

اثرات کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.)

مهراب یادگاری

گروه زراعت و گیاهان دارویی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۱۱، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۰۱/۱۶)

چکیده

در این تحقیق اثرگذاری کودهای آلی و شیمیایی بر میزان تولید اسانس و ترکیبات مؤثره اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در چهار تکرار در دو سال زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ انجام شد. تیمارها شامل تیمار شاهد (عدم کوددهی)، کودهای اسبی، گوسفندی، گاوی، مرغی، ورمی‌کمپوست و کود کامل شیمیایی NPK (۲۰-۲۰-۲۰) بود. ساختار هوایی نمونه‌های گیاهی، قبل از زمان گلدهی در زمان اوج رویش (۲۴۴-۲۶۰ برگی) به‌طور جداگانه از هر کدام از تیمارهای مورد بررسی تهیه شدند. بیشترین میزان وزن خشک (۷۱۲-۷۱۷ گرم در مترمربع) و اسانس (۱/۱-۱/۲ درصد) متعلق به تیمار کود کامل شیمیایی NPK بود، لیکن مشاهده گردید که کودهای مرغی و ورمی‌کمپوست از لحاظ وزن خشک و تولید اسانس در گروه مشابه با این کود قرار گرفتند. سه ترکیب سیترونلال، سیترونلول و ژرانیل استات از دسته مونوترپن‌های غیرحلقوی در تیمارهای مختلف بیش از ۶۰ درصد اسانس را به خود اختصاص دادند. تعداد ۲۴ ترکیب مؤثره در اسانس تمام نمونه‌های گیاهی تحت تیمارهای مختلف به‌دست آمد. بالاترین مقادیر ترکیبات غالب اسانس شامل سیترونلال (۳۱/۱-۳۰/۵ درصد) در تیمار کود اسبی و کود کامل؛ سیترونلول (۱۷/۹-۱۷/۵ درصد) در تیمار کود مرغی و ورمی‌کمپوست؛ ژرانیل استات (۱۷/۷-۱۶/۱ درصد) در تیمار کود گاوی و کود اسبی؛ به‌دست آمد. در هر دو سال انجام این تحقیق مشخص گردید که بالاترین ضرایب همبستگی به‌وجود آمده بین اسانس با مواد مؤثره لینالول، لیمونن، سیترونلول، ژرانیل و ژرانیل استات وجود داشت. در غالب موارد، کودهای مرغی و ورمی‌کمپوست هم از لحاظ درصد اسانس و هم ترکیبات غالب اسانس در بالاترین گروه آماری بودند. به‌نظر می‌رسد کودهای آلی به‌دلیل افزایش جذب و تحلیل مواد غذایی، مقدار و ترکیبات اسانس را افزایش دادند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، بادرنجبویه، کود شیمیایی، کود آلی

مقدمه

و منشعب، سبز کم‌رنگ، پوشیده از کرک‌های نرم، برگ متقابل، حاشیه برگ دندان‌دار یا کنگره‌دار، دارای رگبرگ‌های متعدد، به رنگ سبز متمایل به آبی، گل‌های کوچک، به رنگ سفید مایل به صورتی، میوه فندقه کوچک، بذر تخم مرغی شکل، سیاه رنگ و براق است (Mozaffarian, 2008). از اسانس شاخسار هوایی

بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) گیاهی دارویی و علفی از تیره نعنائیان (Lamiaceae) است. منشأ اصلی این گیاه شرق مدیترانه و جنوب اروپاست. گیاهی است معطر، پایا، ایستاده و علفی، به ارتفاع ۳۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر، ساقه چهارگوش، افراشته

گیاهان و تغییرات چشم‌گیر در افزایش کیفیت زمین می‌شوند (Leithy et al., 2006; Shata et al., 2007). به دلیل اثرات درمانی و خواص گیاهان دارویی که بیشتر از سایر گیاهان در سلامت انسان‌ها مؤثر است، به نظر می‌رسد کودهای آلی به‌عنوان یکی از انواع کودهای زیستی در تأمین عناصر غذایی و همچنین بهبود حاصلخیزی مزارع تولید گیاهان دارویی بسیار مفید هستند (Araji et al., 2001).

طی تحقیقاتی که در رابطه با بررسی اثرگذاری کودهای آلی، کمپوست و ورمی‌کمپوست بر میزان اسانس و ترکیبات مؤثره گونه‌های نعناع (*Mentha arvensis* L., *Mentha piperita* L.) انجام شد مشخص گردید که تیمارهای مورد بررسی، اثر آماری معنی‌داری بر شاخص‌های رشد و خصوصیات فیتوشیمیایی از جمله میزان اسانس، ترکیبات مؤثره از جمله منتول و منتون داشت (Ayyobi et al., 2014; Borllina et al., 2001). در بررسی دیگری اثر سطوح مختلف کودهای زیستی بر فاکتورهای رشدونمو و میزان اسانس مرزنگوش شیرین (*Marjorana hortensis*) مطالعه شد و مشخص گردید که بیشترین مقادیر اسانس و ترکیبات اسانس در مقادیر مصرف ۳ و ۵ کیلوگرم در متر مربع به‌دست آمد (Gharib et al., 2008). تحقیقات دیگر مشخص نمود که مصرف کودهای آلی توأم با کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌تواند جمعیت میکروبی مفید خاک را جهت افزایش جذب و تحلیل مواد غذایی توسط گیاه افزایش دهد (Liu et al., 2009). طی تحقیقی، تأثیر سطوح مختلف تغذیه‌ای (شیمیایی و آلی) بر عملکرد و میزان ماده مؤثره بذر گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum* L. Gaerate) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین درصد فلاونوئیدها، درصد فنول و عملکرد سیلی‌مارین از تیمار تلفیقی شیمیایی و آلی به‌دست آمد (Haj Seyed Hadi et al., 2008; Yazdani Bioki et al., 2012).

در تحقیقات مشابهی اثرگذاری مفید ورمی‌کمپوست بر گیاه بادرنجبویه گزارش گردیده است، چنانچه در تحقیقی تیمار با کود ورمی‌کمپوست (به میزان ۲۰ تن در هکتار)، تولید بیشترین

این گیاه، استفاده زیادی در صنایع داروسازی و بهداشتی می‌شود. تحقیقات متعدد بیانگر آن است که همگام با افزایش میزان ماده خشک گیاهی، درصد اسانس افزایش می‌یابد. مهم‌ترین مواد مؤثره تشکیل‌دهنده اسانس شامل سیترونل، سیترونلول، ژرانیل استات، سیترال، ژرانیول، لینالول، اسید رزماری و استات اوژنول است (Yadegari, 2016; Shirzadi, 2010؛ بدخشان و همکاران، ۱۳۹۷).

با توجه به نقش مخرب کودهای شیمیایی و نیاز به مواد مؤثره با کیفیت، امروزه استفاده از کودهای زیستی نقش بارزی در کشت‌وکار گیاهان دارویی ایفا می‌کند. از مهم‌ترین کودهای آلی می‌توان کودهای ورمی‌کمپوست و نیز کودهای دارای منشأ مرغی را نام برد. استفاده از ورمی‌کمپوست یکی از راه‌های بهبود حاصلخیزی خاک به شمار می‌رود. ورمی‌کمپوست یک منبع ارگانیک است که ظرفیت رطوبتی خاک را حمایت می‌کند و جذب مواد غذایی خاک را افزایش می‌دهد. همچنین توانایی نگهداری آب را بهبود می‌دهد و موجب افزایش فعالیت باکتریایی در خاک می‌گردد (Barker and Pilbeam, 2007; Nick et al., 2009). کود مرغی یکی از انواع کودهای دامی و منبع ماده آلی برای تقویت انواع خاک‌هاست. این کود علاوه بر داشتن مواد مغذی یکی از کودهای ارزان قیمت در مقایسه با کودهای متداول در تولید گیاهان زراعی است و از نظر داشتن نیتروژن نسبت به سایر کودهای دامی غنی‌تر است (Koocheki et al., 2004). در راستای ایجاد و توسعه کشاورزی پایدار، کودهای آلی باعث بهبود حاصلخیزی خاک و رشد گیاه و کاهش تخریب محیط‌زیست می‌شوند. این کودها حاوی سلول‌های زنده از انواع مختلف میکروارگانیسم‌ها هستند که قابلیت تبدیل عناصر مهم غذایی را از فرم غیرقابل دسترس به فرم قابل دسترس از طریق فرآیندهای زیستی دارند. کودهای آلی علاوه بر افزایش عناصر معدنی خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، باعث بهبود فراهمی نیتروژن و پتاسیم، کنترل عوامل بیماری‌زا، باروری خاک، افزایش کلویدهای مؤثر در تشکیل خاکدانه‌ها، بیشترشدن رشدونمو گیاه (Gustafson, 2010)، تولید انواع هورمون‌های تنظیم‌کننده و محرک رشد

آزوسپیریلوم)، بر سیترونلال و بتاکاریوفیلین اثر مثبت داشته‌اند. کمترین میزان سیترونلال در شرایط بدون تنش خشکی به وجود آمده است (کازمی‌نسب و همکاران، ۱۳۹۵). در اثر مصرف کود گاوی، مشخص گردید که این کود منجر به افزایش صفات مورفولوژیکی از جمله ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و نیز اسانس گیاه در سطح ۲۰ تن در هکتار شد. ضمن آنکه تلقیح نیتروکسین، افزایش معنی‌داری در مقادیر صفات مذکور ایجاد نمود (رضی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵).

