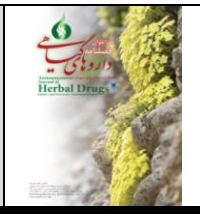

فصل‌نامه داروهای گیاهی

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

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

محمدتقی خسروی[۱]، علی مهرآفرین[۲]، حسنعلی نقدی‌بادی[*۳]، رضا حاجی‌آقایی[۴]، اسماعیل خسروی[۱]

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

۲. عضو هیات علمی گروه کشت وتوسعه 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. استادیارگروه فارماکوگنوزی پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی (ACECR)، کرج، ایران؛

شناسه مقاله

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*
- ✓ *محلول‌پاشی*
- ✓ *عملکرد*

چکیده

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 محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی) بود.

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 متانول۵۰٪ 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 محلول‌پاشی 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 این‌رو 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 کابرد نهاده های مضر، یکی از ضرورت‌های تولید پایدار محسوب می شود. 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 آلدهید و CO_2 در گیاه اکسید شده و به صورت اسیدهای آمینه (سرین و متیونین) و کربوهیدرات‌ها در بافت‌های مختلف گیاهان C_3 سنتز می شوند (*et al.*,1992 Nonomura). متانول به صورت برگی بر روی چندین محصول C_3 در مناطق گرم و خشک آریزونا استفاده شده و افزایش ماده تر و کارآیی مصرف آب (WUE) به واسطه استفاده از متانول بر روی گیاهان C_3 اثبات شده‌است (Nonomura & Benson, 1992). طبق گزارشات (Richter, 2006) دو برابر شدن غلظت دی اکسید کربن سبب افزایش خطی کارآیی مصرف نور تا ۳۰٪ می شود و هم-چنین افزایش غلظت متانول در بافت های گیاهی بر راندمان تبدیل کربن اثر مثبت می گذارد. افزایش سرعت رشد محصول (CGR) پس از محلول پاشی متانول به علت افزایش غلظت در دی اکسید کربن در برگ ها 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 محلول پاشی متانول در چغندرقند را گزارش کرده‌اند. در اثر محلول‌پاشی متانول، دی اکسید کربن از اکسیداسیون سریع متانول بر روی گیاه به دست می آید و می تواند با موفقیت در جذب توسط رابیسکو با اکسیژن رقابت کند (Ramirez *et al.*, 2006).

هم‌چنین روی برگ اکثر گیاهان، باکتری های هم‌زیست به نام باکتری های متیلوتروفیک زندگی می کنند. این باکتری‌ها در ازای دریافت متانول که از برگ گیاه خارج می شود، پیش ماده ساخت بعضی از تنظیم کننده‌های رشد مانند اکسین و سایتوکنین را که در رشد و توسعه برگ ها نقش مهمی دارند را در اختیار گیاه قرار می دهند. متانول با اثرگذاری بر پیش ماده تولید کننده اتیلن سبب تأخیر در پیری برگ‌ها و طولانی شدن دوره فعال فتوسنتزی گیاه می شود (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.angustifulia*، *E.palida* و*E.purpurea* کاربرد درمانی دارند (امید بیگی، ۱۳۸۹). اجزای شیمیایی گونه‌های سرخارگل شامل بخش‌های لیپوفیلیک مثل (آلکامیدها و پلی استیلن‌ها)، پلی ساکاریدهای محلول در آب، مشتقات اسید کافئیک (مثل اسید کلروژنیک) و شیکوریک اسید می باشند (تقی‌زاده و هم‌کاران، ۱۳۸۱). اسید کلروژنیک در بسیاری از نوشابه ها، مواد آرایشی، صنایع غذایی و انواع چای ها و هم‌چنین در صنایع داروسازی کاربرد دارد. خواص آنتی باکتریایی، آنتی ویروسی بر علیه ویروس مولد بیماری ایدز، آنتی اکسیدانی 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 روش ها

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 خزانه و در محیط کشت مناسب کشت نموده و پس از طی مراحل رشد و تبدیل به گیاهچه برای کشت در بهار سال ۱۳۸۹ آماده

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

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)
۵۰ ° ۵۶´	۳۶ ° ۳۵´	۱۴۲۶	لوم- سیلتی	۰/۹۵	۷/۸	۲۶۳	۱۳/۲۱

