تغییرات فیتوشیمیایی و مورفوفیزیولوژیکی اسطوخودوس (*Lavandula officinalis* L.) در پاسخ به بسترهای مختلف کشت

رضیه جوشقانی[1]، علی مهرآفرین[2]، محمدرضا لبافی[2]*

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
۲- مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، کرج، ایران
*آدرس مکاتبه: کرج، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، صندوق‌پستی: ۱۳۶۹-۳۱۳۷۵
تلفن: ۱۹-۳۴۷۶۴۰۱۰ (۰۲۶)، نمابر: ۳۴۷۶۴۰۲۱ (۰۲۶)
پست الکترونیک: Mohammad1700@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۱۶ **تاریخ تصویب:** ۹۶/۳/۳

چکیده

مقدمه: از آنجایی‌که مواد مؤثره گیاه اسطوخودوس برای معالجه بیماری‌های مربوط به سیستم عصبی و درمان رماتیسم استفاده می‌شود، ارزیابی فیتوشیمیایی این گیاه بویژه در شرایط محیط کشت و تولید ضروری می‌باشد.

هدف: این پژوهش به منظور بررسی اثر بسترهای مختلف کشت بر مقدار تغییرات اجزای اسانس، محتوای کلروفیل، عناصر غذایی، ویژگی‌های رشدی و ریشه‌زایی گیاه دارویی اسطوخودوس به اجرا درآمد.

روش بررسی: آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و سه تکرار انجام شد. بسترهای مختلف کشت تولید گیاه در این تحقیق شامل **M1**: ماسه، **M2**: ماسه:پرلیت (۱:۲)، **M3**: ماسه:پیت‌ماس (۱:۲)، **M4**: ماسه:ورمی‌کمپوست (۱:۲)، **M5**: ماسه:پرلیت:پیت‌ماس (۱:۱:۲)، **M6**: ماسه:پرلیت:ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲)، **M7**: ماسه:پیت‌ماس:ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲)، **M8**: ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۲:۱:۱:۲)، **M9**: ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۲:۱:۱:۴) و **M10**: ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۲:۱:۱:۶) بودند.

نتایج: بسترهای مختلف کشت تأثیر معنی‌داری بر همه‌ی خصوصیات ریشه‌زایی گیاه، میزان کلروفیل، مقدار عناصر غذایی و همچنین میزان تغییرات اجزای اسانس گیاه اسطوخودوس داشت. لیمونن، بورنئول و کامفور به ترتیب بیشترین میزان ترکیبات اسانس را شامل شدند. بیشترین مقدار لیمونن و منوترپن‌های اکسیژنه در تیمار **M1**، درصد ریشه‌زایی و تعداد ریشه اصلی در تیمار **M3**، مقدار کامفور، کلروفیل و وزن خشک ریشه در تیمار **M5**، مقدار بورنئول در تیمار **M8** و میزان منوترپن‌های هیدروکربنه در تیمار **M10** مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: کاربرد بسترهای مختلف کشت در تولید و تکثیر گیاه دارویی اسطوخودوس علاوه بر اعمال تغییرات در خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی گیاه می‌تواند به طور مستقیم سبب تغییر در خصوصیات فیتوشیمیایی و ترکیبات اصلی اسانس اسطوخودوس بشود.

گل‌واژگان: لیمونن، بورنئول، پرلیت، پیت‌ماس، ورمی‌کمپوست

مقدمه

اسطوخودوس با نام علمی *Lavandula officinalis* L. از خانواده نعناعیان (Labiatae یا Lamiaceae) گیاهی چندساله و همیشه سبز است [۱]. قسمت تحتانی ساقه انشعابات فراوانی دارد که گیاه به صورت متراکم و انبوه به نظر می‌رسد. ارتفاع گیاهان چندساله به ۶۰-۴۰ سانتی‌متر می‌رسد. اسانس گیاه اسطوخودوس یکی از ترکیبات اصلی برای فراورده‌های بهداشتی و آرایشی است و در تولید ادکلن، عطر، صابون و شامپو کاربرد زیادی دارد و اسانس آن خاصیت ضدباکتریایی دارد [۲]. یکی از روش‌های تکثیر رویشی اسطوخودوس استفاده از قلمه گیاه است. استفاده از روش قلمه‌گیری و کاشت قلمه مزایای زیادی دارد از جمله اینکه ارزان است و نسبتاً سریع و آسان گیاه تکثیر می‌شود به طوری که شبیه گیاهان مادری خود هستند بنابراین شناخت شرایط مناسب برای ریشه‌زایی قلمه‌های این گیاه به منظور به حداکثر رسانیدن ریشه‌زایی قلمه‌ها و افزایش زنده‌مانی قلمه‌های ریشه‌دار شده اهمیت زیادی دارد. فاکتورهای مختلفی از جمله آناتومی، فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و محیطی در ریشه‌زایی قلمه‌ها در گیاهان مختلف دخالت دارند [۳]. بررسی اثر بسترهای ریشه‌زایی با توجه به نقش مهمی که در رشد و توسعه ریشه‌های ظاهر شده در هر قلمه دارد و نیز تأثیر شکل و فرم ریشه بر زنده‌مانی قلمه‌های ریشه‌دار شده گیاه، امری قابل توجه است [۴]. محیط کشت مناسب باعث استقرار قلمه‌ها شده، دست‌یابی به رطوبت و مواد غذایی کافی و نفوذپذیری هوا را میسر می‌سازد و بر وجود مواد مختلف و واکنش آنها در ریشه‌زایی قلمه‌ها تأثیر زیادی دارد [۵].

مهم‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس آن لینالیل‌استات، لینالول، کامفور و گرانیول (ژانیول و سینئول)، تانن، کومارین، فلانوئیدها و دانه‌های خشک آن که حاوی پروتئین و چربی است [۶]. شهبازی [۷] با بررسی استخراج و شناسایی ترکیبات عرق و اسانس گیاه *lavandula angustifolia* عنوان کرد اولین ترکیب اصلی به دست آمده از اسانس کامل گیاه کامفور، بورنئول، ۸،۱ سینئول می‌باشد، همچنین دومین ترکیب اصلی به دست آمده از اسانس ساقه گیاه اپی‌زایلن، دوکاسان می‌باشد، سومین ترکیب اصلی به دست آمده از عرق کامل گیاه کامفور، ایزوبورنئول می‌باشد و چهارمین ترکیب اصلی به دست آمده از پس‌مانده اتانول گیاه ۸،۱ سینئول، آنده دکانوئیک اسید می‌باشد. ربانی و همکاران [۸] با بررسی اثر ضد باکتریایی اسانس اسطوخودوس بر باکتری *Xanthomonas campestris* و *Escherichia coli* گزارش نمودند بیشترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس اسطوخودوس شامل لینالول (۴۴/۹۴ درصد) و ۸،۱ سینئول (۲۱/۵ درصد) بودند. نتایج این مطالعه نشان داد که می‌توان از اسانس اسطوخودوس به عنوان ترکیب ضد میکروبی طبیعی در مبارزه با این دو باکتری بیماری‌زا استفاده نمود.

