



به‌زرعی کشاورزی

دوره ۱۹ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۶

صفحه‌های ۱۸۷-۱۷۷

تأثیر نانوکود فسفر و ورمی کمپوست بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس بابونه آلمانی

محبوبه آشناور^{۱*}، محمدعلی بهمنیار^۲، وحید اکبرپور^۳ و نیره قربانی^۴

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۲. استاد گروه علوم خاک، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۳. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۴. دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۱/۲۲

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۱۲/۰۲

چکیده

مدیریت کود یک عامل مهم در موفقیت کشت گیاهان دارویی است و در این بین شناسایی کودهای سازگار با طبیعت و مناسب برای گیاه، می‌تواند اثرات مطلوبی بر شاخص‌های کمی و کیفی گیاه داشته باشد. بدین منظور، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با دو عامل نانوکود فسفر به‌صورت محلول‌پاشی برگی (صفر، ۲ و ۴ گرم در لیتر) در سه مرحله و ورمی‌کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰ درصد وزن خاک گلدان)، با سه تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۹۳ اجرا گردید. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن بود که تمام صفات مورد بررسی نظیر تعداد گل در بوته، وزن تر و خشک گل‌ها، درصد و عملکرد اسانس و درصد کامازولن در گیاه بابونه آلمانی تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفتند. به‌طوری‌که، بیشترین تعداد گل در بوته، وزن تر و خشک گل‌ها و عملکرد اسانس از تیمار ۲ گرم در لیتر نانوکود فسفر + ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست به دست آمد و کمترین مقدار نیز مربوط به تیمار شاهد بود. حداکثر درصد اسانس گل‌ها (۴/۴۶ درصد) در اثر کاربرد بالاترین سطوح کودی (۴ گرم در لیتر نانوکود فسفر + ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست) حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد ۴۳ درصد افزایش داشت. همچنین، درصد کامازولن در تیمار شاهد بیشترین مقدار (۱۵/۹ درصد) را به خود اختصاص داد که با تیمار ۲ گرم در لیتر نانوکود فسفر + ۵ درصد ورمی‌کمپوست (۱۵/۴۳ درصد) در یک سطح آماری قرار داشت.

کلیدواژه‌ها: اسانس، کامازولن، گیاهان دارویی، نانوکود فسفر، ورمی‌کمپوست.

۱. مقدمه

امروزه در کشت ارگانیک علاوه بر کمیت تولید، به کیفیت، ثبات و پایداری در تولید نیز توجه خاص می‌شود، با این- حال به یکباره نمی‌توان کودهای شیمیایی را از سیستم‌های زراعی حذف نمود، زیرا لازمه پایداری در کشاورزی، اطمینان از درآمد کافی و امنیت غذایی است. در این رابطه کاربرد توأم کودهای شیمیایی و آلی، نه تنها کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد، بلکه سبب ذخیره انرژی، کاهش آلودگی محیط زیست، بهبود شرایط فیزیکی خاک و قابلیت جذب آنها توسط گیاه می‌شود [۲ و ۳۱].

یکی از عمده‌ترین منابع تأمین‌کننده مواد آلی در خاک‌ها در کشاورزی ارگانیک، ورمی‌کمپوست می‌باشد که امروزه با توجه به اهمیت کودهای آلی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است [۱۸ و ۲۸]. ورمی‌کمپوست، نوعی کمپوست تولید شده به کمک کرم‌های خاکی است که در نتیجه تغییر و تبدیل و هضم نسبی ضایعات آلی، کود دامی و بقایای گیاهی و غیره در ضمن عبور از دستگاه گوارش این جانوران به وجود می‌آید [۲۱]. از آنجاکه، کرم‌های خاکی قادر به شکستن مواد آلی می‌باشند، لذا نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سایر عناصر معدنی موجود در بستر کشت را آزاد می‌کنند و به مقدار بیشتری در اختیار گیاهان قرار می‌دهند. ورمی‌کمپوست علاوه بر تأثیر بر غلظت عناصر غذایی موجود در خاک، بر خواص شیمیایی خاک، هدایت الکتریکی، درصد مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، اسیدیته و همچنین بر خواص فیزیکی خاک نیز تأثیر می‌گذارد [۲۱ و ۳۴].

در پژوهشی که به‌منظور تأثیر مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست بر گیاه دارویی ریحان^۱ صورت گرفت، بیان شد که مصرف ۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی، برتری بارزی از نظر عملکرد، نسبت

به تیمار شاهد (بدون مصرف کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست) داشت [۲۲]. در آزمایشی دیگر، ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی رازیانه^۲ شد [۷]. همچنین، در مطالعه‌ای که روی گیاه دارویی درمنه^۳ انجام گرفت، نتایج نشان داد که مصرف ورمی‌کمپوست موجب بهبود عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد (بدون مصرف کود) گردید که بهبود عملکرد اسانس در این گیاه ناشی از افزایش ماده خشک حاصل از مصرف ورمی‌کمپوست بود [۳۵].