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، وزن‌تر 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 [1] (FLSD) در سطح آماری 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 آماری ($p<0.01$) 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 محلول‌پاشی متانول ۴۰٪ بود (جدول ۳). در تحقیقی بر روی گیاه 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 گونه های مختلف تأثیرات متفاوتی را اعمال می کنند. در تحقیقی که بر روی گیاه بادرنجبویه صورت گرفته بود (خسروی و همکاران،

[1] Fisher's protected Least Significant Differences

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 الکلی با غلظت-های یکسان می‌تواند 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 غلظت‌های 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 هم‌کاران، 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 می‌باشد. 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 غلظت‌های بالای ۱۰٪ باعث کاهش میزان تولید در شاخص های مورد ارزیابی واقع شده است، در حالی‌که در گیاه سرخارگل و بادرنجبویه (خسروی و هم‌کاران، 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-جایی‌که افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی ارتباط 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، می‌توان این‌گونه بیان کرد که محلول پاشی گیاه دارویی سرخارگل به واسطه استفاده از تیمارهای هیدروالکلی اتانول و متانول اثری توجیه پذیر در استفاده از این فن‌آوری 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 می‌تواند به عنوان یکی از نهاده‌های مورد نظر در نظام‌های کشاورزی زیستی و یا نیمه زیستی به‌کار گرفته شود و انتظار می‌رود اثرات افزایشی نیز در میزان بیوسنتز متابولیت‌های 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 می‌توان استنباط نمود که محلول‌پاشی الکل‌هایی نظیر متانول و اتانول به عنوان یک منبع کربنی و محرک زیستی می‌تواند باعث افزایش بیوماس و عملکرد گیاه دارویی سرخارگل شود و کاربرد چنین موادی می تواند تاحدودی سبب افزایش در تولید و عملکرد این گیاه شود.

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

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (D.F)	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد انشعابات ساقه	تعداد برگ ساقه	طول برگ	عرض برگ	وزن تر ریشه	وزن تر گل
تکرار (R)	۲	۱/۳۰۲**	/۳۸٤**	/۰۰۳**	۵/۲۲۱**	۱۵/۷۰۸**	۱۳/۳۰٤**	۱۱۹۲/۱۵۸**	۱٤/۸۳۵**
محلول‌پاشیT	۱٤	۵۹/۲۹۲**	/۹۰۸**	/۷۹۵**	۱٦/٦۳٦**	۳٤۹/۹۳۳**	۱۷۷۷/۱۹۰**	۳۰۱۱٦/۲۰۵**	۵۳۹۲/٤۷۷**
خطای آزمایش (Error)	۲۸	۸/٤۸۹	/۰۹٤	/۱۱۵	۱/۰٦۸	۹/٤۸۰	۳/٤٤٤	۱۲۷۸/۹٦۹	۵۲/۸۱٤
ضریب تغییرات (%C.V)	–	٤/۹۵	٤/٦۳	۱۰/۱۹	۵/٤٦	۳/٦۵	٤/۷۷	۱۲/٤٤	۵/۰۲

ادامه جدول ۲.

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (D.F)	میانگین مربعات							
		وزن تر کل گیاه	وزن خشک ریشه	وزن خشک گل	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک کل گیاه	قطر ریشه	طول ریشه
تکرار (R)	۲	۱۰۰٤۷/۸٦٦**	۳۸/۲٤۰**	۳۰٦/۵۰۱**	/۰۰۵**	/۰۰٦**	۵۵٤/۲۵۳**	۵٦۵**	۱٤٤/۷٦۰**
محلول‌پاشیT	۱۴	۲٤۵۷۵۸/۳٤۰**	٤۹۰۸/۰٦۸**	۸۹۳/٤۲۱**	۱۲٤۳/۰۳۲**	۱٤٤٦/۲۳۱**	۲٤٤۲٤/۹۸۰**	٤۷/۹۲٦**	۹۹٦٦/۷۹۲**
خطای آزمایش (Error)	۲۸	۱۳۷۱۲/۷۷۹	٦۳/۷۲٤	۱۳٤/۳۰٤	۸٦/۰۵۱	۱۰۰/۱۱۸	٦۸۲/۸۱۱	٤/۲۳۲	۳۹۱/۵۹٦
ضریب تغییرات (%C.V)	–	۱۲/۵۳	۷/۱٤	۱٦/۳۲	۱٦/٤۸	۱٦/٤۸	۸/۷۱	۱۳	۱۲/۲۲

ادامه جدول ۲.

