نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و چهارم، شماره چهارم، ۱۳۹۶
http://jopp.gau.ac.ir

ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه آلی و شیمیایی بر عملکرد، کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

آزیتا یاری[1]* و علیرضا تاب[2]

[1]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد زراعت دانشگاه ایلام، [2]استادیار زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

تاریخ دریافت: ۹۵/۷/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۱۵

چکیده

سابقه و هدف: گشنیز یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی بوده که به‌علت کیفیت بالای اسانس، علاوه بر مصارف غذایی جنبه درمانی نیز دارد. کشاورزی پایدار با رعایت اصول بوم‌شناختی، می‌تواند ضمن ایجاد توازن در محیط زیست، کارآیی استفاده از منابع را افزایش دهد و زمینه بهره‌وری طولانی‌تری را برای انسان فراهم آورد. کاربرد کودهای آلی با هدف جایگزینی یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف کودهای شیمیایی، موجب افزایش کیفیت و عملکرد در تولید پایدار گیاهان می‌شود. این پژوهش به‌منظور ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه آلی و شیمیایی بر عملکرد و ترکیبات اسانس گیاه دارویی گشنیز انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش حاضر به‌صورت مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی شهرستان ایلام در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل شاهد (بدون کاربرد کود)، ۱۰ و ۲۰ تن کود گاوی در هکتار، ۵ و ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، ۵ تن کود گاوی همراه با ۲/۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، ۱۰ تن کود گاوی همراه با ۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار و کود شیمیایی (۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بودند. صفات اندازه‌گیری شده شامل عملکرد دانه، درصد و عملکرد اسانس و ترکیبات تشکیل دهنده اسانس بود. به‌منظور تعیین میزان اسانس از روش تقطیر با آب با دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شد، اجزای اسانس توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۳۲۵۷/۷ کیلوگرم در هکتار)، درصد اسانس (۰/۱۵۴ درصد) و عملکرد اسانس (۲۳/۷۵ کیلوگرم در هکتار)، محتوی لینالول (۶۲/۶۱ درصد) و محتوی ژرانیل‌استات (۲۱/۹ درصد) به‌ترتیب در تیمارهای کاربرد ۱۰ تن کود گاوی، ۵ تن ورمی‌کمپوست و ۱۰ تن کود گاوی همراه با ۵ تن ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. همچنین بیشترین محتوی آلفاپینن (۱۱/۴۵ درصد) و گاماترپینن (۷/۱۲ درصد) در اسانس در تیمار کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی مدیریت تغذیه تلفیقی گیاه دارویی گشنیز اثرات قابل‌توجهی بر شاخص‌های کمی و کیفی این گیاه داشت. بیشترین عملکردهای بذر و اسانس با کاربرد ۱۰ تن کود گاوی و بیشترین ترکیبات اسانس با کاربرد ورمی‌کمپوست

*نویسنده مسئول: hnikmanesh46@gmail.com

به‌دست آمد. با توجه به نتایج، سیستم‌های مختلف تغذیه آلی می‌تواند جایگزین بخش عمده‌ای از کود شیمیایی اوره در زراعت گیاه دارویی گشنیز شده و گامی در جهت کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست برداشته شود.

واژه‌های کلیدی: اسانس، ژرانیل‌استات، لینالول، کود آلی، اوره

مقدمه

امروزه تقاضا برای گیاهان دارویی در پزشکی سنتی و مدرن در حال افزایش است. بنابر گزارش سازمان بهداشت جهانی[1] (WHO) بیش از ۸۰ درصد از مردم جهان برای درمان بیماری‌های مختلف به پزشکی سنتی وابسته می‌باشند (۱۱). از جمله دلایل مهم اهمیت گیاهان دارویی می‌توان به نبود امکان تولید بسیاری از مواد مؤثره گیاهی و سوخت و سازگر متابولیت‌های ثانویه با استفاده از روش‌های مصنوعی و نیز اثرات جانبی کمتر در این داروها در مقایسه با داروهای شیمیایی اشاره کرد (۱۰). اگرچه تولید ترکیبات متابولیکی ثانویه عمدتاً توسط خصوصیات ژنتیکی گیاهان کنترل می‌شود، با این حال عوامل محیطی و مدیریتی از جمله مدیریت تغذیه‌ای گیاه در کمیت و کیفیت این مواد تاثیر قابل توجهی دارد.

گشنیز با نام علمی (*Coriandrum sativum* L.) گیاهی یک‌ساله به ارتفاع ۶۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر متعلق به خانواده چتریان[2] می‌باشد و به‌دلیل خواص دارویی، اهمیت زیادی در صنایع داروسازی، غذایی، آرایشی و بهداشتی دارد (۵۰). این گیاه به‌طور وسیعی در استان‌های آذربایجان، ایلام، کرمانشاه، فارس، همدان، قزوین و یزد کشت و کار می‌شود (۲۲). گشنیز به‌دلیل داشتن مواد مؤثره و به خصوص ترکیب دارویی لینالول در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی کاربرد فراوانی دارد (۱۷).

مدیریت عناصر غذایی به روش متداول امروزی با کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی منجر به تخریب بوم نظام‌های کشاورزی و به خطر افتادن سلامت انسان می‌گردد. مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی و هزینه‌های تولید این کودها، تجدید نظر در روش‌های افزایش تولید محصولات را ضروری ساخته است (۳۵). با توجه به تأثیر منفی انواع مواد شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان دارویی (۱۲)، به‌نظر می‌رسد که مناسب‌ترین راهکار برای بهبود وضعیت اقتصادی-زیست‌محیطی، بکارگیری مدیریت ارگانیک در تولید این گیاهان می‌باشد (۳۱). کاربرد نهاده‌های آلی در خاک‌های کشاورزی، سبب بهبود ساختمان خاک، محتوی ماده آلی و حاصلخیزی خاک می‌شود (۲۶)، کاربرد کودهای آلی مانند کود دامی و ورمی‌کمپوست ضمن حذف یا کاهش قابل ملاحظه کودهای شیمیایی، موجب بهبود مواد آلی خاک و عرضهٔ مناسب عناصر غذایی و نیز افزایش کیفیت محصول به ویژه در تولید گیاهان دارویی در سامانه‌های کشاورزی پایدار و ارگانیک می‌شود (۲، ۶ و ۴۶).

در مورد پژوهش‌های انجام گرفته درباره کاربرد کودهای آلی مانند کود دامی و ورمی‌کمپوست بر کمیت و کیفیت اسانس گیاهان دارویی درزی و همکاران در سه آزمایش جداگانه روی گیاهان دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) انیسون (*Pimpinella anisum* L.) و شوید (*Anethum graveolens* L.) شاهد افزایش میزان اسانس و کیفیت آن در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست بودند (۱۳، ۱۴ و

1- World Health Organization
2- Apiaceae

۱۵). سینگ و همکاران (۲۰۱۰) بیان داشتند که مصرف کودهای آلی سبب افزایش تولید محصول و اسانس نعناع (*Mentha arvensis* L.) گردید (۴۸). تیندال و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمودند که مصرف کود شیمیایی میزان زیست‌توده و پارتنولید بابونه گاوی را به ترتیب ۲۳ و ۱۸ درصد کاهش داد، در حالی که در نظام ارگانیک حتی در سطوح پایین کاربرد کود آلی نیز عملکرد زیست‌توده و اسانس بهبود یافت. بدین‌ترتیب این محققان، جهت رشد کمی و کیفی گیاهان دارویی و کاهش اثرات زیست محیطی، مصرف کودهای آلی را در نظام‌های تولید این گونه‌ها توصیه نمودند (۴۹). در آزمایش دیگری ملاحظه گردید که کاربرد کود دامی، تولید برگ و اسانس گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) را بهبود بخشید (۱۱). ایوبی و همکاران (۲۰۱۴) بیان داشتند که مصرف کود دامی و ورمی‌کمپوست و مخلوط این دو نوع کود به‌طور معنی‌داری کلیه خصوصیات رشد و عملکرد اسانس نعناع فلفلی تحت تاثیر قرار داد به‌طوری که بالاترین عملکرد اسانس با ۲۴/۲۱ میلی‌لیتر در مترمربع برای ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (۷). جها و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که کاربرد ۱۵ تن در هکتار کود دامی رشد و عملکرد کمی و کیفی گونه دارویی آرتمیزیا (*Artemisia annua* L.) را در مقایسه با شاهد بهبود بخشید. آن‌ها دلیل این امر را به بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و تحریک رشد و فعالیت ریزجانداران خاکزی نسبت دادند (۲۶). شفر و همکاران (۲۰۰۷) بیان نمودند مصرف کود دامی در گیاه بومادران (*Achillea millefolium* L.) از طریق افزایش دسترسی به عناصر غذایی افزایش عملکرد و به تبع آن بهبود تولید اسانس را به دنبال داشت (۴۳). غلامی‌شرفخانه و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی روی مرزه (*Satureja hortensis* L.) مشاهده کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست موجب بهبود میزان اسانس در مقایسه با تیمار کود شیمیایی گردید (۲۳). محققین گزارش نمودند که کاربرد کود دامی باعث بهبود عملکرد، رشد و ترکیبات شیمیایی گیاهان دارویی، بابونه (*Matricaria recutita* L.) ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak.) شد (۲۰، ۳۲ و ۴۲). طبق گزارش مرادی و همکاران (۲۰۱۱) کاربرد ورمی‌کمپوست به‌صورت جداگانه و همراه با دیگر کودهای آلی، سبب بهبود عملکرد و کیفیت اسانس گیاه دارویی رازیانه شد (۳۴). طی آزمایشی روی ریحان و در شرایط مزرعه نشان داده شد که کاربرد ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک کود آلی موجب افزایش قابل توجهی در کمیت و کیفیت اسانس داشت (۳، ۲۱ و ۴۷). احمدیان و همکاران (۲۰۰۹) در آزمایشی روی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) اثر کود دامی را مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که کاربرد ۲۰ تن کود دامی، موجب افزایش معنی‌دار میزان اسانس بذر و ترکیبات موجود در آن گردید (۱). یافته‌های پژوهشی دیگر روی گشنیز نیز مشخص کرد که کاربرد ۱۰ و ۱۵ تن کود دامی به‌ترتیب باعث بهبود قابل توجهی در میزان اسانس و عملکرد اسانس در این گیاه گردید (۱۶). همچنین نتایج پژوهش‌های اکبرنیا (۲۰۱۰) روی زنیان (*Trachyspermum copticum* L.)، رهبریان و همکاران (۲۰۱۰) روی بادرشبی و خالد و شافعی (۲۰۰۵) روی شوید نشان داد کاربرد کود دامی موجب بهبود درصد و عملکرد اسانس شد (۲، ۲۹ و ۳۹). پژوهش اتیه و همکاران (۲۰۰۹) روی آویشن (*Thymus vulgaris* L.) نشان داد کاربرد همراه کود دامی و ورمی‌کمپوست موجب افزایش کیفیت اسانس گردید (۶). هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه آلی و شیمیایی بر عملکرد و ترکیبات اسانس گیاه دارویی

