نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص ۷۲۱-۷۰۵

Journal of Agroecology
Vol. 13, No.4, Winter 2022, p. 705-721

مقاله پژوهشی

ارزیابی صفات ریخت‌شناسی، عملکرد و اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تأثیر کاربرد کودهای آلی

یوسف نصیری[1*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۳۰

نصیری، ی.، ۱۴۰۰. ارزیابی صفات ریخت‌شناسی، عملکرد و اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تأثیر کاربرد کودهای آلی. بوم‌شناسی کشاورزی ۱۳(۴): ۷۲۱-۷۰۵.

چکیده

مصرف کودهای آلی در سامانه‌های کشاورزی پایدار نقش مهمی در بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی دارد. به‌منظور بررسی اثر کاربرد کودهای آلی و اسید هیومیک بر بعضی ویژگی‌های ریخت‌شناسی، عملکرد و اسانس ریحان، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان اشنویه استان آذربایجان غربی اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل عامل اول (۲۰ تن در هکتارکود گاوی، ۷/۵ و ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد) و عامل دوم کاربرد اسید هیومیک در سطوح مصرف خاکی، محلول‌پاشی و عدم مصرف بودند. نتایج نشان داد که کاربرد کودهای آلی باعث افزایش معنی‌دار صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های فرعی در بوته، طول ساقه‌های فرعی در بوته، تعداد سرشاخه‌های گلدار در بوته و تعداد برگ در بوته شد. بیشترین تعداد ساقه‌های فرعی (۱۳/۱ عدد) با محلول‌پاشی و مصرف خاکی اسید هیومیک و بیشترین تعداد سرشاخه‌های گلدار (۲۲/۹ عدد) با محلول‌پاشی اسید هیومیک به‌دست آمدند. شاخص سبزینگی برگ در تمامی تیمارهای مصرف کود آلی نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد. به‌طور متوسط بیشترین عملکرد ماده خشک (۵۳۸/۶ گرم در مترمربع) با کاربرد یا عدم کاربرد اسید هیومیک تحت تأثیر ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. بیشترین عملکرد اسانس ریحان (۲/۹۴ گرم در مترمربع) با کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. کاربرد اسید هیومیک به‌صورت محلول‌پاشی و خاک‌مصرف به‌طور میانگین بیشترین عملکرد اسانس (۲/۷۲ گرم در مترمربع) و تیمار محلول‌پاشی اسید هیومیک بیشترین درصد اسانس (۰/۵۹ درصد) را به خود اختصاص دادند. به‌طور کلی، کاربرد تلفیقی ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی یا مصرف خاکی اسید هیومیک منجر به تولید حداکثر ماده خشک ریحان گردید و کاربرد هر دو نوع کود آلی و اسید هیومیک بیشترین عملکرد اسانس را تولید کردند.

واژه‌های کلیدی: کود دامی، ماده خشک، ماده مؤثره، مواد هیومیکی، ورمی‌کمپوست

مقدمه

امروزه بروز عوارض جانبی ناشی از مصرف داروهای شیمیایی، گرایش عمومی به کاربرد داروهای گیاهی و محصولات طبیعی و اکولوژیک را افزایش داده است. این امر مستلزم توجه بیشتر به گیاهان دارویی و تغذیه غیرشیمیایی آن‌ها می‌باشد. ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* L. از گیاهان دارویی متعلق به تیره نعناعیان، گیاهی علفی و یک‌ساله می‌باشد که از زمان‌های بسیار قدیم برای درمان انواع مختلف اختلالات و بیماری‌ها استفاده می‌شود. منشأ این گیاه دارویی قاره آسیا بوده و با دارا بودن ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی برای پیشگیری یا درمان اختلالات قلبی-عروقی، دیابت،

۱- دانشیار اکولوژی گیاهان زراعی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: ysf_nasiri@maragheh.ac.ir)
Doi:10.22067/jag.v13i4.85677

گرفتگی قاعدگی، اختلالات گوارشی و عصبی و غیره کاربرد دارد (Omidbeighi, 2008; Purushothaman, 2018).

کاربرد بلندمدت و بیش از اندازه کودهای شیمیایی رایج، علاوه‌بر افزایش آلودگی و صدمات زیست‌محیطی، پیامدهایی همچون بر هم خوردن واکنش خاک، انباشت عناصر سنگین در خاک، کاهش حلالیت عناصر ریزمغذی، تخریب ساختمان خاک، کاهش فعالیت زیستی خاک و کاهش مواد آلی آن را در پی خواهد داشت (Miao et al., 2011; Khan et al., 2018). علاوه‌بر آن، وابستگی بیش ازحد به نهاده‌های شیمیایی در کشاورزی رایج، اصول کشاورزی پایدار را نیز در معرض تهدید قرار داده است. بر این اساس به‌منظور رسیدن به تولید پایدار در کشاورزی، کاهش مصرف کودهای شیمیایی، تلفیق و یا جایگزینی آن‌ها با انواع کودهای آلی و بیولوژیک مورد توجه زیادی قرار گرفته است (Roussos et al., 2017).

کودهای آلی به‌دلیل فراهمی متعادل مواد غذایی از جمله ریزمغذی‌ها، افزایش دسترسی به مواد غذایی خاک به‌دلیل افزایش فعالیت میکروبی خاک، تجزیه عناصر مضر، بهبود ساختار خاک و توسعه ریشه و افزایش دسترسی به آب خاک، نسبت به کودهای شیمیایی از مزایای بیشتری برخوردار هستند (Han et al., 2016). لذا استفاده از کودهای آلی در سیستم‌های کشاورزی پایدار، نقش مهمی در بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، حمایت و تحریک فعالیت ریزجانداران مفید خاک جهت تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم و درنتیجه، بهبود رشد و عملکرد گیاه دارد.

کودهای دامی و ورمی‌کمپوست از جمله انواع کودهای آلی هستند که در کشاورزی اکولوژیک کاربرد دارند. استفاده از کودهای دامی و ورمی‌کمپوست از جمله راهکارهایی می‌باشد که علاوه‌بر اصلاح ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، سبب بهبود حاصلخیزی آن شده و در نهایت، به تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه در درازمدت، افزایش تهویه خاک، کاهش تبخیر و سله بستن خاک و تنظیم اسیدیته آن منجر می‌گردد (Joshi et al., 2013; Silva et al., 2017; Aatif et al., 2017; Holik et al., 2018). نتایج پژوهش‌های مختلف نیز حاکی از تأثیر مثبت کودهای آلی ازجمله کود دامی و ورمی‌کمپوست بر افزایش عملکرد کمّی و کیفی گیاهان دارویی می‌باشد. در همین راستا، عزیزی و همکاران (Azizi et al., 2009) تأثیر مثبت کاربرد ورمی‌کمپوست بر درصد اسانس بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) را گزارش نمودند. افزایش عملکرد ماده خشک و بهبود صفات رشدی نعناع با کاربرد ۷/۵ تن در هکتار کمپوست گزارش شده است (Chand et al., 2012). اسیمومیک و همکاران (Acimovic et al., 2015) افزایش محتوای اسانس سه گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.)، زیره سیاه (*Carum carvi* L.) و گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) را با کاربرد ورمی‌کمپوست گزارش نمودند. کاربرد کودهای دامی، ورمی‌کمپوست و کمپوست زباله شهری تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک و تر بوته، مقدار اسانس و مواد مؤثره گیاه دارویی مورد تلخ (*Salvia mirzayanii* Rech. f. & Esfand) داشته است (Ghesmati & Moradinezhad, 2019). نعمتی و همکاران (Neamati et al., 2014) گزارش نمودند که کاربرد ورمی-کمپوست در گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) منجر به افزایش عملکرد اسانس گردید. در پژوهشی مشابه انور و همکاران (Anwar et al., 2005) افزایش کمیت و کیفیت اسانس ریحان با کاربرد مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست را گزارش نمودند.

