نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره۳۶- شماره ۳- پیاپند ۱۴۰ پائیز ۱۴۰۲

بررسی اثر کودشیمیای و ورمی کمپوست برخصوصیات آگرو- مورفولوژیکی و عملکرد اسانس بادرنجبویه در شرایط آب و هوایی استان کرمانشاه

Investigating the effect of chemical fertilizer and vermin compost on the agro-morphological characteristics and oil yield of lemon balm(*Melissaofficinalis* L.) in Kermanshah province climates

هوشنگ رحمتی[1*]

۱. نویسندهمسئول،استادیار، گروه کشاورزی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران ، (نگارنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۰۵ - شناسانۀ برنمود رقمی: aj.2024.364187.1666/10.22092

چکیده

رحمتی، ه.، . بررسی اثر کودشیمیای و ورمی کمپوست برخصوصیات آگرو- مورفولوژیکی و عملکرد اسانس بادرنجبویه در شرایط آب و هوایی استان کرمانشاه
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۶ - شماره ۳- پیاپند ۱۴۰ پائیز ۱۴۰۲ صفحه: ۵۷-۴۰

بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L) گیاهی دارویی با متابولیت‌های با ارزش بوده و شناسایی عوامل زراعی موثر بر تغییرات کمی این گیاه می‌تواند سبب تولید بهتر و بیشتر باشد. این تحقیق بصورت آزمایش فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط آبی در استان کرمانشاه طی سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ اجرا شد. عامل اول چهار سطح کود شیمیایی NPK (صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و عامل دوم سه سطح ورمی کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) بود. تجزیه واریانس نشان داد که سطوح متفاوت NPK و ورمی کمپوست بر تمام صفات زراعی و عملکرد اسانس تاثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت. اثر متقابل NPK× ورمی کمپوست برای بیشتر صفات در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش سطوح NPK و ورمی کمپوست بصورت معنی‌داری خصوصیات زراعی و عملکرد اسانس بادرنجبویه افزایش داشت. برهمین اساس مصرف ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست سبب شد که عملکرد وزن خشک و اسانس به ترتیب ۲۳/۴۴ و ۳۵/۶۸ درصد نسبت به شاهد افزایش یابد و همچنین مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار NPK به ترتیب سبب افزایش ۲۹/۵۸ و ۱۰۰ درصدی عملکرد وزن خشک و اسانس نسبت به شاهد شد. اما وجود اثر متقابل باعث شد که در شرایط آب و هوایی استان کرمانشاه بکارگیری تلفیقی کود NPK و ورمی کمپوست سبب افزایش عملکرد و تولید اسانس شود و تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم NPK به همراه ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست قابل توصیه برای زراعت بادرنجبویه در استان کرمانشاه باشد.

واژه های کلیدی: اسانس، تغذیه گیاهی، تولید محصول، کود آلی، گیاه دارویی، NPK.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Hoshang.Rahmatipnu@pnu.ac.ir

مقدمه

بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L) گیاهی چندساله از تیره نعناعیان است. این گیاه دارای متابولیت‌های با ارزشی است که بیشتر متعلق به دو گروه شیمیایی ترکیبات ترپنی و فنیل پروپانوئیدی با ظرفیت بالای آنتی‌اکسیدانی است (Cunha *et al*., 2016). بر همین اساس بادرنجبویه به عنوان یک گیاه دارویی رفع کننده خستگی، از بین برنده اضطراب و افسردگی و اختلالات خواب، درمان میگرن، تقویت کننده حافظه و جلوگیری از آلزایمر، ضد باکتری، ضد کرم، ضد ویروس و همچنین گیاه طبیعی انرژی زا، از اهمیت بالایی در صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی برخوردار است (Abbaszadeh *et al*., 2005). اندام‌های هوایی گیاه به خصوص برگ‌ها محتوی اسانس هستند، مقدار اسانس در گونه‌های مختلف بین ۰/۲ تا ۰/۵ درصد متفاوت است. مهمترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس شامل سیترال، سریترونلال ، ژرانیرول ، لینرالول و استات اوژنول می‌باشد. همچنین دارای متابولیت‌های ثانویه دیگری مانند اسید رزمارینی، تانن و فلاونوئید است (Rezvani & Hemmati, 2021). این گیاه در طب سنتی ایران در درمان طیف وسیعی از بیماریها از جمله بیماریهای روانی و نورولوژیک، بیماریهای قلبی- عروقی، آسم، دیابت و مشکلات گوارشی مورد استفاده قرار می‌گیرد و بر همین اساس در طب ایرانی به کمک بادرنجبویه بسیاری از بیماریی‌های نورولوژیکی درمان می‌شود. این گیاه در بسیاری از کتاب‌های گیاهان دارویی (فارماکوپه‌های گیاهی) جهان از جمله فارماکوپه‌های گیاهی ایران، بریتانیا و اروپا وجود دارد (Iranshahi & Javadi, 2019).

شناخت شرایط مطلوب برای رشد بهینه و شناسایی عوامل موثر بر تغییرات کمی و کیفی گیاهان می‌تواند راه‌گشای تولید بهتر و بیشتر باشد (Abbaszadeh *et al*., 2005). استفاده از نهاده‌های شیمیایی در کشاورزی در دهه‌های اخیر سبب ایجاد مشکلات زیست محیطی فراوانی شده است، بر همین اساس استفاده از کودهای آلی در زراعت یکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار است (Nasiri Dehsorkhi *et al*., 2018) تا از این طریق سبب حذف یا کاهش مصرف کودهای شیمیایی شود. زیرا که بیش از ۵۰ درصد از افزایش محصولات غذایی گیاهی به واسطه استفاده از کودهای شیمیایی است. در این میان سهم کود نیتروژن نسبت به سایر کودها بیشتر است (Hoseini *et al*., 2022). همچنین مشخص شده است که کودهای آلی برای کشت گیاهان دارویی، منبع مهمی از عناصر غذایی هستند و انرژی برای ریزموجودات خاکزی را فراهم می‌کنند که سبب فراهم کردن ریز مغذی‌ها برای گیاهان می‌شوند (Sodré *et al*., 2012). در هر حال بیان شده است که کودهای آلی به ویژه کود ورمی‌کمپوست در مقایسه با سایر کودهای آلی دارای مقادیر زیادی عناصر غذایی پرمصرف و ریزمغذی هستند که این عناصر را به مرور در اختیار گیاهان قرار می‌دهند (Timsina, 2018).