گشنیز برای تعیین میزان مناسب کودهای آلی و شیمیایی از نظر دستیابی به بیشترین عملکرد، کمیت و کیفیت اسانس در شرایط آب و هوایی ایلام بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار ۱۳۹۴ در مزرعه‌ای واقع مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی شهرستان ایلام (در عرض ۳۳ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی و طول ۴۶ درجه و ۵۱ دقیقهٔ شرقی و با ارتفاع ۳۰۶۲ متر از سطح دریا) به‌اجرا در آمد. پژوهش بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل F_1: شاهد (بدون کاربرد کود)، F_2: ۱۰ تن در هکتار کود گاوی، F_3:۲۰ تن در هکتار کود گاوی، F_4: ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، F_5: ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست، F_6: ۵ تن کود گاوی همراه با ۲/۵ تن ورمی‌کمپوست، F_7: ۱۰ تن کود گاوی همراه با ۵ تن ورمی‌کمپوست و F_8: کود شیمیایی (۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بود. برای تیمار حاوی کود شیمیایی با توجه به آزمون خاک، تنها ۷۵ کیلوگرم نیتروژن (از منبع اوره با ۴۶ درصد نیتروژن خاص) در نظر گرفته شد که نیمی از آن در زمان کشت و نیمی دیگر آن در مرحلهٔ تشکیل ساقه اعمال شد (۴۲). بذر گشنیز مورد استفاده در این پژوهش نیز، رقمی محلی نهاوند بود و از مرکز تحقیقات گیاهان دارویی اصفهان تهیه شد. میانگین بارش سالانه در این منطقه ۴۸۰ میلی‌متر می‌باشد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. به‌منظور اجرای آزمایش، اندازه هر کرت به ابعاد ۲/۵ × ۳ متر و با پنج ردیف کشت با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر لحاظ شد. فاصله بین دو بوته ۱۰ سانتی‌متر، بین کرت‌ها ۱ متر و بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شدند. سال قبل از کشت، مزرعهٔ آزمایشی در وضعیت آیش قرار داشت. اعمال تیمارهای آزمایشی و کشت گشنیز پس از مساعد شدن هوا در بهار انجام گرفت. برای اعمال تیمارهای کود گاوی، ورمی‌کمپوست و تلفیق کود دامی و ورمی‌کمپوست، در وسط هر خط کشت، شیاری در سراسر پشته به عمق ۵ سانتی‌متر ایجاد کرده و مقادیر کودهای آلی را درون شیار ریخته و با شن‌کش روی آن خاک داده شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کوهای آلی مورد استفاده در جدول ۲ ارائه شده است. کشت گشنیز در ۲۵ فروردین ماه و در عمق ۲ سانتی‌متری خاک انجام و بلافاصله آبیاری صورت گرفت. برای اطمینان از جوانه‌زنی و حفظ تراکم در حد مطلوب، روی هر ردیف بذرها با تراکم بیشتری کشت شده و سپس در مرحلهٔ چند برگی تنک شدند. عملیات مبارزه با علف‌های هرز در هفت نوبت به روش مکانیکی و با دست صورت گرفت. عملیات آبیاری که به صورت جوی پشته بود، در آغاز هر سه روز یک بار و پس از سبز شدن بذرها با توجه به شرایط اقلیمی منطقه هر پنج تا شش روز یک بار انجام شد. برداشت نهایی پس گذشت ۴ ماه هنگامی که برگ‌ها و ساقه‌ها زرد و چتر و چترک‌های گیاهان به سمت زرد مایل به قهوه‌ای شدند به مساحت ۱ مترمربع در هر کرت آزمایشی و با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای صورت پذیرفت. در این پژوهش صفات عملکرد دانه، میزان اسانس، عملکرد اسانس و ترکیبات تشکیل دهنده اسانس بررسی شدند. برای تعیین عملکرد دانه در واحد سطح، دو خط کناری هر کرت آزمایشی به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شده و از خطوط میانی هر کرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب در مرحله رسیدگی کامل به روش دستی برداشت شد. پنج نمونه ۱۰۰ تایی از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و سپس در هوای آزاد و در سایه خشک و پس از توزین و عملکرد در واحد سطح محاسبه شد. ۵۰ گرم از دانه تولید شده در هر کرت

به‌صورت تصادفی انتخاب و توسط دستگاه کلونجر با استفاده از روش تقطیر با آب، اسانس آن اندازه‌گیری شد. به این منظور هر نمونه ابتدا کاملا آسیاب شد و سپس درون بالن یک لیتری ریخته شد و ۷۵ میلی‌لیتر آب به آن اضافه گردید، سپس به‌مدت ۴ ساعت در دستگاه کلونجر، قرار داده شد و پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات سدیم و تعیین مقدار اسانس به‌دست آمده، درصد و عملکرد اسانس تعیین شد. عملکرد اسانس در واحد سطح بر اساس عملکرد دانه × درصد اسانس محاسبه گردید. برای تجزیه اسانس و تعیین درصد ترکیبات عمده موجود در اسانس از دستگاه‌های فام‌نگاری (کروماتوگرافی) گازی (GC) متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/Mass) مدل (Agilent 5973) در پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی ایلام استفاده شد. شناسایی ترکیبات از طریق زمان نگهداری در ستون دستگاه کروماتوگراف گازی و بررسی طیف جرمی آن‌ها انجام شد (۳۶). طیف‌های به‌دست آمده از طریق مقایسه با طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد شناسایی شدند و سپس با استفاده از محاسبه شاخص‌های بازداری (RI) و با تزریق هیدروکربن‌های نرمال مورد تایید قرار گرفتند. درصد هریک از ترکیبات نیز با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف کارموتوگرام به‌دست آمد. دستگاه فام‌نگاری گازی با طیف‌سنج جرمی مورد استفاده از ستونی به طول ۳۰ سانتی‌متر، قطر درونی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS بود. برنامه دمایی آون به این صورت تنظیم شد که دمای ابتدایی آن ۵۰ درجه سلسیوس و توقف در این دما به مدت پنج دقیقه، گرادیان گرمایی ۳ درجهٔ سلسیوس در هر دقیقه تا دمای ۲۴۰ درجه سلسیوس، افزایش دما تا ۳۰۰ درجهٔ سلسیوس با روند ۱۵ درجهٔ سلسیوس در هر دقیقه و سه دقیقه توقف در این دما بود. دمای اتاقک تزریق ۲۹۰ درجهٔ سلسیوس بود و از گاز هلیوم به‌عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۰/۸ میلی‌لیتر در دقیقه استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱: نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش.

Table 1. Result analysis of soil test implementation.

عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	بافت خاک Soil Texture	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	فسفر (میلی‌گرم بر گرم) Phosphor (mg/g)	پتاسیم (میلی‌گرم بر گرم) Potassium (mg/g)	نیتروژن کل (درصد) Total Nitrogen (%)
0-30	سیلتی رسی لومی (Silt Clay Loam)	1.15	7.6	42.80	491	0.085

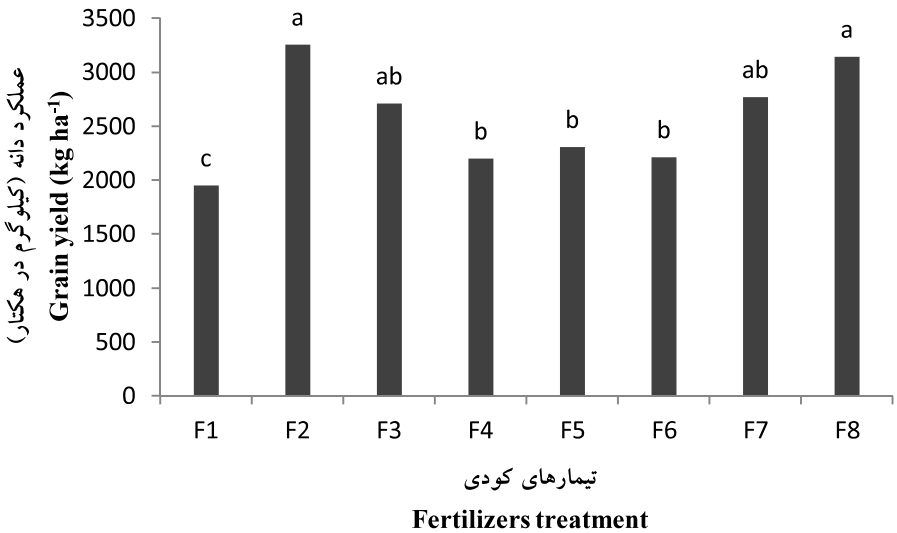
جدول ۲: نتایج تجزیه کودهای آلی مصرفی.

Table 2. Result analysis of organic used fertilizers.

کودهای آلی Organic Fertilizers	کربن آلی (درصد) Organic Carbon (%)	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH (1:2)	فسفر (میلی‌گرم بر گرم) Phosphor (mg/g)	پتاسیم (میلی‌گرم بر گرم) Potassium (mg/g)	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)
کود گاوی Cow Manure	10.6	4.63	7.65	11.38	41.21	0.96
ورمی‌کمپوست Vermicomposting	22.2	5.70	8.20	10.67	63.19	1.90

نتایج و بحث

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد تیمار کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد دانه معنی‌دار (p≤۰/۰۱) بود (جدول ۳). مقایسهٔ میانگین تیمارها، اختلاف قابل توجهی را بین آن‌ها نشان داد، به‌گونه‌ای که عملکرد دانه در تیمار کاربرد ۱۰ تن کود گاوی (۳۲۵۷/۷ کیلوگرم در هکتار) اختلاف آماری به‌ویژه با تیمار کود شیمیایی (۳۱۴۵/۷ کیلوگرم در هکتار) نداشت و به‌صورت بارزی بیشتر از سایر تیمارها بود، به‌گونه‌ای که نسبت به تیمارهای کاربرد ۵ تن ورمی‌کمپوست، کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست، کاربرد تلفیقی ۵ تن کود گاوی و ۲/۵ تن ورمی‌کمپوست و شاهد به‌ترتیب حدود ۳۲، ۲۸، ۳۲ و ۱۵۷ درصد بیشتر بود (شکل ۱). به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد دانه در تیمارهای کود آلی، به‌ویژه دو تیمار کود گاوی در مقایسه با شاهد، به تأثیر مطلوب کودهای آلی بر ویژگی‌های فیزیکو-شیمیایی و زیستی خاک و نیز افزایش قابل ملاحظه ظرفیت نگهداری آب و پیامد آن بهبود جذب عناصر غذایی، افزایش رشد و عملکرد مربوط شود (۴ و ۵). در مطالعه‌ای روی گیاه گشنیز مشخص کرد کاربرد ۱۰ تن کود دامی با بهبود مواد آلی خاک، از طریق تاثیر بر قدرت جذب نگهداری و فراهمی مناسب رطوبت و عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم روی افزایش اجزای عملکرد گشنیز مانند تعداد چتر و عملکرد زیست‌توده اثر گذاشته و موجب بهبود عملکرد دانه شد (۲۸). در پژوهش‌های مختلفی نیز به نقش کودهای دامی در افزایش عملکرد دانه گیاهان دارویی بابونه، ریحان و آویشن اشاره شده است که با نتیجهٔ این پژوهش مطابقت دارد (۱۹، ۲۰ و ۴۴).



شکل ۱: تأثیر کاربرد کودهای آلی بر عملکرد دانه در گیاه گشنیز.

F_1: شاهد (بدون کود)، F_2: کود گاوی (۱۰ تن در هکتار)، F_3: کود گاوی (۲۰ تن در هکتار)، F_4: ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)، F_5: ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، F_6: کود گاوی (۵ تن در هکتار) + ورمی‌کمپوست (۲/۵ تن در هکتار)، F_7: کود گاوی (۱۰ تن در هکتار) + ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)، F_8: نیتروژن (۷۵ کیلوگرم در هکتار). میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Figure 1. The effect of different organic fertilizers on grain yield in coriander.

F_1: Control (without fertilizer), F_2: Cow manure (10 t ha^{-1}), F_3: Cow manure (20 t ha^{-1}), F_4: Vermicomposting (5 t ha^{-1}), F_5: Vermicomposting (10 t ha^{-1}), F_6: Cow manure (5 t ha^{-1}) + Vermicomposting (5.2 t ha^{-1}), F_7: Cow manure (10 t ha^{-1}) + Vermicomposting (5 t ha^{-1}), F_8: Nitrogen (75 kg ha^{-1}). Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the p≤ 0.05 (LSD test).

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس واریانس تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و ترکیبات اسانس گشنیز.

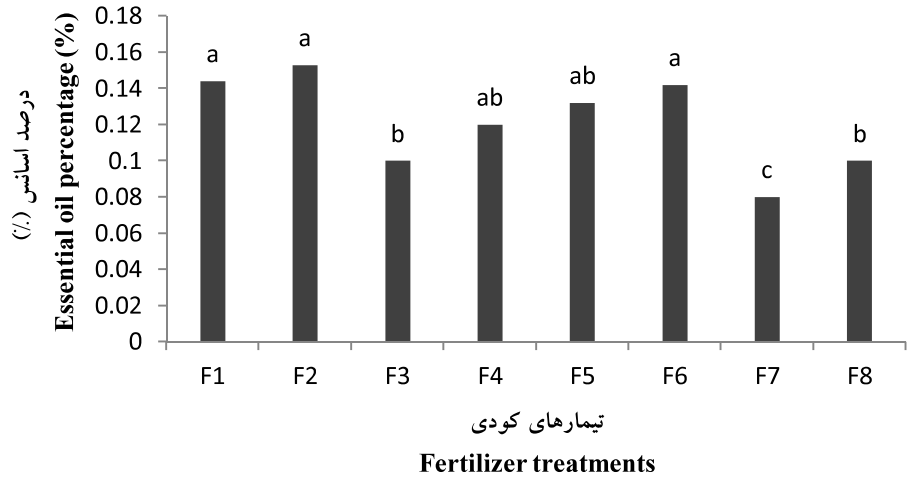
Table 3. Analysis of variance for effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil contents of coriander.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس Essential oil yield	محتوی لینالول Linalool content	محتوی ژرانیل‌استات Geranyl acetate content	محتوی آلفاپینن α-Pinene content	محتوی گاماترپینن γ-Terpinene content
تکرار Replication	2	117859.71^{ns}	0.0001^{ns}	0.678^{ns}	15.142^{ns}	0.501^{ns}	1.135^{ns}	0.503^{ns}
تیمار Treatment	7	2149487.12**	0.0004**	9.85**	23.126*	16.744**	3.925**	2.357**
خطای آزمایش Error	14	153873.43	0.0008	0.95	5.875	1.072	0.903	0.512
ضریب تغییرات CV (%)	-	11.09	20.42	18.43	4.52	6.42	9.41	11.56

*، **و^{ns} به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری

* ,** and ^{ns} are significant at p≤ 0.05 and p≤ 0.01 and not significant, respectively.

