نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد نهم، شماره دوم، تابستان ۹۵
۱۷۵-۱۹۲
http://ejcp.gau.ac.ir

اثر منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر ویژگی‌های خاک و خصوصیات اسانس گیاه زنیان (*Carumcopticun*)

زهرا صیدی[۱]، *اسفندیار فاتح[۲] و امیر آینه‌بند[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد اگرواکولوژی، دانشگاه شهید چمران، [۲]دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید چمران اهواز، [۳]استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/٦/۳۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱۱/۲٦

چکیده

سابقه و هدف: زنیان (*Carumcopticun*)، گیاهی‌دارویی از خانواده Apiaceae بوده که دانه آن دارای ٤-۲ درصد اسانس است. تعداد ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس زنیان در منابع مختلف از ۹ تا ۱۷ مورد گزارش شده است که هم خواص آنتی‌اکسیدانی و هم خواص ضدمیکروبی و در نتیجه قابلیت استفاده به‌عنوان نگه دارنده در مواد غذایی دارند. کاربرد کودهای شیمیایی باعث آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی می‌شود. یکی از راه‌کارهای رفع این مشکلات استفاده از اصول کشاورزی پایدار در بوم نظام‌های زراعی می‌باشد که از جمله این راه‌کارها می‌توان به استفاده از کودهای بیولوژیکی نظیر ورمی‌کمپوست و کودهای زیستی چون آلکازت پلاس و هیومیک اسید اشاره کرد. با توجه به مطالب ذکر شده هدف از انجام آزمایش بررسی اثراتی است که منابع مختلف کودی روی گیاه زنیان و شرایط خاک در منطقه اهواز می‌گذارند.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲ فاکتور در ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال زراعی ۹٤-۹۳ اجرا شد. فاکتور اول منابع مختلف نیتروژن در ٤ سطح (شاهد (بدون منبع نیتروژن)، اوره (۱۵۰ kg/ha)، اوره کند رها (۷۵kg/ha)، نصف اوره کندرها + آلکازت پلاس) فاکتور دوم کودهای آلی در ٤ سطح (شاهد (بدون کود آلی)، هیومیک اسید، ورمی‌کمپوست (۵ton/ha)، نصف ورمی کمپوست + هیومیک‌اسید) بود. صفات مورد مطالعه درصد و

*مسئول مکاتبه: e.fateh@scu.ac.ir

عملکرد اسانس گیاه زنیان و درصد ماده آلی، درصد نیتروژن کل، درصد پتاسیم و فسفر قابل جذب خاک بودند. بذور با تراکم ٤ کیلوگرم در هکتار روی نوارهایی در دو طرف پشته با فاصله روی ردیف ٥ سانتی‌متر و بین ردیف ٣٠ سانتی‌متر کشت شدند. عملیات برداشت در خرداد ماه ١٣٩٤ و پس از رسیدگی کامل بذور صورت گرفت. پس از جمع‌آوری بذور اسانس گیاه دارویی زنیان از بذرها به روش تقطیر با بخار آب با استفاده از دستگاه کلونجر استخراج شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد اثر متقابل منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر درصد و عملکرد اسانس زنیان در سطح ١ درصد معنی‌دار بود. حداکثر مقادیر درصد (٥/٥ درصد) و عملکرد اسانس (٨٥/٤ kg/ha) به‌ترتیب در تیمار شاهد (بدون منبع نیتروژن) و ورمی کمپوست و تیمار اوره به‌همراه ورمی کمپوست حاصل گردید. بیش‌ترین درصد ماده آلی (١/٤٥ درصد)، درصد نیتروژن خاک (٠/٠٦ درصد)، درصد پتاسیم خاک (mg/kg ٢٢٦/٣) و فسفر قابل جذب خاک (٢٢/٣٨) به‌ترتیب در تیمارهای اوره به‌همراه ورمی‌کمپوست، اوره به‌همراه ورمی کمپوست، نصف اوره با پوشش گوگردی + آلکازت پلاس به‌همراه ورمی کمپوست و اوره به‌همراه ورمی کمپوست حاصل گردید.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی و بیولوژیک علاوه‌بر اثرات مثبت زیست‌محیطی اثرات مثبتی در افزایش خصوصیات اسانس داشته که می‌تواند از نظر اقتصادی نیز به صرفه باشد و از طرفی با بهبود در ویژگی‌های خاک موجب نیل به کشاورزی پایدار می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آلکازت پلاس، اسانس، اوره کند رها، زنیان، ورمی کمپوست، هیومیک اسید

مقدمه

زنیان (نانخواه، انیسون بری، بادیان رومی) با اسامی انگلیسی *Ajowan*، *Ajowain*، *Bishopweed* و *Carum* و اسم علمی *Carumcopticun* (۲)، گیاهی است علفی، یکساله، به ارتفاع ۳۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر، گل‌ها دوجنسی و میوه شیزوکارپ. در مرحله رویشی ظاهری شبیه به گیاه شوید دارد. از نظر طعم و مزه شبیه به گیاه دارویی آویشن است. اسانس دانه آن از ٤-۲ درصد متفاوت است. تعداد ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس زنیان در منابع مختلف از ۹ تا ۱۷ مورد گزارش شده است (۲). ترکیبات اسانس آن تیمول، کارواکرول، آلفا و بتاپینن، ترپینن، پاراسیمن و سایر ترکیبات گزارش شده است. بیش‌تر اجزای این اسانس از ترکیبات فنلی هستند که هم خواص آنتی‌اکسیدانی و هم خواص ضد میکروبی و در نتیجه قابلیت استفاده به‌عنوان نگه دارنده در مواد غذایی دارند؛ همچنین کاربردهای متنوعی در پزشکی و صنایع داروسازی دارد (۱). بخش دارویی این گیاه را میوه (بذر) تشکیل می‌دهد. دارای خواص مؤثر برفعالیت آنزیم‌های هضم کننده پانکراس و روده کوچک، عفونت‌های قارچی، پاک‌کننده جریان خون، آرام بخش و درمان درد کلیه می‌باشد. زنیان در طب سنتی به‌عنوان ضد تهوع، ضد نفخ، مدر، مقوی معده، کاهش دهنده کلسترول خون و تسکین دهنده اسپاسم به‌کار می‌رود. در واقع اهمیت زنیان در پزشکی به‌دلیل وجود تیمول می‌باشد. عصاره الکلی زنیان شامل ساپونین با شاخص ۵۰۰، فلاونوئید زرد کریستاله و یک ماده استروئیدی است که به‌عنوان ضد میکروب بر ۹ گونه باکتری گرم مثبت و منفی مؤثر است. همچنین عصاره الکلی زنیان به‌عنوان آنتی هیستامین کاربرد دارد (۳ و ۲۳).

