نشریه علمی تغذیه گیاهان باغی
دوره دوم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۸، (ص ۱۱۵-۱۲۸)

بررسی امکان جایگزینی جزئی کود اوره با کودهای زیستی در تولید گیاه دارویی شوید

سودابه مفاخری[1*] و محمد مهدی ضرابی[2]

۱- نویسنده مسئول، استادیار، گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران. mafakheri@ikiu.ac.ir

۲- استادیار، گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

mehdimzz@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۰۸ تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۰۶/۲۳

چکیده

آزمایشی به‌منظور ارزیابی تأثیر کاربرد کودهای زیستی در کاهش مصرف کود شیمیایی اوره اجرا گردید و اثر تیمارهای تغذیه‌ای بر کمیت و کیفیت محصول گیاه دارویی شوید بررسی شد. این آزمایش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، واقع در شهر قزوین انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل ۴ سویه باکتری محرک رشد (**Azotobacter**، ***Azospirillum***، ***Pseudomonas stutzeri*** و ***Pseudomonas putida***) بود که با نسبت مساوی با هم ترکیب شده و به عنوان کود زیستی به کار گرفته شد. کود زیستی تهیه شده در ترکیب با سطوح مختلف اوره (صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده اوره برای گیاه شوید) مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که کود اوره به صورت جدا و ترکیب با کود زیستی ویژگی‌های رشد رویشی، مقدار محصول بذر (۹۶۴/۴ کیلوگرم در هکتار)، درصد اسانس (۲/۷۰ درصد) و مقدار کلروفیل برگ (۱/۷۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر) را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. آنالیز اسانس حاصل از بذر شوید نشان داد که مهمترین ترکیبات اسانس کارون (۵۶/۲۳ درصد)، لیمونن (۲۶/۷ درصد) و آپیول (۱۸/۰۸ درصد) بود که به طور معنی‌داری تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی قرار گرفتند. استفاده از نصف مقدار توصیه شده کود اوره به همراه کود زیستی، علاوه بر افزایش مقدار محصول سبب بالا رفتن کیفیت شوید می‌گردد. در واقع به منظور کاهش مقدار کود شیمیایی، استفاده از کوددهی تلفیقی پیشنهاد می‌شود.

کلید واژه‌ها: اسانس، تغذیه، کود زیستی، لیمونن.

-مقاله پژوهشی

مقدمه

شوید، با نام علمی *Anethum graveolens* L. گیاهی علفی و یکساله از خانواده چتریان است. این گیاه به فراوانی در صنایع غذایی و دارویی استفاده می‌شود و از قدیم الایام در آشپزی و طب سنتی ایران کاربرد داشته است. بذرهای شوید به عنوان هاضمه، ملین، ضد اسپاسم، تقویت کننده معده، ضد نفخ و ... مصرف دارویی دارند. تأثیر فیزیولوژیک این گیاه دارویی به خاطر وجود اسانس و ترکیبات مهمی مانند کارون، آپیول و لیمونن است (امیدبیگی، ۱۳۸٤). در حال حاضر تقاضا برای غذای سالم، به دلیل سلامت و ملاحظات محیطی پایدار این محصولات، رو به افزایش است این امر در مورد گیاهان دارویی که به طور مستقیم با سلامت انسان در ارتباط هستند اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. گیاهان دارویی و معطر، حاوی متابولیت‌های ثانویه مفید برای انسان‌ها می‌باشند. اسانس‌ها و ترکیب‌های معطر این گیاهان در مصارف مختلف از جمله عطر، طعم دهنده غذا، ادویه، نگهدارنده غذا و همچنین ساخت داروهای گیاهی کاربرد دارند (Hadian *et al*., 2014).

استفاده از کودهای زیستی به عنوان نهاده‌های دوستدار طبیعت، جهت تغذیه این گیاهان و در راستای تولید محصول سالم، از اهمیت خاصی برخوردار است. بنابراین هر گونه پیشنهاد روش تغذیه‌ای که بتوان به وسیله آن کاربرد کودهای شیمیایی را حذف و یا به حداقل رساند، از اولویت‌های پژوهشی بسیاری از محققان است (Bhatt *et al*., 2016).

کودهای زیستی ترکیبی از ریزجانداران هستند که توانایی تبدیل عناصر غیر قابل دسترس به انواع قابل جذب توسط گیاهان را دارند؛ همچنین این گروه از ریزجانداران جوانه‌زنی بذر، گسترس سیستم ریشه و رشد و نمو گیاهان را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند (Patidar *et al*., 2016). ریزجانداران می‌توانند با سنتز هورمون، تثبیت نیتروژن، کاهش پتانسیل اسمزی ریشه‌ها و سنتز گروهی از آنزیم‌ها نقش خود را در بهبود رشد گیاه ایفا کنند. باکتری‌های آزادزی مانند ازتوباکتر و آزوسپریلیوم نه تنها توانایی تثبیت نیتروژن هوا را دارند، بلکه با آزاد کردن هورمون-های رشد مانند اکسین و اسید جیبرلیک، رشد گیاه، جذب عناصر غذایی و فرایند فتوسنتز را نیز بهبود می-بخشند (مفاخری و همکاران، ۱۳۹۰). تأمین فسفر مورد نیاز گیاهان از طریق کودهای شیمیایی و بیولوژیک امکان-پذیر است. مقدار زیادی از فسفر موجود در کودهای شیمیایی بعد از ورود به خاک، نامحلول شده و عملاً از دسترس گیاه خارج می‌گردند، استفاده از ریزجاندارانی به نام حل کننده‌های فسفات برای تبدیل شکل نامحلول به محلول فسفر ضروری به نظر می‌رسند. بیشترین درصد ریزجانداران حل کننده فسفات در خاک را باکتری‌ها و قارچ‌ها تشکیل می‌دهند. این موجودات قادرند فسفر خاک را به شکل محلول درآورده و در اختیار گیاه قرار دهند و به این طریق علاوه بر افزایش جذب فسفر سبب بالا بردن عملکرد گیاه نیز می‌شوند (کاویانی و همکاران، ۱۳۹٤). تیمار بذر شوید با باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سدوموناس سبب افزایش محصول و بالا رفتن کیفیت اسانس بذر این گیاه شده است (Hellal *et al*., 2011). کاربرد سویه‌هایی از باکتری‌های حل کننده فسفر نیز سبب افزایش معنی‌دار رشد و نمو و ترکیبات اسانس شوید شده است (کاویانی و همکاران، ۱۳۹٤). گزارش شده است که با افزایش مقدار نیتروژن، رشد رویشی، عملکرد بذر و درصد اسانس شوید، به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد

(Hellal *et al*., 2011). کاربرد سطوح مختلف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کودهای زیستی شامل آزوسپیریلوم، ازتوباکتر و باسیلوس روی گیاه رازیانه نشان داد که بالاترین رشد و زیست توده تر و خشک گیاه در تیمار تلفیق ۵۰ درصد کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه آزوسپیریلوم، ازتوباکتر و باسیلوس حاصل شد (Mahfouz and Sharafaldin, 2007).

مطالعات نشان داده‌اند که اگرچه کودهای شیمیایی نیاز ضروری کشاورزی امروزی می‌باشد و در افزایش عملکرد گیاهان ضروری هستند، اما افزایش نگرانی‌های ناشی از آلودگی زیست محیطی، آلودگی محصولات و هزینه زیاد آنها سبب ترغیب نمودن به جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای زیستی به منظور افزایش کمیت و کیفیت محصول شده است (Savcii, 2012). در واقع، استفاده مناسب از منابع کودهای زیستی و شیمیایی نه تنها برای به دست آوردن عملکرد بالاتر و تولید کافی محصول بلکه برای حفظ سلامتی و پایداری خاک برای دوره طولانی‌تر، بسیار مهم است (Patil *et al*., 2016). بنابراین با توجه به مطالب فوق، هدف از اجرای این تحقیق، بررسی امکان جایگزینی جزئی و یا کاهش مقدار مصرف کود شیمیایی نیتروژنه (اوره) به کمک کاربرد ترکیبی از میکروارگانیسم-های مفید خاکزی در تولید گیاه دارویی شوید است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی در کاهش نیاز به مصرف کود اوره در تولید گیاه دارویی شوید، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) واقع در شهر قزوین که در طول جغرافیایی ۵۰ درجه شمالی، عرض ۳۱ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۷۰ متر واقع شده است، در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ به اجرا درآمد. میانگین بارش سالانه ۳۱۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. بذرهای شوید از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید و در تاریخ ۵ فروردین در کرت‌های آماده شده به ابعاد ۲×۳ متر کشت شد. فاصله ردیف‌های کشت ۴۰ سانتی‌متر و فاصله بین دو بوته ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از سبز شدن بذرها و در مرحله ظهور دو برگ اصلی، تنک کردن صورت گرفت. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایشی در جدول (۱) آمده است. سویه‌های باکتری مورد استفاده در این تحقیق شامل ازتوباکتر (*Azotobacter chroococcum*)، آزوسپریلیوم (*Azospirillium lipoferum*)، و دو سویه سدوموناس (*Pseudomonas stutzeri* و *Pseudomonas putida*) بودند که از مرکز تحقیقات آب و خاک ایران تهیه گردید. در هر میلی‌لیتر محلول باکتریایی حدود 10^{8} باکتری فعال وجود داشت که با نسبت مساوی با هم مخلوط گردید و به عنوان کود زیستی پس از تنک کردن گیاهان (در مرحله ظهور دو برگ اصلی) به خاک پای بوته‌ها اضافه شد. مقدار پیشنهادی کود اوره برای گیاه شوید ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد و به نسبت‌های صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده به صورت تقسیطی در مراحل ظهور دو برگ اصلی و قبل از گلدهی، به روش سرک استفاده گردید. تیمارهای آزمایشی به شرح زیر می‌باشند:

B0N0: شاهد (بدون کاربرد کود)

B0N3: ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره، بدون کاربرد کود زیستی
B0N2: ۵۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره، بدون کاربرد کود زیستی
B0N1: ۲۵ درصد مقدار توصیه شده کود اوره، بدون کاربرد کود زیستی
B1N0: کود زیستی بدون کاربرد کود اوره
B1N3: کود زیستی همراه با ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره
B1N2: کود زیستی همراه با ۵۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره
B1N1: کود زیستی همراه با ۲۵ درصد مقدار توصیه شده کود اوره

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایشی

Table 1. Chemical and physical characteristics of site soil

بافت خاک Soil texture	رس Clay %	لوم Silt %	شن Sand %	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)	نیتروژن N%	ماده آلی C %	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS/m)
شنی- لومی Loam-Sand	27	29	44	38	312	0.06	0.94	6.7	1.25

در مرحله گلدهی کامل از هر کرت ۵ بوته با رعایت اثر حاشیه‌ای، برداشت و فاکتورهای مورفولوژیکی از جمله ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی درجه اول و وزن تر اندازه‌گیری شد. بوته های برداشت شده، در شرایط سایه خشک و پس از خشک شدن کامل، وزن خشک بوته ثبت گردید. سایر گیاهان هر کرت تا رسیدن کامل بذرها نگهداری و عملکرد بذر اندازه‌گیری گردید. به منظور اندازه‌گیری کلروفیل کل، ۰/۲۵ گرم از برگ‌های جوان شوید در مرحله گلدهی، در ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد قرار داده شد؛ سپس نمونه‌ها در سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ده دقیقه سانتریفیوژ گردید و مقدار کلروفیل a در طیف جذبی ۶۶۳ نانومتر و مقدار کلروفیل b در ۶۴۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر Jenway مدل ۶۳۵۰ ساخت کشور انگلستان، قرائت و به کمک فرمول‌های زیر، بر اساس میلی‌گرم کلروفیل در گرم برگ تازه محاسبه شد.