اسید هیومیک و کودهای آلی محتوی این ماده به‌عنوان کود آلی دوستدار طبیعت نام برده می‌شوند. کاربرد اسیدهیومیک در مقادیر بسیار کم آن اثرات مفیدی در افزایش و بهبود تولید محصولات کشاورزی دارد (Nasiri Dehsorkhi et al., 2018). مواد هیومیکی به‌عنوان عامل محرک رشد گیاه باعث افزایش کیفیت محصول و تقویت تحمل گیاه در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی می‌شوند. اسید هیومیک که برای تغذیه گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد، به‌دلیل نقش آن در فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی، باعث تقویت ریشه، بهبود رشد و نمو گیاهان و افزایش عملکرد آن‌ها می‌شود. این مواد شبه‌هورمونی اثرات مثبتی بر کارکرد غشای سلولی از طریق بهبود جذب مواد غذایی، تنفس، بیوسنتز اسید نوکلئیک، جذب یون و غیره دارند (Eyheraguibel et al., 2008; Yang et al., 2006; Said-Al Ahl et al., 2016). عابدینی و همکاران (Abedini et al., 2015) گزارش کردند که کاربرد ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک منجر به افزایش ارتفاع بوته، تعداد گل در بوته، عملکرد گل، عملکرد دانه، عملکرد گلبرگ و وزن هزاردانه گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) شد. ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، قطر ساقه، درصد اسانس و عملکرد اسانس بادرنجبویه با کاربرد اسید هیومیک افزایش نشان داد (Gorgini Shabankareh, 2017). گزارش شده است که کاربرد

اسید هیومیک با بهبود ساختار خاک و تغییر ویژگی‌های فیزیکی آن، بهبود کلاته شدن بسیاری از عناصر غذایی و در دسترس قرار دادن آن‌ها برای گیاهان، کمک به رفع کلروز گیاه، افزایش ظرفیت فتوسنتز و افزایش تنفس ریشه، باعث افزایش درصد اسانس گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) شده است (EL-Gohary et al., 2014).

با توجه به لزوم کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی در کشاورزی جهت کاهش اثرات کاربرد بی‌رویه این مواد بر محیط زیست و سلامت انسان و همچنین توجه جهانی به تولید محصولات در یک سیستم کشاورزی پایدار، کودها و مواد آلی می‌توانند جایگزینی برای کودهای شیمیایی باشند. لذا در این راستا، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر کود گاوی، ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک بر برخی صفات ریخت‌شناسی، عملکرد ماده خشک و تولید اسانس ریحان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان اشنویه (طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۶ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲ دقیقه شمالی، ارتفاع ۱۵۲۴ متر از سطح دریا، میانگین بارش سالیانه ۴۰۰ میلی‌متر) از شهرهای استان آذربایجان غربی اجرا شد. اقلیم این شهرستان معتدل تا معتدل مایل به سرد و از نظر بارندگی جزو نواحی نیمه‌خشک ایران است. بعضی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر) در جدول ۱ آمده است. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل عامل اول کود آلی در چهار سطح عدم مصرف (شاهد)، مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی، مصرف ۷/۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و عامل دوم کاربرد اسید هیومیک در سه سطح عدم مصرف (شاهد)، مصرف خاکی (به‌صورت سرک ۱/۵درصد) و محلول‌پاشی (یک درصد) بود. ویژگی‌های شیمیایی کود دامی و ورمی‌کمپوست در جدول ۲ آورده شده‌اند. اسید هیومیک مورد استفاده نیز از منبع کود مایع هیومیکا تهیه شده از شرکت پارس فروغ آسیا با مشخصات موجود در جدول۳ بود.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)
Table 1- Soil physical and chemical properties (0-30 cm soil depth)

بافت Texture	محتوی Content (%)			محتوی Content ($mg.kg^{-1}$)		نیتروژن کل Total N (%)	ماده آلی Organic matter (%)	شاخص واکنش pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
	رس Clay	شن Sand	سیلت Silt	پتاسیم قابل جذب Available K	فسفر قابل جذب Available P				
لومی شنی Sand loam	14	62	24	142	14.1	0.04	0.4	7.1	0.6

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی کود دامی و ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش
Table 2- Chemical properties of the farmyard and vermicompost used for the experiment

	نیتروژن N (%)	فسفر P (%)	پتاسیم K (%)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	شاخص واکنش pH
کود دامی Farmyard	0.38	0.8	3.8	7.1	8.4
ورمی کمپوست Vermicompost	0.5	1.22	1.5	4.5	7

جدول ۳- درصد ترکیبات موجود در کود هیومیکای مورد استفاده در آزمایش
Table 3- Percentage of compounds in humic fertilizer used in the experiment

اسید هیومیک Humic acid (%)	اسید فولیک Fulic acid (%)	ماده آلی Organic mater (%)	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر P_2O_5 (%)	پتاسیم K_2O (%)	عناصر کمیاب Trace elements (%)
10-12	4-5	20-25	2.5-3	2.5-3	10	1.4-1.5

بذور مورد استفاده ریحان از یک توده محلی شهرستان اشنویه تهیه شد. عملیات آماده‌سازی زمین در اردیبهشت‌ماه پس از مساعد شدن شرایط آب و هوایی و گاورو شدن خاک صورت گرفت و کاشت در ۱۰ اردیبهشت‌ماه انجام شد. به‌این ترتیب که پس از عملیات خاک‌ورزی کرت‌هایی با ابعاد ۳ × ۲ مترمربع در زمین آماده شده، احداث گردید. تیمارهای مربوط به کودهای دامی و ورمی‌کمپوست قبل از کاشت به کرت‌های مربوطه بر اساس نقشه کاشت اضافه گردید. مبنای تعیین مقادیر کود دامی و ورمی‌کمپوست جهت اضافه کردن به خاک بر مبنای درصد نیتروژن آن‌ها و مقدار نیتروژن خالص برای ریحان (Tahami Zarandi et al., 2010) بود.

هرکرت شامل شش ردیف با فواصل ۲۵ سانتی‌متر بود و کاشت بذور با فاصله ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف‌ها (تراکم ۲۰ بوته در مترمربع) در عمق ۰/۵ سانتی‌متر صورت گرفت. جهت اطمینان از عدم آبشویی بذور و سبز شدن گیاهچه‌ها، پس از کاشت آبیاری، به‌صورت آب‌پاشی و بعد از حصول اطمینان از استقرار کامل بوته‌ها، آبیاری به‌صورت غرقابی انجام شد. از مراحل اولیه رشد گیاه تا قبل از برداشت کنترل علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی و به‌طور مستمر در تمام مراحل رشد و نمو انجام گرفت. مطابق دستورالعمل شرکت سازنده کود اسید هیومیک، مصرف سرک آن با غلظت ۱/۵ درصد در پای بوته‌ها و محلول‌پاشی با غلظت یک درصد بر روی بوته‌ها قبل از گل‌دهی (۱۵ تیرماه) صورت گرفت. در هر دو مورد برای کاستن از تبخیر محلول اسیدهیومیک، کاربرد آن هنگام غروب آفتاب صورت گرفت و سپس جهت دسترسی ریشه‌ها به محلول مورد استعمال بلافاصله آبیاری کرت‌ها انجام شد.

صفات مورد ارزیابی شامل ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های فرعی در بوته، طول‌های ساقه فرعی در بوته، تعداد سرشاخه‌های گلدار در بوته، تعداد برگ در بوته، شاخص سبزینگی برگ، عملکرد ماده خشک، درصد اسانس و عملکرد اسانس بودند. اندازه‌گیری صفات موفولوژیکی مورد نظر در مرحله گل‌دهی صورت گرفت بدین صورت که از هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ها هفت بوته به‌طور تصادفی (از سطحی معادل یک مترمربع) انتخاب و صفات مورد نظر اندازه-گیری شدند و پس از میانگین‌گیری، داده‌های مربوطه ثبت شدند. شاخص سبزینگی برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج (SPAD) صورت گرفت.