امروزه استفاده از کودهای شیمیایی به‌عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک گسترش چشمگیری یافته است. در بسیاری موارد کاربرد کودهای شیمیایی باعث آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی می‌شود که خود هزینه تولید را افزایش می‌دهد (۱۸). یکی از راه‌کارهای رفع این مشکلات استفاده از اصول کشاورزی پایدار در بوم نظام‌های زراعی می‌باشد. مصرف کودهای بیولوژیک بدون نگرانی از اثرات سوء زیست‌محیطی غالباً موجب بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و حاصلخیزی خاک‌ها را افزایش می‌دهد. مواد آلی به‌دلیل اثرات مفیدی که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک دارند، از ارکان مهم باروری خاک محسوب می‌شوند و سبب بهبود خصوصیات شیمیایی خاک و افزایش باروری خاک می‌شوند. ورمی‌کمپوست یکی از انواع کودهای آلی است که شامل یک مخلوط زیستی بسیار فعال از باکتری‌ها،

آنزیم‌ها، بقایای گیاهی و پیله‌های کرم خاکی به‌نام آیزن یا فتیدا می‌باشد. استفاده از آن علاوه‌بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، در جهت فراهم کردن عناصر غذایی محلول مورد نیاز گیاه عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شود (۸). سجادی نیک و همکاران (۲۰۱۱) در آزمایشی مقایسه تأثیر کود شیمیایی، ورمی‌کمپوست و کود زیستی، بر جذب عناصر غذایی، پروتئین و عملکرد دانه کنجد را انجام دادند، نتایج آن‌ها نشان داد که مصرف ورمی‌کمپوست در مقایسه با مصرف کودهای شیمیایی باعث افزایش میزان کلروفیل، جذب عناصر نیتروژن، پتاسیم، فسفر، پروتئین و عملکرد دانه می‌شود (۲٤). کودهای زیستی نه تنها عملکرد محصول را بالا می‌برند بلکه منجربه افزایش بازده کودهای شیمیایی نیز می‌شوند. آلکازت پلاس و هیومیک‌اسید از جمله کودهای زیستی می‌باشند که حاوی باکتری‌های *ازتوباکتر*، *آزوسپریلیوم* و *سودوموناس* هستند. کود بیولوژیک آلکازت پلاس، به‌عنوان پیش برنده رشد گیاه[1] برای انواع محصولات زراعی، باغی و زینتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این کود حاوی باکتری‌های *آزورایزوبیوم کائولینودانس*، *ازتوباکتر کروکوکوم* و *آزوسپیریلوم لیپوفروم* است. وجود جمعیت کافی از این باکتری‌ها بسته به نوع گیاه و شرایط محیطی باعث تثبیت ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار می‌شود. اسیدهیومیک از منابع مختلف نظیر خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده و زغال سنگ است خراج می‌شوند که در اندازه مولکولی و ساختار شیمیایی متفاوت‌اند (۱۱). کاربرد این نوع کودها به‌صورت محلول‌پاشی و کاربرد در خاک موجب افزایش جذب عناصر غذایی از خاک و کارایی عناصر غذایی در گیاه می‌شود. *ازتوباکتر* جزو باکتری‌های محرک رشد گیاه است که در تثبیت بیولوژیکی نیتروژن اهمیت دارد. تأثیرگونه‌های مختلف باکتری *ازتوباکتر* به‌ویژه *A. chroococcum* بر رشد و نمو گیاهان به خوبی شناخته شده است (۲۰). طاهر و همکاران (۲۰۱۱) اثر سطوح مختلف هیومیک‌اسید را برروی گیاه گندم مورد آزمایش قرار دادند که نتایج آن‌ها نیز نشان داد که سطوح مختلف هیومیک اسید اختلاف معنی‌داری بین وزن ساقه و ارتفاع بوته و میزان جذب نیتروژن در رشد گندم داشت (۲٦). گیلاوی‌زاده و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهش خود دریافتند کاربرد *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلیوم* باعث افزایش عملکرد دانه و درصد و عملکرد اسانس زنیان شد (۱۲). سینگ و همکاران (۲۰۰۹) عنوان کردند کاربرد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن همراه با کود آلی، سبب بهبود مقدار اسانس در گیاه دارویی گشنیز شد (۲۵). حبیبی و

1- PGPR

مجیدیان (۲۰۱٤)، بیان کردند نتایج پژوهش نشان داد که ورمی‌کمپوست یک ماده آلی پیت مانند است که باعث نرمی بافت خاک و افزایش تهویه، جذب رطوبت و ظرفیت نگهداری آب می‌شود. کربن آلی موجود در ورمی‌کمپوست عناصر غذایی را به آرامی و به‌طور یکنواخت در سیستم رشد گیاهی آزاد کرده و گیاه را قادر به جذب آن‌ها می‌نماید (۱۳). با توجه به مطالب ذکر شده هدف از انجام آزمایش بررسی اثراتی است که منابع مختلف کودی روی گیاه زنیان و شرایط خاک در منطقه اهواز می‌گذارند.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه اثر منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر خصوصیات کمی اسانس گیاه دارویی زنیان و ویژگی‌های شیمیایی خاک پژوهشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲ فاکتور در ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اول منابع مختلف نیتروژن در ٤ سطح (شاهد (بدون منبع نیتروژن)، اوره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، اوره کند رها (۷۵ کیلوگرم در هکتار)، نصف اوره کندرها + آلکازت پلاس) فاکتور دوم کودهای آلی در ٤ سطح (شاهد (بدون کود آلی)، هیومیک‌اسید، ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)، نصف ورمی‌کمپوست + هیومیک‌اسید) بود. کاشت بذور با تراکم ٤ کیلو گرم در هکتار روی نوارهایی در دو طرف پشته صورت گرفت. بدین منظور نوارهایی در دو طرف پشته ایجاد گردید و بذرها درون نوارها ریخته شد سپس بذرها با خاک پوشانده شدند به گونه‌ای که بذرها در عمق حدود ۲ سانتی‌متری قرار گرفتند. بذور با تراکم ٦٦ بوته در مترمربع و با فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (٦). هنگام کاشت به‌دلیل ریز بودن بذور تراکم بوته در روی ردیف را بالا گرفته و پس از جوانه‌زنی و رشد رویشی اولیه اقدام به تنک کردن مزرعه گردید. عملیات آبیاری مزرعه تا قبل از جوانه‌زنی هر ٤ روز یکبار و پس از آن هر ۷ روز یکبار صورت گرفت. عملیات وجین علف‌های هرز بدون استفاده از مواد شیمیایی و با استفاده از دست صورت گرفت. کود بیولوژیک ورمی‌کمپوست قبل از کاشت با خاک پشته تا عمق ۱۵ سانتی‌متری ریشه با خاک مخلوط گردید. کودهای شیمیایی اوره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و اوره کند رها (۷۵ کیلوگرم در هکتار) با توجه به آزمون خاک (جدول ۱) در سه قسط با خاک مخلوط شد. قسط اول به‌صورت پیش کاشت و دو قسط بعدی به‌صورت سرک و در نوارهایی در کنار بوته قرار گرفت. کودهای زیستی آلکازت پلاس و هیومیک اسید در دو نوبت و به‌صورت