در تحقیقی روی گیاه رازیانه در کشت مخلوط با باقلا گزارش شد که افزودن ورمی کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر

غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش می‌دهد، بلکه با بهبود شـرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یـک بسـتر مناسـب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام‌های هوایی و تولید مـاده خشک و در نهایت، بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاهان را نیز فراهم آورد (Mohammadii & Rezaei-Chiyaneh, 2021). در همین راستا گزارش شده است که با مصرف ورمی کمپوست و کودهای آلی به ویژه کاربرد ترکیبی آنها، ضمن افزایش عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز و همچنین کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی می‌توان به اهداف کشاورزی پایدار دست یافت (Nasiri Dehsorkhi *et al*., 2018). همچنین گزارش شده است که استفاده تلفیقی از کود شیمیایی و آلی (ورمی کمپوست و نیتروژن) مناسب تر از استفاده از نیتروژن به تنهایی برای افزایش عملکرد دانه کنجد است (Hoseini *et al*., 2022). برای گیاه دارویی بادرنجبویه نیز در شرایط آب و هوایی گرگان گزارش شده است که مصرف ورمی‌کمپوست (به میزان ۷/۵ تن در هکتار) به همراه نیتروژن (به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی اوره با ۴۶ درصد نیتروژن) موجب افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت باعث افزایش عملکرد کمی و بهبود معنی‌دار عملکرد اسانس می‌شود (Rezvani & Hemmati, 2021). اما از طرف دیگر نتایج تحقیقات نشان داده که استفاده از ورمی کمپوست بصورت محلول‌پاشی (ورمی واش) در غلظت‌های کم سبب بهبود خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد بادرنجبویه است و بیان شده که این نتیجه گیری به دلیل فعال بودن تنظیم کننده های رشد در غلظت های کم و در شرایط دسترسی کامل به عناصر غذایی در محلول ورمی واش می باشد (Nemati *et al*., 2014). با توجه به آنچه بیان شد و باتوجه به اینکه گزارشی در زمینه دستور تلفیقی برای کودهای شیمیایی و آلی در استان کرمانشاه در مورد بادرنجبویه وجود ندارد، هدف از تحقیق حاضر ارزیابی عملکرد و خصوصیات زراعی بادرنجبویه تحت تاثیر تیمارهای مختلف استفاده از کود نیتروژن و ورمی‌کمپوست در شرایط آب و هوایی استان کرمانشاه است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی مرکز آموزش کشاورزی ماهیدشت متعلق به مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه با موقعیت جغرافیایی ′۴۹ °۴۶ طول شرقی، ′۱۶ °۳۴ عرض شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۶۰ متر بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در جدول شماره ۱ و خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست تهیه شده از کود دامی مورد استفاده در جدول شماره ۲ ارائه شده است. طبق آمار اداره کل هواشناسی استان کرمانشاه برای سال ۱۴۰۰ متوسط بارندگی سالیانه ۱۳۳/۹ میلی‌متر، متوسط رطوبت نسبی سالیانه ۴۴ درصد، متوسط دما ۱۴/۷ درجه سانتیگراد، متوسط حداقل دما ۶/۶ درجه سانتیگراد و متوسط حداکثر دما ۲۲/۹ درجه سانتیگراد برای منطقه اجرای آزمایش ثبت شده است. نمودار آمبروترمیک محل اجرای طرح برای سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ در

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Physicochemical properties of soil at the experimental field

پتاسیم قابل جذب Available K (ppm)	فسفر قابل جذب Available P(ppm)	نیتروژن کل Total N (%)	کربن آلی Organic carbon(%)	هدایت الکتریکی Ec×10^3	اسیدیته pH	شن Sand(%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	بافت Texture
462.0	23.6	0.22	1.2	0.92	7.8	7.4	45.6	47.1	Clay-silty

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده

Table 2. Chemical properties of vermicompost

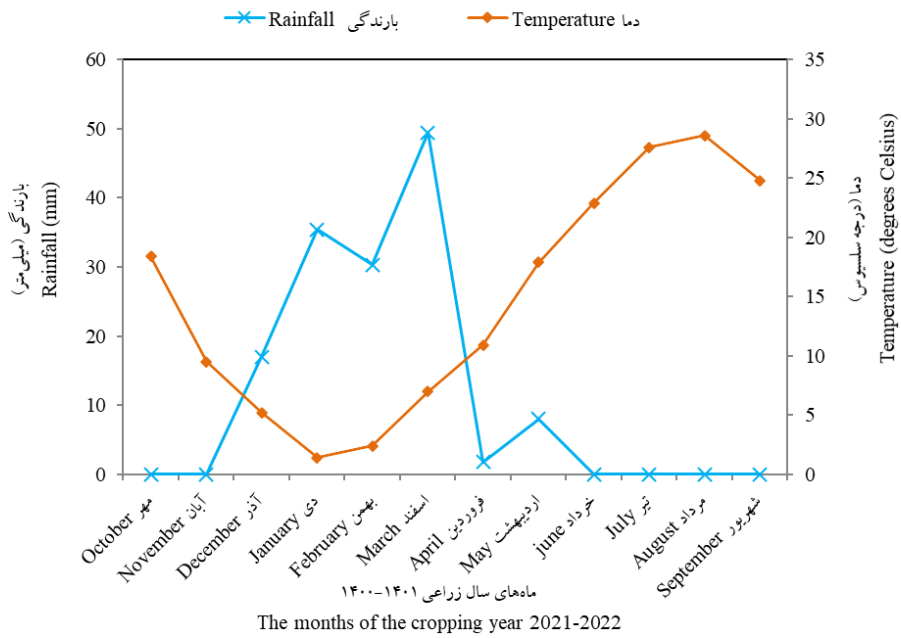
پتاسیم K (%)	فسفر P (%)	نیتروژن کل Total N (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	هدایت الکتریکی Ec×10^3	اسیدیته pH
2.96	4.08	3.66	28.32	3.87	8.1

شکل شماره ۱ ارائه شده است.

نتایج تحقیقات در مناطق مختلف، نیازهای متفاوت کودی برای بادرنجبویه نشان داده است و با اعمال تیمارهای تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی واکنش گیاه در شرایط متفاوت محیطی و خصوصیات مختلف خاکشناسی متغیر بوده است (Zarrabi, *et al*., 2017; Sharifi Ashoorabadi *et al*., 2004; Rezvani and Hemmati, 2021; Badakhshan *et al.,* 2018; Nemati *et al*., 2014)، همچنین از طرف دیگر میزان کود مصرفی رایج برای کشت بادرنجبویه در استان کرمانشاه ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار NPK بدون اعمال کود آلی می‌باشد که با در نظر گرفتن این شرایط، آزمایش بصورت طرح فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل و سه تکرار اجرا شد. عامل اول شامل چهار سطح کود شیمیایی NPK (به نسبت‌های ۲۰، ۲۰ و ۱۰ درصد به ترتیب N، P و K) با فرمول کودی ۱۰-۲۰-۲۰، با مقادیر صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و عامل دوم سه سطح صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست اجرا شد.

هر کرت به ابعاد ۲ در ۲ متر در نظر گرفته شد که در هر کرت فاصله بین ردیف‌ها ۳۰ سانتی متر و فواصل بین بوته‌ها در هر ردیف کشت ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که تراکم کشت براساس روش مرسوم در منطقه تعیین شد. کشت نشاء در اوایل اردیبهشت ماه انجام شد. آبیاری هر هفته یکبار و وجین به صورت دستی انجام شد. بذر از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد.