برداشت در ۱۰ مردادماه در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی بوته‌ها انجام شد. برای تعیین عملکرد در واحد سطح، از هر کرت سطحی معادل یک مترمربع درنظر گرفته شد و تمام بوته‌های آن از سطح خاک برداشت گردید و پس از خشک کردن بوته‌های برداشت شده در سایه و توزین آن‌ها عملکرد ماده خشک به‌دست آمد و سپس بوته‌های خشک شده در پاکت‌های کاغذی در محلی مناسب تا زمان اسانس‌گیری نگهداری گردیدند. برای تعیین درصد اسانس از بوته‌های که از قبل برداشت شده بودند، استفاده شد. استخراج اسانس از اندام هوایی (ساقه، برگ و گل آذین) به‌روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر (Tahami Zarandi et al., 2010) در دانشگاه مراغه صورت گرفت. روش کار به این صورت بود که مقدار ۴۰ گرم از بوته‌های خشک ریحان، خرده شده و در بالن دستگاه کلونجر ریخته شده و سپس ۴۰۰ سی‌سی آب مقطر به‌آن اضافه گردید و به‌مدت ۱۵۰ دقیقه در دمای ثابت در معرض جوش قرار گرفت. پس از مدت مذکور دستگاه خاموش و اسانس جدا شده از نمونه‌های گیاهی استخراج و با استفاده از ترازوی حساس با دقت بالا توزین و به‌صورت درصد برای هر نمونه ثبت شد. درصد و عملکرد اسانس نیز از رابطه‌های زیر محاسبه شدند:

$$EP= (EW)/40)\times100 \quad \text{(۱) معادله}$$

در این معادله، EP: درصد اسانس،EW: وزن اسانس استخراج شده (گرم) است.

$$EY= EP\times DMY \quad \text{(۲) معادله}$$

در این معادله، EY: عملکرد اسانس (گرم در مترمربع)، EP: درصد اسانس و DMY: عملکرد ماده خشک (گرم در مترمربع) است.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند، مقایسه میانگین‌های صفات با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد برای هر صفت انجام شد و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

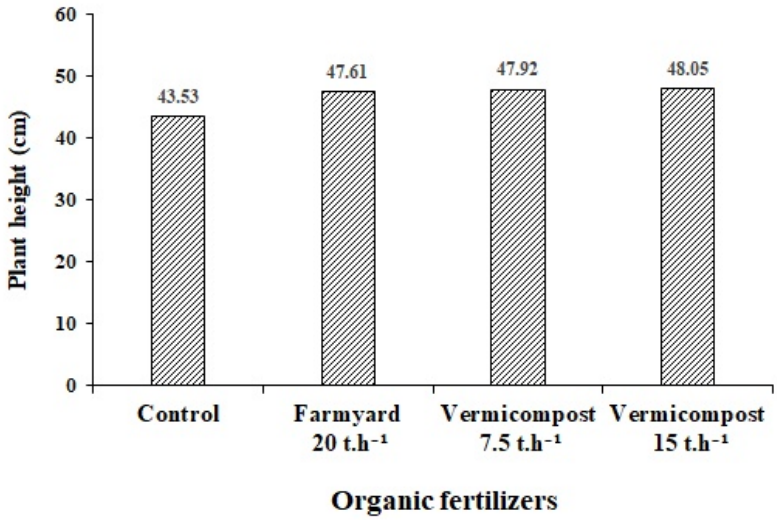
نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر کاربرد کودهای آلی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد، ولی اثر کاربرد اسید هیومیک و برهم‌کنش کود آلی و اسید هیومیک بر آن معنی‌دار

نشد (جدول ۴).

هر سه تیمار کاربرد کود آلی (۲۰ تن در هکتار کود دامی، ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست) باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته ریحان نسبت به شاهد گردیدند و بیشترین افزایش را کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست (۱۰/۲۶ درصد) به خود اختصاص داد (شکل ۱). به نظر می‌رسد که دلیل افزایش ارتفاع بوته با کاربردهای کود آلی مورد استفاده تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از جمله نیتروژن باشد که در هر سه نوع کود آلی موجود می‌باشد و این عنصر در طول رشد گیاه در اختیار بوته قرار گرفته، لذا تأمین عناصر غذایی گیاه به‌خوبی انجام شده در نتیجه، باعث افزایش ارتفاع گیاه گردید (Kandeel et al., 2002). در واقع، چنین استنباط می‌شود که فراهمی عناصر غذایی از طریق افزایش طول میان‌گره‌ها باعث افزایش ارتفاع بوته گردید (Saidnezhad et al., 2010). از سوی دیگر، به‌نظر می‌رسد که مصرف مقادیر مناسبی از کودهای آلی از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی در خاک و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه توسط ریزجانداران و نیز فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی شده که این مسئله در نهایت، به افزایش ارتفاع بوته می‌انجامد (Monaghash et al., 2015). همانند نتیجه پژوهش حاضر در گیاهان ریحان (Chezgi et al., 2018)، زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) (Yadollahi et al., 2015) و رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) (Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007) نیز افزایش ارتفاع بوته با کاربرد کودهای آلی ورمی‌کمپوست و کود دامی گزارش شده است.



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته ریحان تحت تأثیر کاربرد کودهای آلی
Fig. 1- Means compression of basil plant height under organic fertilizers application (LSD value = 3.05)

تعداد و طول ساقه‌های فرعی

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر کاربرد کودهای آلی و اسید هیومیک بر تعداد ساقه‌های فرعی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و اثر کاربرد کودهای آلی بر طول ساقه‌های فرعی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شدند. برهم‌کنش تیمارها بر هر دو صفت مذکور غیر معنی‌دار بود (جدول۴).

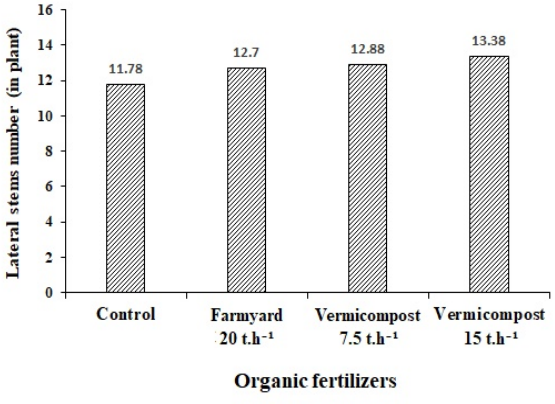
نتایج مقایسه میانگین‌ها نیز حاکی از آن است که هر سه تیمار کودی اعم از دامی، ورمی‌کمپوست ۷/۵ و ۱۵ تن در هکتار به‌ترتیب باعث افزایش ۱۳/۶، ۹/۳ و ۷/۸ درصدی تعداد ساقه‌های فرعی ریحان نسبت به شاهد شدند (شکل ۲). در رابطه با طول ساقه‌های فرعی، دو تیمار کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی و ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌ترتیب ۳۳/۲ و ۳۱/۵ درصد طول ساقه‌های فرعی را نسبت به شاهد افزایش دادند (شکل ۳). به‌نظر می‌رسد که افزایش تعداد و طول ساقه‌های فرعی می‌تواند به‌دلیل تأمین تدریجی عناصر

غذایی آزاد شده از کودهای آلی در طول دوره رشدی گیاه باشد که به افزایش رشد رویشی از جمله افزایش شاخه‌دهی آن کمک کرده است. از طرف دیگر، کودهای آلی با ایجاد تعادل در عناصر غذایی و بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، سبب افزایش رشد و نمو اندام‌های هوایی گیاه شده است (Bachman & Metzger, 2008). نتایج مشابهی از افزایش تعداد ساقه‌های فرعی در گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) با کاربرد کودهای آلی مانند ورمی-کمپوست گزارش شده است (Rezae & Baradaran, 2013).

کاربرد اسید هیومیک با هر دو روش خاک‌مصرف و محلول‌پاشی به‌ترتیب باعث افزایش ۹/۶ و ۱۱/۳ درصدی تعداد ساقه‌های فرعی نسبت به شاهد گردیدند (جدول ۵). در تحقیقی مشابه گزارش شده است که در گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش تعداد ساقه‌های فرعی شد و علت آن چنین آورده شده است که با کاربرد اسید هیومیک جذب و انتقال مواد غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) و آب توسط گیاه بیشتر شده و از این طریق سبب افزایش رشد رویشی گیاه و در پی آن افزایش تعداد ساقه فرعی می‌گردد (Karimi & Tadayyon, 2019).

