**Iranian Journal of Field Crop Science**
Vol 52, No 2, Summer 2021 (83-95)
DOI: 10.22059/IJFCS.2020.291335.654651

**علوم گیاهان زراعی ایران**
دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۴۰۰ (ص۹۵-۸۳)

# ارزیابی اثر سطوح و انواع مختلف کود نیتروژن بر رشد، عملکرد زیستی و اسانس و ترکیبات آن در دو توده شوید

**ابوالفضل باغبانی آرانی و ظهراب اداوی***
**استادیاران بخش کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران**

**(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۸/٦ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱/۲٤)**

## چکیده

**به‌منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست، کود شیمیایی نیتروژن و تلفیق آن‌ها بر رشد، عملکرد زیستی و اسانس و ترکیبات آن در دو توده ورامین و اصفهانی گیاه دارویی شوید، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه مرکز تحقیقات گیاهان دارویی استان اصفهان در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. فاکتور اول، تیمارهای کودی شامل شاهد (بدون کود)، ۱۰۰٪ تامین نیتروژن از منبع اوره، ورمی‌کمپوست ۳۳/۳ به‌همراه اوره ٦٦/٦٪، ورمی‌کمپوست ٦٦/٦ به‌همراه اوره ۳۳/۳٪، ۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست و شاهد بدون کود و فاکتور دوم، تیمار توده شامل توده ورامین و اصفهانی شوید بودند. نتایج نشان داد که برهمکنش کود نیتروژن و توده بر تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار شد، به گونه‌ای که در هر دو توده، کود نیتروژن سبب بهبود ارتفاع، عملکرد زیستی و اسانس، محتوای ترکیبات اسانس (دکاروون و عملکرد آن، آلفافلاندرن، لینالول، به‌جز پی-سیمن و لیمونن در توده اصفهان) شد. با توجه به این‌که در گیاهان دارویی، کمیت (عملکرد زیستی) و کیفیت (اسانس و دکارون، مهم‌ترین ماده موثره شوید و بیشترین میزان اجزای اسانس آن در این آزمایش) نقش مهم و اقتصادی دارد، سطح کودی ٦٦/٦ ورمی‌کمپوست به‌همراه ۳۳/۳٪ اوره در توده ورامین، بهترین تیمار در این آزمایش بود؛ ضمن این‌که در راستای سلامتی انسان و کشاورزی پایدار، می‌توان ۳۳٪ از مصرف کودهای شیمیایی و آلودگی‌های ناشی از آن کاست، ولی در مورد محتوای سایر ترکیبات اسانس (آلفافلاندرن، لینالول و پی‌سیمن)، تیمار کودی ۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست در توده اصفهانی برتر بود.**

**واژه‌های کلیدی:** آلفافلاندرن، د- کارون، ترکیبات اسانس، عملکرد اسانس، کود آلی.

# Effect of levels and different types of nitrogen fertilizer on growth, biological and essential oil yields and its components in two populations of Dill

**A. Baghbani Arani and Zohrab Adavi***
Department of Agriculture Science, Payame Noor University, Tehran, Iran
(Received: October 28, 2019- Accepted: April 12, 2020)

## ABSTRACT

To investigate the effect of vermicompost, N fertilizer and their integration on growth, biological and essential yields oil and its components in two populations (Varamin and Isfahan), an experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in the field of Isfahan Medicinal Plants Research Center in 2016. Fertilizer treatments including 100% urea, vermicompost 33.3 and urea 66.6%, vermicompost 66.6 and urea 33.3%, 100% vermicompost and control treatment (without fertilizer) as the first factor and Varamin and Isfahan populations as the second factor were selected. The results showed that the interaction effects of nitrogen fertilizer and populations on all studied traits were significant. In both populations, nitrogen fertilizer improved height, biological and essential oil yields, content of essential oil compounds (d-Carvone and its yield, α-phellandrene and linalool; except p-Cymene and Limonene in Isfahan population). Since in medicinal plants, the quantity (biological yield) and quality (essential oil and d-Carvone; the most important ingredient and the highest amount of essential oil in this experiment), 66.6% vermicompost + 33.3% urea in Varamin population, was the best treatment in the experiment. In addition an in the direction of human health and sustainable agriculture, it is possible to reduce 33% of chemical fertilizers application and pollution; however, in terms of other essential oil contents (α-phellandrene, Linalool and p-Cymene), 100% vermicompost fertilizer treatment was superior in Isfahan population.

**Keywords:** α-phellandrene, d-Carvone, essential oil components, essential oil yield, organic fertilizer.

* Corresponding author E-mail: z_adavi@pnu.ac.ir

**مقدمه**

گیاه شوید یا شبت با نام علمی (*Anethum graveolens* L.)، گیاهی است یک‌ساله، علفی و معطر که مصارف مختلف دارویی و غذایی دارد و تنها گونه زراعی از خانواده چتریان در ایران است. تمام پیکر رویشی گیاه، محتوی اسانس است که مقدار آن در اندام‌های مختلف و شرایط اقلیمی متفاوت، بسیار متغیر است و بیشترین درصد اسانس، در بذرهای کاملاً رسیده قرار دارد که محققان مقدار آن را بین دو تا پنج و حداکثر ۷/۵ درصد گزارش کرده‌اند. کمترین مقدار اسانس در ساقه این گیاه (۰/۱ تا ۰/۵ درصد) وجود دارد، و گل‌ها نیز حاوی درصد بالایی از اسانس (۳/۱۲ درصد) می‌باشند (Andalibi *et al*., 2010). مهم‌ترین ترکیبات اسانس در پیکر رویشی گیاه، کارون و فلاندرن و مهم‌ترین ترکیبات اسانس حاصل از بذرهای کاملا رسیده گیاه، کارون و لیمونن می‌باشد. رشد و نمو گیاهان دارویی مانند سایر گیاهان زراعی، متأثر از عوامل محیطی و ژنتیکی است و حداکثر عملکرد، تنها زمانی حاصل می‌شود که ترکیب مناسبی از این عوامل فراهم باشد. با توجه به اهمیت و نقش گیاهان دارویی، یکی از نکات حائز اهمیت در تولید و پرورش این گونه‌ها، افزایش تولید زیست‌توده آن‌ها، بدون کاربرد نهاده‌های مضر شیمیایی از جمله کود یا سموم دفع آفات و علف‌های‌هرز است (Makkizadeh Tafti *et al*., 2012). به‌کارگیری انواع کودهای آلی و شیمیایی به منظور تولید عملکرد بالا در محصولات زراعی لازم است (Baghbani- Arani *et al*., 2017)؛ با این وجود، استفاده درازمدت از کودهای شیمیایی، به سبب تخریب ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک، می‌تواند منجر به کاهش محصولات زراعی شود (Gholamhoseini *et al*., 2013).

در بررسی تأثیر کود نیتروژن زیستی و شیمیایی (۱۱۰کیلوگرم اوره در هکتار) در رشد و عملکرد اسانس شوید گزارش شد که کاربرد کود زیستی، عملکرد و دیگر شاخص‌های گیاهی را افزایش داد و استفاده از کود زیستی یا ترکیب کود زیستی و ۱۰ درصد کود شیمیایی، توانست عملکرد شوید را با کاهش آلودگی محیطی بهبود بخشد (Makkizadeh Tafti *et al*., 2012)؛ همچنین استفاده از کودهای آلی (نیتروکسین) و اثر متقابل نیتروکسین و نیتروژن، عملکرد دانه بالاتری نسبت به عدم مصرف آن‌ها در شوید داشت (Nejatzadeh-Barandozi, 2014). در تحقیقی دیگر در خصوص اثر متقابل کود نیتروژن و آبیاری در گیاه شوید، مشخص شد که مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار به‌همراه آبیاری در فواصل پهار روز یک‌بار، حداکثر عملکرد دانه را تولید کرد. فواصل آبیاری و کود نیتروژن، تأثیر معنی‌داری بر تعداد چتر و چترک در بوته، عملکرد زیستی، عملکرد ساقه و برگ، ارتفاع بوته و قطر ساقه شوید نداشت و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار، دارای بالاترین شاخص برداشت بود، ولی در فواصل آبیاری هشت روزه به‌همراه مصرف ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار، بالاترین محتوای کلروفیل a،b و کل را بین اکثر تیمارها داشت (Amiri *et al*., 2016).

