نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، ص. ۱۸۴-۱۷۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 30, No. 2, Summer 2016, P. 178-184
ISSN: 2008 - 4730

اثر ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بر رشد رویشی و برخی صفات بیوشیمیایی در گیاه دارویی اکلیل کوهی (*Rosmarinus officinalis* L.)

فرزانه نوربخش[۱]- ویدا چالوی[۲*]- وحید اکبرپور[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۱/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۶

چکیده

اکلیل کوهی (*Rosmarinus officinalis* L.) گیاهی چندساله، همیشه سبز و معطر از خانواده نعناعیان است. بخش‌های رویشی این گیاه حاوی اسانس و دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد باکتریایی بوده و در صنایع داروسازی، غذایی و آرایشی و بهداشتی بطور گسترده کاربرد دارند. به منظور بررسی اثر کودهای بیولوژیک بر عملکرد رشد، میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی، فلاونوئیدها، درصد و عملکرد اسانس در گیاه دارویی اکلیل کوهی آزمایشی به صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل ورمی‌کمپوست (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد حجم گلدان) و نیتروکسین (تلقیح و عدم تلقیح) با ۴ تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال‌های ۹۲-۱۳۹۱به اجرا در آمد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان وزن تر (۷۱/۵۵ گرم) و خشک در بوته (۳۱/۳۷ گرم) در تیمار ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین بدست آمد. بیشترین میزان کلروفیل a (۲۵/۸۹ میلی‌گرم در گرم) در تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست، کلروفیل b در تیمارهای ۲۰ و ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست (به ترتیب ۲/۱۳ و ۱/۸۱ میلی‌گرم در گرم) و کلروفیل کل (۲۷/۷۷ میلی‌گرم در گرم) در تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین مشاهده شد. میزان فلاونوئیدهای برگ در تیمار ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین بالاترین مقدار (۶/۳۵ میلی‌گرم در گرم) بود و بیشترین عملکرد اسانس نیز در تیمارهای ۲۰ و ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست (به ترتیب ۰/۲۶۳ و ۰/۲۷۲ گرم در بوته) بدست آمد. این نتایج نشان می‌دهند که کاربرد ورمی‌کمپوست و نیتروکسین به تنهایی و یا به طور همزمان تاثیر مثبت بر رشد، رنگیزه‌ها و اسانس اکلیل کوهی دارند.

واژه‌های کلیدی: عملکرد اسانس، فلاونوئید، کودهای بیولوژیک

مقدمه

عوارض جانبی ناشی از مصرف داروها و مواد شیمیایی سبب روی آوردن بسیاری از مردم به استفاده از فراورده‌های طبیعی و درنتیجه رونق کشت و پرورش گیاهان دارویی در جهان شده است (۱۴ و ۴). اکلیل کوهی (*Rosmarinus officinalis* L.) بوته‌ای، همیشه سبز و بسیار معطر متعلق به تیره نعناعیان (*Lamiaceae*) است و پیکر رویشی گیاه دارای مواد موثره ارزشمندی مانند ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها، مواد تلخ و اسانس می‌باشد. اسانس اکلیل کوهی بی‌رنگ و دارای بویی مطبوع است که خاصیت ضد باکتری و آنتی‌اکسیدانی قوی دارد و مقدار آن گاهی به حدود ۲ درصد نیز می‌رسد (۲۵).

با توجه به محدود بودن منابع آب و خاک و تقاضای رو به رشد برای گیاهان دارویی، می‌توان با بهره‌گیری بهینه از نهاده‌های شیمیایی سبب کاهش هزینه‌های تولید و افزایش عملکرد گیاه در واحد سطح شد. استفاده مداوم و بیش از حد از نهاده‌های شیمیایی در کشاورزی منجر به کاهش عملکرد زراعی گیاهان و ایجاد خطرات زیست محیطی وسیعی خواهند شد (۱ و ۱۲). بنابراین استفاده از کودهای بیولوژیک مانند ورمی‌کمپوست و نیتروکسین که علاوه بر تامین نیاز غذایی گیاه و تضمین عملکرد بالا، سبب افزایش کیفیت محصولات شده و اثرات مخرب زیست محیطی هم ندارند، می‌توانند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشند (۲۳).

