

تأثیر ویژگی‌های خاک و کاربرد کود دامی بر ویژگی‌های رویشی و کیفی گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.)

* محمد رفیعی‌الحسینی^۱، محمدحسن صالحی^۲، سمانه جوادی^۳، زهره مصلح^۴ و عبدالرحمان محمدخانی^۵

^۱ استادیار گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد، ^۲ استاد گروه علوم خاک، دانشگاه شهرکرد، ^۳ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت،

^۴ دانشگاه شهرکرد، ^۵ دانش‌آموخته دکتری گروه علوم خاک، دانشگاه شهرکرد، ^۶ دانشیار گروه باغبانی، دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: علاوه بر تأثیر وراثت بر ویژگی‌های رویشی و کیفی گیاهان دارویی، بسیاری از عوامل محیطی نیز بر این ویژگی‌ها تأثیرگذار می‌باشند. ویژگی‌های خاک و بستر رشد گیاه از عوامل مهم و تأثیرگذار بر چگونگی رشد و نمو و ماده مؤثره گیاهان دارویی هستند. با این وجود، تاکنون مطالعات اندکی پیرامون تأثیر ویژگی‌های خاک بر ویژگی‌های رویشی و کیفی گیاهان دارویی انجام شده است. از این رو، این پژوهش به منظور بررسی تأثیر ویژگی‌های خاک و کاربرد کود دامی بر ویژگی‌های رویشی و کیفی گیاه دارویی نعناع فلفلی انجام شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و به صورت گلدانی انجام گردید. فاکتورهای آزمایش شامل سه سری خاک (سفیددشت، بلداجی و چهارمحال) از دشت شهرکرد استان چهارمحال و بختیاری و دو سطح کود دامی شامل شاهد (عدم مصرف کود دامی) و کاربرد کود دامی (۱۴۷ گرم کود دامی پوسیده در گلدان، معادل ۳۰ تن در هکتار) بود. ابتدا ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها تعیین گردیدند و پس از دوره کشت، ویژگی‌های رشد رویشی، عملکرد گیاه، درصد و عملکرد اسانس اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر خاک، کود دامی و اثر متقابل آن‌ها بر طول و عرض برگ، تعداد برگ در ساقه، ارتفاع ساقه، وزن تر و خشک برگ، وزن خشک ساقه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اسانس در سطح احتمال ۱ درصد در هر دو چین معنی‌دار شد. همچنین، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین خاک‌های مختلف از نظر صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. به طوری که فسفر قابل جذب، پتاسیم و منیزیم بیش‌تر و کربنات کلسیم معادل کم‌تر خاک سفیددشت موجب افزایش رشد، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اسانس در هر دو چین گردید. از سوی دیگر، کوددهی بر طول و عرض برگ، تعداد برگ در ساقه، وزن تر و خشک برگ، عملکرد بیولوژیکی، درصد و عملکرد اسانس تأثیر معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین اثرات متقابل خاک و کود دامی گویای آن بود که بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اسانس در هر دو چین در خاک سفیددشت و با کاربرد کود دامی حاصل شد.

* مسئول مکاتبه: m_rafee_1999@yahoo.com

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که نوع خاک تأثیر عمده‌ای بر ویژگی‌های رویشی و عملکرد اسانس نعناع‌فلغلی داشت. از بین سه نوع خاک مورد بررسی، خاک سفیددشت بهترین پتانسیل و خاک بلداجی ضعیف‌ترین شرایط را برای رشد و نمو و عملکرد نعناع‌فلغلی دارا بود. همچنین، نتایج گویای آن است که کاربرد کود دامی تأثیر معنی‌دار بر شاخص‌هایی مانند عملکرد برگ تازه، عملکرد برگ خشک، تعداد برگ در ساقه، عملکرد بیولوژیکی، درصد اسانس و عملکرد اسانس داشت.

واژه‌های کلیدی: اسانس، کود دامی، نعناع‌فلغلی، ویژگی‌های رویشی

مقدمه

نعناع‌فلغلی با نام علمی *Mentha piperita* و با نام عمومی *peppermint*، گیاه علفی چندساله است که در رده‌بندی گیاهی از تیره *Lamiaceae*، راسته *Lamiales* و رده *Rosidae* می‌باشد. برگ‌های آن بیضوی، متقابل، نوک تیز، دنداندار کمی پوشیده از کرک است. اسانس گیاه نعناع‌فلغلی در ابتدای رویش گیاه در غده‌های پیکر رویشی گیاه ساخته و ذخیره می‌شود. برگ‌ها ۲ تا ۲/۷ درصد و گل‌ها ۴ تا ۶ درصد اسانس دارند. به‌طور متوسط مقدار اسانس در اندام‌های هوایی گیاه ۱ تا ۱/۵ درصد گزارش شده است. این گیاه از جمله گیاهان دارویی است که به واسطه اثرات دارویی متعدد از دیرباز توجه پژوهشگران را به خود معطوف داشته است. این گیاه در اشکال مختلف دارویی، غذایی و بهداشتی مصرف می‌شود (۲).

علاوه بر تأثیر وراثت بر میزان اسانس و ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاهان دارویی، بسیاری از عوامل محیطی بر این ویژگی‌های تأثیرگذار می‌باشند. از این‌رو، مناسب‌ترین شرایط برای رشد و نمو این گیاهان باید از طریق کنترل عوامل محیطی به‌دست آیند. ویژگی‌های خاک و بستر رشد گیاه از عوامل مهم و تأثیرگذار بر چگونگی رشد و نمو و ماده مؤثره گیاهان دارویی می‌باشند. نتایج پژوهش‌های متعدد

(۱۱، ۱۳، ۱۶ و ۲۱) نشان داده است که ویژگی‌های خاک بر عملکرد و رشد محصول تأثیرگذار است، ولی با توجه به نوع محصول و شرایط مطالعه، میزان و نوع تأثیر ویژگی‌های خاک متفاوت است. مصلح و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی ویژگی‌های آگرومورفولوژیکی، درصد اسانس و کامازولن گیاه بابونه آلمانی در خاک‌های استان چهارمحال و بختیاری گزارش کردند که ویژگی‌های آگرومورفولوژیکی این گیاه در خاک‌های مختلف متفاوت است. همچنین، نتایج این پژوهش بیانگر آن بود که میزان گوگرد، فسفر قابل‌جذب، پتاسیم محلول و درصد ماده آلی از مهم‌ترین ویژگی‌های تأثیرگذار بر عملکرد گل و درصد کامازولن این گیاه بودند (۱۴).

در سال‌های اخیر به‌دلیل افزایش هزینه کودهای شیمیایی و مشکلات زیست‌محیطی، کودهای دامی جهت رفع نیاز تغذیه‌ای گیاهان و اصلاح خاک مورد توجه قرار گرفته‌اند. کودهای دامی یک منبع بیولوژیکی با ارزش هستند که دارای مزایای مثبت اکولوژیکی و محیطی می‌باشند (۶). از سوی دیگر، مدیریت بهینه ماده آلی یک جنبه مهم تولید پایدار در سیستم‌های زراعی است. با توجه به مقدار نسبتاً کم ماده آلی در خاک‌های زراعی ایران و اثرات زیست‌محیطی مصرف مداوم کودهای شیمیایی، مصرف مواد آلی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است

مطالعات آزمایشگاهی: نمونه‌ها پس از هوا خشک شدن در محیط آزمایشگاه، کوبیده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. سپس، پهاش و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره دو به یک آب مقطر به خاک، ماده آلی به روش سوزاندن تر (۲۲)، نیتروژن کل به روش کجلدال (۹)، فسفر قابل‌جذب خاک به روش اولسن (۲۳)، پتاسیم محلول با فلیم‌فوتومتر (۲۰)، کلسیم و منیزیم محلول به روش تیتراسیون با ورسین (۲۳) و کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی با اسیدکلریدریک (۲۲) تعیین گردیدند.