از هر کرت پنج بوته بصورت تصادفی انتخاب شد صفات ارتفاع بوته بر حسب سانتی‌متر، تعداد شاخه در بوته، طول و عرض برگ برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد و میانگین بدست آمده برای پنج بوته در هر کرت به عنوان میانگین کرت ثبت شد. در مرحله‌ی گلدهی از هر کرت با رعایت اثر حاشیه مساحت یک متر مربع برداشت شد و وزن تر با ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شد و برحسب گرم در متر مربع ثبت شد.



شکل ۱- نمودار آمبروترمیک ماهیانه سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱

Figure 1. Monthly ambrothermic diagram for the cropping year 2021-2022

در مرحله‌ی بعد برگ‌ها و ساقه‌ها از همدیگر جدا شد و برای هر کرت جداگانه توزین شد و وزن تر برگ و ساقه برحسب گرم در متر مربع ثبت شد، که با تقسیم وزن برگ بر ساقه صفت نسبت برگ به ساقه برای هر کرت محاسبه شد. در نهایت نمونه‌های برداشت شده از هر کرت در سایه خشک و وزن خشک با ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شد و برحسب گرم در متر مربع ثبت شد.

به منظور اندازه‌گیری درصد و عملکرد اسانس ۱۰۰ گرم برگ خشک شده در سایه از هر کرت توسط آسیاب پودر شد و با استفاده از روش تقطیر با آب و به وسیله‌ی دستگاه کلونجر اسانس آنها استخراج شد. مدت زمان استخراج برای تمام نمونه‌ها یکسان بود و مدت دوساعت در نظر گرفته شد. بعد از رطوبت‌زدایی آب توسط سولفات سدیم، درصد اسانس برای هر کرت تعیین شد و در نهایت باتوجه به عملکرد خشک برگ در هکتار، میزان عملکرد اسانس در متر مربع برای هر کرت محاسبه شد (Yousefi *et al.*, 2023).

با استفاده از نرم افزار SPSS 18، تجزیه واریانس در قالب طرح فاکتوریل با پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد و مقایسه میانگین با روش LSD در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته:

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که سطوح متفاوت NPK تاثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر ارتفاع بوته‌های بادرنجبویه داشت و همچنین سطوح متفاوت ورمی کمپوست نیز در سطح ۱ درصد دارای تاثیر معنی‌دار بر ارتفاع بوته بود. از طرف دیگر اثر متقابل بین NPK و ورمی‌کمپوست نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین با روش LSD برای

ارتفاع بوته در بین تیمارهای متفاوت NPK و ورمی کمپوست نشان داد که (جدول ۴) در شرایط استفاده از ورمی‌کمپوست به میزان ۵ تن درهکتار و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار NPK بوته‌های بادرنجبویه بیشترین ارتفاع را به میزان داشتند ۵۸/۵ سانتی‌متر داشتند که با سه تیمار تیمار ۱۰ تن ورمی کمپوست و ۲۰۰ کیلوگرم NPK، 10 تن ورمی کمپوست و ۱۵۰ کیلوگرم NPK و همچنین ۵ تن ورمی کمپوست و ۲۰۰ کیلوگرم NPK اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد نداشت. کمترین ارتفاع بوته در شرایط عدم استفاده از NPK و ورمی کمپوست (شاهد) با میانگین ۳۴/۷ سانتی‌متر مشاهده شد که تنها با تیمار استفاده از ۵ تن ورمی کمپوست بدون مصر NPK اختلاف معنی‌دار نداشت. تغذیه گیاهی و استفاده از ورمی کمپوست باعث بهبود خصوصیات فیزیولوژیک بادرنجبویه از جمله میزان کلروفیل کل می‌شود (Kazeminasab *et al*., 2016) و از طرف دیگر وجود مواد درشت مغذی در کود NPK نیز موجب بهبود تغذیه گیاهی شده و رشد هرچه بیشتر گیاه را به دنبال دارد (Dubey *et al*., 2017) بنابراین افزایش رشد رویشی سبب افزایش ارتفاع بوته در بادرنجبویه شده است، بر همین اساس این نتیجه گیری مطابق با دیگر گزارشات بود (Koozehgar kaleji *et al*., 2022; Zarrabi, *et al*., 2017).

تعداد شاخه در بوته:

برای این صفت مشاهده شد که در مورد اثرات اصلی NPK و ورمی کمپوست در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت و همچنین اثر متقابل NPK و ورمی کمپوست در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. بر همین اساس مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین تعداد شاخه در بوته تحت تاثیر تیمار ۱۵۰ کیلوگرم NPK و ۵ تن ورمی کمپوست با میانگین ۲۷/۰۲ شاخه در هر بوته مشاهده شد، که با دو تیمار استفاده ۲۰۰ کیلوگرم NPK به همراه ۵ و ۱۰ تن ورمی کمپوست اختلاف معنی‌دار نداشت. کمترین تعداد شاخه در بوته برای شاهد با میانگین ۱۴/۹۳ شاخه در هر بوته حاصل شد و با ۵ تیماری که از یکی از موارد تغذیه‌ای (کود شیمیایی یا ورمی کمپوست) استفاده نشده اختلاف معنی‌دار نشان نداد. اضافه کردن ورمی‌کمپوست به خاک باعث جذب نیتروژن توسط ریشه‌ها، افزایش رشد رویشی و تولید بیشتر شاخه‌ها می‌شود (Rezvani & Hemmati, 2021). علاوه براین نتایج نشان داده که افزایش کود شیمیایی یا ورمی کمپوست به خاک بر تعداد شاخه‌های بوته بادرنجبویه تاثیر دارد و سبب افزایش آن می‌گردد (Zarrabi *et al*., 2017).

طول و عرض برگ:

برای صفات ابعاد برگ مشاهده شد که اثرات اصلی NPK و ورمی کمپوست در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند و اثر متقابل NPK در ورمی کمپوست برای طول برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود، اما برای عرض برگ معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین طول برگ با روش LSD در سطح ۵ درصد نشان داد که بیشترین طول برگ با میانگین ۵۶/۹۰ میلی‌متر مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم NPK به همراه ۵ تن ورمی کمپوست در هکتار بود که با تیمار ۲۰۰