کاربرد کودهای بیولوژیک ورمی‌کمپوست و نیتروکسین با افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی به ویژه نیتروژن و تولید برخی هورمون‌های محرک رشد در گیاه موجب افزایش عملکرد در گیاه می‌شوند (۱۹). در بررسی تأثیر نهاده‌های زیستی و آلی در گیاه انیسون مشخص شد کاربرد ورمی‌کمپوست و نیتروکسین با تاثیر مثبت بر بستر رشد گیاه موجب گسترش و افزایش سطح ریشه و در پی آن

۱، ۲ و ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیاران گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*-نویسنده مسئول: Email: v.chalavi@sanru.ac.ir)

افزایش فعالیت فتوسنتزی و تجمع متابولیت‌ها شدند که در نهایت درصد و عملکرد اسانس در گیاه افزایش یافت (۱۰). در پژوهشی دیگر ورمی‌کمپوست و کمپوست و کود بیولوژیک حاوی ازوتوباکتر و سودوموناس در رازیانه به بهبود عملکرد اسانس منجر شدند، هر چند درصد اسانس کاهش نشان می‌دهد، اما ورمی‌کمپوست و کمپوست با افزایش جذب آب و مواد غذایی از ریشه سبب افزایش رشد رویشی می‌شوند که در نهایت عملکرد اسانس در بوته را افزایش می‌دهد (۱۵). همچنین گزارش شده در بابونه‌ی آلمانی، کاربرد ورمی‌کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار و کود زیستی نیز ضمن بهبود شرایط بستر با تولید هورمون‌هایی اطراف ریشه گیاه موجب بهبود جذب عناصر غذایی به ویژه نیتروژن شده و عملکرد بیولوژیک و میزان اسانس گیاه را افزایش داده‌اند (۲۰). کاربرد کودهای بیولوژیک موجب افزایش میزان اسانس در علف لیمو نیز شده است (۱۸). با توجه به اهمیت تولید ارگانیک گیاهان دارویی و کمبود دانش علمی در این زمینه برای گیاه دارویی اکلیل کوهی، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک، رنگیزه‌های فتوسنتزی، میزان فلاونوئیدها، درصد و عملکرد اسانس در اکلیل کوهی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به صورت گلدانی در سال ۹۲-۱۳۹۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. این منطقه دارای طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی است و در ارتفاع ۱۶ متر از سطح دریا قرار دارد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار شامل سطوح ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست (V_X)، ۲ سطح تلقیح و عدم تلقیح با نیتروکسین (Ni) و ٤ تکرار اجرا شد. پیش از شروع آزمایش نمونه خاک پایه و ورمی‌کمپوست مورد استفاده در این آزمایش مورد تجزیه فیزیکی و شیمیایی قرار گرفتند که نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

شرایط کاشت و نگهداری گیاهان: بسترهای کشت با مخلوط کردن سطوح مختلف ورمی‌کمپوست با خاک پایه در گلدان آماده شدند. سپس، قلمه‌های یکساله ریشه‌دار شده و یکنواخت از نظر اندازه برای استفاده در آزمایش تهیه و انتخاب شدند. ریشه قلمه‌ها کاملاً از خاک اولیه جدا شد و پس از شستشو و هرس، در بسترها کاشته شدند. در تیمارهای تلقیح با نیتروکسین ریشه گیاهان به مدت ۱۰ دقیقه در محلول نیتروکسین آماده شده (نسبت ۱ به ۱۰ با آب) غوطه‌ور شده و سپس کاشته شدند. کوددهی با محلول نیتروکسین در طی ۲ مرحله بر اساس توصیه شرکت تولید کننده به فاصله ۴۵ روز انجام شد. آبیاری با توجه به نیاز گیاه در طول مرحله رشد انجام شد.

اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی، فلاونوئیدها و اسانس: پیکر رویشی گیاه برای انجام آزمایشات در مرداد ماه برداشت شد. رنگیزه‌های فتوسنتزی بر اساس روش استخراج با متانول و اندازه‌گیری طیف نور جذبی محلول به روش پورا و همکاران (۱۷) و فلاونوئیدها با استفاده از معرف آلومینیوم کلرید و دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شدند (۵). وزن تر و وزن خشک بوته پس از خشک شدن در آون ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ توزین شدند. استخراج اسانس از پودر خشک گیاه و به روش تقطیر با آب به مدت ۳ ساعت و با استفاده از دستگاه کلونجر انجام شد. درصد اسانس پس از رطوبت‌زدایی آن توسط سولفات سدیم به صورت حجمی محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS ver 9.1 و MSTAT-C انجام شد. تجزیه واریانس صفات به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین داده ها بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و ورمی کمپوست مورد استفاده

Table 1- Some physical and chemical properties of applied soil and vermicompost

	بافت	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphorus	پتاسیم Potassium
	texture		(ds/m)	(%)	(Ppm)	
خاک Soil	رسی- لومی Clay-Loam		0.85	0.26	5.5	292
ورمی کمپوست Vermicompost	_	7.64	1.12	1.55	4000	4000

نتایج

تاثیر تیمارها روی صفات ظاهری و بیوشیمایی عملکرد ماده تر و خشک

بررسی جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر متقابل ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بر میزان وزن تر بخش هوایی گیاه در سطح یک درصد معنی‌داری شد. بر همین اساس، بالاترین عملکرد ماده تر در تیمار ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست به همراه تلقیح با نیتروکسین به میزان ۷۱/۵۵ گرم ماده تر و کمترین میزان در تیمارهای ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد با تلقیح نیتروکسین و شاهد به ترتیب ۴۴/۴۰ و ۴۵/۶۲ گرم بدست آمد (جدول ۳). عملکرد وزن خشک اندام‌های هوایی نیز تحت تأثیر اثر متقابل کاربرد ورمی‌کمپوست و نیتروکسین اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد نشان داد و بالاترین مقدار وزن خشک ۳۱/۳۷ گرم در تیمار ورمی‌کمپوست ۴۰ درصد با تلقیح نیتروکسین و کمترین میزان وزن خشک در تیمارهای شاهد و کاربرد نیتروکسین (V0Ni) به ترتیب ۱۸/۷۹ و ۱۷/۶۸ گرم بدست آمدند.

رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b و کل)

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشخص گردید، میزان کلروفیل a و کلروفیل کل تحت اثر متقابل ورمی‌کمپوست و نیتروکسین قرار گرفتند اما میزان کلروفیل b تنها به تیمارهای ورمی‌کمپوست واکنش نشان داد. بیشترین میزان کلروفیل a ۲۵/۸۹ میلی‌گرم در گرم در تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست بدست آمد که از لحاظ آماری با تیمارهای ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین (۲۵/۴۰ میلی‌گرم در گرم) و ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست به همراه تلقیح با نیتروکسین (۲۵/۶۹ میلی‌گرم در گرم) در یک سطح قرار گرفت و کمترین میزان کلروفیل a در تیمار تلقیح نیتروکسین بدون کاربرد ورمی‌کمپوست به میزان ۲۱/۳۱ میلی‌گرم در گرم بود (جدول ۳). بیشترین مقدار کلروفیل b در تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست به میزان ۲/۱۳ میلی‌گرم در گرم بود که با تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست (۱/۸۱ میلی‌گرم در گرم) تفاوت معنی‌داری ندارد (جدول ۶). بالاترین میزان کلروفیل کل در تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین به میزان ۲۷/۷۷ میلی‌گرم در گرم حاصل شد که با تیمارهای ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین (۲۷/۳۳ میلی‌گرم در گرم)، ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست (۲۷/۳۰ میلی‌گرم در گرم) و ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین (۲۶/۲۹ میلی‌گرم در گرم) در یک رده آماری قرار دارد (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست و نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک و رنگیزه‌های فتوسنتزی در اکلیل کوهی

Table 2- Analysis of variance for vermicompost and nitroxin effects on biological yield and photosynthetic pigments in rosemary

