نشریه علمی ترویجی فناوری گیاهان دارویی ایران
دوره۳- شماره ۱- پیاپند ۴ تابستان ۱۳۹۹

مقایسه کودهای آلی، نانو و شیمیایی بر خصوصیات رویشی و زایشی گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)

Comparison of organic, nano and chemical fertilizers on vegetative and reproductivecharacteristics of Pot marigold (*Calendula officinalis* L.)

علی آویشی[۱]، مجید دشتی[۲*]، حسن فیضی[۳]، حمیدرضا ذبیحی[۲]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه. ایران.
۲. استادیارپژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران، (نگارنده مسئول)
۳. دانشیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۹ - شناسانهٔ برنمود رقمی:10.22092/mpt.2021.353097.1070

چکیده

آویشی،ع.، دشتی، م.، فیضی، ح.، ذبیحی، ح. ر.، . **مقایسه کودهای آلی، نانوو شیمیایی بر خصوصیات رویشی و زایشی گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)**
نشریه علمی ترویجی فناوری گیاهان دارویی ایران، دوره ۳ - شماره ۱- پیاپند ۴ تابستان ۱۳۹۹ صفحه: ۹۱-۷۴

به‌منظور مقایسه تأثیر کودهای آلی، زیستی، نانو و شیمیایی بر ویژگی‌های رشد و عملکرد گیاه دارویی همیشه-بهار، آزمایش مزرعه‌ای در سال ۱۳۹۴ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل کودگاوی پوسیده، کمپوست زباله شهری با و بدون تلقیح باکتری *Pseudomonas putida*، ورمی‌کمپوست با و بدون تلقیح باکتری، نانوبیومیک، نانوکلات ZFM، نانوکامپوزیت بیوارگانیک، مخلوط کود شیمیایی NPK (به‌نسبت ۱۵۰:۵۰:۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود اوره: سوپرفسفات‌تریپل: سولفات‌پتاسیم) و تیمار شاهد (بدون مصرف نهاده کودی) بودند. نتایج نشان داد بیشترین شاخص سطح برگ (۳/۸۲)، وزن خشک برگ (۱۶۴ گرم بر مترمربع) و وزن خشک کل‌بوته (۳۵۳ گرم بر مترمربع) در تیمار ورمی‌کمپوست همراه با تلقیح باکتری سودوموناس‌پوتیدا مشاهده شد که نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری به‌ترتیب به‌میزان ۵۳/۳ و ۸۶/۳ و ۵۷/۰ درصد نشان دادند. در بین تیمارهای کودی، بیشترین وزن تر، وزن خشک و تعداد گل به‌ترتیب به‌میزان ۳۰۹، ۵۷ گرم بر مترمربع و ۲۸۴ عدد در مترمربع در تیمار نانوکامپوزیت بیوارگانیک مشاهده شد که در مقایسه با شاهد به‌ترتیب به‌میزان ۲۷، ۲۹ و ۵۹ درصد افزایش نشان دادند. همچنین نتایج نشان دادند تعداد گل بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با وزن خشک گل (r= ۰/۹۵*)، وزن تر گل (r =./۹۳***)، شاخص سطح برگ (r = ۰/۷۷**)، وزن خشک برگ (r = ۰/۷۵**) و عملکرد بذر (r = ۰/۷۶**) داشت. در مجموع استفاده از کودهای دامی و کمپوست زباله شهری از نظر اقتصادی نسبت به ورمی‌کمپوست مقرون به صرفه‌تر بوده و جهت تغذیه گیاه همیشه‌بهار توصیه می‌شوند.**

واژه های کلیدی: گیاهان دارویی، نانو کودها، نهاده‌های آلی، همیشه‌بهار

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: m.dashti@areeo.ac.ir

مقدمه

گیاه همیشه‌بهار با نام علمی (*Calendula officinalis* L.)گیاه یکساله تا چند ساله با ارتفاع ۴۵ تا ۷۵ سانتی‌متر، متعلق به خانواده کاسنی (Asteraceae) است. موطن اصلی گیاه حوزه دریای مدیترانه، خاورمیانه و اروپای مرکزی است (Sindhu et al., 2002). عصاره این گیاه دارای اثرات دارویی متعددی از قبیل التیام زخم، ضد التهاب، تصفیه کننده خون و ضد باکتری می‌باشد. همچنین از گلبرگ‌های خشک گیاه همیشه بهار به عنوان ادویه استفاده می‌شود (Martin et al.,2005). نتایج برخی از پژوهش‌ها نشان داده است که عصاره آلی گلهای همیشه بهار دارای فعالیت ضد ویروس ایدز نیز می‌باشد(Kalvatchev et al., 1997). تولید و مصرف نهاده های شیمیایی به‌ویژه نیتروژن در کشاورزی متداول مشکلات زیست محیطی فراوانی از جمله آلودگی منابع آب و خاک، کاهش کیفیت محصولات غذایی و برهم خوردن تعادل زیستی در محیط خاک را ایجاد نموده که صدمات جبران ناپذیری به اکوسیستم وارد می‌سازند (Melero et al., 2008). در کشاورزی پایدار و زیستی، کودهای آلی به‌ویژه کمپوست و ورمی‌کمپوست دارای اثرات مطلوبی بر محصولات کشاورزی دارند، به‌طوریکه با کاربرد این کودها علاوه بر تولید غذای سالم، کیفیت خاک ارتقاء می‌یابد (Barker & Bryson, 2006; Abbasi et al., 2002). فرایند تهیه کمپوست به‌طور عام طیف وسیعی ازفضولات دامی، طیور، لجن فاضلاب ها، ضایعات جامد شهری و صنایع غذایی و کاغذسازی و غیره را در بر می گیرد که به تنهایی یا به‌صورت مخلوط از این ضایعات استفاده میشود. کمپوست زباله‌های شهری به‌عنوان یک کود آلی مقرون به‌صرفه با توان مناسب و با ارزش می‌تواند به‌عنوان جایگزینی مناسب در کشاورزی پایدار از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشد (Sumner, 2000). ورمی‌کمپوست‌ها نیز دارای ویژگی‌هایی متمایز از کمپوست معمولی هستند. آنها ساختاری بسیار ظریف‌تر و مطلوب‌تر از کمپوست داشته و حاوی مواد مغذی درفرم‌هایی با دسترسی آسان برای جذب گیاه می‌باشند (Roy et al., 2010). گزارشاتی مبنی برحضور تنظیم کننده های رشد گیاهی در ورمی کمپوست و امکان بهبود رشد گیاهان توسط آن وجود دارد (Atiyeh et al., 2000). مزیت استفاده از ورمی کمپوست‌ها درمقابل کمپوست‌های آلی به دلیل فراهم یبیشتر عناصر غذایی درآنها است (Mamo et al., 1999).