با توجه به اثرات زیست محیطی و افزایش هزینه‌های تحمیلی ناشی از کاربرد نهاده‌های شیمیایی، فراهمی عناصرغذایی مورد نیاز رشد گیاهان از منابع جایگزین مانند کودهای آلی (ورمی‌کمپوست) می‌تواند ضمن افزایش عملکرد، نقش موثری در کاهش مشکلات ذکر شده داشته باشد (Baghbani- Arani *et al*., 2017). ورمی‌کمپوست، نوعی کود آلی است که در نتیجه فعالیت گونه‌ای از کرم‌های خاکی روی ضایعات شهری، صنعتی و کشاورزی تولید می‌شود. ورمی‌کمپوست، غنی از هورمون‌های رشد و ویتامین‌ها است که افزایش جمعیت میکروبی خاک و نگهداری طولانی مدت عناصر غذایی، بدون اثرات منفی بر محیط را در پی دارد (Arancon *et al*., 2004). گزارش شده‌است که ورمی-کمپوست به‌عنوان اصلاح کننده آلی خاک، در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاهان موثر است (Baghbani- Arani *et al*., 2017). در تحقیقی نشان داده شد که مصرف ورمی‌کمپوست، به‌طور چشمگیری عملکرد دانه گیاه دارویی ریحان را در مقایسه با شاهد افزایش داد (Arancon *et al*., 2004). در تحقیقی دیگر، ریحان کشت شده تحت شرایط ارگانیک، دارای عملکرد

اسانس بیش از دو برابر نسبت به ریحان تغذیه شده با کودهای شیمیایی رایج بود (Masciandaro Ceccanti, 2008). کاربرد ورمی‌کمپوست در گیاه ریحان، سبب افزایش عملکرد اسانس و زیست‌توده شده و میزان اسانس گیاه را دو برابر افزایش داد (Banchio *et al*., 2009). Baghbani- Arani (2017) نیز به اثرات مثبت ورمی‌کمپوست در افزایش ارتفاع، عملکرد زیستی و نیز عملکرد اسانس و ماده موثره تریگونلین شنبلیله اشاره کرد. نتایج تحقیقی نشان داد که بیشترین مقادیر ارتفاع و وزن خشک ساقه و بوته‌ها، وزن تر و خشک ریشه و درصد اسانس در گیاه ریحان، در تیمارهای حاوی نسبت‌های حجمی (۲۰ تا ۳۰ درصد) ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (Rahmanian *et al*., 2017). در تحقیقی دیگر روی گیاه زولنگ (*Eryngium planum*) (هم خانواده شوید) که به بررسی انواع سیستم تغذیه آلی، شیمیایی و تلفیق آن‌ها می‌پرداخت، مشخص شد که تیمار تلفیقی کمپوست + ورمی‌کمپوست، بیشترین وزن خشک کل و درصد و عملکرد اسانس را به خود اختصاص داد، درحالی‌که کمترین میزان لیمونن را تولید نمود (Kashefi *et al*., 2015). همچنین کاربرد کودهای آلی بخصوص از نوع کمپوست، باعث افزایش درصد برخی از اجزای اسانس در گیاه دارویی ریحان شد، به‌طوری‌که بیشترین درصد ترکیبات میرسین، بتاپینن و گاما مورولن در پلات‌هایی تولید شد که با کود آلی تیمار شده بودند، درحالی‌که نسبت‌های بالای ورمی‌کمپوست (۴۰ تا ۵۰ درصد خاک)، سبب کاهش شاخص‌های رشد و عملکرد شد که دلیل آن را به افزایش غلظت نمک‌ها و در نتیجه افزایش قابلیت هدایت الکتریکی (EC) در بستر کاشت نسبت دادند (Rahmanian *et al*., 2017). با توجه به اهمیت و نقش گیاهان دارویی، یکی از نکات مهم در تولید و پرورش این گونه‌ها، افزایش تولید زیست‌توده آن‌ها، بدون کاربرد نهاده‌های مضر شیمیایی، اعم از کود یا سموم دفع آفات و علف‌های‌هرز می‌باشد. بنابراین و با توجه به لزوم مدیریت تغذیه گیاهی در راستای افزایش و پایداری تولید و حفظ محیط زیست، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی دو توده شوید و همچنین یافتن تلفیقی مناسب از کودها، به منظور کاهش مصرف و افزایش کارایی مصرف کودهای شیمیایی انجام شد.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان (طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ۴۰ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی، ارتفاع ۱۵۷۰ متر از سطح دریا) طی بهار و تابستان سال ۱۳۹۵ طراحی و اجرا شد. این منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک با متوسط بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر و فاقد بارندگی تابستانه می‌باشد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ آمده است. میزان نیتروژن خاک محل، ۰/۰۵۲ درصد بود که این مقدار، کم بود و شرایط لازم برای تأمین نیتروژن مورد نیاز از طریق کود اوره و ورمی‌کمپوست و تلفیق این دو وجود داشت. آنالیز نمونه ورمی‌کمپوست در جدول ۲ آمده است.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل ،بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار بر روی دو توده شوید در ۱۰ کرت آزمایشی انجام گرفت. فاکتور اول شامل تیمارهای کودی $b_0$: شاهد (بدون کاربرد کود)، $b_1$:۱۰۰ درصد اوره (۲۶۰/۸۶ کیلوگرم در هکتار اوره)، $b_2$: ورمی-کمپوست ۳۳/۳ درصد و ۶۶/۶ درصد اوره (۱۷۳/۷۳ کیلوگرم در هکتار اوره و ۱۱۴۱/۸۵ کیلوگرم در هکتار ورمی‌کمپوست)، $b_3$: ورمی‌کمپوست ۶۶/۶ درصد و ۳۳/۳ درصد اوره (۸۶/۸۶ کیلوگرم در هکتار اوره و ۲۲۸۳/۷۱ کیلوگرم در هکتار ورمی‌کمپوست)، $b_4$: ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست (۳۴۲۹ کیلوگرم در هکتار ورمی-کمپوست) که مبنای مقادیر ورمی‌کمپوست و اوره بر اساس ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر اساس توصیه کودی انتخاب شد و فاکتور دوم، دو توده ورامین و اصفهانی بودند.

در هر واحد آزمایشی، ۱۰ ردیف کاشت به طول چهار متر و به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از همدیگر در نظر گرفته شد. در تاریخ ۲۰ فروردین، بذرهای شوید با دست در عمق ۱/۵ تا دو سانتی‌متر و با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع به شکل خطی کشت شدند (Carrubba *et al*., 2013).

