بررسی کودهای بیولوژیک و دامی بر خصوصیات اکو فیزیولوژیک گیاه دارویی نعناع فلفلی.(*Mentha peperita* L.)

Effects of biologic firitilizers and manure on ecophysiological characteristics of peppermint (*Mentha peperita* L.).

سید محمد حسینی نقوی [۱]، پورنگ کسرایی [۲*] و میثم اویسی [۲]

۱- گروه اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا، ورامین، تهران – ایران.
۲- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا، ورامین، تهران – ایران.

*نویسنده مسوول مکاتبات: dr.kasraei@ yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۷

چکیده:

گیاهان دارویی از ارزش و اهمیت خاصی در تأمین بهداشت و سلامت جوامع به لحاظ درمان و پیشگیری از بیماری‌ها برخوردار هستند. نعناع فلفلی یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی متعلق به خانواده نعناعیان است که امروزه در سراسر دنیا کشت می‌شود. تحقیقات گسترده‌ای برای شناخت کارایی و نحوه اثر کودهای دامی و زیستی در رشد، عملکرد و تولید اسانس گیاهان دارویی آغاز شده است که حاکی از بهبود کیفیت و کمیت محصول است. به‌منظور بررسی اثرات کود دامی و کودهای زیستی بر نعناع فلفلی پژوهشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار به‌صورت گلدانی در منطقه ورامین در سال ۱۳۹۶ انجام شد. تیمارها شامل سه سطح کود دامی (صفر، سه و پنج گرم کود در یک کیلوگرم خاک) و چهار سطح کودزیستی (عدم مصرف، نیتروکسین، بارور ۲ و ترکیب نیتروکسین و بارور ۲) بودند. نتایج نشان داد که اثرات کود دامی و کود زیستی بر اکثر صفات اندازه‌گیری شده، معنی‌دار بود. مقایسه میانگین صفات نشان داد که مصرف پنج گرم کود دامی در یک کیلوگرم خاک و نیز مصرف توأم کود نیتروکسین و بارور ۲ دارای بیش‌ترین افزایش را در ارتفاع بوته، طول ریشه، وزن تر و خشک برگ‌ها در بوته، وزن تر و خشک بوته، مقدار کلروفیل b در برگ، مقدار اسانس اندام هوایی، مقدار نیتروژن و فسفر در برگ، عملکرد اسانس بوته و مقدار منتول در اسانس نسبت به شاهد بودند؛ بنابراین مصرف کود دامی (پنج گرم کود دامی در یک کیلوگرم خاک) و مصرف توأم کودهای بیولوژیک به لحاظ بیش‌ترین افزایش عملکرد رویشی، عملکرد اسانس و مقدار منتول توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: نعناع فلفلی، کود دامی، نیتروکسین، عملکرد اسانس، منتول.

مقدمه

گیاهان دارویی از ارزش و اهمیت خاصی در تأمین بهداشت و سلامت جوامع به لحاظ درمان و پیشگیری از بیماری‌ها برخوردار هستند. نعناع فلفلی (*Peppermint*) یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی متعلق به خانواده *Lamiaceae* است (Leung & Foster, 1996) که بومی مناطق معتدله دنیا به‌ویژه اروپا، آمریکای شمالی و شمال آفریقا است، اما امروزه در سراسر دنیا کشت می‌شود (Singh *et al.,* 2011). میزان اسانس سرشاخه این گیاه بین ۲/۵-۰/۱ درصد (با توجه به شرایط متفاوت اقلیمی) (Yazdani *et al.,* 2002) شامل منتول ۴۲-۲۸ درصد، منتون ۲۸-۱۸ درصد (Leung & Foster, 1996). منتوفوران ۶/۸ درصد و متیل‌استات ۱۰-۳ درصد است (Tarhan *et al*., 2010). منتول و منتون اصلی‌ترین جزء اسانس بوده و خواص ضد میکروبی دارند (Dai *et al*., 2010). برطبق استاندارد سازمان گیاه درمانی اروپا مقدار منتول معیار اصلی در تعیین کیفیت اسانس نعناع فلفلی است (Kumar *et al*. 2004)؛ که می‌توان با به کارگیری عوامل زراعی مناسب در راستای افزایش عملکرد کمی و کیفی آن گام برداشت. یکی از این عوامل زراعی مؤثر در رشد و عملکرد کمی و کیفی، تغذیه کودی است. کودهای زیستی شامل سلول‌هایی زنده از انواع مختلف ریزسازواره-ها هستند که قابلیت جذب عناصرغذایی را با استفاده از فرآیندهای زیستی برای گیاهان فراهم کرده (Vessey *et al*., 2003)؛ و به توسعه سیستم ریشه آن‌ها کمک می‌کنند (Hayat *et al*. 2010). معمولاً این ریزسازواره‌ها باعث تولید ترکیباتی مانند جیبرلین، سیتوکینین و اکسین، تسهیل جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه فسفر، نیتروژن و عناصر کم مصرف از خاک و کاهش یا جلوگیری از بیماری‌ها در گیاهان می‌شوند (Hayat *et al*., 2010). ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم، باکتری-های تثبیت‌کننده نیتروژن در محیط ریزوسفر ریشه هستند که توانایی سنتز و استخراج بعضی مواد فعال زیستی را دارند که رشد ریشه را افزایش می‌دهند. گونه-های مختلف باکتری سودوموناس در کنترل عوامل بیماری‌زا نقش دارند و رشد را توسط سازوکارهای مختلفی شامل تولید هورمون‌های گیاهی، افزایش جذب فسفر توسط گیاه، تثبیت نیتروژن و سنتز آنزیم‌هایی که سطح اتیلن گیاه را تنظیم می‌کنند، تحریک می‌کند (Rouzbeh *et al*., 2009). فاتما و همکاران (Fatma *et al*., 2006) اثر کودهای بیولوژیک نیتروژنوباکتر و آزوسپیرلیوم و نیز باکتری‌های حل‌کننده فسفات را بر شاخص‌های رشدی گیاه دارویی مرزنجوش (*Majorana hortensis* L.) مثبت گزارش نمودند. کاربرد کودهای زیستی مانند نیتروکسین، سوپرنیتروپلاس و باکتری حل‌کننده فسفات (*Pseudomonas fluorescens*) نقش مفید و مؤثری در بهبود ویژگی‌های رشد، عملکرد اندام هوایی و خصوصیات کیفی و اسانس گیاه دارویی زوفا دارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۷). تلقیح گیاه سیاه‌دانه با آزوسپیریلوم و نیتروژنوباکتر و قارچ مایکوریزا منجر به افزایش ارتفاع، شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک و سرعت رشد محصول نسبت به شاهد گردید (خرم دل و همکاران، ۱۳۸۷). تلقیح کودهای بیولوژیک با ریحان (*Ocimum basilicum* L.) باعث افزایش معنی‌دار اغلب صفات، ازجمله عملکرد تر و خشک کل اندام هوایی گیاه، عملکرد خشک برگ شد (جهان و همکاران، ۱۳۹۰). اثر نیتروژن بیولوژیکی بر همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L) نشان داد کاربرد نیتروژنوباکتر و آزوسپیریلیوم بود باعث افزایش شاخص برداشت اسانس و شاخص برداشت گل شد (Shokrani *et al.*, 2012). تأثیر سویه‌های مختلف نیتروژنوباکتر در آویشن باغی (*Thymus vulgaris*) مشخص نمود ترکیبات اسانس افزایش یافت (Sharafzadeh *et al*., 2012). عکس‌العمل برخی از گونه نعناع به باکتری‌های محرک رشد نیتروژنوباکتر و آزوسپیرلیوم نشان‌دهنده افزایش ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر اندام هوایی، مقدار نیتروژن و مقدار اسانس در انواع گیاهان نعناع بود (Abd El-Hadi Nadia *et al.,* 2012). تلقیح و محلول‌پاشی کود بیولوژیک نیتروکسین بر روی بوته گیاه دارویی (*Pimpinella anisum* L.)نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع بوته (۵۷/۲ سانتی‌متر)، تعداد چتر بوته (۴۳/۸ عدد)، وزن هزار دانه (۳/۲۳ گرم)، عملکرد بیولوژیک (۷۶۶۴/۷ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۷۸۷/۴ کیلوگرم در هکتار)، میزان اسانس در دانه (۲/۳۹ درصد) و عملکرد اسانس (۱۷/۵۸ کیلوگرم در هکتار) در تیمار تلقیح نیتروکسین با بذر همراه با محلول‌پاشی روی بوته در مرحله ساقه رفتن حاصل گردید (درزی و نادعلی، ۱۳۹۴). اثر کودهای زیستی

