ارزیابی عملکرد کمی و کیفی نعناع فلفلی تحت تأثیر اسیدهای آمینه، کودهای شیمیایی و آلی

محمد اسدی [۱]، یوسف نصیری [۲*]، سارا ملاعلی عباسیان [۳]، محمدرضا مرشدلو [۴]

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۲٤ تاریخ پذیرش: ۹۷/٦/۱٤

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
۲- استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
۳- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
٤- استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
*مسئول مکاتبه: E-mail: ysf_nasiri@yahoo.com

چکیده

نعناع فلفلی از گیاهان دارویی متعلق به تیره نعناعیان می‌باشد که در صنایع مختلف داروسازی، آرایشی – بهداشتی و غذایی کاربرد دارد. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد اسیدهای آمینه تحت مصرف کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد کمی و کیفی نعناع فلفلی انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹٦ در مزرعه تحقیقاتی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل فاکتور اول، شاهد، کود شیمیایی، ورمی‌کمپوست و کود دامی و فاکتور دوم، محلول‌پاشی با آمینوسورن (به‌عنوان منبع اسیدهای آمینه) در یک مرحله (قبل از گلدهی) و در دو مرحله (قبل و شروع گلدهی) و عدم محلول‌پاشی بودند. نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته، تعداد سرشاخه‌های گلدار، تعداد ساقه‌های فرعی و تعداد برگ در تیمار کاربرد محلول‌پاشی اسید آمینه در دو مرحله حاصل شد. بیشترین عمکرد ماده خشک در هر دو برداشت با کاربرد کود شیمیایی بدون تفاوت معنی‌دار با ورمی کمپوست به‌دست آمد. بیشترین عملکرد اسانس برداشت اول با کاربرد هرسه نوع کود (شیمیایی، ورمی‌کمپوست و دامی) و بیشترین عملکرد ماده خشک برداشت دوم با کاربرد کود شیمیایی و ورمی-کمپوست حاصل شد. بیشترین درصد اسانس برداشت اول در تیمارهای کاربرد کود دامی+ محلول‌پاشی در دو مرحله (۲/۹۱ درصد) و کاربرد ورمی‌کمپوست + محلول‌پاشی در دو مرحله (۲/۷۷ درصد) به‌دست آمد. بطورکلی نتایج آزمایش حاکی از آن است که کاربرد کودهای آلی مورد استفاده مخصوصاً ورمی کمپوست همانند کودهای شیمیایی در افزایش صفات مورفولوژیکی و عملکردی نعناع فلفلی مؤثر می‌باشند. بنابراین با توجه به اثرات نامطلوب استفاده از کودهای شیمیایی بر محیط زیست، استفاده از کودهای آلی مانند ورمی کمپوست و اسیدهای آمینه در سیستم های کشاورزی پایدار توصیه می‌شود.

واژهای کلیدی: آمینوسورن، اسانس، کود دامی، نعناع فلفی، ورمی‌کمپوست

Evaluation of Quantitative and Qualitative Yiled of Peppermint under Amino Acids, Chemical and Organic Fertilizers

Mohammad Asadi[1], Yousef Nasiri[2*], Sara Mola Ali Abasiyan[3], Mohammad Reza Morshedloo[4]

Received: February 13, 2018 Accepted: September 5, 2018
1- MSc Student, Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.
2- Assist. Prof., Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.
3- Assist. Prof., Dept. of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.
4- Assist. Prof., Dept. of Horticulture Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.
*Corresponding Author: E-mail: ysf_nasiri@yahoo.com

Abstract

Peppermint is a medicinal plant belong to the Lamiaceae familly which is used in various pharmaceutical, cosmetic and food industries. This research was conducted as a factorial based on randomized complete block design with three replications to evalueate the effect of amino acid application on quantitative and qualitative yield of peppermint under chemichal and organic fertilizers at the research farm of Plant Production and Genetics Department, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran in 2017. Treatments were included: I- control, II- chemichal fertilizer, III- vermicompost, and IV- farmyrad manure as first factor and amino acids application as second factor were included application in one stage (before flowering), application in two stages (before flowering and flowering stage) and control. Results showed that the highest plant height, flowering stems number, auxiliary stems number and leaf number were obtained from amino acids application in two stages. The highest dry matter yield of both harvest were obtained by chemical fertilizer application without significant differences with vermicompost application. The highest essential oil yield at the first harvest were obtained by all of the three fertilizers (chemical, vermicompost and farmyard) application and the highest essential oil yield at second harvest were obtained by chemical and vermicompost application. The highest essential oil percentage at first harvest was obtained by foliar application of amino acids at two stages + farmyard manure application (2.91%) and foliar application in two stages + vermicompost application (2.77%). In general, the results showed that the application of organic manures especially vermicompost, like chemical fertilizer are effective in increasing the morphological traits and yield of peppermint. Therefore, considering the incomptable effects of chemical fertilizers on environment, the use of organic fertilizers such as vermicompost and amino acids in sustainable agriculture sustems is recommended.

Keywords: Aminosuren, Essential Oils, Farmyard Manure, Peppermint, Vermicompost

مقدمه

امروزه به دلیل روشن شدن عوارض جانبی مصرف داروهای شیمیایی، استفاده از داروهای با منشاء گیاهی در حال افزایش است. استفاده از گیاهان دارویی به منظور استخراج مواد مؤثره آنها برای تولید دارو و جایگزین کردن آنها به‌جای داروهای شیمیایی برای حفظ سلامتی انسان از مهم‌ترین نیازهای تمدن امروزی می‌باشد (رامش و اوکیگبو ۲۰۰۸). از زمان‌های بسیار کهن، انسان برای درمان بسیاری از بیماریها از گیاهان دارویی استفاده کرده است، به طوری که تحقیقات علمی نیز اثر درمانی گیاهان را در طول زمان به وضوح ثابت کرده است (شارما و همکاران ۲۰۱۷). نعناع فلفلی با نام علمی *Mentha piperita* L. متعلق به خانواده نعنائیان Lamiaceae می‌باشد. این گیاه گونه‌ای هیبرید است و از تلاقی بین گونه‌های *Mentha aquatica* و *Mentha spicata* حاصل شده است. بومی مناطق معتدله دنیا به ویژه اروپا، آمریکای شمالی و شمال آفریقا می‌باشد، اما امروزه در سراسر دنیا کشت می‌شود (سینگ و همکاران ۲۰۱۵). از اسانس و گیاه خشک شده نعناع فلفلی در طب سنتی به عنوان ضد اسپاسم، ضد عفونی کننده و همچنین در درمان سرماخوردگی، گرفتگی عضلات، سوء هاضمه، حالت تهوع، گلودرد و دندان درد استفاده می شود (دی سوسا و همکاران ۲۰۱۰). نعناع فلفلی حاوی ترکیباتی مانند اوژنول، اسیدکافئیک، آلفا توکوفرول، اسید رزمارینیک، و فلاونوئیدها است (خدا دوست و همکاران ۲۰۱۵). همچنین از مهمترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده این گیاه می‌توان به منتول، منتون و منتوفوران، متیل استات و پینن اشاره کرد (ورما و همکاران ۲۰۱۰؛ امیدبیگی ۲۰۱۱؛ مهری و همکاران ۲۰۱۵). کشت و کار گیاهان دارویی علاوه بر افزایش تنوع نظام‌های کشت و بهبود حاصلخیزی می‌تواند نقش مهمی در سلامت بشر داشته باشد (چاندراساکار و سمشه اکاراپپا ۲۰۱۶). تولید و مصرف بی رویهٔ نهاده‌های شیمیایی در کشاورزی متداول طی چند دههٔ اخیر مشکلات زیست محیطی بسیاری را به همراه داشته است. در این بین می‌توان به آلودگی منابع آب و خاک، کاهش کیفیت محصولات غذایی و بر هم خوردن تعادل زیستی در خاک که صدمات جبران ناپذیری به اکوسیستم وارد می سازد، اشاره کرد (میلیرو و همکاران ۲۰۰۸). استفاده ناکارآمد از کودهای شیمیایی به ویژه در نظام‌های فشرده، بهره‌وری و کارایی مصرف کودها را به میزان زیادی کاهش داده است (اسدی و همکاران ۲۰۱٤). مدیریت نامناسب عناصر غذایی به روش متداول امروزی منجر به تخریب بوم نظام‌های کشاورزی و به خطر افتادن سلامت انسان می‌گردد و این مشکلات لزوم تجدید نظر در روش‌های تولید محصولات کشاورزی را ضروری ساخته است (سجادی نیک و یاداوی ۲۰۱٤). امروزه رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت کشاورزی پایدار و به کارگیری روش‌های مدیریتی پایدار و ارگانیک می‌باشد. کودهای آلی و زیستی باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب و همچنین بهبود خصوصیات بیولوژیکی می‌شوند (ملکی فراهانی و همکاران ۲۰۱٤). کودهای آلی به دلیل دارا بودن عناصر غذایی ضروری و دیگر مزایا (اغلب کم هزینه و قابل دسترس) کیفیت و سلامت خاک و همچنین افزایش عملکرد گیاهی استفاده می‌شوند (پرامون و همکاران ۲۰۱٦). یکی ازکودهای آلی رایج و متداول مورد استفاده در کشاورزی پایدار، ورمی‌کمپوست می‌باشد. استفاده از مواد آلی مثل ورمی‌کمپوست یک روش مناسب برای نگهداری ماده آلی خاک، بهسازی خاک و تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان است (خالقی و همکاران ۲۰۱٤). اخیراً فرآیند کمپوست با استفاده از کرم‌های خاکی کمپوست کننده، برای تهیه ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک فرآوری آسان و یک فرآیند حامی طبیعت برای به دست آوردن کودهای زیستی از مواد زاید بسیار مورد توجه قرار گرفته است (قمری و همکاران ۲۰۱٤). امروزه کاربرد ترکیبات آلی و زیستی محتوی آمینو اسیدها در زراعت گیاهان مورد