تعداد سرشاخه‌های گلدار

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کاربرد کودهای آلی در سطح احتمال یک درصد و اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد بر تعداد سرشاخه‌های گلدار معنی‌دار شدند (جدول ۴). هر سه تیمار کاربرد کود آلی (کاربرد ۱۵ و ۷ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۲۰ تن در هکتار کود دامی) بدون تفاوت معنی‌دار با همدیگر به‌ترتیب باعث افزایش ۴۴/۹، ۴۶/۵ و ۲۷/۹ درصدی تعداد سرشاخه گلدار نسبت به شاهد شدند (شکل۴). در رابطه با کاربرد هیومیک اسید، بیشترین تعداد سرشاخه گلدار (۲۲/۹ سرشاخه گلدار) با تیمار محلول‌پاشی آن به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۸/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). در پژوهشی پندی (Pandey, 2005) افزایش معنی‌دار تعداد سرشاخه گلدار گیاه درمنه با استعمال ورمی‌کمپوست را گزارش نمود و علت آن را به بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم کننده-های رشد گیاه از طریق این ریزجانداران و بهبود جذب آب و عناصرغذایی و افزایش فتوسنتز گیاه و در نتیجه افزایش گلدهی آن نسبت دادند. نتایج مشابهی در بابونه نیز گزارش شده است (Liuc and Pank, 2005). علت افزایش تعداد سرشاخه گلدار با کود دامی می‌تواند ناشی از بهبود وضعیت مواد آلی خاک و افزایش قدرت جذب و نگهداری و فراهمی رطوبت مناسب و عناصر غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک باشد (Eghball et al., 2002). علت افزایش تعداد سرشاخه‌های گلدار در حضور اسید هیومیک را می‌توان به‌دلیل اثرات مثبت آن بر فرایندهای فیزیولوژیکی در گیاه، افزایش جذب و کارایی عناصر غذایی، نفوذپذیری بافت گیاهی و فعالیت شبه‌هورمونی آن مربوط دانست (Hassanpur-Asil et al., 2017; Nardi et al., 2002).



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های تعداد ساقه‌های فرعی ریحان تحت تأثیر کاربرد کودهای آلی

Fig. 2- Means compression of basil lateral stems namber under organic fertilizers application (LSD value = 0.84)

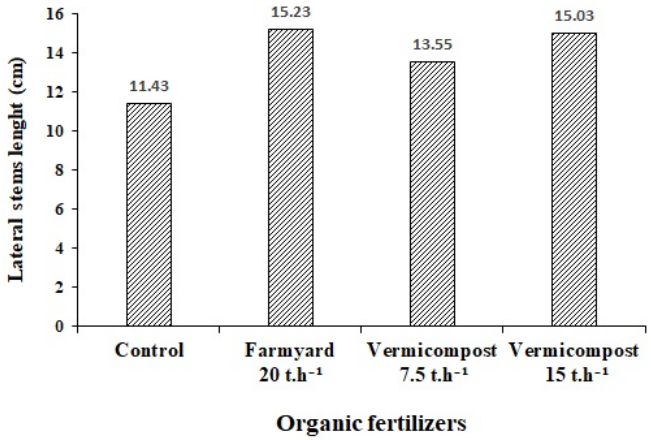
جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد ارزیابی در ریحان تحت تأثیر کودهای دامی، ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک

Table 4- Analysis of variance (mean of squares) of evaluated traits in basil under farmyard, vermicompost and humic acid

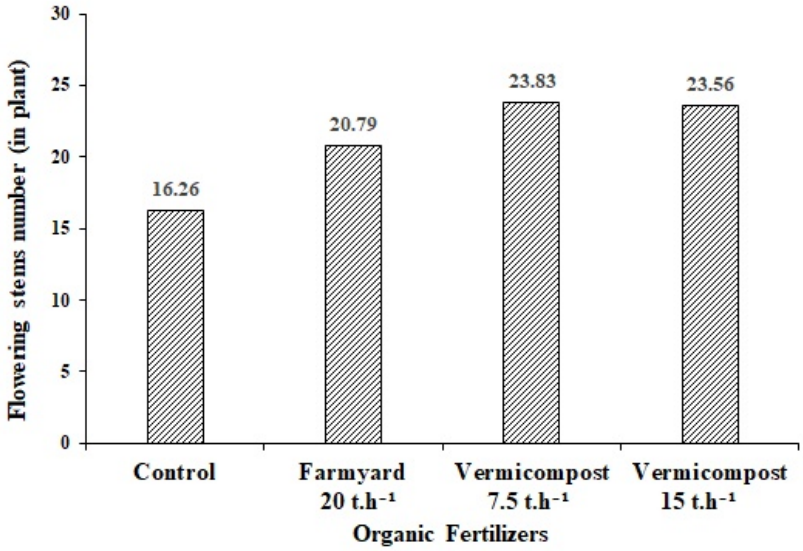
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean of squares								
		ارتفاع بوته Plant height	تعداد ساقه‌های فرعی Lateral stems number	طول ساقه‌های فرعی Lateral stems lenght	تعداد سرشاخه‌های گلدار Flowering stems nuamber	تعداد برگ Leaf number	شاخص سبزینگی برگ Leaf clorophyll index	عملکرد ماده خشک Dry matter yield	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس Essential oil yield
تکرار Replication	2	34.09*	1.81*	33.24*	99.16**	840.93**	81.51**	52815**	0.052**	1.306*
کود آلی (A) Organic fertilizer (A)	3	41.65*	4.00**	27.77*	110.89**	582.89**	31.26*	41947**	0.005ns	1.34**
اسید هیومیک (B) Humic acid (B)	2	13.03ns	6.29**	2.7ns	49.38*	209.98ns	21.65ns	7542*	0.028*	1.63**
A×B	6	4.92ns	0.31ns	5.93ns	23.51ns	33.66ns	26.55*	5858*	0.013ns	0.42ns
خطا Error	22	9.75	0.4	7.96	10.52	87.69	9.97	2145	0.008	0.28
ضریب تغییرات C.V (%)	-	6.67	4.99	20.47	15.37	15.65	5.63	10.11	16.15	20.99

ns، *، **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد را نشان می‌دهد.

ns: no-significant, * and **: significant at probability levels of 5 and 1%, respectively.



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های طول ساقه‌های فرعی ریحان تحت تأثیر کاربرد کودهای آلی
Fig. 3- Means compression of basil lateral stems lenght under organic fertilizers application (LSD value = 2.76)



شکل ٤- مقایسه میانگین‌های تعداد سرشاخه‌های گلدار ریحان تحت تأثیر کاربرد کودهای آلی
Fig. 4- Means compression of basil flowering stems number under organic manure application (LSD value = 4.31)

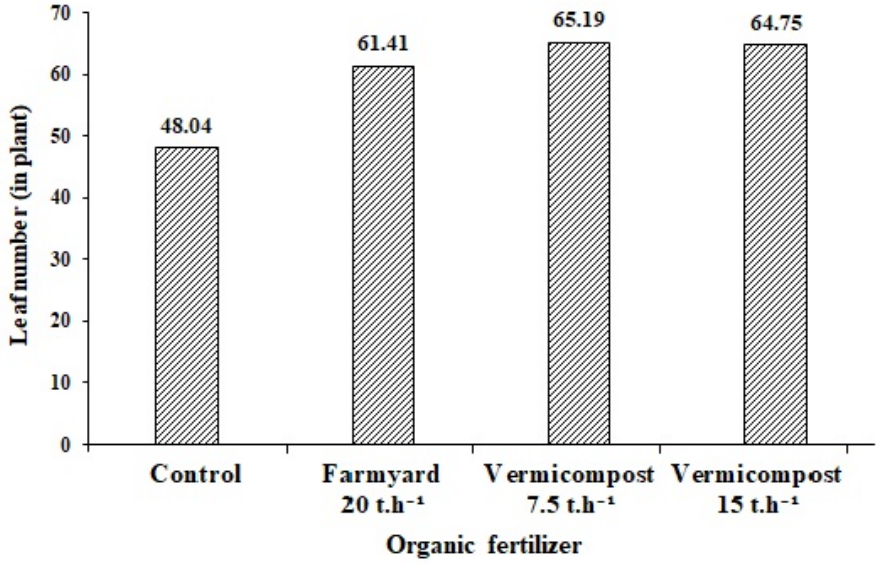
تعداد برگ

تعداد برگ به‌طور معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) تحت تأثیر کاربرد کودهای آلی قرار گرفت (جدول ۴). کاربرد هر سه کود آلی مورد استفاده به‌طور میانگین منجر به افزایش ۳۲/۸ درصدی تعداد برگ ریحان نسبت به شاهد شدند (شکل ۵).

