

تأثیر نهاده‌های زیستی و آلی بر کمیت و کیفیت اسانس و میزان جذب برخی عناصر در گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum L.*)

شیوا خالص‌رو^۱، امیر قلاوند^{۲*}، فاطمه سفیدکن^۳ و احمد اصغرزاده^۴

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه تربیت مدرس

۲- نویسنده مسئول، دانشیار گروه زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، پست الکترونیک: ghalavaa@modares.ac.ir

۳- استاد، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

۴- استادیار، مؤسسه تحقیقات خاک و آب

تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۸۹

تاریخ اصلاح نهایی: خرداد ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۸۸

چکیده

انیسون (*Pimpinella anisum L.*) گیاهی معطر و دارویی است که مهمترین ماده تشکیل‌دهنده اسانس آن آنتول می‌باشد و در صنایع داروسازی و غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این آزمایش برای بررسی تأثیر سطوح ورمی‌کمپوست (۰، ۵ و ۱۰ تن در هکتار)، ترکیب سه باکتری *Azospirillum*، *Azotobacter* و *Pseudomonas* در دو سطح (تلقیح و عدم تلقیح) و ژئولیت (۰ و ۴/۵ تن در هکتار) بر کمیت و کیفیت اسانس و میزان جذب عناصر پر مصرف در گیاه دارویی انیسون به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سنندج به اجرا درآمد. نتایج نشان داد که افزایش سطوح ورمی‌کمپوست سبب بهبود درصد اسانس، عملکرد اسانس، درصد آنتول، درصد متیل‌کاوایکول، میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه گردید. اثر تلقیح باکتری بر صفات مذکور بجز بر درصد متیل‌کاوایکول و پتاسیم معنی‌دار بود. کاربرد ژئولیت نیز باعث افزایش معنی‌دار درصد اسانس، عملکرد اسانس و درصد آنتول گردید. اما در مورد سایر صفات اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. اثر متقابل ورمی‌کمپوست و باکتری بر عملکرد اسانس و میزان فسفر در سطح ۵٪ معنی‌دار بود و بیشترین مقادیر آنها از برهم‌کنش تیمارهای تلقیح با باکتری و کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: انیسون (*Pimpinella anisum L.*)، ورمی‌کمپوست، باکتری، ژئولیت، اسانس.

مقدمه

(Seidani et al., 2005). اهمیت ویژه این گیاه به دلیل اسانس آن است که خاصیت ضدباکتریایی نیز دارد و مهمترین ماده‌ی تشکیل‌دهنده آن آنتول می‌باشد. از مواد دیگر تشکیل‌دهنده اسانس می‌توان به متیل‌کاوایکول و انیس‌آلدئید اشاره نمود. در ایران انیسون در مناطق غرب، کردستان و آذربایجان می‌روید (میرحیدر، ۱۳۶۴).

انیسون (*Pimpinella anisum L.*) یکی از گیاهان دارویی مهم، علفی، یکساله و از خانواده‌ی چتریان می‌باشد که میوه‌های آن حاوی ۱/۵ تا ۶٪ اسانس، ۸ تا ۱۱٪ اسیدهای چرب از جمله پالمیتیک و اولئیک اسید، ۴٪ کربوهیدرات و ۱۸٪ پروتئین می‌باشد (Besharati-

که سبب رشد زیاد و سریع گیاهان از جمله گیاهان دارویی می‌گردد؛ همچنین قابلیت دسترسی به نیتروژن و فسفر را با افزایش تثبیت نیتروژن و محلول کردن فسفر افزایش می‌دهد (Prabha et al., 2007). نتایج تحقیقی بر روی گیاه دارویی بابونه رومی (*Anthemis nobilis*) نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش میزان اسانس و کیفیت آن گردید (Luic & Pank, 2005).

زئولیت نیز امروزه کاربرد گسترده‌ای در کشاورزی دارد و استفاده از آن روز به روز در حال افزایش است. زئولیت به دلیل داشتن تخلخل بالا و ساختار کریستالی قادر است بیش از ۶۰٪ وزنی خود آب نگه دارد، همچنین قابلیت مرطوب شدن داشته و به ریشه گیاهان امکان گسترش جانبی را می‌دهد و آب ذخیره شده در شبکه به تدریج جذب گیاه می‌شود (Polat et al., 2004). در تحقیقی Allen و همکاران (۱۹۹۵) دریافتند که زئولیت قادر است مواد غذایی محلول را به‌طور آرام و پیوسته آزاد نموده و با کمترین هدررفت در دسترس گیاه بگذارد. بنابراین مصرف آن به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی و آلی برای افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی پیشنهاد شده است (رنجبرچوبه، ۱۳۸۲).