در گزارشات قبلی نقش مفید و ارزشمند کاربرد کودهای آلی و زیستی در سایر گیاهان دارویی از جمله گاوزبان (*Borago officinalis* L.) (Shaalani, 2005)، همیشه‌بهار (*Hashemabadi et al., 2012*)، زیره سبز (*Cuminum cyminum*) (Sabur Beylandi, 2004)، کدوی تخم‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) (خواجه‌حق‌وردی و همکاران، ۱۳۹۷)، آویشن (*Thymus vulgaris* L.) (Ateia et al., 2009;)، بارهنگ (*Hendawy et al., 2010*) و اسفرزه (*Plantago psyllium*) (Koocheki et al., 2004)، شوید (*Anethum graveolens*) (Khalid and Shafei, 2005)، رزماری (*Rosmarinus officinalis*) (Leithy et al., 2006) و انار (*Punica granatum* L.) (Aseri et al., 2008) بیان گردیده است که به‌نظر می‌رسد، به‌دلیل اثرگذاری بهتر روی جذب مواد غذایی و تولید بیشتر میزان کلروفیل گیاهی باشد.

با توجه به آنکه از یکسو بادرنجبویه گیاه دارویی بسیار ارزشمندی است و از سوی دیگر در مورد اثرگذاری کودهای آلی و شیمیایی به‌طور توأم در قالب یک تحقیق دوساله بر کمیت و کیفیت اسانس این گیاه در شرایط ایران تاکنون کار نشده است؛ در تحقیق حاضر با بررسی اثرگذاری کودهای آلی و شیمیایی بر این گیاه پرداخته شد تا بتوان مناسب‌ترین نوع کود را به لحاظ کمی و کیفی اسانس حاصله، در راستای کشاورزی پایدار به کشاورزان توصیه نمود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای آلی و شیمیایی

صفات مورفولوژیکی از جمله ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته، تعداد برگ در بوته، وزن تر برگ در بوته، وزن خشک برگ در بوته، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، طول ریشه در بوته، وزن تر ریشه در بوته، وزن خشک ریشه در بوته، نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام هوایی، عملکرد بیولوژیک، را نمود. بنابراین مصرف کود آلی ورمی‌کمپوست به لحاظ افزایش پارامترهای رشدونمو و نیز عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس برای کشت گیاه بادرنجبویه توصیه گردید (قادری و همکاران، ۱۳۹۳). در تحقیق دیگری تیمار با منبع تغذیه‌ای ورمی‌کمپوست، بالاترین تعداد ساقه‌ی فرعی، وزن خشک بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس را به‌وجود آورد. کودهای ورمی‌کمپوست و مایکوریزا به‌ترتیب با ۱/۶۹ و ۱/۶۵ درصد، بالاترین میزان اسانس را تولید نمودند (بدخشان و همکاران، ۱۳۹۷). آزمایش دیگری نشان داد که ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر فاکتورهای مورفولوژیکی و درصد اسانس بادرنجبویه داشت، به‌طوری‌که بیش‌ترین ارتفاع بوته، بالاترین تعداد شاخه فرعی، بالاترین وزن هزار دانه، بیش‌ترین درصد اسانس، در حالت کاربرد ۳۰ درصد حجم گلدان ورمی‌کمپوست حاصل گردید. بیشترین مقدار سیترونلال در تیمار ۳۰ درصد حجم گلدان ورمی‌کمپوست و بالاترین مقدار ژرانیال در حضور کود شیمیایی حاصل گردید (ضرابی و همکاران، ۱۳۹۶). در تحقیق دیگری اثرگذاری بهتر کود گاوی نسبت به ورمی‌کمپوست گزارش شده است. کود گاوی به همراه کاربرد غلظت 10^{-2} مولار اسید سالیسیلیک، منجر به تولید بیشترین مقادیر درصد اسانس، وزن خشک پیکره رویشی، سطح برگ، میزان کلروفیل و ارتفاع گیاه را بوجود آورد (حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳). تحقیق دیگری نشان داد که استفاده از مایکوریزا و ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و یا مایکوریزا به‌همراه ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست موجب افزایش جذب بیشتر عناصر در گیاه بادرنجبویه شد (عباس‌زاده و ذاکریان، ۱۳۹۵). آزمایش دیگری نشان داد که ورمی‌کمپوست بر ماده مؤثره سیترونلال تأثیر داشت اما باکتری‌های محرک رشد (سودوموناس فلورسنت، ازتوباکتر،

جدول ۱- مشخصات اقلیمی و خاک‌شناسی منطقه در دو سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹

سال	فسفر	پتاسیم	نیتروژن	هدایت الکتریکی	کربن آلی	اسیدیته	متوسط بارندگی	متوسط درجه حرارت	متوسط حداکثر درجه حرارت	متوسط حداقل درجه حرارت
	میلی‌گرم بر لیتر			دسی‌زیمنس بر متر	درصد	میلی‌متر	سالیانه	سالیانه	درجه سانتی‌گراد	درجه سانتی‌گراد
۱۳۹۸	۸۰	۲۴۰	۰/۰۶	۰/۴۷	۰/۸	۷/۹	۶۵۰	۱۲	۲۷	-۳۱
۱۳۹۹	۷۲	۱۹۵	۰/۰۷	۰/۳۶	۰/۹	۷/۷	۵۴۲	۱۴/۲	۲۶/۶	-۲۸

جدول ۲- خصوصیات کودهای مورد استفاده

ردیف	خصوصیت	واحد	کود مرغی	کود گوسفندی	کود گاوی	کود اسبی	ورمی‌کمپوست	کود کامل
۱	اسیدیته	-	۶/۷۱	۷/۹	۷/۹۲	۷/۲	۷/۹	-
۲	هدایت الکتریکی	دسی‌زیمنس بر متر	۴/۷۵	۱/۹۸	۴/۳۸	۴/۴۲	۵/۲	-
۳	کربن آلی	درصد	۳۱/۲	۱۹/۵	۱۷/۵	۱۸/۵	۲۰/۱	-
۴	نیتروژن	درصد	۴/۵	۲/۳۲	۲/۶۴	۲/۷۲	۴/۵۱	۲۰
۵	فسفر	درصد	۱/۷۱	۰/۵۶	۰/۵۹	۰/۴۸	۱/۵۸	۲۰
۶	پتاسیم	درصد	۱/۲۵	۰/۶۳	۰/۹۸	۰/۹۸	۱/۵۱	۲۰
۷	آهن	میلی‌گرم در کیلوگرم	۱۴۷۵	۱۷۱۸	۳۸۱۲	۲۲۱۴	۲۸۲۰	۵۰۰۰۰
۸	روی	میلی‌گرم در کیلوگرم	۴۲۵/۳	۲۰۶	۱۲۰/۴	۱۱۵/۵	۱۹۸/۱	۲۰۰۰۰
۹	مس	میلی‌گرم در کیلوگرم	۱۱۷	۵۱/۷۲	۲۸/۱۲	۳۳/۳	۸۸/۸	-
۱۰	منگنز	میلی‌گرم در کیلوگرم	۴۹۳/۲	۲۲۰	۳۳۱	۲۸۹/۸	۳۹۶	۲۰۰۰۰

سال اول در تاریخ ۲۰ اردیبهشت‌ماه و در سال دوم در ۲۲ اردیبهشت‌ماه در کرت‌های آزمایشی کاشت شدند و بلافاصله آبیاری انجام شد. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کرت‌ها شامل ۶ ردیف به طول ۶ متر بود که ۲ ردیف کناری به‌عنوان اثرات حاشیه‌ای در زمان برداشت حذف گردیدند. با توجه به توصیه شرکت سازنده ۱/۵ گرم از کود کامل یوروسالید NPK (۲۰-۲۰-۲۰) در یک لیتر آب حل گردیده و محلول‌پاشی دو بار با فاصله زمانی سه هفته بعد از مرحله ۱۰ برگی شدن گیاه انجام شد.

نمونه‌های گیاهی، قبل از زمان گلدهی در زمان اوج رویش (۲۴۴-۲۶۰ برگی) به‌طور جداگانه از هر کدام از تیمارهای تحت آزمایش در سال اول در ۲۴ مردادماه و در سال دوم در ۲۸ مردادماه جمع‌آوری گردید و در پاکت‌های مخصوص جهت انتقال به آزمایشگاه نگهداری شدند. پس از جمع‌آوری

بر میزان و ترکیبات اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه آزمایشاتی در دو سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد واقع در رحمتیه با مشخصات عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۰۶۱ متر از سطح دریا، انجام گردید. خصوصیات اقلیمی و خاکشناسی منطقه در جدول ۱ آمده است. این تحقیق به صورت طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارها شامل کودهای گوسفندی، گاوی، اسبی، مرغی، ورمی‌کمپوست و کود کامل شیمیایی NPK ۲۰-۲۰-۲۰ به همراه تیمار شاهد (عدم کوددهی) بود (جدول ۲). هر کدام از کودهای دامی (گوسفندی، گاوی، اسبی و مرغی) به میزان ۲۰ تن در هکتار و کود ورمی‌کمپوست به میزان ۳۰ تن در هکتار در زمان تهیه بستر مورد استفاده قرار گرفتند. نشاءهای ۴-۶ برگی بادرنجبویه تهیه‌شده از شرکت پاکان بذر اصفهان، در

(جدول ۵).