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)				
		کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total Chlorophyll	وزن تر اندام هوایی Fresh weight	وزن خشک اندام هوایی Dry weight
ورمی کمپوست (A) Vermicompost	4	10.21**	1.43**	17.2**	523.64**	125.38**
نیتروکسین (B) Nitroxin	1	3.48 ns	0.82 ns	0.9 ns	1.64 ns	0.56 ns
A*B	4	5.13**	0.53 ns	8.5**	101.46**	24.5**
خطای آزمایش Error	30	1.15	0.22	1.49	20.01	5.81
ضریب تغییرات (٪) C.V	–	4. 43	30.19	4. 75	7.97	9.99

ا **، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

* , ** and ns significant at 5 and 1% levels of probability and non- significant; respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل کاربرد ورمی‌کمپوست × نیتروکسین بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه اکلیل کوهی

Table 3- Mean comparison for interaction effect of vermicompost ×nitroxin application on morphological and physiological characteristics of rosemary plant

تیمار Treatment	وزن تر اندام هوایی Fresh weight (g)	وزن خشک اندام هوایی Dry weight (g)	کلروفیل a Chlorophyll a (mg/g)	کلروفیل کل Total Chlorophyll (mg/g)
Control	45.62 ef	18.79 e	23.82 c	24.96 cd
V0+Ni	44.4 f	17.68 e	21.31 d	22.00 e
V10	53.97 cd	22.44 d	24.69 abc	25.66 bcd
V10+Ni	51.12 de	23.31 cd	25.69 ab	28.33 ab
V20	57.95 bc	24.02 cd	24.26 bc	25.85 bcd
V20+Ni	60.55 b	25.45 bcd	25.40 ab	27.77 a
V30	61.96 b	28.07 ab	25.89 a	27.30 ab
V30+Ni	52.03 cde	23.31 cd	24.41 abc	26.29 abc
V40	61.15 b	26.61 bc	24.31 bc	25.48 cd
V40+Ni	71.55 a	31.37 a	23.19 c	24.37 d

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک باهم اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ با استفاده از آزمون LSD درصد ندارند.

In each column, means having at least one similar letter are not significantly different at 5% level according LSD test.

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست و نیتروکسین بر صفات بیوشیمیایی در اکلیل کوهی

Table 4- Analysis of variance for vermicompost and nitroxin effects on biochemical properties of rosemary

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of Squares: فلاونوئید برگ Leaf flavonoid (Mg/g)	اسانس Essential oils (%)	عملکرد اسانس Essential oils yield
ورمی کمپوست (A) vermicompos	4	5.69**	0.131**	0.0115**
نیتروکسین (B) Nitroxin	1	0.002 ns	0.06*	0.048 ns
A×B	4	7.18**	0.047**	0.004*
خطای آزمایش Error	30	0.68	0.01	0.0012
ضریب تغییرات C.V (٪)	–	18.61	11.57	16.33

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و۵ درصد و غیرمعنی‌دار

* , ** and ns Significant at 5 and 1% levels of probability and non- significant; respectively.

فلاونوئید برگ

بیشترین میزان فلاونوئید برگ در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد با تلقیح نیتروکسین به مقدار ۶/۳۵ میلی‌گرم در گرم) بدست آمد و پس از آن تیمارهای ورمی‌کمپوست ۲۰ درصد (۵/۶۸ میلی‌گرم در گرم) و کاربرد نیتروکسین بدون ورمی‌کمپوست (۵/۶۰ میلی‌گرم در گرم) قرار گرفته‌اند (جدول ۵) که همگی در یک گروه آماری قرار دارند و با سایر تیمارها اختلافی معنی‌داری درسطح یک درصد نشان می‌دهند (جدول ۴).