امروزه کودهای زیستی به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی جهت افزایش باروری خاک و تولید محصول در کشاورزی پایدار محسوب می‌شوند (Wu et al., 2005). این گروه از باکتریها در منطقه ریزوسفر از طریق ساز وکارهای مختلف باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند(Sajadi Nik &Yadavi, 2013). استفاده ازکودهای زیستی و باکتری‌های محرک از طریق ترشح هورمون‌های رشد گیاهی و اسیدهای آلی سبب افزایش باروری خاک، ایجاد شرایط مناسب برای رشد و نمو گیاه و حفظ سلامتی محیط زیست می‌شوند (Khosravi, 2001; Esitken et

al., 2010). فناوری نانو، به‌عنوان یک فناوری نوظهور، نقش مهمی در بهینه‌سازی تکنیک‌های مدیریتی کشاورزی مرسوم برعهده دارد. به واسطه کاربرد فناوری نانو در طراحی و توسعه نانوکودها و نانوسیستم‌های رسانش عناصر غذایی به ریشه‌های گیاهان، می‌توان از طریق افزایش کارآیی مصرف کودهای شیمیایی به دستاوردهای شگرفی مانند افزایش عملکرد محصول، کاهش هزینه‌های تولید و حفاظت از محیط زیست نائل آمد (Naderi, 2012). مطالعات انجام شده بر روی گیاهان دارویی در اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی گویای آنست که استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار بهترین شرایط را برای تولید این گیاهان فراهم می‌آورد، بنابراین رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت استقرار این نظام و بکارگیری روشهای مدیریتی آنها می باشد (Akbarinia et al., 2005). مطالعات متعددی در زمینه تأثیر کودهای آلی، زیستی و نانو بر شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان دارویی انجام شده است. در تحقیقی کاربرد کودهای زیستی در همیشه بهار سبب افزایش عملکرد گل و بهبود کیفیت اسانس گردید اما در بابونه تنها باعث افزایش عملکرد گل شد (SanchesGovin et al., 2005). در مطالعه‌ای دیگر کاربرد کود کمپوست درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی بذور و رشد گیاهچه همیشه‌بهار را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (Avishi et al.,2018). اثرات مطلوب ترکیب ورمی‌کمپوست با کودهای زیستی در مقایسه با کودهای شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ریحان گزارش شده است (Rezaei Moaddab& Nabavi Kalat, 2012). گزارشات همچنین حاکی از افزایش ۲۴٪ عملکرد بذر اسفرزه (*Plantagoovata*) با مصرف ورمی‌کمپوست در مقایسه با کمپوست می‌باشد (Astaraei, 2006). در همین راستا گزارش شد کاربرد سطوح مختلف ورمی‌کمپوست در مقایسه با کنترل به‌طور قابل توجهی عملکرد بیولوژیکی نعناع را بهبود بخشید (Anwar et al., 2005). افزایش ارتفاع، وزن تر و خشک بوته و عملکرد اسانس با کاربرد کودهای زیستی میکوریزا، ازتوباکتر، آزوسپیریلیوم و باکتری‌های حل کننده فسفات در گیاهان دارویی زوفا (*Hyssopusofficinalis*) (Koocheki et al., 2009) بابونه (*Matricariachamomilla*) (Fallahiet al., 2009) و رازیانه (*Foeniculumvulgare*) (Mahfouz and Sharaf-Eldin, 2007 Darzi et al., 2009) گزارش شده است. این آزمایش با هدف بررسی کاربردکودهای آلی، زیستی، شیمیایی و نانو کودها بر شاخص های رشد و عملکرد رویشی و زایشی گیاه دارویی همیشه بهار در شرایط آب و هوایی استان خراسان رضوی و شهر مشهد انجام گردید.

مواد و روش ها

به‌منظور مقایسه کاربرد منابع کودهای آلی، نانو، زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه همیشه‌بهار (*Calendulaofficinalis* .L)، آزمایشی در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، واقع در پنج کیلومتری جنوب شرقی شهرستان مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی

و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از شاهد (بدون مصرف کود)، کود گاوی پوسیده (۱۵ تن در هکتار) ، کمپوست زباله شهری (۱۵ تن در هکتار) با و بدون تلقیح باکتری سودوموناس پوتیدا[1]، ورمی کمپوست (۵ تن در هکتار) با و بدون تلقیح باکتری، نانو بیومیک (۱/۵ لیتر در هکتار با آب آبیاری)، نانوکلات ZFM (محلولپاشی دو در هزار)، نانوکامپوزیت بیوارگانیک (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، کود شیمیایی NPK (به‌ترتیب شامل ۱۵۰، ۵۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم). کودهای نانو مورد استفاده از شرکت بیوزر با گواهی ثبت مورد تأیید موسسه تحقیقات آب و خاک تهیه شدند. تیمارهای نانوبیومیک و نانو کامپوزیت بیوارگانیک شامل میکرو ارگانیسم‌های مفید تثبیت کننده نیتروژن و حل کننده فسفات، عناصر ریز مغذی، ترکیبات هیومیکی و اسید فولیک و انواع اسید های آمینه بودند. تیمار نانو کلات میکرو ZFM نیز شامل ترکیبی از عناصر ریزمغذی (به‌ویژه آهن ، روی و منگنز) و اسید های آمینه بود.