محلول‌پاشی (مرحله اول در زمان رشد سریع گیاه و مرحله دوم در مرحله گلدهی) در اختیار گیاه قرار گرفت برای کود اوره کند رها به‌دلیل این‌که برای این گیاه و سایر گیاهان مقدار این کود نامشخص بود، با فرض بر کندرها بودن و کاهش مصرف کود اوره، از نصف مقدار کود اوره شیمیایی (۷۵ کیلوگرم در هکتار) جهت تیمار اوره کندرها استفاده شد. عملیات برداشت در خرداد ماه ۱۳۹٤ و پس از رسیدگی کامل بذور صورت گرفت. اسانس گیاه دارویی زنیان به روش تقطیر با بخار آب با استفاده از دستگاه کلونجر استخراج شد. بدین منظور ۵۰ گرم از بذور مربوط به هر تیمار توزین شد. بذور با استفاده از آسیاب برقی آسیاب شده و درون دستگاه کلونجر ریخته شدند. ۲/۳ حجم بالن به آن آب اضافه شد. پس از گذشت ۳ ساعت از استخراج اسانس، میزان اسانس خروجی را درون ظروف استریل شیشه‌ای که از قبل تهیه گردیدند جمع‌آوری گردید و با استفاده از ترازوی حساس توزین گردیدند. سپس نتایج حاصله را درون فرمول‌های زیر قرار داده و بر حسب آن درصد و عملکرد اسانس محاسبه گردید. پس از توزین ظروف به‌همراه اسانس برای آبگیری اسانس از سولفات سدیم بدون آب استفاده گردید (١٤).

رابطه ۱) $$\text{اسانس درصد} = \frac{\text{وزن اسانس}}{\text{گرم بذر مصرفی}} \times ۱۰۰$$

رابطه ۲) عملکرد اسانس = درصد اسانس × وزن خشک مربوطه در مترمربع

قبل از شروع آزمایش به‌منظور بررسی ویژگی‌های شیمیایی خاک محل آزمایش، نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری انجام گرفت. نتایج آزمون خاک زمین مورد آزمایش و کود ورمی کمپوست به ترتیب در جداول (۱) و (۲) آورده شده است.

در آزمون خاک پس از برداشت مجدداً نمونه‌هایی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک تهیه و صفات موردنظر اندازه‌گیری شدند. در این آزمایش نیتروژن کل خاک به روش هضم با اسیدسولفوریک و سپس تیتراسیون با دستگاه کجلدال انجام شد (٤). برای اندازه‌گیری فسفر قابل جذب در خاک از روش السن استفاده گردید و قرائت‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV2100، شرکت UNICO آمریکا) صورت گرفت (٤) پتاس خاک نیز به روش استات آمونیوم محاسبه شد (۷). و در نهایت برای محاسبه درصد ماده آلی خاک از روش تیتراسیون استفاده گردید.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش قبل از انجام آزمایش.

Table 1. Result analysis of soil test implementation of before testing.

عمق خاک (سانتی‌متر) Soil depth (cm)	pH	اسیدیته (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS/m)	نیتروژن کل (درصد) total Nitrogen (%)	فسفر قابل استفاده (میلی‌گرم در کیلوگرم) Phosphor (mg/kg)	پتاسیم قابل استفاده (میلی‌گرم در کیلوگرم) Potassium (mg/kg)	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)
0-30	7.06	3.15	0.02	5.05	159.21	0.03

جدول ۲- نتایج تجزیه کود ورمی‌کمپوست مصرفی.

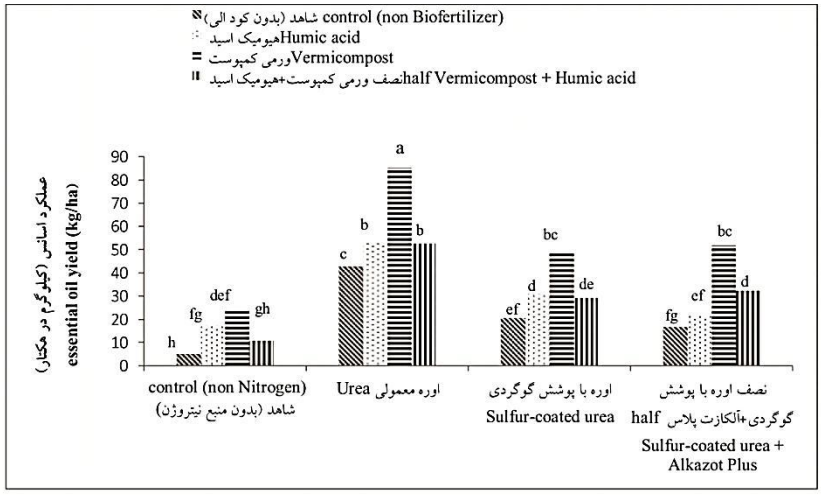
Table 2. Result analysis of vermicompost fertilizer used.

pH	اسیدیته (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS/m)	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)	فسفر (درصد) Phosphorus (%)	پتاسیم (درصد) Potassium (%)	ماده آلی (درصد) Organic material (%)
6.4	5.70	2.23	0.43	1.41	40.2

