



Effects of Integrated Management of Organic and Bio-Fertilizers Application on Quantity and Quality of Essential Oil in coriander (*Coriandrum sativum* L.)

Hamed Ghasemi Tabasi¹, Mohammad Taghi Darzi^{2*}, Mohammadreza Haj Seyed Hadi²

Received: 09 January 2022 Accepted: 28 July 2022

1-Student of Agronomy (Ph.D), Dept. of Agronomy, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran.

2-Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran.

*Corresponding Author Email: darzi@riau.ac.ir

Abstract

Objectives: This study was performed to evaluate the effects of organic and bio-fertilizers application on quantity of and quality essential oil of coriander.

Materials and Methods: The experiment was conducted as randomized complete blocks design with twelve treatments and three replications in Tehran Iran in 2019. The treatments were 1- vermicompost (10 t.ha⁻¹), 2- nitroxin, 3- bio-superphosphate, 4- biosulfur, 5- vermicompost + nitroxin, 6- vermicompost + bio-superphosphate, 7- vermicompost + biosulfur, 8- nitroxin + bio-superphosphate, 9- nitroxin + biosulfur, 10- bio-superphosphate + biosulfur, 11- chemical fertilizer and 12- control (without fertilizer).

Results: The results showed that treatments had significant effects on studied traits, as the highest herb dry yield (3833.3 kg.ha⁻¹) in integrated treatment of 10 t.ha⁻¹ vermicompost and nitroxin, the highest seed yield (1297.5 kg.ha⁻¹) and linalool content in essential oil (89.53%) in integrated treatment of nitroxin and bio-superphosphate and the highest essential oil content (0.32%) and essential oil yield (2.89 kg.ha⁻¹) in treatment of nitroxin were obtained. Also, the highest gamma terpinene content in essential oil (5.29%) in treatment of bio-superphosphate and the highest geranyl acetate content (8.69%) and dodecenal content (4.94%) in essential oil in treatment of chemical fertilizer were obtained.

Conclusion: In general, results of this study showed, bio and organic fertilizers application had a considerable role in increasing of yield and quantity and quality essential oil of coriander.

Keywords: Bio-superphosphate, Biosulfur, Linalool, Nitroxin, Vermicompost.



تأثیر مدیریت تلفیقی کودهای آلی و زیستی بر کمیت و کیفیت اسانس گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

حامد قاسمی طبسی^۱، محمدتقی درزی^{۲*}، محمدرضا حاج سیدهای^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۶

۱- دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران

۲- دانشیار، گروه زراعت، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران

۳- دانشیار، گروه زراعت، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: darzi@riau.ac.ir

چکیده

اهداف: این تحقیق به منظور بررسی اثر مصرف کودهای آلی و زیستی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی گشنیز انجام گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دوازده تیمار و سه تکرار در شهرستان تهران در سال ۱۳۹۸ اجرا شد. تیمارها شامل ۱- ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، ۲- نیتروکسین، ۳- بیوسوپرفسفات، ۴- بیوسولفور، ۵- ورمی‌کمپوست + نیتروکسین، ۶- ورمی‌کمپوست + بیوسوپرفسفات، ۷- ورمی‌کمپوست + بیوسولفور، ۸- نیتروکسین + بیوسوپرفسفات، ۹- نیتروکسین + بیوسولفور، ۱۰- بیوسوپرفسفات + بیوسولفور، ۱۱- کود شیمیایی و ۱۲- شاهد (عدم مصرف کود) بودند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تیمارها تأثیر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه داشتند به طوری که بیشترین عملکرد خشک پیکره رویشی (۳۸۳۳/۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار تلفیقی ۱۰ تن ورمی‌کمپوست و نیتروکسین، بیشترین عملکرد دانه (۱۲۹۷/۵ کیلوگرم در هکتار) و میزان لینالول در اسانس (۸۹/۵۳ درصد) در تیمار تلفیقی نیتروکسین و بیوسوپرفسفات و بیشترین میزان اسانس در دانه (۰/۳۲ درصد) و عملکرد اسانس (۲/۸۹ کیلوگرم در هکتار) در تیمار نیتروکسین حاصل گردید. همچنین بیشترین میزان گاماترپین در اسانس (۵/۲۹ درصد) در تیمار بیوسوپرفسفات و بیشترین میزان ژرانیل استات (۸/۶۹ درصد) و میزان دودسنال در اسانس (۴/۹۴ درصد) در تیمار کود شیمیایی بدست آمد.

نتیجه‌گیری: به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد کودهای آلی و زیستی، نقش بارزی در افزایش عملکرد و کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی گشنیز داشتند.

واژه‌های کلیدی: بیوسوپرفسفات، بیوسولفور، لینالول، نیتروکسین، ورمی‌کمپوست

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش و ورمی کمپوست

پتاسیم	فسفر	نیترژن کل	ماده آلی	هدایت الکتریکی	pH	بافت	
Mg.kg ⁻¹		%		dS.m ⁻¹			
۳۰۰/۳	۲۲/۱	۰/۱۴	۱/۴	۱/۱۰	۸/۲۴	لوم رسی شنی	خاک
۲۷۰۰	۴۸۰۰	۰/۹۳	۱۸/۹۷	۳/۴۶	۷/۲۲	-	ورمی کمپوست

از کود آلی (پیمنتل ۱۹۹۳)، میزان مصرف ورمی-کمپوست، ده تن در هکتار در نظر گرفته شد. برای تیمار کود شیمیایی، با توجه به آزمون خاک و نیاز گیاه، از کودهای اوره و سوپر فسفات تریپل استفاده شد. بذور گشنیز مورد استفاده در این تحقیق نیز، که یک اکوتیپ بوده از شرکت کشاورزی گیاه گستر اصفهان فراهم گردید.

به منظور اجرای آزمایش، اندازه هر کرت به ابعاد ۲/۱ × ۳ متر حاوی ۶ ردیف کاشت با فاصله بین ردیف ۲۵ سانتی متر و روی ردیف ۱۰ سانتی متر لحاظ گردید. فاصله بین کرت ها ۷۰ سانتی متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شدند. کاشت گشنیز و اعمال تیمارهای آزمایشی در بهار انجام گرفت. ده روز قبل از کاشت، جهت اعمال تیمارهای ورمی کمپوست (جدول ۱)، ابتدا در کرت های مورد نظر، مقدار ورمی کمپوست برآورد شده، ریخته شد و با شنکش به خوبی با خاک مخلوط گردید سپس جوی و پشته، ایجاد گردید. کاشت گشنیز در ۲۰ اردیبهشت انجام شد. به همین منظور در کرت های حاوی تیمار محلول های نیتروکسین و بیوسوپرفسفات، بذور مورد نیاز به مدت ۱۰ دقیقه با آنها تلقیح شدند و سپس در سایه و در معرض هوا خشک گردیده و در عمق ۲ سانتی متری خاک کشت شدند. در ضمن کرت های مذکور در مرحله ساقه دهی گشنیز هم توسط نیتروکسین و بیوسوپرفسفات محلول پاشی شدند. هم چنین در کرت های حاوی کود زیستی بیوسولفور، به مقدار لازم پودر بیوسولفور به همراه گوگرد آلی بنتونیت دار، در زیر بذرها در هنگام کشت قرار داده شد. در کرت حاوی تیمار کود شیمیایی نیز تمام فسفر و نیمی از نیتروژن مورد نیاز در هنگام