کیلوگرم NPK به همراه ۱۰ تن ورمی کمپوست اختلاف معنی‌دار نشان نداد. کمترین میزان طول برگ به شاهد با میانگین ۳۱/۷۹ میلی‌متر تعلق داشت که با دیگر تیمارهای مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بود. اما از طرف دیگر مقایسه میانگین اثر متقابل عرض برگ نشان داد که تیمار استفاده ۵ تن ورمی کمپوست به همراه ۱۵۰ کیلوگرم NPK دارای عریض‌ترین برگ‌ها به میزان ۳۶/۹۰ میلی‌متر بود که تنها با تیمارهای عدم استفاده از NPK و تیمارهای استفاده ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم NPK اختلاف معنی‌دار نشان داد و با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت. در مقابل کمترین عرض برگ به شاهد با میانگین ۲۴/۴۵ میلی‌متر اختصاص داشت که با تیمارهای ۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بدون NPK اختلاف معنی‌دار نشان نداد. در بررسی تاثیر ورمی کمپوست بر توسعه برگ گیاه به‌لیمو گزارش شده است که بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک (نظیر میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات) و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی توسط میکروارگانیسم‌ها و نیز فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم سبب افزایش میزان فتوسنتز می‌شود و در ادامه توسعه سطح برگ را به دنبال دارد (Ebadi *et al.*, 2017). این نتیجه‌گیری با نتایج بدست آمده از این تحقیق مطابق بود. همچنین در گیاه دارویی گل راعی نیز مشابه این تحقیق توسعه رشد رویشی و سطح برگی براثر استفاده از ورمی کمپوست و کود شیمیایی گزارش شد (Shafiee Adib *et al.*, 2015). می‌توان نتیجه‌گیری کرد که وجود اثر متقابل بین ورمی کمپوست و کود شیمیایی در جهت توسعه برگ‌ها به دلیل قدرت جذب بالا در نگهداری آب و عناصر غذایی به علت تخلخل زیاد، تهویه و زهکشی مناسب در ورمی کمپوست، جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید حل کننده فسفات را افزایش داده و در صورت فراهمی مواد غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم باعث بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شود

عملکرد وزن تر و خشک:

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ورمی کمپوست تاثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر عملکرد وزن تر و خشک بادرنجبویه داشت، اما مصرف NPK بر عملکرد وزن تر و خشک به ترتیب تاثیر معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد داشت. همچنین اثر متقابل NPK و ورمی کمپوست برای هر دو صفت در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. از طرف دیگر با توجه به مقایسه میانگین‌ها مشاهده شد که تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم NPK به همراه ۵ تن ورمی کمپوست بیشترین عملکرد وزن تر با میانگین ۲۵۱۲ گرم در متر مربع داشت که با سه تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم NPK در سطوح متفاوت ورمی کمپوست و تیمار ۱۵۰ کیلوگرم NPK همراه با ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست اختلاف معنی‌دار نشان نداد. کمترین عملکرد وزن تر به شاهد با میانگین ۱۶۴۳ گرم در متر مربع اختصاص داشت که با تیمار استفاده ۱۰۰ کیلوگرم NPK و تیمار استفاده ۵ تن ورمی کمپوست اختلاف معنی‌دار نداشت. ملاحظه شد که کود شیمیایی NPK باعث افزایش رشد بادرنجبویه شد و عملکرد گیاه تحت تاثیر

مصرف کود NPK قرار گرفت. بر همین اساس گزارش شده است که مصرف کود نیتروژن چه بصورت اضافه کردن به خاک و چه به صورت محلول پاشی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بادرنجبویه در مقابل شاهد می‌شود (Sharifi Ashoorabadi *et al*., 2004)، که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. همچنین تاثیر مثبت مصرف NPK بر خصوصیات رویشی بادرنجبویه نسبت به سایر ترکیبات کود شیمیایی گزارش شده است (Massoud Hekmat *et al.,* 2012). مشابه با نتایج این تحقیق گزارش شد که افزایش سطوح ورمی کمپوست از صفر به ۷/۵ تن در هکتار روند افزایشی در تمام صفات زراعی بادرنجبویه وجود داشت، همچنین برای سطوح کود ازت از صفر تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیز روند افزایشی در تمام صفات بادرنجبویه گزارش شد (Rezvani & Hemmati, 2021). از طرفی نتایج تحقیقات بر روی رازیانه نشان داده است که مصرف مقادیر بالای ورمی کمپوست (۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) نه تنها افزایش چشمگیری در تظاهر صفات ندارد بلکه در بعضی از صفات سبب کاهش در میزان آنها نیز شده است (Hosseini Valiki *et al*., 2015).

باتوجه به مقایسه میانگین اثر متقابل NPK و ورمی کمپوست برای وزن خشک با روش LSD مشاهده شد که تیمار ۱۵۰ کیلوگرم NPK به همراه ۵ تن ورمی کمپوست بیشترین وزن خشک تولیدی با میانگین ۱۱۷۰ گرم در متر مربع داشت که با تیمار ۲۰۰ کیلوگرم NPK و ۱۰ تن ورمی کمپوست اختلاف معنی‌دار نداشت. شرایط عدم مصرف کود (شاهد) کمترین وزن خشک تولیدی با میانگین ۶۰۶/۵ گرم در متر مربع را داشت و با تیمارهای مصرف ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم NPK و تیمار ۵ تن ورمی کمپوست اختلاف معنی‌دار نداشت. با توجه به اینکه عناصری نظیر ازت، فسفر و پتاس نقش تعیین کننده‌ای در مراحل مختلف نمو و فعالیت‌های متابولیکی در گیاهان مختلف از جمله بادرنجبویه دارد (Abbaszadeh *et al*., 2005). بنابراین عملکرد وزن تر و خشک گیاه با افزایش سطوح کودی افزایش نشان داده است. در هر حال مشابه نتایج این تحقیقق، تاثیر مثبت استفاده از ورمی کمپوست بر خصوصیات رویشی بادرنجبویه در گزارشات متعدد بیان شده است (Yadegari, 2021; Koozehgar kaleji *et al.,* 2022; Zarrabi *et al*., 2017). علاوه براین اثر مثبت کودهای آلی و دامی در افزایش کارایی تولید در گیاه دارویی بادرنجبویه گزارش شده است (Hassanzadeh *et al*., 2013). در نتیجه‌ی وجود اثر متقابل ملاحظه شد که برای اکثر صفات تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم NPK به همراه ۵ تن ورمی کمپوست بهترین نتیجه را داشت. بنابراین می‌توان بیان داشت که مصرف مقادیر بالای همزمان کود NPK و ورمی کمپوست در بادرنجبویه سودمند نبوده و افزایشی در عملکرد در پی نخواهد داشت و بهترین عملکرد زمانی حاصل می‌شود که میزان متوسطی از ورمی کمپوست استفاده شود و از طرفی استفاده از مقادیر متوسط ورمی‌کمپوست سبب خواهد شد که با مصرف کمتر کود NPK به نتایج مطلوب‌تری دست یافت. نتایج تحقیقات نشان داد که استفاده تلفیقی از ورمی

جدول۳- تجزیه واریانس صفات بادرنجبویه در سطوح متفاوت کود شیمیایی و ورمی کمپوست

Table 3. Variance analysis for traits of lemon balm at different levels of NPK and vermicompost

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه Number of branches	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	عملکرد وزن تر Wet weight yield	عملکرد وزن خشک Dry weight yield
تکرار Repetition	2	33.50^{ns}	7.21^{ns}	14.38^{ns}	2.21^{ns}	993548^{ns}	200109^{ns}
کود شیمیایی NPK	3	362.5**	77.78**	383.33**	101.48**	79855216**	12851102*
ورمی کمپوست Vermicompost	2	257.6**	123.51**	219.00**	63.20**	38549795**	20732488**
کود × ورمی Vermi×NPK	6	47.14*	15.47*	35.21*	2.910^{ns}	6978312*	2810960*
خطا Error	22	18.04	5.99	13.27	9.10	2507648	1085294
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		9.01	12.17	8.02	9.36	7.24	12.1

