



فصل نامه داروهای گیاهی

journal homepage: www.journal.iaushk.ac.ir



تأثیر کاربرد متانول و اتانول بر عملکرد گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) در منطقه کرج

محمد تقی خسروی^۱، علی مهر آفرین^۲، حسنعلی نقدی بادی^{۳*}، رضا حاجی آقایی^۴، اسماعیل خسروی^۱

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی-گیاهان دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران؛

۲. عضو هیات علمی گروه کشت و توسعه پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی (ACECR)، کرج، ایران؛

۳. دانشیار گروه کشت و توسعه پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی (ACECR)، کرج، ایران؛

*مسئول مکاتبات (E-mail: Naghdibadi@yahoo.com)

۴. استادیار گروه فارماکوتکنوزی پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی (ACECR)، کرج، ایران؛

چکیده

شناسه مقاله

مقدمه و هدف: سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) گیاهی علفی و پایا از تیره ستاره آسا (Asteraceae) می-باشد. از خواص مهم این گیاه می توان به تقویت سیستم دفاعی بدن در مقابل بیماری‌ها اشاره کرد. در این پژوهش تأثیر محلول پاشی متانول و اتانول بر عملکرد گیاه دارویی سرخارگل بررسی و مورد ارزیابی قرار گرفته است. روش تحقیق: این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار و ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده گیاهان دارویی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌های آبی متانول (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰٪ حجمی)، اتانول (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰٪ حجمی)، مخلوط یکسان متانول و اتانول (۵، ۱۵ و ۲۵٪ حجمی)، تیمار آب مقطر و تیمار شاهد (بدون محلول پاشی) بود.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۵/۱۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۷/۲۰

نوع مقاله: پژوهشی

موضوع: گیاه شناسی

کلید واژگان:

- Echinacea purpurea* L ✓
- اتانول ✓
- متانول ✓
- محلول پاشی ✓
- عملکرد ✓

نتایج و بحث: نتایج این تحقیق نشان داد که اثر تیمارها در ۲۳ شاخص مورد ارزیابی دارای تفاوت معنی داری ($p < 0.01$) بودند. بیشترین عملکرد شاخص‌های مورفولوژیکی ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ در ساقه، طول برگ، عرض برگ، وزن تر ریشه، وزن تر گیاه، وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، وزن خشک گیاه، طول ریشه و قطر کاپیتول مربوط به محلول پاشی با محلول ۴۰٪ متانول می باشد و بیشترین عملکرد انشعابات ساقه، انشعابات ریشه، شاخص سطح برگ و میزان کلروفیل با محلول پاشی با متانول ۳۰٪ به دست آمد و همچنین وزن تر کاپیتول، وزن خشک کاپیتول و وزن بذر با محلول پاشی با محلول متانول ۵۰٪ به دست آمد. بیشترین میزان عملکرد قطر ریشه و وزن هزاردانه با محلول اتانول ۵۰٪ به دست آمد و در نهایت بیشترین میزان تعداد گل مربوط به محلول پاشی با اتانول ۴۰٪ می باشد. به طور کلی در این تحقیق می‌توان استنباط نمود که محلول پاشی الکل‌هایی نظیر متانول و اتانول به عنوان یک منبع کربنی و محرک زیستی می‌تواند باعث افزایش بیوماس و عملکرد گیاه دارویی سرخارگل شود.

توصیه های کاربردی: با توجه به اهمیت گیاه دارویی سرخارگل در صنایع داروسازی و نیز نتایج مطلوب این گیاه بر روی تقویت سیستم دفاعی بدن و درمان بیماری‌های عفونی و ویروسی می‌توان این گیاه را از جمله گیاهان مهم به شمار آورد. از این رو کاربرد مواد بی‌خطر برای سلامتی انسان در تولید این گیاه ضروری به نظر می‌رسد که از جمله این مواد می‌توان به الکل‌ها به عنوان ماده ای بی خطر و پر بازده و روشی نوین در تولید و عملکرد این گیاه اشاره کرد.

۱. مقدمه

با توجه به اهمیت و نقش گیاهان دارویی در صنایع مختلف، افزایش تولید زیست توده و ماده موثره آن‌ها بدون کاربرد نهاده‌های مضر، یکی از ضرورت‌های تولید پایدار محسوب می‌شود. با توجه به اثرات مثبت استفاده از محلول‌پاشی الکل برای حصول اهداف مورد نظر، مطالعه اثر محلول‌پاشی الکل‌ها بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی به خصوص گیاه سرخارگل، اهمیت ویژه در پژوهش‌های کشاورزی پایدار دارد. با وجودی که برخی شواهد حاکی از بهبود کیفیت محصولات گیاهی به وسیله استفاده از محلول‌پاشی الکل‌ها بوده است، اما مطالعات مربوط به تولید گیاهان دارویی در ایران و سایر کشورها چندان مورد توجه قرار نگرفته است. بنابراین شناخت تأثیر محلول‌های الکلی جهت ارزیابی عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی در نظام‌های پایدار و تعیین شرایط بهینه کشت آن‌ها نیازمند مطالعه و تحقیق است.