با توجه به این که مطالعات انجام شده روی گیاهان دارویی در اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی گویای آنست که استفاده از نظام کشاورزی پایدار به دلیل تطابق با شرایط طبیعی و اصل اصالت کیفیت محصول، بهترین شرایط را برای تولید این گیاهان فراهم می‌آورد و حداکثر ماده‌ی مؤثره در چنین شرایطی تولید می‌گردد (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۱). تحقیق حاضر برای بررسی تأثیر نهاده‌های مذکور بر روی گیاه دارویی انیسون به اجرا درآمد.

با توجه به اثر مخرب زیست‌محیطی کشاورزی متداول که ناشی از مصرف بی‌رویه‌ی نهاده‌های شیمیایی می‌باشد، روز به روز بر اهمیت توجه به کشاورزی جایگزین افزوده می‌شود. یکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف کاربرد کودهای شیمیایی است. کودهای آلی سبب تأمین سلامت انسان و محیط زندگی می‌گردند (Sharma, 2002) و اهمیت کاربرد آنها در مورد گیاهان دارویی که به‌طور مستقیم با سلامت انسان در ارتباط هستند، محرز می‌باشد.

استفاده از کودهای بیولوژیک یکی از راهکارهای مؤثر در حفظ کیفیت مطلوب خاک محسوب می‌گردد که باعث افزایش واکنش‌های مفید بین گیاه و میکروارگانیسم‌ها در ریزوسفر شده و توان گیاه را برای جذب بیشتر عناصر غذایی افزایش می‌دهد (Kokalis-Buerelle et al., 2006). باکتریهای ریزوسفری محرک رشد گیاه (PGPR) از جمله کودهای بیولوژیک مؤثر در افزایش عملکرد گیاهان محسوب می‌شوند که از طریق سازوکارهای مختلف مانند تولید فیتوهورمون‌ها، افزایش تحرک و قابلیت جذب عناصر، تثبیت بیولوژیک نیتروژن مولکولی و ... رشد و عملکرد گیاه را افزایش می‌دهند (Vessey, 2003). در پژوهشی Khalil (۲۰۰۶) نشان داد که استفاده از کودهای بیولوژیک، از جمله *Azotobacter chroococum* سبب افزایش معنی‌دار عملکرد کمی و مواد مؤثره در گیاه دارویی اسفرزه شد.

ورمی‌کمپوست یکی دیگر از کودهای مناسب مورد استفاده در نظام کشاورزی ارگانیک می‌باشد. ورمی‌کمپوست منبعی غنی از عناصر ماکرو، میکرو، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و هورمون‌های محرک رشد گیاه است

مواد و روشها

ابتدا و انتهای هر ردیف) تهیه شدند. اسانس موجود در دانه به روش تقطیر با آب به مدت ۳ ساعت استخراج گردید. درصد اسانس پس از رطوبت‌زدایی آن توسط سولفات سدیم محاسبه شد (سفیدکن، ۱۳۸۰؛ Kapoor *et al.*, 2004). همچنین ترکیب‌های موجود در آن با استفاده از دستگاه‌های کروماتوگراف گازی (GC) و کروماتوگراف گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) مورد شناسایی قرار گرفت. به منظور تعیین غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم از نمونه‌های بذری پس از خشک شدن در آون و پودر شدن، عصاره (به روش هضم توسط اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک، آب اکسیژنه و سلنیم) تهیه شد و عصاره مزبور برای اندازه‌گیری میزان عناصر مورد استفاده قرار گرفت. بدین ترتیب درصد نیتروژن به روش تیتراسیون بعد از تقطیر توسط دستگاه کجل تک اتو آنالیزر، درصد فسفر به روش نورسنجی با معرف مولیبدات-وانادات و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر و میزان پتاسیم به روش نشر شعله‌ای و توسط دستگاه فلیم فتومتر مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند (امامی، ۱۳۷۵).

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SAS استفاده شد و میانگین‌های صفات مورد بررسی توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند.