مطالعات گلخانه‌ای: این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل نوع خاک (سه سری خاک از دشت شهرکرد استان چهارمحال و بختیاری) و فاکتور دوم شامل کود دامی در دو سطح شاهد (عدم مصرف کوددامی) و کاربرد کود دامی (به‌میزان ۱۴۷ گرم کود دامی پوسیده در گلدان، معادل ۳۰ تن در هکتار) بود. در طول دوره رشد گیاه (۳۳۰ روز) همه عملیات زراعی شامل آبیاری، کنترل علف هرز و مبارزه با آفات برای تمامی گلدان‌ها به‌صورت یکسان انجام شد. بسته به شرایط محیطی، آبیاری هفته‌ای دو تا سه بار اعمال گردید و عملیات برداشت در دو نوبت صورت گرفت. مرحله اول برداشت در مهرماه ۹۲ (۹۵ روز پس از کاشت) و مرحله دوم برداشت در اردیبهشت ۹۳ (۲۹۰ روز پس از کاشت) انجام شد. ویژگی‌های رویشی گیاه مانند طول و عرض برگ، طول ساقه، تعداد برگ در ساقه، وزن تر و خشک برگ و ساقه و عملکرد بیولوژیک (مجموع وزن خشک ساقه و برگ گیاه) اندازه‌گیری گردیدند. همچنین، استخراج اسانس به روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر انجام و درصد آن تعیین

(۱۷). اکبری‌نیا و همکاران (۲۰۰۳) تأثیر کودهای شیمیایی، دامی و تلفیقی بر عملکرد، میزان اسانس و ترکیبات اصلی اسانس گیاه دارویی زنیان را بررسی کردند. نتایج آنان نشان داد که کودهای شیمیایی باعث افزایش عملکرد دانه شدند ولی هیچ‌گونه تأثیری بر میزان اسانس دانه نداشتند در حالی که کود دامی عملکرد دانه و میزان اسانس دانه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (۱). مصلح و همکاران (۲۰۱۳) نیز بیان نمودند که عملکرد و میزان کامازولن گیاه بابونه آلمانی در اثر مصرف کود دامی افزایش یافت (۱۳). تاکنون مطالعات اندکی پیرامون نقش خاک‌های مختلف و ویژگی‌های آن‌ها در رشد گیاهان دارویی و بالاخص گیاه نعناع‌فلفلی صورت گرفته است. از آنجایی که مهم‌ترین هدف از کشت گیاهان دارویی استفاده از مواد مؤثره آن‌ها می‌باشد، لازم است تا تأثیر شرایط محیطی (ویژگی‌های خاک و کاربرد کود دامی) بر عملکرد و تولید مواد مؤثره در این گیاهان مورد پژوهش و بررسی قرار گیرد. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر نوع خاک و مصرف کود دامی بر ویژگی‌های رویشی و کیفی گیاه نعناع‌فلفلی انجام شد.

مواد و روش‌ها

مطالعات صحرایی و نمونه‌برداری: برای انجام این پژوهش، بر مبنای اطلاعات نقشه خاک ۱:۵۰۰۰۰ دشت شهرکرد استان چهارمحال و بختیاری، سه سری خاک (سری‌های بلداجی، سفیددشت و چهارمحال) انتخاب گردیدند (۱۲). انتخاب نوع سری خاک به‌گونه‌ای صورت گرفت که خاک‌های انتخاب‌شده بیش‌ترین تفاوت را از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی با یکدیگر داشته باشند. از خاک‌های مورد مطالعه، به‌میزان کافی نمونه سطحی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر برای انجام تجزیه‌های آزمایشگاهی و کشت گیاه نعناع‌فلفلی برداشت شد.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. بر اساس این نتایج می‌توان بیان نمود که خاک‌های مورد مطالعه از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، تفاوت‌های قابل توجهی با یکدیگر داشته‌اند.

شد. عملکرد اسانس نیز از حاصل ضرب درصد اسانس در عملکرد برگ خشک به دست آمد. تجزیه و تحلیل داده‌ها: تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد بررسی.

Table 1. Mean comparison of physicochemical properties of studied soils.

نیتروژن کل (%) Total N	کربنات کلسیم معادل (%) Calcium carbonate equivalent	ماده آلی (%) Organic matter	منیزیم محلول (meq l ⁻¹) Soluble magnesium	کلسیم محلول (meq l ⁻¹) Soluble calcium	پتاسیم محلول (meq l ⁻¹) Soluble K	فسفر قابل جذب (mg kg ⁻¹) Available phosphorous	EC (dSm ⁻¹)	pH (1:2)	سری خاک Soil series
0.40 ^b	66.17 ^a	1.09 ^a	0.67 ^a	1.07 ^a	0.01 ^b	14.9 ^b	0.1 ^a	8.05 ^a	چهارمحال Chaharmahal
1.14 ^a	65.17 ^a	2.10 ^a	1.43 ^a	1.5 ^a	0.02 ^b	14.5 ^b	0.12 ^a	8.20 ^a	بلداجی Boldaji
0.40 ^b	40.33 ^b	1.97 ^a	1.5 ^a	0.93 ^a	0.12 ^a	84.0 ^a	0.12 ^a	8.18 ^a	سفیددشت Sefid-Dasht

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

Means in each column having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test.

چین اول: نتایج تجزیه واریانس تأثیر خاک، کود دامی و اثر متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های رویشی نعنای فلفلی برای چین اول در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج این جدول، تأثیر سری خاک، کود دامی و اثر متقابل آن‌ها بر روی صفات طول و عرض برگ، طول ساقه و وزن خشک ساقه برای چین اول در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین با توجه به نتایج جدول ۲ مشاهده می‌شود که تأثیر خاک‌های مختلف بر تمامی ویژگی‌های مطالعه در چین اول در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. از سوی دیگر، نتایج گویای آن است که کاربرد کود دامی تأثیر معنی‌داری بر وزن تر ساقه نداشت (جدول ۲).

نتایج بیانگر آن است که خاک‌های مورد بررسی از نظر فسفر قابل جذب اختلاف معنی‌داری دارند. به طوری که بیشترین میزان فسفر قابل جذب (۸۴/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مربوط به خاک سفیددشت و کمترین مقدار آن (۱۴/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مربوط به خاک بلداجی است. از سوی دیگر، نتایج جدول ۱ گویای آن است که بیشترین و کمترین مقدار پتاسیم محلول به ترتیب مربوط به خاک‌های سفیددشت و چهارمحال است که این اختلاف در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. بر اساس نتایج جدول ۱، خاک بلداجی دارای بالاترین مقدار منیزیم، ماده آلی و نیتروژن کل است و از نظر این ویژگی‌ها با سایر خاک‌ها در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار داشت.

می‌توان به نقش فسفر در فرآیندهای زایشی و رویشی به‌دلیل آن‌که این عنصر جزء سازنده اسیدهای نوکلئیک، فسفولیپیدها، فسفوپروتئین‌ها و کوآنزیم می‌باشد، نسبت داد. فسفر از عناصر ضروری برای رشد و نمو گیاه است. مهم‌ترین نقش فسفر در گیاه شرکت در فرآیندهای انتقال انرژی و ویژگی‌های زایشی می‌باشد. از سوی دیگر مقادیر کربنات کلسیم معادل این خاک نسبت به دو خاک دیگر کم‌تر می‌باشد. زیرا در صورت وجود مقادیر بالای فسفر اگر میزان کربنات کلسیم معادل خاک نیز بالا باشد به‌دلیل اثرات آنتاگونیسمی این عنصر در خاک رسوب می‌دهد و گیاه قادر به استفاده از آن نمی‌باشد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تأثیر خاک‌های مختلف بر ویژگی‌های رویشی نشان داد که از نظر آماری بین اکثر ویژگی‌های مورد بررسی گیاه، در سه سری خاک مختلف تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به‌گونه‌ای که تمامی ویژگی‌های رویشی گیاه نعنای فلفلی در خاک سفیددشت از سایر خاک‌ها بالاتر است و این اختلاف در سطح احتمال ۵ درصد نیز معنی‌دار می‌باشد (جدول ۳). با بررسی ویژگی‌های خاک (جدول ۱) مشخص می‌شود که خاک سفیددشت میزان فسفر قابل جذب، پتاسیم محلول و منیزیم محلول آن نسبت به سایر خاک‌ها بسیار بیش‌تر می‌باشد که این اختلاف معنی‌دار است. این موضوع را

جدول ۲- تجزیه واریانس فاکتورهای مورد بررسی و اثر متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های رویشی نعنای فلفلی در چین اول.

Table 2. Analysis of variance of the studied factors and interaction effects on morphological characteristics of peppermint (*Mentha piperita* L.) in first cutting.

ساقه Stem		برگ Leaf				درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of variation		
وزن خشک Dry weight	وزن تر Fresh weight	تعداد برگ Number of leaf	ارتفاع Height	وزن خشک Dry weight	وزن تر Fresh weight			عرض Width	طول Length
0.01 ^{ns}	0.073 ^{ns}	0.38 ^{ns}	4.63 ^{ns}	0.33 ^{ns}	2.017 ^{ns}	0.0067 ^{ns}	0.022 ^{ns}	2	بلوک Replication
146.85**	1491.8**	7562.7**	1170.9**	54.4**	478.9**	0.33**	2.34**	2	سری خاک Soil series
0.76**	4.6 ^{ns}	460.05*	502.44**	10.27**	47.37**	0.405**	1.33**	1	کود دامی Manure
1.11**	21.23**	89.39**	37.49**	1.47*	0.47 ^{ns}	0.11**	0.8**	2	خاک × کود Soil × manure
0.07	0.96	13.85	4.8	0.21	1.27	0.01	0.019	10	خطا Error
1.32	1.39	2.92	3.18	3.30	2.74	3.47	2.54	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)

^{ns}, **, * and * not significant at 1% and 5% probability levels, respectively.

نقش دارد (۲۴). چن و همکاران (۱۹۹۸) دریافتند که میزان تأمین عنصر نیتروژن در تولید هورمون سیتوکینین مؤثر است (۴). با توجه به نقش این هورمون در رشد و توسعه سلولی به نظر می‌رسد افزایش شاخص‌های رشد گیاه، از جمله سطح برگ گیاه مربوط به غنی بودن کودهای آلی به‌ویژه کود دامی از عناصر پرمصرف مانند نیتروژن و فسفر می‌باشد. کارلا (۲۰۰۳) طی مطالعه‌ای نشان داد که با کاربرد کودهای آلی در نعنای فلفلی، عملکرد گیاه حدود ۸۰ درصد عملکرد حاصل از کشت رایج بود (۸). مصلح و همکاران (۲۰۱۳) نیز بیان نمودند که کاربرد کود دامی، عملکرد خشک گیاه بابونه آلمانی را افزایش داد (۱۳).

