

Performance and quality Response of *Satureja Spicijera* Essential Oil to Organic and Chemical Fertilizers

Farid Noormand Moaied^{1*}, Bohloul Abbaszadeh², Fathemeh Sefidkon², Negar Valizadeh¹, Javad Shaikhzadeh⁵

Received: 02 May 2022 Accepted: 01 December 2022

1-Assist. Prof., Research Division of Natural Resources , East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center , Agricultural Research, Education and Extention Organization (AREEO), Tabriz, Iran.

2- Assoc. Prof., and Prof., Medicinal Plants and By-Products Research Department, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extention Organization (AREEO), Tehran, Iran.

3- Expert Researcher, Research Division of Natural Resources , East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center , Agricultural Research, Education and Extention Organization (AREEO), Tabriz, Iran.

*Corresponding Author Email: farid.nm@areeo.ac.ir

Abstract

Background and Objective: In order to increase the quantitative and qualitative yield of *Satureja spicigera* essential oil with proper plant nutrition, this study was carried out in East Azerbaijan.

Materials and Methods: This research was carried out as a randomized complete block design with eight fertilizer treatments (no fertilizer, N₅₀, P₂₅, K₂₅ (kg/ha), Cow Manure (30, 60 ton/ha), Cow Manure (30, 60 ton/ha)+ (kg/ha) N₅₀, P₂₅, K₂₅ , Vermi-compost (5 ton/ha), Vermi-compost (5 ton/ha)+ (kg/ha) N₅₀, P₂₅, K₂₅) and three replications in four years (2017-2020). During the cropping season, plant height, flowering date, canopy area and green shoot yield were measured. Essential oil was extracted by distillation with distilled water and analysis of essential oil was done by gas chromatograph (GC/MS).

Results: There was a significant difference between fertilizer treatments in terms of all traits. The main components of essential oil were thymol, parasimen and gamaterpinen, respectively. The highest yield of flowering branches at 3687 kg/ha and yield of essential oil at 54.65 kg/ha and the highest quality of essential oil (total phenolic compounds of thymol and carvacrol) at 62.59% by applying Vermi-compost_{5ton/ha}+N₅₀P₂₅K₂₅kg/ha were obtained.

Conclusion: Combined consumption of fertilizer treatments, especially animal manure with chemical fertilizers, in addition to increasing the yield, causes the crop to ripen early and not face the cold of early autumn. As the plant ages, the yield of the essential oil increases, but the yield is later and the quality of the essential oil decreases.

Keywords: Medicinal Plant, Plant Nutrition, Essential Oil Extraction, Animal Manure, Vermicompost

پاسخ عملکرد و کیفیت اسانس مرزه سنبله‌ای (*Satureja spicigera*) به کودهای آلی و شیمیایی

فرید نورمند مؤید^{۱*}، بهلول عباس زاده^۲، فاطمه سفیدکن^۲، نگار ولی زاده^۱، جواد شیخ زاده^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۱۰

۱- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.

۲- به ترتیب دانشیار و استاد پژوهشی، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۳- کارشناس، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.

مسئول مکاتبه: Email: farid.nm@areeo.ac.ir

چکیده

اهداف: این تحقیق به منظور افزایش عملکرد و کیفیت اسانس مرزه گونه *Satureja spicigera* با تغذیه گیاهی مناسب در آذربایجان شرقی اجرا گردید.

مواد و روش: این پژوهش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار کودی (شاهد (بدون کود)، ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)، کود گاوی (۳۰ و ۶۰ تن در هکتار)، کود گاوی (۳۰ و ۶۰ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)، ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)، ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)) و سه تکرار در چهار سال (۱۳۹۶-۱۳۹۹) اجرا گردید. در طول فصل زراعی صفات ارتفاع بوته، تاریخ گلدهی، سطح تاج‌پوشش و عملکرد سرشاخه سبز اندازه‌گیری شد. اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب مقطر و تجزیه اسانس نیز به روش کروماتوگراف گازی (GC\MS) انجام گرفت.

یافته‌ها: بین تیمارهای مختلف کودی از لحاظ کلیه صفات تفاوت معنی‌دار وجود دارد. عمده‌ترین اجزای اسانس به ترتیب تیمول، پاراسیمین و گاماتریپین بودند. بیشترین عملکرد سرشاخه گلدار به میزان ۳۶۸۷ کیلوگرم در هکتار و عملکرد اسانس به میزان ۵۴/۶۵ کیلوگرم در هکتار و بالاترین کیفیت اسانس (مجموع ترکیبات فنلی تیمول و کارواکربول) به مقدار ۶۲/۵۹ درصد با اعمال تیمار کودی ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار) حاصل شد.

نتیجه‌گیری: مصرف ترکیبی تیمارهای کودی مخصوصا کودهای دامی با کودهای شیمیایی علاوه بر افزایش محصول، موجب زودرسی محصول و عدم مواجه شدن با سرمای اوایل پاییز می‌شود. با افزایش سن گیاه عملکرد اسانس افزایش، ولی محصول دیررس‌تر و کیفیت اسانس نیز کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: گیاه دارویی، تغذیه گیاهی، اسانس‌گیری، کود دامی، ورمی‌کمپوست

مقدمه

گیاهان دارویی به عنوان ذخایر و گنجینه‌های ژنتیکی گیاهی نقش عمده‌ای در ترکیب جوامع گیاهی دارند. در سال‌های اخیر استفاده از گیاهان دارویی به دلیل مشخص شدن اثربخشی و نداشتن اثرات جانبی در حال افزایش است و پژوهش‌های علمی اهمیت استفاده از مواد مؤثره و اسانس‌های استخراج شده از گیاهان دارویی را بیش از پیش آشکار کرده است (خسروی‌پور و همکاران ۲۰۱۵). مرزه (*Satureja* spp.) گیاهی معطر از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است که با تولید اسانس حاوی مواد مؤثره باارزش در صنایع مختلف غذایی و دارویی و بهداشتی کاربرد داشته و دارای خاصیت ضد قارچی، ضد میکروبی، ضد اسپاسم و ضد اسهال می‌باشد (احسانی و همکاران ۲۰۱۷).

جنس مرزه در ایران ۱۵ گونه یکساله و چندساله دارد که نه گونه از آن‌ها بومی ایران هستند. یکی از این گونه‌ها مرزه سنبله‌ای *Satureja spicigera* است که گیاهی علفی با قاعده چوبی، به ارتفاع ۲۵ تا ۶۰ سانتی‌متر بوده که در دیواره‌های سنگی صخره‌ای در ناحیه خزری در ارتفاع ۲۰۰ تا ۱۹۰۰ متری از سطح دریا دیده می‌شود و پراکنش جغرافیایی آن بیشتر در استان‌های گلستان و گیلان می‌باشد (جمزاد ۲۰۰۹). مطالعات متعددی بر روی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس گونه‌های مختلف مرزه انجام شده است که نشان می‌دهد ترکیباتی مانند تیمول، کارواکرول، گاماترپین و پاراسیمن در گونه‌های مرزه جمع‌آوری شده از عرصه‌های طبیعی یا گونه‌های زراعی با نسبت‌های مختلف وجود دارد. سفیدکن و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی اسانس سرشاخه گلدار گونه *Satureja spicigera* جمع‌آوری شده از استان گیلان، درصد اسانس را ۳/۸۲ درصد و ترکیبات اسانس را تیمول (۳۵/۱٪)، پاراسیمن (۲۲/۱٪)، گاماترپین (۱۳/۷٪) و کارواکرول (۴٪) گزارش کردند. زارع زاده و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی کمی و کیفی اسانس گونه‌های مختلف مرزه (*Satureja* spp.) کشت شده در استان یزد گزارش نمودند که درصد اسانس *S. spicigera* با منشأ استان گیلان ۲/۴٪ بوده و Thymol (۴۳/۴٪) و carvacrol (۹/۲٪) از اجزای اصلی اسانس می‌باشند.