این پژوهش جهت ارزیابی تأثیر ورمی‌کمپوست در سه سطح (۰، ۵ و ۱۰ تن در هکتار)، مخلوطی از سه باکتری *Azospirillum Azotobacter chroococum* و *lipoferum* در دو سطح (تلقیح و عدم تلقیح)، و ژئولیت در دو سطح (۰ و ۴/۵ تن در هکتار) بر عملکرد اسانس، کیفیت آن شامل درصد آنتول و متیل‌کابوکول و میزان جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه دارویی انیسون مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با دوازده تیمار و سه تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سنندج به اجرا درآمد. براساس نتایج تجزیه‌ی خاک مزرعه، بافت آن لوم رسی (Clay loam) تشخیص داده شد و سایر خصوصیات خاک نیز مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). بذر مورد استفاده در این تحقیق رقم بوداکالازی بود که به صورت سطحی در تاریخ ۲۳ اسفندماه کشت گردید. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت به فواصل ۳۵ سانتی‌متر و به طول ۳ متر بود، فاصله بین تکرارها ۲ متر و فاصله بین کرت‌ها ۱ متر در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری صفات مورد نظر، نمونه‌های بذری از چهار ردیف وسط هر کرت (با احتساب حذف ۵۰ سانتی‌متر از

جدول ۱- برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش و ورمی‌کمپوست

Cu	Zn	Mn	Fe	K	P	N	O.C	EC	pH	
mg/Kg						%		(ds/m)		
۱/۶۲	۱/۱۲	۳/۸۷	۲/۰۲	۳۶۰	۱۶	۰/۱۳۱	۱/۲۴	۱/۳۲	۷/۴۶	خاک
۷۸/۸	۱۴/۷	۶۷۰	۹۸/۹	۱۹۵	۴۰۰۰	۱/۲	۱۰/۶	۲/۵۵	۷/۱	ورمی‌کمپوست

نتایج

کمیت و کیفیت اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر ورمی کمپوست بر درصد اسانس در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) بیانگر آنست که بیشترین بازده اسانس (۳۳۸/۲٪) با کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار حاصل شد که نسبت به عدم کاربرد آن، ۱۵٪ افزایش نشان داد. تلقیح با باکتری و کاربرد زئولیت نیز درصد اسانس را در سطح ۵٪ به صورت معنی‌داری افزایش دادند؛ اما در مورد اثر متقابل، اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد.

همچنین نتایج آزمایش حکایت از آن داشت که تأثیر تیمارهای ورمی کمپوست، تلقیح با باکتری و کاربرد زئولیت بر صفت عملکرد اسانس در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. ورمی کمپوست، عملکرد اسانس را به صورت معنی‌داری افزایش داد و بیشترین عملکرد اسانس (۳۵/۲ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بدست آمد که نسبت به عدم کاربرد آن ۶۴٪ افزایش یافته‌است. در مورد

باکتری و زئولیت نیز به ترتیب بیشترین عملکرد اسانس ۳۱/۱۷ و ۳۰/۶۳ کیلوگرم در هکتار در اثر تلقیح با باکتری و کاربرد ۴/۵ تن در هکتار زئولیت بدست آمد (جدول ۲). علاوه بر این، اثر متقابل ورمی کمپوست و باکتری بر عملکرد اسانس در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌های عملکرد اسانس نشان داد که کمترین میزان آن (۱۷/۹۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به برهم‌کنش تیمارهای عدم تلقیح با باکتری و عدم کاربرد ورمی کمپوست و بیشترین میزان آن (۳۷/۹۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به برهم‌کنش تیمارهای تلقیح با باکتری و کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بود (شکل ۱).

نتایج آنالیز اسانس نشان داد که آنتول قسمت اعظم اسانس را به خود اختصاص می‌دهد و اهمیت اقتصادی اسانس انیسون نیز به دلیل وجود آنتول می‌باشد، بعد از آن متیل کایکول قرار داشت که البته میزان آن در اسانس

