اعمال شده، تولید کرده‌اند. فور و همکاران (2006) در بررسی تاثیر متانول بر گیاه پنبه اعلام داشتند که برخی از خصوصیات زراعی از جمله وزن خشک گیاه افزایش نشان داد. زبیک و همکاران (2003) گزارش کردند که لوبیا، کلزا، گوجه-فرنگی و چغندرقند تحت تیمار متانول حساسیت کمتری نسبت به کمبود آب داشته و تولید یکسانی با گیاهان شاهد داشتند. رُوه و همکاران (1994) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که محلول‌پاشی متانول موجب افزایش وزن خشک بخش هوایی و ریشه در گوجه-فرنگی گردید. بررسی‌های انجام شده در مناطق خشک پاکستان حاکی است که محلول پاشی متانول وزن خشک بخش هوایی و ریشه گیاه پنبه را افزایش داد (مخدوم و همکاران 2002).



شکل3- مقایسه میانگین وزن خشک اندام هوایی در ترکیبات تیماری تنش آبی و متانول

وزن صد دانه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول 1) که وزن صد دانه تحت تاثیر هر دو فاکتور تنش آبی و محلول پاشی متانول و همچنین اثر متقابل بین این فاکتور در سطح احتمال یک درصد قرار دارد. مقایسه میانگین ترکیبات تیماری مشخص کرد که وزن صد دانه با افزایش تنش آبی کاهش و در سطح سوم تنش آبی کمترین وزن صد دانه تولید شده است (شکل4). اختلاف معنی‌داری بین دو سطح اول و دوم تنش آبی (W_2 , W_1) از نظر وزن صد دانه وجود نداشت. کمترین مقدار وزن صددانه در دو سطح اول تنش و بدون استفاده از متانول (M_0) مشاهده گردید.



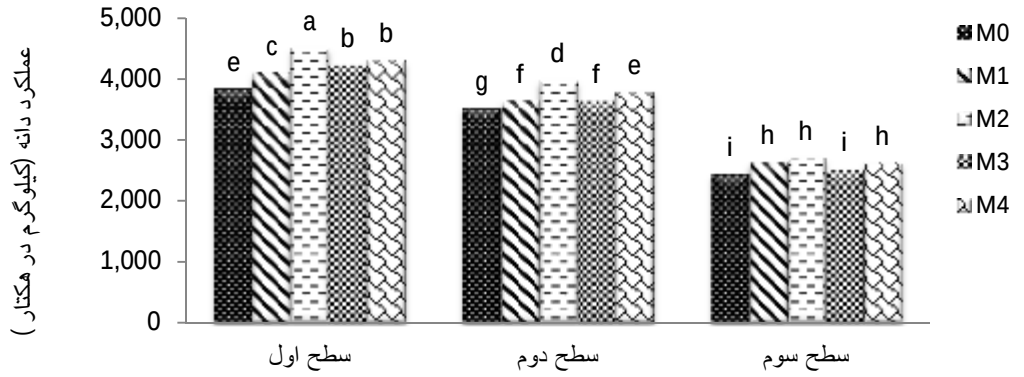
شکل 4- مقایسه میانگین وزن صد دانه لوبیا چیتی در ترکیبات تیماری تنش آبی و متانول

استفاده از متانول در حالت M_2 (پنج درصد حجمی و پس از گلدهی) و M_4 (10 درصد حجمی و پس از گلدهی) در سطح اول تنش آبی به ترتیب با میانگین 22 و 22/33 گرم بیشترین وزن صد دانه را دارا بودند. در سطح دوم تنش تیمار M_4 متانول با میانگین 21 گرم بالاترین وزن صد دانه را دارا بود. در تنش آبی سوم بین تیمارهای متانول (M_0 تاM_4) از نظر وزن صد دانه اختلاف معنی‌داری دیده نشد و در این سطح از تنش