رشد و نمو گیاهان تابعی از شرایط خاک و عناصر غذایی موجود در آن است. بنابراین بهبود حاصلخیزی خاک و مدیریت تغذیه‌ای گیاه در کشور ایران که در منطقه خشک و نیمه‌خشک واقع شده و میزان ماده آلی خاک کم است می‌تواند نقش مهمی در افزایش تولید و عملکرد گیاه داشته باشد (برگوتینی و همکاران ۲۰۱۵). امروزه برای تولید گیاهان دارویی در یک سیستم کشاورزی پایدار، استفاده از نهاده‌هایی از قبیل کود که جنبه‌های اکولوژیکی سیستم را بهبود بخشند و مخاطرات محیطی را کاهش دهند ضروری به نظر می‌رسد. مصرف کود در حد متعادل یکی از منابع بسیار مفید برای افزایش عملکرد کمی و کیفی در گیاهان دارویی مختلف محسوب می‌شود (سینگ و همکاران ۲۰۰۳). مطالعات متعددی برای تبیین اهمیت کودهای آلی از جمله کود دامی، کمپوست و ورمی‌کمپوست در زراعت گیاهان دارویی انجام شده است. کود دامی ضمن تامین عناصر غذایی با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک باعث افزایش عملکرد گیاهان دارویی می‌شود. ورمی‌کمپوست نیز کود آلی دیگری است که به علت داشتن خصوصیاتمانند تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی و آزادسازی تدریجی آن‌ها و نیز ظرفیت بالای نگهداری آب، در کشاورزی پایدار برای بهبود رشد و کیفیت محصول گیاهان زراعی و باغی پیشنهاد می‌شود (آرانکون و همکاران ۲۰۰۴).

با مصرف کودهای آلی و شیمیایی به صورت تلفیقی شرایط مناسب و ایده‌آل برای رشد گیاه فراهم شده و کاربرد تلفیقی کودهای بیولوژیکی با کودهای شیمیایی می‌تواند ضمن کاهش هزینه تولید، عملکرد و کیفیت محصول گیاهانی از قبیل حبوبات و غلات را نیز افزایش دهد (سید شریفی و همکاران ۲۰۱۴ و حمزئی و سیدی ۲۰۱۴). گزارش شده با مصرف کودهای آلی در کشت *Achillea millefolium*، عملکرد و ترکیبات استخراج شده از آن افزایش یافته است (چفر و همکاران ۱۹۹۳). پژوهشگران گزارش کردند که مصرف ۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، سبب بهبود معنی‌دار مقدار اسانس و کیفیت آن در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) شده است، به نحوی که میزان لینالول و

تکثیر گیاهان دارویی در سیستم‌های کشاورزی پایدار و کم نهاده، این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر مقادیر مختلف کودهای آلی و شیمیایی و تلفیق آنها بر روی مرزه سنبله‌ای *Satureja spicijera* به منظور شناسایی نیاز غذایی این گیاه و دستیابی به کیفیت مطلوب و عملکرد بالا آن به اجرا در آمد.

مواد و روش

به منظور افزایش عملکرد و کیفیت اسانس مرزه گونه *Satureja spicijera* این تحقیق در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار طی ۴ سال (۱۳۹۹-۱۳۹۶) در ایستگاه تحقیقاتی تیمکه‌داش (استان آذربایجان شرقی) اجرا گردید. ابعاد کرت‌ها ۳×۴ متر، فاصله بین کرت‌ها ۲ متر، فاصله بین بلوک‌ها ۳ متر، فواصل خطوط کاشت ۵۰ سانتیمتر و فاصله بوته‌ها بر روی خط ۱۰۰ سانتیمتر تنظیم گردید. تیمارهای کودی شامل ۸ سطح در ۳ تکرار فقط در سال اول اعمال گردید (جدول ۲). تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۳ و تجزیه شیمیایی کود دامی و ورمی‌کمپوست مورد استفاده در آزمایش به ترتیب در جداول ۴ و ۵ درج شده است.

موقعیت جغرافیایی و مشخصات اقلیمی محل اجرای طرح (ایستگاه تحقیقات تیمکه‌داش)

ایستگاه تیمکه‌داش در ۷۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان تبریز و در موقعیت جغرافیایی ۳۷/۴۵ درجه عرض شمالی و ۴۵/۵۵ درجه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد. ارتفاع اراضی آن از سطح دریا ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر است و جزء حوزه آبخیز قزل‌اوزن می‌باشد. اقلیم منطقه جزء مناطق استپی سرد (روش گوسن)، معتدل سرد با تابستان‌های گرم و خشک (روش کوپن) می‌باشد. معدل حداکثر درجه حرارت ۳۰/۸ درجه سانتیگراد و حداقل درجه حرارت ۱۱/۶- درجه سانتیگراد بوده و درجه حرارت متوسط سالیانه حدود ۹/۳ درجه سانتیگراد می‌باشد. بارندگی متوسط سالیانه ۲۹۱/۵ میلی‌متر می‌باشد. آمار هواشناسی ایستگاه تیمکه‌داش طی چهار سال (۱۳۹۹-۱۳۹۶) در جدول ۱ ارائه شده است.

متیل کاویکول موجود در اسانس بیشتر از تیمار شاهد بوده است (انور و همکاران ۲۰۰۵). در پژوهشی دیگر کاربرد کود ورمی‌کمپوست موجب افزایش عملکرد دو گونه از گیاه دارویی بارهنگ شد (سانچز و همکاران ۲۰۰۸). در تحقیقی بر روی گیاه دارویی بادرنجبویه گزارش کردند که به ترتیب با کاربرد ۴۵، ۲۲/۵، ۲۲/۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه ۹ تن در هکتار کود دامی منجر به تولید بیشترین میزان اسانس در گیاه شد (هرشاوردهان و همکاران ۲۰۰۷). در تحقیقی که بر روی گیاه گشنیز انجام شد نتایج بیانگر این بود که عملکرد دانه این گیاه در تیمار تلفیقی کودهای شیمیایی (NPK) با کود دامی بیشتر از کاربرد جداگانه هر یک از آنها بود (مالانگودو ۱۹۹۵). پژوهشگران افزایش عملکرد ماده خشک اسفرزه را با کاربرد ترکیبات مختلف کودهای آلی و معدنی گزارش نموده‌اند (سینگ و همکاران ۲۰۰۳). همچنین در مطالعه‌ای که بر روی گیاه اسفرزه (*Plantago ovata L.*) انجام شد، نتایج بیانگر این بود که کاربرد کود نیتروژن به همراه کود دامی بطور معنی‌دار سبب افزایش تعداد پنجه در گیاه، ارتفاع بوته، تجمع ماده خشک، تعداد سنبله در هر بوته، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه می‌گردد (یادا و همکاران ۲۰۰۲). در تحقیقی پاسخ ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica Bunge.*) به تراکم بوته و کودهای آلی در شرایط دیم را بررسی نمودند. ارزیابی‌ها بیانگر این بود که تغذیه بستر با کودهای آلی و تراکم گیاه به طور قابل توجهی فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی را تغییر داده و استفاده از کود دامی و تراکم گیاهی بالا، برای رسیدن به رشد مطلوب در شرایط دیم از طریق کنترل تولید آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مؤثر واقع می‌شود. با توجه به نتایج مثبت بدست آمده از پژوهش‌ها، به یکباره نمی‌توان کودهای شیمیایی را از سیستم‌های زراعی حذف نمود. بنابراین با استفاده توأم کودهای آلی و شیمیایی، نه تنها مصرف کودهای شیمیایی کاهش می‌یابد، بلکه سبب ذخیره انرژی، کاهش آلودگی زیست محیطی، افزایش حاصل‌خیزی خاک و قابلیت دسترسی به عناصر پرمصرف و جذب آنها توسط گیاه را منجر می‌شود (شارما و آگراوال ۲۰۱۴) و سید شریفی و همکاران (۲۰۱۴). با توجه به گرایش جهانی برای تولید و