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح انجام شد. زمین مورد آزمایش در دو سال گذشته هیچگونه تیمار کودی دریافت نکرده بودند. قبل از انجام آزمایش، از چهار نقطه زمین به عمق ۶۰-۰ سانتی‌متری نمونه گیری خاک انجام و پس از مخلوط کردن نمونه‌ها خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید (جدول ۱). تیمارهای کودآلی شامل کمپوست زباله شهری شده و ورمی‌کمپوست از کارخانه کمپوست زباله‌های شهری سازمان بازیافت شهرداری مشهد تهیه و در آزمایشگاه میزان عناصر موجود در آنها تعیین گردید (جدول ۲). حدود دو ماه قبل از کاشت مقادیر مورد نیاز کود آلی (با توجه به اندازه کرت های آزمایشی و وزن مخصوص ظاهری خاک)، به کرت‌های مربوطه اضافه و پس از مخلوط شدن به‌وسیله بیل دستی، مجدداً نسبت به ایجاد جوی و پشته درکرت‌هایی به ابعاد چهار متر مربع اقدام شد. مقدار و نحوه مصرف کودها بر اساس توصیه شرکت سازنده و مقدار مصرف کودهای آلی و شیمیایی بر اساس نتایج آزمون خاک انجام شد.

به‌منظور افزایش راندمان انتقال آب و نیز جلوگیری از مخلوط شدن پس آب کرت‌ها، لوله های PVC جداگانه‌ای برای هر یک از بلوک‌های آزمایشی در نظر گرفته شد. لذا جهت انتقال آب از محل چاه تا ورودی هر کرت از لوله های پلی وینیل کلراید ۶۳ میلی متری و جهت پخش آب در داخل کرت‌ها و به‌تفکیک هر ردیف از لوله های ۱۶ میلی متری استفاده شد. اطراف هر کرت به‌طور کامل با خاک ریزی بالا آورده شد تا از خروج آب ممانعت شود. دبی آب خروجی از لوله‌ها در هر دقیقه تعیین و سپس با توجه به ظرفیت زراعی خاک، با دور آبیاری هفت روز مقدار مشخصی آب وارد هر کرت شد.

باکتری سودوموناس پوتیدا (با حامل پرلیت) با تراکم جمعیت باکتری ۱×۱۰^{۹} سلول به ازای هر گرم مایه تلقیح (نجفی و همکاران، ۱۳۹۴)

۱. *Pseudomonas putida*

از موسسه تحقیقات آب و خاک تهران تهیه گردید. به‌منظور تلقیح باکتری، بذور همیشه بهار به‌مقدار مورد نیاز در داخل کیسه پلاستیکی ریخته شدند و سپس چند قطره از محلول صمغ عربی ۴۰ ٪ به آن اضافه و به‌طور کامل مخلوط شدند تا مقدار لازم از مایه تلقیح به بذرهای چسبناک اضافه و پوشش یکنواختی از مایه تلقیح روی بذرها قرار گیرد. بذور بلافاصله پس از تلقیح در نیمه اردیبهشت‌ماه در داخل سینی‌های نشاءکشت شدند.گیاهچه‌ها در اوایل خردادماه در مرحله شش برگی به زمین اصلی منتقل شدند. برای هر کرت **۳۲** بوته در نظر گرفته شد . عملیات مراقبت و نگهداری شامل آبیاری و وجین علف‌های هرز بصورت مستمر صورت گرفت. صفات اندازه‌گیری شده شامل وزن خشک برگ و ساقه، تعداد و وزن تر و خشک گل، عملکرد بذر، وزن هزار دانه، شاخص سطح برگ و شاخص برداشت گل و

جدول ۱ . مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک

عمق خاک (سانتی متر)	شن	سیلت	رس	درصد اشباع	مواد خنثی شونده	کربن آلی	ظرفیت زراعی	نقطه پژمردگی	N
	(درصد)								
۰-۳۰	۴۱	۳۶	۲۳	۳۴	۱۷	۰/۴۵	۱۶/۴	۸/۴	۰/۰۹۲
۳۰-۶۰	۴۳	۳۴	۲۳	۳۹	۲۳	۰/۱۹	۱۷/۸	۹/۳	۰/۰۳۸

عمق خاک (سانتی متر)	اسیدیته	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	(ppm)						
			P	K	Fe	Mn	Zn	Cu	
۰-۳۰	۸/۰	۱/۶۳	۱۰	۲۱۹	۳/۷۶	۵/۴۰	۰/۵۶	۰/۹۶	
۳۰-۶۰	۸/۰	۱/۴۴	۴/۴	۶۹	۵/۸۶	۳/۳۲	۰/۱۲	۰/۵۴	