بیشترین میزان وزن خشک (۷۱۲-۷۱۷ گرم در مترمربع) و اسانس (۱/۲-۱/۱ درصد) در این تحقیق، متعلق به تیمار کود کامل شیمیایی NPK بود، اما مشاهده گردید که کود مرغی و ورمی کمپوست نیز از لحاظ وزن خشک و تولید اسانس در گروه مشابه با این کود قرار گرفتند (شکل ۱، جدول ۵). کمترین میزان اسانس (۰/۵ درصد) در تیمار شاهد به دست آمد. در بسیاری از ترکیبات مؤثره مشاهده گردید که تیمارهای ورمی کمپوست و کود مرغی بالاتر از تیمار کود کامل قرار گرفتند (جدول ۵). با توجه به نقش افزایش دهنده گی و محرک رشد در کودهای آلی و شیمیایی در افزایش سبزینه گیاه به تبع آن افزایش فتوسنتز، بدیهی است که متعاقب آن میزان اسانس بیشتر می شود (Marschner, 1995). در اکثر موارد، بیشترین مقادیر ترکیبات غالب اسانس از جمله میرسن، فلاندرن، لینالول، لیمونن، سیس-بتا اوسیمن، سیترونلنل، ایزومتون، نرال، سیترونلول، نرال، ژرانیول، ژرانیال، ژرانیل استات، ای-کاریوفیلن و کاریوفیلن اکساید، برتری با تیمارهای کود مرغی و ورمی کمپوست بود. افزایش توأم میزان اسانس همراه با ترکیبات غالب اسانس به خصوص سیترونلنل، سیترونلول و ژرانیل استات در نتایج محققین قبلی نیز گزارش گردیده است (Yadegari, 2016; Shirzadi et al., 2010).

در دو سال انجام این تحقیق بالاترین مقادیر ترکیبات غالب اسانس شامل میرسن (۱/۵-۱/۵ درصد) در تیمار ورمی کمپوست؛ فلاندرن (۱/۷-۱/۷ درصد) در تیمار ورمی کمپوست، کود مرغی و کود کامل؛ لینالول (۰/۹-۱/۱ درصد) در تیمار کود مرغی و کود کامل؛ لیمونن (۲/۶-۲/۹ درصد) در تیمار ورمی کمپوست و کود کامل؛ سیس بتا اوسیمن (۲/۲-۲/۴ درصد) در تیمار کود مرغی و کود کامل؛ سیترونلنل (۳۱/۱-۳۰/۵ درصد) در تیمار کود اسبی و کود کامل؛ ایزومتون (۱/۷-۱/۷ درصد) در تیمار کود کامل؛ نرال (۲/۸-۲/۸ درصد) در تیمار کود مرغی و ورمی کمپوست؛ سیترونلول (۱۷/۹-۱۷/۵ درصد) در تیمار کود مرغی و ورمی کمپوست؛ نرال (۶/۹-۷/۶ درصد) در تیمار کود گاوی و کود اسبی؛

نمونه‌ها، اندام‌های هوایی گیاه از تمامی زوائد اضافی و خاک اطراف بدنه تمیز شدند. نمونه‌ها در سایه با تهویه مناسب و دمای معمولی اتاق (۲۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد) به طور کامل خشک شدند. اسانس‌گیری به روش تقطیر با بخار آب توسط دستگاه کلونجر (ساخت ایران شیشه آلات بروسیلیکات آلمانی) صورت گرفت. اسانس گیاهان موردنظر پس از آماده‌سازی، جهت شناسایی ترکیبات به دستگاه GC (مدل Agilent 7890) و GC/MS (مدل Agilent 5975 C) مجهز به ستون موئینه HP-5MS به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میکرون با محدوده دمایی آون ستون از ۶۰ تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد تزریق گردید. شناسایی طیف‌ها به کمک شاخص بازداري آن‌ها و مقایسه آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع و مقالات و با استفاده از طیف‌های جرمی استاندارد انجام گرفت (Adams, 2007). در نهایت تجزیه آماری میزان اسانس و ترکیبات مؤثره اسانس گیاهان تحت تیمارهای مختلف کودی و همبستگی ساده بین اسانس و اجزای اسانس از روش پیرسون، با نرم‌افزار آماری SAS ver. 8 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها از روش حداقل اختلاف معنی‌دار (L.S.D) در سطح ۱٪ انجام شد و برای اطمینان از مقادیر خطای استاندارد (SE)، به طور جداگانه با نرم‌افزار Excel ver. 2013، برآورد مجدد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که استفاده از کودهای آلی مرغی، اسبی، گاوی، گوسفندی، ورمی کمپوست و کود کامل شیمیایی NPK (۲۰-۲۰) بر میزان وزن خشک و اسانس استخراج شده از گیاهان بادرنجبویه اثر معنی‌داری داشت (جدول ۳ و ۴). در سال اول تعداد ۲۴ ترکیب عمده شامل آلفاپینن، کامفن، سابینن، بتاپینن، میرسن، فلاندرن، آلفاترپینن، لینالول، آلفاتوژن، بتاتوژن، لیمونن، سیس-بتا اوسیمن، کامفور، سیترونلنل، ایزومتون، نرال، سیترونلول، نرال، ژرانیول، ژرانیال، ژرانیل استات، ای-کاریوفیلن، آلفاهومولن و کاریوفیلن اکساید در اسانس بادرنجبویه شناسایی گردید. در سال دوم اجرای طرح نیز ۲۴ ترکیب به دست آمد که از لحاظ مقادیر با سال اول متفاوت بود

جدول ۳- تجزیه واریانس میانگین مربعات وزن خشک، میزان اسانس و ترکیبات عمده اسانس بادرنجبویه تحت تأثیر کودهای مختلف در سال ۱۳۹۸

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک	اسانس	میرسن	فلاندرن	لینالول	لیمونن	سیس-بتا اوسیمین	سیترونلال	ایزومتون
تکرار	۳	۱۴/۴	۰/۰۰۲	۱/۱	۱/۲	۴/۴	۲/۲	۷/۷	۳/۳	۱/۵
تیمار	۶	۳۴۸/۵**	۷/۵**	۴۵/۳۵**	۸۸/۷**	۶۱/۵**	۷۲/۳**	۸۱/۱**	۴۵/۴**	۶۳/۴**
خطا	۱۸	۱۲/۲	۰/۰۰۱	۲/۲	۴/۳	۲/۳	۱/۴	۳/۵	۱/۲	۳/۱
ضریب تغییرات		۱۶/۲	۱۱/۲	۱۴/۴	۱۴/۲	۱۲/۴	۱۱/۵	۱۱/۴	۱۰/۵	۱۶/۲

** معنی دار در سطح $\alpha = 1\%$

ادامه جدول ۳-

منابع تغییرات	درجه آزادی	نرول	سیترونلول	نرال	ژرانیول	ژرانیاال	ژرانیل استات	ای- کاربوفیلین اکساید	کاربوفیلین
تکرار	۳	۱/۹	۴/۴	۹/۱	۶/۴	۵/۵	۷/۴	۹/۳	۸/۴
تیمار	۶	۸۸/۱**	۶۷/۷**	۸۵/۸**	۷۷/۷**	۶۵/۶**	۹۸/۹**	۶۵/۶**	۵۵/۶**
خطا	۱۸	۱/۱	۳/۶	۴/۴	۳/۲	۵/۵	۸/۳	۶/۲	۵/۳
ضریب تغییرات		۱۱/۴	۱۰/۹	۸/۵	۱۴/۴	۱۱/۱	۱۴/۱	۹/۹	۹/۲

** معنی دار در سطح $\alpha = 1\%$

جدول ۴- تجزیه واریانس میانگین مربعات وزن خشک، میزان اسانس و ترکیبات عمده اسانس بادرنجبویه تحت تأثیر کودهای مختلف در سال ۱۳۹۹

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک	اسانس	میرسن	فلاندرن	لینالول	لیمونن	سیس-بتا اوسیمین	سیترونلال	ایزومتون
تکرار	۳	۱۲/۱	۰/۰۵۵	۱/۷	۴/۲	۱/۵	۶/۶	۳/۵	۱/۶	۲/۳
تیمار	۶	۴۱۲/۵**	۱۲/۵**	۳۷/۸**	۱۲۶/۱**	۵۵/۱**	۶۶/۳**	۵۵/۱**	۷۴/۴**	۵۱/۴**
خطا	۱۸	۱۱/۱	۰/۰۱۶	۱/۵	۷/۸	۷/۴	۴/۵	۶/۶	۲/۵	۲/۲
ضریب تغییرات		۱۴/۷	۱۴/۵	۱۷/۱	۱۶/۴	۱۵/۵	۱۷/۷	۱۱/۴	۱۳/۹	۱۵/۵