نتایج و بحث

عملکرد اسانس: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر منابع مختلف نیتروژن، کودهای آلی و اثر متقابل این دو بر صفت عملکرد اسانس در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در مقایسات میانگین اثرات متقابل، تیمار اوره معمولی به‌همراه ورمی کمپوست بیش‌ترین عملکرد (۸۵/٤kg/ha) اسانس را دارا بود که پس از آن تیمار اوره معمولی به‌همراه نصف ورمی کمپوست + هیومیک‌اسید (۵۲/٦kg/ha) و تیمار اوره معمولی به‌همراه هیومیک‌اسید (۵۲/۹۵kg/ha) بالاترین مقادیر را داشتند که با تیمارهای اوره با پوشش گوگردی به‌همراه ورمی‌کمپوست (٤۸/٤۸kg/ha) و نصف اوره با پوشش گوگردی + آلکازت پلاس به‌همراه ورمی کمپوست (۵۱/۸۲kg/ha) تفاوت معنی‌داری نداشتند. سایر تیمارها آزمایش با مقادیر کم‌تر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر و با تیمارهای ذکر شده داشتند. در این بین تیمار شاهد (بدون منبع نیتروژن و کود آلی) با (۵/۱kg/ha) عملکرد اسانس کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص داد (شکل ۱). بنابراین تیمار اوره معمولی به‌همراه ورمی‌کمپوست باعث افزایش ۲۱٦ درصد عملکرد اسانس نسبت به شاهد شد. کود اوره معمولی نیتروژن را در اختیار گیاه قرار داده و کود بیولوژیک ورمی کمپوست اثرات تشدیدکنندگی بر فعالیت میکروبی خاک داشته و متعاقباً با افزایش سهل‌الوصول شدن عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و احتمالاً گوگرد موجود در خاک برای گیاه و

همچنین برقراری تعادل این عناصر با فاز فیزیکی و شیمیایی خاک رشد بهتر گیاه را در پی داشته که عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه را بهبود بخشیده‌اند و از آنجا که اسانس‌ها ترکیباتی ترپنوئیدی بوده که واحدهای سازنده آن‌ها (ایزونوئیدها) مانند ایزوپنتنیل پیروفسفات و دی متیل آلیل پیروفسفات، نیاز مبرم به ATP و NADPH دارند و با توجه به‌این موضوع که حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیبات اخیر ضروری می‌باشد؛ در نهایت بهبود عملکرد اسانس را در پی داشته است (۲۲). وحیدپور و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که بیش‌ترین عملکرد اسانس زنیان مربوط به تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود و کم‌ترین آن در تیمار شاهد حاصل شد (۲۷). همچنین قنبری (۲۰۱۳) نشان داد که بیش‌ترین عملکرد اسانس رازیانه (۲۲ لیتر در هکتار) در تیمار ۱۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتارحاصل شد. ایشان آزادسازی عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف و همچنین بهبود خواص فیزیکی خاک را از دلایل این موضوع ذکر کردند (۹).



شکل ۱- اثر متقابل منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر عملکرد اسانس زنیان.

Figure 1. Interaction between different sources of nitrogen and organic fertilizers on essential oil yield of ajowan.

درصد اسانس: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر منابع مختلف نیتروژن، کودهای آلی و بر هم کنش میان این دو بر صفت درصد اسانس در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در مقایسات میانگین اثرات متقابل بیش‌ترین (۵/۵ درصد) درصد اسانس مربوط به تیمار شاهد (بدون منبع نیتروژن)

به‌همراه ورمی کمپوست بود و پس از آن در تیمار اوره معمولی به‌همراه ورمی کمپوست مشاهده شد. اکثر تیمارها در رابطه با صفت درصد اسانس تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. با این وجود تیمار شاهد (بدون منبع نیتروژن و کود آلی) از میان تمامی تیمارها کم‌ترین (۳/٤ درصد) درصد اسانس را به خود اختصاص داد (شکل ۲). بنابراین تیمار ورمی کمپوست و عدم استفاده از نیتروژن باعث افزایش ٦۱ درصدی صفت درصد اسانس نسبت به تیمار شاهد بدون کود آلی و نیتروژن شد. کاربرد ورمی‌کمپوست می‌تواند عناصر غذایی (پر مصرف و کم مصرف) را در مراحل مختلف رشد در اختیار گیاه زنیان قرار داد و منجربه افزایش درصد اسانس گردید. از طرفی ورمی‌کمپوست حاوی نیتروژن بوده که این نیتروژن در توسعه و تقسیم سلول‌های جدید حاوی اسانس و بیوسنتز اسانس و مواد مؤثره گیاهان دارویی نقش مهمی ایفا می‌کند (۱۵). درزی و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهش‌های خود بیان کردند بیش‌ترین درصد اسانس رازیانه در زمان مصرف ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (۵). مرادی و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند درصد اسانس رازیانه بین تیمارهای موردآزمایش اختلاف معنی‌داری نشان داد با این حال تیمار شاهد دارای بیش‌ترین درصد اسانس بود (۱۸).

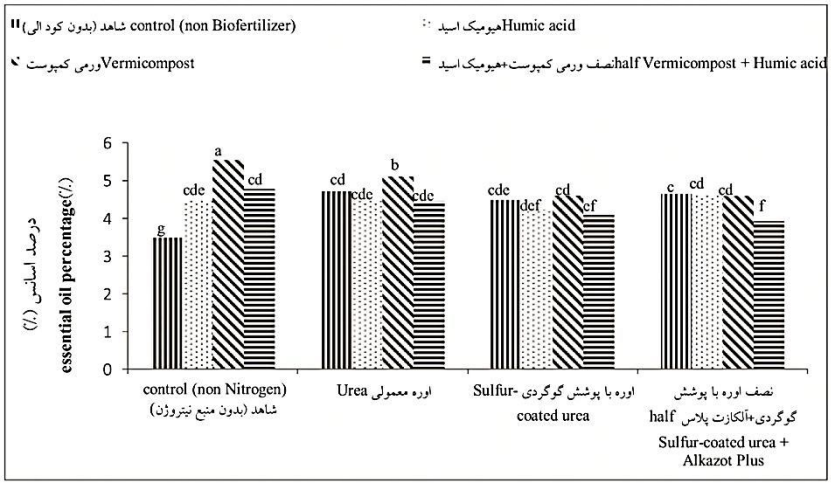
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تیمارهای منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر عملکرد و درصد اسانس زنیان.