عدم کاربرد متانول می‌تواند توصیه پذیر باشد (شکل-4). افزایش وزن صددانه را می‌توان ناشی از افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به سمت نیام‌های در حال رشد و همچنین افزایش سرعت رشد نیام به دلیل افزایش فتوسنتز بر اثر افزایش دی اکسید کربن مورد نیاز گیاه دانست. دیویس و همکاران (2009) نشان دادند که وزن صد دانه توده‌های مختلف نخود محلول‌پاشی شده با متانول افزایش یافته و کمترین وزن صددانه در تیمار عدم مصرف متانول به دست آمد. لی و همکاران (2005) نیز در مورد سویا بیشترین وزن صد دانه را در محلول‌پاشی 20 و 30 درصد متانول گزارش کرده‌اند. نکته قابل توجه این است که در سطوح پایین‌تر تنش آبی، افزایش مقدار متانول اثر مثبت بر عملکرد و اجزای عملکرد از جمله وزن صد دانه دارد ولی در سطوح بالاتر تنش آبی همانند سطح سوم تنش این آزمایش افزایش غلظت می‌تواند اثر منفی داشته باشد. بنابراین در حالتی که گیاه دسترسی عادی به آب دارد افزایش غلظت متانول تا حدودی می‌تواند اثر مثبت نشان دهد به طوری که داونی و همکاران (2004) نحوه و زمان مصرف متانول را به عنوان ترکیبی تاثیرگذار در متابولیسم گیاهان بسیار مهم دانستند.

عملکرد دانه در هکتار

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول 1) مشاهده می‌شود که دو فاکتور اصلی و فرعی و همچنین اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد برای عملکرد دانه معنی‌دار می‌باشد. مقایسه میانگین ها (شکل 5) نشان داد،عملکرد دانه در هکتاربا افزایش سطح تنش آبی دارای روند کاهشی داشته است. بیشترین عملکرد دانه به ترتیب در سطح اول تا سوم تنش ثبت شد. با توجه به معنی دار بودن اثر متقابل دو فاکتور اصلی و فرعی در این آزمایش در هر سطح از فاکتور اول (تنش آبی) وضعیت متفاوتی برای فاکتور سطوح متانول دیده می شود. با توجه به شکل پنج می توان گفت که در حالت کلی مصرف متانول بهتر از عدم مصرف آن (M_0) بوده است.



شکل 5- مقایسه میانگین عملکرد دانه لوبیا چیتی در ترکیبات تیماری تنش آبی و متانول

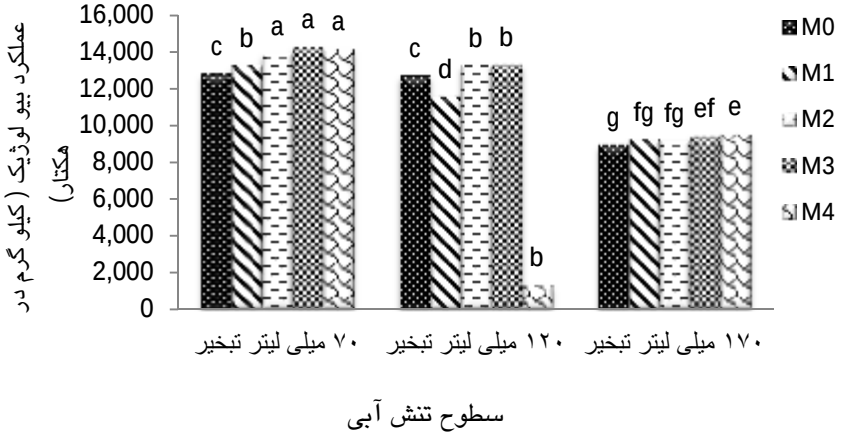
در سطح اول تنش آبی و همچنین در سطح دوم آن، سطح M_2 متانول (پنج درصد حجمی و پس از گلدهی) به ترتیب با میانگین 4486/66 و 3960 کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را داده است. در سطح آخر تنش آبی دو سطح M_0 و M_3 (10 درصد و قبل از گلدهی) نتیجه یکسانی داده و کمترین عملکرد (2423/33