جدول ۱- آمار هواشناسی ایستگاه تیمکه داش آذربایجان شرقی (۱۳۹۹-۱۳۹۶)

سال	معدل حداکثر	معدل حداقل	درجه حرارت (oC)			رطوبت (%)		معدل بارندگی (میلیمتر)	تعداد روزهای یخبندان	جمع تبخیر (میلیمتر)	جمع ساعات آفتابی
			متوسط	حداکثر مطلق	حداقل مطلق	معدل	حداکثر				
۱۳۹۶	۱۸/۱	۴/۴	۱۱/۳	۳۶	-۲۴	۷۶	۳۵	۲۵۳/۴	۱۱۵	۱۷۱۴/۷	۲۷۵۶/۱
۱۳۹۷	۱۷/۳	۴/۴	۱۰/۶	۳۷/۴	-۱۷/۶	۸۰	۴۲	۴۲۰/۶	۱۱۴	۱۴۲۱/۶	۲۵۸۶/۱
۱۳۹۸	۱۶/۶	۳/۱	۹/۹	۳۶/۶	-۲۴	۷۸/۲	۴۵/۷	۳۳۸/۹	۱۲۷	۱۴۵۱	۲۶۷۰/۶
۱۳۹۹	۱۶/۳	۲/۸	۹/۶	۳۶/۶	-۲۳/۴	۸۲	۳۸	۳۸۰/۳	۱۲۲	۱۵۸۱/۹	۲۲۴۹/۸

جدول ۲- فهرست تیمارهای کودی اعمال شده

ردیف	تیمارهای کودی
۱	شاهد (بدون مصرف کود)
۲	ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)
۳	کود گاوی (۳۰ تن در هکتار)
۴	کود گاوی (۶۰ تن در هکتار)
۵	کود گاوی (۳۰ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)
۶	کود گاوی (۶۰ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)
۷	ورمی کمپوست (۵ تن در هکتار)
۸	ورمی کمپوست (۵ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)

N50, P25, K25 (۱۰۰ کیلوگرم اوره، ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریبل و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار)
کود گاوی کاملاً پوسیده خشک و ورمی کمپوست بسته بندی شده با درصد رطوبت مشخص استفاده شد.

جدول ۳- نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

درصد اشباع الکتریکی	هدایت	اسیدیته	درصد مواد	کربن	ازت	فسفر	پتاسیم	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس
S.P.	Exx10 ³	pH	%T.N.V.	%O.C	% N	P (ava.) p.p.m.	K (ava.) p.p.m.	%Sand	%Silt	%Clay
۴۵	۰/۷۹	۷/۳۷	۱/۷۵	۰/۴۹	۰/۰۵	۱۵/۰۳	۳۷۰	۶۲	۱۶	۲۱

جدول ۴- تجزیه شیمیایی کود دامی مورد استفاده در آزمایش

اسیدیته	هدایت الکتریکی	کربن آلی	ازت	فسفر	پتاسیم
pH	EC(dS.m ⁻¹)	%O.C	%N	%P	%K
۷/۸	۵/۱	۲۶/۳	۲/۸	۰/۹۹	۱/۷

جدول ۵- تجزیه شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش

ازت	پتاسیم	فسفر	کلسیم	منیزیم	آهن	روی	منگنز	مس
%N	%K	%P	%Ca	%Mg	Fe(ppm)	Zn(ppm)	Mn(ppm)	Cu(ppm)
۱/۳۱	۱/۲۶	۰/۴	۱/۲۲	۰/۲۵	۱۰۱۲	۱۴۸	۴۹۷	۲۳

نسبت به آبیاری اقدام گردید. روش آبیاری بصورت قطره‌ای و در مراحل ابتدای رشد ۲ نوبت در هفته و پس از استقرار یک نوبت در هفته بود. بیشترین میزان بارندگی (۴۲۰/۶ میلیمتر) و درصد رطوبت و کمترین

کشت بصورت غیرمستقیم و از طریق نشاء بود. نشاء‌ها در شرایط گلخانه با کشت بذور در سینی‌های نشاء با ترکیب خاک پیت ماس، کوکوپیت و پرلیت به نسبت ۴-۱-۲ تهیه شد. بلافاصله پس از انتقال نشاء به مزرعه

تزریق شده و طیف‌های جرمی و کروماتوگرام‌های مربوطه بدست آمد. سپس با استفاده از زمان بازداری، شاخص بازداری، مطالعه طیف‌های جرمی و مقایسه با ترکیب‌های استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در نرم‌افزار SATURN ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها، مورد شناسایی کمی و کیفی قرار گرفت (شیباماتو ۱۹۸۷ و آدامس ۱۹۸۹). برای محاسبه اندیس‌های بازداری از تزریق هیدروکربن‌های نرمال ۹ تا ۲۳ کربنه در شرایط برنامه‌ریزی حرارتی (مشابه با تزریق نمونه) استفاده گردید. محاسبات کمی (تعیین درصد هر ترکیب) به کمک داده پرداز - R3A Chromatepac به روش نرمال کردن سطح (Area normalization method) و نادیده گرفتن ضرائب پاسخ (Response factors) مربوط به طیف‌ها انجام شد.

محاسبات آماری

تجزیه واریانس صفات مختلف در قالب طرح اسپلیت پلات در زمان بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی، مقایسه میانگین به روش دانکن و نرمال سازی داده ها به روش کولموگروف- اسمیرنوف با استفاده از نرم افزار SPSS و رسم نمودار با نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین تیمارهای مختلف کودی از لحاظ عملکرد خشک سرشاخه گلدار، عملکرد اسانس، ارتفاع بوته، سطح تاج پوشش و تاریخ ۵۰ درصد گلدهی تفاوت معنی‌دار وجود داشت، همچنین بین سال‌های مختلف نیز از لحاظ کلیه صفات تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۶).