درصد و عملکرد اسانس

بر اساس نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (۴) اثر متقابل بین ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بر درصد و عملکرد اسانس به ترتیب تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد داشتند. بیشترین درصد اسانس در تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست به مقدار ۱/۱ بدست آمد که با تیمارهای ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست (۱/۰۲۵)، ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست به همراه تلقیح با نیتروکسین (۱/۰۱۲) و ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست (۰/۹۶۲) در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین میزان درصد اسانس نیز مربوط به تیمارهای ۴۰ درصد

ورمی‌کمپوست به همراه تلقیح با نیتروکسین (۰/۶۳۷) و شاهد (۰/۷۵) بود. همچنین بالاترین عملکرد اسانس در تیمارهای ۲۰ و ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست به ترتیب ۰/۲۶۳ و ۰/۲۷۲ گرم در بوته بدست آمد که با تیمارهای ۲۰ درصد به همراه تلقیح با نیتروکسین (۰/۲۳۲ گرم) و ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست به همراه تلقیح با نیتروکسین (۰/۲۳۸ گرم) و ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست (۰/۲۲۹ گرم) در یک گروه آماری قرار دارند، کمترین عملکرد اسانس در تیمار شاهد به میزان ۰/۱۴۱ گرم در بوته حاصل شد (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل کاربرد ورمی کمپوست × نیتروکسین بر صفات بیوشیمیایی گیاه اکلیل کوهی

Table 5- Mean comparison for interaction effect of vermicompost ×nitroxin application on biochemical characteristics of rosemary plant

تیمار Treatment	فلاونوئید برگ Leaf flavonoid (mg/g dry weight)	درصد اسانس Essential oil (%)	عملکرد اسانس Essential oils yield ($g.plant^{-1}$)
Control	3.79 de	0.75 de	0.141 e
V0+Ni	5.60 ab	0.912 bc	0.16 de
V10	5.05 bc	1.025 ab	0.229 ab
V10+Ni	6.35 a	1.012 ab	0.238 ab
V20	5.68 ab	1.1 a	0.263 ab
V20+Ni	3.14 e	0.912 bc	0.232 ab
V30	4.61 bcd	0.962 ab	0.272 ab
V30+Ni	3.12 e	0.762 de	0.177 cde
V40	3.08 e	0.788 cd	0.21 bc
V40+Ni	3.93 cde	0.637 e	0.198 bcd

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک باهم اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ با استفاده از آزمون LSD درصد ندارند.

In each column, means having at least one similar letter are not significantly different at 5% level according LSD test..

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر ساده ورمی کمپوست بر مقدار رنگیزه کلروفیل b در گیاه اکلیل کوهی

Table 6- Mean comparison for effect of vermicompost on the chlorophyll b pigments in rosemary plant

تیمارها Treatment	V0	V10	V20	V30	V40
کلروفیل b Chlorophyll b (mg/g)	1.05 c	1.46 bc	2.13 a	1.81 ab	1.33 bc

بحث

افزایش عملکرد ماده تر و خشک گیاه را می‌توان، احتمالاً، به دلیل فراهم شدن شرایط مناسب رشد به خاطر وجود ورمی‌کمپوست در بسترهای کشت دانست. کاربرد این کود با افزایش مواد آلی سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب و تهویه بهتر هوای اطراف ریشه می‌شود. همچنین فرم قابل جذب عناصر غذایی موجود در آن امکان جذب بیشتر و آسان‌تر این مواد برای گیاه را فراهم می‌کند که منجر به افزایش رشد و عملکرد ماده خشک در گیاه خواهد شد (۳). در همین زمینه گزارش شده است که مصرف تلفیقی ورمی‌کمپوست به میزان ۵ تن در هکتار به همراه کود شیمیایی سبب بهبود شرایط بیولوژیکی خاک و فراهم نمودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و افزایش محسوس در عملکرد ریحان شد (۲). همچنین در رازیانه، کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش عملکرد گیاه گردید (۷) که با نتایج این آزمایش مشابه می‌باشند. ورمی‌کمپوست ضمن غنی بودن از نظر مواد غذایی، شرایط مناسبی برای رشد میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی از جمله باکتری‌های موجود در نیتروکسین فراهم می‌آورد. این میکروارگانیسم‌ها نیز با افزایش میزان نیتروژن در دسترس گیاه و تولید و ترشح هورمون‌های محرک رشد اکسین، جیبرلین و ویتامین‌ها در اطراف ریشه موجب تحریک رشد و تقسیم سلولی و افزایش فتوسنتز در گیاه می‌شوند که در نتیجه آن بیوماس گیاه افزایش می‌یابد. در پژوهشی بر روی ریحان، استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین به همراه پلیمرهای سوپر جاذب و بیوسولفور توانسته‌اند میزان وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه را افزایش دهند (۲۲). در آزمایشی دیگر، کاربرد کودهای بیولوژیک نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس به همراه کود اوره سبب افزایش قابل توجه وزن تر و