پژوهش بر اساس طرح بلوک های کامل تصادفی با دوازده تیمار و سه تکرار انجام گرفت. تیمارها شامل ۱- ورمی کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، ۲- نیتروکسین، ۳- بیوسوپرفسفات، ۴- بیوسولفور، ۵- ورمی کمپوست + نیتروکسین، ۶- ورمی کمپوست + بیوسوپرفسفات، ۷- ورمی کمپوست + بیوسولفور، ۸- نیتروکسین + بیوسوپرفسفات، ۹- نیتروکسین + بیوسولفور، ۱۰- بیوسوپرفسفات + بیوسولفور، ۱۱- کود شیمیایی (۸۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب نیتروژن از و فسفر) و ۱۲- شاهد (بدون مصرف کود) بودند. کودهای زیستی مورد استفاده همراه با توصیه مقدار مصرف، از شرکت زیست فناوری مهر آسیا تهیه گردید، به طوری که نیتروکسین (دو لیتر در هکتار)، محلولی حاوی باکتری های تثبیت کننده نیتروژن به نام های *Azotobacter chroococcum* و *Azospirillum lipoferum* بودند که در هر میلی لیتر از آنها در حدود ۱۰^۸ باکتری فعال وجود داشت. محلول بیوسوپرفسفات (دو لیتر در هکتار) هم حاوی باکتری های حل کننده فسفات (*Bacillus sp*) بودند که در هر میلی لیتر از آنها در حدود ۱۰^۸ باکتری فعال وجود داشت. کود زیستی بیوسولفور (پنج کیلوگرم در هکتار) که حاوی باکتری *Thiobacillus sp* بود (در هر گرم از آنها در حدود ۱۰^۹ باکتری فعال وجود داشت) همراه با گوگرد آلی بنتونیت دار (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) مصرف شد. هم چنین برای تعیین مقدار ورمی کمپوست مصرفی، عنصر نیتروژن به عنوان معیار انتخاب شد. لذا با توجه به مقدار نیتروژن مورد نیاز گیاه گشنیز و مقدار نیتروژن موجود در خاک و منبع ورمی کمپوست و با احتساب آزادسازی ۵۰ درصد نیتروژن کل در سال اول

ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس با استفاده از زمان بازداری ترکیب‌ها، اندیس بازداری طیف جرمی و مقایسه این پارامترها با ترکیب‌های استاندارد یا اطلاعات موجود در کتابخانه شناسایی شدند (آدامز ۲۰۰۱).

جهت تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ استفاده گردید و مقایسه میانگین تیمارها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد، انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد خشک پیکره رویشی

اثر تیمارهای مختلف جداگانه و تلفیقی بر عملکرد خشک پیکره رویشی در هکتار معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نیز، اختلاف قابل ملاحظه‌ای را بین آن‌ها نشان داد، به نحوی که بیشترین عملکرد پیکره رویشی در تیمار مصرف تلفیقی ۱۰ تن ورمی‌کمپوست و نیتروکسین (۳/۳۸۳۳ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد که در مقایسه با سایر تیمارهای مورد بررسی از جمله کود شیمیایی (۷/۲۴۹۱ کیلوگرم در هکتار)، برتری محسوسی داشت (جدول ۳). هم‌چنین عملکرد پیکره رویشی در تیمار تلفیقی نیتروکسین و بیوسوپرفسفات (۲۵/۳ کیلوگرم در هکتار) در جایگاه دوم قرار داشت و نسبت به بقیه تیمارها برتری محسوسی داشت و با تیمار ورمی‌کمپوست (۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار)، تفاوت معنی‌داری نداشت. به نظر می‌رسد که این افزایش عملکرد پیکره رویشی در دو تیمار تلفیقی (تیمار ورمی-کمپوست و نیتروکسین و تیمار نیتروکسین و بیوسوپرفسفات) نسبت به سایر تیمارها، به تأثیر مثبت و افزایشی کاربرد تلفیقی کودهای آلی و زیستی نامبرده بر بهبود جذب عناصر غذایی از خاک و متعاقب آن افزایش خصوصیات عملکردی نظیر تعداد چتر و وزن خشک بوته مربوط باشد. در همین رابطه و در همسویی با پژوهش حاضر، در آزمایشی روی گشنیز مشاهده شد که مصرف تلفیقی کودهای آلی و زیستی نظیر ورمی‌کمپوست و میکوریزا، باعث افزایش عملکرد خشک پیکره رویشی در مقایسه با شاهد گردید (اقحوانی

کاشت و نیم دیگر در مرحله ساقه دهی مصرف شدند. عملیات آبیاری که به صورت جوی و پشت‌های بود، در ابتدا هر ۲ روز یکبار و پس از مستقرشدن بوته‌ها با توجه به شرایط اقلیمی منطقه در حدود هر ۵ روز یکبار انجام گردید. عملیات مبارزه با علف‌های هرز مزرعه در شش نوبت به روش مکانیکی و با دست صورت گرفت. آفت و بیماری خاصی نیز در طول دوره رشد مشاهده نگردید.

در این تحقیق صفات عملکرد خشک پیکره رویشی، عملکرد دانه، میزان اسانس، عملکرد اسانس و ترکیبات آن شامل درصد لینالول، ژرانیل استات، گاماترپینن و دودسنال در اسانس مورد بررسی قرار گرفتند. برای تعیین عملکرد خشک پیکره رویشی، از خطوط میانی هر کرت معادل یک مترمربع، بوته در مرحله ۵ درصد گلدهی به روش دستی برداشت گردید و بعد در هوای آزاد و در سایه خشک و توزین شدند و در پایان عملکرد خشک پیکره رویشی در واحد سطح محاسبه گردید. جهت تعیین عملکرد دانه، از یک مترمربع، بوته در هر کرت آزمایشی در مرحله رسیدگی بذر و با در نظر گرفتن اثر حاشیه، استفاده شد. به منظور تعیین میزان اسانس، از هر کرت آزمایشی یک نمونه ۵۰ گرمی بذر، تهیه کرده که بعد از آسیاب نمودن به مدت ۴ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب به وسیله دستگاه کلونجر (Clevenger)، اسانس گیری گردید (سفیدکن ۲۰۰۱، کاپور و همکاران ۲۰۰۴). درصد اسانس نیز پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات-سدیم خشک، محاسبه گردید. عملکرد اسانس نیز به کمک حاصلضرب عملکرد دانه و درصد اسانس به دست آمد. جهت شناسایی اجزای تشکیل‌دهنده اسانس و تعیین درصد ترکیبات عمده موجود در آن (شامل لینالول، ژرانیل استات^۱، گاماترپینن^۲ و دودسنال^۳) به ترتیب از دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی با طیف‌سنج جرمی (GC/Mass) و کروماتوگرافی گازی (GC) مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور استفاده گردید.

- 1- Geranyl acetate
- 2- Gamma terpinene
- 3- Dodecenal

تیمار تلفیقی نیتروکسین و بیوسوپرفسفات بدست آمد که با تیمار کود شیمیایی تفاوت معنی داری نداشت (درزی و حاج سیدهای ۲۰۱۶).