بیشترین عملکرد سرشاخه گلدار به میزان ۳۶۸۷ کیلوگرم در هکتار و عملکرد اسانس به میزان ۵۴/۶۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار) است (جدول ۷ و شکل ۱). بیشترین میزان ارتفاع بوته (۵۱/۱۶ سانتی‌متر) و سطح تاج پوشش (۰/۴۹۹ متر مربع) نیز مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست (۵

روزهای یخبندان در سال دوم (۱۳۹۷) حاصل شد (جدول ۱). در طول فصل رشد وجین علف‌های هرز نیز انجام گردید.

زمان اعمال تیمارها فقط یک نوبت همزمان با آماده سازی کرت‌ها بود. در مورد کود ازته، نصف کود اوره در زمان آماده‌سازی کرت‌ها همزمان با سایر کودها و حداکثر ۲ الی ۳ روز قبل از کاشت، بقیه حدود یک ماه بعد از انتقال نشاء و پس از استقرار گیاهچه‌ها اعمال گردید. طی چهار سال در طول فصل زراعی در مرحله ۵۰ درصد گلدهی صفات ارتفاع بوته، تاریخ ۵۰ درصد گلدهی، سطح تاج پوشش (حاصل ضرب قطر بزرگ در قطر کوچک تاج پوشش) و عملکرد خشک سرشاخه سبز (یک چین در اواخر شهریور ماه) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد خشک، نمونه خشک شده در سایه را در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در آون قرار داده و پس از توزین نمونه، عملکرد خشک محاسبه گردید.

اسانس‌گیری از نمونه‌های خشک سرشاخه سبز هر تیمار در سه تکرار به روش تقطیر با آب مقطر (کلونجر) انجام شد و درصد اسانس (مقدار اسانس حاصل بر حسب گرم از ۱۰۰ گرم نمونه خشک سرشاخه سبز) اندازه‌گیری و عملکرد اسانس حاصل از کل سرشاخه سبز خشک بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. پس از تعیین راندمان اسانس بر اساس وزن خشک گیاه، اسانس‌ها بوسیله کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) تجزیه و اجزای اسانس‌ها مورد شناسایی قرار گرفتند. بر اساس نتایج عملکرد کمی و کیفی اسانس تولیدی، تیمارهای مختلف کودی مورد مقایسه قرار گرفتند.

تجزیه اسانس‌ها و شناسایی ترکیب‌های تشکیل دهنده پس از تزریق اسانس‌ها به دستگاه گازکروماتوگراف (GC) و یافتن مناسب‌ترین برنامه‌ریزی حرارتی ستون، جهت دستیابی به بهترین جداسازی، اسانس‌های حاصله با دی‌کلرومتان رقیق شده و به دستگاه گاز کروماتوگراف کوپل شده با طیف‌سنج جرمی (GC/MS)

ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار) است. از لحاظ صفت تاریخ ۵۰ درصد گلدهی، دیررس‌ترین تیمار مربوط به شاهد (بدون کود) با ۱۸۵/۴۲ روز و زودرس‌ترین آن مربوط به تیمارهای کود گاوی (۶۰ تن در هکتار) با ۱۷۷/۲۵ روز و

تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار) است. از لحاظ صفت تاریخ ۵۰ درصد گلدهی، دیررس‌ترین تیمار مربوط به شاهد (بدون کود) با ۱۸۵/۴۲ روز و زودرس‌ترین آن مربوط به تیمارهای کود گاوی (۶۰ تن در هکتار) با ۱۷۷/۲۵ روز و

جدول ۶- تجزیه واریانس صفات مختلف مرزه *S. spicigera* بر اساس تیمارهای مختلف کودی طی ۴ سال

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				عملکرد خشک	درصد اسانس	عملکرد اسانس	ارتفاع بوته	سطح تاج پوشش	تاریخ ۵۰ درصد گلدهی
		عملکرد اسانس	ارتفاع بوته	سطح تاج پوشش	تاریخ ۵۰ درصد گلدهی						
تکرار	۲	۲۰۷/۶۹	۰/۰۲۳	۹۳۴/۹۶	۳۱/۰۹	۰/۰۳۱	۲۳/۰۳				
تیمار	۷	۴۶۲/۵۹**	۰/۰۹۱	۱۱۱۰/۳۳*	۲۰۵/۵۳**	۰/۰۴۳*	۸۲/۳۴*				
اشتباه آزمایشی ۱	۱۴	۹۱/۱۳	۰/۱۷۲	۳۸۵/۸۳	۲۱/۹۹	۰/۰۱۲	۲۷/۷۱				
سال	۳	۴۹۹۱/۱۴**	۱/۱۰۵**	۱۸۱۸۹/۶۴**	۱۰۶۱/۰۱**	۰/۶۴۸**	۶۹۶۳/۵۱**				
سال × تیمار	۲۱	۳۲/۴۷	۰/۰۶۶	۱۹۰/۰۲	۷/۸۱	۰/۰۰۴	۱/۱۱				
سال × تکرار	۶	۱۹/۹۲	۰/۰۶۷	۲۲۸/۳۱	۱/۵۳	۰/۰۰۳	۱/۰۷				
اشتباه آزمایشی ۲	۴۲	۲۳/۰۳	۰/۰۴۳	۱۱۴/۷۲	۷/۵۴	۰/۰۰۳	۱/۸۳				
ضریب تغییرات (%)		۰/۲	۱۳/۶۱	۲۸/۲۱	۵/۵۷	۱۴/۹۲	۰/۷۴				

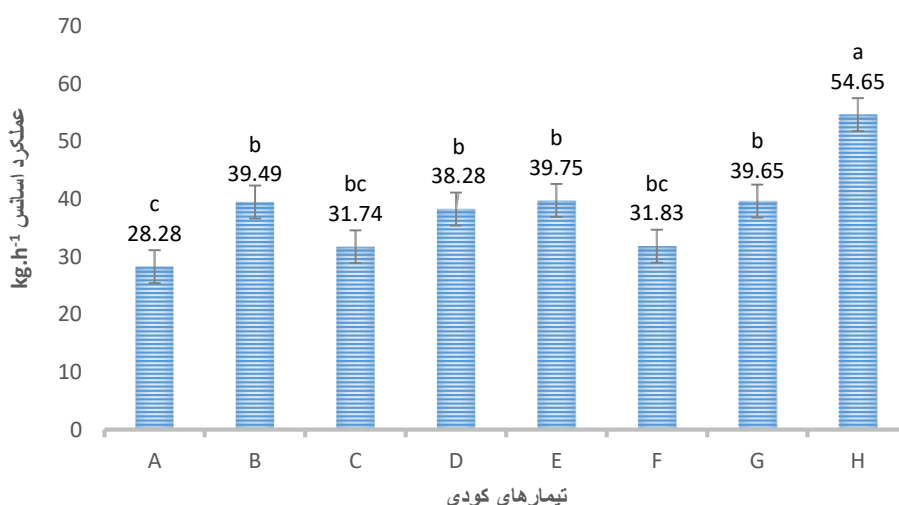
ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

پوشش تا سال سوم حاصل شده و در سال چهارم صفات فوق کاهش یافته است (جدول ۸).