گزارش شده است که کاربرد ورمی‌کمپوست در پنیرک (*Malva silvestris* L.) (Nourafcan et al., 2015) و کود دامی در گلرنگ (Rasti et al., 2014) باعث افزایش تعداد برگ شده است. به‌نظر می‌رسد که کاربرد کودهای مذکور در افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک تأثیر داشته و در این شرایط کاربرد کودهای آلی علاوه بر تأمین عناصر غذایی لازم برای گیاه باعث افزایش خلل و فرج خاک، تعادل نیتروژن و افزایش کارایی جذب فسفر در گیاه می‌شود (Marschner, 1995) که می‌تواند موجب افزایش رشد رویشی و تعداد برگ در گیاه گردد.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف اسید هیومیک بر برخی صفات ریحان
Table 5- Comparison of means of different levels of humic acid on some traits of basil

سطوح اسید هیومیک Levels of humic acid	تعداد ساقه‌های فرعی Lateral stems number (in plant)	تعداد سرشاخه‌های گلدار Flowering stems nuamber (in plant)	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس Essential oil yield ($g.m^{-2}$)
شاهد Control	11.9	18.9	0.497	2.087
خاک مصرف Soil application	13	21.6	0.564	2.697
محلول‌پاشی Foliar application	13.2	22.9	0.591	2.748
LSD value	0.73	2.75	0.075	0.607



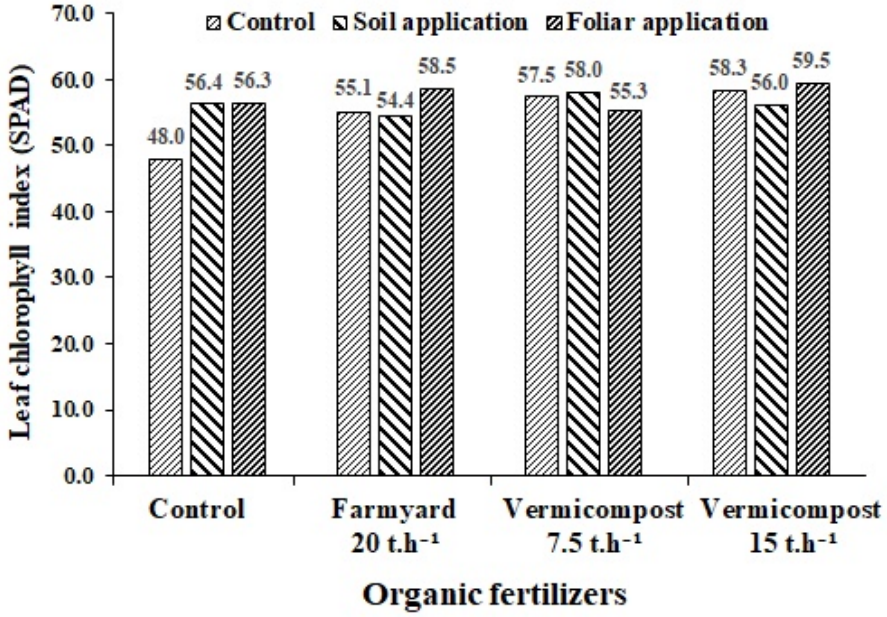
شکل ۵- مقایسه میانگین‌های تعداد برگ ریحان تحت تأثیر کاربرد کودهای آلی
Fig. 5- Means compression of basil leaf number under organic manure application (LSD value = 12.44)

شاخص سبزینگی برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهم‌کنش کاربرد کودهای آلی با اسید هیومیک بر شاخص کلروفیل برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۴).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت تمامی تیمارهای ترکیبی کود آلی با اسید هیومیک نسبت به شاهد (عدم مصرف کود آلی و اسید هیومیک) منجر به افزایش معنی‌دار شاخص کلروفیل برگ ریحان شدند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۶). به نظر می‌رسد که کاربرد توأم کودهای آلی و اسید هیومیک می‌تواند منجر به افزایش جذب سریع‌تر عناصر غذایی از جمله نیتروژن توسط گیاه، افزایش سطح برگ‌ها و سطح جذب نور، ساخته شدن مواد هیدروکربنی در برگ‌ها و افزایش کلروفیل‌های a و b شود و درنتیجه، افزایش در شاخص سبزینگی برگ اتفاق می‌افتد. در پژوهشی مشابه نیز افزایش مقدار کلروفیل برگ شب‌بو در اثر مصرف غلظت‌های مختلف اسید هیومیک گزارش شده است و علت آن تأثیر اسید هیومیک بر افزایش جذب عناصر غذایی و نهایتاً، افزایش تعداد برگ و

کلروفیل بیان شده است (Shahsavan Markadeh & Chamani, 2014). افزایش شاخص سبزینگی برگ در چغندرقند (Jahan et al., 2014) و مقادیر کلروفیل‌های a و b و کلروفیل کل مرزه (*Satureja hortensis* L.) (Hosseinian et al., 2019) نیز با کاربرد اسید هیومیک گزارش شده است. در گیاه به لیمو نیز کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش شاخص سبزینگی برگ شد و علت آن نیز چنین بیان شده است که مصرف کود آلی با افزایش مقدار نیتروژن در گیاه، باعث افزایش مقدار کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها شده و به‌دنبال آن سبزینگی، توانایی جذب نور خورشید، تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت، رشد و عملکرد گیاه افزایش یافته است (Asghari et al., 2016).



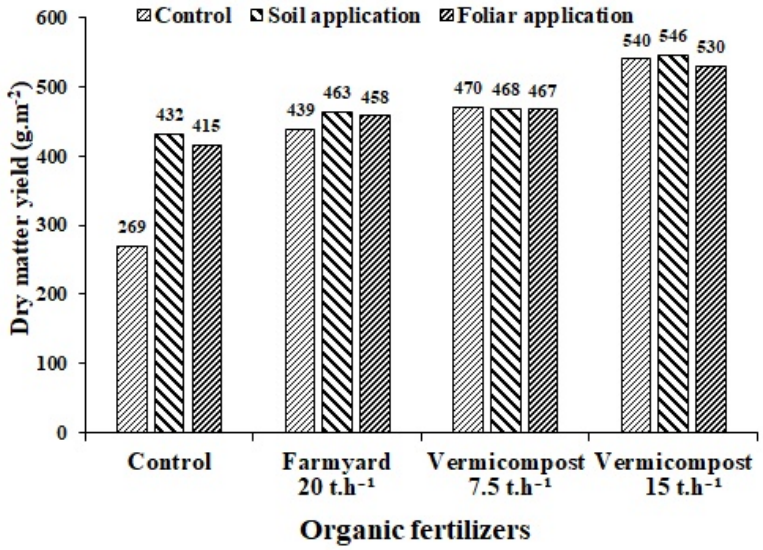
شکل ٦- مقایسه میانگین‌های قرائت کلروفیل‌متر ریحان برگ تحت تأثیر برهم‌کنش کاربرد کود آلی و اسید هیومیک
Fig. 6- Means compression of basil leaf chlorophyll meter reading under organic manure and humic acid application (LSD value = 5.35)

عملکرد ماده خشک

نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی‌داری برهم‌کنش کاربرد کود آلی و اسیدهیومیک بر عملکرد ماده خشک ریحان در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد (جدول ۴).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین عملکرد ماده خشک با کاربرد توأم ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و سطوح مختلف اسید هیومیک به‌دست آمد و به‌طور میانگین عملکرد ماده خشک نسبت به شاهد (عدم کاربرد هرنوع کود آلی)، ۱۰۳ درصد افزایش یافت (شکل ۷). همچنین، نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که در هر سه تیمار کاربرد کود گاوی، ۷/۵ و ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست، اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف اسید هیومیک مشاهده نشد، ولی در شاهد کاربرد اسید هیومیک نسبت به عدم کاربرد آن افزایش معنی‌دار نشان داد (شکل ۷). از آنجایی که عملکرد ماده خشک در ریحان از مجموع وزن تمامی اندام‌های هوایی آن تشکیل می‌شود و کاربرد مواد آلی در این آزمایش تأثیر مثبتی در رشد اندام‌های هوایی از جمله تعداد و طول ساقه‌های فرعی، تعداد سرشاخه‌های گلدار و تعداد برگ داشته است، لذا افزایش ماده خشک با کاربرد کودهای آلی قابل توجیه می‌باشد. کاربرد مواد آلی از جمله کودهای دامی و ورمی-کمپوست در خاک در تأمین و فراهم نمودن مواد غذایی مورد نیاز گیاه اثرگذار بوده و از طرف دیگر، با بهبود ویژگی‌های فیزیکی و فرآیندهای زیستی خاک و با ایجاد محیطی مناسب برای رشد گیاه موجب افزایش رشد رویشی اندام‌های هوایی و در نتیجه، تولید بیشتر ماده خشک خواهد شد (Anwar et al., 2005). کاربرد اسیدهیومیک نیز از طریق افزایش محتوای نیتروژن و سبزینگی گیاه و حفظ

ماندگاری آن‌ها منجر به بهبود رشد و افزایش ماده خشک گیاه شده است (Ayas & Gulser, 2005). همسو با نتایج این پژوهش، افزایش عملکرد ماده خشک در گل گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) (Gholinezhad et al., 2016) و نعناع (Asadi et al., 2018) با کاربرد مواد آلی و در بادرشبو (*Dracocephalam moldavica* L.) (Nasiri et al., 2019) و نعناع (Askari et al., 2012) با کاربرد اسید هیومیک و مواد آلی از جمله کود دامی و ورمی کمپوست، گزارش شده است.