با توجه به نتایج تحقیقات مختلف درخصوص تأثیر بسترهای کشت بر نحوه ریشه‌زایی و تغییرات فیتوشیمیایی انواع قلمه‌های گیاهی و عدم اطلاعات کافی در مورد تأثیر این بسترها بر ریشه‌زایی و تغییرات فیتوشیمیایی گیاه اسطوخودوس دورگ، این آزمایش با هدف بررسی اثر ده محیط کشت بر پارامترهای ریشه‌زایی و برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی اسطوخودوس انجام گرفت. اسطوخودوس با نام علمی *Lavandula officinalis* L. از خانواده نعناعیان (Labiatae یا Lamiaceae) گیاهی چندساله و همیشه سبز است [۱]. قسمت تحتانی ساقه انشعابات فراوانی دارد که گیاه به صورت متراکم و انبوه به نظر می‌رسد. ارتفاع گیاهان چندساله به ۶۰-۴۰ سانتی‌متر می‌رسد. اسانس گیاه اسطوخودوس یکی از ترکیبات اصلی برای فراورده‌های بهداشتی و آرایشی است و در تولید ادکلن، عطر، صابون و شامپو کاربرد زیادی دارد و اسانس آن خاصیت ضد باکتریایی دارد [۲]. یکی از روش‌های تکثیر رویشی اسطوخودوس استفاده از قلمه گیاه است. استفاده از روش قلمه‌گیری و کاشت قلمه مزایای زیادی دارد از جمله اینکه ارزان است و نسبتاً سریع و آسان گیاه تکثیر می‌شود به طوری که شبیه گیاهان مادری خود هستند بنابراین شناخت شرایط مناسب برای ریشه‌زایی قلمه‌های این گیاه به منظور به حداکثر رسانیدن ریشه‌زایی قلمه‌ها و افزایش زنده‌مانی قلمه‌های ریشه‌دار شده اهمیت زیادی دارد. فاکتورهای مختلفی از جمله آناتومی، فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و محیطی در ریشه‌زایی قلمه‌ها در

گیاهان مختلف دخالت دارند [۳]. بررسی اثر بسترهای ریشه-زایی با توجه به نقش مهمی که در رشد و توسعه ریشه‌های ظاهر شده در هر قلمه دارد و نیز تأثیر شکل و فرم ریشه بر زنده‌مانی قلمه‌های ریشه‌دار شده گیاه، امری قابل توجه است [۴]. محیط کشت مناسب باعث استقرار قلمه‌ها شده، دست‌یابی به رطوبت و مواد غذایی کافی و نفوذپذیری هوا را میسر می-سازد و بر وجود مواد مختلف و واکنش آنها در ریشه‌زایی قلمه‌ها تأثیر زیادی دارد [۵].

مهم‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس آن لینالیل‌استات، لینالول، کامفور و گرانیول (ژانیول و سینئول)، تانن، کومارین، فلانوئیدها و دانه‌های خشک آن که حاوی پروتئین و چربی است [۶]. شهبازی [۷] با بررسی استخراج و شناسایی ترکیبات عرق و اسانس گیاه *lavandula angustifolia* عنوان کرد اولین ترکیب اصلی به دست آمده از اسانس کامل گیاه کامفور، بورنئول، ۸،۱ سینئول می‌باشد، همچنین دومین ترکیب اصلی به دست آمده از اسانس ساقه گیاه اپی زایلن، دوکاسان می‌باشد، سومین ترکیب اصلی به دست آمده از عرق کامل گیاه کامفور، ایزوبورنئول می‌باشد و چهارمین ترکیب اصلی به دست آمده از پس‌مانده اتانول گیاه ۸،۱ سینئول، آنده دکانوئیک اسید می‌باشد. ربانی و همکاران [۸] با بررسی اثر ضد باکتریایی اسانس اسطوخودوس بر باکتری *Xanthomonas campestris* و *Escherichia coli* گزارش نمودند بیشترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس اسطوخودوس شامل لینالول (۴۴/۹۴ درصد) و ۸،۱ سینئول (۲۱/۵ درصد) بودند. نتایج این مطالعه نشان داد که می‌توان از اسانس اسطوخودوس به عنوان ترکیب ضد میکروبی طبیعی در مبارزه با این دو باکتری بیماری‌زا استفاده نمود.

با توجه به نتایج تحقیقات مختلف در خصوص تأثیر بسترهای کشت بر نحوه ریشه‌زایی و تغییرات فیتوشیمایی انواع قلمه‌های گیاهی و عدم اطلاعات کافی در مورد تأثیر این بسترها بر ریشه‌زایی و تغییرات فیتوشیمایی گیاه اسطوخودوس دورگ، این آزمایش با هدف بررسی اثر ده محیط کشت بر پارامترهای ریشه‌زایی و برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی اسطوخودوس انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش گلخانه‌ای در سال ۱۳۹۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و در سه تکرار، در مجموع با ۳۰ واحد آزمایشی انجام شد. پایه‌های مادری اسطوخودوس موردنظر دارای شاخساره مناسب و در شرایط محیطی مطلوب و یکسان رشد کرده بودند. از سرشاخه‌های پایه‌های ۳ ساله، قلمه‌های نیمه رسیده با چوب قهوه‌ای دارای برگ و جوانه گرفته شد. قلمه‌های یکسان و هم‌اندازه (به طول ۱۵ سانتی‌متر) از گیاهان مادری تهیه و در بسترهای کشت مختلف قرار گرفتند. ماسه، پرلیت، ورمی‌کمپوست و پیت‌ماس با درصد حجمی مشخص به عنوان ماده اولیه‌ی بسترهای ریشه‌زایی با نسبت‌های مختلف تهیه شدند (جدول شماره ۱). نتایج تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بسترهای مورد آزمایش در جدول شماره ۲ آورده شده است. آبیاری گیاهان به روش دستی و با دور آبیاری ۷ روز انجام شد. برای حفظ وضعیت بوته‌ها در حد مطلوب سایر عملیات زراعی بر اساس نیاز قلمه‌ها انجام شد. برخی از ویژگی‌های آب و شرایط گلخانه در جدول شماره ۳ آورده شده است.

پس از استقرار کامل قلمه‌ها و ریشه‌زایی در آنها، گیاهان ریشه‌دار شده با دقت از محیط کشت خارج شد و صفات درصد ریشه‌زایی، تعداد ریشه اصلی، طول و قطر ساقه، وزن تر و خشک ریشه و ساقه، طول و قطر بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین ریشه و نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره و تغییرات اجزای اسانس ارزیابی و ثبت شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌ها در پاکت گذاشته شد و به مدت ۴۸ ساعت در آون الکتریکی در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از خشک شدن وزن شدند [۳].