کلروفیل کل از مجموع این دو مقدار محاسبه گردید (Dere *et al.*, 1998).

$$\text{Chlorophyll a} = (19.3\times A663 - 0.86\times A645)\ V/100W$$

$$\text{Chlorophyll b} = (19.3\times A645 - 3.6\times A663)\ V/100W$$

V= حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)

A= جذب نور در طول موجهای ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر

W= وزن تر نمونه بر حسب گرم

میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ‌های شوید (برگ همراه با دمبرگ) در مرحله گلدهی کامل، به ترتیب با روش کجلدال و نشر شعله‌ای اندازه‌گیری شد (Chapman and Pratt, 1961). اسانس‌گیری از بذرهای رسیده شوید با استفاده از دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با بخار آب انجام گرفت. به این منظور از ۲۰ گرم بذر آسیاب شده به همراه ۴۰۰ میلی‌لیتر آب استفاده شد. زمان لازم برای استخراج اسانس‌ها ۳ ساعت بود. برای تجزیه

نمونه‌های اسانس و اندازه‌گیری دقیق ترکیب‌های موجود در آن از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) مدل Shimadzu GC-9A ساخت کشور ژاپن، استفاده شد. طیف‌های بدست آمده با مقایسه طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد، شناسایی شدند. درصد نسبی هر یک از ترکیب‌ها هم با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف کروماتوگرام حاصل، بدست آمد.

تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده با نرم‌افزار آماری SAS 9.3 انجام شد. مقایسه میانگین‌های به دست آمده توسط روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵٪ انجام گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که ارتفاع بوته به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. بررسی مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بالاترین ارتفاع بوته در گیاهان تیمار B1N3 با مقدار ۱۲۰/۵۳ سانتی‌متر حاصل گردید. با این وجود در حالت کاربرد کود زیستی در مقایسه با عدم کاربرد این کود، ارتفاع بوته به طور معنی‌داری افزایش یافت. ارتفاع بوته در شرایط استفاده از ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره و بدون حضور کود زیستی ۱۰۸/۸۰ سانتی‌متر بود که در صورت استفاده از ۵۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره به همراه کود زیستی، ارتفاع بوته بیشتری (۱۱۶/۴۷ سانتی‌متر) حاصل گردید. ارتفاع بوته نیز در تیمار شاهد (۸۲/۶۷ سانتی‌متر) با کاهش روبرو شد (جدول ۳). ارتفاع بوته مانند هر اندام دیگر رویشی یا زایشی به شدت تحت تأثیر عناصر غذایی و آب قرار می‌گیرد. دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی کافی، به خصوص نیتروژن، از طریق تأثیر بر تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها در افزایش ارتفاع بوته بسیار موثر می‌باشد. قاسمی و همکاران (۱۳۹۲) در گیاه دارویی اسفرزه، گزارش کردند که استفاده همزمان از اوره و باکتری‌های حل کننده عناصر معدنی، سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته می‌شود که با نتایج حاصل از این تحقیق تطابق دارد.

تعداد شاخه فرعی

همانگونه که در آنالیز واریانس (جدول ۲) مشاهده می‌شود، تیمارهای کود زیستی و اوره تأثیر معنی‌داری به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ ٪ بر صفت تعداد شاخه فرعی داشتند. اثر متقابل کود زیستی و اوره در این صفت معنی‌دار نشد. تعداد شاخه فرعی در گیاه شوید تیمار شده با B1N2 (کود زیستی همراه با ۵۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره) و به تعداد ۹/۱ عدد، حاصل گردید. با این وجود تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای B1N2، B1N3، B0N3 و B0N2 در این صفت وجود نداشت کمترین تعداد شاخه فرعی نیز از گیاهان تیمار B0N0 به دست آمد (جدول ۳).

تعداد شاخه فرعی صفتی است که تحت تأثیر ژنتیک و محیط قرار می‌گیرد و فراهمی عناصر غذایی بر این صفت مؤثر است. در تیمار تلفیقی اثر مفید کود زیستی در افزایش عرضه عناصر غذایی و در نتیجه بهبود فتوسنتز و تسهیم بهتر مواد در مخازن موجب شده است که تعداد شاخه‌های فرعی در بوته افزایش یابد. از طرفی افزایش

سطح سبز فتوسنتز کننده در نتیجه مصرف نیتروژن موجب بیشتر شدن تولید و انتقال مواد فتوسنتزی و هورمون‌های تحریک کننده رشد به مریستم‌های انتهایی و جانبی می‌شود و در نتیجه، مجموعه این عوامل باعث افزایش تحریک مریستم انتهایی و جانبی و افزایش تولید شاخه‌های فرعی در تیمار حاوی اوره می‌گردد (صیدی و همکاران، ۱۳۹٦). در مطالعه‌ای که توسط یزدانی بیوکی و همکاران (۱۳۹۳) در خصوص کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن صورت گرفت مشاهده شد که کاربرد سطح متوسط نیتروژن در هکتار بیشترین تعداد شاخه های جانبی را در گیاه مرزنجوش وحشی سبب گردید.