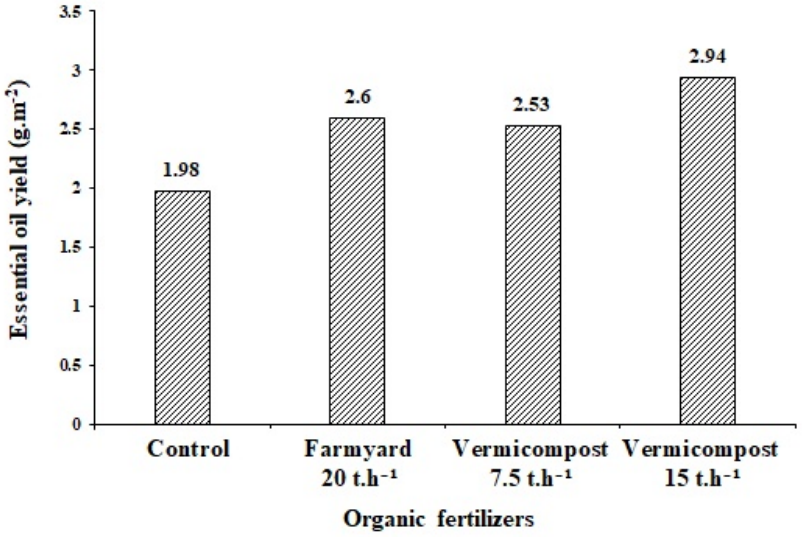
شکل ۷- مقایسه میانگین‌های عملکرد ماده خشک ریحان تحت تأثیر برهم‌کنش کاربرد کود آلی و اسید هیومیک
Fig. 7- Means compression of basil dry matter yield under organic manure and humic acid application (LSD value = 78.42)

درصد و عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کاربرد اسید هیومیک بر درصد اسانس در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۴).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت کاربرد اسید هیومیک به‌صورت محلول‌پاشی باعث افزایش معنی‌دار درصد اسانس نسبت به شاهد گردید. این تیمار به‌طور متوسط مقدار اسانس را ۱۸/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۵). براساس نتایج تجزیه واریانس عملکرد اسانس نیز در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر کاربرد کود آلی و اسید هیومیک قرار گرفت (جدول ۴). تیمار کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار عملکرد اسانس گردید و آن را ۴۸/۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۸). همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد اسید هیومیک با هر دو روش خاک‌مصرف (سرک) و محلول‌پاشی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد اسانس ریحان نسبت به شاهد شد به‌طوری‌که این دو تیمار با میانگین ۲/۷۲ گرم در مترمربع اسانس، عملکرد اسانس را به‌طور متوسط ۵۱/۱ درصد افزایش دادند (جدول ۵). از آنجایی که عملکرد اسانس ریحان تابعی از عملکرد ماده خشک و درصد اسانس می‌باشد، لذا کاربرد کودهای آلی و اسید هیومیک از طریق افزایش این دو پارامتر مخصوصاً عملکرد ماده خشک، منجر به افزایش عملکرد اسانس شده است. به نظر می‌رسد اسید هیومیک از طریق فراهم نمودن جذب بیشتر عناصر غذایی نظیر نیتروژن و فسفر که در اجزای تشکیل‌دهنده اسانس گیاه حضور دارند و با توجه به نقش عنصر فسفر در ساختار واحدهای سازنده ترکیبات اسانس و مولکول‌های حامل انرژی ATP و NADPH (Chegeni et al., 2019)، کاربرد آن موجب افزایش محتوای اسانس پیکر رویشی ریحان شده است. از طرف دیگر، احتمالاً فراوانی نیتروژن از طریق افزایش تعداد و سطح برگ زمینه مناسب جهت دریافت بیشتر انرژی نورانی خورشید را فراهم نموده و همچنین شرکت نیتروژن موجود در ساختار کلروفیل و آنزیم‌های درگیر در سوخت و ساز کربن فتوسنتزی، افزایش کارآیی فتوسنتزی را موجب شده و از این طریق نیز نقش

مهمی در افزایش مقدار اسانس ایفا کرده است (Gorgini Shabankareh, 2017). به نظر می‌رسد که با افزایش مقدار کاربرد ورمی کمپوست به خاک نه تنها عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به‌ویژه نیتروژن و فسفر به‌مقدار بیشتری در دسترس گیاه قرار می‌گیرند بلکه ورمی کمپوست شرایط فیزیکی و فرآیندهای زیستی خاک را بهبود بخشیده و با ایجاد بستری مناسب برای رشد ریشه، افزایش تولید ماده خشک و درصد اسانس و در نتیجه، عملکرد اسانس را فراهم می‌آورد (Tasdighi et al., 2015). افزایش درصد اسانس مرزه (Ateia et al., 2009) و بادرشبو (Nasiri et al., 2019) نیز با کاربرد اسید هیومیک پیش‌تر گزارش شده است. کاربرد مقادیر مناسبی از کود دامی در تولید گیاه دارویی بادرنجبویه باعث افزایش معنی‌دار عملکرد اسانس گردید و همچنین گزارش شده است که افزودن مواد آلی به خاک موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت، بهبود عملکرد اسانس را نیز مهیا کرده است (Santos et al., 2009). در گیاه دارویی رازیانه نیز نتایج گزارش شده حاکی از آن است که کاربرد کودهای آلی سبب افزایش عملکرد اسانس می‌شود (Mona et al., 2008).



شکل ۸- مقایسه میانگین‌های عملکرد اسانس ریحان تحت تأثیر کاربرد کودهای آلی
Fig. 8- Means compression of basil essential oil yield lenght under organic manure application (LSD value = 0.70)

نتیجه‌گیری

نتایج کلی این پژوهش حاکی از آن است که کاربرد کودهای آلی از جمله کود دامی و ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک با تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه بر رشد، صفات موفولوژیکی، تولید ماده خشک و اسانس ریحان تأثیر معنی‌داری دارد و با کاربرد آن‌ها صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه، عملکرد ماده خشک، درصد اسانس و عملکرد اسانس در مقایسه با عدم کاربرد این کودها افزایش پیدا کردند. علی رغم اینکه هر سه سطح کود آلی باعث افزایش عملکرد ماده خشک، درصد اسانس و عملکرد اسانس شدند، ولی کاربرد ۱۵ تن در هکتار نسبت به کاربرد ۷/۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۲۰ تن در هکتار کود دامی تأثیر مثبت بیشتری بر صفات مذکور داشتند. در خصوص کاربرد اسید هیومیک نیز کاربرد محلول‌پاشی آن درصد اسانس بیشتری تولید کرد، ولی در مورد عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس هر دو روش محلول‌پاشی و خاک‌مصرف آن نتایج مثبتی از خود نشان دادند. به‌طورکلی، برای دستیابی به نتیجه بهتر و با اطمینان بیشتر، ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست همراه با محلول‌پاشی و یا مصرف خاکی اسید هیومیک با توجه به شرایط و امکانات موجود، استفاده شود.

References

Aatif, M., Khan, H., Anjum, M.M., Ali, N., and Hamid, H., 2017. Effect of farm yard manure and phosphorus levels on yield and yield components of wheat. Intertational Journal of Environmental Science and Natural Resources 2(4): 1-5.