جدول۲ . مشخصات شیمیایی کود های آلی مورد استفاده در این آزمایش

کودهای آلی	هدایت الکتریکی ($ds.m^{-1}$)	اسیدیته	Cu	Zn	Mn	Fe	K	P	N	کربن آلی
			(ppm)						(درصد)	
ورمی کمپوست	۴/۹۱	۷/۶	۱۹	۵۵	۲۱۰	۱۵۵۰	۲۹۰۰	۳۴۰۰	۱/۶۵	۲۱/۸
کمپوست	۷/۷۸	۷/۸	۲۲۵	۱۵۹	۱۹۵	۱۵۵۵	۴۵۰۰	۴۳۰۰	۱/۳۵	۱۴/۲
کود گاوی	۱۲/۸	۷/۹	۲۲	۱۲۱	۲۰۲	۳۸۱۲	۱۲۵۰	۶۰۰۰	۱/۲۷	۱۳/۹

بذر و شاخص سبزینگی برگ (SPAD) بودند. داده ها با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و سپس میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح آماریپنج درصد با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف کودی تأثیر معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ بر صفات وزن خشک برگ و گل، عملکرد بذر، تعداد گل، شاخص سطح برگ و شاخص برداشت بذر و نیز در سطح ۰/۰۵ بر صفات وزن تر گل، قطر گل و شاخص برداشت گل داشتند. صفات وزن خشک ساقه، وزن هزاردانه و شاخص سبزینگی برگ تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفتند (جدول۳).

خصوصیات رویشی

نتایج نشان دادند که بیشترین شاخص سطح برگ (۳/۸۲) و وزن خشک برگ (۱۶۴ گرم بر مترمربع) در تیمار ورمی‌کمپوست همراه با باکتری سودوموناس مشاهده شد که نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری به‌ترتیب به‌میزان ۵۳/۳٪ و ۸۶/۳٪ نشان داد. با وجود این کاربرد ورمی‌کمپوست همراه با تلقیح باکتری سودوموناس تفاوت معنی‌داری با تیمارهای کمپوست با سودوموناس، کودشیمیایی و کلیه کودهای نانو نشان ندادند (جدول ۴). در تأیید نتایج فوق بیشترین سطح برگ در گیاه همیشه‌بهار (Ghaderi et al., 2011) و خیار (Sallaku et al., 2009) از بسترهای حاوی ورمی کمپوست حاصل شد. افزایش سطح برگ احتمالاً می‌تواند ناشی از تولید هورمون‌های محرک رشد از قبیل اکسین، جیبرلین و سیتوکنین توسط میکروارگانیسم‌ها باشد (Arancon et al., 2004). در تحقیقی دیگر نیز بیشترین وزن خشک برگ، شاخص سطح برگ و عملکرد بیولوژیکی نوروزک (*Salvialeriifolia*L.) در تیمار کمپوست ۲۰ تن در هکتار همراه با تلقیح باکتری سودوموناس گزارش شد که در مقایسه با تیمار شاهد بدون تلقیح افزایش معنی‌داری را نشان داد (Dashti et al., 2018). با وجود این برتری کودهای شیمیایی در مقایسه با سایر تیمارها در افزایش معنی‌دار سطح برگ و وزن تر و خشک گیاه نعناع فلفلی گزارش شده است (Niakan et al., 2004). به‌نظر می‌رسد افزودن ورمی‌کمپوست وکمپوست همراه با سودوموناس به خاک نه تنها منجر به افزایش عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شده، بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و جذب فسفر ضمن بهبود فرآیندهای حیاتی خاک و محیط مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک را فراهم می‌سازد (Rati et al., 2001).

نتایج همچنین نشان دادند کاربرد توأم ورمی‌کمپوست و باکتری سودوموناس منجر به بیشترین شاخص سبزینگی برگ (۴۷/۸) و نیز وزن خشک ساقه (۱۳۵ گرم بر متر مربع) شد اما تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت (جدول ۴). نتایج حاصل از افزایش محتوای کلروفیل گیاه همیشه‌بهار در بسترهای حاوی پسماند کمپوست قارچ و ورمی‌کمپوست موافق با یافته های این تحقیق است (Ghaderi et al., 2011).

خصوصیات زایشی

تعداد گل، وزن گل تر و خشک همیشه بهار به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کود شیمیایی و نانوکامپوزیت بیوارگانیک در مقایسه با شاهد قرار گرفتند. اما بین این دو تیمار با کلیه تیمارهای کودآلی (گاوی، کمپوست و ورمی‌کمپوست) تفاوت معنی داری مشاهده نشد. در بین تیمارهای مورد مطالعه، بیشترین وزن تر، وزن خشک و تعداد گل، به‌ترتیب به‌میزان ۳۰۹ و ۵۷ گرم بر متر مربع و ۲۸۴ عدد در متر مربع در تیمار نانوکامپوزیت بیوارگانیک مشاهده شد که در مقایسه با شاهد به‌ترتیب به‌میزان ۲۷، ۲۹ و ۵۹ درصد افزایش نشان دادند (جدول ۴). نتایج همچنین نشان دادند بیشترین وزن خشک کل (برگ، ساقه و گل) در تیمار ورمی کمپوست همراه با سودوموناس (۳۵۳ گرم بر متر مربع) حاصل شد که از افزایش معادل ۵۷ درصد نسبت به تیمار شاهد برخوردار بود (جدول ۴). در تأیید نتایج فوق بیشترین عملکرد گل همیشه‌بهار در ترکیب تیماری سه تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۱۲ تن در هکتار زئولیت گزارش شد (AbdolahiNoruzi et al., 2019).در تحقیقی دیگر کاربرد کودزیستی نیتروکسین، سوپرنیتروپلاس، کود دامی و کود شیمیایی منجر به بیشترین وزن تر تک گل همیشه بهار شد اما بیشترین عملکردگل تر در تیمار نیتروکسین مشاهده شد (Hoseini Mazinani and Hadipour ,2014)