بخش کشاورزی از جمله مهم‌ترین عرصه‌هایی است که با استفاده از دستاوردهای فناوری نانو منافع زیادی را به دست خواهد آورد. یکی از مهم‌ترین کاربردهای فناوری نانو در کشاورزی، استفاده از نانوکودها برای تغذیه گیاهان می‌باشد [۸]. با به‌کارگیری نانوکودها به‌عنوان جایگزین مناسب کودهای مرسوم، عناصر غذایی کود به‌صورت کنترل شده و به تدریج در خاک آزاد می‌شوند. استفاده از نانوکودها منجر به افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی، کاهش سمیت خاک، به حداقل رسیدن اثرات منفی ناشی از مصرف بیش از حد کود و کاهش تعداد دفعات کاربرد کود می‌شود [۱۹]. علاوه بر آن می‌توان کودهای شیمیایی زیست‌سازگار^۴ ایجاد کرد و از آلودگی محیط‌زیست و شوری بیش از حد خاک پرهیز نمود [۳۸]. به‌طور کلی، فناوری نانو در زمره فناوری‌های جدیدی است که هنوز در مرحله آغازین رشد خود قرار دارد. فسفر یکی از عناصر پرمصرف مورد نیاز گیاه است که برخلاف نیترات، چندان در خاک متحرک نیست [۲۹]. در تحقیقی که بر روی گیاه دارویی بابونه آلمانی^۵ صورت گرفت، مشخص شد که تعداد گل و وزن تر و خشک گل این گیاه با افزایش غلظت کود

2 *Foeniculum vulgare* Mill.

3 *Artemisia pallens*

4 Eco-friendly

5 *Matricaria chamomilla* L.

1 *Ocimum basilicum*

تأثیر نانوکود فسفر و ورمی کمپوست بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس بابونه آلمانی

با توجه به نیاز صنایع داروسازی و صنایع آرایشی و بهداشتی به گیاه دارویی بابونه آلمانی و همچنین سابقه کشت کم این گیاه در ایران به‌ویژه در استان مازندران، هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر کود آلی ورمی کمپوست و نانوکود فسفر بر عملکرد کمی و کیفی گیاه بابونه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۳ در گلخانه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲ عامل نانوکود فسفر (صفر، ۲ و ۴ گرم در لیتر) به‌صورت محلول‌پاشی برگ‌ها و ورمی کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰ درصد وزنی خاک گلدان)، در ۳ تکرار اجرا گردید. برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

فسفر، افزایش یافت [۱۶]. فسفر باعث افزایش کربوهیدرات‌ها، قندهای محلول و ترکیب‌های معدنی در شاخساره، گل و ریشه بابونه آلمانی شده است و در نتیجه افزایش وزن تر و خشک اندام‌های مختلف گیاه را سبب شد [۲۰].

بابونه آلمانی یکی از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین گیاهان دارویی بوده که متعلق به تیره کاسنی است. به‌طوری‌که نام این گیاه در فارماکوپه‌های ۲۶ کشور وجود دارد. بابونه گیاهی یک‌ساله، با ساقه راست و انشعاباتی دپییم مانند است که به کاپیتول‌های زیادی با گل‌های زبانه‌ای سفید و گل‌های لوله‌ای زرد رنگ منتهی می‌شود. اثرات شفابخش این گیاه شامل ضد التهاب، ضد عفونی‌کننده، داروی مسکن و ضد تشنج می‌باشند. گل‌های بابونه حاوی ۱۲۰ ترکیب شیمیایی شامل ترپنوئیدها، فلاونوئیدها و موسیلاژ است. از مهم‌ترین ترکیبات اسانس بابونه می‌توان کامازولن، آلفایسابلول و فارنزن را نام برد [۳].

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش^۱

بافت	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	کربن آلی (%)	نیترژن (%)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)
لومی-رسی	۷/۵۱	۱/۲۶	۲/۱	۰/۱۸	۳۱/۵	۳۱۱

جدول ۲. برخی ویژگی‌های شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش

اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	کربن آلی (%)	نیترژن (%)	فسفر قابل جذب (%)	پتاسیم قابل جذب (%)
۷/۶۴	۱/۱۲	۸/۷۲	۱/۵۵	۰/۴	۰/۴

1 Asteraceae

و درجه حرارت ستون نیز در ابتدا، به میزان ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱/۵ دقیقه تنظیم شد. تغییر دما به میزان ۸ درجه سانتی‌گراد در دقیقه تا رسیدن به ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. در نهایت، در این درجه حرارت به مدت ۲۵ دقیقه ثابت ماند. سپس با افزایش ۱۵ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد رسید و ۴/۵ دقیقه در این دما ثابت ماند. براساس زمان بازداری پیک‌های خروجی و با استفاده از استانداردها، مقدار کامازولن مشخص شد [۲۵].