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	وزن تر برگ Wet weight of leaf	وزن تر ساقه Wet weight of stem	نسبت برگ به ساقه Leaf/stem	درصد اسانس Percentage of essential oil	عملکرد اسانس Yield of essential oil
تکرار Repetition	2	7545^{ns}	8837^{ns}	0.026^{ns}	0.00003^{ns}	0.041^{ns}
کود شیمیایی NPK	3	581320**	81857**	0.153**	0.001**	18.50**
ورمی کمپوست Vermicompost	2	173369**	41526*	0.48^{ns}	0.0003**	9.12**
کود × ورمی Vermi×NPK	6	56468**	11973^{ns}	0.032^{ns}	0.000005^{ns}	1.50**
خطا Error	22	13246	7908	0.033	0.00003	0.308
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		8.22	12.2	9.45	7.71	13.74

**معنی دار در سطح ۱٪، * معنی دار در سطح ۵٪، ns غیر معنی دار

**significant at 1% level, * significant at 5% level, ^{ns} not significant

کمپوست (۷/۵ تن در هکتار) و کود اوره (۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) نسبت به تیمارهای مصرف بالای ۶۰ تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع کود اوره و همچنین تیمارهای مصرف ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست در کنجد برتر بوده و بر این اساس استفاده از تیمار تلفیقی کودشیمیایی و ورمی کمپوست نسبت به تیمارهای شیمیایی یا تیمارهای ورمی کمپوست به تنهای، مناسب‌تر بودند (Hoseini *et al.*, 2022). همچنین افزایش عملکرد در کینوا و کاهش مصرف کودهای شیمیایی با استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی و ورمی کمپوست

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تاثیر تیمارهای کود شیمیایی و ورمی کمپوست با روش LSD در سطح ۵ درصد

Table 4. Mean comparison of investigated traits under the influence of NPK and vermicompost treatments by LSD method at 5% level

ورمی کمپوست Vermi compost	کود شیمیایی NPK	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه Number of branches	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	عملکرد وزن تر Wet weight yield	عملکرد وزن خشک Dry weight yield
استفاده نشده Non-used	*0	34.66^{c}	14.93^{f}	31.79^{h}	24.45^{e}	1643^{e}	606.5^{h}
	100	44.60^{b}	16.35^{ef}	41.44^{fg}	29.63^{cd}	1829^{de}	668.3^{gh}
	150	44.61^{b}	16.92^{def}	44.53^{def}	$31.13b^{cd}$	2066^{cd}	704.2^{fgh}
	200	43.90^{b}	17.43^{def}	44.85^{def}	33.09^{a-d}	2416^{ab}	860.7^{c-f}
۵ تن در هکتار 5 tons per hectare	0	36.47^{c}	16.11^{ef}	36.38^{gh}	28.56^{de}	1719^{e}	748.7^{e-h}
	100	44.36^{b}	19.27^{cde}	41.72^{fg}	33.18^{a-d}	2102^{c}	792.4^{d-g}
	150	58.52^{a}	27.02^{a}	56.9^{a}	36.90^{a}	2613^{a}	1170^{a}
	200	55.04^{a}	25.1^{ab}	51.91^{abc}	35.27^{ab}	2512^{ab}	969.4^{bc}
۱۰ تن در هکتار 10 tons per hectare	0	45.51^{b}	18.78^{c-f}	42.37^{efg}	29.20^{de}	2085^{cd}	831.0^{c-g}
	100	47.35^{b}	20.73^{cd}	48.33^{cde}	34.61^{abc}	2326^{bc}	914.6^{cde}
	150	54.61^{a}	22.72^{bc}	50.02^{bcd}	34.67^{abc}	2427^{ab}	958.5^{bcd}
	200	55.93^{a}	25.99^{ab}	54.85^{ab}	35.96^{ab}	2508^{ab}	1103^{ab}
LSD 5%		7.19	4.14	6.17	5.11	268.1	176.4

میانگین هایی با حروف یکسان بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی داری ندارند

Means with the same letters are not significantly different based on LSD test

* شاهد

* Check

گزارش شده است (Soltanzadeh *et al*., 2023).

وزن تر برگ و ساقه:

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح متفاوت NPK تاثیر معنی‌داری بر وزن تر برگ و ساقه در سطح ۱ درصد داشت، اما سطوح متفاوت ورمی کمپوست بر روی وزن تر برگ تاثیر معنی‌دار در سطح ۱ درصد و بر روی وزن تر ساقه در سطح ۵ درصد داشت. اثر متقابل ورمی

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تاثیر تیمارهای کود شیمیایی و ورمی کمپوست با روش LSD در سطح ۵ درصد

Continued Table 4. Mean comparison of investigated traits under the influence of NPK and vermicompost treatments by LSD method at 5% level

ورمی کمپوست Vermi compost	نیتروژن فسفر پتاسیم NPK	وزن تر برگ Wet weight of leaf	وزن تر ساقه Wet weight of stem	نسبت برگ به ساقه Leaf/stem	درصد اسانس Percentage of essential oil	عملکرد اسانس Yield of essential oil
استفاده نشده	*0	984.4^{e}	595.2^{d}	1.653^{bc}	0.050^{d}	0.185^{i}
Non-used	100	1141^{bc}	610.3^{d}	1.907^{ab}	0.057^{cd}	0.240^{hi}
	150	1347^{abc}	654.9^{cd}	2.073^{a}	0.080^{a}	0.347^{f}
	200	1620^{ab}	784.3^{abc}	2.083^{a}	0.080^{a}	0.452^{de}
۵ تن در هکتار	0	983.5^{e}	620.1^{d}	1.590^{c}	0.060^{c}	0.251^{ghi}
5 tons per hectare	100	1262^{abc}	646.9^{cd}	1.960^{ab}	0.063^{bc}	0.304^{fgh}
	150	1792^{a}	931.9^{a}	1.920^{ab}	0.087^{a}	0.669^{a}
	200	1614^{ab}	833.3^{ab}	1.943^{ab}	0.080^{a}	0.505^{cd}
۱۰ تن در هکتار	0	1353^{abc}	696.5^{bcd}	1.943^{ab}	0.063^{bc}	0.335^{fg}
10 tons per hectare	100	1403^{abc}	711.9^{bcd}	2.003^{a}	0.070^{b}	0.370^{ef}
	150	1611^{ab}	818.6^{ab}	1.973^{a}	0.087^{a}	0.553^{bc}
	200	1682^{ab}	842.7^{ab}	2.007^{a}	0.087^{a}	0.635^{ab}
LSD 5%		616.3	150.6	0.308	0.009	0.094

میانگین هایی با حروف یکسان بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی داری ندارند