توجه قرار گرفته است، که دلیل این توجه نقش اساسی اسیدهای آمینه در حیات موجودات می‌باشد. این مواد با تأثیر بر روند پروتئین سازی در سطوح ژنی و با تأثیر بر سوخت و ساز گیاهی، رشد و تکوین گیاه را منظم می‌نماید که محلول‌پاشی برگی آنها اثر موثری را بر روی گیاهان خواهد داشت. در واقع تغذیه برگی اسیدهای آمینه می‌تواند یک منبع مهم برا بیوسنتز پروتئین در گیاهان باشد(ریسی و همکاران ۲۰۱٤). اسیدهای آمینه در واقع زنجیری اصلی در ساختار پروتئین و به نوبه خود موثر در توسعه رشد گیاه می باشند (هونسومی و همکاران ۲۰۰۸). با این حال این واحد از پروتئین‌ها نقش اساسی در بیوسنتز آنزیم‌ها و ویتامین‌ها و متابولیت‌های ثانویه مانند آلکالوئیدها و غیره دارند (ابراهیم و همکاران ۲۰۱۰). به طورکلی اسیدهای آمینه موادی هستند که باعث تحریک سوخت و ساز و فرآیندهای متابولیکی گیاه در جهت افزایش کارآیی آنها می‌شوند (فاتین و همکاران ۲۰۱۰). در رابطه با تحقیقات انجام گرفته درباره کاربرد ورمی‌کمپوست، کود دامی و اسیدهای آمینه بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی، حسینی و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی بر روی گیاه دارویی مرزه سهندی گزارش کردند که بیشترین درصد اسانس درگیاه در تیمار دو تن درهکتار ورمی‌کمپوست به دست آمد. و همچنین یافته های پازوکی و همکاران (۲۰۱٦) در آزمایشی نشان دادند که کاربرد ورمی‌کمپوست در سطوح ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار افزایش معنی‌داری در عملکرد، اجزای عملکرد و محتوی اسانس همیشه بهار نسبت به شاهد داشته است نتایج تحقیق کیزیل کیا و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که افزودن ورمی‌کمپوست به محیط رشد گیاه از یک طرف از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک سبب بهبود رشد گیاه می‌شود و از طرف دیگر به علت غنی بودن از عناصر غذایی سبب افزایش عملکرد و جذب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف توسط گیاه می‌شود. در همین خصوص خرمدل و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر کاربرد سطوح مختلف کود دامی بر گیاه دارویی زیره سیاه ایرانی (*Bunium persicum* Bioss.) گزارش نمودند که با افزایش مصرف کود دامی عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، درصد و عملکرد اسانس افزایش یافت به‌طوریکه بیشترین مقادیر با مصرف کود دامی به مقدار ٤۰ تن در هکتار به‌دست آمد. در طی پژوهش دیگری با بررسی تأثیر انواع کودهای آلی و شیمیایی بر شاخص رشدی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گزارش شده است که استفاده از کودهای آلی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک شد (تهامی و همکاران، ۲۰۱۵). رهبریان (۲۰۱٤) با ارزیابی اثر سطوح کود دامی بر رشد و عملکرد بادرشبو گزارش نمود که با افزایش مصرف کود دامی از صفر به ٤۰ تن در هکتار به دلیل فراهمی عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف رشد و عملکرد تر و خشک برگ به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین گزارش شده است مصرف کود دامی در گیاه زیره سبز (*Cuminum cyminum*) باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و ارتفاع بوته شد (سعید نژاد و همکاران ۲۰۱۰). در سال‌های اخیر استفاده از محصولات ارگانیک بر پایه اسیدهای آمینه جهت بهبود رشد و عملکرد گیاهان مورد توجه و استفاده کشاورزان قرار گرفته است اسیدهای آمینه به صورت خاکی و محلول‌پاشی در گیاهان استفاده می‌گردد (سیردان و همکاران ۲۰۰۹). فرایند ساخت اسیدهای آمینه توسط گیاه در شرایط نامساعد محیطی مشکل و یا متوقف می‌گردد لذا کاربرد اسیدهای آمینه با بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی و ترکیب‌های بیوشیمیایی گیاه کمبود آن‌ها را برطرف می‌کند و این امکان را به گیاه می‌دهد که انرژی ذخیره شده خود را صرف رشد بیشتر و بالا بردن عملکرد و کیفیت محصول نماید (توماس و همکاران، ۲۰۰۹). در این خصوص گامال و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند محلول‌پاشی بابونه با اسیدهای آمینه موجب افزایش رشد در مرحله رویشی و گلدهی می شود. در گوجه فرنگی نیز گزارش شده است که کاربرد

آمینواسیدها تأثیر سودمندی بر عملکرد گیاه دارد (کوکونارس و همکاران ۲۰۱۳). و همچنین صبوری و همکاران (۲۰۱٤) نیز با بررسی تأثیر اسیدهای آمینه بر عملکرد کمی وکیفی اسانس ریحان سبز نشان دادند که محلولپاشی اسیدهای آمینه آمینول فورته و هیومی فورته در افزایش رشد، عملکرد پیکره رویشی و درصد اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تأثیر مثبت و معنی‌داری داشته است.

از آنجائیکه که امروزه رویکرد تولید گیاهان دارویی بسوی کشت ارگانیک به منظور تولید محصول با کیفیت‌تر می‌باشد، کاربرد انواع کودهای آلی و زیستی و محرک‌های زیستی برای تأمین نیاز غذایی کشتزارها اهیمت بیشتری پیدا کرده است. همچنین با توجه به اهمیت نعناع فلفلی به‌عنوان یک گیاه پرکاربرد در صنایع مختلف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی، این پژوهش به منظور ارزیابی کاربرد اسیدهای آمینه با مقایسه کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی نعناع فلفلی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹٦ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه با طول جغرافیایی ٤٦ درجه و ١٦ دقیقه شرقی و عرض ۳۷ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۳۸۵ متر از سطح دریا به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل فاکتور اول ۱- شاهد ۲- کاربرد کود شیمیایی، ۳- کاربرد ورمی‌کمپوست و ٤- کاربرد کود دامی و فاکتور دوم: محلول‌پاشی با آمینوسورن (به‌عنوان منبع اسیدهای آمینه) در یک مرحله و دو مرحله و عدم محلول‌پاشی بودند. قبل از انجام آزمایش به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش نمونه‌ای مرکب از عمق۰ تا ۳۰سانتی متری خاک مزرعه تهیه شد. بر اساس نتایج آزمایش خاک زمین آزمایش لومی تا لومی شنی بود که مقدار نیتروژن کل آن ۰/۰۱۸ درصد و فسفر، پتاسیم، روی و آهن آن بترتیب ۲۱/٤۲ ، ۵۱۳، ۱/۰۲ و ۱/۱٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. پس از شخم و آماده سازی زمین کرت‌هایی با ابعاد۳×۲ متر ایجاد شد. فاصله بین بلوک‌ها ۱/۵ متر و فاصله بین کرتهای آزمایشی در هر بلوک ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. کودهای آلی شامل ورمی‌کمپوست (۱۵ تن در هکتار) و کود دامی (۲۵ تن در هکتار) یک ماه قبل از کاشت و کود شیمیایی با توجه به نتایج آزمون خاک به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره در دو نوبت بعد از کاشت و قبل از گلدهی و ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل قبل از کاشت به کرتهای مربوطه اضافه شد. هر کرت شامل ۷ ردیف کاشت به طول دو متر با فواصل ردیفی ٤۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۵ سانتیمتر در نظر گرفته شد. کاشت با انتقال گیاهچه‌های سبز شده از ریزوم گیاهان سال قبل در فصل بهار انجام گرفت. عملیات داشت مانند آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و غیره به صورت منظم در طول فصل رشد در صورت نیاز گیاه انجام شد. محلول‌پاشی در یک مرحله قبل از گلدهی و در دو مرحله قبل و شروع گلدهی با کاربرد کود آمینوسورن قبل از هر چین در کرتهای مربوطه انجام شد. این کود محتوی انواع اسیدهای آمینه ضروری برای رشد گیاه از جمله گلیسین ،آلانین، گلوتامیک اسید، پرولین، گلوتامیک اسید، والین، ایزولویسین، لیزین، متیونین، سرین و گلیسین می‌باشد. برداشت پس از۰ ۵ درصد گلدهی گیاهان در دو چین با دست انجام شد. صفات مورفولوژیکی ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های فرعی، تعداد ساقه‌های فرعی گلدار، تعداد برگ در بوته همزمان با برداشت اول و عملکرد بیولوژیک، درصد اسانس و عملکرد اسانس در دو برداشت مورد ارزیابی قرار گرفتند. برداشت اول در نیمه اول مرداد ماه و برداشت دوم در نیمه اول مهر ماه برداشت شد. برداشت بوته‌ها از سطحی معادل یک متر مربع انجام و سپس بوته‌های برداشت شده