داده‌های به دست آمده توسط نرم‌افزارهای آماری SAS (نسخه ۹/۱) و MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام پذیرفت. ترسیم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) حاکی از این بود که تیمارهای مختلف نانوکود فسفر و ورمی‌کمپوست و اثر متقابل آن‌ها، تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفات مورد ارزیابی در گیاه دارویی بابونه آلمانی داشت.

تعداد گل در بوته: نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ۴) نشان می‌دهد که بیشترین تعداد گل از تیمار ۲ گرم در لیتر نانوکود فسفر به صورت محلول‌پاشی به همراه ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست حاصل شد که نسبت به شاهد (بدون مصرف نانوکود فسفر و ورمی‌کمپوست)، ۲/۹ برابر افزایش یافت. همچنین، با تیمار عدم مصرف نانوکود فسفر به همراه ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست از نظر آماری در یک سطح قرار گرفت.

بذرهای بابونه آلمانی به دلیل ریز بودن، در اواخر شهریور به صورت سطحی در گلدان‌ها کشت شدند. تیمار ورمی‌کمپوست قبل از کشت به خاک اضافه گردید. نیمه اول آبان، زمانی که ارتفاع بوته‌ها به ۲۰ سانتی‌متر رسید نیز محلول‌پاشی برگ‌های نانوکود فسفر آغاز و در سه مرحله و به فاصله هر ۲۰ روز یکبار انجام شد. کنترل علف‌های هرز با دست صورت گرفت و آبیاری گلدان‌ها نیز به صورت منظم و زمانی که ۶۰ درصد آب قابل استفاده در خاک گلدان موجود بود، صورت پذیرفت.

در این آزمایش برخی از صفات مانند تعداد گل در بوته، وزن تر گل‌ها، وزن خشک گل‌ها، درصد اسانس، عملکرد اسانس و درصد کامازولن اندازه‌گیری شد. عملیات برداشت گل‌ها در طول دوره گلدهی و به صورت هفتگی با دست انجام شد. گل‌های برداشت شده به مدت دو روز در سایه و هوای آزاد خشک و سپس آسیاب شدند. وزن تر و خشک گل‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید. پس از خشک کردن گل‌ها، اسانس‌گیری از گل‌های بابونه آلمانی توسط روش تقطیر با آب در دستگاه کلونجر (به نسبت ۱ به ۱۰ وزن خشک به آب) به مدت سه ساعت اندازه‌گیری شد [۱۵]. سپس اسانس‌های استخراجی در داخل ظروف شیشه‌ای تیره نگهداری گردید. عملکرد اسانس نیز به کمک حاصل‌ضرب عملکرد گل و درصد اسانس استخراج شده محاسبه شد.

تعیین درصد کامازولن هر نمونه اسانس با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی^۱ (Variant-3600) مجهز به آشکارساز یونیزان - شعله انجام گرفت. از ستون موئینه SP-2500 نیز به طول ۱۰۰ متر و به قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر با ذرات ۰/۲۵ میکرومتر، استفاده شد. درجه حرارت تزریق‌کننده و آشکارساز در ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد

1 Gass Chromatography (GC)

تأثیر نانو کود فسفر و ورمی کمپوست بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس بایونه آلمانی

جدول ۳. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای نانوفسفر و ورمی کمپوست بر برخی صفات مورد مطالعه گیاه دارویی بایونه آلمانی

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد گل در بوته	وزن گل‌ها	وزن خشک گل‌ها	درصد اسانس	عملکرد اسانس	درصد کانارولین
نانو فسفر (A)	۲	۱۳۴۹۶/۲۸**	۱۵۵۹/۴۳**	۲۷/۲۰**	۱/۶۴**	۹۲۷/۴۳**	۴/۳۱**
ورمی کمپوست (B)	۲	۱۵۱۱۳/۴۷**	۳۷۲۵/۵۹**	۱۰۷/۱۸**	۰/۷۲**	۲۲۲۴/۳۸**	۲۲/۱۸**
اثر متقابل (A×B)	۴	۲۵۹۷/۴/۴۴**	۳۳۰۳/۴۵**	۶۸/۱۰**	۰/۰۴**	۹۹۸/۶۵**	۵۶/۸۷**
خطای آزمایشی	۱۸	۲۹۷/۵۲	۲۶/۹۲	۲/۵۸	۰/۰۱	۳۳/۸۸	۰/۱۴
ضریب تغییرات (%)	-	۲/۹۰	۹/۴۱	۱۴/۶۰	۰/۵۵	۱۵/۴۱	۳/۴۹

** معنی دار در سطح احتمال خطای ۱ درصد

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل نانو کود فسفر و ورمی کمپوست بر برخی صفات مورد مطالعه گیاه دارویی بایونه آلمانی