همچنین، نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که در چین اول، کوددهی بر تمامی ویژگی‌های رویشی به‌جز ارتفاع ساقه و وزن خشک ساقه تأثیر مثبت معنی‌دار داشت (جدول ۴). کودهای آلی به‌ویژه کودهای دامی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و به‌عنوان منابع غنی از عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌شمار می‌روند که این عناصر را به مرور در اختیار گیاه قرار می‌دهند. بنابراین به‌نظر می‌رسد که بهبود ویژگی‌های خاک در نتیجه کاربرد کود دامی شرایط رویشی بهتری در خاک ایجاد کرده است و موجب بالاتر رفتن عملکرد گیاه شده است. بر اساس بیانات رایج و همکاران (۱۹۸۸) نیتروژن در افزایش توسعه برگ‌ها، طویل کردن و افزایش سطح برگ‌ها

جدول ۳- مقایسه میانگین ویژگی‌های رویشی نعنای فلفلی تحت تأثیر خاک‌های مختلف در چین اول.

Table 3. Mean comparison of morphological characteristics of peppermint (*Mentha piperita* L.) at different soil series in first cutting.

ساقه Stem				برگ Leaf				سری خاک Soil series
وزن خشک Dry weight (g per shrub)	وزن تر Fresh weight (g per shrub)	تعداد برگ Number of leaf	ارتفاع Height (cm)	وزن خشک Dry weight (g per shrub)	وزن تر Fresh weight (g per shrub)	عرض Width (cm)	طول Length (cm)	
22.25 ^b	76.55 ^b	140 ^b	72.81 ^b	13.76 ^b	42.95 ^b	2.85 ^b	5.43 ^b	چهارمحال Chaharmahal
15.25 ^c	52.51 ^c	87.16 ^c	53.28 ^c	11.21 ^c	31.40 ^c	2.66 ^c	4.78 ^c	بلداجی Boldaji
24.8 ^a	82.21 ^a	154.67 ^a	80.35 ^a	17.21 ^a	48.98 ^a	3.13 ^a	6.03 ^a	سفیددشت Sefid-Dasht

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

Means in each column having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test.

جدول ۴- مقایسه میانگین ویژگی‌های رویشی نعنای فلفلی تحت تأثیر کود دامی در چین اول.

Table 4. Mean comparison of morphological characteristics of peppermint (*Mentha piperita* L.) at different levels of manure in first cutting.

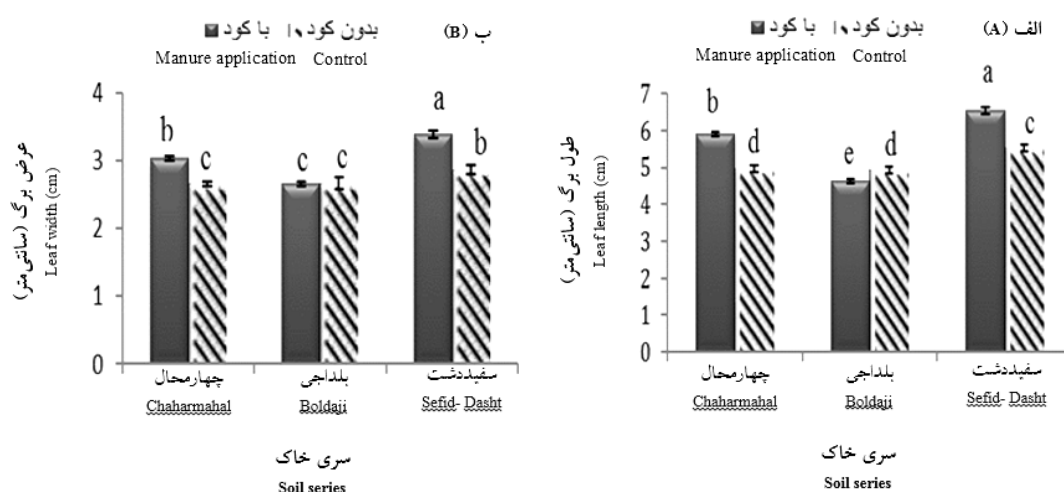
ساقه Stem				برگ Leaf				سطح کودی Level of manure
وزن خشک Dry weight (g per shrub)	وزن تر Fresh weight (g per shrub)	تعداد برگ Number of leaf	ارتفاع Height (cm)	وزن خشک Dry weight (g per shrub)	وزن تر Fresh weight (g per shrub)	عرض Width (cm)	طول Length (cm)	
20.98 ^a	70.93 ^a	122.2 ^b	74.1 ^a	13.31 ^b	39.48 ^b	2.73 ^b	5.14 ^b	شاهد Control
20.57 ^b	69.92 ^a	132.3 ^a	63.53 ^b	14.82 ^a	42.37 ^a	3.03 ^a	5.69 ^a	کاربرد کود دامی (۱۴۷ گرم در گلدان) Manure application (147 g per pot)

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

Means in each column having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test.

همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود در تمامی خاک‌های مورد مطالعه، ارتفاع ساقه در صورت عدم مصرف کود دامی نسبت به مصرف کود دامی بیش‌تر بوده است (شکل ۲ الف). بنابراین، می‌توان بیان نمود که کاربرد کود دامی در این سه سری خاک تأثیری بر ارتفاع ساقه در چین اول نداشته است. لطفی و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش کردند که کود دامی تأثیری بر ارتفاع گیاه اسفرزه نداشت (۱۰). همچنین خاک سفیددشت نسبت به خاک بلداجی دارای ارتفاع ساقه بیش‌تری در صورت کاربرد و عدم کاربرد کود دامی بود.

اثرات متقابل خاک و کاربرد کود دامی در مورد صفات طول و عرض برگ برای چین اول در شکل ۱ (الف و ب) نشان داده شده‌اند. با توجه به این شکل می‌توان بیان نمود که در اثر کاربرد کود دامی، خاک سفیددشت بالاترین طول و عرض برگ را تولید نموده است. همچنین، به‌نظر می‌رسد که برای به‌دست آوردن طول و عرض برگ بیش‌تر، از بین این سه سری خاک در شرایط عدم کود دامی و یا صرفه‌جویی در میزان کود مصرفی، می‌توان خاک سفیددشت را به عنوان خاک مناسب در نظر گرفت. اثرات متقابل خاک و کود دامی در مورد ارتفاع ساقه و تعداد برگ در ساقه برای چین اول در شکل ۲ نشان داده شده‌اند.



شکل ۱- اثر متقابل خاک و کاربرد کود دامی بر طول برگ (الف) و عرض برگ (ب) نعناع‌فلفلی در چین اول (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند).

Figure 1. Interaction effects of soil and manure application on leaf length (A) and leaf width (B) of peppermint (*Mentha piperita* L.) in first cutting (means having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test).

بالاترین عملکرد برگ خشک را در صورت استفاده و عدم استفاده از کود دامی به خود اختصاص داده است (شکل ۳ ب). اثرات متقابل خاک و کود دامی بر وزن تر و خشک ساقه در شکل ۴ نشان داده شده‌اند. با توجه به این شکل می‌توان بیان نمود که خاک سفیددشت در مقایسه با خاک‌های چهارمحال و بلداجی دارای وزن تر و خشک ساقه بیشتری در شرایط کاربرد و عدم کاربرد کود دامی بوده است. همچنین، خاک سفیددشت بیش‌ترین طول و عرض برگ را دارا بوده که می‌توان به ارتباط بین عملکرد برگ خشک با صفت طول و عرض برگ به‌دلیل نقش سفر در افزایش میزان عملکرد برگ نسبت داد.

نتایج تجزیه واریانس بیانگر آن بود که تأثیر سه سری خاک، کود دامی و اثر متقابل خاک و کود دامی برای چین اول در سطح احتمال ۱ درصد بر درصد اسانس معنی‌دار بوده است (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین بیانگر آن است که خاک‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری از نظر درصد اسانس دارند (جدول ۶).