جدول شماره ۱- اجزای بسترهای مورد استفاده و نسبت آنها در کشت اسطوخودوس

شماره بستر	اجزای بستر	نسبت اجزا	کد تیمار بستر
۱	ماسه	۱	M_1
۲	ماسه:پرلیت	۱:۲	M_2
۳	ماسه:پیت‌ماس	۱:۲	M_3
۴	ماسه:ورمی‌کمپوست	۱:۲	M_4
۵	ماسه:پرلیت:پیت‌ماس	۱:۱:۲	M_5
۶	ماسه:پرلیت:ورمی‌کمپوست	۱:۱:۲	M_6
۷	ماسه:پیت‌ماس:ورمی‌کمپوست	۱:۱:۲	M_7
۸	ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت	۲:۱:۱:۲	M_8
۹	ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت	۲:۱:۱:۴	M_9
۱۰	ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت	۲:۱:۱:۶	M_{10}

جدول شماره ۲- نتایج تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بسترهای مورد آزمایش

بستر های مورد استفاده	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی دسی زیمنس بر متر	نیتروژن کل (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم کل (درصد)	ماده آلی (درصد)	کربن آلی (درصد)	منگنز (پی‌پی‌ام)	روی (پی‌پی‌ام)	آهن (پی‌پی‌ام)	مس (پی‌پی‌ام)	درصد جذب آب
ماسه	۷/۸	۲/۰۹	۰/۱۷۲	۱۶	۲/۲	۱/۶۸	۱۲	۴/۵	۰/۹۸	۴/۵	۰/۸۸	۲۶
پرلیت	۴	۱/۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۶
پیت ماس	۶	۰/۶۸	۱/۲	۱/۴	۱/۶	۶۸	۴۷/۳۶	۵۶/۹	۳۶/۶	۱۲۲۵	۲۱	۲۵
ورمی‌کمپوست	۷/۵	۴/۲۲	۳	۰/۸۵	۲/۷۲	۶۶/۱	۳۸/۲	۸۵	۹۰	۷۵	۵۵	۷۵

جدول شماره ۳- برخی از ویژگی‌های آب آبیاری و شرایط گلخانه

دمای آب (سانتی‌گراد)	هدایت الکتریکی آب (میلی زیمنس بر متر)	pH آب	حداقل دمای گلخانه (سانتی‌گراد)	حداکثر دمای گلخانه (سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی گلخانه (درصد)
۲۲/۶	۰/۸۶۶	۷/۲	۱۴	۲۱	۶۰

تعیین میزان کلروفیل

برای اندازه‌گیری کلروفیل از روش استراین و سوک [۹] استفاده شد. ابتدا مقدار ۰/۱ گرم برگ تازه را با استفاده از ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد کاملاً ساییده شد تا توده یکنواختی به دست آید. محلول حاصل به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس یک میلی‌لیتر از محلول رویی با ۴ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد مخلوط شد و در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر طول موج جذبی (A) قرائت و کلروفیل بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه شد [۹].

$$Ch.a\ (mg.g^{-1}\ F.W) = [12.7\ (A_{663}) - 2.69\ (A_{645})]$$
$$Ch.b\ (mg.g^{-1}\ F.W) = [22.9\ (A_{645}) - 4.68\ (A_{663})]$$
$$Ch\ a{+}b\ (mg.g^{-1}\ F.W) = [20.2\ (A_{645}) + 8.02\ (A_{663})]$$

تعیین میزان عناصر غذایی

برای اندازه‌گیری نیتروژن کل بعد از هضم نمونه با اسید سولفوریک میزان آن با استفاده از روش کجلدال تعیین شد. به منظور اندازه‌گیری سایر عناصر غذایی ابتدا قسمتی از نمونه‌های گیاهی در کوره الکتریکی در درجه حرارت ۵۵۰ درجه سانتی-گراد به خاکستر تبدیل شده و در مرحله بعد با اسید کلریدریک دو نرمال هضم و با استفاده از عصاره به دست آمده غلظت عنصر آهن با استفاده از دستگاه جذبی اتمی، پتاسیم بوسیله دستگاه فلیم‌فتومتر و فسفر به روش کالریمتری با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۸۸۰ نانومتر سنجیده شدند [۱۰].

استخراج اسانس و تعیین ترکیبات اسانس

به منظور تعیین میزان اسانس در گیاه مقدار ۱۰۰ گرم از سرشاخه خشک گیاه را بعد از آسیب شدن به داخل بالن ریخته و مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد. اسانس به دست آمده با استفاده از سولفات پتاسیم بدون آب، آب‌گیری شد و تا زمان تزریق به دستگاه GC/MS در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد [۱۱].

برای شناسایی ترکیبات اسانس، به دستگاه GC/MS تزریق شد. دستگاه گاز کروماتوگرافی استفاده شده از نوع Agilent 6890 با ستون به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS بود. برنامه دمایی ستون به نحوی تنظیم شد که دمای ابتدایی آن ۵۰ درجه سانتی‌گراد و توقف در این دما ۵ دقیقه، گرادیان حرارتی ۳ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه، افزایش دما تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۵ درجه در هر دقیقه، افزایش دما تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و ۳ دقیقه توقف در این دما بود. دمای اتاقک تزریق ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد بود و از گاز هلیم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۰/۸ میلی‌متر در دقیقه استفاده شد. طیف‌نگار جرمی مورد استفاده مدل Agilent 5973 با ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت، روش یونیزاسیون EI و دمای منبع یونیزاسیون ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. شناسایی طیف‌ها به کمک شاخص بازداری آنها و مقایسه آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع و مقالات و با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه کامپیوتری صورت گرفت [۱۲، ۱۱]. به منظور انجام محاسبات آماری از نرم‌افزارهای SAS استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام گرفت و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

خصوصیات ریشه‌زایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر بسترهای کشت بر صفات طول ساقه، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، طول بلندترین و کوتاه‌ترین ریشه، قطر بزرگ ریشه، وزن تر و خشک ریشه، تعداد ریشه و درصد ریشه‌زایی در سطح یک درصد و قطر ساقه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول شماره ۴). نتایج این تحقیق نشان داد که بسترهای مختلف تأثیر متفاوتی بر ویژگی‌های رشدی و درصد ریشه‌زایی قلمه‌های اسطوخودوس داشتند، به طوری که بیشترین طول ساقه، وزن تر و خشک ساقه، بزرگترین قطر ریشه و بیشترین تعداد ریشه اصلی و درصد ریشه زایی در بستر ماسه:پرلیت (۱:۲)، بزرگترین قطر ساقه در بستر ماسه: ورمی‌کمپوست: پیت‌ماس: پرلیت (۲:۱:۱:۴)، طول بلندترین ریشه، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه در بستر ماسه:پیت‌ماس:ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲) و طول کوتاه‌ترین ریشه در بستر ماسه: ورمی‌کمپوست: پیت‌ماس: پرلیت (۲:۱:۱:۲) مشاهده شد (جدول شماره ۵).

کلروفیل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان کلروفیل *a*، کلروفیل *b* و کلروفیل کل در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول شماره ۶). مقایسه میانگین اثرات بسترهای کشت نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین این بسترها وجود دارد به طوری که بیشترین

میزان کلروفیل a و کل در بسترهای ماسه: پرلیت: پیت‌ماس (۱:۱:۲) و بیشترین کلروفیل b در بستر ورمی‌کمپوست: پیت‌ماس: پرلیت (۲:۱:۱:۶) مشاهده شد (شکل شماره ۱).