منابع تغییرات	ورمی کمپوست		تعداد گل در بوته	وزن گل‌ها (گرم در بوته)	وزن خشک گل‌ها (گرم در بوته)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (میلی گرم در بوته)
	درصد وزنی	نانو فسفر (گرم در لیتر)					
۰	۰	۲۴۰/۱۰۰ ^c	۱۹/۶۵ ^c	۴/۲۷ ^c	۳/۱۲	۱۳/۹۴ ^c	
۵	۵	۳۵۴/۶۶ ^c	۳۱/۰ ^c	۶/۱۸ ^{bc}	۳/۳۹ ^b	۲۰/۹۵ ^c	
۱۰	۱۰	۹۳۳/۰۰ ^a	۸۸/۹۳ ^b	۱۶/۸۳ ^{ab}	۳/۷۰ ^c	۶۱/۹۵ ^b	
۰	۰	۷۷۸/۶۶ ^b	۶۹/۵۱ ^c	۱۳/۱۹ ^c	۳/۴۳ ^b	۲۵/۲۹ ^c	
۵	۵	۴۹۰/۳۳ ^d	۴۲/۳۵ ^d	۸/۵۴ ^d	۳/۹۶ ^d	۳۳/۵۵ ^d	
۱۰	۱۰	۹۳۴/۳۳ ^a	۹۹/۰۵ ^a	۱۸/۹۲ ^a	۴/۱۸ ^c	۷۹/۰۷ ^b	
۰	۰	۵۱۸/۰۰ ^d	۴۱/۳۳ ^d	۷/۸۸ ^d	۴/۰۹ ^d	۳۲/۳۳ ^{cd}	
۵	۵	۷۳۴/۳۳ ^c	۶۶/۹۱ ^c	۱۳/۹۰ ^{bc}	۴/۲۳ ^b	۵۸/۰ ^b	
۱۰	۱۰	۳۶۳/۰۰ ^e	۳۷/۳۵ ^e	۹/۱۷ ^d	۴/۴۶ ^a	۴۰/۹۵ ^d	

۲ گرم در لیتر نانوکود فسفر به همراه ۱۰ درصد ورمی کمپوست به دست آمد. با توجه به اینکه وزن خشک تابعی از وزن تر می باشد، می توان بیان کرد که نتایج به دست آمده از وزن تر در مورد وزن خشک نیز صادق است. بنابراین، وزن خشک گل ها نیز در تیمار ۲ گرم در لیتر نانوکود فسفر + ۱۰ درصد ورمی کمپوست، بالاترین مقدار (۱۸/۹۲ گرم در بوته) بود که با تیمار عدم مصرف نانوکود فسفر + ۱۰ درصد ورمی کمپوست از لحاظ آماری در یک سطح قرار گرفت. این تیمارها به ترتیب، ۴/۲۳ و ۳/۷۴ برابر نسبت به شاهد برتری نشان دادند.

با افزایش غلظت عناصر غذایی در بستر کشت، وزن تر و خشک برگ های گیاه آویشن^۴ افزایش یافت [۴۰]. بر اساس پژوهشی دیگر، مشخص شد که مصرف کود فسفر تأثیر معنی داری در سطح یک درصد بر عملکرد گل خشک بابونه آلمانی داشت [۶]. تأثیر مثبت فسفر در افزایش وزن خشک گل در آزمایشی بر روی گیاه افسنتین^۵ نیز گزارش شده است [۱۳]. کودهای آلی با تأمین عناصر پرمصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه، بهبود ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، گسترش مناسب سیستم ریشه ای گیاه، تولید تنظیم کننده های رشد گیاهی به وسیله باکتری ها و تقویت جذب و انتقال مواد معدنی، موجب رشد و نمو بیشتر گیاه می شوند زیرا تنظیم کننده های رشد در غلظت های کم و تحت شرایط دسترسی کامل به عناصر غذایی، فعال هستند [۲۶ و ۳۶]. فسفر نیز سبب افزایش کربوهیدرات ها، قندهای محلول و ترکیب های معدنی در شاخساره و گل گردید و در نتیجه سبب افزایش وزن گل ها به عنوان بازده زایشی می شود [۲۰]. فسفر در گیاه عمدتاً به صورت استرهای فسفات نظیر قندهای فسفری یافت می شود و