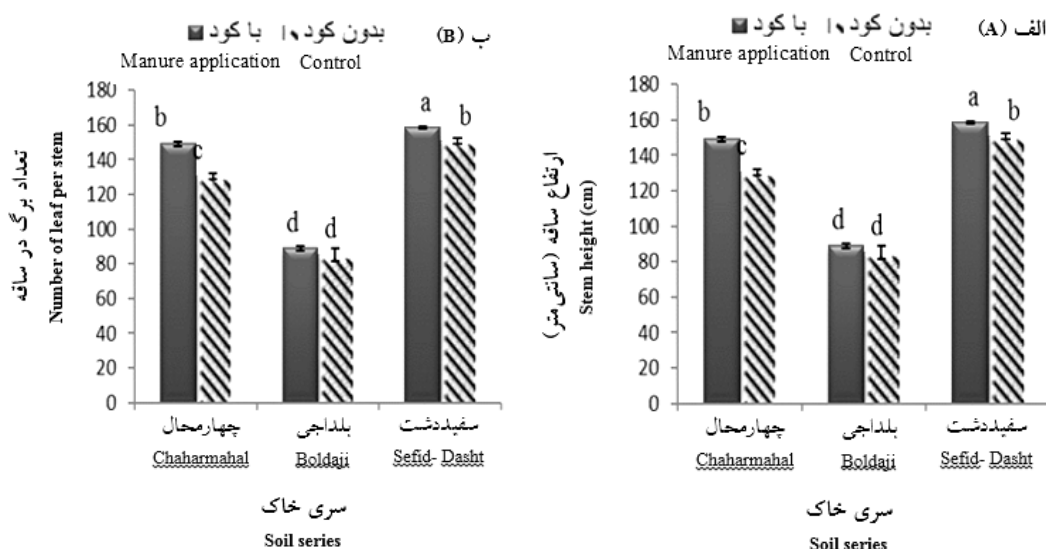
از سوی دیگر، بر اساس نتایج شکل ۲ ب، می‌توان بیان نمود که در اثر کاربرد کود دامی، خاک سفیددشت بالاترین تعداد برگ در ساقه را تولید نمود. همچنین، عدم کاربرد کود دامی در خاک سفیددشت تفاوت معنی‌داری با کاربرد کود دامی در خاک چهارمحال نداشت. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که برای افزایش تعداد برگ در ساقه، در شرایط عدم وجود کود دامی و یا جهت صرفه‌جویی در هزینه‌ها می‌توان خاک سفیددشت را به‌عنوان خاک مناسب در نظر گرفت.

اثرات متقابل خاک و کود دامی بر عملکرد برگ تازه در شکل ۳ الف نشان داده شده است. نتایج گویای آن است که سه سری خاک در شرایط کاربرد و عدم کاربرد کود دامی با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند. در صورت استفاده از کود دامی، خاک سفیددشت دارای بالاترین و خاک بلداجی دارای کم‌ترین عملکرد برگ تازه می‌باشند. همچنین، خاک سفیددشت در مقایسه با خاک چهارمحال و بلداجی

کربنات کلسیم معادل آن نسبت به خاک چهارمحال و بلداجی پایین‌تر می‌باشد (جدول ۱). بنابراین، به‌نظر می‌رسد که ویژگی‌های این خاک می‌تواند باعث پتانسیل تولید بهتر در مقایسه با خاک‌های چهارمحال و بلداجی در کشت نعنای فلفلی باشد. از سوی دیگر، همان‌گونه که قبلاً بیان شد خاک سفیددشت دارای بیش‌ترین مقدار فسفر است که با توجه به نقش این عنصر بر ویژگی‌های رویشی گیاه می‌توان تأثیر مثبت آن بر عملکرد بیولوژیک گیاه را توجیه نمود. همچنین، نتایج بیانگر آن است که خاک سفیددشت بالاترین و خاک بلداجی کم‌ترین مقدار عملکرد اسانس را داشته‌اند (جدول ۶).

به‌طوری‌که، بالاترین درصد اسانس با میانگین ۰/۹۷ درصد مربوط به خاک چهارمحال بوده است. امان و عزیز (۲۰۰۸) تأثیر سه سری خاک (آهکی، شنی و لومی رسی) را بر رشد گیاه و میزان اسانس گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris*) مورد بررسی قرار دادند. نتایج بیانگر آن بود که بیش‌ترین رشد گیاه و میزان اسانس به‌ترتیب در خاک‌های آهکی، لومی رسی و شنی مشاهده شد (۵).

نتایج مقایسه میانگین نیز نشان داد که عملکرد بیولوژیک در خاک سفیددشت بالاترین و در خاک بلداجی کم‌ترین مقدار بود (جدول ۶). خاک سفیددشت میزان فسفر، پتاسیم و منیزیم بالا و میزان



شکل ۲- اثر متقابل خاک و کاربرد کود دامی بر ارتفاع ساقه (الف) و تعداد برگ در ساقه (ب) نعنای فلفلی در چین اول (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند).

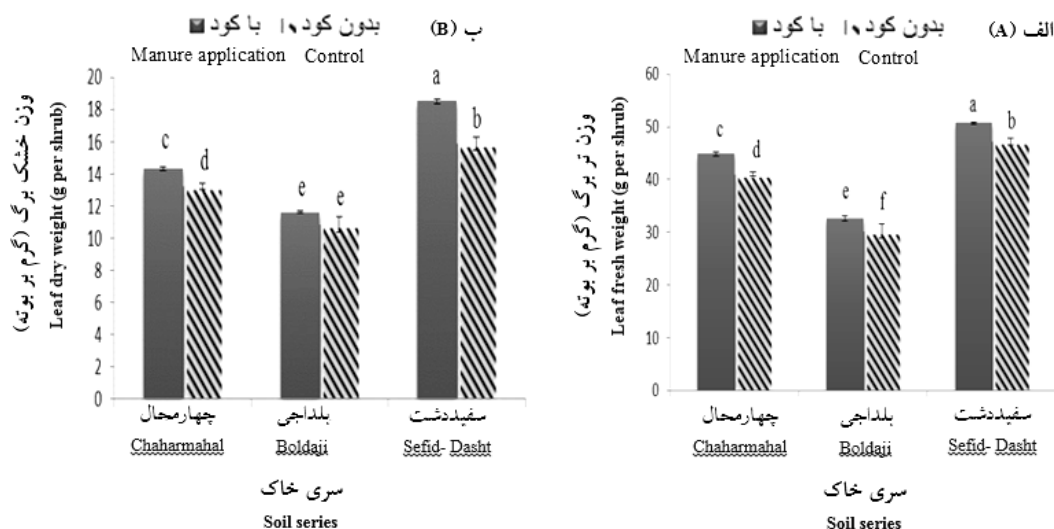
Figure 2. Interaction effects of soil and manure application on stem height (A) and number of leaf per stem (B) of peppermint (*Mentha piperita* L.) in first cutting (means having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test).

توجه به این‌که که در مورد گیاه نعنای فلفلی، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس از جمله مهم‌ترین فاکتورها در رابطه با تولید این گیاه می‌باشند به‌نظر می‌رسد که خاک سفیددشت بیش‌ترین و بلداجی

مصلح و همکاران (۲۰۱۳) بیان نمودند که خاک سری سفیددشت در دشت شهرکرد استان چهارمحال و بختیاری با مقادیر بالای فسفر، بالاترین عملکرد اسانس را در گیاه بابونه آلمانی تولید کرد (۱۳). با

برای کشت این گیاه در مناطق مختلف کشور باید صورت پذیرد تا بر اساس آن بتواند عملکرد این گیاه را تا حد زیادی کنترل کرد و از این طریق مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی که موجب آلودگی محیط زیست می‌شوند را تا حد زیادی کاهش داد.

کم‌ترین پتانسیل تولید را در بین خاک‌های مورد بررسی داشته‌اند. بر اساس این نتایج می‌توان بیان نمود که نوع خاکی که گیاه نعنای فلفلی در آن رشد می‌کند یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار بر رشد این گیاه می‌باشد. بنابراین، شناسایی خاک‌های مناسب

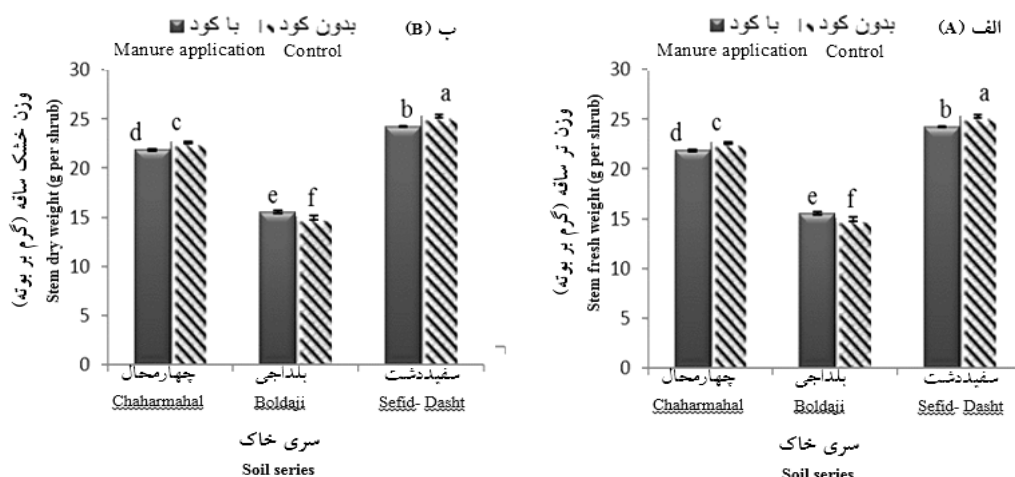


شکل ۳- اثر متقابل خاک و کاربرد کود دامی بر وزن تر برگ (الف) و وزن خشک برگ (ب) نعنای فلفلی در چین اول (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند).

Figure 3. Interaction effects of soil and manure application on leaf fresh weight (A) and leaf dry weight (B) of peppermint (*Mentha piperita* L.) in first cutting (means having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test).