در سایه خشک شدند و پس از توزین به‌عنوان عملکرد بیولوژیکی ثبت شد. نمونه‌های خشک شده تا زمان استخراج اسانس در محل مناسب نگهداری شدند. برای استخراج اسانس مقدار ٤٠ گرم از ماده خشک آسیاب شده در هر واحد آزمایشی به درون یک بالن یک لیتری ریخته و مقدار ٤٠٠ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه شد و به مدت ۳ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب بوسیله دستگاه کلونجر (Clevenger) اسانس‌گیری صورت گرفت. پس از استخراج اسانس و رطوبت‌زدایی آن با سولفات سدیم مقدار آن با استفاده از ترازوی دقیق مشخص و درصد و عملکرد اسانس با استفاده از فرمول‌های ذیل محاسبه گردید:

۱۰۰ × (٤٠/ وزن اسانس استخراج شده) = درصد اسانس

عملکرد بیولوژیکی در متر مربع × درصد اسانس = عملکرد اسانس در متر مربع

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های حاصل از آزمایش با نرم افزار MSTA-C تجزیه واریانس شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ٥ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر محلوپاشی با اسید آمینه بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته در تیمار محلول‌پاشی در دو مرحله به دست آمد که نسبت به شاهد (عدم محلول‌پاشی) ۱۲/۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). در کرفس وحشی نیز گزارش شده است که محلول‌پاشی گیاهان با اسید آمینه باعث افزایش چشمگیر در ارتفاع بوته شد (شهاتا و همکاران ۲۰۱۱). گلزاده و همکاران (۲۰۱۲) نیز افزایش ارتفاع بوته بابونه را با کاربرد اسیدهای آمینه گزارش نمودند. در پژوهشی دیگری محلول‌پاشی اسیدهای آمینه تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع ریحان سبز داشت (صبوری و همکاران،۲۰۱٤). همچنین در تحقیق دیگری رفیعی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمودند که کاربرد محلول‌پاشی اسید آمینه باعث افزایش ارتفاع بوته در گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) شد. اسیدهای آمینه با افزایش امکان جذب نیتروژن توسط گیاه باعث طویل شدن بخش‌های هوایی و افزایش رشد گیاه و در نتیجه ارتفاع آن می‌شود. به نظر میرسد که محرک‌های زیستی همچون اسیدهای آمینه از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی، سبب افزایش فتوسنتز شده و این امر موجب تولید آسیمیلات بیشتر و بهبود ارتفاع گیاه می‌شود (ابو سدرا و همکاران ۲۰۱۰).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر محلوپاشی اسیدهای آمینه و کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر صفات مورد ارزیابی نعناع فلفلی

		میانگین مربعات								
منابع تغیر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد ساقه‌های فرعی	تعداد سرشاخه‌های فرعی گلدار	تعداد برگ	عملکرد ماده خشک (برداشت اول)	عملکرد ماده خشک (برداشت دوم)	درصد اسانس برداشت اول	درصد اسانس برداشت دوم	عملکرد اسانس برداشت اول	عملکرد اسانس برداشت دوم
تکرار	۲	۲۴۵/۶ **	۲۳/۴**	۲۱/۹**	۱۲۸۲۹۶/۹**	۱۷۹۶۰/۶*	۳۳۷۷۶/۱***	۰/۰۷۰ ns	۰/۰۷۱*	۱۳/۹*	۶/۵۹۴**
کود	۳	۲۶/۹ ns	۰/۵۴۹ ns	۲/۲۵۰ ns	۲۳۰۶۳/۴ ns	۱۳۶۳۴/۷*	۱۲۲۲۰/۳*	۰/۴۰۳**	۰/۱۷۹**	۱۲/۶ *	۴/۹۴۴**
محلول‌پاشی	۲	۱۴۴/۹**	۹/۱۲۲**	۹/۴۰۵**	۱۷۵۳۹۱/۸**	۳۳۶۶۲/۵**	۱۲۷۶۱/۶*	۰/۵۹۹*	۰/۱۸۹**	۴۷/۸**	۸/۴۲۷**
کود× محلول‌پاشی	۶	۱۲/۲۵ ns	۱/۱۴۳ns	۱/۷۱۸ns	۱۹۷۸۹/۵ns	۱۲۱۱/۳ns	۱۴۵۱/۴ns	۰/۱۲۲*	۰/۰۲۶ns	۳/۲۹۵ns	۰/۸۴۸ns
خطا	۲۲	۳۹/۵	۲/۰۹۴	۲/۴۸۴	۴۰۰۶۰/۱۵۷	۳۱۶۹/۶	۳۶۴۷/۲	۰/۰۴۵	۰/۰۱۶	۲/۸۰۳	۰/۸۴۸
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱۱/۷۵	۲۶/۴۵	۲۳/۹۵	۲۲/۹۱	۱۵/۷۴	۲۴/۹۲	۹/۳۰	۷/۸۸	۲۰/۲۲	۲۳/۷۴

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات مورد ارزیابی نعناع فلفلی تحت تأثیرمحلول‌پاشی با اسیدهای آمینه

اسید آمینه	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد سرشاخه‌های گلدار	تعداد ساقه‌های فرعی	تعداد برگ	عملکرد خشک برداشت اول (گرم در متر مربع)	عملکرد خشک برداشت دوم (گرم در متر مربع)	عملکرد خشک کل (گرم در متر مربع)	درصد اسانس برداشت اول	درصد اسانس برداشت دوم	عملکرد اسانس برداشت اول (گرم در متر مربع)	عملکرد اسانس برداشت دوم (گرم در متر مربع)
شاهد	۵۰/۹۵b	۵/۸ b	۴/۷ b	۷۵۱/۰b	۳۰۷/۷b	۲۰۹/۹ b	۵۱۷/۶ b	۲/۲۵b	۱/۴۶ b	۶/۵۲ b	۳/۰۲ b
یک مرحله	۵۰/۰۳ b	۶/۵ ab	۵/۳ ab	۸۷۷/۶ ab	۳۵۱/۹ b	۲۴۲/۱ ab	۵۹۴/۰ b	۲/۳۶ab	۱/۶۲ a	۷/۸۸ b	۳/۹۲a
دو مرحله	۵۷/۴۳a	۷/۵ a	۶/۴ a	۹۹۲/۷ a	۴۱۳/۲Ab	۲۷۵/۱ a	۶۸۸/۳ a	۲/۵۹ a	۱/۷۰ a	۱۰/۴۵ a	۴/۶۹ a

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.