Means with the same letters are not significantly different based on LSD test

* شاهد

* Check

کمپوست و NPK نیز برای صفت وزن تر برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود، اما برای وزن تر ساقه اثر متقابل معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۳). با توجه به مقایسه میانگین‌ها بیشترین وزن تر برگ با میانگین ۱۷۹۲ گرم در متر مربع به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم NPK به همراه ۵ تن ورمی کمپوست اختصاص داشت که تنها با تیمارهای شاهد، ۱۰۰ کیلوگرم NPK و تیمار ۵ تن ورمی

کمپوست اختلاف معنی‌دار نشان داد و با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت. در مقابل کمترین وزن تر برگ به شاهد با میانگین ۹۸۴/۴ گرم در متر مربع اختصاص یافت که با تیمار ۱۰۰ کیلوگرم NPK و تیمار ۵ تن ورمی کمپوست اختلاف معنی‌دار نشان نداد. همچنانکه قبلا بیان شد برهمکنش استفاده از ورمی کمپوست و کود NPK سبب توسعه سطح برگ در گیاه شد و این توسعه بر روی افزایش وزن برگ نیز تاثیر گذار است. برای وزن ساقه با توجه به مقایسه میانگین با روش LSD در سطح ۵ درصد مشاهده شد که بیشترین میزان با میانگین ۹۳۱/۹ گرم در متر مربع به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم NPK به همراه ۵ تن ورمی کمپوست اختصاص داشت که با تیمارهای ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم NPK به همراه ۱۰ تن ورمی کمپوست، ۲۰۰ کیلوگرم NPK به همراه ۵ تن ورمی کمپوست و همچنین تیمار ۲۰۰ کیلوگرم NPK اختلاف معنی‌دار نداشت. کمترین وزن تر ساقه به شاهد با میانگین ۵۹۵/۲ گرم در متر مربع اختصاص داشت که به تیمارهای ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم NPK، 5 و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۰۰ کیلوگرم NPK به همراه ۵ یا ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست اختلاف معنی‌دار نشان نداد. تاثیر اثر متقابل و برهمکنش بین کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات رویشی بادرنجبویه در گزارشات متعدد مشاهده شده است (Rezvani & Hemmati, 2021; Zarrabi *et al*., 2017). بنابراین ملاحظه شد که کود NPK در شرایط استفاده از ورمی کمپوست سبب افزایش هرچه بیشتر رشد رویشی برگ و ساقه بادرنجبویه شد. این نتیجه گیری با دیگر گزارشات مطابقت داشت (Akbari *et al*., 2022; Talebi *et al*., 2023; Rasouli *et al*., 2015). همچنین نتایج نشان داده که استفاده از کود آلی سبب افزایش وزن خشک ساقه گیاه بادرنجبویه شده است (Mehrafarin *et al*., 2015).

نسبت برگ به ساقه:

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح متفاوت NPK تاثیر معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر روی نسبت برگ به ساقه داشت، اما سطوح متفاوت ورمی کمپوست و اثر متقابل NPK × ورمی کمپوست تاثیر معنی‌داری بر روی این صفت نداشت. با توجه به مقایسه میانگین مشاهده شد که بیشترین نسبت برگ به ساقه با میانگین ۲/۰۸ به تیمار ۲۰۰ کیلوگرم NPK اختصاص یافت که تنها با شاهد و تیمار ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست اختلاف معنی‌دار نشان داد. کمترین میزان نسبت برگ به ساقه در تیمار ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست با میانگین ۱/۵۹ مشاهده شد که با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. باتوجه به اینکه برگ گیاه بادرنجبویه برای عصاره‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد، بنابراین هرچقدر میزان نسبت برگ به ساقه بیشتر باشد عملکرد کمی اسانس نیز بهتر خواهد بود. برخلاف نتایج این تحقیق، بررسی تاثیر کودهای شیمیایی متفاوت بر روی نسبت برگ به ساقه بادرنجبویه نشان داد که اختلاف معنی‌داری برای این صفت در ترکیبات متفاوت NPK وجود نداشت و نتیجه گیری شد که واکنش برگ و ساقه بادرنجبویه به تیمارهای کودی یکسان بوده و تغییرات کمی در نسبت برگ به

ساقه حاصل می‌شود (Nemeth-Zamborine *et al*., 2015).

درصد و عملکرد اسانس:

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی سطوح متفاوت NPK و همچنین ورمی کمپوست بر روی درصد و عملکرد اسانس بادرنجبویه تاثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت و همچنین اثر متقابل دو فاکتور مورد بررسی نیز بر روی عملکرد اسانس تاثیر معنی‌دار در سطح ۱ درصد داشت، اما بر روی درصد اسانس تاثیر معنی‌دار نداشت. هرچند با توجه به تجزیه واریانس تفاوت معنی‌دار برای برهمکنش دو عامل کودی و تاثیر آن بر درصد اسانس مشاهده نشد، اما مقایسه میانگین‌ها گروهبندی متفاوتی نشان داد و این نتیجه‌گیری بیانگر این مطلب است که برهمکنش دو عامل کود آلی و شیمیایی می‌تواند تغییرات معنی‌داری با توجه به مقایسه میانگین ایجاد کند. بر همین اساس نتایج تحقیقات نشان داده که ترکیب‌های متفاوت از N، P و K سبب تغییرات خاصیت دارویی گیاه شود (Nemeth-Zamborine *et al*., 2015). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد اسانس به سه تیمار ۱۵۰ کیلوگرم NPK به همراه ۵ تن ورمی کمپوست، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم NPK به همراه ۱۰ تن ورمی کمپوست با میانگین ۰/۰۸۷ درصد اختصاص یافت که با تیمارهای ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم NPK و تیمار ۲۰۰ کیلوگرم NPK به همراه ۵ تن ورمی کمپوست اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد نداشت. کمترین درصد اسانس در شرایط عدم مصرف کود (شاهد) با میانگین ۰/۰۵۰ درصد مشاهده شد که با تیمار ۱۰۰ کیلوگرم NPK اختلاف معنی‌دار نداشت. در گیاهان دارویی تغذیه بطور غیر مستقیم تاثیر بر ساخت مواد مؤثره دارد و میزان اسانس تا حد مشخصی با افزایش کود نیتروژنه و فسفره افزایش و با کاربرد کود پتاسه کاهش می‌یابد (Nemati *et al*., 2014).

برای عملکرد اسانس با توجه به مقایسه میانگین با روش LSD در سطح ۵ درصد مشاهده شد که بیشترین میزان به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم NPK به همراه ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست با میانگین ۰/۶۶۹ گرم در متر مربع اسانس حاصل شد که با تیمار ۲۰۰ کیلوگرم NPK به همراه ۱۰ تن ورمی کمپوست اختلاف معنی‌دار نشان نداد. کمترین عملکرد اسانس نیز در شرایط عدم مصرف کود (شاهد) با میانگین ۰/۱۸۵ گرم در متر مربع بود که با تیمار ۱۰۰ کیلوگرم NPK اختلاف معنی‌دار نداشت.