عناصر غذایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم و آهن در برگ-های اسطوخودوس در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول شماره ۶). بالاترین میزان نیتروژن (۳/۲ درصد) در بستر ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۲:۱:۱:۶) مشاهده شد (شکل شماره ۲). بالاترین میزان فسفر برگ (۰/۳۸۶ درصد) در بسترهای ماسه: پرلیت: ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲)، ماسه: پیت‌ماس: ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲)، ماسه: ورمی‌کمپوست: پیت‌ماس: پرلیت (۲:۱:۱:۴) و ماسه: ورمی‌کمپوست: پیت‌ماس: پرلیت (۲:۱:۱:۶) مشاهده شدند (شکل شماره ۲). بسترهای شماره M5 تا M10 بالاترین میزان پتاسیم را نشان دادند (شکل شماره ۲). همچنین بالاترین میزان آهن (۱۴۷ پی پی ام) در بستر ماسه: پرلیت: ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲) و ثبت شد (شکل شماره ۳).

جدول شماره ۴ – نتایج تجزیه واریانس خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی اسطوخودوس تحت کاربرد بسترهای مختلف کاشت

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		طول ساقه	قطر ساقه	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	طول بلندترین ریشه	طول کوتاهترین ریشه	قطر بزرگ ریشه
بلوک	۲	۰/۱	۰/۳۱	۰/۳۷	۰/۰۲	۰/۸۶	۰/۰۲	۰/۰۱
بسترهای کشت	۹	۲/۲۹**	۰/۰۶*	۰/۵۹**	۰۰/۱۷**	۱/۸۳**	۰/۳۴**	۰/۰۷**
خطای آزمایشی	۱۸	۰/۲۳	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۳۳	۰/۰۴	۰/۰۱
ضریب تغییرات	–	۳/۴۹	۴/۷۶	۱۱/۶۶	۱۲/۴۷	۱۳/۵۸	۲۸/۸۷	۹/۰۰

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد، ns: عدم تفاوت معنی‌داری

ادامه‌ی جدول ۴– نتایج تجزیه واریانس خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی اسطوخودوس تحت کاربرد بسترهای مختلف کاشت

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		قطر کوچک ریشه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	تعداد ریشه	درصد ریشه زایی
بلوک	۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۳	۲/۷۲	۱۱/۹۰
بسترهای کشت	۹	۰/۰۰۱ns	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۰۸**	۳۴**	۵/۵**
خطای آزمایشی	۱۸	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۳/۴۶	۳۸/۳۵
ضریب تغییرات	–	۲۰/۰۶	۹/۱۳	۱۲/۸۴	۱۲/۶۱	۱۷/۲۲

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد، ns: عدم تفاوت معنی‌داری

جدول شماره ۵- مقایسه میانگین خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی اسطوخودوس در بسترهای مختلف کاشت

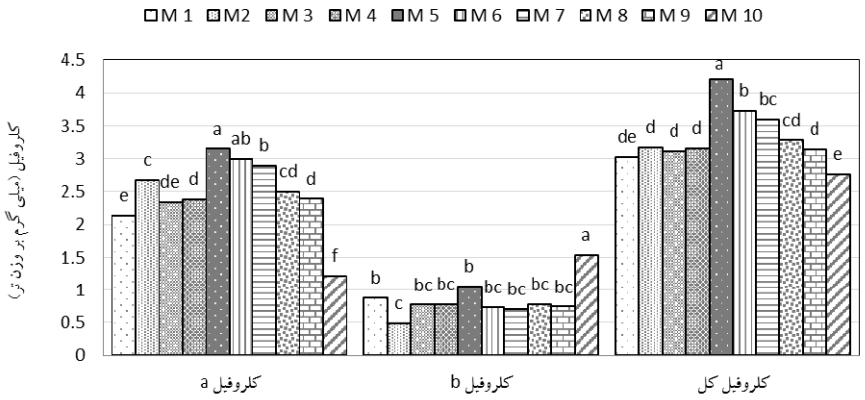
کد بستر	طول ساقه (سانتی‌متر)	قطر ساقه (سانتی‌متر)	وزن تر ساقه (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	طول بلندترین ریشه (سانتی‌متر)	طول کوچکترین ریشه (سانتی‌متر)	قطر بزرگ ریشه (میلی‌متر)	قطر کوچک ریشه (میلی‌متر)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	تعداد ریشه اصلی	درصد ریشه‌زایی
M_1	۱۵/۱۸^{ab}	۳/۰۷^{ab}	۲/۳۴^{bc}	۱/۰۵^{b}	۲/۶۵^{d}	۰/۳۴^{d}	۱/۴۵^{a}	۰/۱۰^{a}	۰/۳۷^{bcd}	۰/۱۴۰^{abc}	۹/۵۵^{f}	۲۳^{e}
M_2	۱۵/۶۶^{a}	۳/۰۵^{abc}	۲/۹۴^{a}	۱/۴۰^{a}	۳/۶۱^{cd}	۰/۳۱^{d}	۱/۴۶^{a}	۰/۰۸^{a}	۰/۳۶^{cd}	۰/۱۴۴^{ab}	۱۴/۵^{cd}	۲۱^{e}
M_3	۱۲/۹۰^{d}	۳/۰۱^{abc}	۲/۷۷^{ab}	۱/۲۹^{a}	۴/۷۷^{ab}	۰/۷۴^{bc}	۱/۱۸^{bc}	۰/۱۳^{a}	۰/۴۱^{abc}	۰/۱۵۲^{ab}	۲۰/۵۳^{a}	۶۶^{a}
M_4	۱۳/۵۷^{cd}	۲/۸۳^{bcd}	۱/۷۸^{ed}	۰/۷۶^{cd}	۴/۵۰^{abc}	۰/۵۴^{cd}	۱/۰۷^{bc}	۰/۱۴^{a}	۰/۳۵^{cd}	۰/۱۲۲^{abcd}	۱۸/۶۰^{ab}	۴۰^{bc}
M_5	۱۳/۴۱^{d}	۲/۹۴^{abcd}	۲/۳۰^{c}	۰/۹۴^{bc}	۴/۳۳^{bc}	۱/۰۹^{ab}	۱/۲۲^{bc}	۰/۱۵^{a}	۰/۴۱^{abc}	۰/۱۵۴^{a}	۱۵/۶۶^{bcd}	۳۵^{bcd}
M_6	۱۴/۴۴^{bc}	۲/۹۶^{abcd}	۲/۱۰^{cd}	۰/۹۶^{bc}	۳/۹۷^{bc}	۰/۷۵^{bc}	۱/۰۱^{c}	۰/۱۱^{a}	۰/۳۱^{d}	۰/۱۰۶^{d}	۱۳/۱۱^{de}	۳۸^{bcd}
M_7	۱۳/۷۸^{cd}	۳/۰۴^{abc}	۲/۱۴^{cd}	۰/۸۶^{bc}	۵/۵۶^{a}	۰/۵۷^{cd}	۱/۲۴^{b}	۰/۱۴^{a}	۰/۴۲^{abc}	۰/۱۳۷^{abcd}	۱۶/۸۴^{bc}	۲۸^{de}
M_8	۱۳/۴۹^{d}	۲/۷۲^{d}	۲/۱۷^{cd}	۰/۹۲^{bc}	۴/۶۹^{abc}	۱/۴۲^{a}	۱/۱۲^{bc}	۰/۱۳^{a}	۰/۳۶^{cd}	۰/۱۳۲^{abcd}	۱۴/۶۰^{cd}	۴۵^{b}
M_9	۱۳/۴۲^{d}	۳/۲۰^{a}	۱/۷۷^{ed}	۰/۷۵^{cd}	۴/۶۲^{abc}	۰/۸۱^{bc}	۱/۰۳^{bc}	۰/۱۰^{a}	۰/۳۴^{d}	۰/۱۱۱^{cd}	۱۰/۱۷^{ef}	۲۸^{de}
M_{10}	۱۳/۵۶^{cd}	۲/۷۸^{cd}	۱/۴۹^{e}	۰/۶۲^{d}	۳/۸۱^{bc}	۰/۵۲^{cd}	۱/۱۲^{bc}	۰/۱۳^{a}	۰/۳۳^{d}	۰/۱۲۰^{bcd}	۱۳/۹۵^{cd}	۳۰^{cde}