شجری و همکاران (۲۰۱۴). در تحقیق دیگری که درباره اثر کودهای آلی و زیستی روی بادرشبی بود، نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد خشک سرشاخه گلدار در تیمار تلفیقی ورمی کمپوست و کود دامی و بعد از آن در

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر صفات مورد مطالعه در گشنیز

دودسنال	میانگین مربعات (MS)							درجه آزادی (df)	منابع تغییر
	گاما ترپین	ژرانیل استات	لینالول	عملکرد اسانس	میزان اسانس	عملکرد دانه	عملکرد خشک پیکره رویشی		
۰/۰۹۱ ^{ns}	۰/۱۱۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۱۴/۷۷ ^{ns}	۰/۰۶۹ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱۰۸۳۶/۶ ^{ns}	۹۹۵۳۶/۱ ^{ns}	۲	تکرار
۳/۹۸۵ ^{**}	۶/۹۷۶ ^{**}	۷/۷۸۰ ^{**}	۴۷/۳۶ [*]	۱/۳۳۷ ^{**}	۰/۰۱۵ ^{**}	۱۰۷۴۰۹/۷ ^{**}	۱۰۳۰۵۸۷/۰ ^{**}	۱۱	تیمار
۰/۱۶۰	۶/۱۱۶	۰/۶۱۴	۱۹/۵۰	۰/۱۳۹	۰/۰۰۱	۱۰۵۹۹/۳	۵۳۱۳۷/۶	۲۲	خطای آزمایش
۱۸/۱	۲۰/۸	۱۴/۲	۵/۲	۲۰/۸	۲۰/۷	۱۰/۰	۹/۳	-	C.V.

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر مقادیر مختلف کودهای آلی و زیستی بر صفات مورد مطالعه در گشنیز

صفات								تیمارها
درصد دودسنال در اسانس	درصد گاما ترپین در اسانس	درصد ژرانیل استات در اسانس	درصد لینالول در اسانس	عملکرد اسانس (kg.ha ⁻¹)	میزان اسانس (%)	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	عملکرد خشک پیکره رویشی (kg.ha ⁻¹)	
۲/۱۷ cd	۱/۰۲ g	۳/۷۶ fg	۸۰/۰۳ b	۱/۴۶ cde	۰/۱۶۲ cdef	۹۰۷/۵ c	۳۰۰۰/۰ b	۱۰ تن ورمی کمپوست
۲/۷۸ bc	۳/۱۳ c	۵/۱۴ def	۸۵/۰۶ ab	۲/۸۹ a	۰/۳۲۰ a	۹۰۵/۰ c	۱۹۴۱/۷ ef	نیتروکسین
۱/۶۰ de	۵/۲۹ a	۵/۷۳ cd	۷۹/۰۴ b	۲/۴۶ ab	۰/۲۵۰ b	۹۹۰/۰ bc	۲۰۹۱/۷ def	بیوسوپرفسفات
۲/۰۵ cd	۱/۲۷ fg	۵/۵۰ cd	۸۹/۲۵ a	۱/۳۸ cde	۰/۱۱۵ efg	۱۲۰۸/۳ a	۲۰۹۱/۷ def	بیوسولفور
۲/۲۳ cd	۲/۱۱ def	۴/۵۵ defg	۸۶/۱۳ ab	۲/۸۲ a	۰/۲۵۰ b	۱۱۲۸/۰ ab	۳۸۳۳/۳ a	۱۰ تن ورمی کمپوست + نیتروکسین
۰/۵۹ f	۱/۵۸ efg	۶/۷۴ bc	۸۹/۰۵ a	۲/۰۳ bc	۰/۲۲۷ bc	۸۹۹/۱ c	۲۲۷۵/۰ cde	۱۰ تن ورمی کمپوست + بیوسوپرفسفات
۲/۳۶ b	۱/۱۷ fg	۸/۰۳ ab	۸۵/۶۴ ab	۰/۸۰ e	۰/۰۸۳ g	۹۸۰/۰ bc	۲۲۱۶/۷ de	۱۰ تن ورمی کمپوست + بیوسولفور
۲/۲۰ cd	۲/۴۰ cde	۵/۲۵ de	۸۹/۵۳ a	۱/۷۷ cd	۰/۱۳۷ defg	۱۲۹۷/۵ a	۳۰۲۵/۰ b	نیتروکسین + بیوسوپرفسفات
۲/۲۸ cd	۲/۹۰ cd	۵/۰۶ defg	۸۶/۷۳ ab	۱/۲۶ de	۰/۱۰۰ fg	۱۲۵۸/۳ a	۲۶۶۶/۷ bc	نیتروکسین + بیوسولفور
۱/۱۰ ef	۴/۶۴ ab	۳/۸۸ efg	۸۱/۰۵ ab	۱/۲۹ de	۰/۱۳۹ defg	۹۳۲/۵ c	۲۲۴۱/۷ de	بیوسوپرفسفات + بیوسولفور
۴/۹۴ a	۰/۶۲ g	۸/۶۹ a	۷۹/۱۹ b	۲/۰۷ bc	۰/۱۷۴ cde	۱۱۹۱/۶ a	۲۴۹۱/۷ cd	کود شیمیایی
۱/۰۹ ef	۴/۱۴ b	۳/۶۵ g	۸۲/۰۴ ab	۱/۲۸ de	۰/۱۹۷ bcd	۶۵۴/۱ d	۱۷۱۳/۳ f	شاهد (بدون مصرف کود)

حروف لاتین متفاوت در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

عملکرد دانه

تأثیر تیمارهای مختلف جداگانه و تلفیقی ارگانیک و کود شیمیایی بر عملکرد دانه در هکتار معنی‌دار شد (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین تیمارها، اختلاف قابل توجهی را بین آن‌ها نشان داد، به نحوی که بیشترین عملکرد دانه در تیمار مصرف تلفیقی نیتروکسین و بیوسوپرفسفات (۱۲۹۷/۵ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد که در مقایسه با بیشتر تیمارهای مورد بررسی، برتری محسوسی داشت و با تیمارهای مصرف تلفیقی نیتروکسین و بیوسولفور (۱۲۵۸/۳ کیلوگرم در هکتار)، مصرف بیوسولفور (۱۲۰۸/۳ کیلوگرم در هکتار)، کاربرد تلفیقی ورمی‌کمپوست و نیتروکسین (۱۱۲۸/۰ کیلوگرم در هکتار) و کود شیمیایی (۱۱۹۱/۶ کیلوگرم در هکتار) در یک سطح قرار داشت و اختلاف معنی‌داری با آنها نداشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه در برخی تیمارهای کود زیستی (نظیر بیوسولفور) و به ویژه تیمار مصرف تلفیقی نیتروکسین و بیوسوپرفسفات، به تأثیر مثبت و بارز باکتری‌های موجود در این کودهای زیستی، بر جذب مطلوب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و متعاقب آن بهبود رشد و ویژگی‌های عملکردی نظیر تعداد چتر در بوته، مربوط باشد. در همین رابطه و در مطابقت با تحقیق حاضر، در پژوهشی روی رازیانه مشاهده شد که مصرف تلفیقی کودهای زیستی نیتروکسین و بیوسوپرفسفات، باعث افزایش عملکرد دانه در مقایسه با شاهد گردید (موقتیان و همکاران ۲۰۱۵). در تحقیق دیگری که درباره اثر کودهای زیستی روی رازیانه بود، نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار کود زیستی بیوسفور و بعد از آن در تیمار کود زیستی نیتروکسین بدست آمد (گرگینی شبانکاره و همکاران ۲۰۱۷). آنان اظهار داشتند کاربرد کود زیستی، با توجه به در دسترس قرار گرفتن حجم باکتری بیشتر توسط گیاه، با تأثیر بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو از زمان اعمال تا عملکرد نهایی، توانست از طریق هم‌افزایی برای عوامل تقویت‌کننده رشد و اثر آنتاگونیسمی بر عوامل کاهنده، موجب افزایش رشد و عملکرد بهتر شود. در دو آزمایش زراعی دیگر روی گیاه زیره سبز،