متانول به صورت فرم آلدئید و CO_2 در گیاه اکسید شده و به صورت اسیدهای آمینه (سرین و متیونین) و کربوهیدرات‌ها در بافت‌های مختلف گیاهان C_3 سنتز می‌شوند (et al., 1992). متانول به صورت برگی بر روی چندین محصول C_3 در مناطق گرم و خشک آریزونا استفاده شده و افزایش ماده تر و کارایی مصرف آب (WUE) به واسطه استفاده از متانول بر روی گیاهان C_3 اثبات شده است (Nonomura & Benson, 1992). طبق گزارشات (Richter, 2006) دو برابر شدن غلظت دی‌اکسید کربن سبب افزایش خطی کارایی مصرف نور تا ۳۰٪ می‌شود و هم‌چنین افزایش غلظت متانول در بافت‌های گیاهی بر راندمان تبدیل کربن اثر مثبت می‌گذارد. افزایش سرعت رشد محصول (CGR) پس از محلول‌پاشی متانول به علت افزایش غلظت در دی‌اکسید کربن در برگ‌ها و استفاده از متانول به عنوان یک منبع مستقیم برای سنتز اسید آمینه سرین و یا کاهش هدررفت کربن از طریق تنفس نوری می‌باشد (Fall et al., 2006).

نادعلی و هم‌کاران (Nadali et al., 2010) افزایش عملکرد را با استفاده از محلول‌پاشی متانول در چغندر قند را گزارش کرده‌اند. در اثر محلول‌پاشی متانول، دی‌اکسید کربن از اکسیداسیون سریع

متانول بر روی گیاه به دست می‌آید و می‌تواند با موفقیت در جذب توسط رابیسکو با اکسیژن رقابت کند (Ramirez et al., 2006). هم‌چنین روی برگ اکثر گیاهان، باکتری‌های هم‌زیست به نام باکتری‌های متیلوتروفیک زندگی می‌کنند. این باکتری‌ها در ازای دریافت متانول که از برگ گیاه خارج می‌شود، پیش‌ماده ساخت بعضی از تنظیم‌کننده‌های رشد مانند اکسین و سائیتوکنین را که در رشد و توسعه برگ‌ها نقش مهمی دارند را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. متانول با اثرگذاری بر پیش‌ماده تولیدکننده اتیلن سبب تأخیر در پیری برگ‌ها و طولانی شدن دوره فعال فتوسنتزی گیاه می‌شود (Heins, 1980).

سرخارگل با نام علمی *Echinacea purpurea* L. (Moench) از تیره ستاره آسا (Asteraceae) گیاهی علفی چند ساله، بومی شرق و مرکز ایالات متحده می‌باشد. لازم به ذکر است که جنس *Echinacea* دارای ۹ گونه بوده که ۳ گونه آن یعنی *E. purpurea*، *E. palida* و *E. angustifolia* کاربرد درمانی دارند (امید بیگی، ۱۳۸۹). اجزای شیمیایی گونه‌های سرخارگل شامل بخش‌های لیپوفیلیک مثل (آلکامیدها و پلی‌استیلن‌ها)، پلی‌ساکاریدهای محلول در آب، مشتقات اسید کافنیک (مثل اسید کلروژنیک) و شیکوریک اسید می‌باشند (تقی‌زاده و هم‌کاران، ۱۳۸۱). اسید کلروژنیک در بسیاری از نوشابه‌ها، مواد آرایشی، صنایع غذایی و انواع چای‌ها و هم‌چنین در صنایع داروسازی کاربرد دارد. خواص آنتی‌باکتریایی، آنتی‌ویروسی بر علیه ویروس مولد بیماری ایدز، آنتی‌اکسیدانی و خاصیت ضد سرطانی آن به اثبات رسیده است. از مهمترین خواص این گیاه، افزایش قدرت سیستم ایمنی بدن در مقابل عوامل بیماری‌زا می‌باشد (Blumenthal, 1998).

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی گروه کشت و توسعه پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی در منطقه هلجرد کرج انجام شد (جدول ۱). در پاییز سال ۱۳۸۸ بذور سرخارگل را ابتدا به صورت خزانة و در محیط کشت مناسب کشت نموده و پس از طی مراحل رشد و تبدیل به گیاهچه برای کشت در بهار سال ۱۳۸۹ آماده

حجمی)، تیمار آب مقطر و تیمار شاهد (بدون محلول پاشی) بود. طول و عرض کرت‌ها ۱×۲ و فواصل بین کرت‌ها ۱ متر و فواصل بین بوته‌ها ۳۰ سانتی متر بود. وجین علف‌های هرز (با دست) و آبیاری‌ها برحسب ضرورت انجام شدند.