** معنی دار در سطح $\alpha = 1\%$

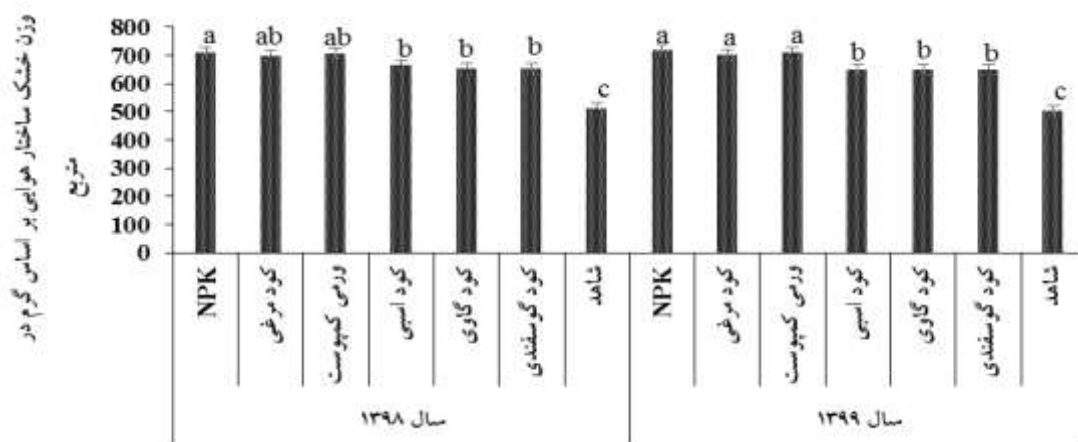
همچنین در دو سال انجام این تحقیق کمترین مقادیر میرسن (۱/۱ درصد)؛ فلاندرن (۰/۴ درصد)؛ لینالول (۰/۷ درصد)؛ لیمونن (۱/۲-۱/۳ درصد)؛ سیس بتا اوسیمین (۱/۵-۱/۴ درصد)؛ سیترونلال (۲۸/۱-۲۷/۹ درصد)؛ ژرانیول (۱/۳-۱/۳ درصد)؛ ژرانیاال (۰/۳-۰/۱ درصد)؛ ژرانیل استات (۱۴/۶-۱۴/۴ درصد)؛ ای کاربوفیلین (۴/۴-۳/۹ درصد)؛ کاربوفیلین اکساید (۳/۴-۳/۳

ژرانیول (۲/۳-۲/۲ درصد) در تیمار کود گاوی و ورمی کمپوست؛ ژرانیاال (۱/۸-۱/۹ درصد) در تیمار کود کامل و کود مرغی؛ ژرانیل استات (۱۶/۱-۱۷/۷ درصد) در تیمار کود گاوی و کود اسبی؛ ای کاربوفیلین (۶/۴-۵/۸ درصد) در تیمار کود گوسفندی و کود مرغی؛ کاربوفیلین اکساید (۶/۲-۴/۶ درصد) در تیمار کود کامل شیمیایی به وجود آمد (جدول ۵).

ادامه جدول ۴-

منابع تغییرات	درجه آزادی	نرول	سیترونلول	نرال	ژرانیول	ژرانیاال	ژرانیل استات	ای- کاربوفیلن اکساید	کاربوفیلن
تکرار	۳	۲/۸	۵/۵	۷/۶	۳/۵	۷/۷	۸/۵	۶/۶	۴/۵
تیمار	۶	۱۱۲/۲**	۵۵/۵**	۴۵/۵**	۳۹/۳**	۴۱/۶**	۱۱۵/۱**	۴۸/۱**	۶۳/۱**
خطا	۱۸	۲/۷	۴/۶	۶/۵	۴/۴	۵/۶	۷/۷	۵/۸	۳/۹
ضریب تغییرات		۱۳/۳	۱۵/۷	۱۸/۱	۱۲/۲	۱۰/۵	۱۱/۵	۱۴/۱	۱۰/۱

** معنی دار در سطح $\alpha = 1\%$



شکل ۱- میزان وزن خشک ساختار هوایی بادرنجبویه، قبل از گلدهی تحت تیمارهای مختلف در سالهای ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹

در این تحقیق (Francis *et al.*, 1990; Araj *et al.*, 2001) مشاهده شد که در غالب ترکیبات مؤثره اسانس، تیمار کود مرغی و ورمی کمپوست توانستند در بالاترین گروه و مشابه با کود شیمیایی کامل NPK قرار بگیرند. گزارشاتی مبنی بر حضور تنظیم کننده های رشد گیاهی در اثر کاربرد ورمی کمپوست و امکان بهبود رشد گیاهی تحت این شرایط وجود دارد. مزیت استفاده از ورمی کمپوست در مقابل سایر کودهای آلی به دلیل فراهمی بیشتر عناصر غذایی است. این کود معمولاً نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیشتری نسبت به خاک های اطراف خود دارد. افزودن ورمی کمپوست به خاک و بسترهای کشت به افزایش رشد گیاه کمک می کند (Ayyobi *et al.*, 2014). کود ورمی کمپوست به واسطه فراهم نمودن مقادیر بیشتری از عناصر مغذی، منجر به بیشتر شدن وزن گیاه و مواد مؤثره موجود در آن می گردد. اثربخشی مفید و کارآمد این کود در گیاهان

درصد) در تیمار شاهد و ایزومنتون (۱/۲ درصد) در تیمار کود اسپری؛ نرول (۲/۱-۱/۹ درصد) در تیمار کود کامل؛ سیترونلول (۱۵/۹-۱۵/۳ درصد) در تیمار کود گاوی و کود مرغی؛ نرال (۳/۸-۴/۷ درصد) در تیمار کود مرغی و کود کامل؛ مشاهده گردید (جدول ۵).

ورمی کمپوست حاوی عناصر غذایی بسیار غنی به ویژه نیتروژن بوده که به تدریج آن ها را در اختیار گیاه قرار می دهد و این نکته از نظر حاصلخیزی خاک بسیار پراهمیت است. این کود در مقایسه با سایر کودهای آلی دارای میزان عناصر اصلی غذایی بالاتری است. ورمی کمپوست علاوه بر عناصر پرمصرف مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم که در فعالیتهای حیاتی گیاه نقش اساسی دارند حاوی عناصر ریزمغذی مانند آهن، مس، روی و منگنز نیز هست. علاوه بر این با داشتن موادی مانند B12 و اکسین عوامل محرک رشد گیاه را فراهم می آورند

جدول ۵- مقایسه میانگین محتوای اسانس و ترکیبات تشکیل دهنده اسانس بادرنجبویه تحت تیمارهای مختلف کودی