نیتروژن‌دار بر رشد، عملکرد و ترکیب اسانس گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.) مثبت بود (نجات‌زاده، ۱۳۹۴). تهامی زرندی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش نمودند که مصرف کود گاوی موجب افزایش وزن تر و خشک برگ در بوته، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و عملکرد اسانس برگ ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گردید. احمدیان و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند کودهای دامی به‌طور معنی-داری باعث افزایش عملکرد گل بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)، اسانس و کامازولن نسبت به شاهد گردید. کود حیوانی به‌طور معنی‌داری پارامترهای عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) (وزن‌تر و خشک کلاله، وزن‌تر و خشک گل) را افزایش داد (محبی و همکاران، ۱۳۹۱). استفاده از کود شترمرغ همراه با کود مرغی به‌طور معنی‌داری ارتفاع بوته گیاه چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)، تعداد شاخه بوته، وزن خشک ساقه و عملکرد گلبرگ در مقایسه با تیمارهای دیگر افزایش داد (Dahmardeh, 2012). میرعرب و همکاران (۱۳۹۵) نتایج نشان دادند که استفاده از کودهای آلی به‌طور معنی‌داری باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی ریحان (*Ocimum basilicum*) می‌شود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی کودهای بیولوژیک و دامی بر خصوصیات اکو فیزیولوژیک گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.)، تحقیقی در سال ۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات مرکزی وابسته به مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران انجام شد. این آزمایش به-صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار به‌صورت گلدانی بود. تیمارها شامل سه سطح کود دامی (صفر، سه و پنج گرم کود گاوی پوسیده در یک کیلوگرم خاک) و چهار سطح کود بیولوژیک (عدم مصرف، کود نیتروکسین، کود بارور ۲ و مصرف توأم کود نیتروکسین و بارور ۲) بود و برای هر تیمار پنج گلدان در نظر گرفته شد. کود دامی (گاوی) پوسیده (جدول یک)، کود بیولوژیک تجاری نیتروکسین (به‌عنوان تثبیت‌کننده نیتروژن که حاوی *Azotobater* و *Azopirillum*)، کود بیولوژیک تجاری بارور ۲ به‌عنوان حل‌کننده فسفات که حاوی باکتری *Bacillus coagulans* و قارچ *Glomus* بودند. به‌منظور پر گلدان‌های مورد آزمایش از خاک ایستگاه مرکزی استفاده گردید که خاک محل براساس آزمایش خاک ایستگاه دارای بافت لومی بوده و برخی از مشخصات آن در جدول دو درج شده است. آب مورد نیاز مزرعه آزمایشی از موتور آب واقع در محوطه مزرعه تأمین شد و نتایج تجزیه آزمایشگاهی آن در جدول سه ارائه گردید. برای انجام این آزمایش ابتدا خاک موردنیاز از زمین‌های زراعی ایستگاه مرکزی تهیه و گلدان‌های پلاستیکی ۱۰×۲۰ تهیه‌شده توسط خاک منطقه پر گردید، همچنین براساس روش تحقیق به گلدان‌های که حاوی کود دامی بودند کود دامی اندازه‌گیری شد و به محتوی گلدان اضافه گردید.

جدول ۱- تجزیه نمونه کود دامی (گاوی پوسیده) مورداستفاده در تحقیق

Table 1- Analysis of the manure (rotten cattle) used in the research

هدایت الکتریکی	اسیدیته	فسفر	پتاسیم	کلسیم	نیترات	کربن آلی	آهن	روی	مس	سرب	منگنز	نسبت کربن به ازت
Ec (ds.cm)	pH	P (%)	K (%)	Ca (%)	N (%)	O.C (%)	Fe (g.kg)	Zn (g.kg)	Cu(g.kg)	Pb (g.kg)	Mg(g.kg)	C/N
20.3	7.64	0.69	2.38	1.53	1.87	31.4	4.39	0.168	0.048	0.016	0.298	16.8

منبع: گزارش آزمایشگاه آب وخاک (۱۳۹۶)، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران

Source: Soil and Water Laboratory Report (1396), Research, Education Center, Agriculture and Natural Resources of Tehran.

جدول ۲- برخی مشخصات شاخص خاک ایستگاه مرکزی ورامین

Table 2. Some characteristics of the soil index of the central station Varamin

هدایت الکتریکی	اسیدیته	ازت	فسفر	پتاسیم	کربن آلی	رس	سیلت	شن	بافت
Ec (ds.cm)	pH	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	O.C (%)	Clay (%)	Silit (%)	Sand (%)	Texture
1.1	7.56	0.08	7.66	328	0.74	28	44.3	32.1	Clay loam

منبع: گزارش آزمایشگاه آب‌وخاک (۱۳۹۶)، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران

Source: Soil and Water Laboratory Report (1396), Research, Education Center, Agriculture and Natural Resources of Tehran

جدول ۳- نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری

Table 3- Results of chemical analysis of irrigation water

SAR	Mili equivalent in liter							pH	Ec (ds.cm)
	Cations	Na^{+}	Cu^{2+}-Mg^{2+}	Anions	$So4^{++}$	CL^{-}	Co_3H^{-}		
1.2	8.3	2.2	6.1	8.5	2.3	1.5	4.7	7.6	0.69

منبع: گزارش آزمایشگاه آب‌وخاک (۱۳۹۶)، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران

Source: Soil and Water Laboratory Report (1396), Research, Education Center, Agriculture and Natural Resources of Tehran

کود بیولوژیک را به‌همراه آب مورد نیاز رقیق نموده و با ریشه نشاء نعناع فلفلی مخلوط کرده و در گلدان کشت شد. یک هفته پس از کشت، از کود بیولوژیک به‌صورت آبیاری استفاده شد. برای تولید نشاء از ریشه‌های (ریزوم-های نعناع فلفلی) به‌میزان چهار سانتی‌متر جدا کرده و در خزانه ایستگاه کشت شد و زمانی که ارتفاع نشاء نعناع فلفلی به هشت سانتی‌متر رسید، پس از تلقیح (شاهد بدون تلقیح) با کودهای بیولوژیک به گلدان منتقل شده و مراحل تیماردهی بر آن انجام شد. زمانی که گیاه به مرحله گلدهی رسید داده‌ها اندازه‌گیری گردید. صفاتی که در این آزمایش مورد بررسی قرارگرفت عبارتند از ارتفاع بوته، طول ریشه، وزن خشک برگ‌ها در گلدان، وزن خشک بوته در گلدان، مقدار کلروفیل a و b مقدار نیتروژن و فسفر برگ، درصد اسانس، عملکرد اسانس، درصد منتول و منتون. با استفاده از ترازوی دیجیتال دقیق در آزمایشگاه بلافاصله پس از برداشت نمونه‌ها، وزن تر برگ-ها اندازه‌گیری و وزن تر بوته‌ها محاسبه گردید و میانگین وزن تر برگ‌های پنج گلدان برای هر تیمار در نظر گرفته شد. سپس آن‌ها را در آون، $C70^{\circ}$ به‌مدت ۷۲ ساعت خشک نموده پس از آن وزن خشک اندازه‌گیری شد. به‌منظور ارزیابی کلروفیل a و b برگ مشخصی از گیاه انتخاب گردید و در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد

(Arnon, 1975). مقدار نیتروژن توسط دستگاه کجلدال و مقدار فسفر برگ توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در آزمایشگاه آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری درصد اسانس اندام هوایی خشک‌شده با استفاده از دستگاه اسانس‌گیری کلونجر و به روش تقطیر با آب اسانس‌گیری شد؛ بدین منظور حداقل ۵۰ گرم پودر برگ و اندام هوایی خشک‌شده را در ۴۰۰ میلی‌لیتر آب در بالن یک لیتری ریخته و به‌مدت دو ساعت حرارت داده شد تقطیر کامل صورت گرفت، براساس مقدار اسانس حاصل‌شده و مقدار پودر بکار برده شده درصد اسانس محاسبه شد (Derwich *et al*., 2010). برای محاسبه عملکرد اسانس، وزن خشک اندام هوایی هر بوته در درصد اسانس آن بوته ضرب شده و عملکرد اسانس به‌دست آمد. به‌منظور تعیین ترکیبات محتوای اسانس (درصد منتول و منتون) برای هر تیمار اسانس حاصله را در ظرف مخصوص نگهداری اسانس ریخته که حداقل یک میلی‌لیتر بود سپس آن را برای آزمایشگاه فیتوشیمی ارسال شد که با استفاده از دستگاه GC/MS ترکیبات حاصل مشخص گردید. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه آماری SAS ویرایش ۹/۱ استفاده شد و مقایسه میانگین ها توسط آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

براساس نتایج به‌دست‌آمده اثرات اصلی کود دامی و کود-های بیولوژیک باعث اختلاف معنی‌دار بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد گردید (جدول چهار). مصرف کود دامی باعث افزایش معنی‌دار ۴/۳ درصد و ۵/۶ درصد ارتفاع بوته به ترتیب به ازای مصرف سطح سه و پنج گرم کود دامی شد (جدول پنج). همان‌طور که از نتایج مشخص گردید کود دامی به‌علت ایجاد شرایط مناسب در خاک و نیز جذب و فراهمی عناصر مورد نیاز رشد و نمو گیاه توانست با افزایش کارآیی فتوسنتز و افزایش تعداد سلول‌ها در نهایت ارتفاع بوته را افزایش دهد. به‌نظر می-رسد با افزایش میزان کود دامی به خاک نه‌تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه افزایش می‌یابد بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه باعث افزایش تولید ماده خشک می‌گردد (Melero, 2008). افزودن مواد آلی به خاک جمعیت ریزسازواره‌های را افزوده و درنتیجه گردش عناصرغذایی سریع‌تر شده و قابلیت جذب آن‌ها و به‌خصوص قابلیت جذب فسفر، افزایش می‌یابد. مصرف کود آلی ارتفاع بوته ریحان را نسبت به شاهد افزایش داد (تهامی زرندی و همکاران، ۱۳۸۹).

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مختلف تحت تأثیر کود دامی و کودهای بیولوژیک در نعناع فلفلی

Table 4. Analysis of variance of different traits affected by manure and bio fertilizers in peppermint

			M.s میانگین مربعات			
S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	بوته ارتفاع Plant height	ریشه طول Root length	برگ وزن تر Leaf fresh weight	برگ وزن خشک Leaf dry weight
Manure	کود دامی	2	27.992 **	65.928 **	914.23 **	79.585 **
Biofertilizers	کودبیولوژیک	3	3.7047 **	11.483 **	127.23 **	12.654 **
Interaction	اثر متقابل	6	0.2599 ns	0.3819 ns	0.9378 ns	2.0844 ns
Error	خطا آزمایش	36	0.0323	0.9579	11.626	1.0736
CV(%)	ضریب تغییرات	-	3.39	4.34	3.14	3.35

n.s، *،** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

n.s, *, **, respectively, are non-significant, significant at a probability level of five and one percent.

استفاده از کود شترمرغ همراه با کود مرغی به‌طور معنی-داری ارتفاع بوته گیاه چای ترش افزایش داد. میرعرب و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که استفاده از کودهای آلی به‌طور معنی‌داری باعث بهبود ارتفاع بوته ریحان در مقایسه با شاهد بود. نتایج نشان داد کودهای بیولوژیک بر ارتفاع بوته تأثیر داشت، به‌طوری‌که کاربرد نیتروکسین، کود بارور ۲ و مصرف توأم نیتروکسین + بارور ۲ باعث افزایش معنی‌دار به‌ترتیب ۰/۶درصد، ۱/۴ درصد و ۲/۸ درصد در ارتفاع بوته شدند (جدول پنج). کودهای زیستی به‌علت ایجاد شرایط مناسب جذب و فراهمی عناصر مورد نیاز رشد و نمو گیاه مانند نیتروژن و فسفر توانست با افزایش فتوسنتز و افزایش تعداد سلول‌ها، ارتفاع بوته را افزایش

دهد. کودهای تثبیت‌کننده نیتروژن ارتفاع بوته گیاه آنیسون را نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار داد (Nabizadeh *et al*., 2012). اثر نیتروژنوباکتر و حل‌کننده فسفات بر ارتفاع بوته نعناع هندی (*Pogostemon patchouli*) مثبت بود (Sumathi *et al*., 2012).

طول ریشه

اثرات اصلی کود دامی و کودهای بیولوژیک بر طول ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول چهار). اعمال کود دامی بر طول ریشه اثر گذاشت و مصرف کود دامی باعث افزایش معنی‌دار ۹/۴ و ۱۳/۸ درصد طول ریشه به ترتیب به ازای مصرف سه و پنج گرم کود دامی گردید (جدول پنج). همان‌طور که از نتایج مشخص گردید کود دامی به‌علت ایجاد شرایط مناسب در خاک و نیز جذب و فراهمی عناصر مورد نیاز رشد و نمو گیاه توانست با افزایش فتوسنتز و افزایش تعداد سلول‌ها، طول ریشه را افزایش دهد. کود دامی به‌عنوان یک منبع کافی از فسفات برای توسعه و ریشه‌دهی زودتر در مدت زمان کوتاه‌تر، لازم است (Rosen *et al*., 2014). در پژوهش گلخانه‌ای روی گیاه گوجه‌فرنگی مشخص شد که استفاده از تیمار کود آلی وزن ریشه را نسبت به تیمار شاهد افزایش داده است (Samavat *et al.,* 2001). نتایج حاصل از یک پژوهش نشان داد، کود دامی افزایش معنی‌دار بر وزن خشک ریشه، حجم ریشه ماش داشت (نیازی و همکاران، ۱۳۹۲).