درصد اسانس: نتایج تجزیه واریانس نشان داد تیمار کودهای آلی و شیمیایی بر میزان اسانس معنی‌دار (p≤۰/۰۱) بود (جدول۳)، در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود داشت به‌گونه‌ای که میزان اسانس در تیمار کاربرد ۱۰ تن کود گاوی (۰/۱۵۴ درصد) در مقایسه با سه تیمار کاربرد ۲۰ تن کود گاوی، کاربرد تلفیقی ۱۰ تن کود گاوی و ۵ تن ورمی‌کمپوست و کاربرد کود شیمیایی به‌ترتیب در حدود ۴۸، ۹۲ و ۴۶ درصد بیشتر بود (شکل ۲). به‌نظر می‌رسد که کاربرد ۱۰ تن کود گاوی، به‌دلیل بهبود نگهداری و جذب تدریجی آب و عناصر غذایی پر و کم‌مصرف، نقش مؤثری در افزایش میزان اسانس در گیاه گشنیز در شرایط این آزمایش ایفا کرده باشد (۲۵). کود دامی، می‌تواند سبب بهبود فعالیت باکتری‌ها و سایر ریزجانداران گردد و موجبات حلالیت عناصر معدنی و دسترسی گیاه را فراهم آورد. با مصرف مقادیر کمی از این کود درصد اسانس افزایش پیدا می‌کند، زیرا ضمن افزایش عملکرد، تعادل بین تولید متابولیت‌های اولیه و ثانویه حفظ می‌گردد (۲۹). در همین زمینه پژوهشی روی زیره سبز گزارش شد که کاربرد ۱۰ تن کود دامی در هکتار، موجب افزایش درصد اسانس دانه این گیاه شد (۱). درزی و همکاران (۲۰۱۲) نیز در پژوهشی روی گشنیز گزارش کردند که کاربرد ۱۰ تن کود دامی در مقایسه با مقادیر بیشتر کود دامی (۱۶ و ۲۱ تن در هکتار)، سبب بهبود میزان اسانس شد (۱۶). آن‌ها کاهش میزان اسانس در کاربرد مقادیر بیشتر کود دامی را به افزایش عملکرد دانه در این تیمارها که رابطه معکوسی با میزان اسانس دارد نسبت دادند. یافته‌های دیگر پژوهشگران روی گیاهان زنیان، شوید، پیاز (*Allium cepa* L.)، مریم گلی (*Salvia fruticosa* Mill.)، رازیانه، بادرشبی و ریحان با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (۲، ۸، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۹ و ۵۱).



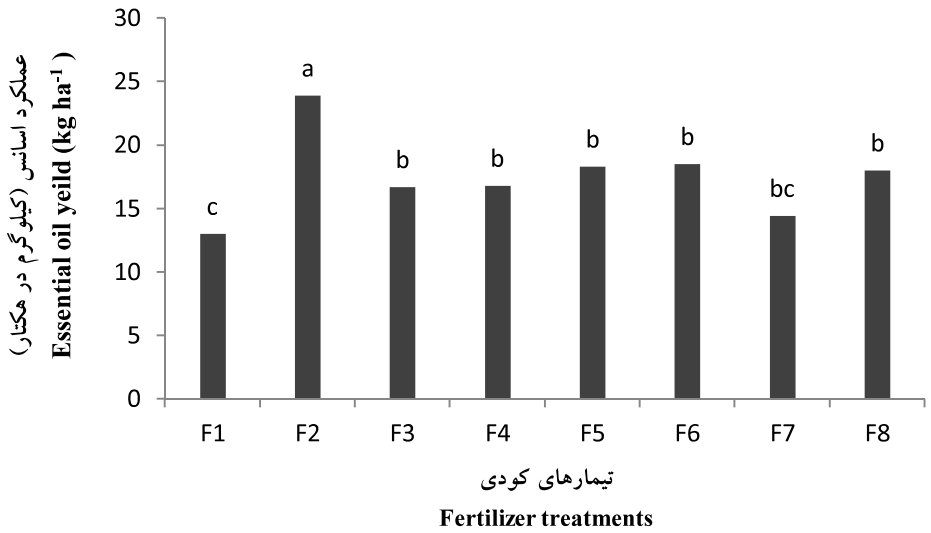
شکل ۲: تأثیر کاربرد کودهای آلی مختلف بر درصد اسانس در گیاه گشنیز.

F_1: شاهد (بدون کود)، F_2: کود گاوی (۱۰ تن در هکتار)، F_3: کود گاوی (۲۰ تن در هکتار)، F_4: ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)، F_5: ورمی-کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، F_6: کود گاوی (۵ تن در هکتار) + ورمی‌کمپوست (۲/۵ تن در هکتار)، F_7: کود گاوی (۱۰ تن در هکتار) + ورمی-کمپوست (۵ تن در هکتار)، F_8: نیتروژن (۷۵ کیلوگرم در هکتار). میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Figure 2. The effect of different organic fertilizers on essential oil percentage in coriander.

F_1: Control (without fertilizer), F_2: Cow manure (10 t ha^{-1}), F_3: Cow manure (20 t ha^{-1}), F_4: Vermicomposting (5 t ha^{-1}), F_5: Vermicomposting (10 t ha^{-1}), F_6: Cow manure (5 t ha^{-1}) + Vermicomposting (5.2 t ha^{-1}), F_7: Cow manure (10 t ha^{-1}) + Vermicomposting (5 t ha^{-1}), F_8: Nitrogen (75 kg ha^{-1}). Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the p≤ 0.05 (LSD test).

عملکرد اسانس: تأثیر تیمار کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد اسانس معنی‌دار (p≤۰/۰۱) بود (جدول ۳) و مقایسه میانگین‌ها، اختلاف چشمگیری را بین آن‌ها نشان داد، به‌گونه‌ای که عملکرد اسانس در حالت کاربرد ۱۰ تن کود گاوی (۲۳/۷۵ کیلوگرم در هکتار) به‌صورت بارزی بیشتر از دیگر تیمارها بود و نسبت به تیمارهای کود شیمیایی، کاربرد ۲۰ تن کود گاوی و شاهد به‌ترتیب حدود ۶۴، ۵۳ و ۱۸۵ درصد بیشتر بود (شکل ۳). با توجه به بیشتر بودن میزان اسانس در تیمار کاربرد ۱۰ تن کود گاوی و نیز افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در همین تیمار و با توجه به این که عملکرد اسانس، حاصل‌ضرب میزان اسانس در عملکرد دانه است، می‌توان انتظار داشت که عملکرد اسانس در این تیمار بیشتر باشد. نتیجه پژوهشی روی گیاه زنیان آشکار کرد که کاربرد کود دامی در مقایسه با شاهد (بدون کاربرد کود) و نیز کاربرد تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی در مقایسه با کاربرد کود شیمیایی، سبب افزایش عملکرد اسانس شد. این پژوهشگران وجود مواد آلی و عناصر کم‌مصرف در کود دامی که موجب بهبود میزان اسانس شده بود را در عملکرد اسانس موثر دانستند (۲). گزارش‌های دیگر پژوهشگران در مورد گیاهان شوید، بادرشبی و گشنیز نیز تایید کننده همین موضوع است (۱۶، ۲۹ و ۳۹).



شکل ۳: تأثیر کاربرد کودهای آلی مختلف بر عملکرد اسانس در گیاه گشنیز.

F_1: شاهد (بدون کود)، F_2: کود گاوی (۱۰ تن در هکتار)، F_3: کود گاوی (۲۰ تن در هکتار)، F_4: ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)، F_5: ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، F_6: کود گاوی (۵ تن در هکتار) + ورمی‌کمپوست (۲/۵ تن در هکتار)، F_7: کود گاوی (۱۰ تن در هکتار) + ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)، F_8: نیتروژن (۷۵ کیلوگرم در هکتار). میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Figure 3. The effect of different organic fertilizers on essential oil yield in coriander.

F_1: Control (without fertilizer), F_2: Cow manure (10 t ha^{-1}), F_3: Cow manure (20 t ha^{-1}), F_4: Vermicomposting (5 t ha^{-1}), F_5: Vermicomposting (10 t ha^{-1}), F_6: Cow manure (5 t ha^{-1}) + Vermicomposting (5.2 t ha^{-1}), F_7: Cow manure (10 t ha^{-1}) + Vermicomposting (5 t ha^{-1}), F_8: Nitrogen (75 kg ha^{-1}). Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the p≤ 0.05 (LSD test).

ترکیبات اسانس: دستگاه GC/MS مورد استفاده ۹۲/۱۱– ۹۹/۸۴ درصد از اجزای اسانس را که شامل ۵۳ ترکیب بود تشخیص داد (جدول‌های ۴، ۵ و ۶). اسانس حاصل شامل لینالول، ژرانیل‌استات، آلفاپینن و گاماتریپینن به‌عنوان ترکیبات عمده می‌باشد. بهیان و همکاران (۲۰۰۹)، با بررسی اجزای اسانس بذر گشنیز نشان دادند که ترکیبات لینالول (۵۶/۲۱– ۴۸/۱۰ درصد)، ژرانیل‌استات (۱۴/۳۸– ۱۱/۱۰ درصد)،

آلفاپینن(۱۰/۹۴– ۹/۳۵ درصد) و گاماتریپینن (۷/۰۵– ۵/۶۰ درصد)، ترکیبات اصلی تشکیل دهنده اسانس گشنیز می‌باشند (۹).