ردیف	ترکیبات	شاخص بازداری	سال اول					شاهد	
			کود اسبی	کود گاوی	کود مرغی	کود گوسفندی	ورمی کمپوست		کود کامل
۱	آلفا پینن	۹۳۸	۰/۳±۰/۰۱	۰/۴±۰/۰۱	۰/۵±۰/۰۲	۰/۵±۰/۰۲	۰/۶±۰/۰۱	۰/۷±۰/۰۲	۰/۲±۰/۰۱
۲	کامفن	۹۵۲	۰/۵±۰/۰۲	۰/۵±۰/۰۲	۰/۷±۰/۰۱	۰/۶±۰/۰۲	۰/۷±۰/۰۱	۰/۷±۰/۰۲	۰/۴±۰/۰۱
۳	سابینن	۹۷۶	۰/۳±۰/۰۱	۰/۴±۰/۰۱	۰/۶±۰/۰۴	۰/۵±۰/۰۱	۰/۷±۰/۰۱	۰/۷±۰/۰۵	۰/۳±۰/۰۱
۴	بتاپینن	۹۸۰	۰/۲±۰/۰۲	۰/۲±۰/۰۱	۰/۵±۰/۰۳	۰/۵±۰/۰۱	۰/۶±۰/۰۴	۰/۵±۰/۰۱	۰/۳±۰/۰۱
۵	میرسن	۹۹۱	۱/۲±۰/۰۵	۱/۲±۰/۰۳	۱/۴±۰/۰۴	۱/۱±۰/۰۳	۱/۵±۰/۰۵	۱/۴±۰/۰۷	۱/۱±۰/۰۳
۶	فلاندرن	۱۰۰۵	۱/۵±۰/۰۳	۱/۶±۰/۰۳	۱/۷±۰/۰۴	۱/۴±۰/۰۵	۱/۷±۰/۰۶	۱/۷±۰/۰۶	۰/۴±۰/۰۷
۷	آلفا-ترپینن	۱۰۱۸	۰/۴±۰/۰۱	۰/۵±۰/۰۱	۰/۷±۰/۰۲	۰/۶±۰/۰۱	۰/۸±۰/۰۴	۰/۷±۰/۰۵	۰/۴±۰/۰۱
۸	لینالول	۱۰۹۸	۰/۸±۰/۰۱	۰/۹±۰/۰۱	۱/۱±۰/۰۸	۰/۷±۰/۰۱	۰/۹±۰/۰۵	۱/۱±۰/۰۳	۰/۷±۰/۰۱
۹	آلفاتوژن	۱۱۰۲	۰/۲±۰/۰۳	۰/۳±۰/۰۱	۰/۶±۰/۰۴	۰/۴±۰/۰۱	۰/۵±۰/۰۴	۰/۷±۰/۰۱	۰/۴±۰/۰۱
۱۰	بتاتوژن	۱۱۱۶	۰/۳±۰/۰۲	۰/۴±۰/۰۱	۰/۶±۰/۰۴	۰/۳±۰/۰۱	۰/۶±۰/۰۷	۰/۸±۰/۰۱	۰/۳±۰/۰۱
۱۱	لیمونن	۱۰۳۱	۲/۳±۰/۰۳	۲/۴±۰/۰۴	۲/۵±۰/۰۶	۲/۲±۰/۰۳	۲/۶±۰/۰۳	۱/۸±۰/۰۲	۱/۳±۰/۰۲
۱۲	سیس-بتاوسیمین	۱۰۴۰	۱/۴±۰/۰۱	۱/۷±۰/۰۲	۲/۲±۰/۰۱	۱/۶±۰/۰۱	۱/۵±۰/۰۲	۱/۹±۰/۰۲	۱/۵±۰/۰۲
۱۳	کامفور	۱۱۴۳	۰/۶±۰/۰۱	۰/۷±۰/۰۲	۰/۸±۰/۰۴	۰/۶±۰/۰۱	۰/۹±۰/۰۴	۱/۱±۰/۰۲	۰/۶±۰/۰۴
۱۴	سیترونال	۱۱۵۳	۳/۱±۰/۰۵	۲۹/۱±۰/۰۲	۳۰/۳±۰/۰۴	۳۰/۱±۰/۰۵	۲۹/۲±۰/۰۱	۲۸/۱±۰/۰۵	۲۸/۱±۰/۰۱
۱۵	ایزومتون	۱۱۵۴	۱/۲±۰/۰۱	۱/۳±۰/۰۰۴	۱/۴±۰/۰۱	۱/۳±۰/۰۰۲	۱/۶±۰/۰۱	۱/۷±۰/۰۳	۱/۶±۰/۰۲
۱۶	نرول	۱۲۲۸	۲/۵±۰/۰۱	۲/۶±۰/۰۲	۲/۸±۰/۰۳	۲/۶±۰/۰۴	۲/۷±۰/۰۳	۱/۹±۰/۰۲	۲/۵±۰/۰۲
۱۷	سیترونلول	۱۲۲۹	۱۷/۵±۰/۰۲	۱۵/۳±۰/۰۱	۱۵/۸±۰/۰۳	۱۷/۵±۰/۰۱	۱۷/۲±۰/۰۹	۱۶/۲±۰/۰۹	۱۶/۶±۰/۰۸
۱۸	نرال	۱۲۴۰	۵/۶±۰/۰۵	۶/۹±۰/۰۴	۴/۷±۰/۰۶	۴/۷±۰/۰۴	۵/۶±۰/۰۸	۵/۲±۰/۰۹	۶/۶±۰/۰۷
۱۹	ژرانیول	۱۲۵۵	۲/۲±۰/۰۱	۲/۳±۰/۰۲	۱/۴±۰/۰۳	۱/۸±۰/۰۱	۲/۲±۰/۰۲	۱/۳±۰/۰۲	۱/۳±۰/۰۱
۲۰	ژرانیال	۱۲۷۱	۱/۴±۰/۰۱	۱/۵±۰/۰۲	۱/۷±۰/۰۲	۱/۴±۰/۰۱	۰/۹±۰/۰۱	۱/۸±۰/۰۳	۰/۳±۰/۰۰۹
۲۱	ژرانیل استات	۱۳۸۰	۱۵/۵±۰/۰۲	۱۶/۱±۰/۰۱	۱۴/۸±۰/۰۱	۱۵/۵±۰/۰۹	۱۵/۲±۰/۰۹	۱۵/۸±۰/۰۸	۱۴/۶±۰/۰۷
۲۲	ای-کاریوفیلن	۱۴۱۹	۴/۴±۰/۰۲	۵/۲±۰/۰۲	۵/۶±۰/۰۳	۶/۴±۰/۰۴	۵/۷±۰/۰۲	۵/۵±۰/۰۹	۴/۴±۰/۰۲
۲۳	آلفاهومولن	۱۴۵۲	۰/۴±۰/۰۱	۰/۵±۰/۰۲	۰/۷±۰/۰۱	۰/۴±۰/۰۳	۰/۶±۰/۰۱	۰/۸±۰/۰۴	۰/۴±۰/۰۱
۲۴	کاریوفیلن اکساید	۱۵۸۱	۳/۵±۰/۰۹	۴/۵±۰/۰۸	۵/۵±۰/۰۷	۵/۴±۰/۰۶	۵/۴±۰/۰۵	۶/۲±۰/۰۵	۳/۴±۰/۰۸
	مجموع		۹۷/۷	۹۵/۵	۹۸/۷	۹۷/۹	۹۹/۱	۹۸/۳	۸۸/۷
	اسانس (گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک)		۰/۶±۰/۰۱	۰/۶±۰/۰۲	۰/۹±۰/۰۳	۰/۸±۰/۰۳	۰/۹±۰/۰۲	۱/۱±۰/۰۱	۰/۵±۰/۰۳

اسانس و ترکیبات مؤثره اسانس مشخص گردید که بین مقدار اسانس در هر دو سال تحقیق با ترکیبات عمده اسانس شامل میرسن، فلاندرن، لینالول، لیمونن، سیس-بتاوسیمین، سیترونال، ایزومتون، نرول، سیترونلول، نرال، ژرانیول، ژرانیال و ژرانیل استات ارتباط مستقیم و معنی داری وجود داشت. در هر دو سال تحقیق ترکیبات ای-کاریوفیلن و کاریوفیلن اکساید با درصد اسانس ارتباط مستقیم داشتند لیکن این ارتباط

دارویی آویشن (*Thymus vulgaris*) (Yadegari et al., 2012)، بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) (Yadegari, 2016)، گونه‌های نعناع (*Mentha arvensis* L., *Mentha piperita* L.) (Ayyobi et al., 2014; Borllina et al., 2001) و گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) (Shirkhodaei et al., 2014)، به اثبات رسیده است.