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌داری براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند. ماسه (۱): M_1، ماسه:پرلیت (۱:۲): M_2، ماسه:پیت‌ماس (۱:۲): M_3، ماسه:ورمی‌کمپوست (۱:۲): M_4، ماسه:پرلیت:پیت ماس (۱:۱:۲): M_5، ماسه:پرلیت:ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲): M_6، ماسه:پیت‌ماس:ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲): M_7، ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۲:۱:۱): M_8، ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۴:۱:۱:۲): M_9، ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۶:۱:۱:۲): M_{10}.

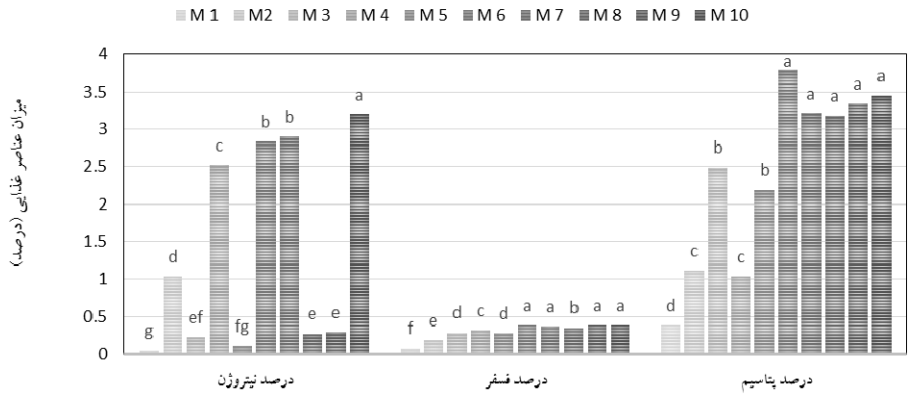
جدول شماره ۶- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات بیوشیمیایی مورد ارزیابی اسطوخودوس تحت کاربرد بسترهای مختلف کاشت

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن
بلوک	۲	۰/۰۰۵	۰/۰۳۸	۰/۰۵۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۱۶۷	۳۳۳
بسترهای کشت	۹	۰/۸۹۳**	۰/۰۰۰۲**	۰/۵۲۱**	۵/۴۲**	۰/۰۳۰**	۴/۲۹**	۴۶۶۲**
خطای آزمایشی	۱۸	۰/۰۱۶	۰/۰۳۳	۰/۰۳۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۱	۰/۱۴۲	۴۰۷
ضریب تغییرات	-	۵/۱۳	۲۱/۵۸	۵/۶۴	۵/۸۴	۳/۹۳	۱۵/۵۸	۲۱/۸۵

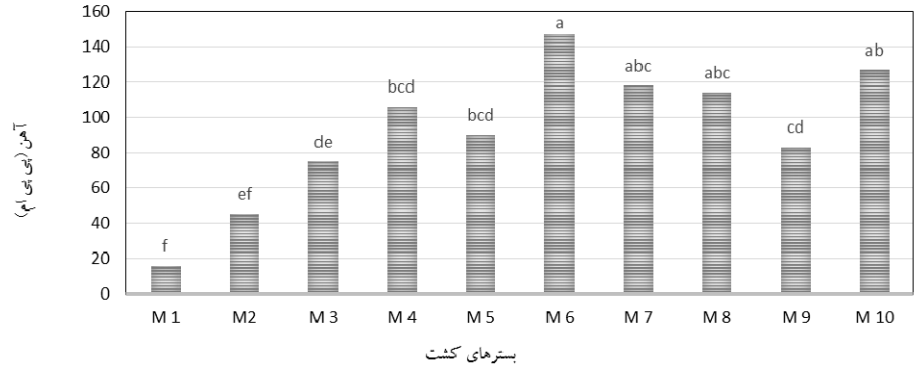
** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد، ns: عدم تفاوت معنی‌داری



شکل شماره ۱- مقایسه میانگین اثر بسترهای مختلف کشت بر کلروفیل a، b و کل در قلمه‌های اسطوخودوس. ماسه (۱): M_1،ماسه:پرلیت (۱:۲): M_2، ماسه:پیت‌ماس (۱:۲): M_3، ماسه:ورمی‌کمپوست (۱:۲): M_4، ماسه:پرلیت:پیت‌ماس (۱:۱:۲): M_5، ماسه: پرلیت: ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲): M_6، ماسه: پیت‌ماس: ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲): M_7، ماسه: ورمی‌کمپوست: پیت‌ماس: پرلیت (۲:۱:۱:۲): M_8، ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۴:۱:۱:۲): M_9، ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۶:۱:۱:۲): M_{10}.



شکل شماره ۲- مقایسه میانگین اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در قلمه‌های اسطوخودوس. ماسه (۱): M_1، ماسه:پرلیت (۱:۲): M_2، ماسه:پیت‌ماس (۱:۲): M_3، ماسه:ورمی‌کمپوست (۱:۲): M_4، ماسه:پرلیت:پیت‌ماس (۱:۱:۲): M_5، ماسه: پرلیت: ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲): M_6، ماسه: پیت‌ماس: ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲): M_7، ماسه: ورمی‌کمپوست: پیت‌ماس: پرلیت (۲:۱:۱:۲): M_8، ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۲:۱:۱:۴): M_9، ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۲:۱:۱:۶): M_{10}.



شکل شماره ۳- اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان آهن در قلمه‌های اسطوخودوس. ماسه (۱): M_1، ماسه:پرلیت (۱:۲): M_2، ماسه:پیت‌ماس (۱:۲): M_3، ماسه:ورمی‌کمپوست (۱:۲): M_4، ماسه:پرلیت:پیت‌ماس (۱:۱:۲): M_5، ماسه: پرلیت: ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲): M_6، ماسه: پیت‌ماس: ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲): M_7، ماسه: ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۲:۱:۱:۲): M_8، ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۲:۱:۱:۴): M_9، ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۲:۱:۱:۶): M_{10}.

مهمترین ترکیبات و اجزای اسانس

پس از آنالیز اسانس مشخص شد که میزان اجزای اسانس تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی متفاوت بود. بیشترین میزان ترکیب شناسایی شده در این گیاه لیمونن بود که بالاترین میزان آن با میانگین ۶۱/۶۴ درصد در بستر ماسه و پس از آن با میانگین ۵۸/۶۱ درصد در بستر ماسه: ورمی‌کمپوست: پیت‌ماس: پرلیت (۲:۱:۱:۶) مشاهده شد. پس از لیمونن، بورنئول بیشترین میزان اجزای تشکیل‌دهنده اسانس را داشت. بیشترین میزان این ترکیب با میانگین ۲۲/۰۱ درصد در بستر ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۲:۱:۱:۲) و کمترین آن با میانگین ۹/۰۸ در بستر ماسه مشاهده شد (جدول شماره ۷).