در افزایش درصد اسانس نقش مثبتی داشته باشد. همچنین، کاربرد و عدم کاربرد کود دامی بر روی عملکرد اسانس تأثیر مثبت و معنی‌دار داشت. به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد اسانس در شرایط کاربرد کود دامی با میانگین ۱۱/۷۴ گرم بر بوته به‌دست آمد (جدول ۷). حمیسی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که کاربرد کود دامی عملکرد گل خشک، درصد و عملکرد اسانس بابونه کبیر را افزایش داد (۷).

نتایج مقایسه میانگین درصد اسانس نعنای فلفلی تحت تأثیر کوددهی نیز نشان داد که استفاده از کود دامی بر درصد اسانس تأثیر مثبت و معنی‌دار داشت (جدول ۷). مصلح و همکاران (۲۰۱۳) نیز تأثیر مثبت و معنی‌دار کاربرد کود دامی بر درصد اسانس بابونه آلمانی را گزارش کردند (۱۳). نیتروژن و فسفر از جمله عناصر تأثیرگذار بر افزایش درصد اسانس می‌باشند (۳). بنابراین، به‌نظر می‌رسد که کود دامی به‌دلیل دارا بودن مقادیر زیادی از این عناصر می‌تواند



شکل ۴- اثر متقابل خاک و کاربرد کود دامی بر وزن تر ساقه (الف) و وزن خشک ساقه (ب) نعنای فلفلی در چین اول (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند).

Figure 4. Interaction effects of soil and manure application on stem fresh weight (A) and dry weight (B) of peppermint (*Mentha piperita* L.) in first cutting (means having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test).

ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک و در نتیجه افزایش عملکرد این گیاه مرتبط باشد. شیرانی و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش کردند که کاربرد کود دامی تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های ریشه گیاه ذرت نداشت اما عملکرد بیولوژیک آن را افزایش داد (۱۹). شکل ۵ اثرات متقابل خاک و کود دامی بر درصد اسانس را نشان می‌دهد.

مقایسه میانگین نتایج تیمارهای کودی بیانگر آن است که میانگین عملکرد بیولوژیک در شرایط کاربرد کود دامی ۳۵/۳۹ (گرم بر بوته) و در عدم استفاده از کود دامی ۳۴/۲۹ (گرم بر بوته) بود که اختلاف این مقادیر در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۷). این موضوع می‌تواند به دلیل تأثیر مواد آلی و ریزمغذی‌های موجود در کود دامی در بهبود

جدول ۵- تجزیه واریانس فاکتورهای مورد بررسی و اثر متقابل آن‌ها بر درصد و عملکرد اسانس و عملکرد بیولوژیک نعنای فلفلی در چین اول.

Table 5. Analysis of variance of the studied factors and interaction effects on essential oil percentage and yield and biological yield of peppermint (*Mentha piperita* L.) in first cutting.

میانگین مربعات Mean squared			درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of variation
عملکرد اسانس Essential oil yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	درصد اسانس Essential oil percentage		
4.24 ^{ns}	0.308 ^{ns}	0.0035 ^{ns}	2	بلوک Replication
167.39**	369.12**	0.62**	2	سری خاک Soil series
62.42**	5.44**	0.095**	1	کود دامی Manure
13.46 ^{ns}	0.57 ^{ns}	0.026**	2	خاک × کود Soil × manure
1.57	0.17	0.003	10	خطا Error
12.7	1.2	8.13	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)

^{ns}, ** و * به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشند.

^{ns}, ** and * not significant, significant at 1% and 5% probability levels, respectively.

جدول ۶- مقایسه میانگین درصد و عملکرد اسانس و عملکرد بیولوژیک نعنای فلفلی تحت تأثیر خاک‌های مختلف در چین اول.

Table 6. Mean comparison of essential oil percentage and yield and biological yield of peppermint (*Mentha piperita* L.) at different soil series in first cutting.

عملکرد اسانس Essential oil yield (g per shrub)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (g per shrub)	درصد اسانس Essential oil percentage	سری خاک Soil series
12.7 ^a	36.03 ^b	0.97 ^a	چهارمحال Chaharmahal
3.8 ^b	26.46 ^c	0.33 ^c	بلداجی Boldaji
13.2 ^a	42.02 ^a	0.76 ^b	سفیددشت Sefid-Dasht

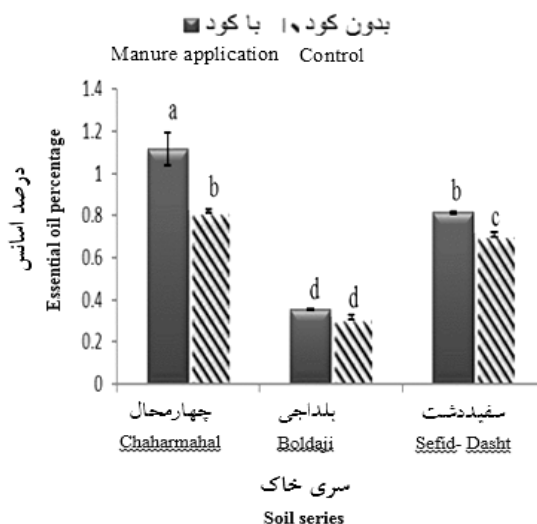
میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.
Means in each column having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test.

جدول ۷- مقایسه میانگین درصد و عملکرد اسانس و عملکرد بیولوژیک نعنای فلفلی تحت تأثیر کود دامی در چین اول.

Table 7. Mean comparison of essential oil percentage and yield and biological yield of peppermint (*Mentha piperita* L.) at different levels of manure in first cutting.

عملکرد اسانس Essential oil yield (g per shrub)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (g per shrub)	درصد اسانس Essential oil percentage	سطح کودی Level of manure
8.01 ^b	34.29 ^b	0.61 ^b	شاهد Control
11.74 ^a	35.39 ^a	0.76 ^a	کاربرد کود دامی (۱۴۷ گرم در گلدان) Manure application (147 g per pot)

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.
Means in each column having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test.



شکل ۵- اثر متقابل خاک و کاربرد کود دامی بر درصد اسانس نعنای فلفلی در چین اول (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند).

Figure 5. Interaction effects of soil and manure application essential oil percentage of peppermint (*Mentha piperita* L.) in first cutting (means having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test).

برای چین دوم در جدول ۸ ارائه شده است. بر اساس نتایج این جدول، تأثیر خاک، کود دامی و اثر متقابل آن‌ها بر تمامی ویژگی‌های مورد بررسی به جزء ارتفاع ساقه و وزن خشک برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین ویژگی‌های رویشی نشان داد که مشابه با چین اول، تمامی ویژگی‌های مورد بررسی در خاک سفیددشت بالاترین مقدار را داشتند که این تفاوت از نظر آماری نیز معنی‌دار بود (جدول ۹).

بر اساس نتایج این شکل، خاک چهارمحال در صورت استفاده از کود دامی دارای بالاترین درصد اسانس می‌باشد. با مقایسه نتایج جدول ۱ به نظر می‌رسد که افزایش درصد اسانس می‌تواند مربوط به بالا بودن میزان پتاسیم در خاک چهارمحال نسبت به خاک سفیددشت و بلداجی و همچنین کاربرد کود دامی باشد.

چین دوم: نتایج تجزیه واریانس تأثیر خاک، کود دامی و اثر متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های رویشی نعنای فلفلی

جدول ۸- تجزیه واریانس فاکتورهای مورد بررسی و اثر متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های رویشی نعنای فلفلی در چین دوم.

Table 8. Analysis of variance of the studied factors and interaction effects on morphological characteristics of peppermint (*Mentha piperita* L.) in second cutting.

میانگین مربعات Mean squared								درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of variation
ساقه Stem				برگ Leaf					
وزن خشک Dry weight	وزن تر Fresh weight	تعداد برگ Number of leaf	ارتفاع Height	وزن خشک Dry weight	وزن تر Fresh weight	عرض Width	طول Length		
0.009 ^{ns}	0.187 ^{ns}	2.39 ^{ns}	0.63 ^{ns}	0.011 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.0016 ^{ns}	0.007 ^{ns}	2	بلوک Replication
394.1**	2774.6**	1195.3**	52.51**	80.02**	1209**	0.37**	3.3**	2	سری خاک Soil series
0.405**	13.35**	186.8**	59.04**	12.33**	97.5**	0.16**	1.44**	1	کود دامی Manure
1.26**	18.28**	8.72**	0.53 ^{ns}	0.14 ^{ns}	3.59**	0.12**	0.55**	2	خاک × کود Soil × manure
0.015	0.067	1.12	0.69	0.059	0.41	0.011	0.009	10	خطا Error
0.62	0.37	1.17	1.97	1.73	1.62	3.88	1.87	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)

^{ns}, ** و * به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

^{ns}, ** and * not significant, significant at 1% and 5% probability levels, respectively.

توجه به این‌که کود دامی شامل انواع عناصر غذایی گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌باشد نقش مثبت آن در این زمینه قابل توجه است.

از سوی دیگر، نتایج نشان داد که در چین دوم، کاربرد کود دامی بر تمامی ویژگی‌های رویشی مورد بررسی تأثیر مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۱۰). با

جدول ۹- مقایسه میانگین ویژگی‌های رویشی نعنای فلفلی تحت تأثیر خاک‌های مختلف در چین دوم.

Table 9. Mean comparison of morphological characteristics of peppermint (*Mentha piperita* L.) at different soil series in second cutting.