تعداد ساقه‌های فرعی و سرشاخه‌های گلدار

نتایج حاکی از آن بود که محلوپاشی با اسید آمینه بر تعداد ساقه‌های فرعی و تعداد سرشاخه‌های گلدار در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که محلول‌پاشی در دو مرحله بترتیب باعث افزایش ۲۹/۳ و ۳٦/۲ درصدی دو صفت اخیر نسبت به شاهد شد (جدول ۳). نتایج به دست آمده روی گیاه دارویی آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) نیز بیان گر این مطلب بود که بیشترین تعداد ساقه فرعی با استفاده از کاربرد محلول‌پاشی برگی اسید آمینه به‌دست آمد (نقدی بادی و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین گزارش شده است که کاربرد اسیدآمینه باعث افزایش تعداد شاخه فرعی در گیاه دارویی مریم گلی شده است (یوسف، ۲۰۱٤). این تأثیر مثبت را می‌توان به قابلیت کاربرد اسیدهای آمینه در تأمین عناصر غذایی و در نتیجه بهبود فتوسنتز دانست همچنین مشخص شده است که گیاهان قادرند از اسیدهای آمینه به‌عنوان منبع نیتروژن استفاده کنند (تسووالتزیس و همکاران ۲۰۱٤). افزایش میزان عناصر غذایی در دسترس گیاه بخصوص نیتروژن، باعث تحریک رشد گیاه و ساقه‌های فرعی و سرشاخه‌های گلدار می‌شود و محلول‌پاشی اسید آمینه از طریق جذب بیشتر نیتروژن و افزایش میزان فتوسنتز موجب افزایش تعداد ساقه می شود.

تعداد برگ

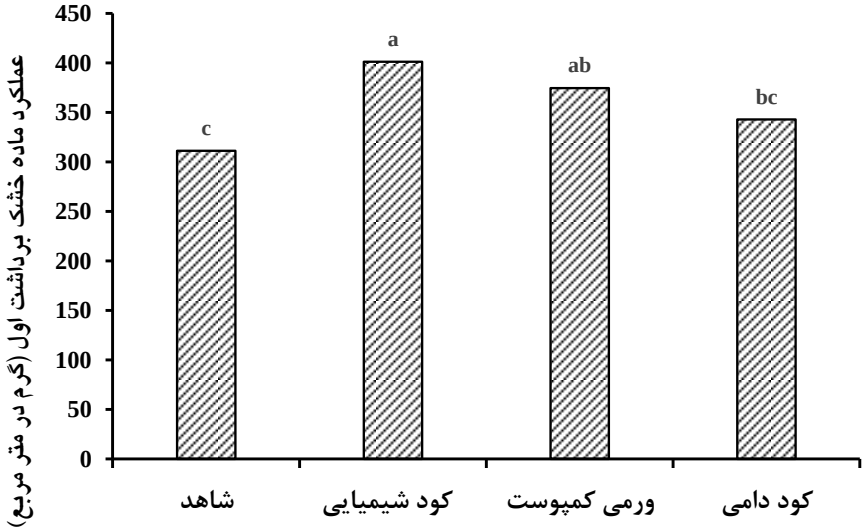
بر اساس نتایج تجزیه واریانس مشخص شد اثر محلوپاشی با اسید آمینه بر تعداد برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اثر کاربر کودهای آلی و شیمیایی و اثر متقابل کود × محلول‌پاشی برای این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد برگ (۹۹۲/۷) مربوط به محلول‌پاشی با اسید آمینه در دو مرحله بود که نسبت به شاهد (عدم محلول پاشی) ۳۲ درصد افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). نتایج مشابهی نیز در رابطه با اثر مثبت اسیدآمینه بر تعداد برگ در مرزه تابستانی (مهرابی و همکاران، ۲۰۱۳) و بابونه آلمانی (عمر و همکاران ۲۰۱۳) نیز گزارش شده است.

عملکرد ماده خشک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد ماده خشک هم در برداشت اول و هم در برداشت دوم در سطح ٥ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها در برداشت اول بیشترین عملکرد ماده خشک بترتیب در تیمار کود شیمیایی (٤۰۱/۳ گرم در متر مربع) و ورمی کمپوست (۳۷٤/۱ گرم در متر مربع) بدون اختلاف معنی دار بین آنها به دست آمد که نسبت به شاهد بترتیب ۲۸/۸ و ۲۰/۲۸ درصد افزایش نشان داد (شکل ۱). در برداشت دوم نیز دو تیمار اخیر بترتیب با مقادیر ۲۷۷/۷ و ۲۷۰/۲ گرم در مترمربع عملکرد ماده خشک را نسبت به شاهد (۲۱٥/٥ گرم در مترمربع) بطور معنی‌داری افزایش دادند (شکل ۲).

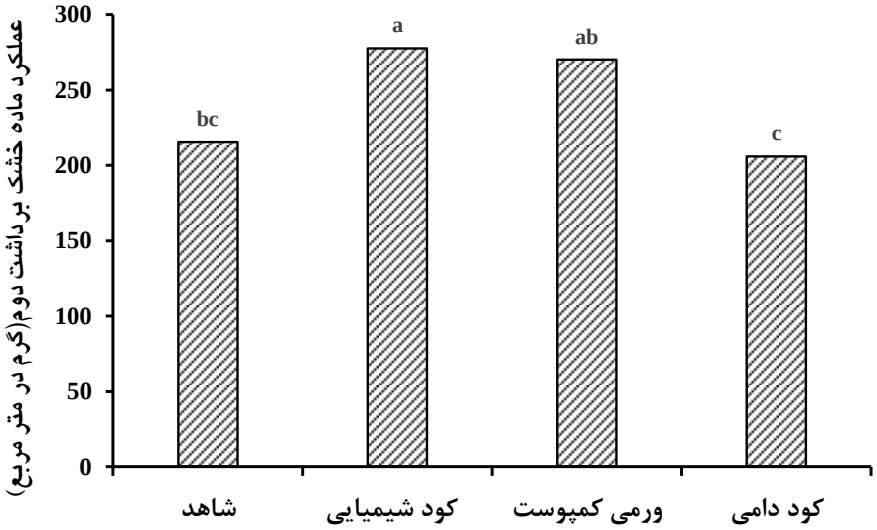
نتایج همچنین نشان داد که در هر دو برداشت کود دامی با شاهد تفاوت معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک نشان نداد. نتایج به دست آمده بر روی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) نیز بیانگر این مطلب است که بیشترین عملکرد بیولوژیکی با کاربرد کود NPK حاصل شد (کومار و همکاران ۲۰۱٥). بالابودن عملکرد ماده خشک در تیمار کود شیمیایی به احتمال زیاد می‌تواند به دلیل بهبود شرایط جذب عناصر غذایی در خاک و تأثیر این عناصر بخصوص نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی گیاه شده باشد (پوریوسف و همکاران ۲۰۱۰). نتایج تحقیقات تهامی زرندی و همکاران (۲۰۱٥) نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک در گیاه ریحان با کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست به دست آمد. در بابونه آلمانی نیز چنین اثر مثبتی با کاربرد ورمی‌کمپوست گزارش شده است (ریسی و همکاران ۲۰۱۱). کودهای آلی علاوه بر بهبود شرایط فیزیکی و

شیمیایی خاک با تأمین اغلب عناصر ضروری باعث افزایش عملکرد در گیاهان می‌شود (اقبال و همکاران ۲۰۱۵). افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نه‌تنها فراهم شدن عناصر غذای مورد نیاز گیاه را افزایش داده است، بلکه با آزاد سازی تدریجی و با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای زیستی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، باعث رشد گیاه شده و میزان بیوماس تولیدی را افزایش می‌دهد. عناصر موجود در ورمی-کمپوست، اعم از پر مصرف و کم مصرف به دلیل تحریک رشد رویشی و نیز انتقال دوباره دیرتر مواد از برگ‌های مسن به برگ‌های جوان و در نتیجه ظهور دیرتر علایم پیری از طریق بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک مانند شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و فتوسنتز خالص، تأثیر خود را روی افزایش ماده خشک نشان می-دهد (سجاد نیک و یادوی ۲۰۱٤). نتاج همچینین نشان داد که اثر محلول‌پاشی بر عملکرد خشک در برداشت اول در سطح احتمال یک درصد و در برداشت دوم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول۲). در برداشت اول بیشترین عملکرد ماده خشک (٤۱۳/۲ گرم در متر مربع) با محلول‌پاشی در دو مرحله به دست آمد که نسبت به شاهد و محلول‌پاشی در یک مرحله بترتیب ۳٤/۳ و ۱۷/٤ درصد افزایش نشان داد. در برداشت دوم نیز بیشترین عملکرد خشک (۲۷۵/۱ گرم در متر مربع) با محلول‌پاشی در دو مرحله بدون تفاوت معنی‌دار با محلول‌پاشی در یک مرحله به دست آمد. تیمار اخیر (محلول‌پاشی در دو مرحله) نسبت به شاهد (عدم محلول‌پاشی) افزایش ۳۱ درصدی را نشان داد (جدول۳). نتایج تحقیقات وهاب و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که محلول‌پاشی گزنه با اسیدهای آمینه باعث افزایش رشد و عملکرد خشک آن شد. در تحقیق دیگری فوزی و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده نمودند که محلول پاشی محرک های زیستی از جمله ترکیبات اسیدهای آمینه باعث افزایش رشد و عملکرد در گیاه سیر شد. نتایج مشابهی از تأثیر مثبت محلول پاشی اسیدهای آمینه بر عملکرد ماش (مینایی و همکاران ۲۰۱۳) کدو (فاتن و همکاران ۲۰۱۰) و فلفل شیرین (السعید و کمال ۲۰۰۸) نیزگزارش شده است. کاربرد برگی کود حاوی محرک‌های زیستی می تواند عملکرد، جذب و تجمع نیتروژن توسط گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد (اسمولن و همکاران ۲۰۱۰). محرک‌های زیستی قادرند فرآیندهای بیوشیمیایی را در گیاه و خاک بهبود دهند و همچنین در فعالیت برخی از آنزیم‌های محرک رشد، انتقال یون ها و در باز شدن روزنه‌ها نقش مثبت داشته و در نهایت می‌تواند موجب رشد و عملکرد ماده خشک گیاه می‌گردد (گاروناکا ۲۰۰۸ و هاسلر و همکاران ۲۰۱٤).