بین دو کرت مجاور، یک پشته ۷۵ سانتی‌متری به عنوان نکاشت و بین دو تکرار مجاور، چهار متر فاصله گذاشته شد. پیش از کشت، مقادیر ۱۵ کیلوگرم فسفر از نوع سوپرفسفات تریپل و ۲۰ کیلوگرم پتاس به‌صورت سولفات پتاسیم به خاک اضافه شد. بر اساس تیمارهای تعریف شده، کود آلی ورمی‌کمپوست در یک مرحله قبل از کاشت (اوایل فروردین) توسط بیل با خاک مخلوط شد. در تیمارهای مورد نظر، کود اوره تقسیط شده و در دو مرحله به زمین داده شد؛ در مرحله اول برای تیمارهای مختلف کودی در هنگام آبیاری اول به زمین داده شد و سپس انتهای کرت‌ها بسته شد تا اوره موجود در هر کرت با آب آبیاری از کرت‌ها خارج نشود. مرحله دوم کوددهی یک ماه پس از کاشت بود که نصف باقی مانده کود اوره به زمین داده شد. برای اطمینان از جوانه‌زنی و حفظ تراکم در حد مطلوب، در مرحله سه تا چهار برگی، تنک بر اساس تراکم مورد نظر انجام شد. آبیاری کرت‌ها با توجه به شرایط اقلیمی و نوع خاک تنظیم شد. در ابتدای دوره کشت، هر رچها روز یک‌بار بود و به‌تدریج به هفت روز یک‌بار تغییر یافت. در اول شهریور، هنگامی که برگ‌ها و ساقه‌ها، زرد و چتر و چترک‌های گیاهان زرد مایل به قهوه‌ای شدند، برای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری فاکتورهای مورد نظر، دو ردیف کناری هر کرت و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت به‌عنوان اثرات حاشیه‌ای حذف شد و سطح باقی-مانده هر کرت برداشت شد. نمونه‌ها به محض برداشت و برای جلوگیری از ریزش بذرها، در کیسه‌های کتانی قرار داده شدند و سریعا به آزمایشگاه انتقال یافتند. در این تحقیق، صفاتی از قبیل ارتفاع، عملکرد زیستی، عملکرد اسانس و محتوی د- کارون و عملکرد آن و سایر ترکیبات اصلی اسانس (آلفافلاندرن، لینالول، پی سیمن و لیمونن) اندازه‌گیری و محاسبه شدند. تعداد ۱۰ گیاه در هر کرت انتخاب شدند و سپس میانگین نمونه‌ها جهت ثبت عملکرد زیستی گزارش شد. به منظور تعیین وزن خشک بوته‌ها، نمونه‌ها در آونی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند و سپس با ترازوی دیجیتال وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. همچنین برای محاسبه عملکرد دانه، پس از جدا کردن کاه و کلش و بوجاری بذرها، عملکرد دانه‌ها از سطحی معادل شش مترمربع در وسط هر کرت به‌دست آمد. استخراج اسانس توسط دستگاه اسانس‌گیر کلونجر در آزمایشگاه دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد و بر اساس آن، مقدار عملکرد اسانس (عملکرد دانه در درصد اسانس) در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) تعیین شد. اجزای اسانس در دانشگاه صنعتی اصفهان توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS)، با مشخصات مدل TRACE MS و ساخت شرکت Thermo Quest-Finnigan تعیین شد. طول ستون مورد استفاده ۶۰ سانتی‌متر و گاز حامل در دستگاه گاز $H_2$ بود طیف جرمی ترکیبات بدست آمد و شناسایی ترکیب‌ها با بررسی طیف‌های جرمی پیشنهادی کتابخانه های کامپیوتر دستگاه GC/MS انجام گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9(1.3) (SAS Institute Inc., 2002) انجام شد و نرمال بودن توزیع باقیمانده‌ها، با استفاده از رویه Univariate و قبل از تجزیه واریانس مورد بررسی قرار گرفت تجزیه واریانس داده‌های آزمایش با استفاده از رویه GLM (مدل خطی تعمیم یافته) انجام شد و مقایسه میانگین تیمارهای آزمایشی به روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

### ارتفاع بوته

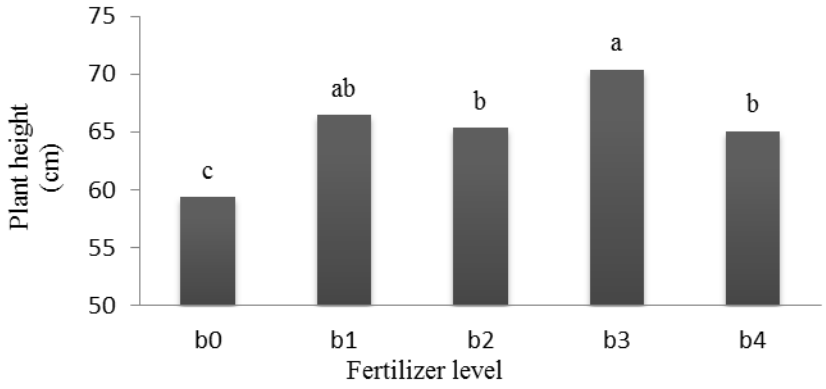
تجزیه واریانس داده ها نشان داد که ارتفاع بوته شوید، تنها تحت تاثیر انواع کود نیتروژن در سطح یک درصد قرار گرفت. مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته، به‌ترتیب به سطح کودی ۶۶/۶ درصد ورمی‌کمپوست به‌همراه ۳۳/۳ درصد اوره و تیمار شاهد (بدون کود)، به‌ترتیب با ۷۰/۴۱ و ۵۹/۳۶ سانتی-متر تعلق داشت (شکل ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک محل آزمایش
Table 1. Physiochemical properties of the the experimental field soil.

| Depth (cm) | Soil Texture | K ($mg.kg^{-1}$) | Total Nitrogen (%) | Bulk Density ($g.cm^{-3}$) | Organic Carbon (%) | pH | EC ($dS.m^{-1}$) | P ($mg.kg^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0-30 | Silt Clay Loamy | 310 | 0.052 | 1.5 | 0.74 | 7.2 | 1.15 | 17.3 |

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیائی ورمی‌کمپوست مورد استفاده در آزمایش
Table 2. Physiochemical properties of the vermicompost used in experimental

| K ($mg.kg^{-1}$) | Total Nitrogen (%) | Humidity (%) | Organic Carbon (%) | pH | EC ($dS.m^{-1}$) | P ($mg.kg^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 63.19 | 3.52 | 25 | 16.74 | 8.2 | 5.1 | 10.61 |




شکل ۱- اثر سطوح کودی بر ارتفاع بوته شوید. فاکتورهای کودی $b_0$ تا $b_4$ : به‌ترتیب شاهد، ۱۰۰٪ اوره، ورمی‌کمپوست ۳۳/۳٪ و ۶۶/۶٪ اوره، ورمی‌کمپوست ۶۶/۶٪ و ۳۳/۳٪ اوره و ۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست. ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Figure 1. Effect of different levels of fertilizers on dill plant height. Fertilizer tratments $b_0$- $b_4$: control treatment (without fertilizer), 100% urea, vermicompost 33.3 and urea 66.6%, vermicompost 66.6 and urea 33.3% and 100% vermicompost.Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5% of probability level, using LSD test.

نتایج تحقیقی نشان داد که ارتفاع بوته شوید، تحت تاثیر تیمارهای مختلف کود نیتروژن در سطح یک درصد قرار گرفت، به‌گونه‌ای‌که بالاترین ارتفاع بوته (۷۹/۶۷ سانتی‌متر) به کاربرد کود شیمیایی تعلق داشت؛ هرچند بین این تیمار و کاربرد کود زیستی به‌همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی (۷۷/۶۷ سانتی‌متر)، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و کمترین آن در تیمار بدون کود (۵۵ سانتیمتر) گزارش شد (Makkizadeh Tafti *et al*., 2012) که این نتایج با نتایج تحقیق حاضر در یک راستا بود. ورمی‌کمپوست از طریق افزایش جذب آب و فراهمی و جذب مطلوب عناصرغذایی پرمصرف و کم‌مصرف، موجب افزایش ارتفاع بوته گیاهان می‌شود (Darzi *et al*., 2016; Baghbani- Arani, 2017). در تحقیقی روی گیاه شنبلیله، کاربرد کود نیتروژن (ورمی‌کمپوست و اوره)، باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع نسبت به عدم کاربرد کود نیتروژن شد (Baghbani- Arani, 2017). در مورد تاثیر نیتروژن بر ارتفاع گیاه، وظیفه اصلی نیتروژن تکثیر سلولی، افزایش طول سلول و تمایز سلول است که با تامین نیتروژن کافی، موجب افزایش طول گیاه می‌شود.

**عملکرد زیستی**

بر اساس جدول تجزیه واریانس، تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد زیستی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین برهمکنش بین توده و تیمار کودی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) حاکی از آن است که در همه ترکیبات تیماری، بیشترین و کمترین عملکرد زیستی، به‌ترتیب به تیمار کودی ۶۶/۶ درصد ورمی‌کمپوست به‌همراه ۳۳/۳ درصد اوره در توده ورامین و تیمار شاهد (بدون کود) در توده ورامین (۵۲۲۴ و ۲۴۵۹ کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت و همین روند در توده اصفهانی نیز مشاهده شد (جدول ۳). همچنین کاربرد کود نیتروژن ($b_1$ تا $b_4$) نسبت به شاهد ($b_0$)در هر دو توده ورامین و اصفهانی، به‌ترتیب سبب افزایش معنی‌دار (۳۳/۷۵، ۳۹/۸۱، ۵۳/۹۳، ۲۸/۶۲ و ۲۸/۷، ۳۳/۱۵، ۳۸/۲۴، ۱۲/۳۲ درصدی) عملکرد زیستی گیاه شوید شد (جدول ۳).