وزن تر بوته و خشک بوته

صفت وزن تر بوته تحت تأثیر تیمارهای تغذیه‌ای، در سطح ۱ ٪ معنی‌دار گردید (جدول ۲). بالاترین وزن تر بوته در گیاهان تیمار B1N3 و B1N2 به ترتیب به مقدار ٦٨/٥٧ و ٦٧/١٠ گرم حاصل شد. در واقع می‌توان با استفاده از کود زیستی، کاربرد کود اوره را به نصف مقدار کاهش داد. کمترین وزن تر بوته نیز از تیمارهای B0N0 و B1N0 به دست آمد (جدول ٤). تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر تأثیر معنی‌دار تیمارهای کود زیستی و کود اوره بر وزن خشک بوته در سطح احتمال ۱ درصد بود با این وجود اثر متقابل این دو کود تأثیر معنی‌داری بر صفت وزن خشک بوته نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین وزن خشک بوته از گیاهان تیمار شده با B1N2 و B1N3 به ترتیب به مقدار ٢٤/٤٨ و ٢٣/٧٧ گرم به دست آمد. کمترین وزن خشک بوته نیز از تیمار B0N0 و B1N0 حاصل گردید (جدول ۳). گزارش شده است که استفاده از ترکیبی از باکتری‌های محرک رشد و ۵۰ درصد کود شیمیایی تأثیر بیشتری بر کمیت و کیفیت محصول شوید، در مقایسه با استفاده از ۱۰۰ مقدار توصیه شده کود شیمیایی داشته است. باکتری‌های محرک رشد، جذب عناصر معدنی موجود در کود اوره را بهبود می‌بخشند. در واقع استفاده از کودهای حاوی ازتوباکتر و باکتری‌های حل کننده فسفر؛ سبب افزایش توسعه ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی شده که نهایتا منجر به افزایش رشد رویشی و زایشی شوید می‌شوند (Chattopadhyay *et al*., 2017). می توان چنین بیان کرد که از آنجایی که کود نیتروژن باعث افزایش میزان فتوسنتز و در نتیجه افزایش ذخیره کربوهیدرات گیاه میشود، کاربرد این گونه کودها باعث افزایش عملکرد گیاه می‌شود (صیدی و همکاران، ۱۳۹٦). Sokhangoy و همکاران (۲۰۱۲) و Shallan و همکاران (۲۰۰۵) در گیاه شوید؛ Anitha و همکاران (۲۰۱۵) در شنبلیله و Pariari و همکاران (۲۰۱۵) در رازیانه، به نتایج مشابهی دست یافتند.

عملکرد بذر در هکتار

همانگونه که در جدول آنالیز واریانس (جدول ۲)، مشاهده می‌شود، همه تیمارهای آزمایشی در سطح احتمال ۱ ٪ بر عملکرد بذر در هکتار تأثیر معنی‌دار داشتند. بیشترین عملکرد بذر از گیاهانی حاصل شد که کود زیستی و ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده اوره (B1N3) دریافت کردند به طوری که مقدار محصول در این تیمار آزمایشی ٩٦٤/٤ کیلوگرم در هکتار بود. با این وجود تیمار کاربرد نصف مقدار توصیه شده کود اوره به همراه کود زیستی در رده دوم به لحاظ مقدار عملکرد بذر قرار گرفت (٩١٦/٦٧ کیلوگرم در هکتار) و بالاتر از تیمارهای

کاربرد کود شیمیایی به تنهایی، بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد، افزایش مصرف نیتروژن در کنار کاربرد کودهای زیستی، از طریق تأثیر بر فرایندهای فیزیولوژیکی، منجر به افزایش فتوسنتز، آسمیلات بیشتر و ماده خشک و عملکرد دانه بالاتر می‌گردد. در پژوهشی دیگر مشاهده شد که افزایش مصرف نیتروژن اثر مثبت و معنی‌داری روی عملکرد دانه گیاه دارویی زنیان داشت (Mosavi *et al.*, 2015) .

درصد اسانس بذر

اسانس بذر شوید در سطح احتمال ۱ ٪ فقط تحت تأثیر کود اوره معنی‌دار شد (جدول ۲). بالاترین مقدار اسانس از تیمار B0N2 و به میزان ۲/۷۱ درصد حاصل شد. کمترین درصد اسانس بذر از گیاهان تیمار شده با B0N0 و B1N0 حاصل گردید. سایر تیمارهای آزمایشی به لحاظ آماری در یک سطح قرار گرفتند و تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد (جدول ۳).

به طور کلی در حالت استفاده از تغذیه، شیمیایی یا زیستی؛ در مقایسه با تیمار شاهد (بدون کود) افزایش قابل توجهی در درصد اسانس مشاهده شد. این افزایش ممکن است به علت تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه برای سنتز اسانس، خصوصا نیتروژن و فسفر، باشد. نتایج گزارش شده توسط El- Sayed و همکاران (۲۰۱۷) در گیاه شوید، Shahmohammadi و همکاران (۲۰۱٤) در گیاه شوید، Alireza (۲۰۱۲) در گیاه رازیانه، Zeinali و همکاران (۲۰۱٤) و پشت‌دار و همکاران (۱۳۹۵) در گیاه نعناع فلفلی با نتیجه حاصل از این تحقیق، مطابقت دارد.

جدول ۲. تجزیه واریانس تأثیر کودهای زیستی و اوره بر صفات مورفولوژیکی و درصد اسانس شوید.