Table 3. Variance analysis of various sources of nitrogen and organic fertilizers treatments on essential oil percentageand yield of ajowan.

منابع تغییرات Sources of variation	df	میانگین مربعات Mean square	
		درصد اسانس Essential percentage	عملکرد اسانس Essential yield
تکرار Replication	2	0.06 ns	26.38ns
منابع نیتروژن (A) Nitrogen sources (A)	3	0.26 ns	4003.95**
کودهای آلی (B) Organic fertilizers(B	3	1.08**	2063.17**
A*B	9	0.62**	99.49**
خطای آزمایشی Error		0.05	909.05
ضریب تغییرات (CV)		5.27	16.21

ns، *، ** به‌ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد.

ns, * and ** are no significant, significant at 5 and 1% probability levels respectively

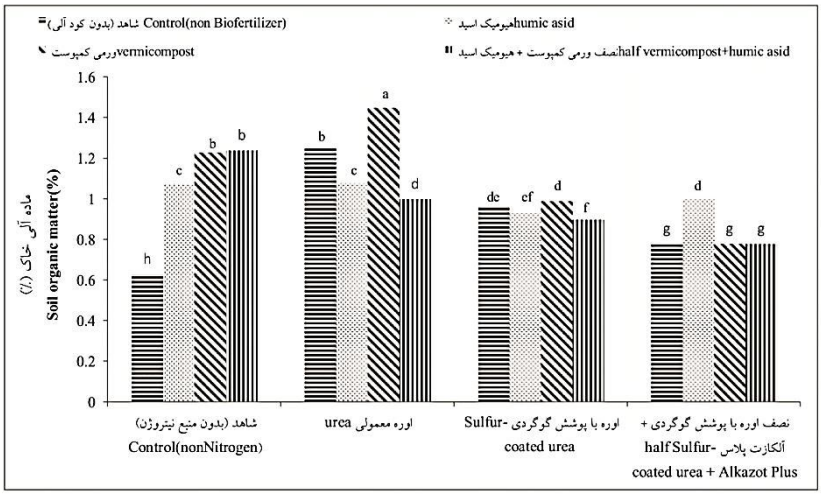


شکل ۲- اثر متقابل منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر درصد اسانس زنیان.

Figure 2. The interaction between different sources of nitrogen and organic fertilizers on essential oil percentage of ajowan.

درصد ماده آلی خاک: نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از آن است که اثر منابع مختلف نیتروژن، کودهای آلی و بر همکنش میان این دو بر صفت درصد ماده آلی خاک در سطح ۱ درصد معنی‌دار است (جدول ٤). در مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای اوره معمولی به‌همراه ورمی کمپوست و شاهد (بدون منبع نیتروژن و کود آلی) به‌ترتیب بیش‌ترین (۱/٤٥ درصد) و کم‌ترین (۰/۷۳ درصد) درصد ماده آلی خاک را دارا بودند (شکل ۳). خاک‌های دارای ورمی کمپوست معمولاً نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیش‌تری نسبت به خاک‌های اطراف خود دارند. ورمی کمپوست به‌دلیل افزایش ماده آلی خاک از آبشویی عناصر غذایی جلوگیری کرده و منجربه افزایش کلوئیدهای هوموسی شده است. اورهیک ترکیب آلیبا فرمول شیمیایی NH_2CONH_2 می‌باشد که در خاک، هیدرولیزشده و به آمونیاکو دی اکسید کربن مبدل می‌گردد. آمونیاک حاصل از این فرایند، توسط باکتری‌های موجود در خاک به نیترات اکسیده می‌شود و در نتیجه می‌تواند توسط گیاه جذب گردد. پارت اساراتی و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که مصرف ورمی کمپوست درصد ماده آلی خاک را به میزان قابل توجهی نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد) افزایش داد (۲۱). اکبرنیا و همکارن (۲۰۰۵) در پژوهش خود بیان کردند که بیش‌ترین درصد ماده آلی خاک مربوط به تیمار تلفیقی (کود آلی به‌همراه شیمیایی) بود و تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت (۲). ماریناری و همکاران (۲۰۰۰) در ارزیابی تأثیر مقادیر مختلف

کودهای آلی و معدنی روی خواص فیزیکی و بیولوژیکی خاک به‌این نتیجه رسیدند که کودهای آلی باعث بهبود خواص فیزیکی و بیولوژیکی خاک می‌شود که به افزایش ماکروپورها و منافذ به‌هم پیوسته مربوط می‌شود که این امر موجب سهولت نفوذ ریشه‌ها و آب و هوا می‌گردد. کودهای معدنی نیز با افزایش منافذ (به‌طور منظم یا نامنظم) باعث افزایش تخلخل خاک می‌شود ولی تأثیر آن‌ها کم‌تر از کودهای آلی بوده است (۱۷).

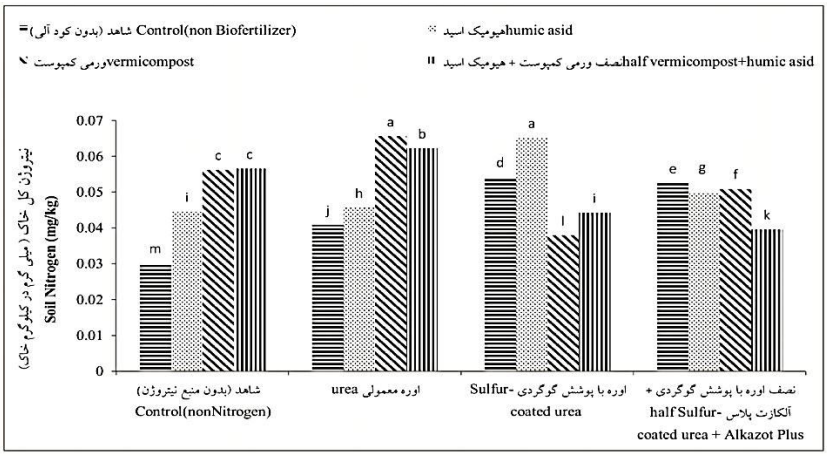


شکل ۳- اثر متقابل منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر درصد ماده آلی خاک.