کیلوگرم در هکتار برای M_0و 2503/33 کیلوگرم در هکتار برای M_3) به دست آمده است. عملکرد در هکتار برای سه سطح دیگر متانول یعنی M_1، M_2 و M_4 هم از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم نشان نداد. بنابراین در سطح تنش آبی شدید فقط M_3 (10 درصد حجمی و قبل از گلدهی) قابل توصیه نمی باشد. در شرایط آبیاری کامل میزان فتوسنتز و تولید مواد پرورده افزایش یافته و در نتیجه از طریق افزایش سرعت پر شدن دانه، وزن دانه و در نهایت عملکرد آن افزایش می یابد. این روند تحت شرایط تنش آبی دچار اختلاف شده و نتیجه ان کاهش عملکرد خواهد بود. در این بین مصرف متانول اثر مثبت داشته و عملکرد دانه را به طور معنی داری افزایش می دهد چرا که گیاهان می توانند متانول محلول پاشی شده بر روی برگها را به راحتی جذب کرده و آن را به عنوان منبع کربنی اضافه بر کربن اتمسفر مورد استفاده قرار دهند. متانول در مقایسه با CO_2 مولکول نسبتا کوچکتری است که به راحتی توسط گیاه جذب شده و مورد استفاده قرار می گیرد (نادعلی و همکاران 1389). افزایش عملکرد دانه در اثر مصرف متانول در بسیاری از گیاهان گزارش شده است (احیایی و همکاران 1389، صفرزاده ویشگاهی و همکاران 1389).

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر هر دو فاکتور تنش آبی و محلول‌پاشی متانول در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت. اثر متقابل تنش آبی و محلول‌پاشی متانول در سطح احتمال یک درصد نیز معنی دار شد. مقایسه میانگین اثرمتقابل تیمارها (شکل6) نشان داد که با افزایش شدت تنش آبی عملکرد بیولوژیک نیز کاهش معنی‌دار داشته و کمترین میزان آن در سطح تنش شدید (W_3) به دست آمد. در سطح اول تنش کمترین عملکرد بیولوژیک (با میانگین 13784 گرم) مربوط به عدم استفاده از متانول بوده که نشان دهنده تاثیر مثبت متانول بر این صفت می‌باشد، چرا که بقیه سطوح متانول M_2 تا M_4 اثر افزایش معنی‌داری بر مقدار عملکرد بیولوژیک داشتند. بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک در سطح اول تنش آبی و در تیمارهای M_2 ، M_3و M_4 مشاهده گردید. در سطح دوم تنش آبی نیز هر سه تیمارM_2، M_3 و M_4 نتیجه یکسان داشته و ضعیف‌ترین عملکرد بیولوژیک در این سطح از تنش مربوط به M_0 بود. در دو سطح از تنش آبی مصرف متانول قابل توصیه بوده و سه مرحله M_2، M_3 و M_4توصیه می‌شود. در سطح سوم تنش آبی عملکرد بیولوژیک در تیمار M_0 نتیجه‌ای مشابه تیمارهایM_1 و M_2 داشت. هر چند که در تنش سوم آبی تیمارهای محلول‌پاشی متانول M_3 و M_4 به ترتیب با میانگین 10410 و 10777 گرم در این سطح از تنش آبی بیشترین عملکرد بیولوژیک را تولید کرد. در مطالعه اثر محلول پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود (احیایی و همکاران 1389) تیمارهای متانول 20 و 30 درصد عملکرد بیولوژیک نخود را افزایش و کمترین عملکرد بیولوژیک در شرایط عدم مصرف متانول مشاهده شد. بیشترین عملکرد بیولوژیک پنبه در شرایط تنش آبی با کاربرد متانول حاصل و افزایش عملکرد بیولوژیک درشرایط تنش آبی را کاهش تنفس نوری در گیاهان تیمار شده با متانول عنوان کردند (مخدوم و همکاران 2002). تحقیقات مشابه نشان می‌دهد که محلول پاشی متانول بر روی پنبه (مادهایان و همکاران، 2006)، کلزا (زبیک و پودسیاه 2003) و گوجه فرنگی (رُوه و همکاران 19949) موجب افزایش عملکرد بیولوژیک می‌شود. این موضوع نشان می‌دهد که افزیش بیوماس احتمالا به دلیل افزایش سطح و تعداد برگ بوده است و همچنین ازدیدگاه دیگر این موضوع نشان می-دهد که متانول می‌تواند بر اسیمیلاسیون دی‌اکسیدکربن در گیاه تاثیرگذار باشد (برودان و اگلی 2003). اولین شرط تولید عملکرد بالا افزایش مقدار ماده خشک است، زیرا حدود 90 درصد وزن خشک گیاهان ناشی از

اسیمیلاسیون دی اکسیدکربن طی فتوسنتز است در نتیجه افزایش سرعت تثبیت برای بالا بردن ظرفیت تولید گیاهان زراعی می‌تواند مفید باشد (دسوزا و همکاران 2007). متانول به عنوان یک منبع کربن برای گیاه محسوب شده و نقش آن درکاهش اثر تنشهای القا شده از جمله تنش آبی در گیاهان زراعی به اثبات رسیده است (فلکساس و همکاران 2006، هورا و همکاران 2007).