با توجه به برآورد همبستگی ساده پیرسون بین میزان

ادامه جدول ۵-۵

ردیف	ترکیبات	شاخص بازراری	سال دوم				کود گاو	کود مرغی	کود گوسفندی	ورمی کمپوست	کود کامل	شاهد
			کود اسبی	کود گاو	کود مرغی	کود گوسفندی						
۱	آلفا پینن	۹۳۸	۰/۳±۰/۰۲	۰/۴±۰/۰۱	۰/۵±۰/۰۲	۰/۴±۰/۰۱	۰/۷±۰/۰۱	۰/۸±۰/۰۲	۰/۷±۰/۰۱	۰/۸±۰/۰۲	۰/۲±۰/۰۱	
۲	کامفن	۹۵۲	۰/۵±۰/۰۲	۰/۶±۰/۰۱	۰/۷±۰/۰۱	۰/۶±۰/۰۱	۰/۸±۰/۰۱	۰/۶±۰/۰۲	۰/۸±۰/۰۱	۰/۸±۰/۰۳	۰/۴±۰/۰۲	
۳	ساینین	۹۷۶	۰/۴±۰/۰۲	۰/۵±۰/۰۱	۰/۶±۰/۰۶	۰/۶±۰/۰۱	۰/۷±۰/۰۷	۰/۷±۰/۰۶	۰/۷±۰/۰۶	۰/۷±۰/۰۶	۰/۲±۰/۰۲	
۴	بتاپینن	۹۸۰	۰/۴±۰/۰۲	۰/۵±۰/۰۱	۰/۶±۰/۰۵	۰/۶±۰/۰۵	۰/۶±۰/۰۶	۰/۶±۰/۰۶	۰/۶±۰/۰۶	۰/۶±۰/۰۱	۰/۲±۰/۰۴	
۵	میرسن	۹۹۱	۰/۲±۰/۰۶	۱/۳±۰/۰۵	۰/۵±۰/۰۸	۱/۲±۰/۰۳	۱/۵±۰/۰۴	۱/۴±۰/۰۲	۱/۵±۰/۰۴	۱/۴±۰/۰۲	۱/۱±۰/۰۱	
۶	فلاندرن	۱۰۰۵	۱/۵±۰/۰۶	۱/۶±۰/۰۴	۰/۸±۰/۰۴	۱/۴±۰/۰۳	۱/۸±۰/۰۲	۱/۷±۰/۰۶	۱/۸±۰/۰۲	۱/۷±۰/۰۶	۰/۴±۰/۰۳	
۷	آلفا-ترینن	۱۰۱۸	۰/۷±۰/۰۶	۰/۶±۰/۰۱	۰/۸±۰/۰۵	۰/۶±۰/۰۱	۰/۷±۰/۰۶	۰/۶±۰/۰۱	۰/۷±۰/۰۶	۰/۹±۰/۰۶	۰/۴±۰/۰۱	
۸	لینالول	۱۰۹۸	۰/۸±۰/۰۲	۰/۸±۰/۰۱	۰/۹±۰/۰۲	۰/۸±۰/۰۱	۰/۷±۰/۰۳	۰/۸±۰/۰۱	۰/۷±۰/۰۳	۰/۹±۰/۰۳	۰/۷±۰/۰۳	
۹	آلفاتوژن	۱۱۰۲	۰/۳±۰/۰۵	۰/۳±۰/۰۱	۰/۵±۰/۰۳	۰/۳±۰/۰۱	۰/۵±۰/۰۱	۰/۴±۰/۰۱	۰/۵±۰/۰۱	۰/۸±۰/۰۴	۰/۲±۰/۰۱	
۱۰	بتاتوژن	۱۱۱۶	۰/۴±۰/۰۵	۰/۵±۰/۰۱	۰/۷±۰/۰۵	۰/۴±۰/۰۱	۰/۸±۰/۰۵	۰/۴±۰/۰۱	۰/۸±۰/۰۵	۰/۷±۰/۰۱	۰/۳±۰/۰۲	
۱۱	لیمونن	۱۰۳۱	۲/۴±۰/۰۲	۲/۴±۰/۰۲	۲/۷±۰/۰۲	۲/۴±۰/۰۲	۱/۷±۰/۰۲	۲/۲±۰/۰۱	۱/۷±۰/۰۲	۲/۹±۰/۰۳	۱/۲±۰/۰۱	
۱۲	سیس-بتاوسیمین	۱۰۴۰	۱/۶±۰/۰۲	۱/۷±۰/۰۵	۲/۲±۰/۰۳	۱/۷±۰/۰۵	۲/۳±۰/۰۳	۱/۹±۰/۰۲	۲/۳±۰/۰۳	۲/۴±۰/۰۳	۱/۴±۰/۰۲	
۱۳	کامفور	۱۱۴۳	۰/۷±۰/۰۵	۰/۸±۰/۰۵	۰/۹±۰/۰۴	۰/۸±۰/۰۵	۰/۸±۰/۰۳	۰/۹±۰/۰۳	۰/۹±۰/۰۳	۱/۱±۰/۰۲	۰/۵±۰/۰۲	
۱۴	سیترونال	۱۱۵۳	۲۸/۲±۱/۳	۳۰/۲±۰/۹	۲۹/۳±۱/۴	۳۰/۱±۱/۱	۳۰/۴±۱/۸	۳۰/۵±۲/۴۵	۳۰/۹±۰/۹	۲۷/۹±۰/۹	۲۷/۹±۰/۹	
۱۵	ایزومتون	۱۱۵۴	۱/۲±۰/۰۱	۱/۳±۰/۰۴	۱/۵±۰/۰۱	۱/۲±۰/۰۳	۱/۶±۰/۰۱	۱/۷±۰/۰۳	۱/۶±۰/۰۱	۱/۷±۰/۰۳	۱/۱±۰/۰۲	
۱۶	نرول	۱۲۲۸	۲/۶±۰/۰۱	۲/۷±۰/۰۳	۲/۵±۰/۰۲	۲/۴±۰/۰۱	۲/۸±۰/۰۳	۲/۱±۰/۰۲	۲/۸±۰/۰۳	۲/۱±۰/۰۲	۲/۴±۰/۰۲	
۱۷	سیترونلول	۱۲۲۹	۱۷/۶±۰/۹	۱۶/۵±۰/۸	۱۵/۹±۰/۹	۱۷/۵±۰/۸	۱۷/۹±۰/۹	۱۷/۲±۰/۹	۱۷/۹±۰/۹	۱۶/۲±۰/۹	۱۶/۵±۰/۸	
۱۸	نرال	۱۲۴۰	۷/۶±۰/۰۸	۵/۵±۰/۰۸	۶/۶±۰/۰۹	۴/۵±۰/۰۷	۴/۸±۰/۰۶	۳/۸±۰/۰۶	۴/۸±۰/۰۶	۳/۸±۰/۰۶	۴/۵±۰/۰۶	
۱۹	ژرانیل	۱۲۵۵	۱/۵±۰/۰۲	۱/۶±۰/۰۳	۱/۸±۰/۰۲	۱/۹±۰/۰۳	۲/۲±۰/۰۵	۱/۴±۰/۰۳	۲/۲±۰/۰۵	۱/۴±۰/۰۳	۱/۳±۰/۰۲	
۲۰	ژرانیل	۱۲۷۱	۱/۴±۰/۰۲	۱/۵±۰/۰۱	۱/۹±۰/۰۲	۱/۲±۰/۰۱	۰/۱±۰/۰۱	۱/۳±۰/۰۳	۰/۱±۰/۰۱	۱/۳±۰/۰۳	۰/۱±۰/۰۲	
۲۱	ژرانیل استات	۱۳۸۰	۱۷/۷±۰/۸۱	۱۶/۸±۰/۹۱	۱۴/۵±۰/۰۷	۱۴/۵±۰/۰۸	۱۵/۱±۰/۹	۱۴/۴±۱/۵	۱۵/۱±۰/۹	۱۴/۴±۱/۵	۱۴/۴±۱/۱	
۲۲	ای-کاربوفیلن	۱۴۱۹	۴/۴±۰/۰۳	۴/۵±۰/۰۸	۵/۸±۰/۰۷	۵/۵±۰/۰۴	۴/۷±۰/۰۴	۵/۶±۰/۰۴	۴/۷±۰/۰۴	۵/۶±۰/۰۴	۳/۹±۰/۰۸	
۲۳	آلفاهومولن	۱۴۵۲	۰/۶±۰/۰۴	۰/۷±۰/۰۱	۰/۷±۰/۰۵	۰/۶±۰/۰۲	۰/۹±۰/۰۳	۱/۱±۰/۰۱	۰/۹±۰/۰۳	۱/۱±۰/۰۱	۰/۵±۰/۰۳	
۲۴	کاربوفیلن اکساید	۱۵۸۱	۴/۴±۰/۰۱	۳/۵±۰/۰۲	۴/۵±۰/۰۵	۳/۴±۰/۰۱	۴/۶±۰/۰۱	۴/۶±۰/۰۲	۴/۶±۰/۰۱	۴/۶±۰/۰۲	۳/۳±۰/۰۱	
مجموع												
اسانس (گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک)												
			۹۷/۴	۹۶/۸	۹۷/۴	۹۴/۴	۹۸/۸	۹۸/۴	۹۸/۸	۹۸/۴	۸۳/۱	
			۰/۶±۰/۰۳	۰/۷±۰/۰۲	۰/۸±۰/۰۳	۰/۶±۰/۰۲	۰/۹±۰/۰۷	۱/۲±۰/۰۹	۰/۹±۰/۰۷	۱/۲±۰/۰۹	۰/۵±۰/۰۲	

جمله ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته، تعداد برگ در بوته، وزن تر برگ در بوته، وزن خشک برگ در بوته، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، طول ریشه در بوته، وزن تر ریشه در بوته، وزن خشک ریشه در بوته، نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام هوایی، عملکرد بیولوژیک بوده است که منجر به افزایش درصد اسانس در این گیاه گردیده است (بدخشان و همکاران، ۱۳۹۷؛ ضرابی و همکاران، ۱۳۹۶؛

معنی دار نبود. در هر دو سال انجام این تحقیق مشخص گردید که بالاترین ضرایب همبستگی به وجود آمده بین اسانس با مواد مؤثره لینالول، لیمونن، سیترونلول، ژرانیل و ژرانیل استات وجود داشت (جداول ۶ و ۷).

در تحقیقات مشابهی اثرگذاری مفید کودهای آلی از جمله ورمی کمپوست و کود گاو بر گیاه بادرنجبویه گزارش گردیده است. این اثرگذاری غالباً با افزایش صفات مورفولوژیکی از

جدول ۶- ضرایب همبستگی ساده بین محتوای اسانس و ترکیبات تشکیل دهنده اسانس بادرنجبویه تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی در

سال ۱۳۹۸

اسانس (۱)	میزمن (۲)	فلاتردن (۳)	لینالول (۴)	لیمونن (۵)	سیس-تینا اوسینن (۶)	سینترنالال (۷)	ایزومتون (۸)	نرول (۹)	سترنولول (۱۰)	نرال (۱۱)	ژرانیول (۱۲)	ژرانیال (۱۳)	ژرانیل استات (۱۴)	ای-کاروفیلین (۱۵)	کاروفیلین اکساید (۱۶)
۱															
۲	۰/۵۵**														
۳	۰/۶۶**	۰/۵۵**													
۴	۰/۸۲**	۰/۶۶**	۰/۴۵*												
۵	۰/۸۷**	۰/۴۴*	۰/۵*	۰/۶**											
۶	۰/۶۷**	۰/۸۸**	۰/۶**	۰/۵**	۰/۵**										
۷	۰/۵۵**	۰/۹۲**	۰/۷**	۰/۶**	۰/۴۵*	۰/۵**									
۸	۰/۶۶**	۰/۵۵**	۰/۸**	۰/۷**	۰/۵**	۰/۵**	۰/۵**								
۹	۰/۴*	۰/۳	۰/۹**	۰/۴*	۰/۸**	۰/۷**	۰/۶**	۰/۶**							
۱۰	۰/۷۸**	۰/۲۷	۰/۵۵**	۰/۵۷**	۰/۹**	۰/۶**	۰/۵**	۰/۳	۰/۳						
۱۱	۰/۶۶**	۰/۳۱	۰/۴۳*	۰/۴*	۰/۶**	۰/۹**	۰/۵**	۰/۶**	۰/۴*	۰/۴*					
۱۲	۰/۴۵*	۰/۳	۰/۴۲*	۰/۸**	۰/۶**	۰/۶**	۰/۵**	۰/۳	۰/۶**	۰/۵۵**	۰/۵۵**				
۱۳	۰/۸۷**	۰/۲	۰/۳۳	۰/۷**	۰/۷**	۰/۹**	۰/۶**	۰/۲	۰/۷**	۰/۶۷**	۰/۴*	۰/۵**			
۱۴	۰/۸۲**	۰/۵*	۰/۱	۰/۷**	۰/۸**	۰/۶**	۰/۷**	۰/۵**	۰/۹**	۰/۷**	۰/۳	۰/۵**	۰/۵**		
۱۵	۰/۳۳	۰/۴**	۰/۲	۰/۶۵**	۰/۹**	۰/۵۵**	۰/۵۵**	۰/۴*	۰/۸**	۰/۸**	۰/۸**	۰/۴*	۰/۳	۰/۳	
۱۶	۰/۳۲	۰/۳	۰/۲	۰/۵۵**	۰/۸**	۰/۴*	۰/۹**	۰/۳	۰/۷**	۰/۹**	۰/۱	۰/۴۵**	۰/۲	۰/۴*	۰/۴*