نتایج حاصل از این تحقیق مبنی بر افزایش عملکرد محصول در راستای افزایش درصد ورمی کمپوست، با نتایج محققان دیگر روی توت فرنگی^۱ و ریحان مطابقت دارد [۲۳ و ۳۲]. همچنین کاربرد ورمی کمپوست بر گیاه دارویی بابونه رومی^۲ نیز سبب افزایش شاخص های رشدی از جمله تعداد گل در بوته گردید [۳۰]. اثرهای مطلوب ورمی کمپوست به دلیل تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و ویژگی های میکروبی و بیولوژیکی بستر کشت و همچنین تنظیم pH و افزایش معنی دار ظرفیت نگهداری آب در بستر کشت است [۲۴]. از طرف دیگر، نتایج فوق ممکن است به دلیل اهمیت فراوان فسفر در ساختار فتوسنتزی گیاه برای هیدروکربن سازی و استفاده از این منبع در انتقال مجدد برای بالابردن مقدار عملکرد اقتصادی در گیاه دارویی بابونه آلمانی نیز باشد [۱۲]. نتایج پژوهشی در مورد تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد گیاه دارویی سرخارگل^۳ نیز نشان داد که بیشترین تعداد گل در این گیاه در اثر مصرف همزمان کودهای آلی و شیمیایی به دست آمد. بنابراین، به دلیل فراهم بودن عناصر غذایی در تیمارهایی که سطوح کودی مناسبی را دریافت کردند، گیاهان مورد آزمایش هم عناصر غذایی بیشتری را جذب کرده و هم انرژی خود را صرف تولید عملکرد اقتصادی نمودند. در نتیجه، میزان گل های استحصالی در این کرت های آزمایشی افزایش چشمگیری یافته است. کاهش تعداد گل در بوته در بیشترین سطوح کودی نیز می تواند به دلیل افزایش رشد رویشی و در نتیجه کاهش رشد زایشی و تولید گل در گیاه باشد [۱].

وزن تر و خشک گل ها

حداکثر وزن تر گل (۹۹/۰۵ گرم در هر بوته) در اثر کاربرد

1 *Fragaria ananassa* L.

2 *Anthemis nobilis* L.

3 *Echinacea purpurea* L.

4 *Thymus vulgaris* L.

5 *Artemisia absinthium* L.

اگرچه تولید متابولیت‌های ثانویه تحت کنترل ژن‌ها است، ولی مقدار غلظت و تجمع آن‌ها به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر شرایط محیطی است [۳]. مطابق پژوهش‌های انجام شده مشخص شد که کود فسفر تأثیر معنی‌داری بر میزان اسانس گل‌های بابونه آلمانی داشت. مقایسه میانگین نشان داد که سطح کودی ۶۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، بیشترین درصد اسانس و سطح کودی عدم مصرف کود فسفر، کمترین درصد اسانس را داشتند [۶]. فسفر یکی از عناصر پرمصرف بوده و در رشد گیاه و بیوسنتز اسانس نقش اساسی دارد. این عنصر علاوه بر تأثیر در فتوسنتز و تنفس، در تولید اسکلت کربنی (پیرووات) لازم جهت بیوسنتز اسانس و در ساختار سه کوآنزیم به نام‌های آدنوزین تری فسفات (ATP)، کوآنزیم آ و نیکوتین آمید دی نوکلئوتید فسفات (NADP) که در بیوسنتز ترپنوئیدها نقش اساسی دارند، شرکت می‌کنند [۳۹].

عملکرد اسانس

مطابق جدول مقایسه میانگین (جدول ۴)، بالاترین عملکرد اسانس مربوط به تیمار ۲ گرم در لیتر نانوکود فسفر + ۱۰ درصد ورمی کمپوست بود که نسبت به تیمار شاهد ۴/۶۷ برابر افزایش یافت. پس از آن نیز تیمار عدم مصرف نانوکود فسفر + ۱۰ درصد ورمی کمپوست با ۳/۴۴ برابر افزایش نسبت به شاهد، بیشترین مقدار را دارا بود.

با توجه به اینکه عملکرد اسانس برآیند عملکرد گل و درصد اسانس است، تیمارهایی که از نظر عملکرد گل، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده بودند، بالاترین عملکرد اسانس را نشان دادند. مقدار مناسب کودهای آلی به‌همراه کودهای شیمیایی به دلیل اثرات مطلوب، ضمن افزایش عملکرد وزن خشک گل‌ها، عملکرد اسانس را نیز تا حد مطلوبی افزایش دادند. در پژوهشی، گزارش شد که استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک باعث افزایش معنی‌دار

نقش مهمی را در فتوسنتز و متابولیسم واسطه بازی می‌کند. در کمبود فسفر، از تشکیل مواد ژنتیکی جدید در هسته و سیتوپلاسم و غشاهای جدید حول سلول جلوگیری می‌شود و ساخته شدن پروتئین به‌صورت عادی انجام نمی‌گیرد [۲۷].