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات نعناع فلفلی تحت تأثیر مقادیر مختلف کود دامی و کودهای بیولوژیک

Table 5. Comparison of mean mint under the influence of different amounts of manure and biofertilizers

Treatments	تیمار	ارتفاع بوته Plant height(cm)	طول ریشه Root length (cm)	وزن تر برگ Leaf F. w (g)	وزن خشک برگ Leaf. d. w(g)
Manure					
Control (m_0)	بدون کود	44.94 ^{c}	26.27 ^{c}	100.06 ^{c}	27.41 ^{c}
Manure (3g.kgsoil)(m_1)	کود دامی (۳)	46.87 ^{b}	28.73 ^{b}	112.46 ^{b}	30.81 ^{b}
Manure (5g.kg soil)(m_2)	کود دامی (۵)	47.46 ^{a}	29.89 ^{a}	118.12 ^{a}	32.36 ^{a}
Biofertilizers					
Control (b_0)	بدون کود	45.87 ^{d}	28.10 ^{c}	104.41 ^{c}	29.74 ^{c}
Nitroxin (b_1)	نیتروکسین	46.15 ^{c}	28.94 ^{b}	107.51 ^{b}	30.72 ^{b}
Barvar2 (b_2)	بارور ۲	46.51 ^{b}	29.70 ^{ab}	109.57 ^{b}	30.90 ^{b}
Nitroxin+Barvar$_2$ (b_3)	هر دو کود	47.16 ^{a}	30.37 ^{a}	112.45 ^{a}	32.23 ^{a}
Intraction					
b_0m_0		44.51 ^{i}	26.08 ^{f}	96.311 ^{g}	27.39 ^{g}
b_0m_1		46.23 ^{f}	28.60 ^{cd}	106.72 ^{de}	30.29 ^{de}
b_0m_2		46.87 ^{d}	29.61 ^{bc}	110.20 ^{cd}	31.54 ^{cd}
b_1m_0		44.78 ^{h}	26.81 ^{ef}	99.231 ^{fg}	28.44 ^{fg}
b_1m_1		46.55 ^{e}	29.63 ^{bc}	109.93 ^{cd}	31.19 ^{cd}
b_1m_2		47.12 ^{d}	30.38 ^{b}	113.60 ^{abc}	32.54 ^{bc}
b_2m_0		46.87 ^{d}	27.17 ^{def}	110.20 ^{cd}	28.54 ^{fg}
b_2m_1		46.89 ^{d}	30.06 ^{bc}	111.47 ^{bcd}	31.54 ^{cd}
b_2m_2		47.43 ^{c}	31.85 ^{a}	118.81 ^{ab}	32.64 ^{abc}
b_3m_0		45.23 ^{g}	28.01 ^{de}	103.25 ^{ef}	29.29 ^{ef}
b_3m_1		47.82 ^{b}	31.13 ^{ab}	115.23 ^{abc}	33.24 ^{ab}
b_3m_2		48.42 ^{a}	31.97 ^{a}	118.88 ^{a}	34.18 ^{a}

بین میانگین‌هایی که حداقل دریک حرف مشترک‌اند، در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

There is no significant difference between mean in at least one common word in the Duncan test at the probability level of 5%.

بررسی نتایج مقایسه میانگین طول ریشه نشان داد که بیش‌ترین طول ریشه با میانگین ۳۰/۳۷ سانتی‌متر در اثر مصرف توأم کود نیتروکسین + کود بارور ۲ به دست آمد. کاربرد کود نیتروکسین، کود بارور ۲ و مصرف توأم کود نیتروکسین + کود بارور ۲ به‌ترتیب باعث افزایش معنی‌دار ۳ درصد، ۵/۷ درصد و ۸/۱ درصد طول ریشه گردیدند (جدول پنج). کودهای زیستی به علت ایجاد شرایط مناسب جذب و فراهمی عناصر مورد نیاز رشد و نمو گیاه مانند نیتروژن و فسفر توانست با افزایش فتوسنتز و افزایش تعداد سلول‌ها در نهایت طول ریشه را افزایش دهد. کودهای زیستی نیتروژن علاوه بر تثبیت نیتروژن، توانایی حل‌کنندگی فسفر خاک، ترشح انواع هورمون‌های محرک رشد، آنزیم‌های طبیعی، انواع آنتی‌بیوتیک‌ها و ترکیباتی مانند سیدروفورها و گازهای فرار را دارند که موجب رشد ریشه، توسعه بخش هوایی گیاه (Spaepen and Dobbelaere, 2008). ریزسازواره‌های حل‌کننده فسفات باعث افزایش معنی‌دار طول ریشه نسبت به شاهد شد (Akhtar and Zaki, 2009).

وزن تر و خشک برگ‌ها

براساس نتایج اثر اعمال کود دامی و اثر کودهای بیولوژیک باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار بر وزن تر و خشک برگ‌ها در بوته در سطح احتمال یک درصد گردید (جدول پنج). بررسی مقایسه میانگین وزن تر و خشک برگ‌ها در بوته نشان داد که بیش‌ترین وزن تر و خشک برگ‌ها در بوته با میانگین ۱۱۸/۱۲ و ۳۲/۳۶ گرم از تأثیر مصرف پنج گرم کود دامی حاصل گردید. مصرف کود دامی باعث افزایش معنی‌دار ۱۲/۴ درصد و ۱۸/۱ درصد، وزن تر برگ‌ها و ۱۲/۳ درصد و ۱۸/۳ درصد وزن خشک برگ‌ها به‌ترتیب به ازای مصرف سه و پنج گرم کود دامی شد (جدول پنج). کود دامی به‌علت ایجاد شرایط مناسب در خاک و نیز جذب و فراهمی عناصر مورد نیاز رشد و نمو گیاه توانسته بود با افزایش فتوسنتز و افزایش تعداد سلول‌ها در نهایت تعداد برگ و وزن تر و خشک برگ را افزایش دهد. تیمار کود گاوی از لحاظ عملکرد اسانس برگ دارای بیش‌ترین مقدار بود. تیمارهای کود آلی از لحاظ وزن‌تر و خشک برگ در بوته ریحان نسبت به شاهد برتری داشتند (تهامی زرندی و همکاران، ۱۳۸۹). بررسی نتایج مقایسه میانگین وزن تر و خشک برگ‌ها نشان داد که بیش‌ترین وزن تر و خشک برگ‌ها در بوته با میانگین ۱۱۲/۴۵ و ۳۲/۲۳ گرم بر اثر مصرف توأم کود نیتروکسین + کود بارور ۲ به‌دست آمد. کاربرد کود نیتروکسین، کود بارور ۲ و مصرف توأم کود نیتروکسین + کود بارور ۲ باعث افزایش معنی‌دار وزن تر برگ‌ها به‌ترتیب ۳ درصد ، ۴/۹ درصد و ۷/۷ درصد و وزن خشک برگ‌ها به‌ترتیب ۳/۳ درصد، ۳/۹ درصد و ۸/۴ درصد گردید (جدول پنج). باکتری‌های موجود در کودهای زیستی نیتروژن علاوه بر تثبیت نیتروژن، توانایی حل‌کنندگی فسفر خاک، ترشح انواع هورمون‌های محرک رشد، آنزیم‌های طبیعی، انواع آنتی‌بیوتیک‌ها و ترکیباتی مانند سیدروفورها و گازهای فرار را دارند که موجب توسعه بخش هوایی گیاه می‌شوند (Spaepen and Dobbelaere, 2008). کاربرد کودهای بیولوژیک باعث افزایش معنی‌دار عملکرد خشک برگ و شاخص سطح برگ ریحان شد (جهان و همکاران، ۱۳۹۰).