در تحقیقی گزارش شد که عملکرد زیستی شوید، تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای مختلف کود نیتروژن در سطح یک درصد قرار گرفت، به‌گونه‌ای‌که بیشترین عملکرد زیستی در تیمار کاربرد کود شیمیایی بود؛ هرچند بین این تیمار و کاربرد کود زیستی به‌همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و کمترین آن در تیمار بدون کود گزارش شد (Makkizadeh Tafti *et al*., 2012). محققین این پژوهش در تفسیر نتایج حاصله چنین عنوان کردند که مصرف ورمی‌کمپوست از طریق بهبود خواص بیولوژیک خاک مانند افزایش زیست‌توده میکروبی و عرضه پایدار عناصرغذایی پر مصرف نظیر نیتروژن و فسفر و نیز وجود تنظیم کننده‌های رشد گیاهی همچون هورمون‌های رشد گیاه در ورمی‌کمپوست می‌تواند موجب بهبود رشد، نمو و عملکرد گیاه فلفل شود. در پژوهشی دیگر که با استفاده از مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست در گیاه دارویی ریحان انجام شد، نتایج نشان داد که مصرف ورمی‌کمپوست، باعث افزایش کمیت و کیفیت اسانس، عملکرد اسانس و عملکرد زیستی نسبت به تیمار شاهد شد (Anwar *et al*., 2005).

همچنین هم‌راستا با نتایج این تحقیق، Gholamhoseini *et al*.(2013) اظهار داشتند که سیستم تغذیه تلفیقی دربین سایر سیستم‌های تغذیه‌ای شیمیایی و آلی خالص، بیشترین عملکرد زیستی را در گیاه آفتابگردان تولید کردند که علت این امر را فراهمی بیشتر نیتروژن قابل دسترس خاک با نیازهای گیاه در طول دوره رشد و همچنین حفظ و نگهداری عناصرغذایی خاک و جلوگیری از آبشویی نیتروژن، افزایش فعالیت‌های زیستی و بهبود ساختمان خاک توسط کود آلی عنوان کردند.

**عملکرد اسانس**

اثر تیمار کودی و برهمکنش تیمار کودی و توده بر عملکرد اسانس دانه شوید در سطح یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین برهمکنش توده و تیمار کودی نشان می‌دهد که در هر دو توده، بیشترین و کمترین عملکرد اسانس، به‌ترتیب در تیمار کودی ۶۶/۶٪ ورمی-کمپوست به‌همراه ۳۳/۳٪ اوره و تیمار شاهد (بدون کود)، (به‌ترتیب ۱۷/۰۵ و ۱/۲۱ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد و همان‌طور که مشاهده می‌شود، تیمار ۱۰۰ درصد اوره بعد از تیمار شاهد، کمترین عملکرد اسانس را تولید کرد (جدول ۳). همچنین مشاهده شد که مصرف کود نیتروژن ($b_1$ تا $b_4$) نسبت به شاهد ($b_0$)در هر دو توده ورامین و اصفهانی، به‌ترتیب سبب افزایش معنی‌دار (۴/۷۵، ۶/۵۸، ۱۴/۸۳، ۷/۵۸ و ۶، ۷/۵۴، ۱۰، ۷/۶۹ برابری) عملکرد اسانس شوید شد (جدول ۳). با توجه به این‌که عملکرد اسانس، حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد اسانس است، یک صفت اقتصادی مهم به‌شمار می‌رود. به‌نظر می‌رسد که در اثر افزودن ورمی‌کمپوست به خاک، نه تنها در دسترس بودن عناصرغذایی مورد نیاز گیاه (به‌ویژه نیتروژن و فسفر) افزایش پیدا کرده است، بلکه ورمی-کمپوست با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، باعث افزایش تولید ماده خشک، عملکرد دانه و درصد اسانس شد که در نهایت سبب بهبود عملکرد اسانس نیز گشت. همچنین با توجه به این‌که اسانس، دارای پایه نیتروژنی و فسفری است، کاربرد کود اوره به

تنهایی، تاثیر کمتری نسبت به ورمی‌کمپوست در افزایش عملکرد اسانس داشته‌است (Baghbani- Arani, 2017). از طرفی دیگر، عملکرد دانه در کاربرد همزمان ورمی‌کمپوست و کود نیتروژن، افزایش می‌یابد، به این دلیل که کود شیمیایی در ابتدای رشد گیاه، سریع‌تر در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و همچنین ورمی‌کمپوست، از آبشویی آن جلوگیری می‌کند و همچنینبه‌دلیل فراهم کردن مناسب و پایدار نیتروژن و دیگر عناصر پرمصرف و ریزمغذی، سبب دوام بیشتر سبزینگی گیاهان در تیمارهای تلفیقی نسبت به سایر تیمارها می‌شود . از آن‌جا که متابولیت‌های ثانویه (اسانس) از تولیدات جانبی فتوسنتز می‌باشند، بنابراین مقدار تولید متابولیت‌های ثانویه در این گیاه بالا می‌رود و بالاترین حجم تولیدی اسانس را به خود اختصاص می‌دهد (Kaplan *et al*., 2009).

جدول ۳- اجزای تشکیل دهنده ترکیبات اسانس توده های شوید

Table 3. Essential oil components in dill populations

| Isfahan | Varamin | Compounds | Isfahan | Varamin | Compounds |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.095 | 0 | *E, E-2,6 dimethyl3,5octatetraene* | 0.01 | 0 | *trans-dihydrocarvone* |
| 0.11 | 0.095 | *ϒ-terpinene* | 0.25 | 0.165 | *Myrecene* |
| 0.075 | 0.095 | *Myristicin* | 0 | 0 | *α-Pinene* |
| 1.385 | 0.28 | *Linaylacetate* | 0.069 | 0.026 | *Camphor* |
| 0.32 | 0.205 | *Dehydro-p-Cymene* | 0.025 | 0.01 | *Dill ether* |
| 0 | 0.015 | *Carveol* | 0.01 | 0.01 | *Piperitone* |
| 0.055 | 0.38 | *β Myrcene* | 0 | 0 | *Sabinene* |
| 0.003 | 0.273 | *Thujyl alcohol* | 0.04 | 0.04 | *α-Thujene* |
| 0.105 | 0.145 | *Grandisol* | 0.105 | 0.14 | *γ-Terpinene* |
| 0.025 | 0.065 | *neoiso-dihydrocarveol* | 0 | 0 | *iso-dihydrocarveol* |
| 0.06 | 0 | *Dihydrocarveol* | 0.105 | 0 | *trans-Carveol* |
| 0.08 | 0.1 | *cis-Carveol* | 0.04 | 0.14 | *Dill apiol* |
| 0.04 | 0.14 | *2-Carene* | 0.01 | 0.105 | *Apiol* |
| 0.14 | 0.105 | *o-Isopropenyltolune* | 0.01 | 0 | *Myristicin* |
| 0.01 | 0 | *1-2-diethoxyethane* | 0.01 | 0.1 | *β-phellandrene* |
| 0.105 | 0.1 | *Dihydrocarveol* | 0.055 | 0 | *m-Cymene* |
| 0.037 | 0 | *Dihydrocarveol* | 0.065 | 0.025 | *β- pinene* |
| 1.385 | 0.14 | *Diplaniol* | 0.095 | 0 | *Cis-dihydrocarvone* |
| 0.32 | 0.105 | *Linalool* | 0.03 | 0.01 | *R-Carvone* |
| 0 | 0 | *Bis-1,2 Benzenedicarboxylic acid* | 0.065 | 0 | *S-carvone* |
| | | | 0.105 | 0.01 | *Anethole* |