Abedini, T., Moradi, P., and Hani, A., 2015. Effect of organic fertilizer and foliar application of humic acid on some quantitative and qualitative yield of pot marigold. Journal of Novel Applied Sciences 10: 1100-1103.

Aćimović, M.G., Dolijanović, Ž.K., Oljača, S.I., Kovačević, D.D., and Oljača, M.V., 2015. Effect of organic and mineral fertilizers on essential oil content in caraway, anise and coriander fruits. Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus 14(1): 95-103.

Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., and Khanuja, S.P.S., 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis 36(13-14): 1737-46.

Asadi, M., Nasiri, Y., Mola Ali Abasiyan, S., and Morshedloo, M.R., 2018. Evaluation of quantitative and qualitative yield of peppermint under amino acids, chemical and organic fertilizers. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 28(3): 257-275. (In Persian with English Summary)

Asghari, M., yousefirad, M., and Masoumi Zavarian, A., 2016. Effects of organic fertilizers of compost and vermicompost on qualitative and quantitative rriats of lemon verbena. Journal of Medicinal Plants 2(58): 63-71. (In Persian with English Summary)

Askari, M., Habibi, D., and Naderi Brujerdi, G., 2012. Effect of vermicompost, plant growth, promoting rhizobacteria and humic acid on growth factor of *Mentha piperata* L. in central province. Journal of Agriculture and Plant Breeding 4: 41-54.

Ateia, E.M., Osman, Y.A.H., and Meawad, A.E.A.H., 2009. Effect of organic fertilization on yield and active constituents of *Thymus vulgaris* L. under north Sinai conditions. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 5(4): 555-565.

Ayas, H., and Gulser, F., 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. Journal of Biological Sciences 5(6): 801-804.

Azizi, M., Rezvani, F., Hassan-Zadeh, M., Lekzian, A., and Nemati, A., 2009. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita*) C.V. Goral. Iranian Journal of Medicinal Plants 24(1): 82-93. (In Persian with English Summary)

Bachman, G.R., and Metzger, J.D., 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresource Technology 99(8): 3155–3161.

Chand, S., Pandey, A., and Patra, D., 2012. Influnce of nikel and lead applied in combination with vermicompost on growth and accumulation of heavy metals by mint. Indian Journal of Natural Products and Resources 3: 256-261.

Chegeni, Z., Zolfaghari, M., Sedighi Dehkordi, F., and Mahmoodi Sourestani, M., 2018. The effect of mycorrhizal fungi, PGPRs and chemical fertilizer on yield and essential oil content of dill (*Anethum graveolens* L.) seed. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 28(4): 93-104. (In Persian with English Summary)

Chezgi, M., Chalavi, V., and Akbarpour, V., 2018. The effect of organic and chemical nitrogen fertilizers on the yield and qualitative characteristics of two basil cultivars. Journal of Crop Production and Processing 8(1): 29-44. (In Persian with English Summary)

Eghball, B., Weinhold, B.J., Gilley, J.E., and Eigenberg, R.A., 2002. Mineralazation of manure nutrients. Journal of Soil and Water Conservation 56(6): 470–8.

El-Gohary, A.E., El-Sherbeny, S.E., Ghazal, G.M.E.M., Khalid, K.A., and Hussein, M.S., 2014. Evaluation of essential oil and monoterpenes of peppermint (*Mentha piperita* L.) under humic acid with foliar nutrition. Journal of Materials and Environmental Science 5(6): 1885-1890.

Eyheraguibel, B., Silvestre. J., and Morard P., 2008. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. Bioresource Technology 99(10): 4206-12.

Ghesmati, M., and Moradinezhad, F., 2019. Influence of different levels of organic fertilizers on quantitative and biochemical properties of *Salvia mirzayanii* Rech. F. and Esfand. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants

7(2): 78-90. (In Persian with English Summary)

Gholinezhad, R., Sirousmehr, A., and Fakheri, B., 2015. Evaluation of irrigation regimes and use of organic fertilizers on qualitive and quantitive yield of borage (*Borago officinalis* L.). Journal of Crop Ecophysiology 10(3): 683-696. (In Persian with English Summary)

Gorgini Shabankareh, H., Sabouri, F., Saedi, F., and Fakheri, B.A., 2017. Effects of different levels of humic acid on growth indices and essential oil of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) under different irrigation regimes. Journal of Crop Science Research in Arid Regions 1(2): 166-176. (In Persian with English Summary)

Han, S.H., Young, A., Hwang, J., and Bae Park, B., 2016. The effects of organic manure and chemical fertilizer on the growth and nutrient concentrations of yellow poplar (*Liriodendron tulipifera* Lin.) in a nursery system. Forest Science and Technology 12(3): 137-143.

Hassanpur-Asil, M., Amini, S., and Abdol Rahman Rahimi, A.R., 2017. Effect of different gibberllic acid and humic acid concentrations on growth and development characteristics of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L. cv. White Prosperty). Iranian Journal of Horticultural Science 48(3): 469-477. (In Persian with English Summary)

Holik, L., Hlisnikovský, L., and Kunzová, E., 2018. The effect of mineral fertilizers and farmyard manure on winter wheat grain yield and grain quality. Plant, Soil and Environment 64(10): 491-497.

Hosseinian, S.H., Ebrahimipak, N.A., Yusefi, A., and Egdernezhad, A., 2019. Effect of water stress and humic acid foliar application on morpho-physiological characteristics of *Satureja hortensis*. Journal of Water and Soil Conservation 26(1): 219-232. (In Persian with English Summary)

Jahan, M., Nassiri Mahallati, M. Ranjbar, F., Aryaee, M., and Kamayestani, N., 2014. The effects of super absorbent polymer application into soil and humic acid foliar application on some agrophysiological criteria and quantitative and qualitative yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under Mashhad conditions. Journal of Agroecology 6(4): 753-766. (In Persian with English Summary)

Joshi, R., Vig, A.P., and Singh, J., 2013. Vermicompost as soil supplement to enhance growth, yield and quality of *Triticum aestivum* L.: A field study. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture 2(1): 1-7.

Kandeel, A.M., Naglaa, S.A.T., and Sadek, A.A., 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and aroma profiles of five basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars grown under conventional and organic conditions. Food Chemistry 107: 464-472.

Karimi, E., and Tadayyon, A., 2019. Effect of humic acid spraying on yield and some morphological characteristic of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under drought stress conditions. Applied Research in Field Crops 31(1): 19-38. (In Persian with English Summary)

Khan, M.N., Mobin, M., Abbas, Z.K., and Alamri, S.A., 2018. Fertilizers and their contaminants in soils, surface and groundwater. Encyclopedia of Anthropocene 5: 225-240.

Liuc, J., and Pank, B., 2005. Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile. Scientia Pharmaceutica 46: 63-69.

Mahfouz, S.A., and Sharaf-Eldin, M.A., 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophisics 21(4): 361-366.

Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Academic Press. London, UK, 889pp.

Miao, Y., Stewart, B.A., and Zhang, F., 2011. Long-term experiments for sustainable nutrient management in China-A review. Agronomy for Sustainable Development 31: 397-414.

Mona, Y., Kandil, A.M., and Swaefy Hend, M.F., 2008. Effect of three different compost levels on fennel and salvia growth character and their essential oils. Biological Sciences 4: 34-39.

Monaghash, F., Maleki, A., and Zolnorian, H., 2015. Effect of application methods of vermicompost and chemical fertilizers on tuber yield and some morphological traits of potato (*Solanum tuberosum*). Journal of Crop Ecophysiology 9(3): 417-428. (In Persian with English Summary)

Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., and Vianello, A., 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry 34(11): 1527-1536.

Nasiri Dehsorkhi, A., Makarian H., Varnaseri Ghandali, V., and Salari, N., 2018. Investigation of effect of humic acid and vermicompost application on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Applied Research in Field Crops 31(1): 1-118. (In Persian with English Summary)

Nasiri, Y., Baghban Akbari, P., Nouraein, M., and Amini, R., 2019. Evaluation of farmyard and vermicompost

application and spray of ascorbic acid and humic substances on dragonhead (*Dracocephalam moldavica* L.) production. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 29(4): 257-275. (In Persian with English Summary)

Neamati, H., Azizi, M., Mohammadi, S., and Karimpour, S., 2014. The study on the effect of spraying with different concentrations of vermicompost extract (Vermiwash) on the morphological traits, yield and percentage of essential oil of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) Journal of Horticulture Science 27(4): 411-417. (In Persian with English Summary)

Nourafcan, H., Pouyanfar, M., and Mahmoudirad, Z., 2015. The effect of different levels of vermicompost on morphological traits and yield components of mallow (*Malva silvestris* L.). Journal Agroecology 11(3): 69-76. (In Persian with English Summary)

Omidbaigi, R., 2008. Production and Processing of Medicinal Plants. (Vol. 3). Behnashr Press, Astane-Ghodse Razavi, Mashhad, Iran. (In Persian)

Pandey, R., 2005. Manement of meloidogyne incognita in artemisia pallens with bio-organics. Phytoparasitica 33(3): 304-308.