Figure 3. The interaction between different sources of nitrogen and organic fertilizers on soil organic matter.

درصد نیتروژن خاک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر منابع مختلف نیتروژن، کودهای آلی و بر همکنش میان این دو بر صفت درصد نیتروژن خاک در سطح ۱ درصد معنی‌دار است (جدول ٤). همچنین مقایسات میانگین برای اثرات متقابل نشان داد تیمارهای اوره معمولی به‌همراه ورمی کمپوست و شاهد (بدون منبع نیتروژن و کود آلی) به‌ترتیب بیش‌ترین (۰/۰٦ درصد) و کم‌ترین (۰/۰۳ درصد) درصد نیتروژن خاک را داشتند (شکل ٤). میزان و فرم نیتروژن خاک به دلایل فرآیندهای بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی دائما در حال تغییر است. به‌نظر می‌رسد که در تیمارهای حاوی کود ورمی‌کمپوست افزایش نیتروژن به‌دلیل حفظ نیتروژن بیش‌تر در خاک و کاهش آبشویی ناشی از افزایش مادهٔ آلی و افزایش کلوئیدهای هوموسی باشد. ورمی‌کمپوست حاوی عناصر غذایی بسیار غنی به‌ویژه نیتروژن بوده که به تدریج آن‌ها را در اختیار گیاه قرار می‌دهد (این نکته از نظر حاصل‌خیزی خاک بسیار

پراهمیت است). به‌نظر می‌رسد که استفاده از کود شیمیایی اوره در تلفیق با ورمی کمپوست می‌تواند سبب افزایش مقدار نیتروژن و فسفر موجود در ورمی کمپوست شده و شرایط افزایش رشد گیاه را نیز فراهم آورد. از طرفی با توجه به این‌که بیش‌تر کود اوره یا توسط گیاه در اوایل رشد جذب می‌شود و یا از طریق شستشو از نیمرخ خاک خارج می‌گردد، مصرف مقادیر کود شیمیایی در تلفیق با ورمی کمپوست باعث تجزیه سریع‌تر آن و رهاسازی تدریجی مواد غذایی از آن برای گیاه می‌شود. نتایج پژوهش ابراهیم و محمود (۲۰۱۲) حاکی از آن بود که درصد نیتروژن کل خاک در مقایسه با تیمار شاهد (عدم کاربرد) افزایش معنی‌داری داشت (۱۵). محمدی و سهرابی (۲۰۱٤) بیان کردند که تیمار تلفیق کودهای آلی و شیمیایی بیش‌ترین درصد نیتروژن خاک را داشت، به گونه‌ای که این تیمار با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نشان داد (۱۸).

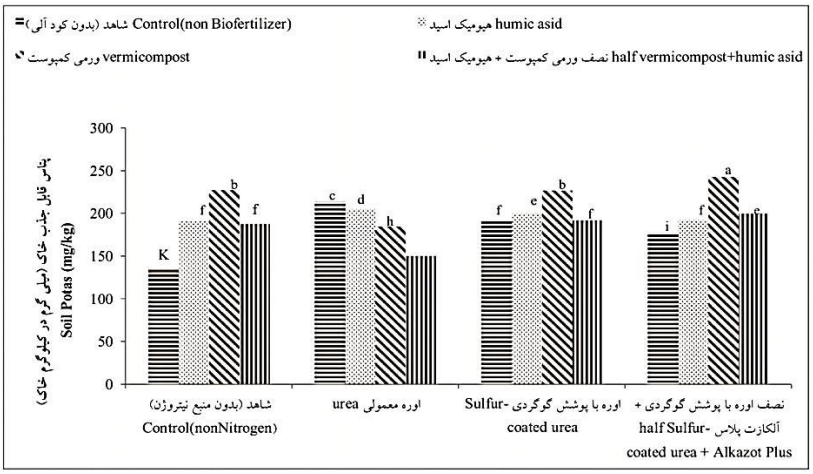


شکل ٤- اثر متقابل منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر نیتروژن کل خاک.

Figure 4. The interaction between different sources of nitrogen and organic fertilizers on the soil nitrogen.

پتاسیم خاک: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که منابع مختلف نیتروژن، کودهای آلی و برهمکنش میان این دو در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ٤). در مقایسات میانگین، اثرات متقابل بیش‌ترین (۲۲٦/۳mg/kg) و کم‌ترین (۹۵/۳ mg/kg) میزان پتاس خاک به‌ترتیب در تیمارهای نصف اوره با پوشش گوگردی + آلکازت پلاس به‌همراه ورمی کمپوست و شاهد (بدون منبع نیتروژن و کود آلی) به‌دست آمد (شکل ۵). زمانی‌که ورمی کمپوست با سایر کودها مخلوط شده و در زمین به‌کار رود، حلالیت مواد مغذی کود به تأخیر می‌افتد و مدت زمان پایداری آن افزایش می‌یابد. در این حالت، ورمی کمپوست با رها کردن

تدریجی مواد مغذی خود در خاک در تداوم طولانی‌مدت فعالیت کود، سهم به‌سزایی دارد. اگر ورمی کمپوست با کودهای دیگر مخلوط شود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک هم‌زمان با هم بهبود می‌یابد، بنابراین این ترکیب در تشدید اثرهای مطلوب و عملکرد کود تأثیر می‌گذارد. نتایج ابراهیم و محمود (۲۰۱۲) حاکی از آن بود که پتاس قابل دسترس خاک در مقایسه با تیمار شاهد (عدم کاربرد) افزایش معنی‌داری داشت (۱۶). پارت اسراتی و همکاران (۲۰۰۸) اظهار داشتند مصرف کود ورمی کمپوست موجب افزایش پتاس قابل دسترس خاک در تمام نمونه‌ها نسبت به شاهد (عدم کاربرد) شد (۲۱).