ساقه Stem				برگ Leaf				سری خاک Soil series
وزن خشک Dry weight (g per shrub)	وزن تر Fresh weight (g per shrub)	تعداد برگ Number of leaf	ارتفاع Height (cm)	وزن خشک Dry weight (g per shrub)	وزن تر Fresh weight (g per shrub)	عرض Width (cm)	طول Length (cm)	
23.01 ^b	80.6 ^b	93.5 ^b	42.05 ^b	13.73 ^b	43.3 ^b	2.78 ^b	5.3 ^b	چهارمحال Chaharmahal
10.41 ^c	45.8 ^c	75.5 ^c	39.13 ^c	10.56 ^c	24 ^c	2.53 ^c	4.56 ^c	بلداجی Boldaji
25.55 ^a	85.2 ^a	103.3 ^a	45.05 ^a	17.85 ^a	51.68 ^a	3.03 ^a	6.05 ^a	سفیددشت Sefid-Dasht

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

Means in each column having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین ویژگی‌های رویشی نعنای فلفلی تحت تأثیر کود دامی در چین دوم.

Table 10. Mean comparison of morphological characteristics of peppermint (*Mentha piperita* L.) at different levels of manure in second cutting.

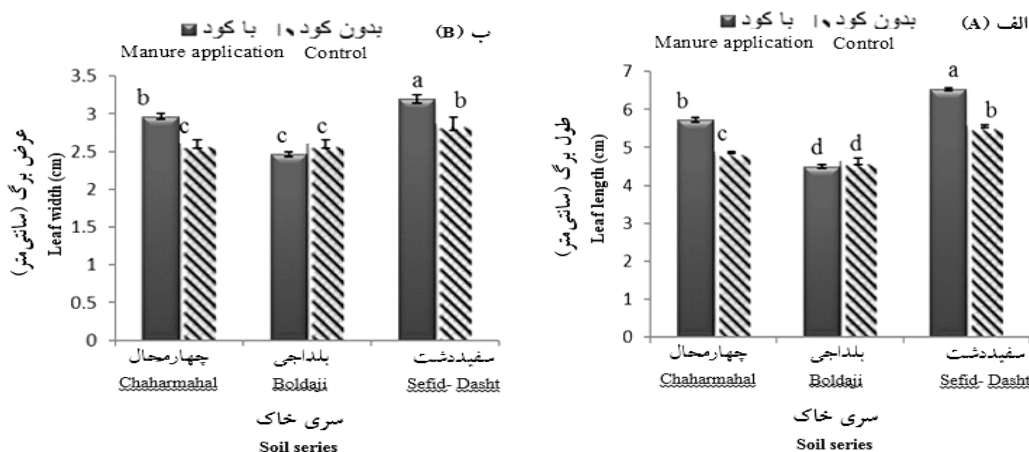
ساقه Stem				برگ Leaf				سطح کودی Level of manure
وزن خشک Dry weight (g per shrub)	وزن تر Fresh weight (g per shrub)	تعداد برگ Number of leaf	ارتفاع Height (cm)	وزن خشک Dry weight (g per shrub)	وزن تر Fresh weight (g per shrub)	عرض Width (cm)	طول Length (cm)	
19.51 ^b	69.71 ^b	87.55 ^b	40.26 ^b	13.22 ^b	37.3 ^b	2.69 ^b	5.02 ^b	شاهد Control
19.81 ^a	71.43 ^a	94 ^a	43.89 ^a	14.8 ^a	41.9 ^a	2.88 ^a	5.58 ^a	کاربرد کود دامی (۱۴۷ گرم در گلدان) Manure application (147 g per pot)

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

Means in each column having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test.

خاک سفیددشت در شرایط عدم کاربرد کود دامی نیز بر دو خاک دیگر در به‌دست آوردن عرض برگ بیش‌تر، برتری دارد. به‌نظر می‌رسد این امر را می‌توان به فسفر بیش‌تر خاک سفیددشت نسبت به سایر خاک‌ها نسبت داد.

اثرات متقابل خاک و کاربرد کود دامی در مورد صفات طول و عرض برگ برای چین دوم در شکل ۶ نشان داده شده‌اند. همان‌گونه که در این شکل مشاهده می‌گردد در اثر کاربرد کود دامی، خاک سفیددشت بالاترین طول و عرض برگ را تولید نمود. همچنین

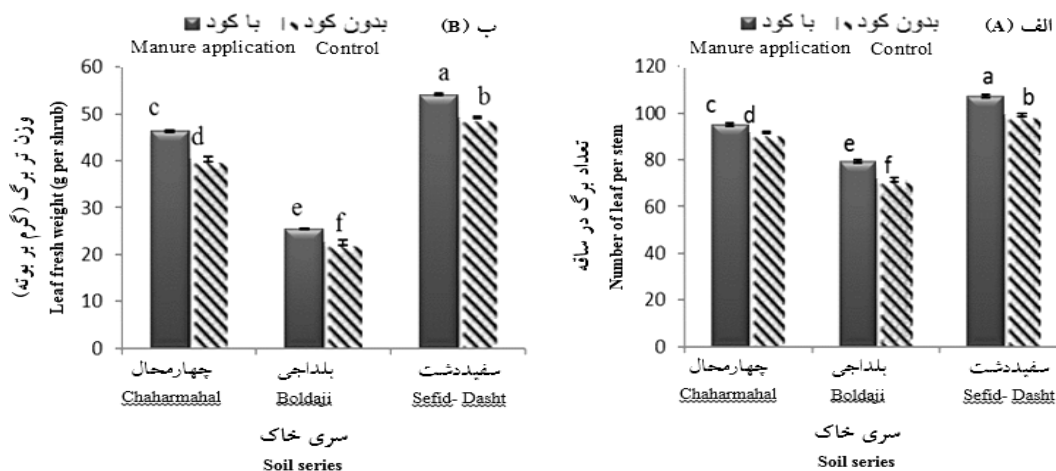


شکل ۶- اثر متقابل خاک و کاربرد کود دامی بر طول برگ (الف) و عرض برگ (ب) نعناع فلفلی در چین دوم (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند).

Figure 6. Interaction effects of soil and manure application on leaf length (A) and leaf width (B) of peppermint (*Mentha piperita* L.) in second cutting (means having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test).

کود دامی بر وزن تر و خشک ساقه در شکل ۸ نشان داده شده‌اند. نتایج بیانگر آن است که خاک سفیددشت دارای بالاترین وزن تر و خشک ساقه بود و کاربرد و عدم کاربرد کود دامی در این خاک تفاوت معنی‌داری بر این ویژگی‌ها نداشت. خاک بلداجی دارای کم‌ترین وزن تر و خشک ساقه در شرایط کاربرد و عدم کاربرد کود دامی بود و با دو خاک دیگر تفاوت معنی‌داری را نشان داد.

اثرات متقابل خاک و کاربرد کود دامی بر تعداد برگ در ساقه و وزن تر برگ در شکل ۷ نشان داده شده‌اند. در صورت کاربرد و عدم کاربرد کود دامی، خاک سفیددشت بالاترین میزان تعداد برگ در ساقه را داشت (شکل ۷ الف). همچنین، در صورت کاربرد کود دامی، خاک سفیددشت بالاترین وزن تر برگ را به خود اختصاص داد (شکل ۷ ب). اثرات متقابل خاک و کاربرد

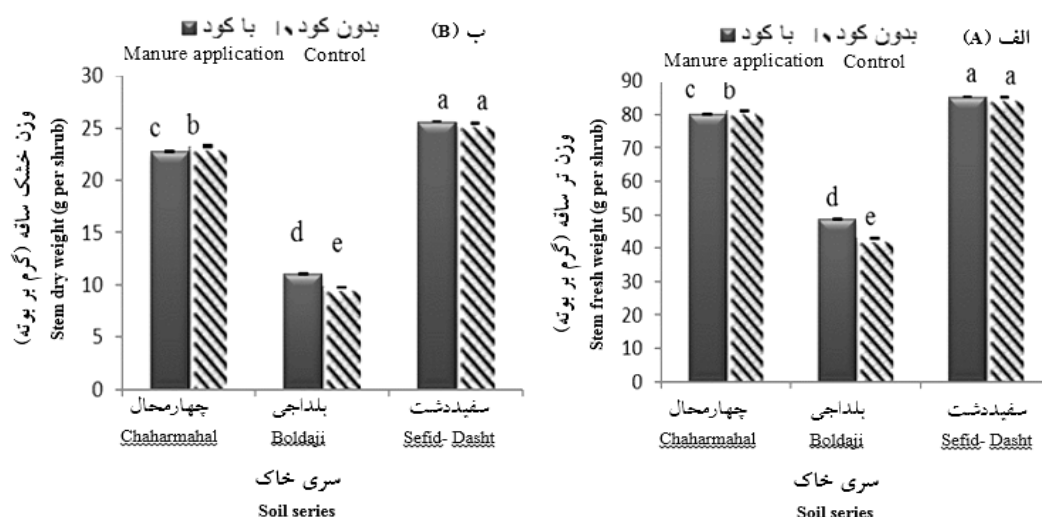


شکل ۷- اثر متقابل خاک و کاربرد کود دامی بر تعداد برگ در ساقه (الف) و وزن تر برگ (ب) نعناع فلفلی در چین دوم (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند).