مشاهده شد که در یکی کاربرد باکتری‌های /زتوباکتر و سودوموناس و در دیگری مصرف کودهای زیستی نیتروکسین و بیوسفور باعث افزایش عملکرد دانه شد (سعیدنژاد و رضوانی مقدم ۲۰۱۰، کریم‌زاده اصل و باغبانی آرانی ۲۰۱۹). پژوهش کامیستانی و همکاران (۲۰۱۵) روی گیاه انیسون (*Pimpinella anisum L.*) نیز مؤید آن بود که مصرف کود زیستی بیوسولفور موجب افزایش عملکرد دانه در مقایسه با سایر تیمارهای منفرد و تلفیقی کودهای آلی و زیستی نظیر تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست شد. آنها دریافتند که وجود باکتری *تیوباسیلوس* به عنوان کود زیستی با تولید اسید سولفوریک و کاهش اسیدیته در خاک‌های قلیایی، می‌تواند در افزایش حلالیت عناصر پرمصرف و کم‌مصرفی مانند فسفر، آهن، منگنز و روی و در نتیجه افزایش جذب آنها توسط گیاه در این خاک‌ها موثر باشد و از طریق افزایش مقاومت گیاهان به عوامل بیماری‌زا و خشکی می‌تواند باعث بهبود عملکرد انیسون شود. در تحقیق حاضر، غالب تیمارهای منفرد و تلفیقی حاوی ورمی‌کمپوست، عملکرد دانه قابل‌انتظار را نداشتند که به نظر می‌رسد، وضعیت مناسب ماده آلی خاک مورد آزمایش، موجب کم‌اثر شدن تأثیر ورمی‌کمپوست شده باشد. در مقابل، با توجه به تأثیر مثبت تغذیه‌ای احتمالی ماده آلی خاک بر فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، بیشتر تیمارهای منفرد و ترکیبی کودهای زیستی از این حیث (عملکرد دانه)، کارآمدتر عمل کردند.

میزان اسانس

تأثیر تیمارهای مختلف مورد بررسی بر میزان اسانس در دانه معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها هم، اختلاف قابل توجهی را بین آن‌ها نشان داد، به نحوی که میزان اسانس در تیمار کاربرد منفرد نیتروکسین (۰/۳۲۰ درصد) اختلاف معنی‌دار و بارزی با تمام تیمارهای مورد ارزیابی داشت و بعد از آن، بیشترین میزان اسانس در دو تیمار مصرف تلفیقی ورمی‌کمپوست و نیتروکسین (۰/۲۵۰ درصد) و کاربرد بیوسوپرفسفات (۰/۲۵۰ درصد) بدست آمد (جدول ۳).

مصرف منفرد و تلفیقی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (*ازتوباکتر* و *آزوسپیریوم*) و حل کننده فسفات (*سودوموناس*) موجب افزایش اسانس زیره سبز در مقایسه با شاهد (بدون مصرف) گردید که همسو با نتیجه آزمایش حاضر می‌باشد (سعیدنژاد و رضوانی مقدم ۲۰۱۰). همچنین پژوهش روی گیاه رازیانه نیز آشکار کرد که مصرف توأم کود زیستی باکتریایی (*ازتوباکتر* و *سودوموناس*) و قارچ میکوریزا در مقایسه با مصرف جداگانه آنها و شاهد (عدم مصرف)، سبب افزایش درصد اسانس گردید (زمانی و همکاران ۲۰۱۹). آنان اظهار داشتند که کاربرد باکتری‌ها به همراه تلقیح با قارچ همزیست میکوریزا از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید برخی از تنظیم کننده‌های رشد گیاه، سبب افزایش فتوسنتز گیاهی شده که در نتیجه به دلیل تأثیر مثبت بر رشد رویشی و زایشی گیاه در نهایت منجر به افزایش درصد اسانس رازیانه شده است. نتایج دو تحقیق روی گیاهان گشنیز و شوید مؤید این موضوع بود که به ترتیب مصرف نیتروکسین و مصرف کود زیستی حاوی باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریوم* سبب افزایش اسانس این گیاهان در مقایسه با شاهد شد (درزی و آخانی ۲۰۱۶، حبیبی و درزی ۲۰۱۵). آنان اظهار داشتند که افزایش میزان اسانس در تیمارهای حاوی باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن، می‌تواند به علت جذب بیشتر نیتروژن و تأثیر این عنصر در ساخت ترکیبات تشکیل دهنده اسانس باشد. یافته‌های مکی‌زاده و همکاران (۲۰۱۲) روی شوید، وثوقی‌تبار و همکاران (۲۰۱۸) روی زیره سبز، درزی و نادعلی (۲۰۱۵) روی انیسون و ابلاغ و همکاران (۲۰۱۴) و نیکوپور و همکاران (۲۰۱۴) روی زنیان (*Trachyspermum ammi* L.) نیز حاکی از افزایش درصد اسانس به ترتیب در اثر مصرف تلفیقی *ازتوباکتر* و *آزوسپیریوم*، تلقیح بذر با *ازتوباکتر*، تلقیح با بذر و محلول پاشی با نیتروکسین، کاربرد باکتری حل کننده فسفات و تلقیح بذر و محلول پاشی باکتری حل کننده فسفات (*سودوموناس*) بود که با نتیجه تحقیق حاضر همخوانی دارد.

همچنین کمترین میزان اسانس در تیمار مصرف تلفیقی ورمی‌کمپوست و بیوسولفور (۰/۰۸۳ درصد) مشاهده شد. در این آزمایش، تیمار مصرف نیتروکسین دارای برتری چشمگیر و بارزی از نظر میزان اسانس نسبت به سایر تیمارها و به ویژه تیمارهای حاوی ورمی-کمپوست بوده که از نظر اقتصادی نیز قابل توجه است و مبین تأثیر مثبت کودهای زیستی بر افزایش درصد اسانس گیاهان دارویی می‌باشد (درزی و همکاران ۲۰۱۲، کریم‌زاده اصل و همکاران ۲۰۱۴، ابدالی مشهدی و همکاران ۲۰۱۷). به نظر می‌رسد تیمارهای منفرد زیستی، کارآمدتر از تیمارهای ترکیبی عمل نموده و سبب افزایش میزان اسانس دانه شده‌اند که این موضوع می‌تواند بی ارتباط با مناسب بودن مقادیر ماده آلی و نیتروژن خاک محل آزمایش نباشد. همچنین مشاهده شد میزان اسانس در دو تیمار زیستی نیتروکسین و بیوسولفور فسفات، به طور بارز و قابل ملاحظه‌ای از تیمار کود شیمیایی بیشتر و در دو تیمار ورمی‌کمپوست و بیوسولفور هم سطح با کود شیمیایی بود که نشان دهنده جایگزینی مناسب و با صرفه اقتصادی کودهای زیستی بجای کود شیمیایی می‌باشد. در همسویی با آزمایش حاضر، در پژوهشی روی گیاه آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) نیز مشاهده شد که مصرف نیتروکسین سبب افزایش معنی‌دار میزان اسانس در مقایسه با دو کود زیستی دیگر یعنی میکوریزا و بیوفسفر گردید (محمدپور و شوایی و همکاران ۲۰۱۵). آنها اظهار داشتند که کود زیستی از طریق کمک به جذب نیتروژن و فسفر و نقشی که این عناصر در تولید کلروفیل و تأمین آنزیم‌های مورد نیاز گیاه دارند، باعث افزایش میزان بافت‌های فتوسنتزی و نهایتاً افزایش درصد اسانس شده است. در یک مطالعه زراعی نیز مشخص شد که مصرف توأم کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفر باعث افزایش میزان اسانس زیره سبز شد (کریم‌زاده اصل و باغبانی آرانی ۲۰۱۹). این محققین اظهار داشتند که مصرف این کودهای زیستی از طریق تأثیر بر جذب نیتروژن و فسفر که در تشکیل اسانس مؤثر می‌باشند، سبب افزایش درصد اسانس گردید. گزارش یک پژوهش حاکی از آن است که