مقایسه میانگین صفات مختلف طی ۴ سال نشان داد که بیشترین میزان عملکرد خشک سرشاخه گلدار، درصد اسانس، عملکرد اسانس، ارتفاع بوته و سطح تاج

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات مختلف مرزه *S. spicigera* بر اساس تیمارهای مختلف کودی

تیمار	عملکرد خشک Kg.ha ⁻¹	درصد اسانس	عملکرد اسانس Kg.ha ⁻¹	ارتفاع بوته cm	سطح تاج پوشش m ²	تاریخ ۵۰ درصد گلدهی (day)
شاهد (بدون مصرف کود)	۱۸۵۱ c	۱/۴۷۶ a	۲۸/۲۸ c	۴۷/۸۹b	۰/۳۱۸ c	۱۸۵/۴۲ a
ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)	۲۳۰۲ bc	۱/۶۱ a	۳۹/۴۹ b	۵۰/۲۹ a	۰/۳۸۱ b	۱۸۰/۹۲ c
کود گاوی (۳۰ تن در هکتار)	۲۰۹۷ bc	۱/۴۹۱ a	۳۱/۷۴ bc	۵۰/۳۳ a	۰/۳۴۸ bc	۱۸۳/۵ b
کود گاوی (۶۰ تن در هکتار)	۲۴۲۰ b	۱/۵۴۸ a	۳۸/۲۸ b	۴۶/۷۳b	۰/۳۳ c	۱۷۷/۲۵ e
کود گاوی (۳۰ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (کیلوگرم در هکتار)	۲۴۴۸ b	۱/۶۲۶ a	۳۹/۷۵ b	۵۰/۹۵ a	۰/۳۸۸ b	۱۸۲/۷۵ b
کود گاوی (۶۰ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)	۲۰۳۰ bc	۱/۳۹۳ a	۳۱/۸۳ bc	۴۷/۵۷b	۰/۳۱۹ c	۱۸۰/۲۵ cd
ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)	۲۴۰۶ b	۱/۶۰۵ a	۳۹/۶۵ b	۴۸/۹۸ab	۰/۳۵ bc	۱۸۳/۵ b
ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)	۳۶۸۷ a	۱/۴۳۶ a	۵۴/۶۵ a	۵۱/۱۶ a	۰/۴۹۹ a	۱۷۹/۶۷ d



شکل ۱ - عملکرد اسانس مرزه *S. spicigera* در تیمارهای مختلف کودی

A - شاهد (بدون مصرف کود)
 B - ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)
 C - کود گاوی (۳۰ تن در هکتار)
 D - کود گاوی (۶۰ تن در هکتار)
 E - کود گاوی (۳۰ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)
 F - کود گاوی (۶۰ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)
 G - ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)
 H - ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)

جدول ۸ - مقایسه میانگین صفات مختلف مرزه *S. spicigera* طی ۴ سال

سال	عملکرد خشک Kg.ha ⁻¹	درصد اسانس	عملکرد اسانس Kg.ha ⁻¹	ارتفاع بوته cm	سطح تاج پوشش m ²	تاریخ ۵۰ درصد گلدهی (day)
اول	۹۶۸/۹ d	۱/۵ b	۱۴/۸۴ b	۴۲/۱۶ d	۰/۱۷۶ c	۱۶۴/۵۴ d
دوم	۱۸۹۲ c	۱/۵۶۹ b	۲۹/۳۱ b	۴۷/۴۲ c	۰/۳۶۲ b	۱۸۳/۵ b
سوم	۴۳۵۵ a	۱/۷۷۲ a	۷۷/۵۹ a	۵۸/۱۳ a	۰/۵۷۷ a	۱۷۴/۱۷ c
چهارم	۲۴۰۵ b	۱/۲۵۲ c	۳۰/۱ b	۴۹/۲۴ b	۰/۲۵۱ b	۲۰۴/۴۲ a

کودی و در هر سال نشان داد که میانگین کیفیت اسانس در سال اول ۶۳/۳۵ درصد، در سال‌های دوم و سوم به ترتیب به مقدار ۵۹/۶۹ و ۵۵/۶۹ درصد کاهش و در سال چهارم به مقدار ۵۹/۰۶ درصد افزایش یافته است (جدول ۱۳).

در مقایسه میانگین درصد ترکیبات فنلی تیمول و کارواکرول (کیفیت اسانس) بین تیمارهای کودی طی ۴ سال مشاهده می‌شود که تیمارهای کود گاوی (۶۰ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار) به میزان ۶۲/۳۲ درصد و ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار) به میزان ۶۲/۵۹ درصد بالاترین کیفیت علوفه را دارند (جدول ۱۳ و شکل ۲).

نتایج تجزیه اسانس مرزه *S. spicigera* بر اساس تیمارهای مختلف کودی طی ۴ سال نشان داد که هر یک از تیمارها در سال اول ۱۲ ترکیب به میزان ۹۷/۸۳ الی ۹۸/۲۵ درصد از اسانس، در سال دوم ۱۰ ترکیب به میزان ۹۷/۸۶ الی ۹۸/۵۵ درصد از اسانس، در سال سوم ۱۰ ترکیب به میزان ۹۸/۳۱ الی ۹۸/۷۳ درصد از اسانس و در سال چهارم ۹ ترکیب به میزان ۹۱/۳۴ الی ۹۶/۷۸ درصد از اسانس را تشکیل دادند. عمده‌ترین اجزای اسانس در هر یک از تیمارها و در تمام سال‌ها به ترتیب تیمول، گاماترپینن و پاراسیمین بودند (جداول ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲).

نتایج میانگین درصد ترکیبات فنلی تیمول و کارواکرول بعنوان کیفیت اسانس در هر یک از تیمارهای

جدول ۹ - نتایج تجزیه اسانس مرزه *S. spicigera* بر اساس تیمارهای مختلف کودی در سال اول

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداري RI	تیمارهای کودی (%)							
			شاهد	NPK	C.M30	C.M60	NPK + C.M30	NPK + C.M60	Ver.C5	
۱	α -thujene	۹۳۶	۰/۷۳	۰/۸۲	۰/۷۹	۰/۶۸	۰/۸۳	۰/۶۶	۰/۸۳	۰/۶۲
۲	α -pinene	۹۴۷	۰/۴۲	۰/۴۷	۰/۴۴	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۳۸	۰/۴۴	۰/۳۶
۳	β -pinene	۹۷۸	۱/۰۵	۱/۱۲	۱/۰۴	۰/۹۵	۱/۰۸	۰/۸۷	۱/۰۹	۰/۸۴
۴	α -terpinene	۱۰۴۳	۱/۲۲	۱/۳۳	۱/۲۹	۱/۱۴	۱/۲۶	۱/۰۴	۱/۲۸	۱/۰۷
۵	p-cymene	۱۰۵۳	۱۲/۹۰	۱۲/۱۲	۱۱/۸۰	۱۰/۷۴	۱۱/۹۷	۹/۸۵	۱۱/۰۱	۹/۷۷
۶	γ-terpinene	۱۰۸۴	۱۶/۵۷	۱۷/۸۰	۱۶/۵۲	۱۴/۷۹	۱۵/۴۸	۱۳/۱۷	۱۶/۵۲	۱۵/۲۶
۷	terpinolene	۱۱۰۰	۰/۱۲	۰/۱۴	-	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۱۳
۸	Terpinen-4-ol	۱۲۲۲	۰/۳۷	۰/۴۲	۰/۳۹	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۳۷	۰/۳۹	۰/۴۱
۹	Methyl ether carvacrol	۱۲۶۶	۲/۴۷	۲/۳۶	۱/۹۸	۲/۴۶	۲/۲۶	۲/۱۷	۲/۱۷	۱/۷۵
۱۰	thymol	۱۳۲۵	۵۷/۱۹	۵۶/۶۱	۵۷/۹۳	۵۹/۱۴	۵۸/۶۶	۶۳/۵۶	۵۸/۰۷	۶۰/۴۱
۱۱	carvacrol	۱۳۳۲	۳/۴۴	۳/۵۵	۴/۳۱	۵/۲۳	۴/۲۵	۴/۳۳	۴/۴۴	۵/۶۸
۱۲	E-caryophyllene	۱۴۷۹	۱/۵۸	۱/۴۶	۱/۵۶	۱/۸۴	۱/۴۵	۱/۷۰	۱/۶۸	۱/۶۶
	مجموع	۹۷/۹۶	۹۸/۲	۹۸/۲	۹۸/۰۵	۹۷/۸۳	۹۸/۱	۹۸/۲۵	۹۸/۰۳	۹۷/۹۶