بررسی روی گیاه شوید نشان داد که کاربرد کودهای زیستی، باعث افزایش چشمگیر درصد اسانس، عملکرد بذر و به‌دنبال آن عملکرد اسانس شد (Tavakoli- Dinani, 2009). همچنین بررسی دیگری نشان داد که میزان اسانس گیاه شوید در سطح یک درصد، تحت تاثیر تیمارهای کودی نیتروژن قرار گفت، به‌گونه‌ای‌که کود تلفیقی زیستی و شیمیایی، بالاترین درصد اسانس و پس از آن، به‌ترتیب کود شیمیایی و کود زیستی، بیشترین میزان اسانس را تولید نمودند و کمترین نیز در تیمار بدون کود حاصل شد (Makkizadeh Tafti *et al*., 2012). نتایج به‌دست آمده از این تحقیق مبنی بر افزایش درصد و عملکرد اسانس در راستای کاربرد ورمی‌کمپوست، با نتایج محققان دیگر روی ریحان (Anwar *et al*., 2009)، مریم گلی (Rohricht *et al*., 2009) و شنبلیله (Baghbani- Arani, 2017) مطابقت دارد. تحقیقات نشان داده‌است که کاربرد نیتروژن در گیاهان دارویی و معطر (ریحان، بادرشبی و انیسون)، با افزایش فتوسنتز، میزان کلروفیل و فعالیت آنزیم روبیسکو، زیست‌توده و رشد و توسعه برگ و عملکرد اسانس را افزایش داد (Sifola & Barbieri, 2006). در تحقیقی روی گیاه بادرشبی گزارش شد که تیمار تلفیقی (۵۰ درصد آزوکمپوست و ۵۰ درصد اوره)، به‌دلیل تأمین عناصرغذایی میکرو و ماکرو در خاک، افزایش کربن آلی، افزایش پویایی در ریزوسفر، تسریع فعالیت‌های آنزیمی در گیاه و دسترسی مطلوب به رطوبت، در نهایت باعث افزایش عملکرد اسانس در گیاه شده‌است (Yousefzadeh, 2012). با توجه به این‌که از نظر اقتصادی، عملکرد اسانس در گیاه دارویی یکی از فاکتورهای کلیدی و مهم می‌باشد، با افزایش جذب

نیتروژن در برگ‌ها، میزان کلروفیل و کارتنوئید افزایش می‌یابد و به‌دلیل افزایش فتوسنتز، رشد و نمو گیاه بیشتر می‌شود و عملکرد ماده خشک افزایش می‌یابد. در این راستا، افزایش عملکرد ماده خشک، اثر مستقیم افزاینده بر عملکرد اسانس خواهد داشت.

**ترکیبات اسانس دانه شوید**

نتایج حاصل از بررسی دستگاه GC/MS نشان داد که مقدار پنج ترکیب د-کارون، آلفا- فلاندرن، لینالول، پی-سیمن و لیمونن از بقیه ترکیبات اسانس بذر شوید بیشتر بود. بیان شده‌است که ترکیبات اصلی تشکیل دهنده اسانس بذر شوید در شرایط اقلیمی متفاوت، فرق می‌کند (Chahal *et al*., 2017). همچنین در بررسی ترکیبات اسانس اندام‌های مختلف شوید نشان داده شد که بیشترین ترکیبات اسانسی در برگ‌ها، آلفا-فلاندرن و بتا فلاندرن و در بذرها، د-کارون عمده‌ترین بود (Andalibi *et al*., 2010). در تحقیقی دیگر گزارش شد که لیمونن (۵۱/۳۴) و د-کارون (۴۵/۲۳)، بیشترین ترکیب تشکیل دهنده بذر شوید می‌باشند (Gheshm *et al*., 2015).

**درصد محتوای د-کارون و عملکرد آن**

تجزیه واریانس نشان داد که درصد و عملکرد د-کارون، تحت تاثیر معنی‌دار برهمکنش تیمار کودی و توده در سطح یک درصد قرار گرفت و علاوه بر این، تاثیر تیمار کودی بر عملکرد د–کارون نیزدر سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین میزان د- کارون (۹۱/۴۹ درصد)، به توده اصفهان در تیمار کودی ۱۰۰ درصد ورمی-کمپوست تعلق داشت که با اکثر کرت‌های آزمایشی که با کود نیتروژن تیمار شده بودند، اختلاف آماری معنی‌داری نداشت و کمترین میزان (۸۳/۰۵ درصد)، در تیمار کودی شاهد در توده ورامین مشاهده شد (جدول ۴). مقایسه میانگین عملکرد د-کارون نشان داد که تیمار تلفیقی ورمی‌کمپوست و اوره ($b_3$) خصوصا در توده ورامین، بالاترین میزان (۱۶/۰۴ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد و کمترین میزان آن در تیمار شاهد و در توده اصفهانی (۰/۹۸ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد (جدول ۴).

د-کارون در بین سایر ترکیبات شوید، بخش عمده‌ای از اسانس این گیاه را تشکیل می‌دهد و تغییرات اندک در درصد این ترکیب، می‌تواند از نظر اکولوژیکی، ژنتیکی و اقتصادی دارای اهمیت باشد. طبق تحقیقات انجام شده به‌وسیله Carrubba (2009)، ترکیبات اسانس شوید در واکنش به تیمارهای کودی مختلف، پاسخ‌های متفاوتی نشان دادند، به‌طوری‌که نمی‌توان تیمار کودی مشخصی پیشنهاد کرد. حتی در بعضی موارد، از تیمار شاهد (بدون کود)، نتایج بهتری حاصل به‌دست آمده است که می‌تواند به‌دلایل مختلف از جمله شرایط آب و هوایی، توده و شرایط مکانی کشت باشد. به‌طورکلی، کیفیت اسانس شوید در آزمایشات کودی مختلف، از روندی مشابه با عملکرد اسانس تبعیت نمی‌کند که نتایج این تحقیق نیز موید آن است. در تحقیقی نشان دادند که کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن، بر ترکیبات تشکیل دهنده اسانس شوید تاثیر داشت و با مصرف تیمارهای مختلف کودی، میزان د-کاروون نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت و از نظر مقدار د-کاروون، برتری با تیمار تلفیقی کود زیستی و شیمیایی بود، ولی از نظر درصد لیمونن و ترانس دی هیدروکارون، حتی از تیمار شاهد (بدون کود) نیز کمتر بود (Makkizadeh Tafti *et al*., 2012). در آویشن نیز افزایش میزان نیتروژن تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، باعث افزایش عملکرد ماده خشک به‌دست آمده در گیاه شد، اما در میزان ماده موثره تیمول تاثیری نداشت (Rezaei Nezhad *et al*., 2010). همچنین نتایج به‌دست آمده توسط Gholami *et al*. (2013) نشان دهنده آن است که تیمارهای نیتروژن، تاثیری در مقدار نسبی (درصد) آلفا-توجون و کامازولن، ترکیبات اصلی تشکیل دهنده افسنطین ندارد، ولی با توجه به این‌که د-کارون، ترکیب اصلی و اقتصادی اسانس شوید است، باید برنامه‌ریزی برای عملکرد د-کارون مورد بررسی قرار گیرد. مقدار د-کارون بیشتر در اسانس شوید، مبین کیفیت مطلوب اسانس این گیاه دارویی است. در تحقیقی در شنبلیله گزارش شد که بالاترین مقادیر تمام صفات اندازه‌گیری شده شامل محتوی رنگریزه‌های فتوسنتزی، قند، پرولین، میزان و عملکرد تریگونلین (ماده موثره دارویی) در بین انواع مختلف

نیتروژن، به تیمار ورمی‌کمپوست اختصاص داشت (Baghbani- Arani, 2017). آن‌ها بیان داشتند که عملکرد تریگونلین در تیمار ورمی‌کمپوست، به‌دلیل داشتن اثر مثبت بر درصد تریگونلین و عملکرد دانه، سبب افزایش عملکرد تریگونلین شد. ورمی‌کمپوست، غنی از عناصرغذایی پر مصرف و کم مصرف است و در بهبود فرآیندهای حیاتی خاک نیز نقش موثری ایفا می‌کند؛ بنابراین مصرف آن می‌تواند موجب افزایش زیست‌توده گیاهی و تسریع در گلدهی شود (Arancon *et al*., 2004) و این اثر، ضمن مهیا کردن زمان مناسب برای رسیدگی مطلوب دانه شوید، می‌تواند سبب بهبود کیفیت اسانس آن نیز شود. از طرفی، نیتروژن از جمله عناصر ضروری در گیاهان می‌باشد؛ چنانچه نیتروژن در دسترس، کمتر یا بیشتر از حد نیاز گیاه باشد، اختلالاتی را در فرایندهای حیاتی گیاه بوجود می‌آورد که ممکن است به‌صورت‌های مختلفی نظیر افزایش رشد و نمو، کاهش تعرق و یا حتی توقف رشد زایشی بروز نماید. در ساختمان کلروفیل که به گیاه رنگ سبز می‌دهد، و گیاهان را قادر به گرفتن انرژی برای جذب موادغذایی و رشد می‌کند، به نیتروژن نیاز است. همچنین نیتروژن یکی از اجزای تشکیل دهنده اسیدهای آمینه ایست که واحد سازنده پروتئین می‌باشند (Baghbani- Arani, 2017).