جدول شماره ۷- نوع ترکیبات و میزان اجزای اسانس شناسایی شده در گیاه دارویی اسطوخودوس تحت تأثیر بسترهای مختلف کشت

ردیف	ترکیب شناسایی شده (درصد)		KI	بسترهای مختلف کشت									
				M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
۱	α-Pinene		۹۳۵	۳/۵۶	۱/۹۵	۱/۷۲	۱/۹۱	۱/۷۹	۱/۹۹	۱/۳۳	۱/۸۶	۱/۳۶	۱/۸۱
۲	Camphene		۹۵۲	۲/۳۶	۱/۴۰	۱/۳۴	۱/۳۱	۱/۲۶	۱/۵۰	۱/۱۵	۱/۴۱	۱/۰۹	۱/۴۴
۳	Sabinene		۹۷۶	۰/۲۸	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۲۲
۴	β-Pinene		۹۸۱	۱/۷۴	۱/۱۱	۱/۰۹	۰/۹۲	۱/۰۹	۱/۲۱	۰/۸۵	۱/۰۹	۰/۸۵	۱/۱۳
۵	*para*-Cymene		۱۰۲۵	۰/۶۱	۰/۴۶	۰/۵۱	۰/۴۱	۰/۴۷	۰/۵۲	۰/۴۰	۰/۴۹	۰/۴۳	۰/۵۰
۶	*ortho*-Cymene		۱۰۳۱	۲/۵۳	۱/۴۶	۱/۴۲	۱/۳۸	۱/۵۳	۱/۶۷	۱/۳۲	۱/۵۹	۱/۴۶	۱/۸۲
۷	Limonene		۱۰۳۴	۶۱/۶۴	۴۰/۱۰	۳۴/۲۷	۴۵/۸۹	۳۶/۱۵	۴۰/۳۳	۵۴/۵۳	۳۷/۱۰	۴۹/۱۷	۵۸/۶۱
۸	γ-Terpinene		۱۰۶۳	۰/۳۲	۰/۲۲	۰/۴۸	۰/۲۰	۰/۴۲	۰/۳۳	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۲۹
۹	*cis*-Sabinol		۱۱۵۱	۰/۴۴	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۷۶	۰/۸۱	۰/۷۹	۰/۶۷	۰/۸۱	۰/۶۴	۰/۵۴
۱۰	Camphor		۱۱۵۹	۸/۹۲	۱۱/۷۱	۱۲/۵۸	۱۲/۵۶	۲۴/۱۲	۱۳/۰۱	۱۲/۷۶	۱۲/۰۶	۱۲/۶۰	۱۲/۸۶
۱۱	Borneol		۱۱۸۴	۹/۰۸	۲۰/۹۴	۲۱/۲۹	۱۸/۷۹	۲۱/۵۵	۱۹/۶۲	۱۴/۸۱	۲۲/۰۱	۱۸/۱۱	۱۰/۹۲
۱۲	Terpinene-4-ol		۱۱۹۰	۰/۷۲	۲/۶۰	۲/۸۲	۲/۰۱	۲/۴۷	۲/۲۲	۱/۵۴	۲/۵۴	۱/۷۲	۱/۰۴
۱۳	Cryptone		۱۲۰۱	۰/۳۹	۰/۸۸	۰/۹۰	۰/۷۵	۰/۹۵	۰/۸۳	۰/۶۰	۰/۸۰	۰/۷۳	۰/۵۴
۱۴	Isobornyl formate			۱/۰۵	۱/۵۳	۱/۶۸	۱/۴۷	۱/۴۳	۱/۶۴	۱/۳۶	۱/۷۲	۱/۳۷	۱/۳۱
	MH			۱۳/۶۱	۴۶/۹۱	۴۱/۰۶	۵۲/۲۰	۲۴/۹۴	۴۷/۷۸	۶۰/۴۳	۴۴/۵۶	۵۴/۶۶	۶۵/۸۲
	MO	درصد		۸۵/۱۴	۳۷/۵۶	۳۹/۱۹	۳۵/۵۹	۵۰/۳۸	۳۷/۲۸	۳۱/۱۹	۳۹/۳۷	۳۴/۴۴	۲۶/۶۷
۱۵	Other	ترکیبات		۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹
	Total Identified	اسانس		۹۹/۳۵	۸۵/۰۶	۸۰/۸۴	۸۸/۳۸	۹۳/۹۱	۸۵/۶۵	۹۲/۲۱	۸۴/۵۲	۸۹/۶۹	۹۳/۰۸

KI: شاخص بازداری، ماسه (۱): M_1، ماسه:پرلیت (۱:۲): M_2، ماسه:پیت‌ماس (۱:۲): M_3، ماسه:ورمی‌کمپوست (۱:۲): M_4، ماسه:پرلیت:پیت‌ماس (۱:۱:۲): M_5، ماسه:پرلیت:ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲): M_6، ماسه:پیت‌ماس:ورمی‌کمپوست (۱:۱:۲): M_7، ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس: پرلیت (۲:۱:۱:۲): M_8، ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۲:۱:۱:۴): M_9، ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۲:۱:۱:۶): M_{10}.

بحث

از مهمترین عوامل برای ریشه‌زایی قلمه‌ها، استفاده از بسترهای کاشت مناسب است. درصد ریشه‌زایی و کیفیت ریشه‌های تولید شده در بسیاری از موارد ارتباط مستقیمی با بستر کشت مورد استفاده دارد. امروزه برای کاشت گیاهان از مواد آلی و معدنی متفاوتی به عنوان بسترهای کاشت استفاده می‌شود. هر کدام از این مواد دارای ویژگی‌های مخصوصی می‌باشند. به طور کلی موادی که به عنوان بستر کشت استفاده می‌شوند باید ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی بالا، تهویه کافی، زهکشی مناسب، تبادل کاتیونی بالا داشته باشند و همچنین نباید هیچ‌گونه تأثیر سوء و مضری برای گیاه داشته باشند [۵]. با توجه به این‌که مواد غذایی موجود در بستر به تدریج در دسترس و اختیار گیاه قرار می‌گیرند، بنابراین بهبود خصوصیات، فیزیکی و شیمیایی بسترهای کاشت، موجب افزایش رشد و نمو، زنده‌مانی و افزایش بازده تولید می‌شود [۱۳].