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (D.F)	میانگین مربعات						
		قطر گل	تعداد انشعابات ریشه	سطح برگ	میزان کلروفیل(SPAD)	تعداد گل	وزن هزار دانه	وزن بذر
تکرار (R)	۲	۱/۹٦۹**	۳/۹۵۰**	۳۲/۵۱٦**	۱/۲٤۷**	۵٤/۱۵۰**	/۰۰۵**	/٦۲۱**
محلول‌پاشیT	۱۴	۱۲٤/۳۱٤**	۱٦۲/۹٦٤**	۷۹۲۳۲۵۷/۰۷۲**	۱٦/۱۱۵**	۳۲۷/۷۱٦**	/٤۲۳**	۵/۵۳٤**
خطای آزمایش (Error)	۲۸	۲٤/۸۲٤	۵/۰۹۳	۵٤۸٤۹۹/۱۲۳	۱/۲۷۸	۱۳/۲٦٤	/۰٤۲	/۳۲٤
ضریب تغییرات (%C.V)	–	۸/۵۵	۹/۲۱	۱٦/٤۸	۵/٦۸	۱۱/٦٦	٤/۹۱	۱۵/٤۵

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	۴۶/۳۰^{e}	۵/۷۰^{f}	^{e}۲/۱۵	۱۴/۳۰^{j}	۶۱/۵۵^{h}	۲۲/۳۰^{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}	^{d}۲/۸۰	۱۶/۱۵^{i}	^{g}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}	^{bcd}۳/۳۰	۱۸/۸۰^{defg}	^{def}۸۴/۸۰	۲۹/۳۰^{d}	۲۶۳/۳۲^{de}	۱۳۶/۵۰^{gh}	۹۲۸/۵۳^{de}	۱۰۴/۸۷^{fgh}	۶۹/۷۵^{bcde}	۵۸/۹۳^{cde}
۲۰ متانول	۶۱/۴۵^{abc}	^{ab}۷/۰۵۰	^{bc}۳/۶۰	۲۱/۱۵^{ab}	^{cd}۸۹/۹۵	۲۹/۹۵^{d}	۳۰۳/۵۰^{cd}	۱۵۸/۱۸^{de}	۱۰۴۵/۲۳^{bcde}	۱۲۵/۵۰^{cde}	۸۰/۶۰^{b}	۶۰/۹۷^{bcde}
۳۰ متانول	۶۲/۶۰^{ab}	۷/۱۰^{ab}	^{a}۴/۳۰	۲۱/۶۰^{a}	^{b}۹۷/۴۵	۸۳/۸۰^{b}	۴۱۲/۷۲^{a}	۱۶۹/۸۳^{bcd}	۱۱۸۲/۵۰^{abc}	۱۷۴/۸۷^{b}	۸۱/۰۰^{b}	۷۷/۹۷^{ab}
۴۰ متانول	۶۳/۹۵^{a}	^{a}۷/۲۵	^{ab}۳/۸۰	۲۳/۸۰^{a}	^{a}۱۰۲/۹۵	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}	^{abc}۷/۰۰	^{bc}۳/۶۰	۱۹/۶۵^{bcde}	۸۸/۸۰^{cde}	۸۳/۸۰^{b}	۲۵۶/۹۰^{de}	۲۱۸/۵۰^{a}	۱۱۵۴/۱۳^{abc}	۱۱۲/۰۰^{efg}	۱۰۳/۰۸^{a}	۷۱/۵۰^{abcd}
۱۰ اتانول	۵۹/۱۰^{abc}	^{cd}۶/۴۵	^{bcd}۳/۲۵	۱۷/۸۰^{fghi}	۸۳/۸۰^{ef}	۲۶/۸۰^{de}	۳۰۲/۳۰^{cd}	۱۲۳/۴۶^{ij}	۸۸۳/۵۳^{ef}	۱۱۳/۰۰^{efg}	۵۷/۶۵^{cde}	۵۲/۰۱^{ef}
۲۰ اتانول	۵۹/۳۰^{abc}	^{abc}۶/۹۰	^{bcd}۳/۳۰	۱۹/۰۰^{defg}	۸۴/۷۵^{def}	۲۷/۰۰^{de}	۳۳۸/۸۵^{bc}	۱۴۳/۲۶^{fg}	۹۸۹/۴۶^{de}	۱۱۹/۲۵^{def}	۷۲/۲۲^{bcde}	۵۴/۷۲^{ef}
۳۰ اتانول	۶۳/۶۵^{a}	^{ab}۷/۱۰	^{bc}۳/۶۵	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}
۴۰اتانول	۵۹/۴۵^{abc}	۷/۱۵^{ab}	^{ab}۳/۸۰	۲۰/۴۵^{abc}	۹۲/۱۵^{c}	۳۴/۷۵^{c}	۱۶۵/۹۵^{g}	۱۷۵/۲۵^{bc}	۱۱۴۰/۰۰^{abcd}	۹۴/۶۷^{h}	۸۳/۱۶^{b}	۷۶/۱۳^{ab}
۵۰ اتانول	۵۶/۶۵^{c}	^{de}۶/۳۰	^{bcd}۳/۲۵	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 یکسان۵٪	۵۷/۶۵^{bcd}	^{ef}۵/۸۰	^{d}۲/۸۰	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 یکسان۱۵٪	۵۷/۶۵^{bcd}	^{ef}۶/۲۰	^{cd}۳/۰۰	۱۷/۵۰^{ghi}	۸۳/۸۰^{ef}	۲۵/۱۵^{ef}	۳۰۳/۰۰^{cd}	۱۲۶/۰۱^{hi}	۸۷۹/۸۶^{ef}	۱۱۵/۸۷^{defg}	۶۲/۰۶^{bcde}	۴۵/۴۶^{ef}
مخلوط یکسان۲۵٪	۵۹/۴۵^{abc}	^{bcd}۶/۶۰	^{bcd}۳/۳۰	۱۸/۵۰^{efgh}	۸۴/۱۰^{ef}	۲۷/۶۵^{de}	۳۸۰/۰۰^{ab}	۱۵۴/۲۸^{ef}	۹۹۷/۲۵^{cde}	۱۳۰/۰۰^{cd}	۷۴/۶۲^{bcd}	۵۲/۱۹^{ef}