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های صفات زراعی و کیفی توده های شوید، تحت تاثیر برهمکنش توده و سطوح کود نیتروژن

Table 4. Mean comparison of agronomical and qualitative traits of Dill populations affected by fertilizer levels × populations interaction

| Populations | Fertilizer levels | Biological yield (kg ha$^{-1}$) | Essential oil yield (kg ha$^{-1}$) | d-Carvone content (%) | d-Carvone yield (kg ha$^{-1}$) | α-phellandrene content (%) | Linalool content (%) | p-Cymene content (%) | Limonene content (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Varamin | $B_0$ | 2459.00g | 1.20g | 77.00d | 1.13f | 1.19cde | 1.20bc | 1.16bc | 3.25cd |
| | $B_1$ | 3711.67cd | 5.7def | 84.00abc | 5.00e | 1.13de | 1.22bc | 1.17bc | 5.64ab |
| | $B_2$ | 4085.33bc | 7.90cd | 82.00bc | 6.72d | 2.47abcd | 2.10ab | 2.03ab | 6.82a |
| | $B_3$ | 5224.00a | 17.8a | 85.00ab | 16.04a | 1.36cde | 2.20ab | 2.27a | 4.39bcd |
| | $B_4$ | 3445.00de | 9.1bc | 83.00abc | 4.22e | 0.49e | 2.30a | 0.92c | 5.57ab |
| Isfahan | $B_0$ | 2727.33fg | 1.30g | 79.00cd | 5.56f | 3.01abc | 0.94c | 1.85abc | 4.79abc |
| | $B_1$ | 3825.00cd | 7.80cde | 83.40abc | 6.99d | 3.23ab | 1.80abc | 1.89abc | 3.47cd |
| | $B_2$ | 4080.00bc | 9.80bc | 83.50abc | 9.51c | 1.17bcde | 1.84abc | 1.90abc | 5.68ab |
| | $B_3$ | 4416.00b | 13.00b | 86.00a | 12.98b | 0.93de | 2.05ab | 0.96c | 4.42bcd |
| | $B_4$ | 3110.67ef | 10.00bc | 84.80ab | 4.78e | 3.59a | 2.50a | 2.61a | 2.71d |

فاکتورهای کودی $b_0$ تا $b_4$ : به‌ترتیب شاهد، ۱۰۰ درصد اوره، ورمی‌کمپوست ۳۳/۳ درصد و ۶۶/۶ درصد اوره، ورمی‌کمپوست ۶۶/۶ درصد و ۳۳/۳ درصد اوره و ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست). میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد، اختلاف معنی‌دار با هم ندارند.

Fertilizer factors including $b_0$- $b_4$: control treatment (without fertilizer), 100% urea, vermicompost 33.3 and urea 66.6%, vermicompost 66.6 and urea 33.3% and 100% vermicompost).Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5% of probability level, using LSD test.

Carrubba (2009) به این نکته اشاره دارد که کود نیتروژن، باعث بهبود پروتئین و محتوای اسانس گیاه شوید می‌شود؛ بنابراین تغذیه نیتروژنی به‌واسطه تأثیر قابل توجهی که بر عامل‌های رشد و صفات فیزیولوژیک و در نتیجه کیفیت اسانس گیاه شوید دارد، از اهمیت خاصی برخوردار است. وی همچنین نشان داد که در اثر استفاده همزمان از ورمی‌کمپوست و کود معدنی نیتروژن، نه تنها می‌توان مقدار کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش داد، بلکه می‌توان باعث افزایش عملکرد د-کارون نیز شد. نتایج تحقیقات مختلف، حاکی از بهبود کیفیت اسانس، تحت تاثیر کودهای شیمیایی و آلی به‌صورت تلفیقی می‌باشد. همچنین در تحقیقی روی شنبلیله گزارش کردند که بالاترین مقدار عملکرد تریگونلین دانه، در تیمار مصرف ۵۰ ٪ کود آلی و ۵۰ ٪ کود شیمیایی اوره به‌دست آمد (Dadresan *et al*., 2015). در تحقیقی دیگر مشخص

شد که مصرف پنج تن ورمی‌کمپوست همراه با کود شیمیایی در گیاه ریحان، برتری محسوسی از نظر میزان اسانس نسبت به شاهد داشت. آن‌ها در پژوهش خود نشان دادند که مصرف ورمی‌کمپوست، برتری بارزی از نظر کیفیت اسانس نسبت به عدم مصرف کود داشت، به‌طوری‌که مقادیر لینالول و متیل کاویکول موجود در اسانس، به نحو محسوسی بیشتر بود (Anwar *et al*., 2005). نتایج تحقیقی روی بادرنجبویه نشان داد که کاربرد مقادیر مختلف کود نیتروژن، بر درصد ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس بادرنجبویه موثر بوده است و موجب افزایش درصد ترکیب هایژرانیال و نرال نسبت به شاهد (بدون کود) شده است (Abbaszadeh *et al*., 2016) که مطالعه مذکور، نتایج این تحقیق را تایید می‌نماید. نتیجه به‌دست آمده از مقایسه بین ورمی‌کمپوست و شاهد می‌تواند موید آن باشد که کاربرد تیمارهای کود آلی، می‌تواند عناصرغذایی لازم (پرمصرف و کم‌مصرف) را در مراحل مختلف رشد در اختیار گیاه شوید قرار دهد و منجر به افزایش کیفیت اسانس (میزان د-کارون) شود. سایر محققین نیز بهبود در کیفیت اسانس گیاهان دارویی را به کمک مصرف کودهای زیستی و آلی، تأیید می‌نمایند (Carrubba, 2009; Abbaszadeh *et al*., 2016; Anwar *et al*., 2005).

**سایر ترکیبات اسانس دانه شوید (آلفافلاندرن، لینالول، پی سیمن و لیمونن)**

تجزیه واریانس نشان داد که تمامی صفات گفته شده، تحت تاثیر اثر برهمکنش تیمارهای کودی و توده قرار گرفتند و علاوه بر این، اثر تیمار کودی بر میزان لیمونن در سطح پنج درصد و اثر توده بر میزان آلفافلاندرن در سطح یک درصد نیز معنی‌دار شد. مقایسه میانگین این ترکیبات نشان داد که بیشترین مقدار آلفافلاندرون، لینالول و پی – سیمن، به توده اصفهان در پلات‌هایی که با ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست تیمار شده بودند، تعلق داشت، درحالی‌که همین تیمار، کمترین میزان لیمونن را به خود اختصاص داد (جدول ۴). ولی در خصوص عملکرد اسانس و د-کارون، برتری با تیمار تلفیقی ۶۶/۶ ورمی‌کمپوست و ۳۳/۳ درصد اوره در توده ورامین بود، درحالی‌که بیشترین درصد اسانس در تیمار تلفیقی ۶۶/۶ ورمی‌کمپوست و ۳۳/۳ درصد اوره در توده اصفهان مشاهده شد (جدول ۴). با توجه به این‌که د-کارون در حدود ۸۳ تا ۹۲ درصد میزان اسانس دانه گیاه شوید را در تیمارهای مختلف به خود اختصاص داده است، منطقی به نظر می‌رسد که از روند عملکرد اسانس که بالاترین آن در توده ورامین مشاهده شد، پیروی نماید، ولی در ترکیبات دیگر (آلفافلاندرون، لینالول و پی - سیمن)، برتری با توده اصفهان است. در خصوص کمترین میزان مشاهده شده درصد پی - سیمن در تیمار تلفیقی ورمی‌کمپوست و اوره (b4) در توده ورامین و یا در درصد لیمونن در تیمار (b4) در توده اصفهان نیز با نتایج سایر محققین مطابقت دارد.