محتوی لینالول: نتایج به‌دست آمده از تجزیهٔ واریانس آزمایش، نشان داد که تأثیر تیمار کودهای آلی و شیمیایی بر محتوی لینالول معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود (جدول ۳). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که بین تیمارهای کاربرد کودهای آلی تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود داشت، به‌گونه‌ای که درصد لینالول در تیمار کاربرد ۵ تن ورمی‌کمپوست (۶۲/۶۱ درصد) به‌ترتیب حدود ۱۳ و ۲۰ درصد بیشتر از تیمارهای کاربرد ۱۰ تن کود گاوی و کاربرد ۲۰ تن کود گاوی بود و با دیگر تیمارها مانند کود شیمیایی و شاهد تفاوت آماری نداشت (جدول ۴). در مورد افزایش محتوی لینالول، در اثر کاربرد مقدار مناسب ورمی‌کمپوست، می‌توان اظهار داشت که ورمی‌کمپوست در مقایسه با کود دامی ارزش کیفی بالاتری داشته، به‌گونه‌ای که غنی از عناصر غذایی پر و کم‌مصرف بوده و با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی که متناسب با مرحله رشدی گیاه است (۳۴)، سبب بهبود محتوی لینالول در گیاه شده و در نتیجه کیفیت اسانس این گیاه را بهبود بخشید. در همین زمینه در پژوهشی روی گیاه ریحان نشان داده شد که کاربرد ۵ تن ورمی‌کمپوست موجب بهبود کیفیت اسانس، یعنی لینالول و متیل‌کاویکول موجود در اسانس شد (۳). همچنین در دو پژوهش جداگانه روی رازیانه مشاهده شد که کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش درصد آنتول اسانس شد (۱۳ و ۳۴). نتایج مطالعات روی گیاهان دارویی ریحان، بادرشبی و انیسون نیز با نتیجه این پژوهش مطابقت دارد (۱۴، ۲۱ و ۳۲).

محتوی ژرانیل‌استات: تأثیر تیمارهای کودهای آلی و شیمیایی بر محتوی ژرانیل‌استات معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۳). بین تیمارهای کاربرد مقادیر مختلف کود گاوی و ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به‌گونه‌ای که محتوی ژرانیل‌استات در تیمار کاربرد همراه ۱۰ تن کود گاوی و ۵ تن ورمی‌کمپوست (۲۱/۹ درصد) در مقایسه با تیمار کاربرد کود شیمیایی و شاهد حدود ۵۴ درصد بیشتر بود و با سایر تیمارها نیز تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۴). در مورد افزایش محتوی ژرانیل‌استات در تیمار کاربرد همراه ۱۰ تن کود گاوی و ۵ تن ورمی‌کمپوست، می‌توان اظهار داشت که کاربرد تلفیقی دو کود آلی یاد شده با فراهم کردن شرایط مناسب برای آزادسازی و جذب مطلوب عناصر معدنی موجب بهبود رشد و افزایش کیفیت اسانس در دانه گیاه گشنیز شده است. در همین ارتباط در آزمایشی مزرعه‌ای روی گیاه رازیانه ملاحظه شد که کاربرد همراه دو کود آلی کمپوست و ورمی‌کمپوست سبب افزایش چشمگیر میزان آنتول در اسانس این گیاه دارویی شد (۳۴). در پژوهشی روی گیاه آویشن، نشان داده شد که کاربرد تلفیقی ۲۰ تن کود دامی و ۱۰ تن ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی‌دار کیفیت اسانس (درصد تیمول) شد (۶). در پژوهشی دیگر گزارش شد که کاربرد همراه ۹ تن کود دامی و کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن سبب افزایش قابل توجه درصد ژرانیول و نرال موجود در اسانس بادرشبی شد (۲۴). همچنین پادماپریا و چزیان (۲۰۰۹) و عثمان (۲۰۰۹) بیان نمودند که کاربرد تلفیقی کودهای آلی از طریق تاثیر بر جذب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف سبب بهبود کیفیت اسانس به دلیل افزایش چشمگیر ترکیب‌هایی مانند ژرانیول، ژرانیل‌استات به‌ترتیب در گیاهان زردچوبه (*Curcuma longa* L.) و رازیانه گردید (۳۷ و ۳۸).

جدول ٤: مقایسه میانگین‌های تأثیر کاربرد کودهای آلی مختلف بر ترکیبات اسانس گیاه گشنیز.

Table 2. Mean comparisons of different organic fertilizers on essential oil contents of coriander.

محتوی ایزوتوجول (درصد) Isothujol content (%)	محتوی وربنول (درصد) Z-Verbenol content (%)	محتوی آلفاترپینن (درصد) α -Terpinene content(%)	محتوی لیلاک الکل (درصد) Lilac alcohol content (%)	محتوی ز-اوسیمن (درصد) Z-Ocimene content (%)	محتوی ای-اوسیمن (درصد) E-Ocimene content (%)	محتوی لیمونن (درصد) Limonene content (%)	محتوی ام-سیمن (درصد) m-Cymene content (%)	محتوی سیکلو کتانول (درصد) Cyclooctanol content (%)	محتوی بتامیرسن (درصد) β-Myrcene content (%)	محتوی بتاپینن (درصد) B-Pinene content (%)	محتوی سابینن (درصد) Sabinene content (%)	محتوی ای-وربنول (درصد) E-Verbenol content (%)	محتوی کامفن (درصد) Camphene content (%)	محتوی گاماترپینن (درصد) γ-Terpinene content (%)	محتوی آلفاپینن (درصد) α-Pinene content (%)	محتوی ژرانیل استات (درصد) Geranyl acetate content (%)	محتوی لینالول (درصد) Linalool content (%)	تیمارهای کودی Fertilizer treatments
0.08^{a}	0.11^{a}	0.04^{a}	0.11^{a}	0.04^{a}	0.05^{a}	0.20^{a}	0.17^{a}	0.10^{a}	0.15^{a}	0.02^{a}	0.23^{a}	0.17^{a}	0.14^{a}	6.21^{abc}	9.31^{bc}	12.56^{c}	55.95^{ab}	F1
0.09^{a}	0.11^{a}	0.04^{a}	0.11^{a}	0.04^{a}	0.04^{a}	0.19^{a}	0.15^{a}	0.11^{a}	0.14^{a}	0.02^{a}	0.24^{a}	0.14^{a}	0.13^{a}	7.08^{a}	11.03^{ab}	15.64^{bc}	51.34^{bc}	F2
0.08^{a}	0.12^{a}	0.03^{a}	0.12^{a}	0.05^{a}	0.05^{a}	0.20^{a}	0.17^{a}	0.12^{a}	0.15^{a}	0.03^{a}	0.22^{a}	0.15^{a}	0.14^{a}	7.02^{a}	11.33^{a}	15.23^{bc}	47.72^{c}	F3
0.11^{a}	0.11^{a}	0.06^{a}	0.14^{a}	0.06^{a}	0.07^{a}	0.21^{a}	0.19^{a}	0.11^{a}	0.16^{a}	0.05^{a}	0.26^{a}	0.18^{a}	0.15^{a}	5.53^{bc}	8.32^{c}	15.11^{bc}	62.61^{a}	F4
0.11^{a}	0.14^{a}	0.07^{a}	0.14^{a}	0.07^{a}	0.08^{a}	0.23^{a}	0.17^{a}	0.14^{a}	0.17^{a}	0.07^{a}	0.25^{a}	0.21^{a}	0.16^{a}	7.12^{a}	11.45^{a}	16.41^{b}	55.57^{ab}	F5
0.12^{a}	0.12^{a}	0.05^{a}	0.12^{a}	0.08^{a}	0.07^{a}	0.22^{a}	0.10^{a}	0.12^{a}	0.15^{a}	0.04^{a}	0.24^{a}	0.20^{a}	0.14^{a}	5.66^{bc}	10.30^{abc}	17.52^{b}	56.32^{ab}	F6
0.09^{a}	0.13^{a}	0.04^{a}	0.13^{a}	0.06^{a}	0.06^{a}	0.24^{a}	0.19^{a}	0.15^{a}	0.13^{a}	0.03^{a}	0.26^{a}	0.19^{a}	0.15^{a}	4.42^{c}	8.43^{c}	21.91^{a}	55.63^{ab}	F7
0.10^{a}	0.12^{a}	0.05^{a}	0.13^{a}	0.05^{a}	0.05^{a}	0.23^{a}	0.15^{a}	0.11^{a}	0.14^{a}	0.02^{a}	0.22^{a}	0.19^{a}	0.12^{a}	6.46^{ab}	10.23^{abc}	12.87^{c}	54.15^{ab}	F8

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the $p \leq 0.05$ (LSD test).

F_1: شاهد (بدون کود)، F_2: کود گاوی (۱۰ تن در هکتار)، F_3: کود گاوی (۲۰ تن در هکتار)، F_4: ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)، F_5: ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، F_6: کود گاوی (۵ تن در هکتار) + ورمی‌کمپوست (۲/۵ تن در هکتار)، F_7: کود گاوی (۱۰ تن در هکتار) + ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)، F_8: نیتروژن (۷۵ کیلوگرم در هکتار).