درصد اسانس

درصد اسانس گل‌ها در تیمار ۴ گرم در لیتر نانوکود فسفر به‌همراه ۱۰ درصد ورمی کمپوست، بیشترین مقدار (۴/۴۶ درصد) را به خود اختصاص داد که نسبت به تیمار شاهد حدود ۴۳ درصد افزایش یافت. پس از آن نیز تیمار ۴ گرم در لیتر نانوکود فسفر به‌همراه ۵ درصد ورمی کمپوست با ۴/۲۲ درصد اسانس، بالاترین مقدار را نشان داد. کمترین درصد اسانس نیز مربوط به تیمار شاهد (۳/۱۲ درصد) بود. بیشترین درصد اسانس در اثر بالاترین سطوح نانوکود فسفر و ورمی کمپوست به‌دست آمد که دلیل آن را می‌توان به فتوسنتز بیشتر نسبت داد. به‌دلیل اینکه متابولیت‌های ثانویه از فتوسنتز گیاه به وجود می‌آیند، در نتیجه سبزیگی بهتر منجر به تولید بیشتر متابولیت‌های ثانویه و در نتیجه تولید اسانس بالاتر شود [۱۱]. نتایج تحقیقات دیگری نیز حاکی از افزایش میزان اسانس و بهبود کیفیت اسانس بابونه رومی در اثر کاربرد ورمی کمپوست بود [۳۰]. برخی محققان با کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) دریافتند که افزایش سطوح ورمی کمپوست سبب بهبود درصد اسانس در گیاه آنیسون^۱ شد [۵]. نتایج پژوهش‌های دیگری روی گیاهان دارویی از جمله بابونه رومی [۳۰]، بابونه آلمانی [۹]، بادرنشبی^۲ [۱۷] و ریحان [۲۲] مؤید این مطلب است که کاربرد ورمی کمپوست سبب افزایش کمیت و کیفیت ماده مؤثره گردید.

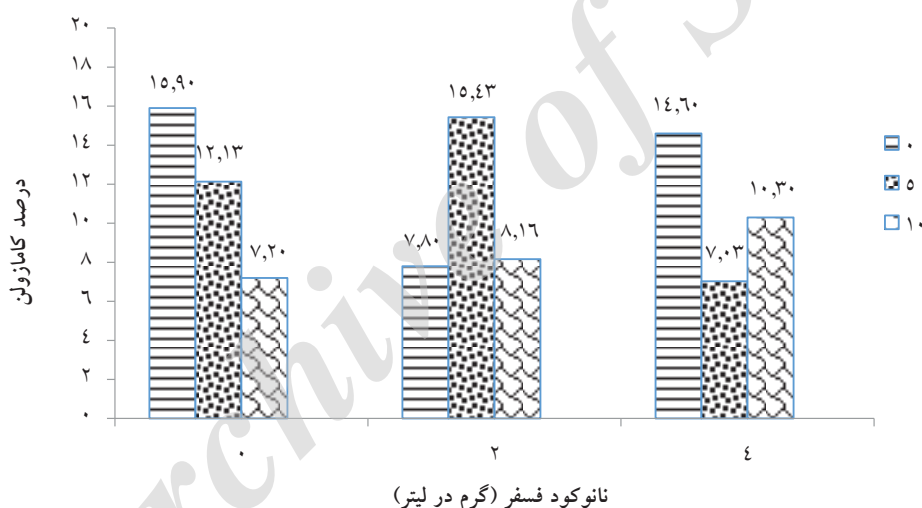
1 *Pimpinella anisum* L.

2 *Dracocephalum moldavica* L.

درصد کامازولن

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین (شکل ۱) مشخص شد که درصد کامازولن در تیمار شاهد (عدم مصرف نانوکود فسفر و ورمی کمپوست) بالاترین مقدار (۱۵/۹) درصد را به خود اختصاص داد که با تیمار ۲ گرم در لیتر نانوکود فسفر + ۵ درصد ورمی کمپوست (۱۵/۴۳) درصد) در یک سطح آماری قرار داشت.

عملکرد اسانس رازیانه نسبت به شاهد شد. پژوهشگران دلیل این افزایش را عملکرد دانه و درصد اسانس بالاتر این تیمار نسبت به دیگر تیمارها دانستند [۳۳]. در تحقیقی به منظور تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی خاک)، مشخص شد که افزایش سطوح ورمی کمپوست باعث بهبود معنی دار تعداد گل در بوته در گیاه بابونه آلمانی گردید و بیشترین عملکرد اسانس (۲۳/۲ میلی گرم در گلدان) در تیمار ۱۰ درصد ورمی کمپوست مشاهده شد. ولی، با افزایش میزان ورمی کمپوست به ۱۵ درصد، عملکرد اسانس کاهش معنی داری را نشان داد [۱۰].



شکل ۱- اثر متقابل نانوکود فسفر و ورمی کمپوست بر درصد کامازولن اسانس گل های بابونه آلمانی

افزایش در مقدار گل تغییر دهد [۱۱]. با توجه به اینکه عنصر فسفر در ساختار شیمیایی کامازولن وجود ندارد و همچنین به دلیل اینکه کامازولن ترکیبی است که در جریان تقطیر اسانس بابونه با بخار آب تولید می شود، می توان بی تأثیر بودن سطوح کودی را برای تغییر در مقدار کامازولن انتظار داشت [۱۴ و ۳۷].