کشت شدند. این طرح در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌های آبی متانول (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰٪ حجمی)، اتانول (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰٪ حجمی)، مخلوط یکسان متانول و اتانول (۵، ۱۵ و ۲۵٪

جدول ۱. مشخصات مزرعه تحقیقاتی

طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	بافت خاک	درجه شوری (ds/m)	اسیدیته (pH)	میانگین بارندگی (میلی متر)	میانگین سالیانه دما (سانتی گراد)
۵۶° ۵۰'	۳۵° ۳۶'	۱۴۲۶	لوم - سیلتی	۰/۹۵	۷/۸	۲۶۳	۱۳/۲۱

پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)، مشاهده گردید که اعمال تیمار هیدروالکلی متانول با غلظت ۳۰٪ در مقایسه با تیمار شاهد توانسته است باعث افزایش ارتفاع گیاه پنبه ولی نقصان در عملکرد دانه، تعداد جوانه و وزن جوانه گردد (Makhdum et al., 2002). در تحقیق ما نیز بر روی گیاه سرخارگل، میزان ارتفاع گیاه به وسیله اعمال تیمار هیدروالکلی متانول ۳۰٪ افزایش یافت ولی بیشترین مقدار آن با محلول پاشی با تیمار هیدروالکلی متانول ۴۰٪ مشاهده گردید، ولی غلظت‌های بالای متانول یعنی غلظت ۵۰٪ در گیاه سرخار گل افزایش تعداد گل ولی کاهش ارتفاع را به همراه داشته است. هرچند بیشترین میزان تعداد گل در سرخارگل تحت تأثیر تیمار اتانول با غلظت ۴۰٪ حاصل شده است. در تحقیقی دیگر که بر روی گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) صورت گرفته بود، ارتفاع گیاه تحت تأثیر محلول پاشی با متانول ۳۰٪ به بیشترین میزان خود رسید ولی با تیماردهی با متانول ۴۰٪ کاهش ارتفاع مشاهده گردید (خسروی و هم‌کاران، ۱۳۹۰). هم‌چنین در تحقیق بر روی بادرنجبویه مشاهده شد که بیشترین مقدار تولید انشعابات فرعی ساقه مربوط به تیمار متانول ۴۰٪ بوده است و با افزایش غلظت به میزان ۵۰٪، کاهش انشعابات فرعی مشاهده گردید (خسروی و هم‌کاران، ۱۳۹۰)، که این نتایج عیناً در گیاه سرخارگل نیز مشاهده گردید. به نظر می‌رسد که الکل‌ها با غلظت‌های متفاوت بر گونه‌های مختلف تأثیرات متفاوتی را اعمال می‌کنند. در تحقیقی که بر روی گیاه بادرنجبویه صورت گرفته بود (خسروی و هم‌کاران،

صفات مورد ارزیابی در این آزمایش عبارت از ارتفاع گیاه، عملکرد خشک ریشه، برگ، ساقه و کاپیتول، عملکرد بذر، سطح برگ، میزان کلروفیل با دستگاه SPAD، تعداد و قطر کاپیتول، قطر ساقه، تعداد برگ در ساقه، طول و عرض برگ، وزن تر ریشه، وزن تر و خشک گیاه، طول ریشه، تعداد انشعابات ساقه، انشعابات ریشه، وزن تر کاپیتول، قطر ریشه و وزن هزاردانه بودند.

به منظور بررسی تیمارهای اعمال شده بر روی گیاه سرخارگل، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات مورد سنجش در قالب طرح کامل بلوک تصادفی در سه تکرار و بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار محافظت شده^۱ (FLSD) در سطح آماري ۵ درصد مقایسه توسط نرم افزار SPPS(ver.17) و Excel office 2003 انجام شد.

۳. نتایج و بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که اثر تیمارهای هیدروالکلی متانول و اتانول در ۲۳ شاخص مورد ارزیابی دارای تفاوت معنی‌داری در سطح آماري ($p < 0.01$) بودند (جدول ۲). بیشترین مقدار ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ در ساقه، طول برگ، عرض برگ، وزن تر ریشه، وزن تر گیاه، وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، وزن خشک گیاه، طول ریشه و قطر کاپیتول مربوط به محلول پاشی متانول ۴۰٪ بود (جدول ۳). در تحقیقی بر روی گیاه

^۱ Fisher's protected Least Significant Differences

مستقیم هر چند غیر خطی با میزان تولید ماده خشک گیاه دارد، بنابراین به طور کلی با توجه به اثرات افزایشی محلول پاشی با الکل-ها بر روی میزان ماده خشک گیاه سرخارگل، می توان این گونه بیان کرد که محلول پاشی گیاه دارویی سرخارگل به واسطه استفاده از تیمارهای هیدروالکلی اتانول و متانول اثری توجیه پذیر در استفاده از این فن آوری در افزایش عملکرد زراعی این گیاه داشته است و نیز به دلیل متابولیزه شدن کامل متانول به اجزای خود و تبدیل به اسیدهای آمینه در گیاهان (Nonomura & Benson, 1992)، الکل می تواند به عنوان یکی از نهادهای مورد نظر در نظام های کشاورزی زیستی و یا نیمه زیستی به کار گرفته شود و انتظار می رود اثرات افزایشی نیز در میزان بیوسنتز متابولیت های ثانویه در این گیاه در ادامه این تحقیق مشاهده گردد.

۳. نتایج و بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که اثر تیمارها در ۲۳ شاخص مورد ارزیابی دارای تفاوت معنی داری ($p < 0.01$) بودند. بیشترین عملکرد اغلب صفات مورفولوژیکی از تیمار محلول پاشی با محلول ۴۰٪ متانول به دست آمد. در حالی که بیشترین صفات فیزیولوژیکی از تیمار محلول پاشی با متانول ۳۰٪ به دست آمد. به طور کلی در این تحقیق می توان استنباط نمود که محلول پاشی الکل های نظیر متانول و اتانول به عنوان یک منبع کربنی و محرک زیستی می تواند باعث افزایش بیوماس و عملکرد گیاه دارویی سرخارگل شود و کاربرد چنین موادی می تواند تا حدودی سبب افزایش در تولید و عملکرد این گیاه شود.