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های عملکرد ماده خشک نعناع فلفلی در اثر کاربرد کودهای شیمیایی و آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.



شکل ۲- مقایسه میانگین های عملکرد ماده خشک نعناع فلفلی در اثر کاربرد کودهای شیمیایی و آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.

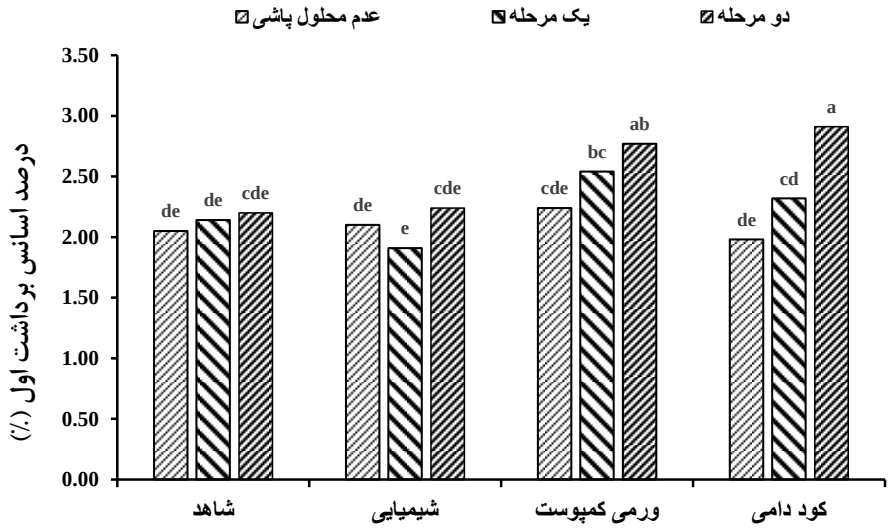
درصد اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در برداشت اول اثر کاربرد کودهای آلی و شیمیای بر درصد اسانس نعناع در برداشت اول در سطح احتمال یک درصد، اثر محلول‌پاشی در سطح احتمال ۵ درصد و اثر متقابل کاربرد کود و محلول‌پاشی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد اسانس در تیمارهای کاربرد کود آلی دامی + محلول‌پاشی در دو مرحله (۲/۹۱ گرم در متر مربع) و کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست + محلول‌پاشی در دو مرحله (۲/۷۷ درصد) به دست آمد که نسبت به شاهد(عدم محلول‌پاشی و عدم کاربرد کود) بترتیب ٤١/٩ و ٣٥/١ درصد افزایش نشان دادند. تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست + محلول‌پاشی در یک مرحله (٢/٥٤ درصد) با اختلاف معنی‌دار با شاهد در رتبه بعدی قرار داشت و سایر تیمارها نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (شکل ٤).

در رابطه با برداشت دوم نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن بود که اثر کاربرد کودهای آلی و شیمیایی و همچنین محلول‌پاشی بر درصد اسانس نعناع در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین درصد اسانس برداشت دوم در دو تیمار کودشیمیایی و کود دامی به‌ترتیب با مقادیر ١/٧٤ و ١/٦٩ درصد به‌دست آمد که نسبت به شاهد، ٢٠/٥ و ١٧/١ درصد افزایش نشان دادند. بیشترین درصد اسانس (١/٧ درصد) در محلول‌پاشی در دو مرحله بدون تفاوت معنی‌دار با محلول‌پاشی در یک مرحله به‌دست آمد که نسبت به شاهد ١٦/٤ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). مطابق با نتایج این تحقیق، رحمانیان و همکاران (۲۰۱۷) افزایش درصد اسانس گیاه دارویی ریحان را با کاربرد ورمی‌کمپوست گزارش کردند. همچنین درزی و همکاران (٢٠١٦) با بررسی تاثیر کاربرد مقادیر مختلف کود دامی و ورمی‌کمپوست بیان کردند که بیشترین درصد اسانس در تیمار حاوی ۵ تن ورمی‌کمپوست بدست آمد. کاربرد ورمی‌کمپوست از طریق فراهم نمودن فسفر و نیتروژن موردنیاز جهت رشد و متابولیسم گیاه، می‌تواند در تولید متابولیت‌های ثانویه و اسانس اکثر گیاهان دارویی مؤثر باشند. از طرف دیگر به‌نظر میرسد که حضور ورمی‌کمپوست، می‌تواند سبب بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌ها شود و شرایط لازم برای حلالیت فسفر را فراهم کند و متعاقب آن دسترسی گیاه به فسفر افزایش می‌یابد (قاضی ماناس و همکاران ۲۰۱۳). از آنجا که اسانس‌ها ترکیبات ترپنوئیدی بوده و بیوسنتز واحدهای سازنده آنها (ایزوپرنوئیدها) نیازمند ATP و NADPH هستند و با توجه به این مطلب که حضور عناصر نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیبات اخیر ضروری می‌باشد، لذا مصرف کودهای شیمیایی و یا آلی نیز موجب افزایش اسانس می‌گردد (شیرزادی و اردکانی ٢٠١٤). کودهای آلی مانند دامی و ورمی‌کمپوست علاوه بر عناصر غذایی و مواد آلی، دارای مقادیر زیادی مواد هیومیکی می‌باشند که این مواد از طریق بهبود فراهمی عناصر غذایی از جمله آهن و روی و اثر مستقیم بر متابولسیم گیاهی، باعث افزایش رشد گیاه می‌شوند (تارتورا و همکاران ۲۰۱۰). ورمی‌کمپوست علاوه بر بهبود خصوصیات فیزیکی خاک مانند تهویه و زهکشی، قدرت جذب و نگهداری رطوبت و کربن آلی خاک، بدلیل دارا بودن میکروارگانیسم‌های فراوان و با آزادسازی اسیدهای آلی از جمله اگزالیک اسید، حلالیت و جذب عناصر غذایی NPK را افزایش می‌دهد و باعث افزایش تولید ترکیبات مورد نیاز برای تولید اسانس می‌شوند (آداک و همکاران ٢٠١٤).

نتایج حاضر مبنی بر افزایش درصد اسانس به واسطه کاربرد اسید آمینه با نتایج بررسی‌های دیگر محققان بر روی بابونه آلمانی (گلزاده ۲۰۱۲، حاج سید هادی و رضایی غیل ۲۰۱۵)، خاکشیر (سانی ۲۰۱۰)، ریحان سبز (صبوری و همکاران ٢٠١٤) و مرزه تابستانی (مهرابی و همکاران ۲۰۱۳) مطابقت دارد. از آنجایی که آمینواسیدها ترکیبات نیتروژن‌داری هستند، کاربرد آنها به‌صورت

محلول‌پاشی در گیاه می‌تواند تولید ATP و NADPH مورد نیاز برای ساخت ترکیبات ترپنوئیدی را به مقدار بیشتری فراهم نموده که در نهایت به‌صورت غیر مستقیم منجر به افزایش مقدار اسانس تولیدی توسط گیاه می گردد (آلکازار و همکاران ۲۰۱۰، شیرزادی اردکانی ۲۰۱٤).



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های ترکیبات تیماری کود × محلول پاشی برای درصد اسانس نعناع فلفلی در برداشت اول

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.