F_1: Control (without fertilizer), F_2: Cow manure (10 t ha^{-1}), F_3: Cow manure (20 t ha^{-1}), F_4: Vermicomposting (5 t ha^{-1}), F_5: Vermicomposting (10 t ha^{-1}), F_6: Cow manure (5 t ha^{-1}) + Vermicomposting (5.2 t ha^{-1}), F_7: Cow manure (10 t ha^{-1}) + Vermicomposting (5 t ha^{-1}), F_8: Nitrogen (75 kg ha^{-1}).

جدول ۵: مقایسه میانگین‌های تأثیر کاربرد کودهای آلی مختلف بر ترکیبات اسانس گیاه گشنیز.

Table 2. Mean comparisons of different organic fertilizers on essential oil contents of coriander.

محتوی ز-میرتنیل استات (درصد) Z-myrtenyl acetate content (%)	محتوی سیترونیل استات (درصد) Citronellyl acetate content (%)	محتوی میرتنیل استات (درصد) Myrtenyl acetate content (%)	محتوی متیل ژرانات (درصد) Methyl geranate content (%)	محتوی آندکانال (درصد) Undecanal content (%)	محتوی کارویول (درصد) Carveol content (%)	محتوی اوژنول (درصد) Eugenol content (%)	محتوی ژرانیول (درصد) Geraniol content (%)	محتوی سیترال (درصد) Citral content (%)	محتوی سیترونلول (درصد) Citronellol (%)	محتوی ز-وربینون (درصد) Z-verbenone content (%)	محتوی دکانال (درصد) Decanal content (%)	محتوی ترپینیل استات (درصد) Terpinyl acetate content (%)	محتوی فورترپینئول (درصد) 4-Terpineol content (%)	محتوی برنئول (درصد) Borneol content (%)	محتوی سیترونلال (درصد) Citronellal content (%)	محتوی اومبلولون (درصد) Umbellulone content (%)	محتوی آلفاکامفولنال (درصد) α-Campholenal content (%)	تیمارهای کودی Fertilizer treatments
0.10^{a}	0.16^{a}	0.13^{a}	0.17^{a}	0.58^{a}	0.15^{a}	0.10^{a}	0.17^{a}	0.09^{a}	0.31^{a}	0.10^{a}	0.04^{a}	0.11^{a}	0.06^{a}	0.12^{a}	0.16^{a}	0.11^{a}	0.12^{a}	F1
0.11^{a}	0.14^{a}	0.14^{a}	0.17^{a}	0.55^{a}	0.14^{a}	0.10^{a}	0.17^{a}	0.09^{a}	0.32^{a}	0.11^{a}	0.04^{a}	0.14^{a}	0.04^{a}	0.14^{a}	0.14^{a}	0.11^{a}	0.14^{a}	F2
0.12^{a}	0.16^{a}	0.15^{a}	0.16^{a}	0.55^{a}	0.13^{a}	0.08^{a}	0.18^{a}	0.09^{a}	0.32^{a}	0.12^{a}	0.02^{a}	0.12^{a}	0.02^{a}	0.12^{a}	0.18^{a}	0.12^{a}	0.12^{a}	F3
0.14^{a}	0.19^{a}	0.18^{a}	0.19^{a}	0.60^{a}	0.16^{a}	0.11^{a}	0.21^{a}	0.11^{a}	0.34^{a}	0.13^{a}	0.06^{a}	0.11^{a}	0.08^{a}	0.15^{a}	0.19^{a}	0.13^{a}	0.14^{a}	F4
0.17^{a}	0.20^{a}	0.17^{a}	0.21^{a}	0.59^{a}	0.17^{a}	0.13^{a}	0.22^{a}	0.10^{a}	0.35^{a}	0.14^{a}	0.07^{a}	0.16^{a}	0.07^{a}	0.16^{a}	0.17^{a}	0.15^{a}	0.17^{a}	F5
0.15^{a}	0.19^{a}	0.15^{a}	0.20^{a}	0.56^{a}	0.14^{a}	0.12^{a}	0.22^{a}	0.09^{a}	0.36^{a}	0.14^{a}	0.03^{a}	0.16^{a}	0.09^{a}	0.17^{a}	0.17^{a}	0.13^{a}	0.15^{a}	F6
0.14^{a}	0.18^{a}	0.16^{a}	0.18^{a}	0.57^{a}	0.15^{a}	0.11^{a}	0.23^{a}	0.09^{a}	0.34^{a}	0.13^{a}	0.03^{a}	0.16^{a}	0.07^{a}	0.17^{a}	0.19^{a}	0.13^{a}	0.15^{a}	F7
0.12^{a}	0.17^{a}	0.15^{a}	0.16^{a}	0.55^{a}	0.13^{a}	0.09^{a}	0.18^{a}	0.07^{a}	0.30^{a}	0.10^{a}	0.05^{a}	0.12^{a}	0.05^{a}	0.11^{a}	0.15^{a}	0.12^{a}	0.12^{a}	F8

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the $p \leq 0.05$ (LSD test).

F_1: شاهد (بدون کود)، F_2: کود گاوی (۱۰ تن در هکتار)، F_3: کود گاوی (۲۰ تن در هکتار)، F_4: ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)، F_5: ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، F_6: کود گاوی (۵ تن در هکتار) + ورمی‌کمپوست (۲/۵ تن در هکتار)، F_7: کود گاوی (۱۰ تن در هکتار) + ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)، F_8: نیتروژن (۷۵ کیلوگرم در هکتار).

F_1: Control (without fertilizer), F_2: Cow manure (10 t ha^{-1}), F_3: Cow manure (20 t ha^{-1}), F_4: Vermicomposting (5 t ha^{-1}), F_5: Vermicomposting (10 t ha^{-1}), F_6: Cow manure (5 t ha^{-1}) + Vermicomposting (5.2 t ha^{-1}), F_7: Cow manure (10 t ha^{-1}) + Vermicomposting (5 t ha^{-1}), F_8: Nitrogen (75 kg ha^{-1}).

جدول ٦: مقایسه میانگین‌های تأثیر کاربرد کودهای آلی مختلف بر ترکیبات اسانس گیاه گشنیز.

Table 2. Mean comparisons of different organic fertilizers on essential oil contents of coriander.

محتوی ان-هگزا دکانویک اسید (درصد) n-Hexadecanoic acid content (%)	محتوی ۲-اکسابیسیکلو تریمتیل (درصد) 2-Oxabicyclo [2.2.2]0ctan-6-ol,1,2,3-trimethyl content(%)	محتوی آلفابیسابولول (درصد) α-Bisabolol content (%)	محتوی ۸-هگزادکنال-۱۴ متیل-ز (درصد) 8-Hexadecenal, 14-methyl-, (Z)content (%)	محتوی آرتومرون (درصد) Artumerone content (%)	محتوی ای-نرولیدول (درصد) E-Nerolidol content(%)	محتوی بتاسسکوفلاندرن (درصد) β-Sesquiphellandrene content (%)	محتوی بتابیسابولن (درصد) β-Bisabolene content (%)	محتوی آلفا فارنسن(درصد) α-Farnesene content (%)	محتوی آلفاسدرن (درصد) α-Cedrene content (%)	محتوی آلفاکوبین (درصد) α-Cubebene (%)	محتوی سورسومن (درصد) Curcumene content (%)	محتوی ۲-دودکنال (درصد) 2-Dodecenal content (%)	محتوی بتافارنسن (درصد) β-Farnesene content(%)	محتوی کاریوفیلن (درصد) Caryophyllene content (%)	محتوی دودکنال (درصد) Dodecenal content (%)	محتوی بتاالمن (درصد) β-Elemene content (%)	تیمارهای کودی Fertilizer treatments
0.08^{a}	0.02^{a}	0.15^{a}	0.22^{a}	0.04^{a}	0.13^{a}	0.76^{a}	0.80^{a}	0.12^{a}	0.17^{a}	0.13^{a}	0.58^{a}	0.18^{a}	0.07^{a}	0.13^{a}	0.15^{a}	0.06^{a}	F1
0.08^{a}	0.03^{a}	0.14^{a}	0.23^{a}	0.04^{a}	0.14^{a}	0.75^{a}	0.81^{a}	0.11^{a}	0.18^{a}	0.14^{a}	0.58^{a}	0.19^{a}	0.08^{a}	0.14^{a}	0.15^{a}	0.05^{a}	F2
0.09^{a}	0.03^{a}	0.14^{a}	0.22^{a}	0.05^{a}	0.15^{a}	0.76^{a}	0.82^{a}	0.12^{a}	0.17^{a}	0.13^{a}	0.57^{a}	0.18^{a}	0.08^{a}	0.13^{a}	0.16^{a}	0.05^{a}	F3
0.11^{a}	0.04^{a}	0.16^{a}	0.25^{a}	0.06^{a}	0.16^{a}	0.77^{a}	0.82^{a}	0.13^{a}	0.19^{a}	0.14^{a}	0.59^{a}	0.21^{a}	0.09^{a}	0.14^{a}	0.17^{a}	0.08^{a}	F4
0.12^{a}	0.07^{a}	0.17^{a}	0.25^{a}	0.07^{a}	0.17^{a}	0.77^{a}	0.86^{a}	0.14^{a}	0.20^{a}	0.15^{a}	0.61^{a}	0.21^{a}	0.10^{a}	0.17^{a}	0.18^{a}	0.07^{a}	F5
0.12^{a}	0.07^{a}	0.15^{a}	0.26^{a}	0.09^{a}	0.16^{a}	0.79^{a}	0.84^{a}	0.15^{a}	0.22^{a}	0.16^{a}	0.62^{a}	0.22^{a}	0.09^{a}	0.16^{a}	0.16^{a}	0.09^{a}	F6
0.10^{a}	0.05^{a}	0.15^{a}	0.24^{a}	0.06^{a}	0.16^{a}	0.78^{a}	0.84^{a}	0.13^{a}	0.21^{a}	0.16^{a}	0.59^{a}	0.23^{a}	0.10^{a}	0.14^{a}	0.15^{a}	0.08^{a}	F7
0.09^{a}	0.05^{a}	0.16^{a}	0.25^{a}	0.05^{a}	0.15^{a}	0.76^{a}	0.82^{a}	0.12^{a}	0.18^{a}	0.15^{a}	0.59^{a}	0.19^{a}	0.08^{a}	0.14^{a}	0.15^{a}	0.06^{a}	F8

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the p≤ 0.05 (LSD test).