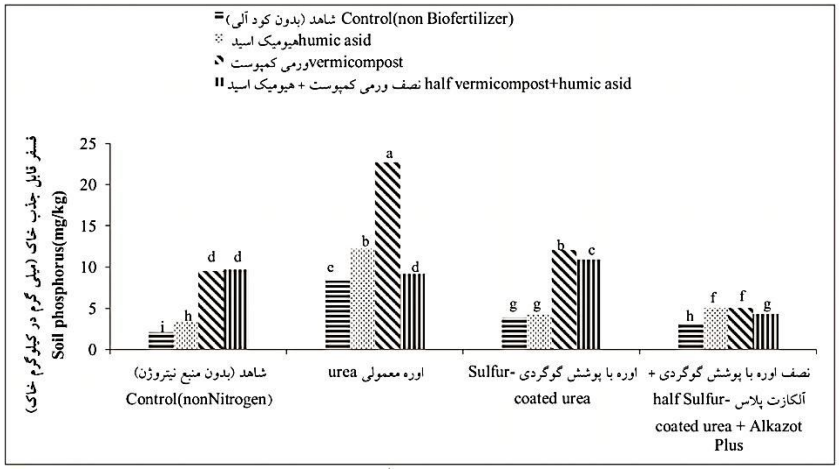


شکل ۵- اثر متقابل منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر پتاس قابل جذب خاک.

Figure 5. The interaction between different sources of nitrogen and organic fertilizers on soil potas.

فسفر قابل جذب خاک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر منابع مختلف نیتروژن، کودهای آلی و اثر متقابل بین این دو در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). در مقایسات میانگین اثرات متقابل تیمارهای اوره معمولی به‌همراه ورمی کمپوست و شاهد (بدون منبع نیتروژن و کودهای آلی) به‌ترتیب بیش‌ترین (۲۲/۷۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کم‌ترین (۲/۱۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) مقدار فسفر قابل جذب خاک را داشتند (شکل ٦). علت این‌که چرا اوره باعث افزایش جذب فسفر شده است به‌نظر می‌رسد که علت این امر به این دلیل باشد که جذب فسفر در pH اسیدی خاک بیشتر است. با توجه به این‌که کود اوره ماهیت اسیدی دارند به‌نظر می‌رسد که به‌همین خاطر باعث افزایش جذب فسفر خاک شده است. در این ارتباط ثابت شده که ترشحات اسیدی ریشه بقولات باعث جذب بیشتر عناصری مثل فسفر می‌شود. همچنین ممکن است علت این امر تجزیه و آزادسازی عناصر غذایی

به‌ویژه فسفر از کودهای ورمی کمپوست به‌وسیله تولید اسیدهای آلی مانند اسیدسیتریک و اسیدکربنیک و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک باشد. البته در شکل ٦، بیش‌ترین فسفر مربوط به اثر متقابل اوره و ورمی کمپوست بوده که در گزارشات مختلف ذکر شده که کود اوره با تجزیه بیشتر کودهای آلی از جمله ورمی کمپوست باعث رهاسازی عناصر غذایی بیشتر از جمله فسفر شده که خود باعث افزایش میزان فسفر قابل دسترس خاک شده است (۲۰ و ۲٤). در این ارتباط پارتراسراتیو همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند مصرف کود ورمی کمپوست موجب افزایش درصد فسفر قابل جذب خاک در تمام نمونه‌ها نسبت به شاهد (عدم کاربرد) شد (۲۱). نتایج سهرابی و محمدی (۲۰۱٤) نشان دادند که تیمار تلفیق کودهای آلی و شیمیایی بیش‌ترین فسفر قابل جذب خاک را داشت و با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نشان داد (۱۸). بنا به گزارش گوسکویین و همکاران (۱۹۸۸) شاید یکی از دلایل افزایش حلالیت فسفر در نتیجه افزودن کمپوست، حضور فسفر زیاد در کمپوست و تشکیل کمپلکس‌های فسفوهیومیک باشد که باعث کند شدن فرآیند تثبیت فسفر در خاک، تعویض یون فسفر با یون‌های هومات و ایجاد پوشش سزکویی‌اکسید به وسیله هوموس می‌شود (۱۱).



شکل ٦- اثر متقابل منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر فسفر قابل جذب خاک.

Figure 6. The interaction between different sources of nitrogen and organic fertilizers on soil phosphorus.

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر خصوصیات شیمیایی خاک.

Table 4. Variance analysis of various sources of nitrogen and organic fertilizers treatments on soil chemical properties.

منابع Sources	df	میانگین مربعات			
		درصد ماده آلی خاک Soil organic matter	درصد نیتروژن خاک Soil nitrogen content	فسفر قابل جذب خاک Soil phosphorus	پتاس خاک Soil potash
تکرار Replication	2	0.0234	0.0002	0.6099	5.2975
منابع مختلف نیتروژن (A) Nitrogen sources(A)	3	0.2782**	0.0003**	171.11**	1033.22**
کودهای آلی (B) Organic fertilizers(B)	3	0.0903**	0.004**	140.42**	4164.04**
A*B	9	0.1073**	0.0038**	31.91**	1905.88**
خطای آزمایش Error	30	0.0097	0.00001	0.0960	2.089
CV		9.81	1.62	3.92	0.74

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع بر اساس نتایج حاصله مشخص گردید که تیمار شاهد (بدون منبع نیتروژن و کود آلی) در اکثر صفات کم‌ترین مقادیر را به خود اختصاص داده. از طرفی کاربرد منابع شیمیایی نیتروژن به تنهایی و یا کودهای آلی به تنهایی اگر چه نتایج مطلوبی را حاصل کرده ولی زمانی که این کودها در تلفیق با هم به‌کار رفتند نتایج مطلوب‌تری حاصل شد و لذا کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی ضمن کاهش میزان کود شیمیایی نیتروژن مصرفی، از دیدگاه زراعی و اکولوژیکی شرایط مطلوبی را در اکوسیستم فراهم آورده و تأثیر مطلوب‌تری در خصوصیات کمی اسانس گیاه دارویی زنیان داشته و از طرفی موجب بهبود شرایط فیزیکوشیمیایی خاک شده که می‌تواند در استفاده بهینه از منابع کودی و در نهایت نیل به کشاورزی پایدار مؤثر باشد.