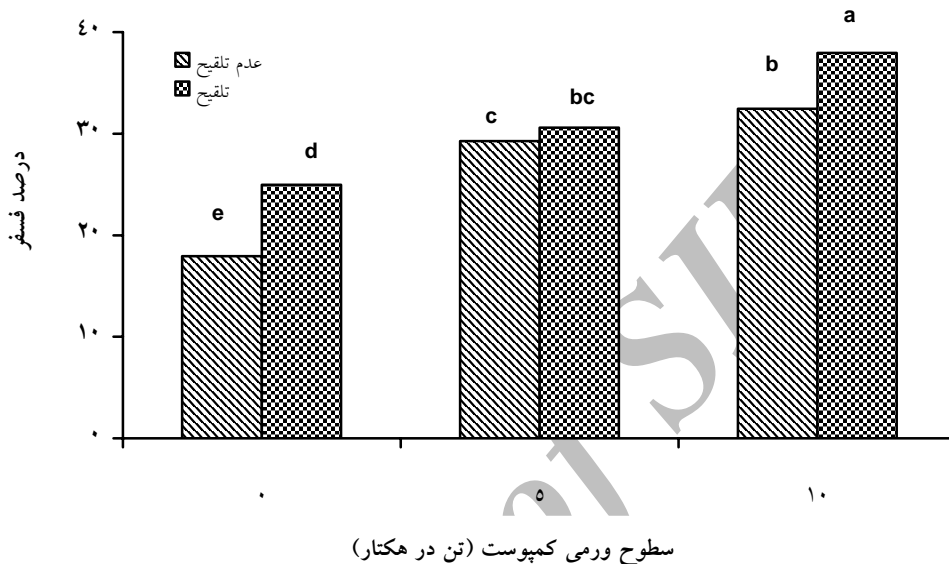
جدول ۲- مقایسه میانگین‌های کمیت و کیفیت اسانس تحت تأثیر نهاده‌های زیستی

تیمار	درصد اسانس	عملکرد اسانس (kg/ha)	درصد آنتول	درصد متیل کایکول
ورمی کمپوست (t/ha)				
۰	۲/۹۴ c	۲۱/۴۶ c	۸۳/۷۳ c	۱/۴۵ c
۵	۳/۱۷ b	۲۹/۹۳ b	۸۸/۰۶ b	۲/۰۲ b
۱۰	۳/۳۸ a	۳۵/۲۰ a	۹۲/۳۶ a	۲/۴۲ a
زئولیت (t/ha)				
۰	۳/۱۱ b	۲۷/۰۹ b	۸۷/۵۰ b	۱/۹۵ a
۴/۵	۳/۲۱ a	۳۰/۶۳ a	۸۸/۵۹ a	۱/۹۸ a
باکتری				
عدم تلقیح	۳/۱۱ b	۲۶/۵۵ b	۸۶/۸۳ b	۱/۹۰ a
تلقیح	۳/۲۲ a	۳۱/۱۷ a	۸۹/۲۷ a	۲/۰۲ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

باکتری و زئولیت اثر معنی داری نداشتند. در بین سطوح مختلف ورمی کمپوست، بیشترین میزان آنتول و متیل کاویکول مربوط به کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بود (جدول ۲).

در مقایسه با آنتول بسیار کمتر است. براساس نتایج این آزمایش اثر ورمی کمپوست و باکتری در سطح ۱٪ و اثر زئولیت در سطح ۵٪ بر میزان آنتول معنی دار بود. در مورد متیل کاویکول نیز اثر ورمی کمپوست بسیار معنی دار بود، اما



شکل ۱- تأثیر متقابل ورمی کمپوست و باکتری بر عملکرد اسانس

میزان عناصر
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ورمی کمپوست بر غلظت نیتروژن دانه تأثیر معنی داری داشت. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش سطوح ورمی کمپوست، میزان نیتروژن دانه نیز افزایش یافت و کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بیشترین مقدار (۱/۳۹٪) آن را به خود اختصاص داده است (جدول ۳). تلقیح با باکتری نیز غلظت نیتروژن دانه را در سطح آماری ۵٪ تحت تأثیر قرار داد. اثر زئولیت بر صفت مزبور از نظر آماری معنی دار نبود. بررسی نتایج تأثیر تیمارها بر غلظت فسفر دانه نشان داد که ورمی کمپوست، میزان فسفر موجود در دانه را در سطح ۱٪ تحت تأثیر قرار داد. به طوری که با کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بالاترین غلظت فسفر حاصل شد و کاربرد ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست در جایگاه بعدی قرار گرفت (جدول ۳). تلقیح با باکتری نیز بر میزان فسفر اثر بسیار معنی داری داشت. تأثیر زئولیت بر غلظت فسفر معنی دار نبود. اثر متقابل باکتری و ورمی کمپوست بر مقدار فسفر دانه در سطح ۵٪ معنی دار بود. همان طور که در شکل ۲ نشان داده شده است بیشترین مقدار فسفر از برهم کنش تیمارهای تلقیح با باکتری و کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار (۰/۲۹٪) و کمترین میزان آن نیز از برهم کنش تیمارهای عدم تلقیح با باکتری و عدم کاربرد ورمی کمپوست (۰/۲۴٪) بدست آمد.