Purushothaman, B., Prasanna Srinivasan, R., Suganthi, P., Ranganathan, B., Gimbun, J., and Shanmugam, K., 2018. A comprehensive review on *Ocimum basilicum*. Journal of Natural Remedies 18(3): 71-83.

Rasti, E., Saffari, M., and Maghsoudi Moud, A.A., 2014. The effects of organic and chemical fertilizers on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under water stress conditions. Journal of Irrigation and Water Engineering 5(18): 69-80. (In Persian with English Summary)

Rezae, M., and Baradaran, R., 2013. Effects of bio fertilizers on the yield and yield components of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 29(3): 635-650. (In Persian with English Summary)

Roussos, P.A., Gasparatos, D., Kechrologou, K., Katsenos, P., and Bouchagier, P., 2017. Impact of organic fertilization on soil properties, plant physiology and yield in two newly planted olive (*Olea europaea* L.) cultivars under mediterranean conditions. Scientia Horticulturae 220: 11-19.

Said-Al Ahl, H.A.H., El Gendy, A.G., and Omer, E.A., 2016. Humic acid and indole acetic acid affect yield and essential oil of dill grown under two different locations in Egypt. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research 8(7): 594-606.

Saidnezhad, A.M., and Rezvani Moghaddam, P., 2010. Evaluation of the effect of compost, vermicompost and manure on yield, yield components and essential oil of cumin (*Cuminum cyminum*). Journal of Horticultural Science 24(2): 142-148. (In Persian with English Summary)

Santos, M.F., Mendonca, M.C., Carvalho filho, J.L.S., Dantas, I.B., Silva- Mann, R., and Blank, A.F., 2009. Cattle manure and biofertilizer on the cultivation of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Revista Brasileira de Plantas Medicinals 11(4): 355-359.

Shahsavan Markadeh, M., and Chamani, E., 2014. Effects of various concentrations and time of humic acid application on quantitative and qualitative characteristics of cut stock flower (*Matthiola incana* 'Hanza'). Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture 5(3): 157-171. (In Persian with English Summary)

Silva, P.S.L.E., Silva, P.I.B.E., Oliveria, V.R.D., Oliveria, F.H.T.D., and Costa, L.R.D., 2017. Vermicompost application improving semiarid-grown corngreen ear and grain yield. Revista Caatinga 30(3): 551-558.

Tahami Zarandi, S.M.K., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M., 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology 2(1): 70-82. (In Persian with English Summary)

Tasdighi, H., Salehi, A., Movahhedi Dehnavi, M., and Behzadi, Y., 2015. Survey of yield, yield components and essential oil of *Matricaria chamomilla* L. with application of vermicompost and different irrigation levels. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 25(3): 61-78. (In Persian with English Summary)

Yadollahi, P., Bizhani, M., Heidari, M., Por Asghari, R., and Latifi, M., 2015. Effects of organic fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of cumin herb (*Cuminum cyminum* L.) in the Sistan region. Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology 4(1): 79-90. (In Persian with English Summary)

Yang, C.M., Wang, M.H., Lu, Y.F., Chang, I.F., and Chou, C.H., 2004. Humic substances affect the activity of chlorophyllase. Journal of Chemical Ecology 30(5): 1057-1065.

Journal of Agroecology
Vol. 13, No.4, Winter 2022, p. 705-721

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص ۷۲۱-۷۰۵

Evaluation of Morphological Traits, Yield, and Essential Oil Changes of Basil (*Ocimum basilicum* L.) under Influence of Organic Fertilizers

Y. Nasiri[1*]
Submitted: 18-02-2020
Accepted: 20-12-2020

Nasiri, Y., 2022. Evaluation of morphological traits, yield, and essential oil changes of basil (*Ocimum basilicum* L.) under influence of organic fertilizers. Journal of Agroecology 13(4):705-721.

Introduction

Medicinal plants are rich resources for traditional medicines and in this regard play an essential role in the development of human culture. Basil (*Ocimum basilicum* L.) belongs to the Laminaceae family and can be found in tropical Asia, Africa, Central America, and South America. Basil is traditionally used worldwide as a medicinal herb to treat numerous ailments. The leaves and flowering tissues are traditionally used as antispasmodic, carminative, digestive remedies, to treat abdominal cramps, fever, poor digestion, migraines, insomnia, depression, dysentery, etc. Application of chemical fertilizers in order to eliminate residues of this chemichal substances from crop to ensure consumer health and environmental protection is one of the major challenges in sustainable production of medicinal crops. The application of organic fertilizers such as farmyard, vermicompose, and humic substances as an alternative to chemichal fertilizers to improve soil fertility in sustainable agriculture is currently being discussed. Application of organic fertilizers in addition to modifying soil physical and chemical properties, provides nutrients for the plant in long-term. Various studies have also shown the positive effect of organic fertilizers on increasing the quantitative and qualitative yield of medicinal crops. Therefore, the present study was conducted to investigate the effect of cow manure, vermicompost, and humic acid on some morphological traits, dry matter yield, and production of basil essential oil.

Materials and Methods

The experiment was conducted as a factorial based on a randomized complete block design with three replications at a farm in Oshnavieh city in the West Azerbaijan Province in 2014. The treatments included organic fertilizers (20 tons ha^{-1} farmyard, 7.5 and 15 tons ha^{-1} vermicompost, and control) and humic acid application (soil application, foliar application and not application as control). The measured traits included plant height, lateral stems number, lateral stems length, flowering stems number, leaf number per plant, leaf chlorophyll index, dry matter yield and essential oil percentage. Data analysis was done using MSTAT-C statistical software and means were compared using LSD test at 1% or 5 % probability levels based on the significance level in each trait.

Results and Discussion

The results showed that application of organic fertilizers significantly increased plant height, lateral stems number, lateral stem length, flowering stem number, and leaf number. The highest essential oil yield (2.94 g m^{-2}) was obtained using 15 tons ha^{-1} vermicompost. Both foliar and soil application of humic acid treatments had the highest lateral stems number (13.1 per plant) and essential oil yield (2.75 g m^{-2}) and humic acid foliar treatment had the highest flowering stem number (22.9) and essential oil percentage (0.59%). All treatments of organic fertilizer and humic acid increased leaf chlorophyll index compared to control. Application of 15 tons ha^{-1} vermicompost combined with or without humic acid produced the highest dry matter yield (with an average of 538.6 g m^{-2}) that showed 99.6% increase compared to control (not application of organic fertilizers and humic acid). It seems that the application of humic acid and organic fertilizers increased the absorption and transport of nutrients such as nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium as well as water absorption by the

1- Associate Professor of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.
(* Corresponding author: ysf_nasiri@yahoo.com; maragheh.ac.ir.com)
Doi:10.22067/jag.v13i4.85677

plant and by this way, the morphological and growth traits of plant increased. On the other hand, application of organic fertilizers not only increased the available nutrients to the plant, but also improved soil physical conditions and biological processes and provided a suitable environment for root growth. Consequently, organic fertilizers increased dry matter production and essential oil content and yield.

Conclusion

The findings of this study showed that organic fertilizers and humic acid application had significant effects on morphological traits, yield, and essential oil content of basil. So that, these treatments significantly increased the value of morphological traits. The highest dry matter yield was obtained by application of 15 tons ha^{-1} vermicompost combined with or without humic acid. The treatment of foliar application of humic acid had the highest essential oil content. The highest essential oil yield was obtained by the application of 15 tons ha^{-1} vermicompost. Finally, the application of organic fertilizers could be used in sustainable agriculture to improve of quantitative and qualitative yield of basil and reduce the application of chemical fertilizers.

Keywords: Dry matter, Effective substance, Farmyard manure, Humic substances, Vermicompost.