۱۳۹۰) مشاهده گردید که اعمال تیمار هیدروالکلی متانول با غلظت ۴۰٪ باعث افزایش میزان سطح برگ گردیده است و اعمال تیمار هیدروالکلی متانول با غلظت ۵۰٪، کاهش سطح برگ را در پی داشته است. در گیاه سرخارگل نیز بیشترین میزان سطح برگ تحت تأثیر تیمار هیدروالکلی متانول با غلظت ۳۰٪ بوده است و استفاده از غلظت های ۴۰ و ۵۰٪، کاهش سطح برگ را منجر شده است، عکس العمل متفاوت برگ این دو گیاه به تیمارهای الکل با غلظت های یکسان می تواند با بیان اختلاف در ساختمان برگ و در فرآیند متابولیسم این دو گیاه به دلیل خصوصیات ژنتیکی متنوع توجیه شود. در مقایسه بین دو گیاه سرخارگل و بادرنجبویه در ارتباط با میزان سنتز کلروفیل این گونه مشاهده شد که مقدار بیوسنتز کلروفیل در بادرنجبویه با افزایش غلظت تیمار هیدروالکلی متانول به ۵۰٪ روند رو به افزایشی را به دنبال داشته است (خسروی و هم-کاران، ۱۳۹۰)، ولی در گیاه سرخارگل بیشترین میزان بیوسنتز کلروفیل تحت اعمال تیمار هیدروالکلی متانول با غلظت ۳۰٪ بوده است و غلظت های بالای الکل باعث کاهش در بیوسنتز کلروفیل شده است. در ارتباط با میزان تولید ماده خشک ساقه و برگ در گیاه سرخارگل، این شاخص تحت تأثیر تیمار هیدروالکلی متانول با غلظت ۴۰٪ به بیشترین میزان خود رسیده بود که این مشاهدات با نتایج به دست آمده در تحقیق بر روی گیاه بادرنجبویه (خسروی و هم-کاران، ۱۳۹۰) مطابقت داشته است. این مشاهدات با نتایج به دست آمده در تحقیقی دیگر (Morales et al., 1997) که بر روی گیاه فلفل سبز (*Capsicum annuum*) صورت گرفته بود دارای اختلاف بسیار می باشد. طی این تحقیق مشاهده گردید که بیشترین میزان وزن خشک برگ و ساقه در گیاه فلفل سبز به واسطه اعمال تیمار هیدروالکلی متانول با غلظت ۱۰٪ بوده است و غلظت های بالای ۱۰٪ باعث کاهش میزان تولید در شاخص های مورد ارزیابی واقع شده است، در حالی که در گیاه سرخارگل و بادرنجبویه (خسروی و هم-کاران، ۱۳۹۰)، کمترین میزان وزن خشک برگ و ساقه مربوط به تیمار هیدروالکلی متانول با غلظت ۱۰٪ بوده است. دلیل تنوع در نتایج شاید ناشی از تفاوت در شرایط محیطی، نوع گیاه و روش انجام کار باشد (Morales et al., 1997). از آن-جایی که افزایش تولید متابولیت های ثانویه در گیاهان دارویی ارتباط

جدول ۲. تجزیه واریانس (ANOVA) میانگین مربعات ویژگی‌های مورفولوژیکی زراعی گیاه دارویی سرخارگل

میانگین مربعات							درجه آزادی (D.F)	منابع تغییرات (S.O.V)	
وزن تر گل	وزن تر ریشه	عرض برگ	طول برگ	تعداد برگ ساقه	تعداد انشعابات ساقه	قطر ساقه			
۱۴/۸۳۵**	۱۱۹۲/۱۵۸**	۱۳۳۰۴**	۱۵/۷۰۸**	۵/۲۲۱**	۱۰۰۳**	۳۸۴**	۱/۳۰۲**	۲	تکرار (R)
۵۳۹۲/۴۷۷**	۳۰۱۱۶/۲۰۵**	۱۷۷۷/۱۹۰**	۳۴۹/۹۳۳**	۱۶/۶۳۶**	۱/۷۹۵**	۱/۹۰۸**	۵۹/۲۹۲**	۱۴	محلول پاشی T
۵۲/۸۱۴	۱۲۷۸/۹۶۹	۳/۴۴۴	۹/۴۸۰	۱/۰۶۸	۱/۱۱۵	۱/۰۹۴	۸/۴۸۹	۲۸	خطای آزمایش (Error)
۵/۰۲	۱۲/۴۴	۴/۷۷	۳/۶۵	۵/۴۶	۱۰/۱۹	۴/۶۳	۴/۹۵	-	ضریب تغییرات (%C.V)

ادامه جدول ۲.