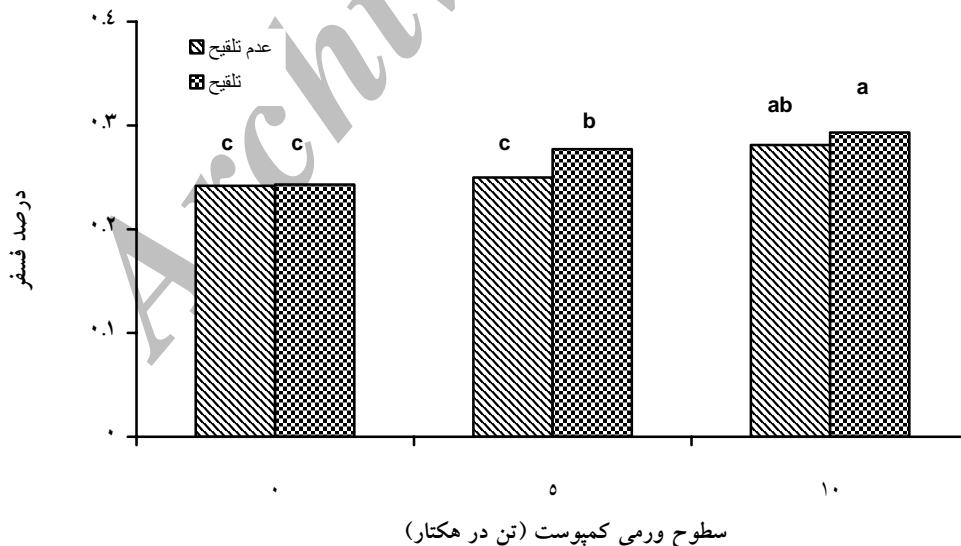
تأثیر فاکتور ورمی کمپوست بر غلظت پتاسیم دانه معنی دار بود، اما در مورد اثر تیمارهای تلقیح با باکتری و زئولیت

تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) بیانگر آنست که بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد و با افزایش سطوح آن میزان پتاسیم نیز افزایش یافته و به ۱/۸۸٪ رسیده‌است.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های میزان عناصر غذایی تحت تأثیر نهاده‌های زیستی

درصد پتاسیم	درصد فسفر	درصد نیتروژن	تیمار
			ورمی‌کمپوست (t/ha)
۱/۶۴ c	۰/۲۴ c	۱/۱۸ b	۰
۱/۷۷ b	۰/۲۶ b	۱/۳۳ a	۵
۱/۸۸ a	۰/۲۹ a	۱/۳۹ a	۱۰
			ژئولیت (t/ha)
۱/۷۴ a	۰/۲۶ a	۱/۲۹ a	۰
۱/۷۹ a	۰/۲۶ a	۱/۳۲ a	۴/۵
			باکتری
۱/۷۶ a	۰/۲۵ b	۱/۲۵ b	عدم تلقیح
۱/۷۷ a	۰/۲۷ a	۱/۳۵ a	تلقیح

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.