عملکرد اسانس

اثر تیمارهای مختلف کود آلی و زیستی بر عملکرد اسانس معنی‌دار شد (جدول ۲) به طوری که مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد اسانس در تیمار مصرف نیتروکسین (۲/۸۹ کیلوگرم در هکتار)، اختلاف معنی‌داری با دو تیمار مصرف تلفیقی ورمی‌کمپوست و نیتروکسین (۲/۸۲ کیلوگرم در هکتار) و کاربرد منفرد بیوسوپرفسفات (۲/۴۶ کیلوگرم در هکتار) نداشت ولی در مقایسه با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت و به ویژه نسبت به دو تیمار مصرف تلفیقی نیتروکسین و بیوسولفور (۱/۲۶) و کاربرد تلفیقی ورمی‌کمپوست و بیوسولفور (۰/۸۰ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب در حدود ۱۲۹ و ۲۶۱ درصد، عملکرد اسانس بیشتری داشت (جدول ۳). با توجه به برتری فاحش و معنی‌دار میزان اسانس در تیمار مصرف نیتروکسین نسبت به سایر تیمارها و عملکرد دانه قابل قبول آن، دور از انتظار نبود که عملکرد اسانس در تیمار مذکور، بیشتر از سایر تیمارها باشد. البته عملکرد اسانس در دو تیمار مصرف بیوسوپرفسفات و مصرف تلفیقی ورمی-کمپوست و نیتروکسین نیز از نظر آماری تفاوتی با تیمار نیتروکسین نداشت ولی از نظر صرفه جویی در هزینه (مصرف ورمی‌کمپوست) و صرفه اقتصادی، برتری تیمار مصرف نیتروکسین قابل توجه بود. در همین رابطه، پژوهش‌های انجام شده روی گیاهان انیسون، زیره سبز و رازیانه نیز حاکی از آن بود که به ترتیب مصرف کود زیستی نیتروژن‌دار (ازتوباکتر)، کاربرد تلفیقی کودهای زیستی نیتروکسین و بیوسفور و مصرف توأم کود زیستی باکتریایی (ازتوباکتر و سوئوموناس) و قارچ میکوریزا سبب افزایش بارز عملکرد اسانس گردید (حسین‌پور و همکاران ۲۰۱۱، کریم‌زاده اصل و باغبانی آرانی ۲۰۱۹، زمانی و همکاران ۲۰۱۹). در تحقیقی روی گیاه رزماری نیز مشخص شد که مصرف نیتروکسین باعث افزایش معنی‌دار عملکرد اسانس در مقایسه با مصرف بیوسفور گردید (گرگینی شبانکاره و خراسانی‌نژاد ۲۰۱۷). آنان اظهار داشتند باتوجه به این مطلب که حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیبات اسانس‌ها ضروری می باشد، انتظار می رود که مصرف کودهای

زیستی موجب افزایش اسانس و عملکرد اسانس گیاه اکلیل کوهی گردیده باشد. در دو پژوهش روی گیاهان بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) و بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) نیز مشاهده شد که به ترتیب مصرف نیتروکسین و کود زیستی فسفات بارور ۲، موجب افزایش عملکرد اسانس گردید (رضی-پور و همکاران ۲۰۱۶، توحیدی‌نژاد و رستگاری ۲۰۱۹).

درصد لینالول در اسانس

تأثیر تیمارهای مختلف کود آلی و زیستی بر درصد لینالول در اسانس معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در بین آن‌ها بود، به نحوی که بیشترین درصد لینالول در تیمار مصرف تلفیقی نیتروکسین و بیوسوپرفسفات (۸۹/۵۳ درصد) بدست آمد که در مقایسه با تیمارهای کاربرد بیوسوپرفسفات (۷۹/۰۴ درصد)، کاربرد ورمی-کمپوست (۸۰/۰۳ درصد) و به ویژه مصرف کود شیمیایی (۷۹/۱۹ درصد) و به ترتیب در حدود ۱۲، ۱۳ و ۱۳ درصد بیشتر بود و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). هم‌چنین دو تیمار دیگر ارگانیک، شامل مصرف بیوسولفور (۸۹/۲۵ درصد) و کاربرد تلفیقی ورمی‌کمپوست و بیوسوپرفسفات (۸۹/۰۵ درصد) نیز از نظر درصد لینالول در اسانس، برتری معنی‌داری نسبت به تیمار کود شیمیایی داشتند. ذکر این نکته ضروری است که با توجه به ساختار شیمیایی متنوع و مختلف ترکیبات اسانسی، ارتباط مشخص و روشنی بین مصرف تیمارهای کودهای آلی و زیستی و اجزاء اسانس گزارش نشده و روابط پیچیده‌تری وجود دارد. با این وجود به نظر می‌رسد که در تحقیق حاضر مصرف تلفیقی کودهای زیستی نیتروکسین و بیوسوپرفسفات (در مقایسه با کود شیمیایی) که ایمن و بدون مخاطرات زیست محیطی و غنی از میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی که دارای اثرات افزایشی و تشدید کننده روی هم بوده با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی پر و کم مصرف، ضمن بهبود مناسب رشد گیاه و تأثیر مثبت احتمالی آن بر ترکیب اسانس، سبب افزایش درصد لینالول در اسانس گیاه

محققین روی گیاهان بابونه، مرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.)، مریم گلی (*Salvia officinalis* L.) و گشنیز نیزمیین بهبود ترکیبات اصلی اسانس، به ترتیب کامازولن^۱، کارواکرول، آلفاتوجون^۲ و لینالول در اثر کاربرد کودهای زیستی و آلی بود (حاج علی عراقی و همکاران ۲۰۱۹، همتی و همکاران ۲۰۱۹، گواهی و همکاران ۲۰۱۷، مفاخری و امینیان دهکردی ۲۰۱۹).