وزن تر و خشک بوته

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، اثرات اصلی کودهای دامی و بیولوژیک بر وزن تر و خشک بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول شش). بررسی نتایج مقایسه میانگین وزن تر و خشک بوته نشان داد که مصرف کود دامی بر وزن تر و خشک بوته اثر داشت، بیش‌ترین وزن تر و خشک بوته با ۱۸۵/۲۶ و ۶۱/۸۲ گرم از تأثیر مصرف پنج گرم کود دامی حاصل گردید. مصرف کود دامی باعث افزایش معنی‌دار ۳/۹ درصد و ۷/۷ درصد در وزن تر بوته و ۴/۱ درصد و ۷/۸ درصد در وزن خشک بوته به ترتیب به ازای مصرف سه و پنج گرم کود دامی گردید (جدول هفت). مصرف کود دامی منجر به افزایش معنی‌دار وزن‌تر و خشک بوته گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L) شد (Khalid *et al*., 2004). همچنین کود دامی باعث افزایش عملکرد تر و خشک بوته ریحان گردید (تهامی زرندی و همکاران، ۱۳۸۹). استفاده از کودهای دامی به‌طور معنی‌داری باعث بهبود وزن تر و خشک بوته گیاه ریحان گردید (میرعرب و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۶- تجزیه واریانس صفات مختلف تحت تأثیر کود دامی و کودهای بیولوژیک در نعناع فلفلی

Table 6. Analysis of variance of different traits affected by manure and biofertilizers in peppermint

			میانگین مربعات M.s				
S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	وزن تر بوته F.W. plant	وزن خشک بوته D. W Plant	کلروفیل a Chlo a	کلروفیل b Chlo b	درصد اسانس Essential oil content
Manure	کود دامی	2	696.16 **	79.371 **	0.0006 *	0.0010 **	0.0832 **
Biofertilizers	کودبیولوژیک	3	526.35 **	53.247 **	0.0004 ns	0.0003 ns	0.0258 **
Interaction	اثر متقابل	6	28.921 ns	2.8387 ns	0.0001 ns	0.0001 ns	0.0028 ns
Error	خطا آزمایش	36	30.967	2.8918	0.00005	0.00036	0.0048
CV(%)	ضریب تغییرات	-	3.11	4.85	4.32	4.15	3.11

n.s، *،** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

n.s, *, **, respectively, are non-significant, significant at a probability level of five and one percent.

مقایسه میانگین وزن تر و خشک بوته تحت اثر کود-های بیولوژیک نشان داد که بیش‌ترین وزن تر و خشک بوته با میانگین ۱۸۴/۶ و ۶۱/۵۵ گرم براثر مصرف توأم نیتروکسین + بارور ۲ به‌دست آمد. کاربرد نیتروکسین، بارور ۲ و مصرف توأم نیتروکسین + بارور ۲ باعث افزایش معنی‌دار وزن تر بوته به‌ترتیب ۵ درصد، ۷/۶ درصد و ۸/۱ درصد و افزایش معنی‌دار وزن خشک بوته به ترتیب ۵ درصد ، ۷/۱ درصد و ۸/۵ درصد گردید (جدول هفت). عبدالهادی و همکاران (Abd El-Hadi Nadia *et al.,* 2012) عکس‌العمل برخی از گونه نعناع به باکتری‌های محرک رشد شامل نیتروژنوباکتر و آزوسپیرلیوم را بر وزن تر و خشک اندام هوایی را مثبت ارزیابی نمودند. گرگینی شبانکاره و همکاران (۱۳۹۴) در بادرشبو (*Dracooephalum moldivica* L.)، درزی و نادعلی (۱۳۹۴) در گیاه دارویی *Pimpinella anisum* L ؛ و نجات زاده (۱۳۹۴) درگیاه شوید (*Anethum graveolens* L.) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

مقدار کلروفیل a و b در برگ

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر اصلی کود دامی بر مقدار کلروفیل a و b در برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول شش). نتایج مقایسه میانگین نشان داد کود دامی بر مقدار کلروفیل a و b در برگ اثر گذاشت، بیش‌ترین مقدار کلروفیل a و b در برگ با میانگین ۰/۶۱۵ و ۰/۳۹۸ گرم بر گرم وزن تازه از مصرف پنج گرم کود دامی حاصل گردید. مصرف کود دامی باعث افزایش معنی‌دار ۲/۴ درصد و ۵/۳ درصد مقدار کلروفیل a و b در برگ به ازای مصرف پنج گرم کود دامی گردید (جدول هفت). در گیاه بابونه مصرف کود دامی باعث افزایش میزان کلروفیل b و کلروفیل a گردید (احمدیان و همکاران، ۱۳۸۹). عمرانی و همکاران (۱۳۹۵) در طی یک بررسی در گیاه خرفه مشاهده نمود که تأمین کودهای آلـی (کود مرغی و کود گاوی) منجر به افزایش معنی‌دار کلروفیل a و b نسبت به تیمار شاهد شد. سلطانی نژاد (۱۳۹۲) در طی بررسی‌هایی که بر گیاه خرفه(*Portulaca Oleracea* L.) انجام داد نتیجه گرفت که استفاده از کود آلی منجر به افزایش کلروفیل برگ شد.

درصد اسانس اندام هوایی

اثرات اصلی کود دامی و کودهای بیولوژیک بر درصد اسانس اندام هوایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول شش). مصرف کود دامی باعث افزایش معنی-دار ۴/۲ درصد و ۷ درصد در مقدار اسانس اندام هوایی به-ترتیب به ازای مصرف سطح سه و پنج گرم کود دامی گردید. کاربرد نیتروکسین، کود بارور ۲ و مصرف توأم نیتروکسین + بارور ۲ باعث افزایش معنی‌دار درصد اسانس اندام هوایی به‌ترتیب به‌میزان ۲/۸ درصد، ۳/۲ درصد و ۵/۱ درصد گردید (جدول هفت). احمدیان و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند کودهای دامی به‌طور معنی‌داری باعث افزایش اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)، نسبت به شاهد گردید. کود گاوی موجب افزایش درصد اسانس ریحان (*Ocimum basilicum*) شد (تهامی زرندی و همکاران، ۱۳۸۹). کودهای بیولوژیک نیتروژنوباکتر بر درصد اسانس گیاه آنیسون

(*Pimpinella anisum*) اثر معنی‌دار داشت (Nabizadeh *et al.*, 2012). مصرف کودهای زیستی آزوسپیریلیوم و نیتروژنوباکتر، اثرات مثبتی بر مقدار اسانس انواع گیاهان نعناع گذاشت (Abd El-Hadi Nadia *et al.*, 2012). اثر کود بیولوژیک نیتروکسین بر اسانس گیاه دارویی (*Pimpinella anisum* L.)تأثیر مثبت داشت (درزی و نادعلی، ۱۳۹۴). نجات زاده (۱۳۹۴) گزارش نمود مصرف کودهای زیستی باعث افزایش اسانس گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.) می‌شود.

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات نعناع فلفلی تحت تأثیر کودهای مختلف بیولوژیک و دامی

Table 7. Comparison of mean mint under the influence of different amounts of manure and biofertilizers

Treatments	تیمار	وزن تر بوته F.W. plan (g)	وزن خشک بوته D. W Plant (g)	کلروفیل b Chlo b (mg.gr)	کلروفیل a Chlo a (mg.gr)	درصد اسانس Essential oil content (%)
Manure						
Control (m_0)	بدون کود	172.1 ^{c}	57.37 ^{c}	0.378 ^{b}	0.600 ^{b}	2.15 ^{c}
Manure (3g.kgsoil)(m_1)	کود دامی (۳)	178.8 ^{b}	59.71 ^{b}	0.391 ^{a}	0.605 ^{b}	2.24 ^{b}
Manure (5g.kg soil)(m_2)	کود دامی (۵)	185.3 ^{a}	61.82 ^{a}	0.398 ^{a}	0.615 ^{a}	2.30 ^{a}
Biofertilizers						
Control (b_0)	بدون کود	169.2 ^{c}	56.72 ^{c}	0.386 ^{a}	0.600 ^{a}	2.17 ^{b}
Nitroxin (b_1)	نیتروکسین	178.1 ^{b}	59.57 ^{b}	0.388 ^{a}	0.608 ^{a}	2.23 ^{a}
Barvar2 (b_2)	بارور ۲	182.5 ^{ab}	60.71 ^{ab}	0.387 ^{a}	0.606 ^{a}	2.24 ^{a}
Nitroxin+Barvar$_2$ (b_3)	هر دو کود	184.6 ^{a}	61.55 ^{a}	0.396 ^{a}	0.611 ^{a}	2.28 ^{a}

بین میانگین‌هایی که حداقل دریک حرف مشترک‌اند، در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

€There is no significant difference between mean in at least one common word in the Duncan test at the probability level of 5%.