نتیجه‌گیری:

خصوصیات رویشی و عملکرد گیاه تحت تاثیر استفاده از ورمی کمپوست و NPK قرار گرفت، به عبارتی کود آلی و شیمیایی سبب افزایش تمام خصوصیات رویشی و خصوصا عملکرد وزن خشک و تر گیاه و همچنین عملکرد اسانس شد. از طرف دیگر مشاهده شد که اثر متقابل کود NPK و ورمی کمپوست در مورد تمام وجود داشت. تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم NPK به همراه ۵ تن ورمی کمپوست علاوه بر تاثیر افزایشی در تمامی صفات، برای صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته و عملکرد وزن خشک به ترتیب ۶۹٪، ۸۱٪، ۹۲٪ نسبت به شاهد افزایش داشت و در

مجموع با مصرف تلفیقی این دو کود عملکرد اسانس از ۰/۱۸۵ گرم در متر مربع در شرایط عدم مصرف کود (شاهد) به ۰/۶۶۹ گرم در متر مربع رسید، به عبارتی عملکرد اسانس ۳/۶۱ برابر افزایش داشت. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که مصرف کود NPK و ورمی‌کمپوست سبب بهبود خصوصیات زراعی و افزایش رشد رویشی بادرنجبویه درشرایط آب و هوایی استان کرمانشاه شد و بهترین تیمار استفاده از تلفیق کود NPK و ورمی کمپوست به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار NPK همراه با ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست بود که هم عملکرد رویشی را افزایش داد و هم میزان عملکرد اسانس نیز در بالاترین سطح بود و بنابر این قابل توصیه برای کشت بادرنجبویه درشرایط مشابه آزمایش می‌باشد.

References

Abbaszadeh, B., Sharifi Ashourabadi, E., Ardakani, M. R., Rezaee, M. B., and Paknejad, F. 2005. Effect of spraying of nitrogen fertilizer on *Melissa officinalis* L. yield in the greenhouse condition. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 21(2), 123-129.

Akbari, Gh. A., Miri, S. A., and Zeinali, H. 2022. Investigating the effects of different fertilizers and cultivation media on the yield and active ingredients of *Zingiber officinale* Rosc. *Journal of Medicinal Plants*, 21(84), 75-86. doi: 10.52547/jmp.21.84.75.

Badakhshan, S., Parsamutlaq, B., and Yazdani Buyki, R. 2018. Comparison of growth characteristics and essential oil of lemon balm medicinal plant (*Melissa officinalis* L.) under the influence of different nutrient resource management systems of organic and chemical fertilizers. *Journal of Tea and Herbal Tea,* 1(2),13-23.

Cunha, F., Tintino, S. R., Figueredo, F., Barros, L., Duarte, A. E., Gomez, M. C. V., Coronel, C. C., Rolon, M., Leite, N. et al., 2016. HPLC-DAD phenolic profile, cytotoxic and anti-kinetoplastidae activity of Melissa officinalis, *Pharmaceutical Biology*, 54(9), 1664-1670. DOI: 10.3109/13880209.2015.1120320.

Dubey, A. K., Singh, D., Singh Rajput, P., Kumar, Y., Verma, A. K., and Chandraker, S. K. 2017. Effect of NPK on plant growth, yield and quality of capsicum (*Capsicum annum* L.) c.v. Swarna Under Shade Net Condition. I*nternational Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(3), 1085-1091.

Ebadi, M. T., Azizi, M., Sefidkon, F., and Ahmadi, N. 2017. Effects of organic and chemical fertilizers on leaf yield, essential oil content and composition of lemon verbena (*Lippia citriodora* Kunth). *Journal of Horticultural Science,* 30 (2), 293 - 302. DOI:10.22067/JHORTS4.V30I2.41574.

Hassanzadeh, K., Hemmati, Kh., and Alizadeh, M. 2013. The effect of organic fertilizers on quantitative yield and amount of essential oil on medicinal plant of lemon balm. Third National Conference on Medicinal Plants, 20 November 2013, Mazandaran, Amol.

Hoseini, S. S., Majidian, M., and Esfahani, M. 2022. Effect of nitrogen fertilizer vermicompost application on agronomic characteristics, seed yield and quality of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Applied Research in Field Crops*, 34 (4), 13-15: 74-97. (in Persian).

Hosseini Valiki, S. R., Ghanbari, S., Golmohammad, Z. S., and Tat, O. F. 2015. The effect of vermicompost and NPK fertilizer on yield, growth parameters and essential oil of fennel (Foeniculum vulgare). *International Journal of Life Sciences,* 9(4), 38–43.

Iranshahi, M., and Javadi, B., 2019. Neurological and neuroprotective effects of *Melissa officinalis* L. Navid, 22 (69), 60-71. Doi: 10.22038/nnj.2019.39198.1152.

Kazeminasab, A., Yarnia, M., Lebaschy, M. H., Mirshekari, B., and Rejali, F. 2016. The effect of vermicompost and PGPR on physiological traits of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) plant under drought stress. *Journal of Medicinal Plants and By-products,* 2: 135-144.

Koozehgar Kaleji, M., Ardakani, M. R., and Alavi Faze, M. 2022. Effects of mycorrhizal symbiosis and the use of organic fertilizers, vermicompost and tea compost on quantitative and qualitative yield of *Melissa officinalis*. *Journal of Crop Ecophysiology*, 14, 55(3), 345-360. Doi: 10.30495/JCEP.2020.679067.

Massoud Hekmat, Y., El-Gamal, S. M. A., and Ali, R. M. M. 2012. Effect of planting space and some biofertilization on plant growth, yield and chemical composition of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) plants. *Journal Plant Production,* 3 (5), 889-905.

Mehrafarin, A., Qavami, N., Tahmasebi Goojogi, Z., Naghdi Badi, H., Abdossi, V., and Seifsahandi, M. 2015. Phytochemical and morpho-physiological responses of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) to bio-stimulants application. *Journal of Medicinal Plants*, 14 (55), 29-42.

Mohammadii, H., and Rezaei-Chiyaneh, E. 2021. Effect of vermicompost application on nutrient uptake and seed yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in intercropping patterns with faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Agroecology*, 13(3), 423-448.

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), 16-18: 93-113(in Persian).

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 Horticultural Science*, 27 (4), 411-417.

Nemeth-Zamborine, E., Szabo, K., Rajhart, P., Lelik, L., Bernath, J., and Popp, T. 2015. Effect of nutrients on drug production and essential oil content of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants,* 18 (6), 1508-1515. DOI:10.1080/0972060X.2014.935040.

Rasouli, Z., Maleki Farahani, S., and Besharati, H. 2015. Saffron (*Crocus sativus* L.) yield as affected by different fertilizing systems. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 31 (2), 204-219.

Rezvani, H., and Hemmati, N., 2021. Effect of vermicompost and nitrogen fertilizers on morphological traits, percentage and essential oil yield of *Melissa Officinalis*. *Journal of Plant Environmental Physiology*, 63 (3), 61-71.

Shafiee Adib, Sh., Amini Hehaghi, M., and Modares Sanavi, S.A.M., 2015. Evaluation the effect of phosphorus biological and chemical fertilizers on yield and quality of *Hypericum perforatum*. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 31 (1): 1-15.