ادامه جدول ۳

تیمارهای مورد بررسی	وزن خشک برگ (g)	وزن خشک کل گیاه (g)	قطر ریشه(cm)	طول ریشه(cm)	قطر کاپیتول (cm)	تعداد انشعابات ریشه	سطح برگ	میزان کلروفیل (SPAD)	تعداد گل	وزن هزاردانه(g)	وزن بذر (g)
شاهد بدون آب	۱۲/۰۸^{h}	۸۳/۸۳^{h}	۲۰/۷۸^{ab}	۹۸/۹۸ ^{hi}	۴۷/۸۵^{e}	۱۵/۵۰^{f}	۸۹۳/۹۵^{h}	۳۸/۸۷^{hi}	۱۱/۶۲ ^{f}	۴^{efgh}	۲/۷۸^{cd}
شاهد آب مقطر	۲۹/۹۷^{g}	۱۷۲/۳۶^{g}	۲۰/۷۲^{ab}	۱۱۰/۶۱^{ghi}	۵۱/۵۵^{e}	۱۷e^{f}	۲۲۱۸/۰۸^{g}	۳۹/۲۷^{ghi}	۱۶/۷۵ ^{ef}	۴^{efgh}	۲/۷۸^{cd}
۱۰ متانول	۶۳/۵۶^{cde}	۲۸۶/۰۶^{def}	۱۹/۸۰^{abc}	۱۴۶/۹۸ ^{efg}	۵۶/۷۰^{bcde}	۲۱^{de}	۴۷۰۵/۰۲^{cde}	۴۱/۳۰^{efg}	۳۰/۲۵^{d}	۴/۰۴^{efg}	۲/۹۳^{cd}
۲۰ متانول	۸۲/۱۲^{ab}	۳۶۲/۹۷^{bc}	۱۵/۳۷^{d}	۱۸۵/۰۰ ^{cd}	۶۱/۳۰^{abcd}	۲۸/۵۰^{b}	۶۰۷۸/۱۲ ^{ab}	۴۲/۵۲^{cdef}	۳۲^{d}	۴/۲۴^{cde}	۲/۹۵^{cd}
۳۰ متانول	۸۴/۱۰^{ab}	۴۰۴/۱۰ ^{ab}	۹/۶۰^{f}	۲۲۳/۵۵^{b}	۶۳/۳۵^{abc}	۳۶^{a}	۷۰۷۶/۷۴^{a}	۴۶/۰۷^{a}	۳۳/۵۰ ^{d}	۴/۲۵^{cde}	۳/۴۶^{c}
۴۰ متانول	۹۵/۶۱^{a}	۴۲۶/۹۷ ^{a}	۸/۸۰^{f}	۲۶۷/۶۴^{a}	۶۶/۸۵^{a}	۳۴^{a}	۶۲۲۵/۰۳^{ab}	۴۴/۸۵^{ab}	۴۰/۶۲^{bc}	۴/۴۶^{bcd}	۵/۱۸^{ab}
۵۰ متانول	۱۱۲/۰۰ bcde	۳۶۷/۶۳ ^{bc}	۱۴/۵۵^{d}	۱۳۵/۷۸^{fgh}	۶۶/۲۰^{ab}	۲۳^{cd}	۴۸۶۸/۲۶^{bcde}	۴۲/۴۲^{cdef}	۴۶/۵۰^{ab}	۴/۶۶^{b}	۶/۱۱^{a}
۱۰ اتانول	۱۱۳/۰۰ ^{ef}	۲۷۶/۹۶^{ef}	۱۷/۴۰^{bcd}	۱۲۷/۱۳^{fghi}	۵۱/۷۰^{e}	۲۳/۵۰^{cd}	۴۱۵۲/۹۰^{ef}	۳۸/۲۲^{i}	۲۸/۱۲^{d}	۳/۶۴^{h}	۱/۹۳^{d}
۲۰ اتانول	۱۱۹/۲۵ ^{def}	۳۱۱/۴۷ ^{de}	۱۶/۹۰^{cd}	۱۷۴/۸۸ ^{de}	۵۶/۵۳^{cde}	۲۶^{bc}	۴۳۶۸/۹۵^{def}	۴۲/۹۰^{bcde}	۳۰/۸۷^{d}	۴/۰۳^{efg}	۳/۶۳ ^{c}