در بسیاری از پژوهش‌های مرتبط با کشاورزی پایدار مشاهده می‌شود که مصرف کودهای آلی در گیاهان دارویی اسانس‌دار، ضمن افزایشی که در بعضی از اجزای اسانس ایجاد می‌کند، سبب کاهش در بعضی دیگر از ترکیبات اسانس می‌شود (Anwar *et al*., 2005; Younesian *et al*., 2013). در تحقیقی گزارش شد که کودهای زیستی و آلی، سبب افزایش درصد آنتول و استراگول اسانس رازیانه شد، درحالی‌که میزان فنکون و لیمونن آن کاهش یافت؛ آن‌ها همچنین نشان دادند که با توجه به گونه گیاهی، اثرات این کودها بر کیفیت اسانس می‌تواند متفاوت باشد و در مجموع بیان داشتند که با توجه به متفاوت بودن اثرات کودی و توده بر ترکیبات اسانس، باید تیمار مطلوب بر اساس درصد آنتول (عامل اصلی کیفیت رازیانه) معرفی شود (Younesian *et al*., 2013). نتایج تحقیقی نشان داد که توده‌های بومی در گیاه زیره سبز، واکنش‌های متفاوتی در بازده و کیفیت اسانس داشتند که علت آن را تاثیر شرایط اکولوژیکی و جغرافیایی آن منطقه عنوان کردند (Valadabadi *et al*., 2010). در تحقیقی دیگر، میزان اسانس در گونه‌های مختلف نعنا در چند منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت؛ یافته‌ها حاکی از آن بود که میزان اسانس و ترکیبات آن در گونه‌های مختلف بسیار متفاوت بود (Abbaszadeh *et al*., 2016). با توجه به نتایج متفاوت کیفیت اسانس دو توده ورامین و اصفهان

شوید در این تحقیق، گویای می‌توان گفت که توده‌های مختلف در یک منطقه رویشی یکسان، واکنش‌های متفاوت از نظر درصد و ترکیبات اسانس نشان می‌دهند. وجود روابط معکوس در میزان ترکیبات اصلی اسانس گیاهان دارویی معطر، تحت تاثیر عناصرغذایی می‌باشد که توسط محققین دیگر نیز گزارش شده‌است. در تحقیقی مشخص شد که میزان مونوترپن‌ها و هیدروکربن‌های سزکویی ترپن، به شدت با تعادل شیمیایی در خاک (مواد آلی، فسفر و اشباع بازی) مرتبط می‌باشند. تنوع شیمیایی مشاهده شده در متابولیت‌های ثانویه، با محیط زیست در ارتباط هستند (Curado *et al*., 2006). در بررسی اثر انواع کودهای آلی و شیمیایی و تلفیقی بر خواص بیوشیمیایی گیاه زولنگ (خانواده چتریان) مشخص شد که بیشترین درصد ماده لیمونن در تیمار کمپوست، ۵-متیل-پایریمندون و بتا-سزکویی فولاندرین در تیمار تلفیقی کمپوست + ورمی‌کمپوست و بیشترین عملکرد وزن تر و درصد ماده ۴- (۵، ۱-دایمیتلکس- ۴-انیل) سیکولکس- ۲- انون در تیمار ۱۰ تن ورمی‌کمپوست تولید شد و درصد لیمونن با درصد و عملکرد اسانس و هر سه ترکیب گفته شده همبستگی منفی داشت (Kashefi *et al*., 2015). در تحقیقی نشان دادند که افزودن کود نیتروژن به خاک، درصد کاروون را افزایش و بر عکس درصد دیل آپیول اسانس دانه شوید را کاهش داد (Bist *et al*., 2008). همچنین گزارش شد که مصرف کود دامی در زیره سبز، سبب افزایش معنی‌دار میزان کومین‌آلدهید، پاراسیمن و میرسن شده است؛اما میزان آلفاپینن، بتاپینن، گاماترپینن و ۴- پارامنتادین ۷ -آل با مصرف کود دامی کاهش معنی‌داری یافته است (Ahmadian *et al*., 2011). به نظر می‌رسد که بهبود میزان لینالول و دـ کارون (از ترکیبات تعیین کنندهٔ کیفیت اسانس در گیاه دارویی شوید) در تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست، به‌دلیل بهبود فعالیت‌های میکروبی مفید در خاک و فراهم نمودن مطلوب عناصر ماکرو و میکرو برای تشکیل این ترکیبات در گیاه می‌باشد (Rezaei Nezhad *et al*., 2010). در همین زمینه در پژوهشی روی گیاه ریحان نشان داده شد که کاربرد پنج تن ورمی‌کمپوست، موجب بهبود کیفیت اسانس، یعنی لینالول و متیل کاویکول موجود در اسانس شد (Anwar *et al*., 2009). محققین گزارش نمودند که ورمی‌کمپوست، غنی از عناصرغذایی پرمصرف و کم‌مصرف است و با آزادسازی تدریجی عناصرغذایی که متناسب با مرحله رشدی گیاه می‌باشد، باعث افزایش محتوی ترکیبات مانند لینالول و ژرانیل-استات در گیاه گشنیز شد (Gholami *et al*., 2013). همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که در اکثر ترکیبات اسانس دانه شوید، اگرچه بالاترین میزان این ترکیبات در تیمارهای ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست یا با نسبت بالاتر ورمی‌کمپوست در تیمارهای تلفیقی به‌دست آمد، ولی تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱۰۰ درصد شیمیایی نداشت (جدول ۳). در راستای نتایج این تحقیق، Makkizadeh Tafti *et al*. (2012) در بررسی اثر انواع تیمارهای کودی بر اسانس و ترکیبات آن در گیاه شوید نشان دادند که میزان اسانس، به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفته و کاربرد کود زیستی به‌همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی و پس از آن به‌ترتیب کود شیمیایی و کود زیستی، بیشترین میزان اسانس را تولید نمودند و همچنین کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن بر ترکیبات تشکیل دهنده اسانس شوید تاثیر داشته و با مصرف تیمارهای مختلف کودی میزان کاروون نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. آن‌ها نتیجه گرفتند که کاربرد کودهای زیستی به تنهایی و یا در ترکیب با کود شیمیایی، در بهبود صفات کمی و کیفی گیاه دارویی شوید تاثیر مثبتی داشته است و بجای مصرف مداوم کود شیمیایی می‌توان با استفاده بهینه از نهاده‌های زیستی در راستای کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی ناشی از مصرف کود شیمیایی نیتروژنی اوره گام برداشت.

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که برهمکنش کود نیتروژن و توده، تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع، عملکرد زیستی و اسانس و ترکیبات اسانس دانه شوید داشت، به‌گونه‌ای‌که در هر دو توده، کود نیتروژن سبب بهبود ارتفاع، عملکرد زیستی و اسانس، محتوای

ترکیبات اسانس (دکاروون و عملکرد آن، آلفافلاندرن، لینالول به‌جز پی – سیمن و لیمونن در توده اصفهان) شد. با توجه به این‌که کمیت و کیفیت اسانس در گیاهان دارویی، نقش مهم و اقتصادی دارد و با در نظرگرفتن عملکرد زیستی و اسانس و دکارون (مهم‌ترین ماده موثره شوید و بیشترین میزان اجزای اسانس آن در این تحقیق)، سطح کودی ۶۶/۶ درصد ورمی-کمپوست به‌همراه ۳۳/۳ درصد اوره در توده ورامین، بهترین تیمار در این آزمایش بود؛ ضمن این‌که در راستای سلامتی انسان و کشاورزی پایدار، می‌توان در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و آلودگی‌های ناشی از آن گام برداشت. ولی در خصوص محتوای سایر ترکیبات اسانس (آلفافلاندرن، لینالول و پی سیمن)، تیمار کودی ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست در توده اصفهانی برتر بود.