نتایج مطالعات نشان داد که میزان کلروفیل در قلمه‌ها به طور معنی‌داری تحت تأثیر بسترهای کشت قرار می‌گیرد [۱۴، ۴]. شبانی و همکاران [۱۵] در بررسی اثر بسترهای کشت

مختلف بر صفات کمی و کیفی سه رقم فلفل دلمه‌ای در سیستم هیدروپونیک، گزارش کردند که استفاده از مواد آلی مانند پیت و ضایعات خرما افزایش معنی‌دار کلروفیل نسبت به سایر بسترها می‌شود. آذرمی [۱۶] گزارش کرد که میزان کلروفیل برگ به طور معنی‌داری تحت تأثیر بستر کشت قرار گرفته است به طوری که در بستر کشت خاک+ پیت، کلروفیل ۴۴ درصد بیشتر از بستر ورمی‌کمپوست+ پیت بود. با توجه به این که عناصر غذایی در ساخت کلروفیل دخالت دارند و نیتروژن به طور مستقیم در ساختار کلروفیل موجود است، به نظر می‌رسد ارتباط مثبت و معنی‌داری بین جذب عناصر غذایی و محتوای کلروفیل وجود داشته باشد. نیتروژن ارتباط نزدیکی با سنتز کلروفیل دارد [۱۷]. این نتایج می‌تواند ناشی از مواد غذایی موجود در این بسترها باشد [۱۸] به طوری که مقایسه این نتایج با تجزیه شیمیایی بسترها این مطلب را تأیید کرد. به طور کلی قلمه‌هایی که در بسترهایی با مواد غذایی بیشتری کشت شده‌اند میزان کلروفیل بالاتری در برگ‌ها تولید کردند. Nair et al, 2008؛ Copes, 1997 نشان دادند که میزان کلروفیل در قلمه‌ها به طور معنی‌داری تحت تأثیر بسترهای کشت قرار می‌گیرد [۲۰، ۱۹].

صابری و همکاران [۲۱] در بررسی اثر بستر کشت بدون خاک بر غلظت و جذب عناصر غذایی گوجه‌فرنگی گزارش کردند که بیشترین مقادیر پتاسیم و منیزیم در ساقه و میوه گوجه‌فرنگی در بسترهای کوکوپیت، پرلیت+ زئولایت و پوسته شلتوک+ زئولایت مشاهده شد. همچنین دیلمقایی حسنلویی و همتی [۲۲] نشان دادند که بیشترین غلظت نیتروژن و پتاسیم گیاه در تیمار پرلیت-کوکوپیت و همچنین بیشترین میزان کلسیم و منیزیوم در بستر پرلیت- کوکوپیت به دست آمد و نتیجه گرفتند که بیشتر خصوصیات کمی و کیفی توت‌فرنگی به ترکیب بستر آن بستگی داشته و بسترهای پرلیت+ کوکوپیت از این نظر بهتر هستند. پژوهشگران زیادی گزارش کردند که افزودن مواد آلی به خاک می‌توانند در جهت فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز برای گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم عمل نمایند [۲۲، ۲۱]. هزارجریبی و همکاران [۲۳] بیان نمودند که ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با ماده آلی رابطه مستقیم داشته و افزودن مواد آلی به خاک، سبب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌شود. همانطور که از نتایج تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بسترهای کاشت مشخص است بالاترین میزان مواد آلی در ورمی کمپوست و پیت‌ماس وجود داشت و می‌توان بالاتر بودن جذب عناصر غذایی را به آن نسبت داد.

نتایج تجزیه اسانس در گیاه اسطوخودوس تحت کاربرد محیط‌های کشت نشان داد که میزان و درصد اجزای تشکیل دهنده این گیاه به شدت تحت تاثیر این بسترها قرار می‌گیرد. به طور مشابه رحیمیان [۲۴] با بررسی تأثیر بسترهای مختلف کشت بر گیاهان دارویی ریحان و مرزه گزارش کردند که استفاده از پسماند کمپوست قارچ شسته شده سبب افزایش بیوماس و در نتیجه عملکرد اسانس در هردو گیاه مرزه و ریحان شد. و مهمترین ترکیبات شناسایی شده در اسانس ریحان لینالول و اوژنول، و در مرزه کارواکرول و پی سیمن بود که تحت تأثیر نوع بستر کشت قرار گرفتند. شیرخدایی و تقی درزی [۲۵] گزارش کردند که استفاده از ورمی‌کمپوست سبب افزایش گاماترپینن، کامفور، گرانیل استات و لینانول و کاهش گرانیول در اسانس گیاه دارویی گشنیز می‌شود. همچنین تأثیر مثبت افزودن ورمی‌کمپوست در افزایش عملکرد اسانس و محتوای کاروون در گیاه دارویی شوید گزارش شده است [۲۶]. به نظر می‌رسد محیط‌های مختلف کشت با تأثیر بر فرآهمی آب و مواد غذایی و همچنین تأثیر بر میزان اکسیژن در اطراف ریشه‌ها تأثیر بسزایی بر اجزای تشکیل‌دهنده اسانس در گیاهان دارویی دارند، که نتایج این آزمایش این مطلب را تأیید کرد.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی کاربرد بسترهای مختلف کشت تأثیر متفاوتی بر خصوصیات ریشه‌زایی، محتوای کلروفیل، میزان جذب عناصر غذایی و ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس گیاه اسطوخودوس داشت. بهترین بسترهای مورد استفاده برای توسعه ریشه‌زایی گیاه دارویی اسطوخودوس بسترهای سبک مانند ماسه، پرلیت و پیت‌ماس مانند تیمارهای M3 برای تعداد

و درصد ریشه‌زایی و تیمار M5 برای وزن خشک ریشه بودند. این بسترها بیشترین اثر مثبت بر خصوصیات ریشه‌زایی را دارا بودند هر چند که بیشترین جذب عناصر غذایی در بسترهایی که حاوی ورمی‌کمپوست و پیت‌ماس بودند، ایجاد شد. همچنین بسترهای مختلف کشت تأثیر متفاوتی بر اجزای اسانس داشتند به طوری که بیشترین مقدار لیمونن (Limonene)، بورنئول (Borneol)، و کامفور (Camphor)، به ترتیب در بسترهای M1 (ماسه)، M8 (ماسه:ورمی‌کمپوست:پیت‌ماس:پرلیت (۲:۱:۱:۲)) و M5 (ماسه:پرلیت:پیت‌ماس (۱:۱:۲)) مشاهده شد. بیشترین میزان منوترپن‌های هیدروکربنه (MH) در بستر کشت M10 به میزان ۶۵/۸۲ درصد و کمترین آن در بستر کشت M1 به میزان ۱۳/۶۱ درصد و نیز بیشترین میزان منوترپن‌های اکسیژنه (MO) در بستر کشت M1 به میزان ۸۵/۱۴ درصد و کمترین آن در بستر کشت M10 به میزان ۲۶/۶۷ درصد به دست آمد. انتخاب نوع ترکیب بستر برای تکثیر و کشت گیاهان دارویی در خزانه‌ها و گلخانه‌های تولیدی باید براساس میزان سهولت در فراهمی ترکیبات و توجیه عملکرد اقتصادی آنا انجام گیرد.

منابع

1. Manteghi Tafreshi A, Abdossi V and Delkhosh B. Essential oil of the aerial parts of *Lavandula officinalis* from Iran. *Int. Res. J. Applied and Basic Sci*. 2015; 9 (9): 1479-148.

2. Omidbaigi R. Production and processing of medicinal plants. (4th ed.). Astan Ghods. Publication. 2007, Vol. 2, p 438.

3. Nair A, Zhang D and Smagula J. Rooting and overwintering stem cuttings of *Stewartia pseudocamellia* Maxim. relevant to hormone, media, and temperature. *Hort Sci*. 2008; 43 (7): 2124-2128.