میانگین مربعات							درجه آزادی (D.F)	منابع تغییرات (S.O.V)	
طول ریشه	قطر ریشه	وزن خشک کل گیاه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک گل	وزن خشک ریشه			
۱۴۴/۷۶۰**	۵۶۵**	۵۵۴/۲۵۳**	۱/۰۰۶**	۱/۰۰۵**	۳۰۶/۵۰۱**	۳۸/۲۴۰**	۱۰۰۴۷/۸۶۶**	۲	تکرار (R)
۹۹۶۶/۷۹۲**	۴۷/۹۲۶**	۲۴۴۲۴/۹۸۰**	۱۴۴۶/۲۳۱**	۱۲۴۳/۰۳۲**	۸۹۳/۴۲۱**	۴۹۰۸/۰۶۸**	۲۴۵۷۵۸/۳۴۰**	۱۴	محلول پاشی T
۳۹۱/۵۹۶	۴/۲۳۲	۶۸۲/۸۱۱	۱۰۰/۱۱۸	۸۶/۰۵۱	۱۳۴/۳۰۴	۶۳/۷۲۴	۱۳۷۱۲/۷۷۹	۲۸	خطای آزمایش (Error)
۱۲/۲۲	۱۳	۸/۷۱	۱۶/۴۸	۱۶/۴۸	۱۶/۳۲	۷/۱۴	۱۲/۵۳	-	ضریب تغییرات (%C.V)

ادامه جدول ۲.

میانگین مربعات							درجه آزادی (D.F)	منابع تغییرات (S.O.V)
وزن بذر	وزن هزار دانه	تعداد گل	میزان کلروفیل (SPAD)	سطح برگ	تعداد انشعابات ریشه	قطر گل		
۱/۶۲۱**	۱/۰۰۵**	۵۴/۱۵۰**	۱/۲۴۷**	۳۲/۵۱۶**	۳/۹۵۰**	۱/۹۶۹**	۲	تکرار (R)
۵/۵۳۴**	۱/۴۲۳**	۳۲۷/۷۱۶**	۱۶/۱۱۵**	۷۹۲۳۲۵۷/۰۷۲**	۱۶۲/۹۶۴**	۱۲۴/۳۱۴**	۱۴	محلول پاشی T
۱/۳۲۴	۱/۰۴۲	۱۳/۲۶۴	۱/۲۷۸	۵۴۸۴۹۹/۱۲۳	۵/۰۹۳	۲۴/۸۲۴	۲۸	خطای آزمایش (Error)
۱۵/۴۵	۴/۹۱	۱۱/۶۶	۵/۶۸	۱۶/۴۸	۹/۲۱	۸/۵۵	-	ضریب تغییرات (%C.V)