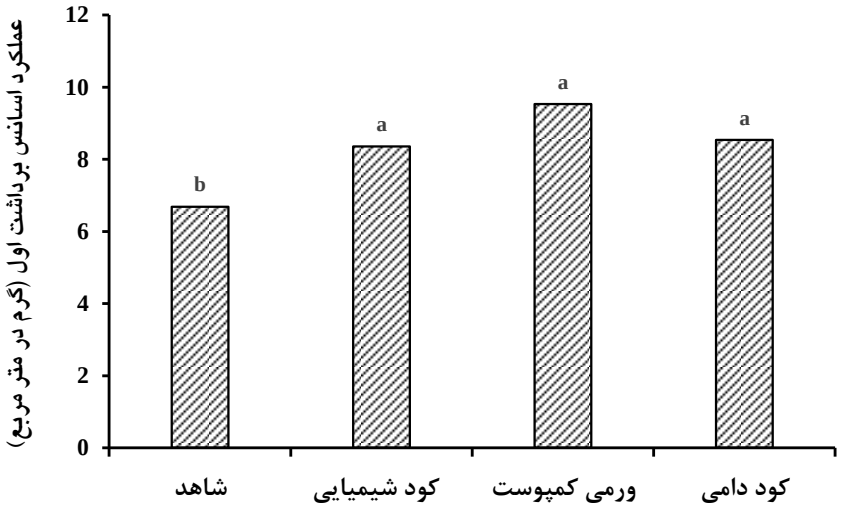
شکل۴- مقایسه میانگین های درصد اسانس نعناع فلفلی در برداشت دوم در اثر کاربرد کودهای شیمیایی و آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.

عملکرد اسانس

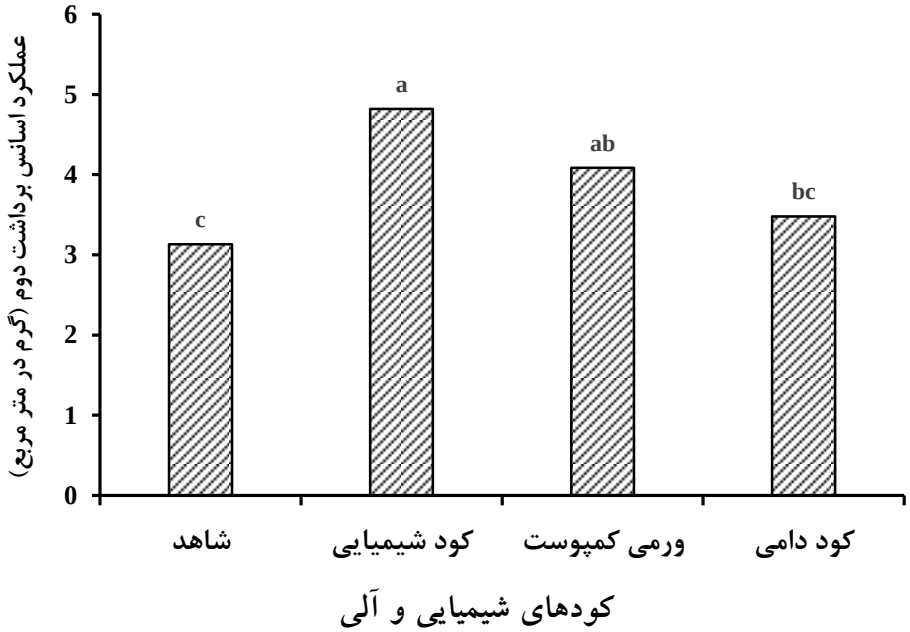
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کاربرد کودهای آلی و شیمیای در برداشت اول در سطح احتمال ۵ درصد و در برداشت دوم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد در برداشت اول بیشترین عملکرد اسانس (۹/۵٤ گرم در متر مربع) با کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست بدون اختلاف معنی‌دار با سایر کودهای مصرف شده (کودهای دامی و کود شیمیایی) به دست آمد که نسبت به شاهد ٤۲/٦ درصد افزایش نشان داد (شکل۵). در برداشت دوم بیشترین عملکرد اسانس (٤/۸۲۲ گرم در متر مربع) در کود شیمیایی بدون اختلاف معنی‌دار با کاربرد ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۵۳/۹ درصد افزایش معنی‌داری نشان داد (شکل۵). نصیری و احیائی (۱۳۹٦) نیز گزارش کردند که کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش معنی‌دار عملکرد اسانس ریحان نسبت به شاهد شد که علت آن را افزایش ماده خشک با کاربرد ورمی کمپوست بیان نمودند. همچنین رستم و همکاران (۲۰۱۷) و سینگ (۲۰۱۱) در تحقیقات مجزا گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست و کودهای شیمیایی باعث افزایش عملکرد اسانس شمعدانی معطر شد. ایوبی و همکاران (۲۰۱٤) نیز بیان داشتند که مصرف کودهای دامی و ورمی‌کمپوست و تلفیق آنها به طور معنی‌داری منجر به افزایش عملکرد اسانس نعناع فلفلی شد. محققان اثبات کرده‌اند که دلیل افزایش عملکرد گیاهان با استفاده از کودهای آلی می‌تواند به دلیل آزادسازی تدریجی نیتروژن موجود در آن و همزمانی بیشتر آن با نیاز گیاه در مراحل مختلف رشد رویشی و یا زایشی باشد که این امر در نهایت منجر به افزایش عملکرد گیاه و یا ماده خشک آن می‌گردد گردد (وای و همکاران ۲۰۱٦). با توجه به اینکه عملکرد اسانس از حاصل ضرب درصد اسانس در عملکرد ماده خشک برگ بدست می‌آید، لذا افزایش عملکرد ماده خشک با کاربرد کودهای آلی دامی و ورمی‌کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد، منجر به افزایش عملکرد اسانس تولیدی می‌گردد که نتایج به‌دست آمده در رابطه با عملکرد اسانس در این آزمایش را می‌تواند توجیه کند.

نتایج تجزیه واریانس دادها نشان داد که اثر محلول‌پاشی اسید آمینه بر عملکرد اسانس در هردو برداشت اول و دوم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین عملکرد اسانس در برداشت اول (۱۰/٤۵ گرم درمتر مربع) با محلول‌پاشی در دو مرحله به‌دست آمد که نسبت به شاهد (عدم محلول پاشی) و محلول‌پاشی در یک مرحله بترتیب ٦۰/۳ و ۳۲/٦ درصد افزایش نشان داد. در برداشت دوم نیز بیشترین عملکرد اسانس در محلول-پاشی در دو مرحله بدون اختلاف معنی‌دار با محلول-پاشی در یک مرحله به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۵۳ درصد افزایش نشان داد (جدول۳). نتایج تحقیقات رضاخانی و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که کاربرد اسید آمینه باعث افزایش عملکرد اسانس در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) شد. در پژوهش دیگری نتایج گزارش شده حاکی از افزایش درصد اسانس بابونه با محلول‌پاشی اسید آمینه بود (حاج سید سید هادی و رضایی غیل ۲۰۱۵). اسیدهای آمینه به‌عنوان محرک زیستی می‌توانند اثرات مثبتی بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی، رشد و نمو و عملکرد گیاه گذارد و همچنین گزارش شده است که در برخی موارد خسارات ناشی از بروز تنش برای گیاه را می‌توانند کاهش دهند (لیسی سیکا و همکاران ۲۰۱۱ ، فاتن و همکاران ۲۰۱۰ ، شاهین و همکاران ۲۰۱۰). از آنجایی که کاربرد اسیدآمینه در این تحقیق باعث افزایش درصد اسانس و عملکرد ماده خشک شده است بالطبع عملکرد اسانس را بطور غیر مستقیم تحت تأثیر قرار داده و منجر به افزایش مقدار آن شده است.



شکل ۵- مقایسه میانگین های عملکرد اسانس نعناع فلفلی در اثر کاربرد کودهای شیمیایی و آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.



شکل ۶- مقایسه میانگین های عملکرد اسانس نعناع فلفلی در اثر کاربرد کودهای شیمیایی و آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.

نتیجه گیری کلی

نتایج نشان داد که کاربرد ورمی کمپوست بر روی صفات عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس در هردو برداشت نسبت به کود دامی و شاهد برتری نشان داد و درصد اسانس در برداشت دوم با کاربرد کود دامی و یا شیمیایی بیشترین مقدار را داشت. بیشترین درصد اسانس برداشت اول با کاربرد کودهای آلی (دامی و ورمی کمپوست) و محلول‌پاشی در دو مرحله نسبت به بقیه تیمارها حاصل شد. نتایج همچنین حاکی از آن بود که محلول‌پاشی با اسید آمینه در یک یا دو مرحله در اکثر صفات مورد مطالعه باعث افزایش معنی‌دار مقدار آنها نسبت به شاهد شد. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده چنین استباط می‌شود که جهت افزایش تولید ماده خشک و اسانس نعناع فلفلی کاربرد اسیدهای آمینه همراه با کودهای آلی از جمله ورمی‌کمپوست می‌تواند جایگزین مناسبی جهت اجتناب از کاربرد نهاده‌های شیمیایی در سیستم‌های کشاورزی ارگانیک، پایدار و یا کم نهاده باشد.