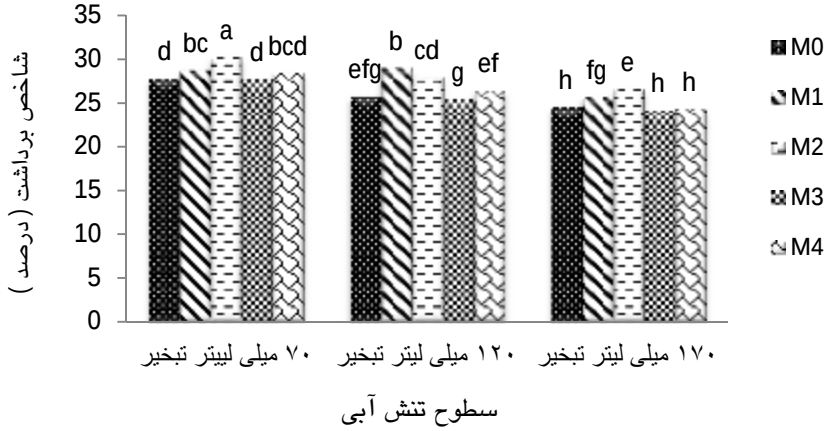


شکل 6- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک لوبیا چیتی در ترکیبات تیماری تنش آبی و متانول

شاخص برداشت

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول 1) نشان داد که اثر تنش آبی و محلول‌پاشی متانول بر شاخص برداشت و اثر متقابل هر دو فاکتور نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با افزایش شدت تنش آبی از میزان شاخص برداشت به طور معنی‌داری کاسته شد (شکل 7). شاخص برداشت در دو سطح اول و دوم تنش روند مشابهی داشته و در سطح سوم تنش بیشترین تاثیر منفی را بر میزان شاخص برداشت نشان داد. در سطح اول تنش آبی، بهترین تاثیردر محلول پاشی متانول با غلظت پنج درصد و پس از گلدهی (M_2) با میانگین 30/13 درصد حاصل شد. عدم کابرد متانول (M_0) در این سطح از تنش با تیمارهای M_3 و M_4 متانول نتیجه یکسانی داشت. در سطح دوم تنش بالاترین شاخص برداشت درتیمار متانول پنج درصد حجمی (M_1) و محلول پاشی قبل از مرحله گلدهی بود (با میانگین 28/9 درصد). همانند سطح اول تنش آبی در سطح دوم تنش نیز هر سه تیمارM_0، M_3 و M_4 متانول نتیجه یکسانی بر مقدارشاخص برداشت داشتند. در سطح سوم تنش آبی تیمارM_2 متانول با میانگن شاخص برداشت 26/49 درصد بهترین بود (شکل 7). یوسفی و همکاران (1390) تاثیر مثبت محلول پاشی متانول بر عملکرد و مقدار شاخص برداشت لوبیا سبز را گزارش و اعلام داشتند که کمترین مقدار شاخص برداشت در تیمار عدم مصرف متانول مشاهده گردید. در این گزارش کاهش شاخص برداشت به کاهش عملکرد نیام نسبت داده شده که در آزمایش حاضر نیز چنین نتیجه‌ای اخذ شد. در آزمایش میرآخوری و همکاران (1389) بر روی گیاه سویا بیشترین مقدار شاخص برداشت در تیمار با متانول هفت درصد حجمی گزارش گردید. یوسفی و همکاران (1390) بیشترین شاخص برداشت در لوبیا سبز رابا محلول پاشی 30 درصد حجمی متانول به دست آوردند. در مطالعه میرآخوری و همکاران (1389) بر افزایش شاخص برداشت تحت تیمار متانول به واسطه افزایش عملکرد دانه و بیوماس اشاره شده است چرا که با عملکرد دانه بالا صورت کسر افزایش یافته و