Table 2. Analysis of variance of the Bio and Urea fertilizers on morphological traits and essential oil percentage in Dill

میانگین مربعات Mean square							
درصد اسانس Essential oil%	عملکرد بذر Seed yield	وزن خشک بوته Dry weight	وزن تر بوته Fresh weight	تعداد شاخه فرعی در بوته Number of branches	ارتفاع بوته Plant height	درجه آزادی df	منابع تغییرات Source of variation
0.004 ns	183925.04 **	22.542 **	190.97 **	0.633 *	634.48**	1	کود زیستی Bio-fertilizer
0941 **	91310.15**	143.402**	976.18**	6.33**	845.55**	3	کود اوره Urea fertilizer
0.059 ns	2674.82**	1.834 ns	25.933**	0.315 ns	14.84 *	3	کود زیستی× اوره Bio × Urea fertilizer
0.175 ns	2024.29 *	9.689 *	7.51 ns	0.608 *	0.742 ns	2	تکرار Replication
0.039	153.38	1.167	3.31	0.138	4.955	14	خطا Error
						23	کل Total
8.43	1.60	6.03	3.45	4.63	2.17		CV

ns، * و ** به ترتیب بی‌معنی، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ ٪ در آزمون دانکن

ns; Non-significant; * Significant at P≤0.05, ** Significant at P≤0.01 (Duncan's test)

جدول ۳. مقایسه میانگین تأثیر کودهای زیستی و اوره بر برخی صفات گیاه شوید

Table3. Mean comparison of effect Bio and Urea fertilizers on some of the Dill's traits

درصد اسانس Essential oil (%)	کلروفیل کل Total Chlorophyll (mg/g FreshW)	عملکرد بذر Seed yield (Kg/h)	وزن خشک بوته Dry weight (g)	وزن تر بوته Fresh weight (g/Plant)	تعداد شاخه فرعی در بوته Number of branches	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تیمار Treatment
1.66 b	1.27 d	519 g	11.40 e	36.00 d	6.5 d	82.67 f	B0N0*
2.38 a	1.50 c	620 f	15.30 d	46.60 c	7.33 c	93.07 e	B0N1
2.71 a	1.66 b	790 d	20.63 b	58.23 b	8.73 ab	102.86 d	B0N2
2.64 a	1.69 b	806.67 d	20.04 c	59.00 b	8.93 a	108.80 c	B0N3
1.93 b	1.29 d	711.33 e	12.06 e	38.57 d	6.93 cd	93.07 e	B1N0
2.36 a	1.52 c	844 c	17.17 d	47.17 c	8.13 b	102.06 d	B1N1
2.50 a	1.74 a	916.67 b	24.48 a	67.10 a	9.10 a	116.47 b	B1N2
2.70 a	1.66 b	964.4 a	23.77 a	68.57 a	8.63 ab	120.53 a	B1N3

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند

Means followed by the same letter in each column do not differ significantly at 5% probability level

*** B0N0= شاهد؛ B0N1 = ۲۵ درصد مقدار توصیه شده کود اوره بدون استفاه از کود زیستی؛ B0N2= ۵۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره بدون استفاده از کود زیستی؛ B0N3= ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره بدون استفاده از کود زیستی؛ B1N0= صفر درصد مقدار توصیه شده کود اوره همراه با کود زیستی ؛ B1N1= ۲۵ درصد مقدار توصیه شده کود اوره همراه با کود زیستی؛ B1N2= ۵۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره همراه با کود زیستی؛ B1N3= ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره همراه با کود زیستی**

کلروفیل کل

همانگونه که در جدول ٤ مشاهده می‌شود فقط تیمار کود اوره توانست تأثیر معنی‌داری بر مقدار کلروفیل برگ داشته باشد. بررسی مقایسه میانگین داده‌ها هم نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل برگ در گیاهان تحت تیمار B1N2 و به مقدار ۱/۷٤ میلی‌گرم در گرم وزن تر، حاصل شد. کمترین مقدار کلروفیل برگ نیز از گیاهان تیمارهای B0N0 و B1N0 به دست آمد (جدول ۳). نیتروژن همراه با منیزیوم نقش اساسی در سنتز کلروفیل دارند و تامین بودن آنها سبب افزایش کلروفیل برگ می‌شود. احتمالا تأثیر مثبت اوره در تامین و در دسترس قرار دادن نیتروژن برای گیاه شوید، این نتیجه را سبب شده است. برخی پژوهشگران معتقدند استفاده از کود زیستی در ترکیب با کود شیمیایی با افزایش عناصر غذایی مانند نیتروژن، آهن و منیزیم که در کلروفیل سازی مؤثر میباشند، محتوی کلروفیل برگ را افزایش می دهند و در آزمایش آنها کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی محتوی کلروفیل برگ ذرت هیبرید ۷۰٤ را بیشتر از مصرف کود شیمیایی یا زیستی، افزایش داد (Maghsudi *et al.*, 2012).

درصد عناصر معدنی برگ

همانگونه که در جدول تجزیه واریانس (جدول ٤) مشاهده می‌شود، همه تیمارهای آزمایشی در سطح احتمال ۱ درصد، بر مقدار عناصر معدنی برگ شوید، تأثیر معنی-دار داشتند. بالاترین درصد نیتروژن، فسفر و پتاس برگ در گیاهان تیمار شده با کود زیستی به همراه ۵۰ درصد مقدار توصیه شده اوره (B1N2) و کمترین مقدار این سه عنصر در تیمار شاهد (B0N0) مشاهده شد. همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود؛ تیمار استفاده از ۵۰ درصد اوره به همراه کود زیستی، بیشترین جذب سه عنصر ضروری نیتروژن، فسفر و پتاس را باعث شد و به لحاظ آماری در سطح a قرار گرفت. این نتیجه نشان می‌دهد که استفاده همزمان از کود شیمیایی و باکتری‌های حل کننده فسفات و تثبیت کننده‌های نیتروژن، با در دسترس قرار دادن عناصر ضروری، جذب آنها را برای گیاه تسهیل کردند. نتایج به دست آمده در این زمینه با گزارش Singhو Singh (۲۰۱٦) در گیاه شوید مطابقت دارد.