درصد گاماترپینن در اسانس

در این تحقیق، درصد گاماترپینن در اسانس هم تحت تأثیر تیمارهای مختلف کود آلی و زیستی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان دهنده تفاوت معنی داری در بین آن‌ها بود، به نحوی که بیشترین درصد گاماترپینن در اسانس در تیمار مصرف بیوسوپرفسففات (۵/۲۹ درصد) و کمترین مقدار در تیمار مصرف کود شیمیایی (۰/۶۳ درصد) بدست آمد. تیمار مصرف بیوسوپرفسففات فقط با تیمار کاربرد تلفیقی بیوسوپرفسففات و بیوسولفور (۴/۶۴ درصد) اختلاف معنی داری از نظر درصد گاماترپینن نداشت و نسبت به سایر تیمارهای مصرف منفرد و تلفیقی کودهای آلی و زیستی به ویژه تیمارهای کاربرد ورمی-کمپوست (۱/۰۲ درصد)، کاربرد تلفیقی ورمی-کمپوست و بیوسولفور (۱/۱۷ درصد) و مصرف بیوسولفور (۱/۲۷ درصد) برتری محسوسی داشت (جدول ۳). بهبود درصد گاماترپینن در اسانس دانه گشنیز در تیمار مصرف بیوسوپرفسففات، علاوه بر تأثیر تغذیه ایی بیوسوپرفسففات در تشکیل این ترکیب از طریق فراهم کردن وضعیت مناسب برای آزادسازی و جذب مطلوب عناصر معدنی نظیر فسفر برای گیاه گشنیز، می تواند به دلیل تقلیل بارز و معنی دار میزان لینالول (ترکیب اصلی اسانس گشنیز) و سایر اجزاء مهم اسانس، شامل ژرانیل استات در این تیمار باشد. نتیجه یک پژوهش روی آویشن دنایی، نیز مؤید آن است که مصرف کود زیستی فسفره (حاوی قارچ‌های میکوریزا)، موجب افزایش معنی دار درصد تیمول و کارواکرول اسانس در

گشنیز شده و در نتیجه کیفیت اسانس این گیاه را بهبود بخشید. در همین رابطه، نتایج یک تحقیق روی گیاه بادرشبی آشکار کرد که بیشترین درصد نریل استات در اسانس در تیمار مصرف تلفیقی کودهای زیستی نیتروکسین و بیوسوپرفسففات بدست آمد و نسبت به تیمارهای مصرف کود دامی، ورمی-کمپوست و کود شیمیایی، برتری چشمگیری داشت (درزی و حاج سیدهادی ۲۰۱۷) که با نتیجه تحقیق حاضر همخوانی دارد. آنها اظهار داشتند که استفاده تلفیقی نیتروکسین و بیوسوپرفسففات موجب هم افزایش بین این کودهای زیستی و در نهایت اثر مثبت و افزایشی آنها بر برخی اجزاء اسانس (درصد نریل استات) در شرایط مزرعه آزمایشی گردید. یافته‌های یک تحقیق نیز بیانگر آن بود که بیشترین درصد آنتول در اسانس در گیاه رازیانه در تیمار کاربرد تلفیقی کود زیستی باکتریایی (حل کننده فسفات و تثبیت کننده نیتروژن) و قارچ میکوریزا حاصل شد (زمانی و همکاران ۲۰۱۹). آنها بیان داشتند که مصرف تلفیقی این کودهای زیستی، از طریق تأثیر بر جذب مناسب عناصر غذایی و بهره‌گیری مطلوب فاکتورهای رشدی توسط رازیانه، موجب افزایش میزان آنتول در اسانس گردید. در پژوهش دیگری، برومند سویری و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که مصرف کودهای زیستی از طریق جذب کارآمد فسفر و تا حدودی نیتروژن توسط ریشه گیاه سیاه‌دانه، باعث افزایش قابل توجه میزان تیموکینون اسانس در مقایسه با شاهد (بدون مصرف کود) شد. در تحقیق روی گیاه آویشن دنایی، مشاهده شد که بیشترین درصد تیمول و کارواکرول در اسانس با مصرف کود زیستی حاوی باکتری‌های محرک رشد گیاه (باکتری‌های جنس *سودوموناس*)، حاصل شد (عبداللهی آرپناهی و همکاران ۲۰۲۰). البته آنها اظهار داشتند سازوکاری که این باکتری‌ها موجب تغییر در ترکیب اسانس شده‌اند، به خوبی مشخص نیست. نتیجه یک پژوهش آشکار کرد که مصرف کود زیستی باکتریایی (مخلوط از *توباکتر* و *آزوسپیریوم*) از طریق بهبود فعالیت‌های بیولوژیک خاک و متعاقب آن افزایش جذب نیتروژن، سبب بهبود کیفیت اسانس و افزایش درصد کارون در اسانس گیاه شوید شد (حبیبی و درزی ۲۰۱۵). یافته‌های سایر

1- Chamazulene

2- Alpha thujone

مقایسه با شاهد شد (شب‌خیز و همکاران ۲۰۲۱). آنها اظهار داشتند که کاربرد این کود زیستی سبب ایجاد تغییراتی در غلظت فیتوهورمون‌های گیاهی از قبیل اسید جاسمونیک، اسید جیبرلیک و سیتوکینین می‌شود و فیتوهورمون‌ها نیز تشکیل غده‌های ترشح کننده اسانس را افزایش داده و در نتیجه منجر به تولید بیشتر متابولیت‌های ثانویه و بهبود کیفیت اسانس می‌شود. همچنین در گزارش دو تحقیق روی گیاهان بالنگو شهری (*Lallemantia iberica Fischer & Meyer*) و نعناع لفللی (*Mentha piperita L.*) مشاهده گردید که به ترتیب مصرف تیمارهای تلفیقی حاوی کود زیستی بیوفسفات سبب افزایش درصد لیمون^۱ و وربنون^۲ اسانس و کاربرد تلفیقی کود زیستی فسفره حاوی قارچ میکوریزا موجب افزایش درصد منتول^۳ و نئومنتول^۴ اسانس شد (مفاخری و همکاران ۲۰۱۶، استادی و همکاران ۲۰۱۹). در تحقیق دیگری روی گیاه نعناع گربه‌ای مشاهده شد که استفاده از کود زیستی فسفره (فسفات بارور-۲) سبب افزایش درصد نپتالاکتون و کاربوفیلین اکساید اسانس به ترتیب در مقایسه با شاهد (بدون مصرف کود) و کود شیمیایی گردید (بویری ده-شیخ و همکاران ۲۰۲۱). این محققان، بیان داشتند کاربرد کود بیولوژیک محتوی باکتری‌های حل کننده فسفات، می‌تواند به جذب بیشتر عناصر غذایی ضروری مانند نیتروژن و فسفر و به دنبال آن، بهبود تعداد و اندازه کرک‌های ترش‌حی و میزان، عملکرد و اجزای اسانس گیاه نعناع گربه‌ای کمک نماید.

درصد ژرانیل استات و دودسنال در اسانس

تأثیر تیمارهای مختلف مورد بررسی بر درصد ژرانیل استات و دودسنال در اسانس دانه معنی‌دار شد (جدول ۲) به طوری که مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد ژرانیل استات در اسانس در تیمار مصرف کود شیمیایی (۸/۶۹ درصد) حاصل شد و برتری چشمگیری نسبت به سایر تیمارها به ویژه