**References**


1. Abbaszadeh, B., Sharifi- Ashourabadi, A., Ardekani, M., Aliabadi- Farahani, H. & Alizadeh Sahzabi, A. (2016). Effect of nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative yield of Lemon balm (*Melissa officinalis* L). *Article abstracts of the 9th Iranian National Conference on Ecological Agriculture*. Gorgan. Iran. Pp: 61. (In Persian)
2. Ahmadian, A., Ghanbari, A., Gholavi, M., Siahsar, B. & Arazmjo, E. (2011). The Effect of different irrigation regimes and animal manure for on nutrient, essential oil and chemicals in cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Journal of Crop Ecophysiology (Agricultural Science)*, 4(16), 83-94. (In Persian)
3. Amiri, M., Mansoorifar, S., Asilan, K. S. & Heidari, H. (2016). Effect of irrigation interval and nitrogen fertilizer on seed yield and pigment contents in Dill. *Journal of Plant Productivity*, 38(4): 71-80. (In Persian)
4. Andalibi, B., Zehtab Salmasi, S., Ghassemi Gholezani, K. & Saba, J. (2010). Changes in essential oil yield and composition at different parts of Dill (*Anethum graveolens* L.) under limited irrigation conditions. *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production*, 21(2), 11-22. (In Persian)
5. Anwar, M., Patra, D. D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A. A. & 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. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36 (13-14), 1737-1746.
6. Anwar, M., Patra, D. D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A. A. & Khanuja, S. P. S. (2009). Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. *Plant Science*, 168, 1-14.
7. Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Metzger, J. D. & 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. *Pedobiologia*, 49, 297–306.
8. Arancon, N., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C. & Metzger, J. D. (2004) "Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields". *Journal of .Bio Resource Technology,* 93, 145-153.
9. Baghbani- Arani, A. (2017). *Quantitative and qualitative assessment of (Trigonella foenum-graecum) under drought stress during the vegetative and reproductive stage in response to zeolite and vermicompost*. Ph.D. Thesis Tarbiat Modares University Faculty of Agriculture**.** Pp: 567. (In Persian)
10. Baghbani- Arani, A., Modarres-Sanavy, S. A. M., Mashhadi Akbar Boojar, M. & Mokhtassi Bidgoli, A. (2017). Towards improving the agronomic performance, chlorophyll fluorescence parameters and pigments in fenugreek using zeolite and vermicompost under deficit water stress. *Industrial Crops & Products*, 109, 346–357.
11. Banchio, E., Xie, X., Zhang, H. & Pare, P. W. (2009). Vermicompost elevate essential oil accumulation and emissions in sweet basil. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 57, 653–657.
12. Bist, L. D., Kewland, C. S. & Sobaran, S. (2008). Effect of planting geometry and level of nitrogen on growth and yield quality of European Dill (*Anethum graveolens* L.). *Indian Journal of Horiculturet*, 57, 351-355.
13. Carrubba, A. (2009). Nitrogen fertilization in Dill (*Anethum graveolens* L.): A review and meta-analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture* p, 89, 921-926.
14. Carrubba, A., Catalano, C. & Bontempo, R. (2013). Cultivation of Dill (*Anethum graveolens* L.) with different row arrangements. *European Journal of Agronomy*, 5, 19-30.

15. Chahal, K. K., Monika, A., Kumur, U. & Kaur, R. (2017). Chemistry and biological activities of *Anethum graveolens* L. (Dill) essential oil: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry,* 6(2), 295-306.
16. Curado, M. A., Oliveira, C. B., Jesus, J. G., Santos, S. C., Seraphin, J. C. & Ferri, P. H. (2006). Environmental factors influence on chemical polymorphism of the essential oils of *Lychnophora ericoides*. *Phytochemistry*, 67, 2363-2369.
17. Dadrasan, M., Chaichi, M. R., Pourbabaee, A. A., Yazdani, D. & Keshavarz-Afshar, R. (2015). Deficit irrigation and biological fertilizer influence on yield andtrigonelline production of Fenugreek. *Industrial Crops and Products,* 77, 156–162.
18. Gheshm. R., Khoramdel, S., Mahmodi, Gh. & Hoseini, M. (2015). Effects of planting date and preservative practices on density and growth characteristics and quantitative and qualitative yield of dill (*Anethum graveolens* L.). *Applied Research of Plant Ecophysiology*, 1(4), 45-62. (In Persian)
19. Gholamhoseini, M., Ghalavand, A., Khodaei-Joghan, A., Dolatabadian, A., Zakikhani, H. & Farmanbar, E. (2013). Zeolite-amended cattle manure effects on sunflower yield, seed quality, water use efficiency and nutrient leaching. *Soil & Tillage Research*, 126, 193–202.
20. Gholami, M., Azizi, A. & Piri, K. (2013). Quantitative and qualitative differences of constituents of wormwood essential oil in field conditions, greenhouse and in vitro culture. *Proceedings of the 8th Iranian National Biotechnology Congress*. Pp. 383. (In Persian)
21. Kaplan, M., Kocabas, I., Sonmez, I. & Kalkan, H. (2009). The effects of different organic fertilizers applications on the dry weight and the essential oil quantity of sage (*Salvia fruticosa* Mill.). *Acta Horticulture*, 26, 147-152.
22. Kashefi, B., Boye, B. & Alipour, Z. T. (2015). The effect of compost and vermicompost on morphological and biochemical characteristics of Zolang (*Eryngium caucasicum* Trautv.). *Journal of Crop Production and Processing*, 4(13), 143-151. (In Persian)
23. Makkizadeh Tafti, M., Chaichi, M., Nasrollahzadeh, S. & 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 Agricultural Science and Sustainable Production,* 21(4):51-62. (In Persian)
24. Masciandaro Ceccanti, G. B. (2008). Soila agro-ecological Management: fert irrigation and vermicompost treatments. *Journal of. Bio Resource Technology*, 59(2-3), 199-206.
25. Nejatzadeh-Barandozi, F. (2014). Effects of nitroxin and nitrogen fertilizers on grain yield and essential oil from seeds of (*Anethum graveolens* L.). *Annual Research and Review in Biology*, 4(11): 1839-1846.
26. Rahmanian, M., Esmaielpour, B., Hadian, J., Shahriari, M. H., & Fatemi, H. (2017). The effect of organic fertilizers on morphological traits, essential oil content and components of Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production*, 27(3), 103-118. (In Persian)
27. Rezaei Nezhad, A., Omidbeig, R. & Khademi, K. (2010). Effect of nitrogen fertilizer and harvest time on essential oil and thymol thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural Research*, 2, 13-23. (In Persian)
28. Rohricht, C. M., Curunet, M. & Solf, M. (2009). The influence of vermicompost application on yield and quality of sage (*Salvia officinalis*). *Plant Science*, 170, 695-694.
29. Sifola, M. I. & Barbieri, G. (2006). Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae,* 108, 408–413.
30. Tavakoli- Dinani, A. (2009). *Effect of phosphate solubilizing biofertilizers on quantitative and qualitative yield of two medicinal plant varieties* (*Anethum graveolens* L.). M.Sc. Thesis. Islamic Azad University of Roodehen BranchFaculty of Agriculture. (In Persian)
31. Valadabadi, S. A. R., Aliabadi Farahani, H. & Moaveni, P. (2010). Investigate effect of nitrogen application on essential oil content and seed yield in different cumin (*Cuminum cyminum* L.) populations at Qazvin zone. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(3), 348-357. (In Persian)
32. Younesian, A., Rezvani Moghaddam, P. & Gholami, A. (2013). The effect of organic, biological and chemical fertilizers application on the quantity and quality of essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). *Plant Production Technology*, 13(2), 63-72. (In Persian)
33. Yousefzadeh, S. (2012). *Effect of biofertilizer and Azocompost on the yield performance and quality characteristics of Dragonhead (Dracocephalum moldavica L.) in two regions of Iran*. Ph.D. Thesis Tarbiat Modares University Faculty of Agriculture. Iran.