نتایج همچنین نشان دادند تعداد گل در گیاه تحت تأثیر کاربرد کودهای ورمی‌کمپوست با سودوموناس و نانوبیومیک از افزایش معنی‌داری به‌ترتیب به میزان ۴۷ و ۴۳ درصد در مقایسه با تیمار شاهد برخوردار بودند. نتایج جدول ۴ حاکی از آن است که بیشترین قطر گل در تیمار کمپوست همراه با تلقیح باکتری سودوموناس (۵/۵ سانتی متر) حاصل شد که تنها با تیمار نانوکامپوزیت بیوارگانیک (۴/۴ سانتی متر) اختلاف معنی‌داری داشت. در تأیید نتیجه فوق Tabrizi و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان دادند کاربرد ۱۵ تن ورمی‌کمپوست منجر به بیشترین تعداد و قطر گل و نیز عملکرد گل در گیاه همیشه‌بهار شده که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای کود دامی و کمپوست نداشتند. با وجود این نتایج محققان دیگر نیز حاکی از این واقعیت است که قطر گل همیشه‌بهار با کاربرد کود فسفات زیستی (Rezaei & Baradaran, 2013) و نیتروکسین (Shokrani et al., 2012) به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی رازیانه نیز نشان داد که بیشترین قطر گل به‌ترتیب مربوط به ورمی کمپوست، کمپوست زباله شهری و کودآلی گرانوله بود (Darzi et al., 2007).

با دقت در نتایج مشاهده می‌شود کاربرد تیمارهای کودی منجر به افزایش شاخص برداشت گل در مقایسه با شاهد نشدند به‌طوریکه بیشترین و کمترین شاخص برداشت گل در تیمار کود گاوی پوسیده به‌میزان ۱۹/۸۶ درصد و نانوکلات ZFM با میزان ۱۳/۵۶ درصد حاصل شد. تیمارهای تلقیح با سودوموناس نسبت به عدم تلقیح آن موجب کاهش شاخص برداشت گل شدند. به‌نظر می‌رسد این امر میتواند مربوط

به افزایش مقدار کاه و کلش گیاه واندازه بزرگتر بوته هادرتیمار تلقیح باشد.

مقایسه میانگین داده ها نشان دادند وزن هزاردانه گیاه همیشه‌بهار تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفتند. عدم تأثیر نوع کودآلی بر وزن هزاردانه در زیره سبز نیز گزارش شده است (Saeidnejad & Rezvanimoghadam, 2010). از آنجایی که وزن هزاردانه به‌عنوان یکی از اجزای مؤثر در عملکرد دانه می‌باشد، این صفت می‌تواند در افزایش عملکرد گیاه گل همیشه‌بهار مؤثر باشد. با وجود این در تحقیقات دیگر تأثیر معنی دارکودهای آلی بر وزن هزاردانه گیاهان همیشه‌بهار (Golestaneh et al., 2014)، رازیانه (Darzi et al., 2006) و ریحان (Tahami Zarandi et al., 2010) و نیز تأثیر معنی‌دار کودهای شیمیایی بر این صفت در گیاهان گلرنگ (Weida et al., 1987) به اثبات رسیده که با نتایج این تحقیق مغایرت دارند.

بیشترین شاخص برداشت بذر (۵۱/۵ ٪) نیز مربوط به تیمار کودگاوی بود که که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ورمی‌کمپوست بدون تلقیح سودوموناس(۵۰/۷ ٪)، نانو کامپوزیت بیوارگانیک (۵۰/۵ ٪) و نانو بیومیک (۴۹/۲٪) نداشتند (جدول ۴). در تأیید نتایج فوق تلقیح کودهای آلی با کودهای فسفاته زیستی بارور شاخص برداشت دانه همیشه‌بهار را تحت تأثیر قرار ندادند (Rezaei & Baradaran, 2013). با وجود این نتایج حاصل از تأثیر کودهای آلی بر شاخص برداشت زیره سبز (Saeidnejad & Rezvanimoghadam, 2010) و رازیانه (Darzi et al., 2006) یافته‌های این تحقیق مغایرت دارد. بیشترین عملکرد بذر (۲۷۸ گرم بر مترمربع) نیز با کاربرد نانوبیومیک حاصل شد که در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد. با وجود این کاربرد کودشمیایی و نیز کودهای آلی ورمی کمپوست و گاوی تفاوت معنی داری را با نانو بیومیک نشان ندادند (جدول ۴). Golestaneh و همکاران (۲۰۱۴) نیز در بررسی اثر کودهای آلی (مرغی، گاوی و شترمرغی) بر خصوصیات کمی گیاه دارویی همیشه بهار دراستان سیستان و بلوچستان، بیشترین عملکرد بذر را در تیمارهای کود مرغی و شترمرغی گزارش نمودند. عدم تأثیرپذیری محلول پاشی کلات آهن، روی و منگنز بر عملکرد بذر گیاه گلرنگ (Weida et al., 1987) با یافته های این تحقیق مطابقت دارد.

روابط همبستگی بین صفات مورد مطالعه

نتایج حاصل از روابط همبستگی بین صفات مورد مطالعه حاکی از همبستگی معنی‌دار در اکثر صفات بود (جدول ۵). در بین صفات مورد مطالعه تعداد گل بیشترین همبستگی مثبت و معنی دار را با صفات وزن خشک گل ($r=۰/۹۵^{***}$)، وزن ترگل ($r=۰/۹۳^{***}$)، شاخص سطح برگ ($r= ۰/۷۷^{**}$)، وزن خشک برگ ($r= ۰/۷۵^{**}$) و عملکرد بذر ($r= ۰/۷۶^{**}$) نشان داد. با وجود این Amiri و همکاران (۲۰۱۶) نتیجه گرفتند تعداد گل در گیاه گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum*)، تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی همبستگی معنی‌داری با وزن تر و خشک گل نشان نداد.