در نهایت باعث افزایش شاخص برداشت می‌شود.این موضوع نشان دهنده آن است که گیاه پس از دریافت متانول توانسته بخش اعظمی از تولیدات خود را صرف تولید دانه کند. محلول پاشی متانول گیاهان در معرض تنش خشکی سبب جلوگیری از کاهش بیوماس آن‌ها می‌شود و شاخص برداشت بیانگر میزان انتقال مواد آلی ساخته شده از منبع به مخزن بوده و هر چه مواد فتوسنتزی بیشتری از اندام سبز به دانه‌ها منتقل شود سهم وزن دانه از کل گیاه افزایش می‌یابد (راجالا و همکاران 1998 و نونومورا و بنسون 1992).



شکل 7- مقایسه میانگین شاخص برداشت در ترکیبات تیماری تنش آبی و متانول

نتیجه‌گیری کلی

محلول پاشی متانول باعث افزایش تثبیت دی-اکسیدکربن و فتوسنتز در گیاه شده که این امر می تواند سبب افزایش تعداد نیام در ساقه‌های اصلی ، تعداد برگ و در نتیجه بهبود وزن صد دانه و نهایتا عملکرد نیام و دانه گردید. از آنجا که در این آزمایش غلظت متانول بیش از ده درصد حجمی نبوده است و با توجه به مقایسه میانگین کلیه صفات می‌توان گفت که اثری از مسمومیت گیاه در نتیجه مصرف متانول وجود ندارد. کاربرد متانول رشد گیاه را به عنوان یک منبع کربن افزایش و می‌تواند راندمان فتوسنتزی گیاه را افزایش دهد. تاکنون از کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم در کشاورزی استفاده شده و اخیراً به بعضی از عناصر میکرو نیز توجه شده است ولی عملاً به افزایش دی-اکسیدکربن قابل دسترس گیاه در سطح توجهی نشده است و فقط در سطح گلخانه با تزریق دی‌اکسیدکربن می‌توان این عمل را انجام داد. بخش عظیمی از وزن خشک گیاهان از کربن است بنابر این استفاده از متانول به عنوان عامل افزایش دهنده منبع کربن و راندمان فتوسنتزی می‌تواند تاثیر بسیار زیادی بر رشد و عملکرد گیاه زراعی داشته باشد. اگر زمینه کاربردی استفاده از متانول را بررسی کنیم شاید با توجه به قیمت متانول و مقدار مصرف بالای آن در سطح وسیع مزرعه استفاده از آن زیر سوال برود اما با توجه به مطالب گفته شده می‌توان متانول را به عنوان یک کود در نظر گرفت و همانطور که در بسیاری از کشورها به کود یارانه تعلق می‌گیرد در مورد متانول نیز می‌توان این رویه را پیش گرفت. البته این موضوع در صورتی محقق می شود که سودمندی استفاده از متانول در مورد گیاهان زراعی مختلف و تحت تنش زیستی از جمله شوری و خشکی به خوبی به اثبات برسد.

منابع مورد استفاده

احیایی ح، پارسام ، کافی م و نصیری محلاتی م، 1389. اثرمحلول پاشی متانول ودورآبیاری برعملکردو اجزای عملکرد دو رقم نخود (*Cicer arietinum* L.) . نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران. 1(2): 38-47.

صفرزاده ویشکایی م ن ، نورمحمدی ق ، مجیدی الف و ربیعی ب،1389. اثر متانول بررشد و عملکرد بادام زمینی، علوم کشاورزی، 13(1): 104-87..

رستگار م،1372.زراعت عمومی. انتشارات برهمند. تهران.

میراخوری م ، پاک نژاد ف ، اردکانی م ر و مرادی ف،1389. اثر محلول متانول بر عملکرد واجزائ عملکرد در سویا.

نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، 2(2): 236-244.

میرشکاری ب،1380. علوم تولید گیاهان زراعی، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی تبریز.

نادعلی ا ف، پاک نژاد ف،مرادی و ووزان س، 1389. اثر متانول بر عملکرد برخی خصوصیات کیفی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) در شرایط تنش و بدون تنشخشکی.مجله بهزراعی نهال و بذر، 2-26(1): 108-95.