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

و تولید ترکیبات کلات (Campitelli and Ceppi, 2008; Sangwan et al., 2008) را بهبود می‌بخشند. مصرف ورمی‌کمپوست منجر به افزایش خصوصیات کمی و کیفی محصولات مختلف و افزایش کیفیت و تسهیل جذب عناصر غذایی می‌شود (Padmavathiamma et al., 2008). به نظر می‌رسد وجود بقایای آلی منجر به استقرار و افزایش رشد و نمو گیاهان می‌شود و سبب می‌شود که به نوبه خود اثرات مثبت ناشی از کشت این گیاهان، همچون افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک و تعدیل درجه حرارت خاک شده و در نهایت عملکرد افزایش یابد (Campiglia et al., 2010). استفاده از کودهای آلی، منجر به افزایش اسیدیته و هدایت الکتریکی شده و محلولیت فسفر، کلسیم و منیزیم در چنین سیستم‌هایی به‌طور معنی‌داری بالاتر از سیستم‌های رایج می‌شود. در بررسی اثر ورمی‌کمپوست، بیوجار و همزیستی میکوریزی بر برخی

حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳؛ رضی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵). در تحقیقات دیگری نیز اثرگذاری مفید مایکوریزا (عباس‌زاده و ذاکریان، ۱۳۹۵) و باکتری‌های محرک رشد (سودوموناس فلورسنت، ازتوباکتر، آروسپیریلوم)، بر اسانس و ترکیبات مؤثره اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه گزارش گردیده است (کازمی‌نسب و همکاران، ۱۳۹۵). از دلایل افزایش عملکرد توسط کود دامی و ورمی‌کمپوست می‌توان به حفظ و نگهداری عناصر غذایی خاک، جلوگیری از آبشویی نیتروژن، افزایش فعالیت زیستی، پوک‌شدن خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت، بهبود دانه‌بندی خاک و افزایش کارایی مصرف آب، اشاره نمود (Roesty et al., 2006). افزودن کودهای آلی نظیر ورمی‌کمپوست به خاک، سبب افزایش جمعیت و فعالیت میکروبی می‌شود. کودهای آلی، برخی خصوصیات خاک نظیر وزن مخصوص ظاهری و هدایت الکتریکی (Liu et al., 2009)

جدول ۷- ضرایب همبستگی ساده بین محتوای اسانس و ترکیبات تشکیل دهنده اسانس بادرنجبویه تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی در

سال ۱۳۹۹

اسانس (۱)	میرسن (۲)	فلاندردن (۳)	لینالول (۴)	لیمونن (۵)	سیس-پیناوسیمین (۶)	سیترونال (۷)	ایزومتون (۸)	نرول (۹)	سیترونلول (۱۰)	نرال (۱۱)	ژرانیول (۱۲)	ژرانیال (۱۳)	ژرانیل استات (۱۴)	آی-کارپوفیلین (۱۵)	کاربوفیلین اکساید (۱۶)
۱															
۲	۰/۶۶**														
۳	۰/۷۲**	۰/۶۲**													
۴	۰/۸۷**	۰/۶۶**	۰/۵۹*												
۵	۰/۹۱**	۰/۵۸*	۰/۵*	۰/۹**											
۶	۰/۷۲**	۰/۸۸**	۰/۸۸**	۰/۷**	۰/۷**										
۷	۰/۶۲**	۰/۸۴**	۰/۷**	۰/۶۲**	۰/۴۵*	۱									
۸	۰/۶۶**	۰/۶۳**	۰/۸**	۰/۵۵**	۰/۷۷**	۰/۷۷**	۱								
۹	۰/۴*	۰/۳	۰/۸۳**	۰/۵*	۰/۶۷**	۰/۷**	۰/۸۲**	۱							
۱۰	۰/۷۸**	۰/۲۷	۰/۵۵**	۰/۵۷**	۰/۹**	۰/۶**	۰/۸**	۰/۴۵*	۱						
۱۱	۰/۵۹**	۰/۳۱	۰/۴۳*	۰/۴*	۰/۶**	۰/۶**	۰/۹**	۰/۴*	۰/۶**	۱					
۱۲	۰/۵۶*	۰/۳	۰/۵*	۰/۷۲**	۰/۶۵**	۰/۸**	۰/۸۲**	۰/۵**	۰/۶**	۰/۶۶**	۱				
۱۳	۰/۸۱**	۰/۲	۰/۳۳	۰/۷۳**	۰/۹۳**	۰/۹**	۰/۸**	۰/۷۷**	۰/۶**	۰/۶۶**	۰/۵*	۱			
۱۴	۰/۸۷**	۰/۶۱*	۰/۱	۰/۷**	۰/۸**	۰/۹**	۰/۹**	۰/۵۴**	۰/۸۸**	۰/۷**	۰/۴۵*	۰/۸۸**	۱		
۱۵	۰/۲۴	۰/۵۵**	۰/۱	۰/۸۶**	۰/۹**	۰/۵۵**	۰/۵۵**	۰/۴*	۰/۸**	۰/۸**	۰/۸**	۰/۵*	۰/۱	۱	
۱۶	۰/۳۲	۰/۳	۰/۲	۰/۵۵**	۰/۶۷**	۰/۷**	۰/۴*	۰/۱	۰/۹**	۰/۷**	۰/۱	۰/۵*	۰/۲	۰/۴۵*	۱

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ویژگی‌های کمی و کیفی کدوی تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* L.)، نتایج نشان داد که کدوی تخم کاغذی با مصرف ۱۲ تن در هکتار ورمی کمپوست به همراه ۱۲ تن در هکتار بیوجار، بیشترین میزان شاخص سطح برگ، تعداد ساقه فرعی، عملکرد میوه خشک، عملکرد دانه و نسبت وزن خشک دانه به میوه را به وجود آورد. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده، استفاده از ورمی کمپوست همراه با بیوجار در تولید کدوی تخم کاغذی قابل توصیه است (خواجه حق وردی و همکاران، ۱۳۹۷). مصرف مداوم کودهای حیوانی سبب کاهش اسیدیته خاک می‌شود و ضمن بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، حلالیت برخی عناصر غذایی به ویژه فسفر، آهن، روی، منگنز، بر و مس را در خاک افزایش می‌دهد (Lee et al., 2010; Mao et al., 2008). باید در نظر داشت که برتری یا کارکرد یک کود آلی یا ترکیبی از کودهای زیستی در مراحل مختلف فنولوژیکی

و فیزیولوژیکی گیاه، صرف نظر از نتیجه کلی می‌تواند متفاوت باشد. به عبارت دیگر، شرایط محیطی در یک مرحله رشد و نموی خاص، به طور غیرمستقیم بر واکنش گیاه به کود زیستی تأثیر می‌گذارند (Rai, 2006). به طور کلی نتایج این تحقیق بیانگر این است که مصرف کودهای آلی و شیمیایی بر میزان اسانس و همچنین ترکیبات غالب اسانس تأثیر مثبت و افزایش دهنده داشته است.

نتیجه گیری

در این بررسی مشخص گردید که کود کامل NPK قادر به تولید بیشترین میزان اسانس در هر دو سال تحقیق بود و بیشترین مقادیر ترکیبات اصلی اسانس از جمله میرسن، فلاندردن، لینالول، لیمونن، سیس-بتاوسیمین، سیترونلال، ایزومتون، نرول، سیترونلول، نرال، ژرانیول، ژرانیال، ژرانیل

استات، ای-کاریوفیلین و کاریوفیلین اکساید از این تیمار حاصل شد. سه ترکیب سیترونالال، سیترونلول و ژرانیل استات از دسته مونوترپن‌های غیرحلقوی در تیمارهای مختلف بیش از ۶۰ درصد اسانس را به خود اختصاص دادند. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، در جهت کسب کمیت و کیفیت بالاتر اسانس در گیاه بادرنجبویه توصیه می‌شود که از کودهای مرغی و ورمی‌کمپوست استفاده شود.

منابع

بدخشان، س.، پارسا مطلق، ب. و یزدانی بیوکی، ر. (۱۳۹۷) ویژگی‌های رشدی و اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) تحت تأثیر سیستم‌های مدیریت منابع مختلف تغذیه‌ای کودهای آلی و شیمیایی. چای و دمنوش‌های گیاهی ۱۳: ۲۳-۱۳.

حسن‌زاده، ک.، همتی، خ. و علیزاده، م. (۱۳۹۳) تأثیر کودهای آلی و اسید سالیسیلیک بر درصد اسانس و برخی خصوصیات مورفولوژیک گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.). همایش ملی ایده‌های نوین در کشاورزی پایدار. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد.

خواجه حق‌وردی، م.، اردکانی، م.، عباس‌زاده، ب. و نجات‌خواه معنوی، پ. (۱۳۹۷) اثر ورمی‌کمپوست، بیوجار و همزیستی میکوریزی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی کدوی تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* L.). دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳۴: ۸۷-۱۰۰.

رضی‌پور، پ.، گلچین، ا. و داغستانی، م. (۱۳۹۵) تأثیر سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر رشد و عملکرد گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.). دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳۲: ۸۰۷-۸۲۳.

ضرابی، م. م.، مفاخری، س.، حاجی‌وند، ش. و اروانه، ا. (۱۳۹۶) تأثیر تغذیه با کود زیستی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.). دوفصلنامه فناوری تولیدات گیاهی ۹: ۱۱۳-۱۲۴.

عباس‌زاده، ب. و ذاکریان، ف. (۱۳۹۵) میزان جذب عناصر در بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) تحت تأثیر دو گونه قارچ آریسکولار، قارچ شبه میکوریزا و ورمی‌کمپوست. دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳۲: ۴۷-۵۹. قادری، ا.، گماریان، م. و نادری، غ. (۱۳۹۳) بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک فسفره و ورمی‌کمپوست بر رشد و عملکرد گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) در شرایط آب‌وهوایی استان تهران (دماوند). اولین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست.