منابع

1. Aberoomand Azar, P., Mottaghianpuor, Z., Sharifan, A., and Larijani, K. 2010. Studies on the effect of extraction method on chemical composition and antimicrobial activity of *Carum copticum* essential oil. J. Food Technol. Nutr., 7: 2. 15-24.
2. Akbarinia, A., Sefidkon, F., Ghalvand, A., Tahmasebi Sarvestani, Z., and Sharifi Ashorabadi, E. 2005. A study on chemical composition of Ajowan

(*Trachys permumammi*) essential oil produced in Qazvin. Qazvin J. Med. Sci., 9: 3.22-25.
3. Alan, J., and Garber, M.D. 2015. AACE/ACE Comprehensive Diabetes Management Algorithm, Endocrine Pract. 21: 4. 1-10.
4. Barahimi, N., Afyuni, M., Karami, M., and Rezaee Nejad, Y. 2009. Cumulative and Residual Effects of Organic Amendments on Nitrogen, Phosphorus and Potassium Concentrations in Soil and Wheat. J. Sci. Technol. Agri. Nat. Res., (Water Soil Sci.), 12: 46. 803-812. (In Persian)
5. Darzi, M.T., Hadjseyed Hadi, M.R., and Rejali, F. 2010. Effects of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components in Anise (*Pimpinella anisum* L.). J. Medand. Arom. Plants. 26: 4. 1-28. (In Persian)
6. Eblagh, N., Fateh, E., Farzane, M., and Osfuri, M. 2013. Effect of Cattle Manure Application, Phosphate Solubilizing Bacteria and Different Phosphrous Levels on Yield and Essence Components of *Trachysper mumammi* L., J. Sustain Agr. Prod. Sci., 1-15. (In Persian)
7. Fatemi, A., Malakouti, J., Bazargan, K., Rahnamaie, R., and Eftekhari, K. 2011. Correlation between Mineral Composition and Potassium Quantity-Intensity Parameters and available potassium in Calcareous Soils. J. Water Soil Conserv., 18: 2. 23-44. (In Persian)
8. Fayazi, H., Abdalimashhadi, A.R., Kochakzadeh, A., Papzan, A.A., and Arzanesh, M.H. 2014. Evaluation of Echinacea (*Echinacea purpurea* L.) medicinal plant response to the usage of organic and biological fertilizers. Second National Medicinal Plants Symposium. (In Persian)
9. Ghanbari, S.A. 2013. Compare the effects of fertilizers and different amounts of vermicompost on quantitative and qualitative performance fennel. First National Conference on Electronic Agriculture and Sustainable Natural Resources. (In Persian)
10. Ghasemi, E., Tavakolo, M.R., and Zabihi, H.R. 2012. Effect of nitrogen, potassium and humic acid on vegetative growth, nitrogen and potassium uptake of potato minituber in greenhouse condition. J. Agri. Plant Breed., 8(1): 39-56. (In Persian)
11. Giusquiani, P.L., Arucchini, C.M., and Businelli, M. 1988. Chemical properties of soils amended with compost ofurban waste. Plant Soil., 109: 73-78.
12. Gylavy Zadeh, A., Darzi, M.T., and Hag Seyyed Hadi, M. 2013. The effect of bio-fertilizers and plant density on yield and oil content Ajowan, Middle East J. Sci. Res., 14: 11. 1508-1512.
13. Habibi, S., and Majidian, M. 2014. Effect of different levels of nitrogen fertilizer and vermi-compost on yield and quality of sweet corn (*Zea mays* Hybrid Chase). J. Crop Prod. Proce., 4: 11. 15-25. (In Persian)

14. Kazem Alvandi, R., Sharifan, A., and Aghazadeh Meshghi, M. 2010. Study of chemical composition and antimicrobialactivity of peppermint essential oil. J. Comparat. Pathobiol., 4: 7. 355-364. (In Persian)
15. Liuc, J., and Pank, B. 2005. Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile: Sci. Pharma., 46: 63-69.
16. Mahmoud, E.K., and Ibrahim, M.M. 2012. Effect of vermicompost and its mixtures with water treatment residuals on soil chemical properties and barley growth. J. Soil Sci. Plant Nutri., 12: 3. 431-440.
17. Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B., and Grego, S. 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. Bioresour. Technol., 72: 9-17.
18. Moradi, R., Nasiri Mahallati, M., Rezvani Moghaddam, P., Lakzian, A., and Nejad Ali, A. 2011. The effect of biological and organic fertilizers on quality and quantity of essential oil of fennel. J. Agri. Sci. Technol., 25: 1. 25-33. (In Persian)
19. Muhammadi, R., and K.H., Sohrabi, E. 2014. Effects of fertilization combined on nitrogen, phosphorus and biological properties of soil and yield of oilseed rape. J. Soil Res. (Soil Water Sci.). 28: 1. 27-38. (In Persian)
20. Naghdibadi, H.A., Lotfizadeh, M., Ghavami, N., Mehrafarin, A., and Khavazi, K. 2013. Response yield and quality of the herb valerian to application of biological and chemical fertilizers phosphorus. J. Med. Plant. 12: 2. 25-38. (In Persian)
21. Parthasarathi, K., Balamurugan, M., and Ranganathan, L.S. 2008. Influence of vermicompost on the phisico-chemical and biological properties in different types of soil along with yield and quality of the pulse crop-blackgram. Iran. J. Environ. Health Sci. Eng., 5: 1. 51-58.
22. Rezvani Moghadam, P., Amin Ghafuri, A., Bakhshaei, S.A., and Jaafari, L. 2013. Effects of biological and manure fertilizers on some quantitative characters and essential oil of savory (*Satureja hortensis* L.). J. Agroecol. 5: 2. 105-112. (In Persian)
23. Rojhan, M.S. 1982. Cure With Medicinal Plants. Tehran: Atrak Publication, Pp: 126-129.
24. Sajadinic, R., Yadavy, A.R., Baluchi, H.R., and Faraji, H. 2011. The effect of chemical fertilizers (urea), organic (vermicompost) and biological (Nitroksin) on the yield and quality of sesame. J. Sustain Agri. Prod. Sci. 21(2): 87-101. (In Persian)
25. Singh, B., Masih, M.R., and Choudhary, R.L. 2009. Evaluation of P and S enriched organic manuresand their effect on seed yield and quality of coriander (*Coriandrumsativum* L.). Int. J. Agri. Sci., 5: 1. 18 - 20.

26. Tahir, M.M., Khurshid, M., Khan, M.Z., Abbasi, M.K., and Kazmi, H.M. 2011. lignite-derivedhumic acid effect on growth of wheat plants in different soils. J. Pedosphere., 21: 124-131.
27. Vahidipour, T.H., Vahidipour, H.R., Baradaran, R., and Seqhatoleslami, M.J. 2013. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on grain yield and essential oil percentage of medicinal plant Ajowan, Int. J. Agri. Plant Prod., 4(5): 1013-1022.