F_1: شاهد (بدون کود)، F_2: کود گاوی (۱۰ تن در هکتار)، F_3: کود گاوی (۲۰ تن در هکتار)، F_4: ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)، F_5: ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، F_6: کود گاوی (۵ تن در هکتار) + ورمی‌کمپوست (۲/۵ تن در هکتار)، F_7: کود گاوی (۱۰ تن در هکتار) + ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)، F_8: نیتروژن (۷۵ کیلوگرم در هکتار).

F_1: Control (without fertilizer), F_2: Cow manure (10 t ha^{-1}), F_3: Cow manure (20 t ha^{-1}), F_4: Vermicomposting (5 t ha^{-1}), F_5: Vermicomposting (10 t ha^{-1}), F_6: Cow manure (5 t ha^{-1}) + Vermicomposting (5.2 t ha^{-1}), F_7: Cow manure (10 t ha^{-1}) + Vermicomposting (5 t ha^{-1}), F_8: Nitrogen (75 kg ha^{-1}).

محتوی آلفاپینن و گاماترپینن: تأثیر تیمار کودهای آلی و شیمیایی بر محتوی آلفاپینن و گاماترپینن معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) شد (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین تیمارها تفاوت قابل توجهی وجود دارد، به‌گونه‌ای که محتوی آلفاپینن در دو تیمار کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست (۱۱/۴۵ درصد) و کاربرد ۲۰ تن کود گاوی (۱۱/۳۳ درصد) در مقایسه با تیمارهای کاربرد ۵ تن ورمی‌کمپوست، کاربرد تلفیقی ۱۰ تن کود گاوی و ۵ تن ورمی‌کمپوست و شاهد به‌ترتیب در حدود ۲۶، ۳۷ و ۲۰ درصد بیشتر بود و با تیمار کاربرد کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). همچنین در مورد محتوی گاماترپینن، مقایسه میانگین تیمارها، تفاوت محسوسی را بین آن‌ها نشان داد، به‌گونه‌ای که محتوی گاماترپینن در تیمار کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست ۲۷ درصد بیشتر از تیمار کاربرد تلفیقی ۵ تن کود گاوی و ۲/۵ تن ورمی‌کمپوست، ۲۹ درصد بیشتر از تیمار کاربرد ۵ تن ورمی‌کمپوست و ۵۲ درصد بیشتر از تیمار کاربرد تلفیقی ۱۰ تن کود گاوی و ۵ تن ورمی‌کمپوست بود (جدول ۴). بهبود میزان آلفاپینن و گاماترپینن (از ترکیبات تعیین کننده کیفیت اسانس در گیاه دارویی گشنیز) در تیمار کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست، به‌دلیل بهبود فعالیت‌های میکروبی مفید در خاک و فراهم نمودن مطلوب عناصر پر مصرف و کم مصرف باعث بهبود تشکیل این ترکیبات در گیاه شد (۱۱). محققین گزارش نمودند ورمی‌کمپوست غنی از عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بوده و با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی که متناسب با مرحله رشدی گیاه می‌باشد باعث افزایش محتوی ترکیب‌هایی مانند آلفاپینن و گاماترپینن در گیاه گشنیز شد (۳۰).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که مدیریت تغذیه تلفیقی گیاه دارویی‌گشنیز اثرات قابل توجهی بر شاخص‌های کمی و کیفی این گیاه دارد. بر اساس نتایج این پژوهش، بالاترین عملکردهای دانه و اسانس گیاه گشنیز در تیمار کاربرد ۱۰ تن کود گاوی به‌دست آمد. اما بیشترین کیفیت اسانس در تیمارهای حاوی کاربرد ورمی‌کمپوست به‌دست آمد، به‌گونه‌ای که بیشترین محتوی لینالول و آلفاپینن در اسانس به‌ترتیب در تیمار کاربرد تلفیقی ۱۰ تن کود گاوی و ۵ تن ورمی‌کمپوست و تیمار کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست وجود داشت. از آنجا که تیمارهای کود آلی یاد شده برتری محسوسی از نظر عملکرد و کمیت و کیفیت اسانس نسبت به تیمار کود شیمیایی اوره داشتند، می‌توان انتظار داشت که در این شرایط و بدون کاربرد کود شیمیایی، شاهد دستیابی به عملکرد کمی و کیفی شایان پذیرشی در این گیاه دارویی در یک سامانه کشاورزی پایدار باشیم. این تیمارها بدون کوچکترین صدمات و مخاطرات محیطی و با حفظ پایداری و سلامت نظام کشاورزی می‌توانند نیازهای غذایی گیاه را تا حدود زیادی برطرف کنند و باعث استقرار بهتر ریزجانداران خاکزی برای تناوب‌های بعدی شوند.

منابع

1. Ahmadian, H., Ghanbari, A. and Ghalavi, M. 2006. Effect of animal manure on quantitative and qualitative yield and chemical composition of essential oil in cumin (*Cuminum cyminum*). J. Iran. Field. Crop Res. 4(2): 207-216. (In Persian)
2. Akbarinia, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F., Rezaee, M.B. and Sharifi Ashoorabadi, E. 2010. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixture of them on seed yield and main, compositions of essential oil of ajowan (*Trachyspermum copticum*). J. Iran. Field. Crop. Res., 13(4): 217-207. (In Persian)

3. Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A., and Khanuja, S.P.S. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. J. Plan. Grow. Reg. 18(3): 175-186.
4. Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D. and Lucht, C. 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. J. Agri. Res. 49(4): 297-306.
5. Araya, H.T., Soundy, P., Steyn, J.M., Teubes, C., Learmonth, R.A. and Mojela, N. 2006. Response of herbage yield, essential oil yield and composition of south African rose-scented geranium (*Pelargonium* sp.) to conventional and organic nitrogen. J. Essential. Oil Res. 18(3): 111-115.
6. Ateia, E.M., Osman, Y.A.H. and Meawad, A.E.A.H. 2009. Effect of organic fertilization on yield and active constituents of (*Thymus vulgaris* L.). under North Sinai conditions. J. Agri. Bio Sci. 5(4): 555-565.
7. Ayyobi, H., Olfati, J.A. and Peyvast, G.A. 2014. The effects of cow manure vermicompost and municipal solid waste compost on peppermint (*Mentha piperita* L.) in Torbat-e-Jam and Rasht regions of Iran. Int. J. Recycl. Org. Waste Agri. 3(4): 147-153.
8. Azzaz, N.A., Hassan, E.A. and Hamad, E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. Aust. Agri. Res. 3(2): 79-87.
9. Bhuiyan, I., Begum, J. and Sultana, M. 2009. Chemical composition of leaf and seed essential oil of *Coriandrum sativum* L. from Bangladesh. Flav. Frag. J. 20(4): 642–644.
10. Carrubba, A., La Torre, R. and Matranga, A. 2008. Cultivation trials of some aromatic and medicinal plants in a semi-arid Mediterranean environment. Aust. J. Exp. Agric. 45(4): 459-463.
11. Chatterjee, S.K. 2002. Cultivation of medicinal and aromatic plants in India, a commercial approach. Crop. Prod. 27(1): 75-85.
12. Chaves, F.C.M., Ming, L.C., Ehlert, P.A.D., Fernandes, D.M., Marques, M.O.M. and Meireles, M.A.A. 2010. Influence of organic fertilization on leave and essential oil production of *Ocimum gratissimum* L. Acta Hort. 28(1): 273-275.
13. Darzi, M.T., Ghalavand, A., Sephidkon, F. and Rejali, F. 2009. Effects of mycorrhiza, vermicompost and phosphatic biofertilizer application on quantity and quality of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iran. J. Medic. Aromatic Plant. Sci. 18(4): 96-113. (In Persian)
14. Darzi, M.T., Hadj Seyed Hadi, M.R. and Rejali, F. 2013. Effects of vermicompost and phosphatic biofertilizer application on quantity and quality of essential oil in anise. Iran. J. Medic. Aromatic Plant. Res. 33(3): 83-94. (In Persian)
15. Darzi, M.T., Haj Seyed Hadi, M.R. and Rejali, F. 2012a. Effects of the application of vermicompost and nitrogen fixing bacteria on quantity and quality of the essential oil in dill (*Anethum graveolens*). J. Medic. Aromatic Plant. Sci. 31(3): 93-110. (In Persian).
16. Darzi, M.T., Haj Seyed Hadi, M.R. and Rejali, F. 2012b. Effects of cattle manure and biofertilizer application on biological yield, seed yield and essential oil in coriander (*Coriandrum sativum*). J. Medic. Aromatic Plant. Sci. 12(1): 115-126. (In Persian)
17. Dierchesen, A. 1996. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected Crop. Coriander, New York: Lewis Publishers, USA. 82 pp.
18. Ebadi, M.T., Fallahi, J., Azizi, M. and Rezvani Moghaddam, P. 2007. The effects of application of organic fertilizer on growth parameters and yield of two breeding cultivars of chamomile. Abstract Proceedings of the 5th Congress of Agronomy and Plant Breeding. 21-27. (In Persian)
19. Fallahi, J., Koocheki, A. and Rezvani Moghaddam, P. 2008. The effect of organic fertilizers on quantity index and the amount of essential oil and chamazulene in chamomile. Water Soil Sci. 12(1): 39–50. (In Persian)