منابع مورد استفاده

Abo Sedera FA Bader LAA and Rezk SM. 2010. Effect of NPK mineral fertilizer levels and foliar application with humic and amino acids on yield and quality of strawberry. Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences, 25: 54-169.

Adak T, Singha A, Kumar K, Shukla SK, Singh A and Kumar Singh V. 2014. Soil organic carbon, dehydrogenase activity, nutrient availability and leaf nutrient content as affected by organic and inorganic source of nutrient in mango orchard soil. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 14(2): 394 -406.

Alcázar R, Altabella T, Marco F, Bortolotti C, Reymond M, Koncz C, Carrasco P, Tiburcio AF. 2010. Polyamines: molecules with regulatory functions inplant abiotic stress tolerance. Planta, 23(6):1237–1249.

Al-Said MA and Kamal AM. 2008. Effect of foliar spray with folic acid and some amino acids on flowering yield and quality of sweet pepper. Journal of Agricultural Sciences Mansoura University, 33(10): 7403-7412.

Asadi GHA, Momen M, Norzadeh N and Khoramdel S. 2014. The effect of different levels of organic and chemical fertilizers on yield and nitrogen efficiency in herbs Psyllium (*Plantago ovata* Forsk.). Journal of Agricultural Ecology, 5(4): 373-382

Ayyobi H, Olfati JA and Peyvast GA. 2014. The effects of cow manure vermicompost and municipal solid waste compost on peppermint (*Mentha piperita* L.) in Torbat-e-Jam and Rasht regions of Iran. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 3(4): 147-153.

Cerdán M, Sánchez-Sánchez A, Oliver M, Juárez M, and Sánchez-Andreu JJ. 2009. Effect of foliar and root applications of amino acids on iron uptake by tomato plants. In IV Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes, 830: 481-488

Chandrashekara K, and Somashekarappa HM, 2016. Estimation of radionuclides concentration and average annual committed effective dose due to ingestion for some selected medicinal plants of South India. Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 9(1): 68-77.

Darzi MT Hadjseyed Hadi MR and Atarpoor R. 2016. Effects of different manure and vermicompost rates on yield and essential oil contents of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Iranian Journal of Filed Crop Science, 46(4): 4711-721. (In Persian).

de Sousa AAS, Soares PMG, de Almeida ANS, Maia AR, de Souza EP and Assreuy AMS. 2010. Antispasmodic effect of Mentha piperita essential oil on tracheal smooth muscle of rats. Journal of Ethnopharmacology, 130(2): 433-436.

Faten SA, Shaheen AM, Ahmad AA and Mahmoud AR. 2010. Effect of foliar application of amino acids as antioxidants on growth, yield and characteristics of squash. Research Journal of Agriculture and Biological Science, 6 (5): 583-588.

Fawzy ZF, El-Shal ZS, Yunsheng L, Zhu O and Sawan OM. 2012. Response of garlic (*Allium sativum* L.) plants to foliar spraying of some biostimulants under sandy soil condition. Journal of Applied Sciences Research, 8(2): 770-776.

Gamal KM and El-din M, (2005). Effect of some amino acids on growth and essential oil content of chamomile plant. International Journal of Agriculture and Biology, 7(3): 376-380.

Gawronaka H, 2008. Biostimulators in modern agriculture (general aspects). Arysta LifeScience. Published by the editorial House Wies Jutra, Limited. Warsaw, 7, 25.

Ghamari Y, Moazi A and Alemzadeh Ansari N, 2014. Effect of chemical fertilizer, manure and vermicompost on some characteristics of tomato seedlings. Second National Conference on Sustainable Agricultural Development and a Healthy Environment. (In Persian).

Ghazi Manas M, Banj Shafiee Sh, Hajseyd Hadi MR and Darzi MT, 2013. Effects of vermicompost and nitrogen on qualitative and quantitative yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(2): 269-280. (In Persian).

Golzadeh H, Mehrafarin A, Naghdi Badi H, Fazeli F, Qaderi A and Zarinpanjeh N, 2012. Effect of Bio-Stimulators compounds on quantitative and qualitative yield of german chamomile (*Matricaria Recutita* L.). Journal of Medicinal plants, 1(41): 195-207.

Haj Seyed Hadi MR and Rezaee Ghale H. 2015. Effects of vermicompost and foliar application of amino acids and urea on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31(6): 1057-1070. (In Persian).

Hausler RE, Ludewig F and Krueger S. 2014. Amino acids – a life between metabolism and signaling. Plant Science, 229: 225-237.

Hossaini SM, Aghaalikhani M, Sefidkon F and Ghalavand A. 2015. Vegetative and essential oil yields of savory (*Satureja sahendica* Bornm.) affected by vermicompost and Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexux* L.) competition. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31(2): 342-356. (In Persian).

Hounsome N, Hounsome B, Tomos D, and Edwards-Jones G. 2008. Plant metabolites and nutritional quality of vegetables. Journal of Food Science, 73(4): 48-65.

Iqbal H, Garcia-Perez M and Flury M, 2015. Effect of biochar on leaching of organic carbon, nitrogen, and phosphorus from compost inbioretention systems. Science of the Total Environment, 521:37-45.

Khaleghi M, Jorablo M and Mostafavi M. 2014. Effect of vermicompost organic fertilizers on the yield of chlorophyll in Basil (*Ocimum basilicum* L.). The First National Conference on Sustainable Farming of Medicinal Plants, 1-8. (In Persian).

Khodadust MR, Samadi F, Ganji F, Jafari Y and Asadi GH. 2015. Effects of peppermint (*Mentha piperita* L.) alcoholic extract on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in broiler chickens under heat stress Condition. Poultry Science Journal, 3(1): 1-16.

Khorram Dell S, Rajavani Moghadam P, Asadi GA, Sidi SM and Azizi H. 2015. Effects of different levels of animal manure and bulb weights on yield and yield components of caraway (*Bunium persicum* Bioss.). Journal of Plant Production Research, 22(4): 133-155.

Kizilkaya R, Hepsen Turkay FS, Turkmen C and Durmus M. 2012. Vermicompost effects on wheat yield and nutrient contents in soil and plant.Archives of Agronomy and Soil Science, 58(sup1): S175-S179.

Koukounaras A, Tsouvaltzis P and Siomos AS. 2013. Effect of root and foliar application of amino acids on the growth and yield of greenhouse tomato in different fertilization levels. Journal of Food, Agriculture and Environment, 11(2): 644-648.

Kumar R, Meena SS, Kakani RK, Mehta RS and Meena NK. 2015. Response of crop geometry, fertilizer levels and genotypes on productivity of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). International Journal of Seed Spices, 5(1): 63-67.

Lisiecka J, Knaflewski M, Spizewski T, Fraszczak B, Kaluzewicz A and Krzesinski W, 2011. The effect of animal protein hydrolysate on quantity and quality of strawberry daughter plants cv. Elsanta'. Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus, 10(1): 31-40.

Maleki Farahani SA, Mazaheri D and Chaeichi MR. 2014. The effect of the combined use of chemical and organic fertilizers on soil and plant chemical properties barley cultivation under low irrigation .Journal of agricultural crops. Tehran University, 15(2): 61-74. (In Persian).

Mehrabi S, Mehrafarin A and Naghdi Badi H, 2013. Clarifying the role of methanol and amino acids application on savory (*Satureja hortensis L.*). Annals of Biological Research, 4(4), 190-195.

Mehrabi S, Mehrafarin A and Naghdi Badi H, 2013. Clarifying the role of methanol and amino acids application on savory (*Satureja hortensis* L.). Annals of Biological Research, 4(4): 190-95.

Mehri M, Sabaghi V and Bagherzadeh-Kasmani F. 2015. *Mentha piperita* (Peppermint) in growing Japanese quails' diet: Serum biochemistry, meat quality, humoral immunity. Animal Feed Science and Technology, 2:1-30.

Melero M, Vanderlinden K, Ruiz J C adn Madejon E. 2008. Long-term effect on soil biochemical status of a Vertisol under conservation tillage system in semi-arid Mediterranean conditions. European journal of soil biology, 44(4): 437-442.

Minaee P, Haj Seyed Hadi MR, Darzi MT and Shahsavar AM. 2013. Effects of nitrogen fixing bacteria and amino acids spraying on yield and yield components of mungbean (*Vigna Radiata*). Annals of Biological Research, 4(8): 265-269.