مقدار نیتروژن و فسفر در برگ بوته

اثرات اصلی کود دامی و کودهای بیولوژیک بر مقدار نیتروژن و فسفر در برگ در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول هشت). مصرف کود دامی بر مقدار نیتروژن در برگ اثر داشت و باعث افزایش معنی‌دار ۳/۶ درصد و ۷/۹ درصد مقدار نیتروژن در برگ بوته به‌ترتیب به ازای مصرف سطح سه و پنج گرم کود دامی گردید؛ همچنین مصرف کود دامی مقدار فسفر برگ را به میزان ۷/۶ درصد به ازای مصرف پنج گرم کود دامی افزایش داد (جدول نه).

کود دامی توانست با ایجاد شرایط مناسب در خاک و افزایش جذب و فراهمی عناصر موردنیاز رشد و نمو گیاه و رشد ریشه سطح جذب را افزایش داده و بر مقدار جذب نیتروژن و فسفر و در نتیجه ذخیره نیتروژن فسفر در برگ بیافزاید؛ افزودن مواد آلی به خاک (به‌صورت طبیعی یا مصنوعی) می‌تواند میزان نیتروژن قابل‌دسترس گیاه را افزایش، میزان سایر عناصرغذایی خاک را تغییر خاکدانه سازی را بهبود و تعداد و انواع جانداران موجود در خاک را تغییر دهد (Shamim and Ahmed, 2010). مواد آلی عامل حیات خاک و همچنین منبع ذخیره عناصرغذایی در نظر گرفته می‌شود. این مواد نقش مهمی در حفظ حاصلخیزی و باروری خاک دارند و به‌عنوان منبع ذخیره نیتروژن، فسفر و گوگرد خاک در نظر گرفته می‌شوند و از شستشوی عناصر غذایی جلوگیری می‌نمایند (Zamil *et al.*, 2004). زمانی باب گهری و همکاران (۱۳۸۹) گزارش دادند که مصرف کود گاوی موجب افزایش غلظت نیتروژن، فسفر و روی شد، در واقع می‌توان گفت میزان غلظت‌های عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در کود دامی بیشتر از خاک می‌باشد. چندی و همکاران (Gendy *et al.*, 2004) اظهار داشتند کود گاوی در گیاه چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) افزایش ترکیبات شیمیایی برگ (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) شد. نتایج این پژوهش نشان داد که اعمال کودهای بیولوژیک بر میزان نیتروژن و فسفر در برگ تأثیر داشت، مصرف توأمان نیتروکسین + بارور ۲، باعث افزایش معنی‌دار مقدار نیتروژن و فسفر در برگ بوته به‌ترتیب به‌میزان ۹/۷ درصد و ۱۶/۱ درصد شد (جدول دو). کودهای زیستی به‌علت

ایجاد شرایط مناسب جذب و فراهمی عناصر مورد نیاز رشد و نمو گیاه مانند نیتروژن و فسفر توانست با افزایش تولید ریشه، در نهایت ذخیره نیتروژن و فسفر را افزایش دهد که مطالعات پژوهشگران مطابقت دارد، باکتری‌های افزاینده رشد گیاه باعث افزایش جذب نیتروژن و فسفر بودند (Rezaeene Zhad, 2001). به‌نظر می‌رسد کاربرد باکتری‌های زیستی می‌تواند سبب بهبود فرآیند معدنی شدن نیتروژن و افزایش قابلیت دسترسی نیتروژن توسط گیاه گردد (Anwar, 2005). مجموع مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در کرفس (*Apium graveolens*) تلقیح شده با تیمارهای مختلف کود تثبیت نیتروژن و کود حل‌کننده فسفات بیشتر از شاهد بود (Mahfouz & Sharf-Eldin, 2007).

جدول ۸- تجزیه واریانس صفات مختلف تحت تأثیر کود دامی و کودهای بیولوژیک در نعناع فلفلی

Table 8. Analysis of variance of different traits affected by manure and biofertilizers in peppermint

			میانگین مربعات M.s				
S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	مقدار نیتروژن Nitrogen content	مقدار فسفر Phosphorus content	عملکرد اسانس Essential oil yield	درصد منتول Menthol percent	درصد منتون Menthone percent
Manure	کود دامی	2	0.6001 *	0.0051 *	0.1343 **	58.102 **	8.7971 *
Biofertilizers	کودبیولوژیک	3	0.6423 *	0.0125 **	0.0637 **	6.0896 *	3.4316 ns
Interaction	اثر متقابل	6	0.0049 ns	0.0001 ns	0.0038 ns	0.2672 ns	0.1103 ns
Error	خطا آزمایش	36	0.2737	0.0009	0.0043	2.9471	2.5632
CV(%)	ضریب تغییرات	-	4.89	9.99	6.36	5.58	9.98

n.s، *،** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

n.s, *, **, respectively, are non-significant, significant at a probability level of five and one percent.

عملکرد اسانس

اثرات اصلی سطوح مختلف کود دامی و کودهای بیولوژیک مورد استفاده در آزمایش باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار بر عملکرد اسانس در سطح احتمال یک درصد شد (جدول هشت). مصرف کود دامی باعث افزایش ۸/۵ درصد و ۱۴/۸درصد عملکرد اسانس به‌ترتیب به ازای مصرف سطح سه و پنج گرم کود دامی گردید (جدول نه). کود دامی با جذب و فراهمی عناصر مورد نیاز رشد و نمو گیاه و با افزایش فتوسنتز و افزایش تولیدات ثانویه در سلول‌ها در نهایت درصد اسانس اندام هوایی و وزن بوته در نهایت عملکرد اسانس را افزایش دهد. کود گاوی موجب افزایش درصد و عملکرد اسانس ریحان شد (تهامی زرندی و همکاران، ۱۳۸۹). تحقیقات نشان داد کود دامی به‌طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد اسانس بابونه آلمانی اسانس و کامازولن نسبت به شاهد گردید (احمدیان و همکاران، ۱۳۹۰). استفاده از کودهای آلی به‌طور معنی-داری باعث بهبود عملکرد اسانس گیاه ریحان شد (میرعرب و همکاران، ۱۳۹۵). کاربرد کود نیتروکسین، کود بارور ۲ و مصرف توأم نیتروکسین + بارور ۲ باعث افزایش معنی‌دار عملکرد اسانس به ترتیب هشت درصد، ۱۰/۲ درصد و ۱۳/۹ درصد گردید (جدول نه). محققان عنوان داشتند مقدار عملکرد اسانس در میوه رازیانه در تیمار کودهای زیستی افزایش یافت (Mahfouz & Sharf-Eldin, 2007). ویل مورگان و همکاران (Velmurugan *et al.*, 2008) اثر کودهای آلی را بر میزان اسانس زردچوبه (*Curcuma longa* L.) را معنی‌دار اعلام کردند. کودهای بیولوژیک نیتروژنوباکتر بر درصد و عملکرد اسانس گیاه آنیسون (*Pimpinella anisum*) اثر معنی‌داری داشتند (Nabizadeh *et al.*, 2012). مصرف کودهای زیستی آزوسپیرلیوم و نیتروژنوباکتر، اثرات مثبتی بر مقدار و عملکرد اسانس انواع گونه‌های نعناع داشت (Abd El-Hadi Nadia *et al.*, 2012). اثر کود بیولوژیک نیتروکسین بر اسانس گیاه دارویی *Pimpinella anisum* L. تأثیر مثبت داشت (درزی و نادعلی، ۱۳۹۴). نجات زاده (۱۳۹۴) گزارش نمود مصرف کودهای زیستی باعث افزایش عملکرد اسانس گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.) گردید.