نتایج همچنین نشان دادند تعداد گل همیشه‌بهار همبستگی معنی‌داری با قطر گل

جدول ۳. تجزیه واریانس و میانگین مربعات صفات مورد مطالعه تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی در گیاه همیشه بهار

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن تر گل	وزنخشک گل	وزن خشک کل		عملکرد بذر	وزن هزاردانه
						برگ، ساقه،گل	برگ، ساقه، بذر		
بلوک	۲	۱۰۵^{ns}	۲۱۶۹^{ns}	۸۷^{ns}	۴/۸^{ns}	۲۹۷۰ ^{ns}	۵۵۸۰^{ns}	۶۰۹^{ns}	۷ ^{ns}
تیمارهای کودی	۹	۱۱۳۷**	۱۷۸۲^{ns}	۲۲۳۱*	۸۷**	۶۳۷۹**	۲۵۰۱۶**	۱۱۷۱۶ **	۱^{ns}
خطا	۱۸	۱۶۱	۸۷۴	۸۴۴	۲۷	۱۶۲۲	۴۰۰۳	۲۳۶۴	۱
ضریب تغییرات		۹/۳۴	۲۶/۳۵	۱۰/۷۱	۱۰/۴۰	۱۳/۵۴	۱۴/۲۴	۱۰/۶۳	۲۴/۷۵

ادامه جدول ۳.

منابع تغییر	درجه آزادی	قطر گل	تعداد گل	شاخص سطح برگ	شاخص برداشت		شاخص سبزینگی برگ SPAD
					گل	بذر	
بلوک	۲	۰/۲۶ ^{ns}	۱۳۲۴^{ns}	۰/۴۵^{ns}	۱۵^{ns}	۱۳^{ns}	۶^{ns}
تیمارهای کودی	۹	۰/۳۷*	۴۰۴۰**	۱ **	۱۳*	۱۷۳ **	۱۲^{ns}
خطا	۱۸	۰/۱۵	۱۲۷۱	۰/۳۹	۵	۵۱	۶
ضریب تغییرات		۷/۷۹	۱۵/۴۹	۲۱/۴۳	۱۳/۵۱	۱۶/۵۷	۵/۵۸

^{ns}، *و **به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار ومعنی‌داردرسطوح معنی داری ۰/۰۵ و ۰/۰۱

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی در گیاه همیشه بهار

تیمارهای کودی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن تر گل	وزنخشک گل	وزن خشک کل		عملکرد بذر	وزن هزاردانه
					برگ، ساقه،گل	برگ، ساقه،بذر		
	(گرم بر متر مربع)							گرم
شاهد	۱۰۷^{c}	۷۵ ^{ab}	۲۴۳^{bc}	۴۴^{bc}	۲۲۵^{d}	۲۶۷^{d}	۸۶^{d}	۱۰/۷۶^{a}
کمپوست	۱۱۵^{c}	۹۹^{ab}	۲۵۹^{abc}	۴۷^{abc}	۲۶۱^{bcd}	۳۷۱^{cd}	۱۵۷^{bcd}	۱۰/۹۰^{a}
کمپوست+ سودوموناس پوتیدا	۱۴۱^{ab}	۱۴۱^{a}	۲۶۴^{abc}	۴۸^{abc}	۳۳۰^{abc}	۴۲۰^{c}	۱۵۸^{bcd}	۱۰/۶۶^{a}
ورمی کمپوست	۱۲۴^{bc}	۸۷^{ab}	۲۶۰^{abc}	۴۷^{abc}	۲۵۸^{cd}	۴۲۸^{bc}	۲۱۷^{abc}	۱۲/۰۳^{a}
ورمی کمپوست+ سودوموناس	۱۶۴^{a}	۱۳۵^{a}	۲۹۴^{ab}	۵۵^{a}	۳۵۳^{a}	۵۴۲^{ab}	۲۴۳^{ab}	۱۰/۰۰^{a}
کود گاوی پوسیده	۱۱۳^{c}	۸۳^{ab}	۲۶۴^{abc}	۴۸^{abc}	۲۴۴^{d}	۴۱۳^{c}	۲۱۸^{abc}	۱۱/۵۶^{a}
کود شیمیایی	۱۴۴^{ab}	۱۳۵^{a}	۳۰۲^{a}	۵۷^{a}	۳۳۵^{ab}	۴۸۶^{abc}	۲۰۷^{abc}	۱۰/۶۰^{a}
نانو بیومیک	۱۵۳^{a}	۱۳۲^{ab}	۲۹۲^{ab}	۵۳^{ab}	۳۳۷^{ab}	۵۶۲^{a}	۲۷۸^{a}	۱۱/۱۶^{a}
نانوکلات ZFM	۱۴۲^{ab}	۱۱۷^{ab}	۲۲۴^{c}	۴۱^{c}	۳۰۰^{abcd}	۴۰۹^{c}	۱۴۹^{cd}	۱۰/۳۰^{a}
نانوکامپوزیت بیوارگانیک	۱۵۲^{a}	۱۲۰^{ab}	۳۰۹^{a}	۵۷^{a}	۳۲۸^{abc}	۵۴۴^{ab}	۲۷۳^{a}	۱۰/۳۶^{a}

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند.