شکل ۲- تأثیر متقابل ورمی‌کمپوست و باکتری بر درصد فسفر

بحث

بیانگر آن بود که تلقیح با باکتریهای ذکر شده سبب افزایش معنی‌دار میزان نیتروژن، فسفر و همچنین میزان اسانس و کیفیت دانه انیسون شد که با نتایج تحقیقات Youssef و همکاران (۲۰۰۴) مبنی بر بهبود ویژگی‌های رشدی و کیفیت اسانس گیاه مریم‌گلی تحت تأثیر کود زیستی حاوی آزوسپریلیوم و ازتوباکتر مطابقت دارد. پژوهشگران دیگری نیز در مورد تأثیر کود زیستی بر گیاه دارویی رازیانه به نتایج مشابهی دست یافته‌اند (Badran & Safwat, 2004; El-Gadban et al., 2006). همچنین Leithy و همکاران (۲۰۰۶) اثر مثبت ازتوباکتر بر افزایش میزان اسانس گیاه دارویی رزماری را گزارش نمودند. افزایش غلظت نیتروژن گیاه رزماری تحت تأثیر تلقیح بذر با باکتری نیز گزارش شده‌است (Abdelaziz et al., 2007). اثرهای مطلوب باکتریهای ریزوسفری محرک رشد گیاه به صورت مستقیم و غیرمستقیم منجر به افزایش عناصر غذایی، افزایش عملکرد کمی و کیفی و مقاومت در برابر بیماریها می‌گردد (Zahir et al., 2004). این باکتریها با تولید متابولیت‌هایی نظیر مواد تنظیم‌کننده رشد یا انواع ویتامین‌ها و نیز بهبود فراهمی عناصر غذایی به طور مستقیم سبب افزایش رشد و نمو می‌گردند و یا از طریق تولید مواد پادزی، سیدروفورها و سیانید هیدروژن که فعالیت پاتوژن‌های گیاهی را کاهش می‌دهد به طور غیرمستقیم اثر افزایش‌دهنده بر رشد و عملکرد گیاه دارند (Kloepper et al., 2004). اثر زئولیت نیز بر درصد و عملکرد اسانس و میزان آنتول آن معنی‌دار بود. محققان دریافتند که زئولیت سبب بهبود میزان اسانس گیاه دارویی بادرشبی گردید (قلی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۵). Machado و Caldas (۲۰۰۳) گزارش کردند که زئولیت سبب افزایش میزان و کیفیت اسانس گیاه ژینکوبیلوبا می‌شود. به

براساس نتایج حاصل از این پژوهش، کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش میزان اسانس و ترکیب‌های اسانس مانند آنتول و متیل کایکول گردید. Anwar و همکاران (۲۰۰۵) نیز با انجام آزمایشی بر روی گیاه دارویی ریحان، افزایش درصد اسانس، لینالول و متیل کایکول تحت تأثیر ورمی‌کمپوست را گزارش کردند. همچنین ورمی‌کمپوست باعث بهبود میزان و کیفیت اسانس در گیاه دارویی بابونه رومی گردید (Luic & Pank, 2005). ورمی‌کمپوست میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه گیاه را افزایش داد که با نتایج تحقیقات Zaller (۲۰۰۷) بر روی گیاه گوجه‌فرنگی مطابقت دارد. با انجام پژوهشی، Mohanty و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند که کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش غلظت فسفر دانه گیاه بادام‌زمینی شد. همچنین نتایج تحقیق دیگری بیانگر افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن در گیاه زیتنی *Tagetes patula* تحت تأثیر مصرف ورمی‌کمپوست بود (Atiyeh et al., 2002). افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نه تنها فراهم‌نمودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش می‌دهد بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه سبب افزایش رشد، تسریع واکنش‌های متابولسمی، افزایش سنتز و تجمع متابولیت‌ها و در نهایت بهبود میزان اسانس می‌شود. سایر بررسی‌های صورت گرفته نشان داده‌است که اثرهای مطلوب ورمی‌کمپوست به دلیل بهبود خصوصیات میکروبی و بیولوژیکی محیط کشت (Atiyeh et al., 2000) و نیز تنظیم pH و افزایش معنی‌دار ظرفیت نگهداری آب (McGinnis et al., 2003) می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر

- سفیدکن، ف.، ۱۳۸۰. بررسی کمی و کیفی اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) در مراحل مختلف رشد. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۰: ۸۵-۱۰۴.
- شریفی عاشورآبادی، ا.، نورمحمدی، ق.، متین، ا.، قلاوند، ا. و لباسچی، م.ح.، ۱۳۸۱. مقایسه کارایی انرژی مصرفی در روشهای مختلف حاصلخیزی (شیمیایی، تلفیقی، ارگانیک) خاک. پژوهش و سازندگی، ۱۵(۳-۴): ۹۷-۹۱.
- قلی‌زاده، ا.، اصفهانی، م. و عزیزی ارانی، م.، ۱۳۸۵. مطالعه اثرات تنش آب به همراه کاربرد زئولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*). پژوهش و سازندگی، ۱۳: ۱۰۲-۹۶.
- میرحیدر، ح.، ۱۳۶۴. گنجینه اسرار گیاهان (جلد دوم). انتشارات وحید، تهران، ۶۱۹ صفحه.
- Abdelaziz, M., Pokluda, R. and Abdelwahab, M., 2007. Influence of compost, microorganisms and NPK fertilization upon growth, chemical composition and essential oil production of *Rosmarinus officinalis* L. *Notulae Botanica Horti Agrobotanici Cluj-Napoca Journal*, 35(1): 86-90.
- Abdul-Jaleel, C., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R., 2007. *Pseudomonas fluorescens* enhances biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 60(1): 7-11.
- Allen, E.R., Ming, D.W., Hossner, L.R., Henninger, D.L. and Galindo, C., 1995. Growth and nutrient uptake of wheat in clinoptinolite-phosphate rock substrste. *Agronomy Journal*, 87(6): 1052-1059.
- Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A. and Khanuja, S.P.S., 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and soil quality of French basil. *Communications in Soil Science and plant analysis*, 36(13-14): 1737-1746.
- Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A. and Metzger, J.D., 2002. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Journal of Bioresource Technology*, 81(2): 103-108.
- Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, G.D., 2000. Earthworm-processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. *Compost Science and Utilization*, 8(3): 215-223.

نظر می‌رسد زئولیت با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خود توانایی خاک برای جذب و نگهداری رطوبت را افزایش داده و در نهایت با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی در خاک سبب بهبود رشد و نمو و عملکرد کیفی گیاه می‌گردد. اثر متقابل ورمی‌کمپوست و باکتری نیز بر درصد فسفر و عملکرد اسانس معنی‌دار بود که با نتایج پژوهش‌های Khalil (۲۰۰۶) بر میزان فسفر گیاه اسفرزه و Azzaz و همکاران (۲۰۰۹) بر عملکرد اسانس گیاه رازیانه مطابقت دارد. اثرهای مثبت و هم‌افزایی بین ورمی‌کمپوست و باکتری باعث افزایش فعالیت باکتریهای موجود در خاک می‌گردد و باکتریها در ناحیه ریزوسفر از طریق سازوکارهایی مانند تولید هورمون‌های محرک رشد سبب افزایش رشد ریشه می‌گردند (Chen, 2006). همچنین با افزایش حلالیت فسفر در خاک میزان جذب آن توسط گیاه بیشتر شده (Abdul-Jaleel et al., 2007) و درصد فسفر در دانه بالا می‌رود. علاوه بر این اثر هم‌افزایی ورمی‌کمپوست و باکتری می‌تواند به دلیل اثر مثبت آنها بر بستر رشد، افزایش سطح ریشه و افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی باشد که به‌طور مستقیم فرایندهای فیزیولوژیکی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و در نهایت منجر به افزایش عملکرد اسانس در گیاه می‌شوند (Abdelaziz et al., 2007).

منابع مورد استفاده

- امامی، ع.، ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه (جلد اول). نشریه شماره ۹۸۲. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۲۸ صفحه.
- رنجبرچوبه، م.، ۱۳۸۲. تأثیر آبیاری و مصرف زئولیت طبیعی بر عملکرد کمی و کیفی توتون کوکر ۳۴۷. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد زراعت، دانشگاه گیلان.