جدول ۳. مقایسه میانگین تیمارهای محلول پاشی الکل بر عملکرد گیاه دارویی سرخارگل

تیمارهای مورد بررسی	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (cm)	تعداد انشعابات ساقه	تعداد برگ ساقه	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)	وزن تر ریشه (g)	وزن تر گل (g)	وزن تر کل گیاه (g)	وزن خشک ریشه (g)	وزن خشک گل (g)	وزن خشک ساقه (g)
شاهد بدون آب	۴۶/۳ ^e	۵/۷ ^f	۲/۱۵	۱۴/۳ ^j	۶۱/۵۵ ^h	۲۲/۳ ^f	۱۷۴/۱۵ ^{fg}	۳۶/۵۸ ^l	۱۹۷/۷۱ ^h	۶۳/۱۵ ⁱ	۳۰/۴۳ ^f	۱۱/۱۹ ^h
شاهد آب مقطر	۵۳/۱۳ ^d	۵/۷۵ ^{ef}	۲/۸۰	۱۶/۱۵ ⁱ	۶۷/۶۰	۲۲/۸۰ ^f	۲۳۳/۷۲ ^{ef}	۱۰۱/۶۷ ^k	۵۴۰/۷۰ ^g	۶۴/۸۷ ⁱ	۵۱/۴۶ ^e	۲۷/۷۸ ^g
۱۰ متانول	۵۹/۳۰ ^{abc}	۶/۹۵ ^{abc}	۳/۳۰ ^{bcd}	۱۸/۸۰ ^{defg}	۸۴/۸۰ ^{def}	۲۹/۳۰ ^d	۲۶۳/۳۲ ^{de}	۱۳۶/۵۰ ^{gh}	۹۲۸/۵۳ ^{de}	۱۰۴/۸۷ ^{fgh}	۶۹/۷۵ ^{bcdde}	۵۸/۹۳ ^{cde}
۲۰ متانول	۶۱/۴۵ ^{abc}	۷/۱۰ ^{ab}	۳/۶۰ ^{bc}	۲۱/۱۵ ^{ab}	۸۹/۹۵ ^{cd}	۲۹/۹۵ ^d	۳۰۳/۵۰ ^{cd}	۱۵۸/۱۸ ^{de}	۱۰۴۵/۲۳ ^{bcdde}	۱۲۵/۵۰ ^{cde}	۸۰/۶۰ ^b	۶۰/۹۷ ^{bcdde}
۳۰ متانول	۶۲/۶۰ ^{ab}	۷/۱۰ ^{ab}	۴/۳۰ ^a	۲۱/۶۰ ^a	۹۷/۴۵ ^b	۸۳/۸۰ ^b	۴۱۲/۷۲ ^a	۱۶۹/۸۲ ^{bcd}	۱۱۸۲/۵۰ ^{abc}	۱۷۴/۸۷ ^b	۸۱/۰ ^b	۷۷/۹۷ ^{ab}
۴۰ متانول	۶۳/۹۵ ^a	۷/۲۵ ^a	۳/۸۰ ^{ab}	۲۳/۸۰ ^a	۱۰۲/۹۵ ^a	۸۸/۸۰ ^a	۴۲۳/۳۲ ^a	۱۸۰/۶۲ ^b	۱۲۸۹/۰۷ ^a	۱۹۰/۳۰ ^a	۸۱/۶۵ ^b	۸۸/۶۳ ^a
۵۰ متانول	۶۱/۶۵ ^{abc}	۷/۱۰ ^{ab}	۳/۶۰ ^{bc}	۱۹/۶۵ ^{bcdde}	۸۸/۸۰ ^{cde}	۸۳/۸۰ ^b	۲۵۶/۹۰ ^{de}	۲۱۸/۵۰ ^a	۱۱۵۴/۱۳ ^{abc}	۱۱۲/۰ ^{efg}	۱۰۳/۰۸ ^a	۷۱/۵۰ ^{abcd}
۱۰ اتانول	۵۹/۱۰ ^{abc}	۶/۴۵ ^{cd}	۳/۲۵ ^{bcd}	۱۷/۸۰ ^{fghi}	۸۳/۸۰ ^{ef}	۲۶/۸۰ ^{de}	۳۰۲/۳۰ ^{cd}	۱۲۳/۴۶ ^{ij}	۸۸۳/۵۳ ^{ef}	۱۱۳/۰ ^{efg}	۵۷/۶۵ ^{cde}	۵۲/۰۱ ^{ef}
۲۰ اتانول	۵۹/۳۰ ^{abc}	۶/۹۰ ^{abc}	۳/۳۰ ^{bcd}	۱۹/۰ ^{defg}	۸۴/۷۵ ^{def}	۲۷/۰ ^{de}	۳۳۸/۸۵ ^{bc}	۱۴۳/۲۶ ^{fg}	۹۸۹/۴۶ ^{de}	۱۱۹/۲۵ ^{def}	۷۲/۲۲ ^{bcdde}	۵۴/۷۲ ^{ef}
۳۰ اتانول	۶۳/۶۵ ^a	۷/۱۰ ^{ab}	۳/۶۵ ^{bc}	۱۹/۸۰ ^{abcd}	۸۸/۸۰ ^{cde}	۲۹/۴۵ ^d	۳۹۵/۶۵ ^{ab}	۱۶۴/۸۲ ^{cde}	۱۲۲۸/۸۱ ^{ab}	۱۳۴/۲۵ ^c	۷۹/۳۸ ^{bc}	۷۴/۸۹ ^{abc}
۴۰ اتانول	۵۹/۴۵ ^{abc}	۷/۱۵ ^{ab}	۳/۸۰ ^{ab}	۲۰/۴۵ ^{abc}	۹۲/۱۵ ^c	۳۴/۷۵ ^c	۱۶۵/۹۵ ^g	۱۷۵/۲۵ ^{bc}	۱۱۴۰/۰ ^{abcd}	۹۴/۶۷ ^h	۸۳/۱۶ ^b	۷۶/۱۳ ^{ab}
۵۰ اتانول	۵۶/۶۵ ^c	۷/۳۰ ^{de}	۳/۲۵ ^{bcd}	۱۸/۳۰ ^{efgh}	۸۰/۳۰ ^f	۲۶/۶۰ ^{de}	۶۲/۳۲ ^h	۱۷۰/۶۶ ^{bcd}	۸۵۲/۲۴ ^{ef}	۳۰/۱۲ ^j	۸۱/۱۸ ^b	۵۱/۸۳ ^{ef}
مخلوط یکسان ۵٪	۵۷/۶۵ ^{bcd}	۵/۸۰ ^{ef}	۲/۸۰ ^d	۱۶/۶۵ ^{hi}	۷۱/۴۵ ^g	۲۴/۶۵ ^{ef}	۲۹۵/۸۰ ^{de}	۱۱۱/۵۲ ^{jk}	۷۰۴/۲۵ ^{fg}	۱۰۲/۵۰ ^{gh}	۵۶/۴۸ ^{de}	۴۰/۰۴ ^{fg}
مخلوط یکسان ۱۵٪	۵۷/۶۵ ^{bcd}	۶/۲۰ ^{ef}	۳/۰ ^{cd}	۱۷/۵۰ ^{ghi}	۸۳/۸۰ ^{ef}	۲۵/۱۵ ^{ef}	۳۰۳/۰ ^{cd}	۱۲۶/۰ ^{hi}	۸۷۹/۸۶ ^{ef}	۱۱۵/۸۷ ^{defg}	۶۲/۰۶ ^{bcdde}	۴۵/۴۶ ^{ef}
مخلوط یکسان ۲۵٪	۵۹/۴۵ ^{abc}	۶/۶۰ ^{bcd}	۳/۳۰ ^{bcd}	۱۸/۵۰ ^{efgh}	۸۴/۱۰ ^{ef}	۲۷/۶۵ ^{de}	۳۸۰/۰ ^{ab}	۱۵۴/۲۸ ^{ef}	۹۹۷/۲۵ ^{cde}	۱۳۰/۰ ^{cd}	۷۴/۶۲ ^{bcd}	۵۲/۱۹ ^{ef}