جدول ۴. ادامه

تیمارهای کودی	قطر گل (سانتی متر)	تعداد گل (مترمربع)	شاخص سطحبرگ	شاخص برداشت(٪)		شاخص سبزینگی برگ SPAD
				گل	بذر	
شاهد	۵/۱^{ab}	۱۷۸^{d}	۲/۰۵^{c}	۱۹/۵۰^{a}	۳۲/۱۶^{b}	۴۴/۵۳^{ab}
کمپوست	۵/۴^{a}	۲۱۶$^{a-d}$	۲/۲۸^{c}	۱۸/۱۶^{ab}	۴۱/۸۰^{ab}	۴۴/۰۳^{ab}
کمپوست+ سودوموناس پوتیدا	۵/۵^{a}	۲۲۹$^{a-d}$	۳/۰۷^{abc}	۱۴/۶۰^{bc}	۳۹/۰۱^{b}	۴۳/۳۶^{ab}
ورمی کمپوست	۵/۲^{a}	۲۲۶$^{a-d}$	۲/۴۳^{bc}	۱۸/۱۰^{ab}	۵۰/۷۰^{a}	۴۰/۴۰^{b}
ورمی کمپوست+ سودوموناسپوتیدا	۵/۴^{a}	۲۶۲^{ab}	۳/۸۲^{a}	۱۵/۷۰^{abc}	۴۴/۹۳^{ab}	۴۷/۸۳^{a}
کود گاوی پوسیده	۴/۷^{ab}	۱۹۶^{bcd}	۲/۰۶^{c}	۱۹/۸۶^{a}	۵۱/۵۰^{a}	۴۳/۳۳^{ab}
کود شیمیایی	۵/۱^{ab}	۲۶۹^{a}	۳/۷۰^{a}	۱۷/۰۰^{abc}	۴۲/۷۳^{ab}	۴۴/۲۶^{ab}
نانوبیومی	۴/۹^{ab}	۲۵۴^{abc}	۳/۲۵^{abc}	۱۵/۷۳^{abc}	۴۹/۲۳^{a}	۴۳/۴۶^{ab}
نانوکلات ZFM	۴/۷^{ab}	۱۸۶^{cd}	۳/۲۱^{abc}	۱۳/۵۶^{c}	۳۴/۹۰^{b}	۴۵/۳۳^{a}
نانوکامپوزیت‌بیوارگانیک	۴/۴^{b}	۲۸۴^{a}	۳/۵۰^{ab}	۱۷/۸۰^{abc}	۵۰/۵۳^{a}	۴۶/۵۳^{a}

در هرستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن درسطح پنج درصد دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند.

جدول ۵. ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه گیاه همیشه بهار

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۲	۰/۹۳***	-											
۳	۰/۹۵***	۰/۹۹***	-										
۴	−۰/۱۰ns	−۰/۱۱ns	−۰/۱۶ns	-									
۵	۰/۶۷*	۰/۵۴ns	۰/۵۵ns	۰/۱۶ns	-								
۶	۰/۷۵**	۰/۵۹ns	۰/۶۴*	−۰/۰۷ns	۰/۸۸***	-							
۷	۰/۷۹**	۰/۶۵*	۰/۶۸*	۰/۰۴ns	۰/۹۷***	۰/۹۶***	-						
۸	۰/۸۶***	۰/۷۸**	۰/۸۰**	−۰/۲۶ns	۰/۷۱*	۰/۸۷***	۰/۸۴**	-					
۹	−۰/۱۸ns	۰/۰۵ns	۰/۰۳ns	−۰/۲۰ns	−۰/۷۸**	−۰/۷۱*	−۰/۷۱*	−۰/۳۹ns	-				
۱۰	۰/۵۰ns	۰/۵۵ns	۰/۵۵ns	−۰/۴۴ns	−۰/۰۸ns	۰/۱۷ns	۰/۰۹ns	۰/۶۱ns	۰/۳۶ns	-			
۱۱	۰/۷۷**	۰/۶۲*	۰/۶۶*	−۰/۰۵ns	۰/۸۹***	۰/۹۶***	۰/۹۶***	۰/۷۹**	−۰/۶۷*	۰/۰۶n	-		
۱۲	۰/۳۲ns	۰/۲۸ns	۰/۳۸ns	−۰/۱۶ns	۰/۴۱ns	۰/۵۵ns	۰/۴۹ns	۰/۳۳ns	−۰/۲۷ns	−۰/۱۵	۰/۵۸ns	-	
۱۳	−۰/۲۹ns	−۰/۱۹ns	−۰/۲۷ns	۰/۰۱ns	−۰/۵۷ns	−۰/۵۸ns	−۰/۵۷ns	−۰/۲۴ns	۰/۴۹ns	۰/۴۲n	−۰/۶۷*	−۰/۹۲***	-
۱۴	۰/۷۶**	۰/۷۴**	۰/۷۶**	−۰/۴۲ns	۰/۳۷ns	۰/۶۱ns	۰/۵۴ns	۰/۹۱***	−۰/۰۴ns	۰/۸۷*	۰/۵۰ns	۰/۱۵ns	۰/۰۶ns

ns ، *، ** و *** به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار ومعنی دار درسطوح معنی‌داری ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱

اعداد ۱ تا ۱۴ به‌ترتیب معرف صفات: ۱- تعداد گل ۲- وزن تر گل ۳- وزن خشک گل ۴- قطر گل ۵- وزن خشک ساقه ۶- وزن خشک برگ ۷- وزن خشک کل (برگ، ساقه،گل) ۸- وزن خشک کل (برگ، ساقه، بذر) ۹- شاخص برداشت گل ۱۰- شاخص برداشت بذر ۱۱- شاخص سطح برگ ۱۲- شاخص سبزینگی برگ (SPAD) ۱۳- وزن هزاردانه ۱۴- عملکرد بذر