جدول ۱۰ - نتایج تجزیه اسانس مرزه *S. spicigera* بر اساس تیمارهای مختلف کودی در سال دوم

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداري RI	تیمارهای کودی (%)							
			شاهد	NPK	C.M30	C.M60	NPK + C.M30	NPK + C.M60	Ver.C5	
۱	α -pinene	۹۳۹	۰/۷۳	۰/۸۰	۰/۷۵	۱/۰۱	۰/۷۵	۰/۶۴	۰/۷۷	۰/۷۲
۲	camphene	۹۵۱	۰/۵۲	۰/۵۴	۰/۶۰	۰/۶۶	۰/۵۷	۰/۴۹	۰/۵۴	۰/۵۲
۳	β -pinene	۹۸۴	۱/۲۱	۱/۴۲	۱/۴۲	۱/۶۵	۱/۵۱	۱/۳۴	۱/۳۳	۱/۳۳
۴	α -terpinene	۱۰۴۳	۲/۳۲	۲/۶۱	۲/۴۷	۲/۸۶	۲/۴۱	۲/۲۳	۲/۳۵	۲/۳۸
۵	p-cymene	۱۰۵۵	۱۵/۹۷	۱۴/۰۶	۱۱/۲۸	۱۱/۹۲	۱۱/۶۵	۸/۵۷	۹/۹۶	۱۰/۲۶
۶	γ-terpinene	۱۰۸۶	۱۶/۵۶	۱۹/۴۴	۱۷/۷۳	۲۱/۶۵	۱۸/۶	۱۷/۵۷	۱۸/۲۷	۱۶/۵۴
۷	Methyl ether thymol	۱۲۶۷	۱/۸۳	۲/۴۴	۱/۶۷	۲/۶۸	۱/۹۷	۲/۰۵	۲/۲۲	۲/۰۶
۸	thymol	۱۳۲۶	۵۵/۳۰	۵۲/۶۵	۵۶/۶۷	۴۷/۲۹	۵۵/۵۳	۵۹/۹۴	۵۷/۲۳	۵۷/۸۳
۹	carvacrol	۱۳۳۳	۲/۴۷	۲/۸۲	۴/۵۳	۷/۳۲	۳/۸۵	۴/۳۲	۴/۲۲	۵/۳۳
۱۰	E-caryophyllene	۱۴۷۷	۱/۱۹	۱/۳۸	۱/۴۳	۱/۲۱	۱/۲۲	۱/۱۹	۱/۶۱	۱/۴۲
	مجموع	۹۸/۳	۹۸/۱۶	۹۸/۱۶	۹۸/۵۵	۹۸/۲۵	۹۷/۸۶	۹۸/۳۴	۹۸/۵	۹۸/۳۹

جدول ۱۱ - نتایج تجزیه اسانس مرزه *S. spicigera* بر اساس تیمارهای مختلف کودی در سال سوم

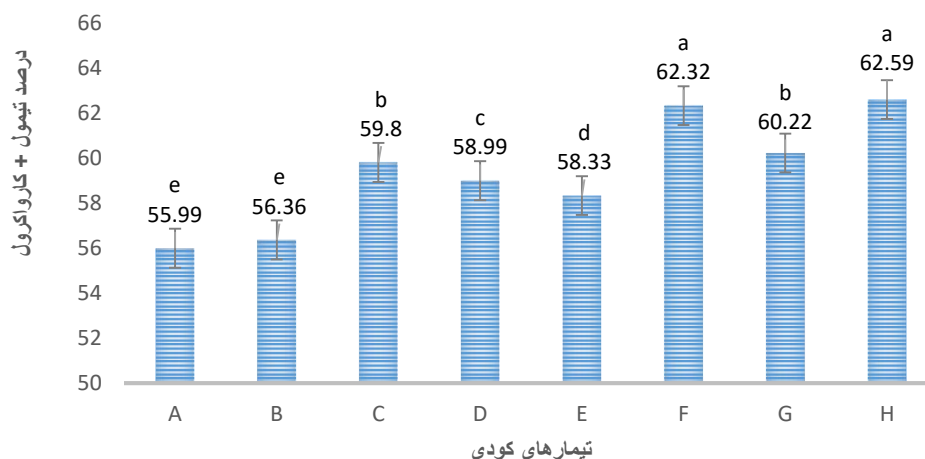
ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداری RI	تیمارهای کودی (%)							
			NPK + Ver.C5	Ver.C5	NPK + C.M60	NPK + C.M30	C.M60	C.M30	NPK	شاهد
۱	α -pinene	۹۳۴	۱/۰۵	۱/۲۰	۱/۰۴	۱/۲۱	۱/۰۸	۱/۱۳	۱/۰۹	۱/۲۳
۲	Camphene	۹۴۶	۰/۶۲	۰/۶۵	۰/۵۶	۰/۶۵	۰/۶۲	۰/۶۷	۰/۵۸	۰/۶۵
۳	β -pinene	۹۷۹	۱/۳۸	۱/۶۵	۱/۵۸	۱/۷۵	۱/۴۴	۱/۶۹	۱/۵۵	۱/۶۹
۴	α -terpinene	۱۰۴۱	۲/۲۳	۲/۴۳	۲/۴۲	۲/۶۶	۲/۲۲	۲/۴۵	۲/۴	۲/۵۳
۵	p-cymene	۱۰۵۱	۱۳/۸۱	۱۲/۱	۱۱/۳۵	۱۴/۴۱	۱۱/۸۸	۱۲/۸۵	۱۲/۲	۱۳/۹۷
۶	γ -terpinene	۱۰۸۲	۱۷/۱۴	۲۰/۹۷	۲۰/۶۷	۲۲/۱۴	۱۹/۱۱	۲۱/۰۱	۲۱/۵۳	۲۱/۲۸
۷	Methyl ether thymol	۱۲۶۹	۲/۷۲	۲/۳۸	۲/۶۱	۲/۵۱	۲/۴۶	۲/۰۱	۲/۶۲	۲/۵۳
۸	Thymol	۱۳۲۸	۵۲/۹۴	۵۰/۵۹	۵۲/۰۷	۴۷/۸۳	۵۰/۷۳	۴۹/۴۵	۵۱/۸۱	۵۰/۱۹
۹	Carvacrol	۱۳۳۵	۴/۷۲	۴/۸۰	۳/۴۵	۳/۴	۷/۱۳	۵/۶۷	۲/۷۶	۳/۰۳
۱۰	E-caryophyllene	۱۴۸۳	۲/۰۲	۱/۷۶	۱/۸۴	۱/۷۵	۱/۹۸	۱/۷۵	۱/۸۹	۱/۶۳
	مجموع		۹۸/۶۵	۹۸/۵۳	۹۸/۵۹	۹۸/۳۱	۹۸/۶۵	۹۸/۶۸	۹۸/۴۳	۹۸/۷۳