ادامه جدول ۳

وزن بذر (g)	وزن هزاردانه (g)	تعداد گل	میزان کلروفیل (SPAD)	سطح برگ	تعداد انشعابات ریشه	قطر کاپیتول (cm)	طول ریشه (cm)	قطر ریشه (cm)	وزن خشک کل گیاه (g)	وزن خشک برگ (g)	تیمارهای مورد بررسی
۲/۷۸ ^{cd}	۴ ^{efgh}	۱۱/۶۲ ^f	۳۸/۸۷ ^{hi}	۸۹۳/۹۵ ^h	۱۵/۵۰ ^f	۴۷/۸۵ ^e	۹۸/۹۸ ^{hi}	۲۰/۷۸ ^{ab}	۸۳/۸۳ ^h	۱۲/۰۸ ^h	شاهد بدون آب
۲/۷۸ ^{cd}	۴ ^{efgh}	۱۶/۷۵ ^{ef}	۳۹/۲۷ ^{ghi}	۲۲۱۸/۰۸ ^g	۱۷ ^e	۵۱/۵۵ ^e	۱۱۰/۶۱ ^{ghi}	۲۰/۷۲ ^{ab}	۱۷۲/۳۶ ^g	۲۹/۹۷ ^g	شاهد آب مقطر
۲/۹۳ ^{cd}	۴/۰۴ ^{efg}	۳۰/۲۵ ^d	۴۱/۳۰ ^{efg}	۴۷۰۵/۰۲ ^{cde}	۲۱ ^{de}	۵۶/۷۰ ^{bcde}	۱۴۶/۹۸ ^{efg}	۱۹/۸۰ ^{abc}	۲۸۶/۰۶ ^{def}	۶۳/۵۶ ^{cde}	۱۰ متانول
۲/۹۵ ^{cd}	۴/۲۴ ^{cde}	۳۲ ^d	۴۲/۵۲ ^{cdef}	۶۰۷۸/۱۲ ^{ab}	۲۸/۵۰ ^b	۶۱/۳۰ ^{abcd}	۱۸۵/۰۰ ^{cd}	۱۵/۳۷ ^d	۳۶۲/۹۷ ^{bc}	۸۲/۱۲ ^{ab}	۲۰ متانول
۳/۴۶ ^c	۴/۲۵ ^{cde}	۳۳/۵۰ ^d	۴۶/۰۷ ^a	۷۰۷۶/۷۴ ^a	۳۶ ^a	۶۳/۳۵ ^{abc}	۲۲۳/۵۵ ^b	۹/۶۰ ^f	۴۰۴/۱۰ ^{ab}	۸۴/۱۰ ^{ab}	۳۰ متانول
۵/۱۸ ^{ab}	۴/۴۶ ^{bcd}	۴۰/۶۲ ^{bc}	۴۴/۸۵ ^{ab}	۶۲۲۵/۰۳ ^{ab}	۳۴ ^a	۶۶/۸۵ ^a	۲۶۷/۶۴ ^a	۸/۸۰ ^f	۴۲۶/۹۷ ^a	۹۵/۶۱ ^a	۴۰ متانول
۶/۱۱ ^a	۴/۶۶ ^b	۴۶/۵۰ ^{ab}	۴۲/۴۲ ^{cdef}	۴۸۶۸/۲۶ ^{bcde}	۲۳ ^{cd}	۶۶/۲۰ ^{ab}	۱۳۵/۷۸ ^{fgh}	۱۴/۵۵ ^d	۳۶۷/۶۳ ^{bc}	۱۱۲/۰۰ ^{bcde}	۵۰ متانول
۱/۹۳ ^d	۳/۶۴ ^h	۲۸/۱۲ ^d	۳۸/۲۲ ⁱ	۴۱۵۲/۹۰ ^{ef}	۲۳/۵۰ ^{cd}	۵۱/۷۰ ^e	۱۲۷/۱۳ ^{fghi}	۱۷/۴۰ ^{bcd}	۲۷۶/۹۶ ^{ef}	۱۱۳/۰۰ ^{ef}	۱۰ اتانول
۳/۶۳ ^c	۴/۰۳ ^{efg}	۳۰/۸۷ ^d	۴۲/۹۰ ^{bcde}	۴۳۶۸/۹۵ ^{def}	۲۶ ^{bc}	۵۶/۵۳ ^{cde}	۱۷۴/۸۸ ^{de}	۱۶/۹۰ ^{cd}	۳۱۱/۴۷ ^{de}	۱۱۹/۲۵ ^{def}	۲۰ اتانول
۴/۹۰ ^b	۴/۱۳ ^{def}	۳۲/۵۰ ^d	۴۴/۲۵ ^{abc}	۵۷۰۸/۴۴ ^{abcd}	۳۴ ^a	۶۲/۵۰ ^{abcd}	۲۶۵/۰۰ ^a	۱۴/۰۱ ^{de}	۳۸۹/۸۳ ^{ab}	۱۳۴/۲۵ ^{abcd}	۳۰ اتانول
۵/۶۳ ^{ab}	۴/۵۳ ^{bc}	۵۱/۵۰ ^a	۴۳/۹۰ ^{bcd}	۵۹۷۹/۲۲ ^{abc}	۱۸ ^{ef}	۶۴/۷۵ ^{abc}	۱۱۱/۵۷ ^{ghi}	۱۰/۶۵ ^{ef}	۳۲۶/۵۰ ^{cd}	۹۴/۶۷ ^{abc}	۴۰ اتانول
۵/۱۱ ^{ab}	۵/۰۳ ^a	۳۴/۸۷ ^{cd}	۴۳/۵۰ ^{bcd}	۳۶۲۹/۵۹ ^{ef}	۱ ^f	۶۴/۱۵ ^{abc}	۹۳/۸۷ ⁱ	۲۱/۵۴ ^a	۲۴۷/۲۵ ^f	۳۰/۱۲ ^{ef}	۵۰ اتانول
۲/۱۹ ^d	۳/۷۱ ^{gh}	۱۸/۲۵ ^e	۳۹/۹۵ ^{ghi}	۳۱۹۷/۴۹ ^{fg}	۱۸ ^{ef}	۴۸/۷۵ ^e	۱۱۶/۹۷ ^{ghi}	۱۵/۴۱ ^d	۲۵۳/۹۰ ^f	۴۳/۲۰ ^{fg}	مخلوط یکسان ۵٪
۲/۱۹ ^d	۳/۷۷ ^{fgh}	۲۹/۵۰ ^d	۴۰/۵۲ ^{fgh}	۴۱۳۸/۵۰ ^{ef}	۲۵/۵۰ ^{bc}	۵۳/۸۰ ^{de}	۱۶۰/۱۰ ^{def}	۱۷/۰۵ ^{bcd}	۲۷۲/۳۳ ^{ef}	۵۵/۹۱ ^{ef}	مخلوط یکسان ۱۵٪
۳/۴۱ ^c	۴/۰۲ ^{efgh}	۳۱/۶۲ ^d	۴۲/۰۵ ^{def}	۴۱۶۷/۳۰ ^{ef}	۲۳/۵۰ ^a	۵۷/۱۵ ^{bcde}	۲۱۰/۰۰ ^{bc}	۱۴/۶۹ ^d	۳۱۲/۸۱ ^{de}	۵۶/۳۰ ^{ef}	مخلوط یکسان ۲۵٪