مطابق تحقیقی که روی گیاه دارویی بابونه آلمانی صورت گرفت، مشخص شد که میزان کامازولن در شرایط عدم مصرف کود آلی به طور معنی داری بیشتر از تیمارهای مصرف کود بود که با یافته های این پژوهش مطابقت دارد [۴]. همچنین پژوهشگران دیگری نیز گزارش کردند که مقادیر مختلف کود فسفره تأثیری بر درصد کامازولن بابونه آلمانی نداشت و تنها توانست میزان اسانس را از طریق

نتیجه گیری

به طور کلی، صفات مورد ارزیابی تحت تأثیر غلظت‌های متوسط نانوکود فسفر (۲ گرم در لیتر) و غلظت‌های بالاتر ورمی کمپوست (۱۰ درصد) قرار گرفتند. به طوری که، بیشترین تعداد گل در بوته، وزن تر و خشک گل‌ها و عملکرد اسانس از تیمار ۲ گرم در لیتر نانوکود فسفر + ۱۰ درصد ورمی کمپوست به دست آمد و کمترین مقدار نیز مربوط به تیمار شاهد بود. اما، درصد کامازولن در تیمار شاهد بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد که با تیمار ۲ گرم در لیتر نانوکود فسفر + ۵ درصد ورمی کمپوست در یک سطح آماری قرار داشت. نتایج نشان داد که کاربرد تلفیق نانوکود فسفر و ورمی کمپوست می‌تواند اثرات مفیدی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی بابونه آلمانی داشته باشد. بنابراین، جایگزین نمودن بخشی از کود شیمیایی با ورمی کمپوست در راستای کشت این گیاه، سبب ارتقاء صفات کمی و کیفی و کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌شود. در نهایت می‌توان تحقیقات بیشتر در راستای بررسی اثرات سطوح دیگر کودی و سایر عناصر غذایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه بابونه را توصیه نمود.

منابع

۱. آشناور م، بهمینار م ع و اکبرپور و (۱۳۹۳) بررسی تأثیر منابع مختلف کودی بر شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.). بوم‌شناسی کشاورزی. ۶(۲): ۲۷۴-۲۶۶.
۲. اکبری نیا، فلاوند ا و شریفی ا (۱۳۸۳) تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه بر خواص خاک، جذب و غلظت عناصر توسط گیاه دارویی زنیان و عملکرد آن. پژوهش و سازندگی. ۶۲: ۱۱-۱۳.

۳. امیدبگی ر (۱۳۸۷) تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم، انتشارات آستان قدس رضوی، ۳۹۷ صفحه.
۴. جهان م و کوچکی آ (۱۳۸۲) تأثیر کشت ارگانیک بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) بر ترکیبات شیمیایی آن. مجله پژوهش و سازندگی. ۶۱: ۹۵-۸۷.
۵. خالص‌رو ش، فلاوند ا، سفیدکن ف و اصغرزاده ا (۱۳۹۰) تأثیر نهاده‌های زیستی و آلی بر کمیت و کیفیت اسانس و میزان جذب برخی عناصر در گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۷(۴): ۵۶۰-۵۵۱.
۶. دادخواه ع، امینی دهقی م و کافی م (۱۳۹۱) بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای نیتروژن و فسفر بر عملکرد کمی و کیفی بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۰(۲): ۳۲۶-۳۲۱.
۷. درزی م ت، فلاوند ا، سفیدکن ف و رجالی ف (۱۳۸۷) تأثیر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی رازیانه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۴(۴): ۴۱۳-۳۹۶.
۸. رضایی ر، شعبانعلی قمی ح و صفال (۱۳۸۸) شناسایی و تحلیل موانع توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی از دیدگاه محققان. فصلنامه علمی- پژوهشی سیاست علم و فناوری. ۲(۱): ۲۶-۱۷.
۹. صالحی ا، فلاوند ا، سفیدکن ف و اصغرزاده ا (۱۳۹۰) تأثیر کاربرد ژئولیت، مایه تلقیح میکروبی و ورمی کمپوست بر غلظت عناصر N، P، K، میزان اسانس و عملکرد اسانس در کشت ارگانیک گیاه