جدول ۱۲ - نتایج تجزیه اسانس مرزه *S. spicigera* بر اساس تیمارهای مختلف کودی در سال چهارم

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداری RI	تیمارهای کودی (%)							
			NPK + Ver.C5	Ver.C5	NPK + C.M60	NPK + C.M30	C.M60	C.M30	NPK	شاهد
۱	Sabinene	۹۱۷	۰/۶۶	۰/۷۵	۰/۸۳	۰/۷۱	۰/۸۱	۰/۷۹	۰/۹۴	۱/۰۲
۲	β -pinene	۹۲۴	۰/۴۲	۰/۴۸	۰/۵۲	۰/۴۷	۰/۴۵	۰/۵۱	۰/۵۲	۰/۵۲
۳	α -terpinene	۹۸۰	۱/۱	۱/۳۱	۱/۳۶	۱/۲۰	۱/۲۱	۱/۲	۱/۵۳	۱/۵۵
۴	p-cymene	۱۰۰۷	۱۰/۳۷	۱۱/۷۱	۱۳/۳۶	۱۲/۵۲	۱۳/۹۲	۱۳/۰۹	۱۵/۲۵	۱۶/۸۸
۵	γ -terpinene	۱۰۴۷	۱۴/۶۴	۱۵/۶۶	۱۵/۵۸	۱۵/۹۶	۱۴/۷	۱۵/۱۶	۱۸/۱۷	۱۸/۹۳
۶	p-cymen-9-ol	۱۲۱۶	۲/۸۴	۲/۸۷	۲/۸۳	۲/۹۲	۲/۶۱	۲/۸۱	۲/۸۶	۲/۴۱
۷	Thymol	۱۲۷۶	۵۶/۰۱	۵۸/۴۷	۵۷/۳۱	۵۳/۱	۵۵/۷	۵۰/۵۱	۵۲/۱۴	۴۸/۸۹
۸	Carvacrol	۱۲۷۹	۷/۴۳	۳/۰۵	۳/۳۱	۶/۷	۳/۴	۱۰/۱۱	۳/۱۱	۳/۲۵
۹	E-caryophyllene	۱۳۶۹	۲/۲۹	۲/۳۳	۱/۹۹	۲/۷۶	۲/۴۱	۲/۶	۱/۸۸	۲/۰۸
	مجموع		۹۶/۷۸	۹۶/۶۳	۹۲/۰۹	۹۱/۳۴	۹۵/۲۱	۹۵/۷۶	۹۶/۴	۹۵/۵۳

جدول ۱۳- میانگین تیمول + کارواکرول حاصل از تجزیه اسانس مرزه *S. spicigera* بر اساس تیمارهای مختلف کودی طی ۴ سال

میانگین	تیمول + کارواکرول				تیمارهای کودی
	سال چهارم	سال سوم	سال دوم	سال اول	
۵۵/۹۹	۵۲/۱۴	۵۳/۲۲	۵۷/۹۷	۶۰/۶۳	شاهد (بدون مصرف کود)
۵۶/۳۶	۵۵/۲۵	۵۴/۵۷	۵۵/۴۷	۶۰/۱۶	ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)
۵۹/۸	۶۰/۶۲	۵۵/۱۲	۶۱/۲	۶۲/۲۴	کود گاوی (۳۰ تن در هکتار)
۵۸/۹۹	۵۹/۱	۵۷/۸۶	۵۴/۶۱	۶۴/۳۷	کود گاوی (۶۰ تن در هکتار)
۵۸/۲۳	۵۹/۸	۵۱/۲۳	۵۹/۳۸	۶۲/۹۱	کود گاوی (۳۰ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)
۶۲/۳۲	۶۰/۶۲	۵۶/۵۲	۶۴/۲۶	۶۷/۸۹	کود گاوی (۶۰ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)
۶۰/۲۲	۶۱/۵۲	۵۵/۳۹	۶۱/۴۵	۶۲/۵۱	ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)
۶۲/۵۹	۶۳/۴۴	۵۷/۶۶	۶۳/۱۶	۶۶/۰۹	ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)
	۵۹/۰۶	۵۵/۶۹	۵۹/۶۹	۶۳/۳۵	میانگین سال



شکل ۲- میانگین تیمول + کارواکرول (کیفیت اسانس) مرزه *S. spicigera* در تیمارهای مختلف کودی

- A- شاهد (بدون مصرف کود)
- B- ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)
- C- کود گاوی (۳۰ تن در هکتار)
- D- کود گاوی (۶۰ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)
- E- کود گاوی (۳۰ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)
- F- کود گاوی (۶۰ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)
- G- ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)
- H- ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار)

بحث و نتیجه‌گیری

در مرزه سنبله‌ای *S. spicigera* تیمارهای کودی مخصوصا کودهای دامی و ورمی‌کمپوست به همراه کودهای شیمیایی علاوه بر افزایش محصول، به دلیل ایجاد رشد سریع گیاه در اوایل دوره رویشی موجب زودرسی محصول نیز می‌شود. با توجه به اینکه مرزه *S. spicigera* از گونه‌های دیرس مرزه است و در طول فصل زراعی فقط یک چین می‌توان برداشت کرد لذا در مناطق سردسیر احتمالاً مرحله گلدهی و رسیدن بذر با سرمای پاییزه مواجه شود، بنابراین استفاده از کود که موجب زودرسی محصول می‌شود شرایط بهینه‌ای را برای مراحل رویشی و زایشی این گیاه ایجاد می‌کند. با توجه به روند عملکرد در طول چهار سال می‌توان نتیجه گرفت تولید اقتصادی مرزه *S. spicigera* تا سال سوم است. ضمناً با افزایش سن گیاه محصول دیررس‌تر نیز می‌شود.

با بررسی نتایج تجزیه اسانس ملاحظه می‌شود که تعداد ترکیبات مؤثره در سال اول بیشترین و با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد. با مقایسه روند افزایشی عملکرد و کیفیت اسانس نیز طی ۴ سال می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش عملکرد اسانس کیفیت اسانس کاهش می‌یابد. در واقع با افزایش سن گیاه حجم بوته افزایش و عملکرد اسانس حاصل از یک هکتار افزایش می‌یابد ولی به دلیل خشبی شدن گیاه و کاهش نسبت برگ به ساقه تعداد مواد مؤثره استخراج شده و کیفیت اسانس کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج تاثیر تیمارهای کودی در عملکرد و کیفیت اسانس، تیمار ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار) + ازت (۵۰) فسفر (۲۵) پتاس (۲۵) (کیلوگرم در هکتار) به عنوان بهترین کود برای افزایش عملکرد و کیفیت اسانس مرزه *S. spicigera* معرفی می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Adams RP. 1989. Identification of essential oils by ion trap mass spectroscopy. Academic Press: New York.
- Anwar M, Patra DD, Chand S, Alpesh K, Naqvi AA and Khanuja SPS. 2005. Effects of organic manures and inorganic fertilizer on growth herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. Common Soil Science and Plant Analysis, 2005; 36: 1737-1746.