growth of arabidopsis, tobacco, and tomato plants.

Australia Journal of Crop Science, 4(6): 398-401.

Richter, E. 2006. The effect of CO₂ and temperature on sugar beet. *Defra final project report*, 6:143-159.

Peltonen, S. 1996. Effect of foliar ethanol application on septoria leaf blotch in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 178: 53-58.

Yuncong Li, Gian Gupta, Joshi, J.M. and Siyumbano, A.K. 1995. Effect of methanol on soybean photosynthesis and chlorophyll. *Journal of Plant Nutrition*, 18: 1875-1880.

Morales, J.P. and Santos, B.M. 1997. Initial Bell Pepper (*Capsicum annuum*) growth as influenced by different leaf-applied ethanol concentration. *Proceeding of the Caribbean Food Crop Society*, 33: 458-462.

۵. منابع

امید بیگی، ر. ۱۳۸۹. رهیافت های تولید و فراوری گیاهان دارویی. جلد چهارم. انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۲۳ صفحه.

خسروی، اسماعیل. ۱۳۹۰. تأثیر محلول پاشی متانول و اتانول بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

Madhaiyan, M. Poonguzhali, S. Sundaram, S.P. and Tongmin, S.A. 2006. A new insight into foliar applied methanol influencing phylloplane methylotrophic dynamics and growth promotion of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) *Environmental and Experimental Botany*, 57: 168-176.

Makhdum, M.I. Muhammad Nawaz, A. Malik, Shabab-ud-Din. Fiaz, A. and Chaudhry, F.I. 2002. Physiological response of cotton to methanol foliar application. *Journal of Research (Science, Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan)*, 13: 37-43.

Mirakhori, M. Paknejad, F. Moradi, F. Ardakani, M. R. Zahedi, H. and Nazeri, P. 2009. Effect of drought stress and methanol on yield and yield components of soybean max. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 5(4): 162-169.

Morales, J.P. Santos, B.M. 1997. *Effect of different ethanol concentration on the initial growth of lettuce*. Proceeding of the Caribbean food crops society, 32(3):458-462.

Nadali, I. Paknejad, F. Moradi, F. Vazan, S. Tookalo, M. Jami Al-Ahmadi, and M. Pazoki, A. 2010. Effects of methanol on sugar beet (*Beta vulgaris*), *Australian journal of crop science*, 4(6):398-401.

Nonomura, A. M. Benson, A. 1992. *The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol* Proc. Natl. Acad. Sci. USA, (20): 9794-9798.

Ombase, A.R. Adsule, R.N. and Amrutsagar, V. M. 1997. Influence of foliar spray of methanol on growth, nutrient uptake and yield of summer groundnut. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 4: 258-261.

Ramirez, I. Doreta, F. Espinoza, V. Jimenez, E. Mercado, A. and Pen a-Cortes, H. 2006. Effects of foliar and root applications of methanol on the