4. Alikaramian M and Bidarmani F. Improving the rooting of honeysuckle (*Lonicera japonica*) cuttings by usingof Indole-butyric acid treatments and different substrates. *J. App. Environ. and Bio. Sci*. 2015; 5 (11): 285-290.

5. Sabir A, Zeki K, Ferhan K and Namik KY. Effects of different rooting media and auxin treatments on the rooting ability of Rupestris du Lot (*Vitis Rupestris*) rootstock cuttings, *Food, Agriculture & Environment* 2004; 2 (2): 307-309.

6. Zargari A, Medicinal Plants. Tehran University Publication, 1997, p: 387.

7. Shahbazi S. Extract and identify compounds sweat and oil plant lavandula angustifolia. *J. the use of Chemicals in the Environment* 2012; 12: 49-55.

8. Rabani M, Rezaeian Doloei R and Jabari Noghabi M. Antibacterial effect of lavender essential oils on *Xanthomonas campestris* and *Escherichia coli*. *Modern Science of Sustainable Agriculture Journal Special issue for horticultural Crops.* 2014; 2 (2): 33-42.

9. Strain HH and Svec WA. Extraction, Separation and isolation of chlorophylls, In: Varnon LP and Seely GR (Eds.). Chlorophylls. Academic Press, New York. 1966, 24-61 p.

10. Alikhani L, Ansari K.h, Jamnezhad M and Tabatabaei Z. The effect of different medium and cuttings on growth and rooting of Pomegranate cuttings. 1th national conference on new issues in agriculture, Islamic Azad University, Saveh Branch, Saveh, Iran. 2011.

11. British Pharmacopoeia. London, UK: Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency (MHRA), 2008, vol. 3.

12. Adams RP. Identification of essential oil components by gas chromatography/ quadrupole mass spectroscopy. Illinois: Allured Publishing Co. Carol Stream, 2004, p: 804.

13. Kiuru P, Muriuki SJN and Muriuki SJM. Influence of growth media and regulators on vegetative propagation of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *East African Agri. and Forest. J.* 2015; 81 (2-4): 105-111.

14. Emami A. Methods of plant analysis. Soil and Water Research Institute. 1996, 982 p. (in Persian).

15. Shabani T and Peyvast Gh A. Effect of different substrates on quantitative and qualitative characteristics of three varieties of sweet pepper in soilless culture system. *EJGCST*. 2011; 6: 11-20.

16. Azarmi R. The effects of substrate on growth and physiology of greenhouse cucumber seedlings. The first National Congress of Hydroponics and Greenhouse Production. 2009, Esfehan, Iran.

17. Wright RD, Rein WH and Virginia JRS. Propagation medium moisture level and rooting of woody stem cuttings, *SNA Research Conference*. 1992; 37: 270-273.

18. Copes D.L. Influence of rooting media on root structure and rooting percentage of Douglas-fir cuttings, *Silvae Genetica* 1977; 26 (2-3): 102-106.

19. Nair A.D, Zhang and Smagula J. Rooting and overwintering stem cuttings of Stewartia seudocamelliaMaxim. relevant to hormone, media, and temperature. *HortSci*. 2008; 43 (7): 2124-2128.

20. Copes D.L. Influence of rooting media on root structure and rooting percentage of Douglas-fir cuttings. *Silvae Genetica* 1977; 26 (2-3): 102-106.

21. Saberi Z, Kalbasi M, Khoshgoftarmanesh AH and Mobli M. The effect of soilless growing media and nutrient concentration of tomato plants. First National Congress of hydroponics and greenhouse production. 2009. Tehran Iran.

22. Dilmaghani MR and Hemmaty S. Effect of different substrates on nutrients content, yield and quality of strawberry cv. Selva in soilless culture. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture* 2011; 2 (7): 1-8.

23. Hezarjaribi A, Nosrati karizak F, Abdollahnezhad K and Ghorbani KH. The Prediction Possibility of Soil Cation Exchange Capacity by Using of Easily Accessible Soil Parameters. *J. Water and Soil*. 2013; 27: 712-719.

24. Rahimian A. The effect of vermicompost and spent mushroom compost on growth and secondary metabolites of medicinal plants savory and basil. Master's thesis, Mohagheghe Ardabili University. 2011, 96 p.

25. Shirkhodaei M and Taghi Darzi M. The Effect of Organic Manure and Biofertilizer Application on Some Essential Oil Constituents of Coriander (*Coriandrum Sativum* L.). *Intl. J. Basic. Sci. Appl. Res*. 2014; 3 (5): 274- 280.

26. Ebel J and Ofer A. Early events in the elicitation of plant defense. *Planta* 1998; 206: 335 - 340.

Phytochemical and Morpho-physiological changes lavender (*Lavandula officinalis* L.) in Response to different culture media

Joshaghani R (M.Sc.)[1], Mehrafarin A (Ph.D.)[2], Labbafi MR (Ph.D.)[2*]

1- Department of Horticulture, Islamic Azad University, Karaj branch, Karaj, Iran
2- Medicinal Plants Research Center, Institute of Medicinal Plants, ACECR, Karaj, Iran
* Corresponding author: Medicinal Plants Research Center, Institute of Medicinal Plants, ACECR, P.O.Box: 31375/1369, Karaj, Iran
Tel: +98-26-34764010-19, Fax: +98-26-34764021
E-mail: Mohammad1700@yahoo.com

Abstract

Background: Since the essential oil of lavender (*Lavandula officinalis* L.) was used for the treatment of diseases related to the nervous system and rheumatism, phytochemical evaluation of this plant is essential especially in terms of cultivation and production.

Objective: This study was conducted to investigate the effect of different culture media on the amount of essential components, chlorophyll content, nutrients, growth characteristics, and rooting of lavender.

Methods: The experiment was done the basis of randomized complete blocks design (RCBD) in 10 treatments and 3 replications. Substrates and culture media for plant production in this study were M1; sand, M2; sand:perlite (2:1), M3; sand:peat-moss (2:1), M4; sand:vermicompost (2:1), M5; sand:perlite:peat-moss (2:1:1), M6; sand:perlite:vermicompost (2:1:1), M7; sand:peat-moss:vermicompost (2:1:1), M8; sand:vermicompost:peat-moss:perlite (2:1:1:2), M9; sand:vermicompost:peat-moss:perlite (4:1:1:2), and M10; sand:vermicompost:peat-moss:perlite (6:1:1:2).

Results: Results showed that culture media had significant effect on the all characteristics of rooting, chlorophyll and nutrient content and essential oil components in lavender plants. Limonene, borneol, and camphor were the highest amount of essential oil compounds in lavender, respectively. The highest content of limonene and oxygenated monoterpenes in M1, rooting percentage and number of main root in M3, camphor and chlorophyll content and root dry weight in M5, borneol content in M8, and hydrocarbon monoterpenes in M10 were observed.

Conclusion: The application of different culture media in the production and propagation of lavender in addition to changes in morpho-physiological characteristics of lavender can directly alter the properties of essential oil and phytochemical compounds.

Keywords: Limonene, Borneol, Peat-moss, Perlite, Vermicompost