درصد لیمونن[1]، کارون[2] و آپیول[3] اسانس

درصد لیمونن اسانس بذر شوید در شرایط استفاده از کود اوره (سطح احتمال ۱ ٪) و اثر متقابل اوره در کود زیستی (سطح احتمال ۵ درصد) معنی‌دار گردید. مقدار کارون تحت تأثیر تیمار اوره و اثر متقابل اوره و کود زیستی معنی‌دار شد (در سطح احتمال ۱ درصد) و آپیول در حضور تیمارهای کود زیستی و کود اوره در سطح احتمال ۵ درصد و اثر متقابل این دو کود در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ٤). بالاترین درصد لیمونن از گیاهان تیمار شده با B1N3، B1N2 و B0N2 حاصل گردید. بیشترین مقدار کارون از گیاهان تیمار شده با B0N2 به دست آمد و بیشترین درصد آپیول نیز از بذوری استحصال شد که تحت تأثیر تیمار B1N2 و B0N1 بودند (شکل ۲). تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، افزایش رشد ریشه در اثر همزیستی باکتریایی و بهبود مقدار کلروفیل برگ و در نتیجه افزایش فتوسنتز گیاه، عامل این بهبود در کیفیت اسانس شوید بوده است. El-Naggar و همکاران در گیاه ریحان، Alizadeh و همکاران (۲۰۱۰) در گیاه مرزه و Mahfouz and Sharaf-Eldin در گیاه رازیانه؛ نتایج مشابهی را گزارش نموده‌اند

[1]Limonene
[2] Carvone
[3] Apiol

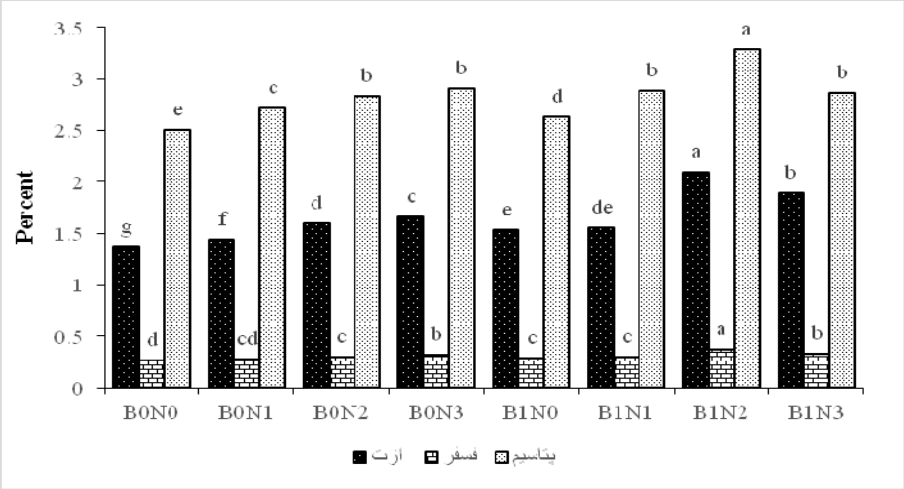
جدول ۴- آنالیز واریانس تأثیر کودهای زیستی و اوره بر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شوید

Table 3- Analysis of variance of Bio and Urea fertilizers on physiological and biochemical traits in Dill

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean square						
		کلروفیل کل Total chlorophyll	درصد نیتروژن N%	درصد فسفر P%	درصد پتاس K%	لیمونن Limonene	کارون Carvone	آپیول Apiol
کود زیستی Bio-fertilizer	1	0.005 ns	0.377 **	0.006 **	0.141 **	1.79 ns	3.28 ns	5.096 *
کود اوره Urea fertilizer	3	0.552**	0.231**	0.005**	0.208**	63.79**	325.44**	6.31*
کود زیستی× اوره Bio × Urea fertilizer	3	0.002ns	0.042**	0.001**	0.45**	3.32*	50.44**	28.25**
تکرار Replication	2	0.0003 ns	0.005 ns	0.0004 ns	0.013 ns	0.336 ns	12.875 ns	1.28 ns
خطا Error	14	0.0003	0.0004	0.0001	0.002	1.251	6.312	1.15
کل Total	23							
CV		1.19	1.26	3.83	1.69	4.92	5.95	13.82

ns، * و ** به ترتیب بی‌معنی، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد در آزمون دانکن

ns; Non-significant; * Significant at P≤0.05, ** Significant (Duncan's test)

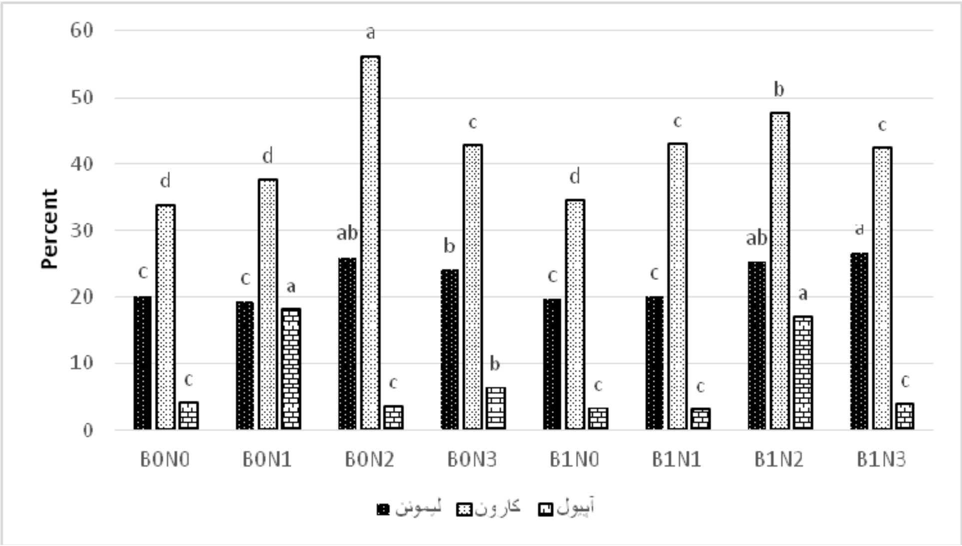


شکل ۱. تأثیر کودهای زیستی و اوره بر درصد عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ شوید

Figure 1. Effect of Bio and Urea fertilizers on N, P and K percentage in the Dill's leaf

Means followed by the same letter in each column do not differ significantly at 5% probability level

* B0N0= شاهد؛ B0N1 = ۲۵ درصد مقدار توصیه شده کود اوره بدون استفاه از کود زیستی؛ B0N2= ۵۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره بدون استفاده از کود زیستی؛ B0N3= ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره بدون استفاده از کود زیستی؛ B1N0= صفر درصد مقدار توصیه شده کود اوره همراه با کود زیستی ؛ B1N1= ۲۵ درصد مقدار توصیه شده کود اوره همراه با کود زیستی؛ B1N2= ۵۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره همراه با کود زیستی؛ B1N3= ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره همراه با کود زیستی.