تیمارهای شاهد (۳/۶۵ درصد)، مصرف ورمی‌کمپوست (۳/۷۶ درصد) و کاربرد تلفیقی بیوسوپرفسفات و بیوسولفور (۳/۸۸ درصد) داشت و تنها با تیمار مصرف تلفیقی ورمی‌کمپوست و بیوسولفور (۸/۰۳ درصد) اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین بیشترین درصد دودسنال در اسانس نیز در تیمار مصرف کود شیمیایی (۴/۹۴ درصد) بدست آمد و برتری محسوسی نسبت به تمام تیمارها به ویژه تیمارهای کاربرد تلفیقی ورمی-کمپوست و بیوسوپرفسفات (۰/۵۹ درصد)، شاهد (۱/۰۹ درصد) و مصرف تلفیقی بیوسوپرفسفات و بیوسولفور (۱/۱۰ درصد) داشت (جدول ۳). می‌توان اظهار داشت با توجه به کاهش بارز و معنی‌دار لینالول به عنوان ترکیب عمده و اصلی اسانس گشنیز و نیز کاهش محسوس ترکیب مهم دیگر اسانس یعنی گاما ترپینن، در تیمار کود شیمیایی، محتمل به نظر می‌رسد که این تقلیل، با افزایش قابل توجه درصد ژرانیل استات و دودسنال در اسانس جبران شده باشد. در همین رابطه در پژوهشی روی گیاه بادرشبی مشخص شد که مصرف کود شیمیایی در مقایسه با تیمارهای مصرف تلفیقی کودهای آلی و زیستی (نظیر کاربرد تلفیقی ورمی-کمپوست، نیتروکسین و بیوسوپرفسفات)، موجب کاهش درصد ژرانیال^۵، نرال^۶ و ژرانیول^۷ اسانس و افزایش درصد ژرانیل استات اسانس گردید (درزی و حاج سیدهدادی ۲۰۱۷). در یک تحقیق مزرعه‌ای دیگر روی گیاه مریم گلی نیز مشاهده شد مصرف کود شیمیایی (اوره) در مقایسه با کاربرد توأم ورمی‌کمپوست و باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، سبب کاهش قابل توجه درصد کامفور^۸ و ۱ و ۸ سینئول^۹ اسانس و متعاقب آن افزایش بارز درصد آلفا توجون اسانس شد (گواهی و همکاران ۲۰۱۷). این مسئله به وضوح در یافته‌های سایر پژوهشگران روی گیاهان آویشن دناهی، نعنا گربه‌ای و همیشه بهار (*Calendula officinalis L.*) گزارش شده است (صفایی و همکاران ۲۰۱۷، بویری ده‌شیخ و همکاران ۲۰۲۱، رضایی و همکاران ۲۰۱۸).

3- Geranial
4- Neral
5- Geraniol
6- Camphor
7- 1, 8- Cineol

3- Limonene
4- Verbenone
1- Menthol
2- Neo menthol

اسانس (درصد لینالول)، در تیمار مصرف تلفیقی کودهای زیستی نیتروکسین و بیوسوپرفسفات و نیز بیشترین میزان اسانس و عملکرد اسانس در تیمار کاربرد منفرد کود زیستی نیتروکسین بدست آمد. در مجموع تیمارهای کاربرد تلفیقی نیتروکسین و بیوسوپرفسفات و به ویژه مصرف منفرد نیتروکسین که از نظر اقتصادی نیز قابل توجیه و مقرون به صرفه بوده به عنوان تیمارهای برتر در شرایط آزمایش حاضر، معرفی می‌گردند.

سپاسگزاری

از مدیریت محترم مرکز تحقیقات، آموزش و مشاوره فضای سبز شهرداری منطقه چهار تهران بابت استفاده از مزرعه، تشکر و قدردانی می‌شود.

نتیجه گیری کلی

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد، که مدیریت تغذیه تلفیقی گیاه دارویی گشنیز با استفاده از کودهای آلی و زیستی دارای تأثیر چشمگیر و قابل توجهی بر ویژگی‌های مورد بررسی بود به طوری که در بیشتر صفات مورد مطالعه، کاربرد برخی تیمارهای منفرد و تلفیقی کودهای آلی و زیستی نسبت به تیمار کود شیمیایی برتری یا برابری داشت. همچنین مشاهده شد در بین کودهای زیستی (نیتروکسین، بیوسوپرفسفات و بیوسولفور) و آلی (ورمی‌کمپوست)، در بیشتر موارد، تیمارهای منفرد و تلفیقی حاوی کودهای زیستی برتری قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمارهای جداگانه و تلفیقی حاوی کود آلی ورمی‌کمپوست (احتمالاً به دلیل وضعیت نسبتاً خوب ماده آلی خاک تحت کشت) داشتند به نحوی که در مطالعه حاضر، بیشترین عملکرد دانه و کیفیت

منابع مورد استفاده

- Abdali Mashhadi AR, Moradi Majd M, Bakhshandeh A and Koochekzadeh A, 2017. Effect of sulfuric acid and biofertilizers on camazulene, essential oil content and quantitative characteristics of Chamomile (*Matricaria Chamomilla* L.). Iranian Journal of Field Crop Science, 48(3): 855-864. (In Persian).
- Abdollahi Arpanahi A, Feizian M and Mehdi Pourian G, 2020. Influence of drought stress and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) inoculation on morphological characteristics, essential oil yield and composition of *Thymus daenensis* Celak. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 36(3): 417-428. (In Persian).
- Adams RP, 2001. Identification of essential oil components by gas chromatography / mass spectrometry. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, USA.
- Aghhavana Shajari M, Rezvani Moghddam P, Ghorbani R and Nasiri Mahallati M, 2014. Effects of organic, bio and chemical fertilizers application on vegetative indexes and essential oil content of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Agroecology, 6(3): 425-443. (In Persian).
- Aghhavana Shajari M, Rezvani Moghaddam P, Ghorbani R and Nasiri Mahallati M, 2016. Effects of application of organic, bio and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Horticultural Science, 29(4): 486-500. (In Persian).
- Akbari I and Gholami A, 2016. Evaluation of mycorrhizal fungi, vermicompost and humic acid on essence yield and root colonization of fennel. Iranian Journal of Field Crops Research, 13(4): 840-853. (In Persian).
- Boveiri Dehshikh P, Mahmoodi Sourestani M, Zolfaghari M and Enayati Zamir N, 2021. The Effects of Biological, Chemical Fertilizers and Humic Acid on some Microbial Parameters, Elements and Oil Quantity and Quality of Catnip (*Nepeta cataria* L.). Journal of Agroecology, 13(1): 73-88. (In Persian).
- Bromand Sivieri M, Heidary M, Gholami A and Ghorbani H, 2020. Effects of biofertilizers and foliar application of nano iron oxide on quantitative and qualitative yield of black Cumin (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 35(6): 1017-1027. (In Persian).