جدول ۹- مقایسه میانگین صفات نعناع فلفلی تحت تأثیر کودهای مختلف بیولوژیک و دامی

Table 9. Comparison of mean mint under the influence of different amounts of manure and biofertilizers

Treatments	تیمار	مقدار نیتروژن Nitrogen content(g.kg)	مقدار فسفر Phosphorus content(g.kg)	عملکرد اسانس Essential oil yield(g.vase)	درصد منتول Menthol percent (%)	درصد منتون Menthone percent (%)
Manure						
Control (m_0)	بدون کود	5.043 b	0.476 b	.1.236 c	28.90 c	16.81 a
Manure (3g.kgsoil)(m_1)	کود دامی (۳)	5.222 ab	0.496ab	1.341 b	30.72 b	15.97 ab
Manure (5g.kg soil)(m_2)	کود دامی (۵)	5.443 a	0.512 a	1.419 a	32.71a	15.33 b
Biofertilizers						
Control (b_0)	بدون کود	4.998 b	0.453 c	1.233 c	29.86 b	15.42 a
Nitroxin (b_1)	نیتروکسین	5.355 ab	0.488 b	1.332 b	30.69 ab	15.83 a
Barvar2 (b_2)	بارور ۲	5.037 b	0.513 ab	1.359 ab	30.96 ab	16.26 a
Nitroxin+Barvar$_2$ (b_3)	هر دو کود	5.485 a	0.526 a	1.405 a	31.58 a	16.65 a

بین میانگین‌هایی که حداقل دریک حرف مشترک‌اند، در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

There is no significant difference between mean in at least one common word in the Duncan test at the probability level of 5%.

درصد منتول و منتون

اثرات اصلی سطوح مختلف کود دامی بر درصد منتول و درصد منتون به‌ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود و اثرات ساده کودهای بیولوژیک باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار بر درصد منتول در سطح احتمال پنج درصد گردید (جدول هشت). مصرف کود دامی باعث افزایش معنی‌دار ۶/۳ درصد و ۱۳/۲ درصد درصد منتول به‌ترتیب به ازای مصرف سه و پنج گرم کود دامی گردید و همچنین مصرف پنج گرم کود دامی باعث کاهش معنی‌دار ۸/۸ درصد منتون شد (جدول نه). مصرف توأم کود نیتروکسین + کود بارور ۲ باعث افزایش معنی‌دار درصد منتول در اسانس اندام هوایی نعناع فلفلی به‌میزان ۵/۸ درصد گردید (جدول نه). کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش مقدار منتول اسانس دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L) گردید (مهرآفرین و همکاران، ۱۳۹۰). تلقیح رازیانه با *Bacillus megatherium* مقدار آنتول anethol و بنزن benzeen در اسانس افزایش داد (Mahfouz & Sharf-Eldin, 2007). با کاربرد کودهای بیولوژیک مقدار اسانس و کامازولن، اسانس گیاه دارویی بابونه آلمانی افزایش یافت (فلاحی و همکاران، ۱۳۸۸). شرف‌زاده و همکاران (Sharafzadeh *et al*., 2012) گزارش کردند که مصرف نیتروژنوباکتر باعث افزایش تیمول در ترکیبات اسانس آویشن باغی (*Thymus vulgaris*) شد. احمدیان و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند کودهای دامی به‌طور معنی‌داری باعث افزایش کامازولن اسانس گل بابونه آلمانی نسبت به شاهد گردید. به‌نظر می‌رسد کود دامی با افزایش منتول باعث کاهش مقدار منتون در اسانس نعناع فلفلی گردیده است که با تحقیقات شرف زاده و همکاران (Sharafzadeh *et al*., 2012) در آویشن باغی مطابقت دارد.

نتیجه گیری کلی

تحقیقات نشان داد کاربرد کود دامی و کودهای بیولوژیک باعث افزایش میزان خصوصیات کمی مانند عملکرد تر و خشک بوته و برگ‌ها در نعناع فلفلی گردید، ولی اثرات متقابل این دو عامل اثر معنی‌داری بر خصوصیات بیو-شیمیایی مانند درصد اسانس درصد منتول و منتون نداشت، اما اثرات ساده سطوح مختلف تیمارهای کود دامی و کودهای بیولوژیک موجب افزایش درصد اسانس و در نهایت عملکرد اسانس گردید. کلروفیل a نیز تحت تاثیر اثرات ساده تیمارها قرارگرفت و افزایش نشان داد که این امر موجب افزایش فتوسنتز و در نهایت آسیمیلات‌های تولیدی و در نهایت عملکرد کل گردید.

منابع مورد استفاده **References**

احمدیان، ا.، قنبری، ا.، سیاه‌سر، ب.، حیدری، م.، رمرودی، م. و موسوی نیک، س.م. ۱۳۸۹. اثر بقایای کود شیمیایی، دامی و کمپوست بر عملکرد، اجزای عملکرد، برخی خصوصیات فیزیولوژیک و میزان اسانس بابونه تحت شرایط تنش خشکی. پژوهش‌های زراعی ایران، ۸۸(۴): ۶۷۶ - ۶۶۸.

تهامی زرندی، م.ک.، رضوانی مقدم، پ. و جهان، م. ۱۳۸۹. مقایسه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی،۲ (۱) ۷۰ -۸۲.

جهان، م.، نصیری محلاتی، م.، امیری، م.ب. و تهامی، م.ک. ۱۳۹۰. اثر کودهای بیولوژیک بر تولید اسانس و برخی خصوصیات کمی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط کشت گیاهان پوششی زمستانه. مقالات همایش ملی کشاورزی پایدار دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین – پیشوا.

خرم‌دل، س.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. و قربانی، ر. ۱۳۸۷. اثر کاربرد کودهای بیولوژیک بر شاخص‌های رشدی سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) مجله پژوهش‌های زراعی ایران، شماره ۶، ص ۲۸۵ تا ۲۹۴.

درزی، م.ت. و نادعلی، ا. ۱۳۹۴. مطالعه اثر کود بیولوژیک نیتروکسین و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی *Pimpinella anisum* L. در منطقه فیروزکوه. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، جلد ۹ شماره ۱ صفحات ۷۲-۶۳.

زمانی‌باب گهری، ج.، افیونی، م.، خوش‌گفتارمنش، ا.ح. و عشقی‌زاده، ح.ر. ۱۳۸۹. اثر فاضلاب کارخانه، کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر ویژگی‌های خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب‌وخاک، سال ۱۴، شماره ۵۴، ص ۱۵۳ تا ۱۶۵.

سلطانی‌نژاد، ف. ۱۳۹۲. اثر کاربرد جداگانه و تلفیقی کود اوره و کود گاوی بر غلظت کادمیم و عملکرد گیاه دارویی خرفه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران.

فلاحی، ج.، کوچکی، ع.ر. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۷، شماره ۱. صفحه ۱۳۵-۱۲۷.

عمرانی، ب.، فلاح، س.ا. و تدین، م.ر. ۱۳۹۵. واکنش رنگدانه‌های فتوسنتزی، تسهیم ماده خشک و محتوای نیترات گیاه خرفه (*Portulaca oleracea* L.) به تغذیه گیاهی. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی. ۵ (۱۵): ۱۸۱-۱۹۴.

کوچکی، ع.، تبریزی، ل. و قربانی، ر. ۱۳۸۷. ارزیابی اثر کودهای بیولوژیکی بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*) مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۶ (۸): ۱۲۷ - ۱۳۷.