شکل ۲.تأثیر کودهای زیستی و اوره بر درصد ترکیبات اسانس بذر شوید

Figure 2. Effect of Bio and Urea fertilizers on essential oil composition percentage in the Dill's seed
Means followed by the same letter in each column do not differ significantly at 5% probability level

*** B0N0= شاهد؛ B0N1 = ۲۵ درصد مقدار توصیه شده کود اوره بدون استفاه از کود زیستی؛ B0N2= ۵۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره بدون استفاده از کود زیستی؛ B0N3= ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره بدون استفاده از کود زیستی؛ B1N0= صفر درصد مقدار توصیه شده کود اوره همراه با کود زیستی ؛ B1N1= ۲۵ درصد مقدار توصیه شده کود اوره همراه با کود زیستی؛ B1N2= ۵۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره همراه با کود زیستی؛ B1N3= ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده کود اوره همراه با کود زیستی**

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، پیشنهاد می‌شود جهت کاهش مصرف کود نیتروژنه از مصرف نصف مقدار کود اوره (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به همراه ترکیب کودهای زیستی در تولید گیاه دارویی شوید استفاده شود. با توجه به تولید انواع مختلف کودهای زیستی در کشور، انجام مطالعات بیشتر در زمینه حذف کامل کود شیمیایی از چرخه تولید این گیاه دارویی توصیه می‌شود.

.

منابع

امید بیگی، ر.، ۱۳۸۴. تولید گیاهان دارویی. تهران: انتشارات آستان قدس رضوی.

پشت‌دار، ع.، ابدالی، ع.، مرادی، ف.، سیادت، س.، و بخشنده، ع.، ۱۳۹۵. اثر نوع و میزان کود نیتروژن بر عملکرد و کاراییمصرف آب و نیتروژن در نعناع فلفلی. *مجله علوم زراعی ایران*، شماره ۱۸، صص ۱۴-۳۲.

صیدی، ز.، فاتح، ا.، و آینه‌بند، ا.، ۱۳۹۶. اثر منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی زنیان. *بوم‌شناسی کشاورزی*، شماره ۹، صص ۱۱۵-۱۲۸.

کاویانی، ب.، انصاری، م.ح.، و هاشم آبادی، د.، ۱۳۹۴. اثر باکتری‌های حل کننده فسفات بر کاهش مصرف کود فسفر بر گیاه شوید. *نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی*، شماره ۳۸، صص ۸۲-۹۱.

قاسمی، ک.، فلاح، س.، رئیسی، ف.، و حیدری، م.، ۱۳۹۲. اثر کودهای اوره و زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، شماره ۲۰، صص ۱۰۱-۱۱۶.

مفاخری، س.، امیدبیگی، ر.، سفیدکن، ف.، و ف.، رجالی، ۱۳۹۰. تاثیر کاربرد ورمی کمپوست، بیوفسفات و ازتوباکتر بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی بادرشبی. *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، شماره ۲۷، صص ۵۹۶-۶۱۲.

یزدانی بیوکی، ر.، بنایان اول، م.، خزاعی، ح.، و سودایی زاده، ح.، ۱۳۹۳. بررسی برخی خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی مرزنجوش وحشی (*Origanum vulgare* subsp *virid*.) تحت تاثیر سطوح مختلف کود آزوکمپوست و اوره. *بوم شناسی کشاورزی*، شماره ۶، صص ۷۹۸-۸۱۱.

Alireza, D. 2012. Effect of chemicals and bio-fertilizers on yield, growth parameters and essential oil contents of Fennel (*Foeniculum vulgare* Miller.). *Journal of Medicinal Plants and By-products* 2: 101-105.

Alizadeh, A., Khoshkhui, M., Javidnia, K., Firuzi, O., Tafazoli, E., and A. Khalighi. 2010. Effects of fertilizer on yield, essential oil composition, total phenolic content and antioxidant activity in *Satureja hortensis* L. (Lamiaceae) cultivated in Iran. *Journal of Medicinal Plants Research* 4(1):033-040.

Anitha, M., Swami, D.V., and D.R. Salomi Suneetha. 2015. Seed yield and quality of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) cv.Lam methi-2 as influenced by integrated nutrient management. *The Bioscan* 10: 103-116.

Bhatt, D., Desai, J.R., and D. Bhakta. 2016. Effect of bio inoculants on growth and yield of African marigold (*Tagetes erecta* L.). *Bioscan* 11: 331-34.

Chapman, H.D., and P.F. Pratt. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. *Soil Science* 93(1): 68-78.

Chattopadhyay, A., Mukherjee, A., and J.K. Hore. 2017. Nutrient management of dill (*Anethum sowa* l.) through organic and inorganic management. *Journal of Crop and Weed* 13(2): 102-105

Dere, S., Gunes, T., and R. Sivaci. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll- a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. *Tr. J. of Botany* 22: 13-17.