بر اساس پژوهش‌های سایر محققین، در مقایسه درصد اسانس مرزه و ترکیبات آن در رویشگاه طبیعی و مزرعه، آزمایشی انجام شد. از نظر تولید اسانس سطح کودی ورمی‌کمپوست دو تن در هکتار در چین اول با ۲۸/۳۸٪ و در چین دوم ورمی‌کمپوست چهار تن در هکتار با ۴۶/۰۴٪ در مقایسه با رویشگاه طبیعی برتری داشتند. در تمام تیمارهای کودی میزان تیمول نسبت به رویشگاه طبیعی (۳۸/۴۹٪) برتری داشت و بیشترین میزان (۴۲/۹۵٪) در اثر تیمار چهار تن ورمی‌کمپوست در هکتار حاصل شد (حسینی و همکاران ۲۰۱۷). در تحقیقی عملکرد کمی، ترکیبات و درصد اسانس دو گونه مرزه *Satureja khuzestanica* و *Satureja rechingeri* در پاسخ به کودهای قارچ میکوریز و کودهای آلی مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج، محلول پاشی عصاره ورمی‌کمپوست به میزان ۵ تن در هکتار می‌تواند به تولید پایدار هر دو گونه مرزه، بهبود رشد و عملکرد اسانس کمک نماید (بستامی و همکاران ۲۰۲۱). میرجلیلی و همکاران (۲۰۲۱)، در پژوهشی دیگر تأثیر کودهای زیستی، آلی و معدنی بر مواد مغذی برگ، اسانس و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مرزه *Satureja macrantha* مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل کود ورمی‌کمپوست در ترکیب با کود های شیمیایی (NPK) نسبت به سایر تیمارها موجب افزایش بازده و عملکرد اسانس و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی این گونه شد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری صمیمانه مدیریت محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی و موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور برای پشتیبانی علمی، فنی و مالی این پروژه تحقیقاتی سپاسگزاری می‌گردد.

- Arancon N, Edwards CA, Bierman P, Welch C and Metzger JD. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries, Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93: 145-153.
- Bakhtiari M, Mozafari H, Karimzadeh Asl Kh, Sani B, Mirza M. 2020. Bio-organic and inorganic fertilizers modify leaf nutrients, essential oil properties, and antioxidant capacity in medic savory (*Satureja macrantha* L.). *Journal of Biological Research*, 93:8477.
- Bastami A, Amirnia R, Sayyed RZ and Enshasy HAE. 2021. The effect of mycorrhizal fungi and organic fertilizers on quantitative and qualitative traits of two important *Satureja* species. *Agronomy*, 11, 1285, <https://doi.org/10.3390/agronomy11071285>
- Bergottini VM, Otegui MB, Sosa DA, Zapata PD, Mulot M, Rebord M and Junier P. 2015. Bio-inoculation of yerba mate seedlings (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) with native plant growth-promoting rhizobacteria: A sustainable alternative to improve crop yield. *Biology and Fertility of Soils*, 51 (6):749–55.
- Ehsani E, Sefidkon F and Hoseyni F. 2017. Evaluation of three *Satureja* species essential oil (*S. macrantha*, *S. rechingeri*, *S. spicigera*) against bacteria that cause hospital infections and candida albicans. *Iranian Journal of Cellular and Molecular Research*, 30(2): 107-119. (In Persian).
- Hamze J and Seyedi M. 2014. Effect of rye residual on chickpea agronomic indices and pigweed (*Amaranthus retroflexus*) growth. *Research on Crop Ecophysiology*. 1(2): 45-54.
- Harshavardhan PG, Vasundhara M, Raviraja Shetty G, Nataraja A, Sreeramu BS, Chandre Gowda M and Sreenivasappa KN. 2007. Influence of spacing and integrated nutrient management on yield and quality of essential oil in lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Biomedical*, 2: 288-301.
- Hossaini SM, Aghaalikhani M, Sefidkon F and Ghalavand A. 2017. Comparison of essential oil content of sahendî savory (*Satureja sahendica* Bornm.) and its compounds under cultural conditions and natural habitats in Qazvin province. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants*, 33: 1, 1 - 12.
- Jamzad Z. 2009. *Thymus* and *Satureja* species of Iran. *Publications of Research Institute of Forests and Rangelands* , Tehran, P:78-132.
- Khosravi pour B, Ceiahposh A and Mohmedi Karbalaii Z. 2015. Cultivation of medicinal plants and the production of agricultural products. 1st National conference on herbs and herbal medicine. .May 28.
- Mallangoudu B.1995. Effect of N.P.K and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science*, 4:916-918.
- Mirjalili A, Lebaschi MH, Ardakani MR, Heidari Sharifabad H and Mirza M. 2021. Antioxidant capacity response of Bakhtiari savory (*Satureja bachtiarica* Bunge.) to plant density and organic fertilizers in dryland farming conditions. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 11(4),3819-3828.
- Rechinger KH. 1982. *Satureja* in Flora of Iranica: 150. Akademische Druck-u Verlagsanstalt, Graz.
- Sanchez GE, Carballo GC and Ramos GSR. 2008. Influence of organic manures and biofertilizers on the quality of two Plantaginaceae: *Plantago major* L. and *Plantago lanceolata* L. processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology*, 81(2): 103-108.
- Scheffer MC, Ronzelli PJ, and Koehler HS. 1993. Influence of organic fertilization on the biomass, yield and yield composition of the essential oil of *Achillea millefolium*. *Acta Horticulturae*, 331: 109 -14.
- Sefidkon F, Jamzad Z and Mirza M. 2004. Chemical variation in the essential oil of *Satureja sahendica* from Iran. *Food Chemistry*, 88: 325–328.
- Seyed Sharifi R, Hasani S, Sedghi M, Seyed Sharifi R. 2014. Study of effects of integrated biological and chemical fertilizers on fertilizer use efficiency, grain yield and related traits to grain growth of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Dryland Agriculture*, 2(1): 61-95.
- Sharma J and Agarwal S. 2014. Impact of organic fertilizers on growth, yield and quality of spinach. *Indian Journal of Plant Sciences*, 3(3): 37-43.

- Shibamoto T. 1987. Retention indices in Essential oil analysis. In: Capillary Gas Chromatography in Essential Oils Analysis. Edits., P. Sandra and C. Bicchi, p. 259- 274, Dr. Alferd Huethig Verlag, New York.
- Singh D, Chand S, Anvar M and Patra D. 2003. Effect of organic and inorganic amendment on growth and nutrient accumulation by isabgol (*Plantago ovata*) in sodic soil under greenhouse conditions. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 25: 414-419.
- Yadav RD, Keshwa GL and Yadva SS. 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of Isabgol (*Plantago ovata*). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 25: 668-671.
- Zarezadeh A, Sefidkon F, Tabaei Aghdai SR, Mirhosseini A, Arabzadeh MR and Mirjalili MR. 2017. Investigation on quality and quantity of essential oil cultivated different *Satureja* species in Yazd province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 33: 509-534. (In Persian).