گرگینی شبانکاره، ح.، اصغری‌پور، م.ر. و فاخری، ب.ع. ۱۳۹۴. اثر کودهای زیستی بر شاخص‌های رشد و اسانس بادرشبو (*Dracooephalum moldivica* L) تحت تنش خشکی. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی، جلد ۲۳ صفحات ۱۹۴-۱۸۵.

محبی، ن.، بخش‌کلارستاقی، ک. و فرهمندفرد، ب. ۱۳۹۰. بررسی اثر کود حیوانی و تراکم کاشت بنه بر گلدهی زعفران (*Crocus sativus* L). خلاصه مقالات ششمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان ۱۱ و ۱۲ اسفندماه.

مهرآفرین، ع.، نقدی‌بادی، ح.، پورهادی و.، هادوی، ا.، قوامی، ن. و کدخدا، ز. ۱۳۹۰. پاسخ فیتوشیمیایی و زراعی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L) به کاربرد کودهای زیستی و کود اوره. فصلنامه گیاهان دارویی، سال دهم، دوره چهارم، شماره مسلسل چهلم صفحه ۱۰۷ تا ۱۱۸.

میرعرب، ت.، پیری، ع.، توسلی، ا. و بابائیان، م. ۱۳۹۵. اثر استفاده از کودهای آلی بر ویژگی‌های کمی و کیفی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در منطقه سیستان. نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۱۰ شماره ۲(۳۸) صفحات ۳۳۸-۳۲۷.

نجات زاده، ف. ۱۳۹۴. اثر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن‌دار بر رشد، عملکرد و ترکیب اسانس گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.). مجله تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی – مولکولی. جلد ۵، شماره ۱۹، صفحات ۷۷-۸۴.

Abd El-Hadi Nadia, I.M., Abo El-Ala, H.K., and Abd El-Azim, W.M. 2012. Response of Some *Mentha* Species To Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) Isolated From Soil Rhizosphere. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(4): 4437-4448.

Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A., 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. Analys. 36 (13-14): 1737-1746.

Dahmardeh, M. 2012. Effect of mineral and organic fertilizers on the growth and calyx yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). African Journal of Biotechnology Vol. 11(48), pp. 10899-10902.

Dai, J., Orsat, V., Raghavan, G.S.V., and Yaylayan, V. 2010. Investigation of various factors for the extraction of peppermint (*Mentha piperita* L.) leaves. Journal Food Engineering; 96: 540 -543.

Derwich, E., Benziane, Z., Taouil, R., Senhaji, O., and Touzani, M. 2010. Aromatic plants of morocco: GC/MS analysis of the essential oils of leaves of *Mentha piperita*. Advence Environment Biology. 4(1):80-6.

Fatma, E.M., El-Zamik, I., Tomader, T., El-Hadidy, H.I., Abd El-Fattah. L., and Seham Salem, H. 2006. Efficiency of biofertilizers, organic and in organic amendments application on growth and essential oil pf marjoram (*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous.Agric. Microbiology Dept. Faculty of Agric. Zagazig University and Soil Fertility and Microbiology Dept. Desert Research Center, Cairo, Egypt.

Gendy A.S.H., Said-Al Ahl, H.A.H., and Abeer, A.M. 2012. Growth, Productivity and Chemical Constituents of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Plants as Influenced by Cattle Manure and Biofertilizers Treatments. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6(5):1-12.

Hayat, R., Ali, S., Amara, U., Khalid, R., and Ahmed, I. 2010. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. Annals of Microbiol. 60 (4): 579 - 98.

Khalid, K.A., Abou-Hussien, S.D., and Salman, S.R. 2006. Influence of sulphur and biofertilizer (Sulphur-Oxidizing Bacteria) on the growth, oil and chemical composition of celery plant. Annals of Agricultural Science (Cairo), Vol: 50, Issue: 1, Pages: 249-262.

Kumar, A., Samarth, R.M., and Yasmeen, S. 2004. Anticancer and radioprotective potentials of *Mentha piperita* L. BioFactors. 22 (1-4): 87- 91.

Leung, A.Y., and Foster, S. 1996. Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Food, Drugs & Cosmetic. John Wiley & Sons. pp: 369 - 70.

Mahfouz, S.A., and Sharf-Eldin, M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics. Vol: 21. Issue: 4.Pages: 361-366. 19 refs.

Melero, M. 2008. Long-term effect on soil biochemical status of a vertisol under conservation tillage system in semi-arid Mediterranean conditions.European jurnal of soil biology. 44. 437-442.

Nabizadeh, E., Habibi, H., and Hosainpour, M. 2012. The effect of Fertilizers and biological nitrogen and planting density on yield quality and quantity *Pimpinella anisum* L. European Journal of Experimental Biology, 2 (4):1326-1336

Rezaeene Zhad, Y. 2001. The effect of organic material on chemical chetacteristic of soil element absorbing by *Zea mays* and yield. Journal of agricultural science and natural resources.4:19-21.

Rosen, C.J., Kelling, A.K., Stark, J.C., and Gregory, A.P. 2014. Optimizing Phosphorus Fertilizer Managementin Potato Production. American Journal Potato Research. 91:145–160

Rouzbeh, R., Daneshian, J., and Aliabadi Farahani, H. 2009. Super nitro plus influence on yield and yield components of two wheat cultivars under NPK fertilizer application. J. Plant Breeding and Crop Sci. 1 (8): 293 - 7.

Samavat, S., Lakziyan, A., and Zamirpoor, A. 2001. Effect of vermicompost on growth parameters Tomato plant. Agricultural Science and Industries, 2, 83-88.

Shamim, A.H.M.D., and Ahmed, F. 2010. Response to sulfur and organic matter status by the application of sulfidicmaterials in S deficient soils in Bangladesh: possibilities and opportunities. Report and Opinion.

Sharafzadeh, S., Ordookhani, K. and Naseri, S. 2012. Influence of Different Strains of *Azotobacter* on Essential Oil Components of Garden Thyme. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences. 2 (9): 301-304

Shokrani, F., Pirzad, A., Zardoshti, M.R., and darvishzadeh. R. 2012. Effect of biological nitrogen on the harvest index of flower and essential oil of *Calendula officinalis* L. under End Season Water Deficit Condition. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. Vol. 3 (1), 103-111

Singh, R., Shushni, A.M., and Belkheir, A. 2011. Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita* L. Arabian J. Chem. 1: 1 - 5.

Spaepen, S., and Dobbelaere, S. 2008. Effects of *Azospirillum brasilense* indole-3-acetic acidproduction on inoculated weat plants. Plant Soil, 312: 15-23.

Sumathi, M., Shashekala, S.G., Shankaraiah, N., Ravi Kumar, P., and Kavitha, V. 2012. Effect of nitrogen and VAM levels on herbage and oil yield of Patchouli (*Pogostemon patchouli* Pellet.). International Journal of Scienice.and Nature. VOL. 3(3): 571-579.

Tarhan, S., Telci, I., Tuncay, M.T., and Polatci, H. 2010. Product quality and energy consumption when drying peppermint by rotary drum dryer. Industrial Crops and Products. 32: 420 – 7.

Velmurugan, M., Chezhiyan, N., Jawaharlal, M. 2008. Influence of organic manures and inorganic fertilizers on cured rhizome yield and quality of turmeric (*Curcuma longa* L.) cv. BSR-2. International Journal of Agricultural Sciences. Vol: 4, Issue: 1 Pages: 142-145.

Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil. 255: 571 - 86.

Yazdani, D., Jamshidi, A.H., and Mogab, F. 2002. Comparison on menthol content of cultivated peppermint at different regions of Iran. J. Medicinal Plants; 1 (3): 73 - 7.

Zamil, S.S., Quadir, Q.F., Chowdhury, M.A.H., Al Vahid, A. 2004. Effects of different animal manure on yield quality and nutrient uptake by Mustard (CV. Agrani). BRAC University Journal, 1(2): 59-66.