۳۰ اتانول	۱۳۴/۲۵ abcd	۳۸۹/۸۳ ^{ab}	۱۴/۰۱^{de}	۲۶۵/۰۰^{a}	۶۲/۵۰^{abcd}	۳۴^{a}	۵۷۰۸/۴۴^{abcd}	۴۴/۲۵^{abc}	۳۲/۵۰^{d}	۴/۱۳ ^{def}	۴/۹۰^{b}
۴۰اتانول	۹۴/۶۷ ^{abc}	۳۲۶/۵۰^{cd}	۱۰/۶۵^{ef}	۱۱۱/۵۷^{ghi}	۶۴/۷۵^{abc}	۱۸^{ef}	۵۹۷۹/۲۲^{abc}	۴۳/۹۰^{bcd}	۵۱/۵۰^{a}	۴/۵۳^{bc}	۵/۶۳^{ab}
۵۰ اتانول	۳۰/۱۲ ^{ef}	۲۴۷/۲۵ ^{f}	۲۱/۵۴^{a}	۹۳/۸۷^{i}	۶۴/۱۵^{abc}	۱^{۴f}	۳۶۲۹/۵۹^{ef}	۴۳/۵۰^{bcd}	۳۴/۸۷^{cd}	۵/۰۳^{a}	۵/۱۱^{ab}
مخلوط یکسان۵٪	۴۳/۲۰ ^{fg}	۲۵۳/۹۰^{f}	۱۵/۴۱^{d}	۱۱۶/۹۷^{ghi}	۴۸/۷۵^{e}	۱۸^{ef}	۳۱۹۷/۴۹^{fg}	۳۹/۹۵^{ghi}	۱۸/۲۵ ^{e}	۳/۷۱^{gh}	۲/۱۹^{d}
مخلوط یکسان۱۵٪	۵۵/۹۱ ^{ef}	۲۷۲/۳۳^{ef}	۱۷/۰۵^{bcd}	۱۶۰/۱۰ ^{def}	۵۳/۸۰^{de}	۲۵/۵۰^{bc}	۴۱۳۸/۵۰^{ef}	۴۰/۵۲^{fgh}	۲۹/۵۰^{d}	۳/۷۷^{fgh}	۲/۱۹^{d}
مخلوط یکسان۲۵٪	۵۶/۳۰ ^{ef}	۳۱۲/۸۱^{de}	۱۴/۶۹^{d}	۲۱۰/۰۰^{bc}	۵۷/۱۵^{bcde}	۲۳/۵۰^{a}	۴۱۶۷/۳۰^{ef}	۴۲/۰۵^{def}	۳۱/۶۲^{d}	۴/۰۲^{efgh}	۳/۴۱^{c}

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 کمّی 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. MuhammadNawaz, 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. JamiAl-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 growth of arabidopsis, tobacco, and tomato plants. *Australia Journal of Crop Science*, 4(6): 398-401.

Richter, E. 2006. The effect of Co_2 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 aestivitm* 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.