۱۵. قاسمی دهکردی ن و طالب ا م (۱۳۸۰) استخراج، شناسایی و تعیین مقدار ترکیبات موجود در گیاهان دارویی شاخص. نشر چوگان، تهران، ۵۵۰ صفحه.
۱۶. کیانی م، نبوی کلات س م و کلارستاقی ک (۱۳۹۰) مطالعه اثرات اسید هیومیک و فسفر بر عملکرد گل بابونه آلمانی. مجموعه مقالات ششمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان، خوراسگان، ایران.
۱۷. مفاخری س، امیدبیگی ر، سفیدکن ف و رجالی ف (۱۳۹۰) تأثیر کاربرد ورمی کمپوست، بیوفسفات و ازتوباکتر بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۷(۴): ۶۰۵-۵۹۶.
۱۸. میرزایی تالارپشتی ر، کامبوزیاج، صباحی ح و دامغانی ع (۱۳۸۸) اثر کاربرد کودهای آلی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و تولید محصول و ماده خشک گوجه‌فرنگی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۷(۱): ۲۶۷-۲۵۷.
۱۹. نادری م و دانش شهرکی ع (۱۳۹۰) کاربرد فناوری نانو در بهینه‌سازی فرمولاسیون کودهای شیمیایی. ماهنامه فناوری نانو. ۴(۱۶۵): ۲۲-۲۰.
20. Ablah N, Hashim MF, Hassan NS and Aboziad H (2004) Effect of gamma irradiation and phosphorus on growth and oil production of chamomile (*Chamomilla recutita*). International Journal of Agricultural and Biology. 6: 776-780.
21. Alinas Maso M and Basi AB (2008) Evaluation of composting as a strategy for and yield of *Plantago psyllium* L. Egyptian Journal of Applied Science. 9(10): 58-62.
۱۰. عزیز م، رضوانی ف، حسن‌زاده خیاط م و نعمتی ح (۱۳۸۷) تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*) رقم Goral. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۴(۱): ۹۳-۸۲.
۱۱. علیجانی م، امینی‌دهقی م، زاهدی م، مدرس ثانوی ع م و محمدرضایی س (۱۳۸۹) تأثیر مقادیر نیتروژن و فسفر بر عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۶(۱): ۱۱۳-۱۰۱.
۱۲. علیجانی م، امینی‌دهقی م، ملبوبی م ع، زاهدی م و مدرس ثانوی ع م (۱۳۹۰) تأثیر سطوح مختلف کود فسفر در تلفیق با کود زیستی فسفات‌بارور-۲ بر عملکرد، مقدار اسانس و درصد کامازولن گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۷(۳): ۴۵۹-۴۵۰.
۱۳. غلامی م و عزیزی ع (۱۳۸۵) تأثیر کود ازته بر میزان کل اسانس و مقادیر آلفا-توجون و کامازولن در افسنتین (*Artemisia absinthium* L.). پژوهش کشاورزی آب، خاک و گیاه در کشاورزی. ۶: ۹۳-۸۳.
۱۴. فیلی‌زاده ی (۱۳۸۴) رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات فکر روز، ۲۸۳ صفحه.

22. Anwar M, Patra DD, Chand S, Alpesh K, Naqvi AA and Khanuja SPS (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.
23. Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P, Welch C and Metzger JD (2004) Influence of vermicompost on field strawberries. *Bioresource Technology*. 93: 145-153.
24. Atiyeh RM, Edwards CA, Subler S and Metzger JD (2000) Earthworm-processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. *Compost Science and Utilization*. 8(3): 215-223.
25. Christie WW (1999) The analysis of evening primrose oil. *Industrial Crop and Products*. 10: 73-83.
26. Fatma AG, Lobna AM and Osman NM (2008) Effect of compost and biofertilizers on growth yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. *International Journal of Agriculture and Biology*. 10(4): 381-387.
27. Hapkins WG (1999) *Introduction to plant physiology*. Vol 1 and 2, John Wiley and Sons, New York.
28. Khandan A and Astaraee A (2004) Effect of organic (Municipal waste compost, manure) and fertilizers on some physical properties of soil. *Journal of Agriculture and Natural Sources Science*. 6(4): 362- 370.
29. Lai R (2007) *Soil science in the era of hydrogen economy and 10 billion people*. The Ohio State University, USA. Pp: 1-9.
30. Liuc J and Pank B (2005) Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile. *Sciential Pharmaceutic*. 46: 63-69.
31. Matos GD and Arrunda MAZ (2003) Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. *Process Biochemistry*. 39(1): 81-88.
32. McGinnis M, Cooke A, Bilderback T and Lorscheider M (2003) Organic fertilizers for basil transplant production. *Acta Horticulture*. 491: 213-218.
33. Mona Y, Kandil AM and Swaefy Hend MF (2008) Effect of three different compost levels on fennel and alvia growth character and their essential oils. *Biological Sciences*. 4: 34-39.
34. Orozco FH, Cegarra J, Trujillo LM and Roig A (1996) Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biology and Fertility of Soils*. 22: 162-166.
35. Pandey R (2005) Management of *Meloidogyne incognita* in *Artemisia pallens* with bio-organics. *Phytoparasitica*. 33(3): 304-308.
36. Prabha ML, Jayraaj IA, Jayraaj R and Rao DS (2007) Effectiveness of vermicompost on growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*. 9: 321-326.
37. Praszna L and Bernath J (1993) Correlation between the limited level of nutrition and the essential oil production of peppermint. *Acta Horticulturae*. 307: 278-283.
38. Ranjbar M and Shams Gh (2009) Using of nano technology. *Ecological Green Journal*. 3: 29-34.
39. Sell CS (2003) *A fragrant Introduction to Terpenoid Chemistry*. The Royal Society of Chemistry. Thomas Graham House. Science Park, Milton Road. Cambridge. UK. 410 p.
40. Udagava Y (1995) Some responses of dill (*Anethum graveolens*) and thyme (*Thymus vulgaris*) grown in hydroponic, to the concentration of nutrient solution. *Acta Horticulture*. 396: 203-210.