- Darzi MT, Haj Seyed Hadi MR and Rejali F, 2012. Effects of the application of vermicompost and nitrogen fixing bacteria on quantity and quality of the essential oil in dill (*Anethum graveolens*). Journal of Medicinal Plants Research, 6(21): 3793-3799. (In Persian).
- Darzi MT and Nadali R, 2015. Effects of Nitroxin biofertilizer and Plant density on Yield, Yield components and Essential oil of *Pimpinella anisum* L. from Firouzkuh region. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 3(1): 63-72. (In Persian).
- Darzi MT and Akhiani A, 2016. Effects of biofertilizer and plant density on yield and essential oil of *Coriandrum sativum* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31(6): 1086-1095. (In Persian).
- Darzi, MT and Haj Seyed Hadi MR, 2016. The role of separated and integrated application of organic and biological inputs on N, P, K concentration, essential oil of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 26(3): 101-114. (In Persian).
- Darzi, MT and Haj Seyed Hadi MR, 2017. The effects of manure, vermicompost, nitroxin and bio-superphosphat application on quantity and quality of essential oil of dragonhead. Crops Improvement, 19(3): 543-560. (In Persian).
- Eblagh N, Fateh E, Farzane M and Osfuri M, 2014. Effect of cattle manure application, phosphate solubilizing bacteria and different phosphorous levels on yield and essence components of *Trachyspermum ammi* L. Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, (4): 1-15. (In Persian).
- Gil A, De La Fuente EB, Lenardis AE, Lopez Periera M, Suarez SA, Bandoni A, Van Baren C, Di Leo Lira P and Ghera CM, 2002. Coriander essential oil composition from two genotypes grown in different environmental conditions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 2870-2877
- Gorgini Shabankare H, Fakheri BA and Mohammadpour Vashvaei R, 2017. The effect of bio-fertilizers on growth, grain and essential oil yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under drought stress. Journal of Agroecology, 9(1): 50-62. (In Persian).
- Gorgini Shabankare H and Khorasani Nejad S, 2017. The effect of biofertilizers and salisilic acid on yield and qualitative characters of *Rosmarinus officinalis* under low irrigation regimes. Crops Improvement, 19(2): 475-491. (In Persian).
- Govahi M, Ghalavand A, Nadjafi F and Sorooshzadeh A, 2017. Comparing Different Soil Fertility Systems on Some Physiological Characteristics, Yield and Essential Oil of Sage (*Salvia officinalis* L.) under Different Irrigation Regimes. Journal of Agroecology, 9(2): 445-457. (In Persian).
- Habibi Y and Darzi MT, 2015. Effects of nitrogen fixing bacteria application and plant density on quantity and quality of essential oil of dill (*Anethum graveolens* L.). Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 3(2): 39-49. (In Persian).
- Haj Ali Araghi M, Darzi MT, and Haj Seyed Hadi MR, 2019. Integrated Application of Vermicompost and Nitroxin and Quantitative and Qualitative Characteristics of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Journal of Agriculture Science and Sustainable Production 29: 85-99. (In Persian).
- Hemmati K, Ardavanpour B, Ghazaeian M and Akbarpour V, 2019. Study of Different Organic Media on Yield Components, Quality and Quantity of Essential Oil of some Savory (*Satureja hortensis* L.) ecotypes in Gorgan. Journal of Horticultural Science, 33(3): 349-361. (In Persian).
- Hosseinpour M, Pirzad A, Habibi H and Fotokian MH, 2011. Effect of biological nitrogen fertilizer (azotobacter) and plant density on yield, yield components and essential oil of anise. Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 21(1): 69-86. (In Persian).
- Kamayestani N, Rezvani Moghaddam P, Jahan M and Rejali F, 2015. Effects of separated and integrated application of bio and organic fertilizers on some quantitative and qualitative characteristics of anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 13(1): 62-70. (In Persian).

- Kapoor R, Giri B and Mukerji KG, 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology*, 93: 307-311.
- Karimzadeh Asl K and Baghbani Arani A, 2019. The effect of different regimes of irrigation and biofertilizers on seed yield, essential oil content, some physiological traits and absorption of mineral elements in cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 12(3): 817-830. (In Persian).
- Karimzadeh ASL K, Sefidkon F, Majnoon Hosseini N and Peighambari A, 2014. The effect of different levels of soil moisture, zeolite and biofertilizers on physiological characteristics, yield and essential oil of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30(1): 158-173. (In Persian).
- Mafakheri S and Aminian Dehkordi R, 2019. The response of coriander (*Coriandrum sativum* L.) herbs to some nutritional treatments. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 35(5): 834-845. (In Persian).
- Mafakheri, S, Asghari B and Shaltookhi M, 2016. Effects of biological, chemical and nano-fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of *Lallemantia iberica* (M.B.) Fischer & Meyer. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 32(4): 667-677. (In Persian).
- Makkizadeh M, Chaichi MR, Nasrollahzadeh S and Khavazi K, 2012. The effect of biologic and chemical nitrogen fertilizers on growth, yield and essential oil constituents of dill (*Anethum graveolens* L.). *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production*, 21(4): 51-62. (In Persian).
- Mohammadpour Vashvaei R, Galavi M, Ramroodi M and Fakheri BA, 2015. Effects of drought stress and biofertilizers inoculation on growth, yield and essential oil compositions of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Journal of Agroecology*, 7(2): 237-253. (In Persian).
- Movaghathian A, Fateh E, Ayneband A and Siahpoosh A, 2015. Effect of different soil fertilizing methods on soil properties, nutrient uptake and quantitative and qualitative yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 31(3): 512-526. (In Persian).
- Msaada K, Ben Taarit M, Hosni K, Hammami M and Marzouk B, 2009. Regional and maturational effects on essential oils yields and composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruits. *Scientia Horticulturae*, 122: 116-124
- Nikoupour A, Jaimand K, Darzi MT and Rejali F, 2014. Biological effects of phosphorus fertilizer application and plant density on the quantity and quality of medicinal plant essential oils in ajowan (*Trachyspermum copticum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30(3): 496-509. (In Persian).
- Ostadi A, Javanmard A, Morshedloo MR and Mola Ali Abasiyan S, 2019. Evaluation of Quantitative and Qualitative Traits of the First and Second Cuttings of Peppermint (*Mentha piperita* L.) under the Influence of the Integrated Application of Conventional, Nano Fertilizers and Mycorrhizal. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 17(2): 327-345. (In Persian).
- Pimentel D, 1993. Economics and energies of organic and conventional farming. *Journal of Agricultural and Environmental*, 6: 53-60.
- Razipour P, Golchin A and Daghestani M, 2016. Effects of different levels of cow manure and inoculation with nitroxin on growth and performance of *Melissa officinalis* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 32(5): 807-823. (In Persian).
- Rezaei R, Valadabadi SAR, Shirani Rad AH, Sayfzadeh H and Hadidi Masouleh E, 2018. Effects of biological fertilizers application and various amounts of urea fertilizers under water stress conditions on yield, nitrogen use efficiency and effective ingredients of *Calendula officinalis* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 34(4): 547-564. (In Persian).

- Saeidnejad AH and Rezvani Moghaddam P, 2010. Evaluation of biofertilizer and chemical fertilizer application on morphological traits, yield, yield components and essential oil percent in cumin (*Cuminum cyminum*). Journal of Horticultural Science, 24(1): 38-44. (In Persian).
- Safaei L, Sharifi Ashoorabadi E and Afyooni D, 2017. Effects of chemical fertilizers, cattle manure and integrated application on yield of phytochemical compositions of essential oil of *Thymus daenensis* Celak. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 5(1): 1-15. (In Persian).
- Sefidkon F, 2001. Evaluation of qualitative and quantitative essential oil fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in different stages of growth. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 7: 85-104. (In Persian).
- Shabkhiz H, Javanmard A, Ostadi A and Morshedloo MR, 2021. Improving quantity and quality of *Thymus daenensis* Celak. Essential oil with application of Myco-Root biofertilizer under different irrigation level. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 37(3): 434-456. (In Persian).
- Tohidi Nejad E and Rastegari F, 2019. Effects of biological and organic fertilizers on morphological parameters and chamazulene yield of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under drought stress condition. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 34(6): 949-962. (In Persian).
- Vosoughi Tabar H, Hosseini Tafreshi SA and Dehghanzadeh H, 2018. Effect of azetobacter on growth indices, yield and essence content of two cumin (*Cuminum cyminum* L.) landraces under salinity conditions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 34(2): 261-271. (In Persian).
- Zamani F, Amirnia R, Rezaei Chiyaneh E and Rahimi A, 2019. The effect of bacterial bio-fertilizers and mycorrhizal fungi on seed yield and chemical composition of essential oil from three Fennel Landrace. Crops Improvement, 20(4): 831-848. (In Persian).
- Zendebad S, Rezvani Moghaddam P, Ghorbani R and Khorasani R, 2018. Effects of organic, chemical fertilizers and mycorrhizae inoculation on yield and yield components of dill (*Anethum graveolens* L.) in different cuttings. Journal of Agroecology, 10(3): 621-634. (In Persian).