Naghdi Badi HA, Golzadeh H, Mehrafarin A, Fazeli F, Qaderi A and Zarinpanjeh N. 2012. Effect of Bio-stimulators Compounds on Quantitative and Qualitative Yield of German Chamomile (*Matricaria recutita* L.). Journal of Medicinal Plants, 1(41): 78 - 85.

Nasiri Y and Ehiaee M, 2017. Effect of organic and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of sweet Basil. The 2nd National Conference on Iranian Dryland Medicinal Plants, Urmia, Iran, Pp. 325-327.

Omer E, Said-Al Ahl H, El Gendy A, Shaban KA and Hussein M. 2013. Effect of amino acids application on production, volatile oil and chemical composition of chamomile cultivated in saline soil at Sinai. Journal of Applied Sciences Res, 9(4):3006-3021.

Pazoki A, Tavakoli Haghighat H and Rashidi Asl A. 2016. Evaluation of Yield, Yield Components and Essential Oil Content of Marigold (*Calendula officinalis* L.) with the Use of Nitrogen and Vermicompost. Journal of Crop Ecophysiology, 10(3): 629-644.

Perramon B, Bosch-Serra AD, Domingo F and Boixadera J, 2016. Organic and mineral fertilization management improvements to adoubleannual cropping system under humid Mediterranean conditions. European Journal of Agronomy, 76: 28-40.

Pouryousef M, Mazaheri D, Chaiechi MR, Rahimi A and Tavakoli A, 2010. Effect of different soil fertilizing treatments on some of agro morphological traits and mucilage of isabgol (*Plantago ovata Forsk*). Electronic Journal of Crop Production, 2(3):193-213.

Raeisi M, Farahani L, Palashi M, 2014. Changes of qualitative and quantitative properties of radish (*Raphanus sativus* L.) under foliar spraying through amino acid. International Jornal of Biosciences, 4(1): 463-468.

Rafiee H, Mehrafarin A, Qaderi A, Kalate Jari S and Naghdi Badi H, 2013. Phytochemical, agronomical and morphological responses of pot marigold (*Calendula officinalis* L.) to foliar application of bio-stimulators (bioactive amino acid compounds). Journal of Medicinal Plants, 47(12): 48-61.

Rahbarian P, 2014. Effects of manure on growth medical plant in dragonhead (*Dracocephalum moldavica*). European Journal of Experimental Biology, 4(2): 357-360.

Rahmanian M, Esmaielpour B, Hadian J, Shahriari M and Fatemi H, 2017. The Effect of Organic Fertilizers on Morphological Traits, Essential Oil Content and Components of Basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 27(3): 103-118.

Ramesh P and Okigbo RN, 2008. Effects of plants and medicinal plant combinations as anti-infectives.African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2(7): 130-135.

Rezakhani A, Haj Seyed Hadi M, 2017. Effect of manure and foliar application of amino acids on growth characteristics, seed yield and essential oil of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Iranian Journal of Field Crop Science, 48(3):777-786.

Rostampour p, Salehi A, Fahliani A and Mirshekari A, 2017. Effect of different level of vermicompost and nitrogen fertilizer on yield and essential oil content of geranium (*Pelargonium graveolens*). Iranian Journal of Horticultural Science, 48(3): 555-563.

Saburi M, Haj Seyed Hadi MR and Darzi MT, 2014. Effects of amino acids and nitrogen fixing bacteria on quantitative yield and essential oil content of basil (*Ocimum basilicum*). Journal of Agricultural Science Developments, 3(8): 265-268.

Saeed Nejhad AH and Rezvani Moghadam P, 2010. Evaluation of consumption of compost, vermicompost and manure fertilizers on yield, yield components of Cumin and essence percentage. Horticulture Sciences Journal, 24(2): 142-148.

Sajadi Nik R and Yadavy AR, 2014. Effect of nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin on growth, phonological stages and grain yield. Electronic Journal of Crop Production, 2(6): 73-99.

Salehi A, Ghalavand A, Sefidkon F and Asgharzade A, 2011. The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27: 188-201.

Sani, B, 2010. Effects of amino acids and irrigation interrupted on some characteristics in flixweld (*Descurainia sophia* L.). In International Conference on Biology, Environmental and Chemistry IPCBEE, 1: 375-378.

Shaheen AM, Fatma AR, Hoda AM, Habib AE and Baky MMH, 2010. Nitrogen soil dressing and foliar spraying by sugar and amino acids as affected the growth, yield and its quality of onion plant. Journal of American Science, 6(8): 420-427.

Sharma A, Flores-Vallejo RD, Cardoso-Taketa A and Villarreal ML, 2017. Antibacterial Activities of Medicinal Plants Used in Mexican traditional medicine. Journal of Ethnopharmacology, 208: 264-329.

Shehata SM, Abdel-Azem HS, Abou El-Yazied A and El-Gizawy AM, 2011. Effect of foliar spraying with amino acids and seaweed extract on growth chemical constitutes, yield and its quality of celeriac plant. European Journal of Scientific Research, 58(2):257-265.

Shirzadi F, Ardekani MR, Golzardi F and Asad Rahmani H, 2014. Investigation growth parameters basil (*Ocimum basilicum* L.) influenced by biological fertilizers in organic farming. Second National Congress of Organic Farming and Conventional: The First-Generation Crops. Organic Animal Garden, 1-23. (In Persian).

Singh M, 2011. Effect of integrated nutrient management through vermicompost and inorganic fertilizers on growth, yield, nutrient uptake and oil quality of geranium (*Pelargonium graveolens L'Her. ex Ait*.) grown on alfisol. Journal of Spices and Aromatic Crops, 20(2), 55-59.

Singh R, Shushni MAM and Belkheir A, 2015. Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita* L. Arabian Journal of Chemistry, 8(3): 322-328.

Omidbagi R. 2011. Production and Processing of Medicinal Plants. Vol 2, Behnashr Press, Astane-Ghodse Razavi, p.438.

Singh S, Singh R, Soni SK, Singh SP, Chauhan UK and Kalra A, 2013. Vermicompost from biodegraded distillation waste improves soil properties and essential oil yield of Pogostemon cablin (patchouli) Benth. Applied Soil Ecology, 70: 48– 56.

Smolen S, Sady W and Wierzbinska J, 2010. The effect of plant Biostimulation with 'Pentakeep V' and nitrogen fertilization on yield, nitrogen metabolism and quality of spinach. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus, 9(1): 25-36.

Tahami SMK, Rezvani Moghaddam, P and Jahan, M, 2015. Evaluation the effctc of organic, biological and chemical fertilizers on morphologlcal traits, yield and yield components of basil (*Ocimum Basilicum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 12(4): 543-553. (In Persian).

Tahami Zarandi, MK, Rezvani Moghaddam, P and Jahan, M, 2014. Effects of various organic and chemical fertilizers on growth indices of basil (*Ocimum basilicum* L.). Agroeclogy journal, 5(4): 363-372. (In Persian).

Tartoura K A, 2010. Alleviation of oxidative-stress induced by drought through application of compost in wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci, 9(2), 208-16.

Thomas J, Mandal AKA, Raj Kumar R and Murugan, AC, 2009. Role of biologically active amino acid formulations on quality and crop productivity of Tea (*Camellia sp*.). International Journal of Agricultural Research, 4(7): 228-36.

Tsouvaltzis P, Koukounaras A and Siomos AS, 2014. Application of amino acids improves lettuce crop uniformity and inhibits nitrate accumulation induced by the supplemental inorganic nitrogen fertilization. International Journal of Agriculture and Biology, 16(5) 951-955.

Verma RS, Rahman L, Verma1 RK, Chauhan A, Yadav AK, and Singh A, 2010. Essential Oil Composition of Menthol Mint (*Mentha arvensis*) and Peppermint (*Mentha piperita*) Cultivars at Different Stages of Plant Growth from Kumaon Region of Western Himalaya. Open Access Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 1(1): 13-18.

Wahba HE, Motawe HM, Ibrahim AY, 2015. Growth and chemical compositionof *Urtica pilulifera* L. plant as influenced by foliar application of some aminoacids.Journal of Materials and Environmental Science, 6 (2): 499–509.

Wei W, Yan Y, Cao J, Christie P, Zhang F and Fan M, 2016. Effects of combined application of organic amendments and fertilizers on crop yield and soil organic matter: An integrated analysis of long-term experiments. Agriculture, Ecosystems and Environment, 225: 86-92.

Yanga L, Zhaoa F, Changa Q, Li T and Li F, 2015. Effects of vermicomposts on tomato yield and quality and soil fertility in greenhouse under different soil water regimes. Agricultural Water Management, 160: 98–105.

Youssef A, 2014. Infl uence of some amino acids and micro-nutrients treatmnts on growth and chemical consttuents of Echinacea purpurea plant. Journal of Plant Production, 5(4): 527-543.