کاظمی‌نسب، ا.، یارنیا، م.، لباسچی، م. ح.، میرشکار، ب. و رجالی، ف. (۱۳۹۵) بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست و کودهای زیستی بر ترکیب‌های اسانس بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) در شرایط تنش خشکی. دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳۲: ۶۷۸-۶۸۷.

Adams, R. P. (2007) Quadruple Mass Spectra of Compounds Listed in Order of Their Retention Time on DB-5. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/ Mass Spectroscopy. 4th Ed. Allured Publishing Corp, Carol Stream, USA.

Araji, A. A., Abdo, Z. O. and Joyee, P. (2001) Efficient use of animal manure on cropland economic analysis. Bioresource Technology 79: 179-191.

Aseri, G. K., Jain, N. and Panwar, J. (2008) Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activities of Pomegranate (*Punica granatum* L.) in Indian Thar Desert. Scientia Horticulturae 117: 130-135.

Ateia, E. M., Osman, Y. A. and Meawad, A. E. A. (2009) Effect of organic fertilization on yield and active constituents of *Thymus vulgaris* L. under North Sinai conditions. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences

5: 555-565.

- Ayyobi, H., Olfati, J. A. and Peyvast, G. A. (2014) The effects of cow manure vermicompost and municipal solid waste compost on pepper mint (*Mentha piperita* L.) in Torbat-e-Jam and Rasht regions of Iran. *International Journal of Recycle Organic Waste Agriculture* 3: 147-153.
- Barker, A. V. and Pilbeam, D. J. (2007) *Handbook of Plant Nutrition*. Taylor and Francis Group. CRC Press.
- Borllina, M. N., Bovi, O. M., Granja, N. P. and Carmello, Q. A. (2001) Essential production and quality of *Mentha arvensis* L. grown in nutrient solution. *Acta Horticulture* 48: 181-188.
- Campiglia, E., Mancinelli, R. and Radicetti, E. (2010) Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Crop Protection* 29: 354-363.
- Campitelli, P. and Ceppi, S. (2008) Effects of composting technologies on the chemical and physicochemical properties of humic acids. *Geoderma* 14: 325-333.
- Francis, C. A., Bulter, F. C. and King, L. D. (1990) *Sustainable Agriculture in Temperate Zones*. New York. John Wiley and Sons. U.S.A.
- Gharib, F. A., Moussa, L. A. and Massoud, O. N. (2008) Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Marjorana hortensis*) plant. *International Journal of Agricultural and Biology* 10: 381-387.
- Gustafson, A. F. (2010) *Handbook of Fertilizers- Their Sources, Make-up, Effects and Use*. Read Books.
- Haj Seyed Hadi, M. R., Dorzi, M. T. and Sharifi Ashoorabadi, E. (2008) Study the effects of conventional and low input production system on quantitative and qualitative yield of *Silybum marianum*. 2nd conference of the International Society of Organic Agriculture Research ISOFAR, Modena, Italy.
- Hashemabadi, D., Zaredost, F. and Barari Ziyabari, M. (2012) Influence of phosphate bio-fertilizer on quantity and quality features of marigold (*Tagetes erecta* L.). *Australian Journal of Crop Science* 6: 1101-1109.
- Hendawy, S. F., Azza, A. and El-Din, E. (2010) Productivity and oil quality of *Thymus vulgaris* L. under organic fertilization conditions. *Ocean Journal of Applied Sciences* 3: 203-216.
- Khalid, K. A. and Shafei, A. M. (2005) Productivity of Dill (*Anethum graveolens* L.) as influenced by different organic manure rates and sources. *Journal of Agricultural Science* 13: 901-913.
- Koocheki, A., Tabrizi, L. and Nassiri Mahallati, M. (2004) Organic cultivation of *Plantago ovata* and *Plantago psyllium* in response to water stress. *Iranian Journal of Field Crops Research* 2: 67-79.
- Lee, J. (2010) Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. *Scientia Horticulturae* 124: 299-305.
- Leithy, S., El-Meseiry, T. A. and Abdallah, E. F. (2006) Effect of bio-fertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil quality. *Journal of Applied Sciences Research* 2: 773-779.
- Liu, M., Hu, F., Chen, X. and Huang, Q. (2009) Organic amendments with reduced chemical fertilizer promote soil microbial development and nutrient availability in a subtropical paddy field: The influence of quantity, type and application time of organic amendments. *Applied Soil Ecology* 42: 166-175.
- Mao, J., Olk, D. C., Fang, X. and Schmidt-Rohr, K. (2008) Influence of animal manure application on the chemical structures of soil organic matter as investigated by advanced solid-state NMR and FT-IR spectroscopy. *Geoderma* 146: 353-362.
- Marschner, H. (1995) *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd Ed. Academic Press, San Diego.
- Mozaffarian, V. (2008) *A Pictorial Dictionary of Botanical Taxonomy Latin-English-French-Germany-Persian*. Koeltz Scientific Books, Germany.
- Nick, E., Herman, D. B., Jaap, B., Ton, S., Michiet, R., Ron, D. G. and Lijbert, B. (2009) Soil biological quality of grassland fertilized with adjusted cattle manure slurries in comparison with organic and inorganic fertilizers. *Biology and Fertility of Soils* 45: 595-608.
- Padmavathiamma, P. K., Li, L. Y. and Kumari, U. R. (2008) An experimental study of vermi-biowaste composting for agricultural soil improvement. *Bioresource Technology* 99: 1672-1681.
- Rai, M. K. (2006) *Handbook of Microbial Biofertilizers*. Haworth Press Inc., NY, USA.
- Roesty, D., Gaur, R. and Johri, B. N. (2006) Plant growth stage, fertilizer management and bio-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial. Community structure in rain-fed wheat fields. *Journal of Plant Science* 38: 1111-1120.
- Sabur Beylandi, M. (2004) The effect of different levels manure performance of dry *Cuminum cyminum* in Gonabad city. *Articles Collections of the First Cuminum cyminum*. National Conference. Islamic Azad University of Sabzevar.
- Sangwan, P., Kaushik, C. P. and Garg, V. K. (2008) Vermiconversion of industrial sludge for recycling the nutrients. *Bioresource Technology* 99: 8699-8704.
- Shalan, M. N. (2005) Effect of compost and different sources of biofertilizers, on Borage plants (*Borago officinalis* L.). *Egyptian Journal of Agricultural Research* 83: 271-284.

- Shata, S. M., Mahmoud, A. and Siam, S. (2007) Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. *Reacerch Journal of Agriculture and Biological Sciences* 3: 733-739.
- Shirkhodaei, M., Darzi, M., Haj Seyed Hadi, M. (2014) Influence of vermicompost and bio- stimulant on the growth and biomass of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research* 2: 706-714.
- Shirzadi, M. H., Khajepoor, R. and Hemayati, S. S. (2010) Study on application of some organic matters and drought stress on agronomic traits and yield of lemon balm (*Melissa officinalis*). *Plant Ecophysiology* 2: 165-168.
- Yadegari, M., Farahani, G. H. N. and Mosadeghzad, Z. (2012) Bio fertilizers effects on quantitative and qualitative yield of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *African Journal Research* 7: 4716-4723.
- Yadegari, M. (2016) Effect of micronutrients foliar application and bio-fertilizers on essential oils of lemon balm. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 16: 702-715.
- Yazdani Bioki, R., Rezvani Moghadam, P., Khazae, H. R. and Astaraee, A. (2012) Quantitative and qualitative some herb *Silybum marianum* in response to biological and chemical fertilizers. *Journal of Ecology and Agriculture* 2: 548-555.

The effect of organic and chemical fertilizers on content and composition of essential oil in lemon balm (*Melissa officinalis* L.)

Mehrab Yadegari

Department of Agronomy and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

(Received: 01/12/2020, Accepted: 05/04/2021)

Abstract

In this research the effects of organic and chemical fertilizers on essential oil content and composition of lemon balm were investigated. This research was conducted in a randomized complete block design with 4 replications in 2019 and 2020. Treatments included: The control (no fertilizer), cow manure, sheep manure, hen manure, horse manure, vermi-compost and NPK fertilizers (20-20-20). Shoots of plant samples before flowering stage at end of vegetative stage (244-260 leaf) prepared from treatments separately. The highest weight of dry matter (712-717 g.m⁻²) and essential oil content (1.1-1.2%) were observed in chemical fertilizer that were the same groups with vermin-compost and hen manure. Citronellal, citronellol and geranyl acetate were classified as non cyclic monoterpene, and made more than 60% of essential oil content in different treatments. There were, 24 components in essential oil of treated plants. The greatest amount of major components were citronellal (30.5-31.1 %) in NPK fertilizer and horse manure, citronellol (17.5-17.9%) in organic fertilizers from vermi-compost and hen manure; and geranyl acetate (16.1-17.7%) in organic fertilizers from cow manure and horse manure. In two years it was observed that the most significant correlation indexes were between essential oil content with linalool, limonen, citronellol, geranial and geranyl acetate. Further more, vermi-compost and hen manure made the best amount of content and composition of essential oil. It seemed that organic fertilizers increased the nutrient uptake and assimilation and consequently the amount and components of essential oil of the plant increased.

Keywords: Essential oil content, Lemon balm, Chemical fertilizer, Organic fertilizer

Corresponding author, Email: mehrabyadegari@gmail.com