Figure 7. Interaction effects of soil and manure application on number of leaf per stem (A) and leaf fresh weight (B) of peppermint (*Mentha piperita* L.) in second cutting (means having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test).

نظر درصد اسانس، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس دارند (جدول ۱۲). از نظر درصد اسانس، خاک سری چهارمحال بالاترین مقدار را به خود اختصاص داد، در صورتی که خاک سفیددشت بالاترین پتانسیل را برای عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس دارا می باشد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر خاک، کود دامی و اثر متقابل آن‌ها در چین دوم بر درصد اسانس، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱۱). جدول مقایسه میانگین بیانگر آن است که خاک‌های مختلف اختلاف معنی داری از



شکل ۸- اثر متقابل خاک و کاربرد کود دامی بر وزن تر ساقه (الف) و وزن خشک ساقه (ب) نعنای فلفلی در چین دوم (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می باشند).

Figure 8. Interaction effects of soil and manure application on number of stem fresh weight (A) and stem dry weight (B) of peppermint (*Mentha piperita* L.) in second cutting (means having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test).

جدول ۱۱- تجزیه واریانس فاکتورهای مورد بررسی و اثر متقابل آن‌ها بر درصد و عملکرد اسانس و عملکرد بیولوژیک نعنای فلفلی در چین دوم.

Table 11. Analysis of variance of the studied factors and interaction effects on essential oil percentage and yield and biological yield of peppermint (*Mentha piperita* L.) in second cutting.

میانگین مربعات			درجه آزادی	منبع تغییرات
عملکرد اسانس	عملکرد بیولوژیک	درصد اسانس		
Essential oil yield	Biological yield	Essential oil percentage	df	
0.205*	0.04 ^{ns}	0.0008 ^{ns}	2	بلوک Replication
249.8**	795.3**	0.908**	2	سری خاک Soil series
63.4**	17.2**	0.135**	1	کود دامی Manure
13.9**	0.56**	0.029**	2	خاک × کود Soil × manure
0.048	0.032	0.0001	10	خطا Error
2.56	0.53	1.94	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)

^{ns}، ^{**} و ^{*} به ترتیب نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

^{ns}, ^{**} and ^{*} not significant, significant at 1% and 5% probability levels, respectively.

کاربرد و عدم کاربرد کود دامی تأثیر معنی‌داری بر درصد اسانس، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس داشت (جدول ۱۳). شیفر و کوهلر (۱۹۹۳) گزارش کردند که مصرف کود آلی در بومادران باعث افزایش تولید بیوماس گیاه و درصد اسانس شد (۱۸).

همچنین، نتایج این جدول گویای آن است که از نظر درصد اسانس، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس، خاک بلداجی ضعیف‌ترین شرایط را دارد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین عملکرد نعنای فلفلی تحت تأثیر کوددهی در چین دوم نشان می‌دهد که

جدول ۱۲- مقایسه میانگین درصد و عملکرد اسانس و عملکرد بیولوژیک نعنای فلفلی تحت تأثیر خاک‌های مختلف در چین دوم.

Table 12. Mean comparison of essential oil percentage and yield and biological yield of peppermint (*Mentha piperita* L.) at different soil series in second cutting.

عملکرد اسانس Essential oil yield (g per shrub)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (g per shrub)	درصد اسانس Essential oil percentage	سری خاک Soil series
11.71 ^b	36.75 ^b	0.84 ^a	چهارمحال Chaharmahal
1.25 ^c	20.9 ^c	0.12 ^c	بلداجی Boldaji
13.03 ^a	43.4 ^a	0.72 ^b	سفیددشت Sefid-Dasht

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.
Means in each column having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test.

جدول ۱۳- مقایسه میانگین درصد و عملکرد اسانس و عملکرد بیولوژیک نعنای فلفلی تحت تأثیر کود دامی در چین دوم.

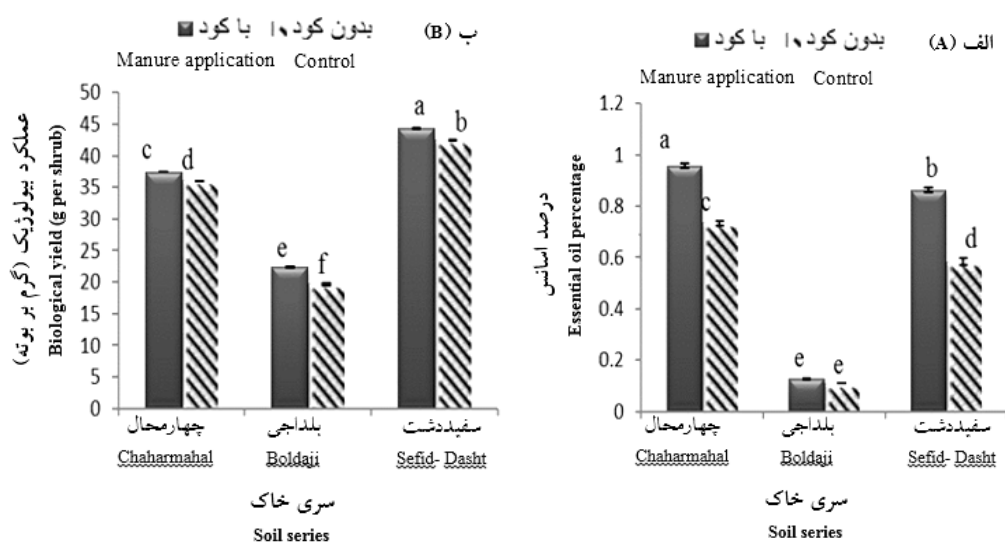
Table 13. Mean comparison of essential oil percentage and yield and biological yield of peppermint (*Mentha piperita* L.) at different levels of manure in second cutting.

عملکرد اسانس Essential oil yield (g per shrub)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (g per shrub)	درصد اسانس Essential oil percentage	سطح کودی Level of manure
6.8 ^b	32.73 ^b	0.47 ^b	شاهد Control
10.5 ^a	34.69 ^a	0.64 ^a	کاربرد کود دامی (۱۴۷ گرم در گلدان) Manure application (147 g per pot)

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.
Means in each column having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test.

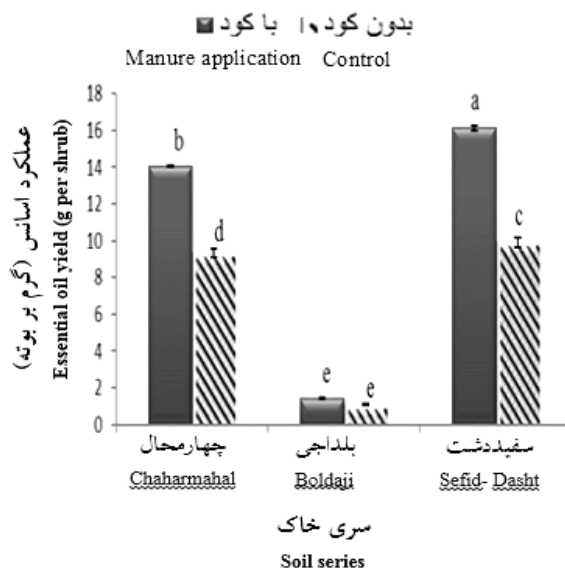
گویای آن است که در صورت استفاده و عدم استفاده از کود دامی، خاک سفیددشت بالاترین عملکرد بیولوژیک را نسبت به سایر خاک‌ها دارد. اثرات متقابل خاک و کاربرد کود دامی بر عملکرد اسانس در شکل ۱۰ نشان داده شده است. بر اساس این شکل می‌توان بیان نمود که بالاترین عملکرد اسانس مربوط به خاک سفیددشت است.

شکل ۹ اثرات متقابل سه سری خاک و کاربرد یا عدم کاربرد کود دامی بر درصد اسانس و عملکرد بیولوژیک را نشان می‌دهد. درصد اسانس در خاک‌های چهارمحال و سفیددشت در شرایط کاربرد کود دامی بیش از خاک بلداجی بود. همچنین در شرایط عدم کاربرد کود دامی، بیش‌ترین میانگین مربوط به خاک چهارمحال بود. همچنین شکل ۹-ب



شکل ۹- اثر متقابل خاک و کاربرد کود دامی بر درصد اسانس (الف) و عملکرد بیولوژیک (ب) نعنای فلفلی در چین دوم (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند).

Figure 9. Interaction effects of soil and manure application on number of essential oil percentage (A) and biological yield (B) of peppermint (*Mentha piperita* L.) in second cutting (means having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test).



شکل ۱۰- اثر متقابل خاک و کاربرد کود دامی بر عملکرد اسانس نعنای فلفلی در چین دوم (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند).

Figure 10. Interaction effects of soil and manure application on essential oil yield of peppermint (*Mentha piperita* L.) in second cutting (means having at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan test).