خشک برگ و ساقه نسبت به تیمار شاهد (بدون کود) در نعناع فلفلی شد (۱۳) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارند. استفاده از ورمی‌کمپوست و نیتروکسین علاوه بر فراهم نمودن مقدار زیادی عناصر غذایی بخصوص نیتروژن، با تعدیل pH خاک جذب بسیاری از ریزمغذی‌ها مانند روی و آهن را، که در چرخه‌های فتوسنتزی و ساختمان سیتوکروم‌ها نقش دارند، افزایش می‌دهد. افزایش جذب این ریز مغذی‌ها که نقش اساسی در ساختار و تولید کلروفیل دارند سبب افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌شوند. در همین زمینه، در پژوهشی بر روی ریحان، گزارش شده که استفاده از نیتروکسین به همراه کود شیمیایی به واسطه افزایش میزان نیتروژن قابل جذب برای گیاه توسط باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن موجود در نیتروکسین سبب افزایش میزان کلروفیل می‌شود (۲۴). کاربرد کمپوست نیز موجب افزایش رشد، تولید برگ بیشتر، افزایش میزان کلروفیل a وb و در نتیجه آن افزایش سطح فتوسنتز در کدو شده که دلیل آن، افزایش جذب ازت توسط ریشه بیان شد (۲۱). همچنین در پژوهش حاضر، بهبود شرایط رشد گیاه تا حدی موجب افزایش میزان فلاونوئیدهای موجود در برگ شد که با نتایج حاصل از آزمایش دهقانی مشکانی (۸) مبنی بر افزایش میزان فلاونوئیدها با کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و سوپر نیتروپلاس در بابونه شیرازی مشابه می‌باشد.

در تفسیر نتیجه حاصل از بهبود اسانس ممکن است که دسترسی گیاه به مقدار مناسب مواد غذایی، توانسته باشد که درصد و عملکرد اسانس را بهبود ببخشد. از سویی جذب عناصر غذایی از طریق تأثیر بر فعالیت‌های متابولیسمی و ساخت و ساز بر افزایش عملکرد در گیاه تأثیر می‌گذارد، نیتروژن از طریق شرکت در ساختار کلروفیل و تولید کربوهیدرات‌های لازم جهت بیوسنتز و رشد، در پدیده فتوسنتز مؤثر است (۹ و ۱۲) و از سویی دیگر بین فتوسنتز و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی و تولید اسانس رابطه‌ی مستقیمی وجود دارد (۱۱). فرآیند فتوسنتز منجر به تولید کربوهیدرات‌هایی چون گلوکز که پیش ماده مناسب در سنتز اسانس به ویژه منوترپن‌ها می‌شود (۶). همچنین با افزایش رشد رویشی و تعداد برگ در گیاه، تعداد روزنه‌ها (در بوته) به عنوان مسیر ورودی CO_2 و گلوکز تولیدی طی فتوسنتز بیشتر شده و انرژی لازم جهت سنتز ترکیبات اسانس فراهم و میزان اسانس افزایش می‌یابد (۱۶).

طبق بررسی‌های انجام شده، این اولین گزارشی است که اثر کاربرد همزمان ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بر گیاه دارویی اکلیل کوهی را مورد بررسی قرار داده است. یافته‌های این پژوهش به خوبی نشان می‌دهند که کاربرد همزمان این کودهای بیولوژیکی تاثیر مثبت بر رشد، میزان مواد مؤثره و اسانس گیاه دارویی اکلیل کوهی دارند.