یوسفی م م ، صفرزاده ویشکایی م ن ، نور محمدی ق و نور حسینی نیاکی س ع . 1390. اثر محلولپاشی متانول بر عملکرد لوبیا

سبز. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی. ساوه - دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه.

Baigorri H, Antolini MC and Sanchez-Diaz M, 2003.Reproductive response of two morphologically different pea cultivars to drought. European Journal of Agronomy, 10: 119-128.

Benson AA and Nonomura AM, 2007. The path of carbon in photosynthesis: methanol inhibition of glycolic acid accumulation. Photosynth Research, 34: 196.

Brevedan RE, and Egli DB, 2003. Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence and yield of soybean. Crop Science, 43: 2083-2088.

Costa-Franca MG, Thi AT, Pimental C, Pereyra RO, Zuily-Fodil Y and Laffray D, 2000. Differences in growth and water relations among *Phaseolus vulgaris* cultivars in response to induced drought stress. Environmental and Experimental Botany, 43: 227-237.

Davis S, Turner NC, Siddique KHM, Plummer, J and Leport L, 2009.Seed growth of desi and kabulichichpea (*Cicer arietinum* L.) in a short season Mediterranean-type environment. Australian Journal of Experimental Agriculture, 39: 181-188.

De Souza PI, Egli DB and Bruening WP, 2007.Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. Agronomy journal, 89: 807-812.

Downie AS, Miyazaki H, Bohnert P, John J, Coleman M, Parry and Haslam R, 2004. Expression profiling of the response of *Arabidopsis thaliana* to methanol stimulation. Phytochemistry Journals, 65: 2305–2316.

Faver KL and Gerik TJ, 2006. Foliar-applied methanol effects on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) gas exchange and growth. Field Crops Research, 47: 227–234.

Flexas J, Bota J, Galmes J, Medrano H and Ribas- Carbo M, 2006.Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: Responses of photosynthesis and respiration to water stress. Plant Physiology, 127:343–352.

Holland MA, 2007. Occams razor applied to hormonology. Are cytokinins produced by plants? Plant Physiology, 115: 865-868.

Hura T, Hura K, Grzesiak M and Rzepka A, 2007.Effect of long-term drought stress on leaf gas exchange and fluorescence parameters in C3 and C4 plants. Acta Physiologiae Plantarum, 29: 103–113.

Li Y, Gupta J and Siyumbano AK, 1995. Effect of methanol on soybean photosynthesis and chlorophyll. Journal of Plant Nutrition. 18: 1875–1890.

Makhdum IM, Nawaz A, Shabab M, Ahmad F and Illahi F, 2002.Physiological response ofcotton to methanol foliar application. Journal of Research (Science), Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan 13: 37-43.

McClean P, Kami J and Gepts P, 2004. Genomic and genetic diversity in common bean. In RF Wilson, HT Stalker, EC Brummer, eds, Legume Crop Genomics. AOCS Press, Champaign, IL, PP: 60–82.

Nilsen DC and Nelson NO, 1998.Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. Crop Science, 38: 422-427.

Nonomura AM and Benson AA, 1992. The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. National Academy of Sciences of the United States of America. 89: 9794–9798.

Ramberg HA, Bradley JSC, Olson J N Nishio J, Markwell and Osterman JC, 2002. The Role of Methanol in Promoting Plant Growth: An Update. Rev. Plant biochemistry and biotechnology, 1:113-126.

Ramirez IF, Dorta V, Espinoza E, Jimenez A, Mercado and Pen a-Cortes H, 2006. Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of Arabidopsis, tobacco and tomato plants. Journal of Plant Growth Regulation, 25: 30–44.

Rajala AJ, Karkkainen J, Peltonen and Peltonen-Sainio P, 1998. Foliar applications of alcohols failed to enhance growth and yield of C3 crops. Industrial Crops and Products Ind. Crop, 129–137.

Rowe RN, Farr DJ and Richards BAJ, 1994. Effects of foliar and root applications of methanol or ethanol on the growth of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill) New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 22: 335-337.

Zbiec I, Karczmarczyk S and Podsiadło C, 2003. Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. Electronic Journal of Polish Agriculture University, 6 (1): 1-7.