El-Naggar. A.H.M., Hassan, M.R.A., Shaban, E.H., and M.E.A. Mohamed. 2015. Effect of Organic and Biofertilizers on Growth, Oil Yield and Chemical Composition of the Essential Oil of *Ocimum basillicum* L. Plants. *Journal of Agricultural Research* 60(1): 210-226.

El-Sayed, A.A., Darwish, M., Azoz, S.N., AbdAlla, A.M., and Sh. Elsayed. 2017. Effect of mineral, bio and organic fertilizers on productivity, essential oil composition and fruit anatomy of two dill cultivars (*Anethum graveolens* L.). *Middle East Journal of Applied Sciences* 7(3): 532-550.

Hadian, J., Esmaeili, H., Nadjafi, F., and A. Khadivi-Khub. 2014. Essential oil characterization of *Satureja rechingeri* in Iran. *Industrial Crops and Products* 61: 403-409.

Hellal, F.A., Mahfouz, S.A., and F.A.S. Hassan. 2011. Partial substitution of mineral nitrogen fertilizer by bio-fertilizer on (*Anethum graveolens* L.) plant. *Agriculture and Biology Journal of North America* 2 (4): 652-660.

Mahfouz, S.A., and M.A. Sharaf-Eldin. 2007. Effect of mineral vs. bio fertilizer on growth, yield and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *International Agrophysics* 21: 361-366.

Mosavi, S.G., Seghatoleslami, M.J., Jouyban, Z., Ansarinia, S., and S.A. Moosavi. 2015. Response morphological traits and yield of ajowan (*Carum copticum*) to water deficit stress and nitrogen fertilizer. *Biological Forum– An International Journal* 7(1): 293-299.

Pariari, A., Mukherjee, A., and A. Das. 2015 .Growth and yield of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) as influenced by integrated nitrogen management and spacing . *Journal of crop Weed* 11(2): 90-93.

Patil, A., Anand, B., Mangesh, G., and M. Rajkumar. 2016. Integrated nutrient management in carrot (*Daucus carrota* L.) under north eastern transitional track of Karnataka. *Bioscan* 11: 271-73.

Patidar, S.K., Mitra, M., Goel, S., and S. Mishra. 2016. Effect of carbon supply mode on biomass and lipid in CSMCRI's Chlorella variabilis (ATCC 12198). *Biomass Bioenergy* 86, 1–10.

Savcii, S. 2012. Investigation of effect of chemical fertilizers on environment. *APCBEE Procedia* 1: 287-292.

Shaalan, M.N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of *Nigella sativa* L. plants. *Egyptian journal of Agricultural Res*earch 83: 811-828.

Shahmohammadi, F., Darzi, M.T., and M.H.DD. Hadi. 2104. Influence of compost and biofertilizer on yield and essential oil of dill (*Anethum graveolens* L.). *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research* 2 (2): 446-455.

Singh, G., and SS. ingh. 2016. Effects of fym, biofertilisers and inorganic fertilizers on yield and nutrients uptake of European dill (*Anethum graveolens* L.). *International Journal of Agricultural Science and Research*. 6(3): 301-304.

Sokhangoy, S.H., Ansari, Kh., and D. Eradatmand. 2017. Effect of bio-fertilizers on performance of Dill (*Anethum graveolens* L.). *Iranian Journal of Plant Physiology* 2 (4): 547-552.

Zeinali. H., H. Hosseini and M. H. Shirzadi. 2014. Effects of nitrogen fertilizer and harvest time on agronomy, essential oil and menthol of *Mentha piperita* L. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plant*s 30(3): 486-495.

Investigation the possibility of partial replacing urea fertilizer with bio-fertilizers in the production of Dill (*Anethum graveolens* L.)

Sudabeh Mafakheri[1*], Mohammad Mehdi Zarrabi[2]

1- Assistant professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and plant resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. mafakheri@ikiu.ac.ir

2- Assistant professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and plant resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. mehdimzz@gmail.com

Received Date: 2019/06/29 **Accepted Date: 2019/09/14**

ABSTRACT

Introduction: Dill (*Anethum graveolens* L.) commonly known as Shebet in Farsi is an annual, glabrous and aromatic herb belonging to the Apiaceae family. Dill is one of the first known multipurpose plants which have been used as a spice and medicine. Dill seeds used as a carminative, antispasmodic, sedative, lactagogue, diuretic, stimulant and to treat hemorrhoids, bronchial asthma, neuralgia, dysuria, genital, ulcers and dysmenorrhea. Using organic manures and Bio-Fertilizers such as nitrogen fixing bacteria and phosphate solubilizing bacteria has led to a decrease in the application of chemical fertilizers and has provided high quality agricultural products by using correct nutritional sources through organic manures and bio-fertilizers, yield and active substances of medicinal plants can be maximized. Therefore, the main objective of the present field experiment was to investigate the possibility of replacing urea fertilizer with bio-fertilizers in the production of Dill

Material and methods: Field experiment was conducted at Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. The experiment consisting of 8 treatments was conducted as factorial based on Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. The treatments included: The treatments consisted of four growth-promoting bacterial strains (Azotobacter, Azospirillum, *Pseudomonas stutzeri* and *Pseudomonas putida*) that were combined in equal proportions and used as bio fertilizer. Bio-fertilizers prepared separately or in combination with different levels of urea (100, 50 and 25% recommended amount of urea for Dill).

Results and discussion: The results showed that biological fertilizers, individually or in combination with nitrogen fertilizer, increased growth, seed production, essential oil content, essential oil composition and leaf chlorophyll content; compared to control. Essential oil analysis of coriander seeds showed that the most important compounds are Carvone, limonene and Apiol that were significantly affected by biological and chemical fertilizers. Using 50% of the recommended amount of urea fertilizer with bio fertilizer, increased the quality and quantity of Dill yield. In fact, the use of combined fertilizers is suggested to reduce the using of chemical fertilizer

Keywords: Bio-fertilizer, Essential Oil, Limonene, Nutrition