در ساقه، عملکرد بیولوژیک، درصد اسانس و عملکرد اسانس داشت. بنابراین، می‌تواند به‌عنوان عامل مؤثر بر افزایش حاصلخیزی خاک در سیستم‌های کشاورزی پایدار به حساب آید. از سوی دیگر، بررسی اثرات متقابل خاک و کود دامی نشان داد که خاک سری سفیددشت و چهارمجال همراه با کاربرد کود دامی می‌تواند بالاترین عملکرد اسانس که مهم‌ترین صفت تولیدی گیاه نعناع‌فلغلی می‌باشد را تولید نماید.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش می‌توان بیان نمود که نوع خاک تأثیر عمده‌ای بر ویژگی‌های رویشی و عملکرد اسانس نعناع‌فلغلی دارد. از بین سه نوع خاک مورد بررسی، خاک سفیددشت بهترین پتانسیل و خاک بلداجی ضعیف‌ترین شرایط را برای رشد و نمو و عملکرد نعناع‌فلغلی دارا بود. همچنین، نتایج نشان داد که کاربرد کود دامی تأثیر مثبتی بر شاخص‌هایی مانند عملکرد برگ تازه، عملکرد برگ خشک، تعداد برگ

منابع

1. Akbarinia, A., Sefidkon, F., Rezaee, M.B., and Sharifi, A. 2003. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixed of them on seed yield and main, composition of essential oil of Ajowan. Tehran, Pajouhesh Va Sazandgi. 61: 1. 32-41. (In Persian)
2. Atal, C.K., and Kupar, B.M. 1982. Cultivation and utilization of medicinal plants. Regional Research Laboratory. Jammu-Tawi, India, 877p.
3. Bastami, A., Majidian, M., Mohsenabadi, G., and Bakhshi, D. 2015. Effect of fertilizer treatments on yield quantity and quality of Coriander. Tehran, Crops Improvement. 17: 1. 93-107.
4. Chen, J.G., Cheng, S.H., Cao, W.X., and Zhou, X. 1998. Involvement of endogenous plant hormones in the effect of mixed nitrogen source on growth and tillering of wheat. J. Plant Nutr. 21: 1. 87-97.
5. Eman, E., and Aziz, S.T. 2008. Effect of soil type and irrigation interval on plant growth, essential oil yield and constituents of (*Thymus vulgaris*) plant. Amer. Euras. J. Agric. Environ. Sci. 4: 1. 443-450.
6. Fallah, S., Ghalavand, A., and Khajepour, M.R. 2007. Effects of animal manure incorporation methods and its integration with chemical fertilizer on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) in Khorramabad, Lorestan. Isfahan, J. Water Soil Sci. 11: 40. 233-243.
7. Hamisi, M., Sefidkon, F., Nasri, M., and Lebaschi, M.H. 2012. Effects of different amounts of Nitrogen, Phosphor and bovine fertilizers on essential oil content and composition of *Tanacetum parthenium* L. Tehran, Iran, Iran. J. Med. Arom. Plant. 28: 3. 399-410.
8. Karla, A. 2003. Organic cultivation of medicinal and aromatic plants. J. Biodiv. Environ. Sci. 22: 1. 586-592.
9. Krike, P.L. 1950. Kjeldahl method for total Nitrogen. Analytical Chemistry. 22: 2. 354-358.
10. Lotfi, A., Vahabi Sedehi, A.A., Ganbari, A., and Heydari, M. 2009. The effect of deficit irrigation and manure on quantity and quality traits of *plantago ovata* Forssk. in Sistan region. Tehran, Iran, Iranian J. Med. Arom. Plant. 24: 4. 506-518.
11. Miller, M.P., Singer, M.J., and Nielson, D.R. 1988. Spatial variability of Wheat yield and Soil properties on complex hills. Soil Sci. Soc. Amer. J. 52: 4. 1133-1141.
12. Mohammadi, M. 1986. Semi-detailed soil studies report Chaharmahal-Va-Bakhtiari province (Shahrekord and Borujen area). Iranian Soil and Water Research Institute. 239p.
13. Mosleh, Z., Salehi, M.H., and Rafieiolhossaini, M. 2013. Effect of different soil series and manure application on agro-morphological characteristics, essential oil and chamazulene content of german chamomile. J. Essen. Oil Bear. Plant. 6: 1. 730-739.

14. Mosleh, Z., Salehi, M.H., and Rafieiohossaini, M. 2015. The Study of Agro-morphological characteristics, essential oil and chamazulene content of german chamomile in different soil types of Chaharmahal-Va-Bakhtiari province of Iran. *Isfahan, J. Crop Prod. Proc.* 4: 13. 121-129.
15. Olsen, S.R., and Sommers, L.E. 1982. Phosphorous. P 403-430, In: A.L. Page and A. Klute (eds), *Methods of Soil Analysis*, Madison, Wisconsin.
16. Ping, J.L., Green, C.J., Bronson, K.F., Zartman, R.E., and Dobermann, A. 2004. Identification of relationships between cotton yield, quality and soil properties. *Agron. J.* 96: 6. 1588-1597.
17. Rasouli, F., and Maftoun, M. 2010. Residual effects of two organic matters with or without nitrogen on growth and chemical composition of wheat and some soil chemical properties. *Mashhad, J. Water Soil.* 24: 2. 262-273. (In Persian)
18. Scheffer, M.C., and Koehler, H.S. 1993. Influence of organic fertilization on the biomass yield and yield composition of the essential oil of *Achillea millefolium*. *Acta Horticulture.* 331: 1. 109-114.
19. Shirani, H., Hajabbasi, M.A., Afyuni, M., and Hemmat, A. 2009. Effect of tillage systems and organic manure on root morphology of corn. *Mashhad, J. Water Soil.* 23: 1. 101-107. (In Persian)
20. Thomas, G.W. 1982. Exchangeable cations. P 159-165, In: A.L. Page and A. Klute (eds), *Methods of Soil Analysis*, American Society of Agronomy and the Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
21. Timlin, D.J., Pachepsky, Y., Snyder, V.A., and Bryant, R. B. 1998. Spatial and temporal variability of corn grain yield on a hillslope. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 62: 3. 764-773.
22. Walkley, A., and Black, I.A. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of chromic acid in soil analysis. *Soil Science.* 79: 1. 459-465.
23. Walter, R. 1965. Calcium and Magnesium. P 999-1009, In: C.A. Black (ed), *Methods of Soil Analysis*, American Society of Agronomy and the Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
24. Wright, G.C., Smith, C.J., and Woodroof, M.R. 1988. The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed (*Brassica napus* L.) production in South Eastern Australia. *Irrigation Science.* 9: 1. 1-13.



The effect of soil properties and manure application on morphological characteristics and quality of peppermint (*Mentha piperita* L.) medicinal plant

*M. Rafieiohossaini¹, M.H. Salehi², S. Javadi³, Z. Mosleh⁴
and A.R. Mohammad Khani⁵

¹Assistant Prof., Dept. of Agronomy, Shahrekord University, ²Professor, Dept. of Soil Science, Shahrekord University, ³M.Sc. Graduate, Dept. of Agronomy, Shahrekord University, ⁴Ph.D. Graduate, Dept. of Soil Science, Shahrekord University, ⁵Associate Prof., Dept. of Horticulture, Shahrekord University

Received: 10.02.2017; Accepted: 06.12.2018

Abstract

Background and Objectives: In addition to the genetic effects on the morphological characteristics and quality of the medicinal plants, environmental factors have an important role on the plant growth and their quality. Soil properties have effect on the characteristics of medicinal plants. Unfortunately, investigation of the effect of soil properties and manure application on the morphological characteristics of medicinal plants is rarely considered. Therefore, the main objective of the present study was to find out the effect of the different soil properties and manure application on the morphological characteristics and quality of peppermint (*Mentha piperita* L.).

Materials and Methods: The pot experiment was performed as a factorial in a randomized complete block design (RCBD) with three replications. Factors were consisting of three soils series (Chaharmahal, Boldaji and Sefid-dasht) of Shahrekord plain in Chaharmahal-Va-Bakhtiari province and two levels of control (no application of animal manure) and application of animal manure (147 g per pot equal to 30 ton/ha). Firstly, the soil physicochemical properties were determined and after the cultivation period, the vegetative characteristics, plant yield, essential oil content and yield were measured.

Results: The results showed that the effect of soil, animal manure and their interaction on leaf length and width, number of leaf per stem, stem height, leaf fresh and dry weight, stem dry weight, biological yield and essential oil yield were significant at 1% probability level in both cutting. Also, means comparison showed significant differences between different soils. The sefid-dasht soil with more phosphorous, soluble magnesium and K and less calcium carbonate equivalent caused increase in growth, biological yield and essential oil yield in both cuttings. Moreover, fertilization had a positive and significant effect on the leaf length and width, leaf number per stem, leaf fresh and dry weight, biological yield and essential oil percentage and yield. Means comparison of interaction showed that the most biological yield and essential oil yield were obtained in sefid-dasht soil and usage of manure in both cuttings.

Conclusion: The results showed that morphological characteristics and quality of peppermint (*Mentha piperita* L.) were statistically different at the studied soil series. Also, results demonstrated that the Sefid-dasht and Boldaji soil series have the highest and lowest potential for peppermint (*Mentha piperita* L.) production, respectively. Moreover, fertilization had a positive and significant effect on the leaf length and width, leaf number per stem, leaf fresh and dry weight, biological yield and essential oil percentage and yield.

Keywords: Essential oil, Manure, Morphological characteristics, Peppermint, Soil series

* Corresponding Author; Email: m_rafiee_1999@yahoo.com