- Journal of Applied Sciences Research, 2(10): 773-779.
- Luic, J. and Pank, B., 2005. Effect of Vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile, *Scientia Pharmaceutica*, 46: 63-69.
 - Machado, L.L. and Caldas, E.D., 2003. Influence of zeolite on Cadmium absorption in medicinal herbs in Brazil. College of Health Science Publication, Brazil.
 - McGinnis, M., Cooke, A., Bilderback, T. and Lorscheider, M., 2003. Organic fertilizers for basil transplant production. *Acta Horticulturae*, 491: 213-218.
 - Mohanty, S., Paikaray, N.K. and Rajan, A.R., 2006. Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogea* L.) -Corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique. *Geoderma*, 133(3-4): 225-230.
 - Polat, E., Karaka, M., Demire, H. and Onus, N., 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12: 183-189.
 - Prabha, M.L., Jayraaj, I.A., Jayraaj, R. and Rao, D.S., 2007. Effect of vermicompost on growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, 9: 321- 326.
 - Sharma, A.K., 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. *Agro-bios*, India, 300p.
 - Vessey, J.K., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Journal of Plant and Soil*, 225(2): 571-586.
 - Youssef, A.A., Edris, A.E. and Gomaa, A.M., 2004. A comparative between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. *Plant. Annals of Agricultural Science Cairo*, 49(1): 299-311.
 - Zahir, A.Z., Arshad, M. and Frankenberger, W.F., 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy*, 81: 97-168.
 - Zaller, J.G., 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effect on germination, biomass allocation, yield and fruit quality of three tomato varieties. *Scientia Horticulturae*, 112(2): 191-199.
 - Azzaz, N.A., Hassan, E.A. And Hamad, E.H., 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of Fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(2): 579-587.
 - Badran, F.S. and Safwat, M.S., 2004. Response of fennel plants to organic manure and biofertilizers in replacement of chemical fertilization. *Egyptian Journal of Agriculture Research*, 82(2): 247-256.
 - Besharati-Seidani, A., Jabbari, A. and Yamini, Y., 2005. Headspace solvent microextraction: a very rapid method for identification of volatile components of Iranian *Pimpinella anisum* seed. *Journal of Analytica Chimica Acta*, 530(1): 155-161.
 - Chen, J.H., 2006. The combined use of chemical and organic fertilizer for crop growth and soil fertility. *International Workshop on Sustainable Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use*. Thailand, 16-20 October:1-11.
 - El-Gadban, E.A.E., Shalan, M.N. and Abdel-Latif, T.A.T., 2006. Influence of biofertilizers on growth, volatile oil yield and constituents of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Egyptian Journal of Agriculture Research*, 84(3): 977-992.
 - Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G., 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with p-fertilizer. *Journal of Bioresource Technology*, 93(3): 307-311.
 - Khalil, M.Y., 2006. How-far would *Plantago afra* L. respond to bio and organic manures amendements. *Research Journal of Biological Sciences*, 2(1): 12-21.
 - Kloepper, J.W., Reddy, M.S., Kenny, D.S., Vavrina, C., Kokalis-Buerelle, N. and Martinez-Ochoa, N., 2004. Applications for rhizobacteria in transplant production and yield enhancement. *Journal of Acta Horticulturae*, 631: 219-229.
 - Kokalis-Buerelle, N., Kloepper, J.W. and Reddy, M.S., 2006. Plant growth-promoting rhizobacteria as transplant amendements and their affects on indigenous rhizosphere microorganisms. *Journal of Applied Soil Ecology*, 31: 91-100.
 - Leithy, S., El-Meseiry, T.A. and Abdellah, E.F. 2006. Effect of biofertilizers, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil yield and quality.

The effect of biological and organic inputs on quantity and quality of essential oil and some elements content of anise (*Pimpinella anisum* L.)

Sh. Khalesro¹, A. Ghalavand^{2*}, F. Sefidkon³ and A. Asgharzadeh⁴

1- PhD student, Department of Agronomy, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2*- Corresponding author, Department of Agronomy, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

E-mail: ghalavaa@modares.ac.ir

3- Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

4- Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran

Received: February 2010

Revised: June 2010

Accepted: July 2010

Abstract

Anise (*Pimpinella anisum* L.) is one of the aromatic and medicinal plants. Anethol is the most important component of its essential oil used in medicinal and food industries. The aim of this experiment was to determine the effect of vermicompost levels (0, 5 and 10 t.ha⁻¹), mixture of *Azotobacter*, *Azospirillum* and *Pseudomonas* (inoculation and not-inoculation) and zeolite (0 and 4.5 t.ha⁻¹) on essential oil content, composition and macro element contents of *Pimpinella anisum*. Experimental design was randomized complete blocks with factorial arrangement. Field experiment was conducted at Sanandaj Agriculture Research Station, in 2009. The results showed that vermicompost application improved essential oil content and yield, anethol and methyl chavicol percentage, nitrogen, phosphorus, and potassium content. Inoculating seeds with PGPR led to significant increment in all of the mentioned characters except for methyl cavicol percentage and potassium concentration. Zeolite application had significant effect on essential oil content, oil yield and anethol percentage but no significant effect on the other characters. The most favorable interaction treatment for essential oil production and phosphorus percentage was the PGPR inoculation combined with the highest level of vermicompost.

Key words: Anise (*Pimpinella anisum* L.), vermicompost, PGPR, zeolite, essential oil.