منابع

1- Adediran J.A., Taiwo L.B., Akande M.O., Sobulo R.A. and Idowu O.J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. Journal of Plant Nutrition, 27: 1163-1181.
2- Anwar M., Patra D. D., Chand S., Alpesh K., Naqvi A. A., and Khanuja S. P. S. 2005. Effects of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. Communications in Soil Sciences and Plant Analysis. 36: 1737-1746.
3- Arancon N., Edwards C.A., Bierman P., Welch C and Metzger J.D., 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology. 93: 145-153.
4- Carruba A., La Torre R., and Matranga A. 2002. Cultivation trials of some aromatic and medicinal plants in a semiarid Mediterranean environment. Proceeding of an international conference on MAP. Acta Horticulture (ISHS). 576: 207-213.
5- Chang CC., Yang M.H., Wen HM and Chern J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Food Drug Anal. 10: 178 – 82.
6- Croteau r., Burbott A.Y. and Lommis W.D. 1972. Biosynthesis of monoed sesquiterpenes in peppermint. phytochemistry. 11:2937-2948.
7- Darzi M.T., Ghalavand A., and Rejali F. 2008. Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphate biofertilizer application on flowering, biological yield and root colonization in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Crop Sciences. 10 (1):88-109.
8- Dehghani moshkani M. R., Naghdi badi H., Darzi M.T., Mehrafarin A., Rezazadeh Sh., and Kadkhoda Z. 2011. Effect of biological and chemical fertilizers on yield and quality of Shirazi chamomile (*Matricaria recutita* L.). Journal of Medicinal Plants. 10(2): 35-48.
9- Ebrahimzadeh J. 1998. Plant Physiology. vol 1: 78-79.
10- Khalesro Sh., Ghalavand A., Sefidkon F., and Asgharzadeh A. 2012. The effect of biological and organic inputs on quantity and quality of essential oil and some elements content of anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 27(4): 551-560.
11- Kokkini s., Karousou D., and Vokou D. 1994. Pattern of geographic variation of *organum Vulgari* trichumes and essential oil content in Greece. Biochem syst Ecol. 22: 517-528.
12- Malakooti M. 1996. Sustainable agriculture and increase application performance optimization in Iran. Publication of Agricultural Education. 377-379.

13- Mehrafarin A., Nghdi badi H., Poorhadi M., Hadavi A., Ghavami N., and Kadkhoda Z. 2011. Phytochemical and field response of Peppermint (*Mentha piperita* L.) to use of bio-fertilizers and urea. Journal of Medicinal Plants. 10(4): 107-118.
14- Moradi R. 2009. Effects of biological and organic fertilizers on yield, yield components and the essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare*). MS Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
15- Moradi R., Rezvani Moghaddam P., Nasiri Mahallati M., and Nezhadali A. 2011 . Effects of organic and biological fertilizers on fruit yield and essential oil of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* var. dulce). Spanish Journal of Agricultural Research. 9(2):546-553.
16- Niakan M., Khavari nezhad R., and Rezai M. 2004. Effect of Different ratios of three fertilizer N, P, K on fresh weight and dry weight, leaf area and plant essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 20(2): 131-148.
17- Porra R., J., Thomposon W.A., and Kriedemann P.E. 1989. Determination of accurate extinction coefficients Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. Photosynthesis Research. 975: 384-394.
18- Ratti N., Kumar S., Verma H.N. and Gautam S.P.2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. motia by rhizobacteria, AMF and Azospirillum inoculation Microbiological Research, 156: 145-149.
19- Saleh rastin N. 1998. Biofertilizers. Journal of Water and Soil Sciences. 12(3): 1-36.
20- Salehi A., Ghalavand A., Sefidkon F., and Asgharzade A. 2011. The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 27(2):188-201.
21- Sedghi moghadam M., and Mirzai M. 2008. Effects of municipal solid waste compost on some quantitative and qualitative properties of pumpkin. Proceedings of the Third National Congress of recycling and use of renewable resources in organic farming. April. 2008.
22- Shah hoseini R., Omidbaigi R., and kiani D. 2012. Effect of Nitroxin and biosulfur bio-fertilizers and Super absorbent Polymers on growth, yield and quality of essential oil of basil herb. Journal of Horticultural Science. 26(3): 246-254.
23- Sharma A.K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture Agrobios, India.300p.
24- Weisany W., Rahimzadeh S., and Sohrabi Y. 2012. Effect of biofertilizers on morphological, physiological characteristic and essential oil content in basil (*Ocimum basilicum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 28(1): 73-87.
25- Zargari A. 1997. Medicinal Plants. vol 4: 71-75.