20.Fallahi, J., Koocheki, A. and Rezvani Moghaddam, P. 2009. Investigating the effects of organic fertilizers on quantity index and the amount of essential oil and chamazulene in chamomile (*Matricaria recutita*). Biol. Sci. 24(1): 65-78. (In Persian)
21.Geetha, A., Rao, P.V., Reddy, D.V. and Mohammad, S. 2009. Effect of organic and inorganic fertilizers on macro and micro nutrient uptake, oil content, quality and herbage yield in sweet basil (*Ocimum basilicum*). Res. on Crop. 10(3): 740-742.
22.Ghahraman, A. 1993. Colored Flora of Iran. Research Institute of medicinal Plants (RIFR), Iran. (In Persian)
23.Gholami Sharafkhane, E., Jahan, M., Banayan Avval, M., Koocheki, A. and Rezvani Moghaddam, P. 2015. The effect of organic, biological and chemical fertilizers on yield, essential oil percentage and some agroecological characteristics of summer savory (*Satureja hortensis* L.) under Mashhad conditions. Agric. Sci. Technol. J. 19(1): 111-118. (In Persian)
24.Harshavardhan, P.G., Vasundhara, M., Shetty, G.R., Nataraja, A., Sreeramu, B.S., Gowda, M.C. and Sreenivasappa, K.N. 2007. Influence of spacing and integrated nutrient management on yield and quality of essential oil in lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Crop Sci. 18(4): 83-94. (In Persian)
25.Hasanpour, A., Zakerin, R., Khorrami, A., Asadi, S. and Karagar, M. 2011. Effect of organic and chemical fertilizers on yield, yield components and seed quality of coriander under drought stress conditions. Iranian J. Field Crop. Sci. 2(4): 21-28. (In Persian)
26.Jha, P., Ram, M., Khan, M.A., Kiran, U., Uzzafar, M. and Abdinb, M.Z. 2011. Impact of organic manure and chemical fertilizers on artemisinin content and yield in *Artemisia annua* L. Ind. Crop Prod. 33(2): 396-301.
27.Kaplan, M., Kocabas, I., Sonmez, I. and Kalkan, H. 2009. The effects of different organic manure applications on the dry weight and the essential oil quantity of sage (*Salvia fruticosa* Mill.). J. Biol. Sci. 16(1): 29-36.
28.Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in (*Foeniculum vulgare* Mill) on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. J. Bio Tech. 93(3): 307-311.
29.Khalid, K.A. and Shafei, A.M. 2005. Productivity of dill (*Anethum graveolens* L.) as influenced by different organic manure rates and sources. J. Plant Nutr. Soil Sci. 74(4): 154-162.
30.Khosravi, M. and Rahimian Mashhadi, H. 2005. Effects of different manure and vermicompost rates on yield and essential oil contents of coriander (*Coriandrum sativum*). Agric. Sci. Technol. 19(2):111-118. (In Persian)
31.Liebman, A. 2002. Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming system. J. Weed Res. 40(1): 27-47.
32.Mafakheri, S., Omidbaigi, R., Sefidkon, F. and Rejali, F. 2012. Effect of vermicompost, biophosphate and azotobacter on quantity and quality of essential oil of (*Dracocephalum moldavica* L). Iran. J. Medic. Aromatic Plant. Res. 27(2): 596-605. (In Persian)
33.Makkizadeh, M., Nasrollahzadeh, S., Zehtab Salmasi, S., Chaichi, M. and Khavazi, K. 2011. The Effect of organic, biologic and chemical fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). J. Agri. Sci. Sus. 22(4); 1-12. (In Persian)
34.Moradi, R., Nasiri Mahallati, M., Rezvani Moghaddam, P., Lakzian, A. and Nejad Ali, A. 2011. The effect of application of organic and biological fertilizers on quantity and quality of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare*). J. Hort. Sci. 25(1): 25-33. (In Persian)
35. Naghavi Maremati, A., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H. and Salak Gilani, S. 2007. Effect of different rate and type of organic and chemical fertilizers on yield and yield components of different rice cultivars. 10th Iranian Conference of Soil Science, Tehran, Iran. Pp: 766-767.
36.Neffati, M., Sriti, J., Hamdaoui, G., Kchouk, M.E. and Marzouk, B. 2011. Salinity impact on fruit yield, essential oil composition and antioxidant activities. Food Chem. 124(4): 221-225.

37.Osman, Y.A.H. 2009. Comparative study of some agricultural treatments effects on plant growth, yield and chemical constituents of some fennel varieties under Sinai conditions. J. Agri Bio Sci. 5(4): 541-554.
38.Padmapriya, S. and Chezhiyan, N. 2009. Effect of shade, organic, inorganic and biofertilizers on morphology, yield and quality of turmeric. Ind. J. Hort. Sci. 66(3): 333-339.
39.Rahbarian, P., Afsharmanesh, G.R. and Shirzadi, M.H. 2010. Effects of low irrigation and cattle manure on dry herb yield and essential oil of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) in Jiroft. J. Agri. Sci. 3(11): 55-64. (In Persian)
40. Ramadan, M.F. and Morsel, J.T. 2003. Analysis of glycolipids from black cumin (*Nigella sativa* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.) and niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) oil seeds. Exp. Agric. 91(5): 4-11.
41. Sadighi, H. and Alizadeh, K. 2009. Effect of biological nitrogen fertilizer (Azotobacter) and nitrogen fertilizer on yield, yield components and essential oil of coriander (*Coriandrum sativum*). J. Agri. Sci. 34(4): 924-913. (In Persian)
42.Safaei, L., Sharifi Ashoorabadi, E., Afiuni, D., Davazdah Emami, S. and Shoaii, A. 2014. The effect of different nutrition systems on aerial parts and essential oil yield of (*Thymus daenensis* Celak). Res. Agri. 30(5): 157-168. (In Persian)
43.Scheffer, M.C., Ronzelli Junior, P. and Koehler, H.S. 2007. Influence of organic fertilization on the biomass, yield and yield composition of the essential oil of (*Achillea millefolium* L.). Acta Hort. (ISHS) 33(1): 109-114.
44.Sefid kon, F. 1998. Study of shoots and fruit essential oil of coriander. J. Plant. 6(2): 191-194.
45. Sefidkon, F. 2001. Evaluation of qualitative and quantitative essential oil fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in different stages of growth. J. Agri. Technol., 8(2): 223-234.
46.Sharma, A.K. 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture. J. Exp. Bota. 57: 1795-1807.
47.Singh, M. and Ramesh, S. 2002. Response of sweet basil (*Ocimum basilicum*) to organic and inorganic fertilizer in semi-arid tropical conditions. J. Plant Nut. Soil Sci. 74(6): 154-162.
48.Singh, M., Singh, A., Singh, S., Tripathi, R.S., Singh, A.K. and Patra, D.D. 2010. Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) as a green manure to improve the productivity of a menthol mint (*Mentha arvensis* L.) intercropping system. Ind. Crop Prod. 31(2): 289–293.
49.Tindal, D.L., Dufault, R.J., David Gangemi, J., Rushing, J. and Boyleston, L.J. 2013. Production and development of Nutraceuticals as alternative crops: implications for certification and branding: Part I. (Final Report Submitted to USDA-AMS, FSMIP), 25 November.
50.Volatil, O. 2000. Coriander (*Coriandrum sativum*). J. Sci. Food Agri. 51(2) 167-172.
51.Yassen, A.A. and Khalid, K.A. 2009. Influence of organic fertilizers on the yield, essential oil and mineral content of onion. J. Agro physics. 23(2): 183-188.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.