Sharifi Ashoorabadi, E., Matin, A., Lebaschi, M.H., and Abbaszadeh, B., 2004. Effects of nitrogen application methods on yield of Melissa (*Melissa officinalis*). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research,* 20 (3): 369-376.

Sodré, A. C. B., Luz, J. M. Q., Lenita, L., Marques, H. M. O. M., Rodrigues, C. R., and Blank, A. F. 2012. Organic and mineral fertilization and chemical composition of lemon balm (*Melissa officinalis*) essential oil. Revista

Brasileira de Farmacognosia *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 22 (1), 40-44

Soltanzadeh, A., Ghanbari, A., Seyedabadi, E., and Dahmardeh, M. 2023. Effects of chemical fertilizers and vermicompost on morphological and chemical characteristics of quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Journal of Crops Improvement*, 25(1), 209-220. doi: 10.22059/jci.2021.323005.2546.

Talebi, E., Maleki Farahani, S., and Mirdoraghi, M. 2023. Evaluation of the effects of chemical fertilizer, vermicompost and plant growth promoting rhizobacteria on yield and light use efficiency in saffron. *Journal of Saffron Research* (semi-annual), 10(2), 312-330. https://doi.org/10.22077/jsr.2022.4987.1178.

Timsina, J. 2018. Can organic sources of nutrients increase crop yields to meet global food demand? *Agronomy,* 8(10), 1-20.

Yadegari, M., 2021. The effect of organic and chemical fertilizers on content and composition of essential oil in lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Plant Process and Function*, 10 (41), 315-330.

Yousefi, B., Sefidkon, F., and Safari, H. 2023. Evaluation of essential oil in *Satureja spicigera* (c. Koch) Boiss. in dry farming under the effect of different organic fertilizers and plant densities. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 10(3), 319-332. doi: 10.22059/ijhst.2022.344120.568.

Zarrabi, M. M., Mafakheri, S., Hajivand, Sh., and Arvane, A. 2017. Effect of organic and chemical fertilization on qualitative and quantitative characteristics of *Melissa officinalis* (Lemon Balm). *Plant Production Technology,* 9(1), 113-124.

Investigating the effect of chemical fertilizer and vermin compost on the agro-morphological characteristics and oil yield of lemon balm(*Melissaofficinalis* L.) in Kermanshah province climates

Hoshang Rahmati[1*]

1. Corresponding Author.Assistant Professor, Department of Agriculture, Technical and Engineering Faculty, Payam Noor University, Tehran, Iran. . (Corresponding author)

Received: November 2023 Accepted: October 2024- DOI: 10.22092/aj.2024.364187.1666

Extended Abstract

RahmatiT H., Investigating the effect of chemical fertilizer and vermin compost on the agro-morphological characteristics and oil yield of lemon balm(*Melissaofficinalis* L.) in Kermanshah province climates. **Applied Research in Field Crops Vol 36, No. 3, 2023, 7-9:** 40-57(in Persian)

Introduction:

Lemon balm (*Melissa officinalis* L) is a plant rich in valuable metabolites, making it highly significant in the food, pharmaceutical and health industries due to its medicinal properties (Cunha *et al*., 2016). Identifying the agricultural factors affecting the quantitative and qualitative changes of medicinal plants can be the reason for their improved and increased production (Abbaszadeh *et al*., 2005). The use of chemical fertilizers has led to many environmental problems, therefore the use of organic fertilizers is important in order to reduce the consumption of chemical fertilizers to achieve sustainable agriculture (Hoseini *et al*., 2022).

Materials&Methods:

This research was carried out as a factorial design in the form of a randomized complete block design with two factors and three replications under irrigated conditions in Kermanshah province during the cropping year of 2021-2022. The first factor included four levels of NPK chemical fertilizers (with proportions of 20, 20 and 10% N, P and K, respectively) at rates of zero, 100, 150 and 200 kg per

Email address of the corresponding author: Hoshang.Rahmatipnu@pnu.ac.ir

hectare. The second factor consisted of three levels of vermicompost at rates of zero, 5 and 10 tons per hectare. Five plants were randomly selected from each pot and measurements were taken for plant height, number of branches per plant, leaf length and width. At the flowering stage, a one square meter area was harvested from each plot and the fresh weight yield was recorded in kilograms per hectare. In the next step, leaves and stems were separated from each other and weighed individually for each plot, allowing for the calculation of leaf and stem fresh weight and leaf to stem ratio. The samples harvested from each plot were dried in shade and the dry weight yield for each plot was calculated. Essential oil was extracted from 20 grams of dried leaves from each plot using the Clevenger apparatus and the percentage of essential oil was determined for each plot. Finally, based on the dry leaf yield per hectare, the essential oil yield per hectare was calculated for each plot.

Results&Discussion:

The analysis of variance showed that different levels of NPK had a significant effect on the all traits at the 1% level. Different levels of vermicompost significantly affected most traits at the 1% level, had a significant effect on the leaf length at the 5% level, but had no significant effect on leaf width. The interaction effect of NPK × vermicompost was significant at the 5% level for most traits, at the 1% level for leaf wet weight and essential oil yield. No significant interaction effect was observed for leaf width, essential oil percentage, stem fresh weight and leaf/stem. The mean comparison by the LSD method at the 5% level showed that with the increase in NPK levels, the agricultural characteristics of lemon balm significantly increased, and also with the increase in vermicompost levels, vegetative growth and essential oil yield increased significantly. The best growing conditions and essential oil production were achieved with 150 kg/ha of NPK combined with 5 tons/ha of vermicompost.

Conclusion:

The results of this study revealed that fertilizer use was able to significantly increase vegetative growth and essential oil yield in lemon balm. Accordingly, in the climatic conditions of Kermanshah province, the combined use of NPK

fertilizer and vermicompost markedly enhanced the yield and production of essential oil. Due to the interaction between these two types of fertilizers, the treatment of 150 kg of NPK per hectare along with the consumption of 5 tons per hectare of vermicompost is recommended for the cultivation of lemon balm in Kermanshah province.

Keywords: medicinal plant, NPK, oil, organic fertilizer, plant nutrition, product production.

References:

Abbaszadeh, B., Sharifi Ashourabadi, E., Ardakani, M. R., Rezaee, M. B., and Paknejad, F., 2005. Effect of spraying of nitrogen fertilizer on *Melissa officinalis* L. yield in the greenhouse condition. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research,* 21(2), 123-129.

Cunha, F., Tintino, S. R., Figueredo, F., Barros, L., Duarte, A. E., Gomez, M. C. V., Coronel, C. C., Rolon, M., Leite, N. et al., 2016. HPLC-DAD phenolic profile, cytotoxic and anti-kinetoplastidae activity of Melissa officinalis, *Pharmaceutical Biology,* 54(9), 1664-1670. DOI: 10.3109/13880209.2015.1120320.

Hoseini, S. S., Majidian, M., and Esfahani, M., 2022. Effect of nitrogen fertilizer vermicompost application on agronomic characteristics, seed yield and quality of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Applied Research in Field Crops*, 34 (4), 13-15: 74-97. (in Persian).