نشان نداد که با یافته‌های Tabrizi و همکاران (۲۰۱۱) مغایرت دارد. افزایش شاخص سطح برگ و نیز تعداد گل باعث شد تا وزن خشک گل همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات وزن خشک برگ (*r= ۰/۶۴)، وزن خشک کل با گل (*r= ۰/۶۸)، وزن خشک کل با بذر (**r= ۰/۸۰)، عملکرد بذر (**r=۰/۷۶) و شاخص سطح برگ (*r= ۰/۶۶) نشان دهد. در تأیید نتایج فوق بالاترین همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد بذر همیشه‌بهار با عملکرد گل خشک و تعداد گل مشاهده شد (Rezaei and Baradaran, 2013). مطالعه تأثیر سطوح مختلف کود آزوکمپوست و اوره بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی مرزنجوش وحشی (*Origanumvulgare*subspvirid) نیز حاکی از بیشترین همبستگی وزن خشک گل و وزن خشک برگ با عملکرد اقتصادی بود که نشانگر اهمیت این صفات در تعیین عملکرد نهایی است (Yazdani Biouk et al., 2014).

وزن خشک کل گیاه همیشه‌بهار همبستگی معنی‌داری با شاخص برداشت بذر و وزن هزاردانه نشان ندادند که با یافته های Rezaee و Baradaran (۲۰۱۳) موافقت دارد. با وجود این همبستگی بین وزن هزاردانه با شاخص سطح برگ (*r =-۰/۶۷) و شاخص سبزینگی برگ (***r=-۰/۹۲) منفی و معنی‌دار بود. به‌نظر می‌رسد همبستگی منفی و معنی‌دار وزن هزاردانه با شاخص سطح برگ، به‌دلیل افزایش رشد رویشی گیاه و کاهش تخصیص مواد فتوسنتزی به بذور و در نتیجه کاهش وزن هزار دانه باشد.

یافته های ترویجی

به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد ورمی‌کمپوست همراه و یا بدون تلقیح باکتری سودوموناس تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ، عملکرد گل وعملکرد بذر همیشه‌بهار در مقایسه با تیمار شاهد داشت. با وجود این تلقیح باکتری، عملکرد گل و بذر را در مقایسه با عدم تلقیح تحت تأثیر قرار نداد. همچنین کاربرد ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری بر کلیه صفات مورد مطالعه با کود شیمیایی، کمپوست و نیز کودهای نانو بیومیک و نانو کامپوزیت نداشت. لذا به‌نظر می‌رسد ورمی‌کمپوست به‌تنهایی و یا همراه با باکتری زیستی سودوموناس از طریق افزایش جمعیت و تنوع میکروبی و نیز تأثیر بر قدرت جذب، نگهداری و حفظ رطوبت و عناصر غذایی نظیر نیتروژن، فسفر و پتاس موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گل و بذر گیاه همیشه‌بهار شده و لذا قابلیت جایگزینی با کودهای شیمیایی را دارد. در مجموع نتایج این پژوهش نشان دادند که کاربرد کودهای دامی و کمپوست زباله شهری به‌جز کاهش در برخی صفات رویشی در سایر صفات تفاوتی با ورمی‌کمپوست نداشته، لذا استفاده از این ترکیبات از نظر اقتصادی نسبت به ورمی‌کمپوست مقرون به‌صرفه‌تر بوده و جهت تغذیه گیاه همیشه‌بهار توصیه می‌شوند.

References:

Abbasi, P.A., Al-Dahmani, J., Sahin, F., Hoitink, H.A.J. and Miller, S.A. 2002. Effect of compost amendments on diseases severity and yield of tomato in conventional and organic production systems. Plant Disease, 86:156-161.

Abdolahi Noruzi, M., Moradi Telavat, M., Siadat, S.A. and Khodaei Joghan, A. 2019. The effect of vermicompost and zeolite on flower yield and some characteristics of *Calendula officinalis* L., Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 35 (2): 335-350.

Akbarinia, A., Khosravifard, M., Rezaee, M. B. and Sharifi Ashoorabadi, E. 2005. Comparison of fall and spring cultivation on seed yield of some medicinal plant under irrigation and no-irrigation conditions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 21 (3): 319-334.

Amiri, M.B., Rezvani Moghaddam, P. and Jahan, M. 2016. Study the morphological characteristics affecting yield of *Echium amoenum* under different organic and chemical fertilizers and plant densities. Iranian Journal of Horticultural Science, 47(1): 55-60.

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 Analysis, 36 (13-14): 1737- 1746.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Atiyeh, T.R., Metzger, J.D. 2004. Effects of vermicompost produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. Bioresource Technology, 93: 139-144.

Astaraei, A.R. 2006. Effect of municipal solid waste compost and vermicompost on yield and yield Components of *Plantago ovata*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(3):180-187.

Atiyeh, R.M., S. Subler, C.A. Edwards, G. Bachman, J.D. Metzger, and W. Shuster. 2000. Effects of vermicompost and compost on plant growth in horticultural container mediaand soil. Pedobiologia, 44: 579–590.

Avishi, A., Feizi, H. and Dashti, M., 2018. Evaluation of germination criteria and vigor of seeds for mother plant marigold affected as organic, biological, Nano

and chemical fertilizer. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 7(2): 16-29.

Barker, A.V. and Bryson, G. M. 2006. Comparisons of composts with low or high nutrient status for growth of plants in containers. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 37: 1303-1319.

Darzi, M.T., Ghalavand, A., Rejali, F. and Sefidkon, F. 2006. Effects of biofertilizers application on yield and yield components in Fennel (*Foeniculumvulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(4): 276-292.

Darzi, M. T., Ghalavand, A. and Rejali, F. 2007. Effects of Biofertilizers Application on Yield and Yield Components in Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22 (4): 276-292.

Darzi, M. T., Ghalavand, A. and Rejali, F. 2009. The effects of biofertilizers application on N, P, K assimilation and seed yield in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25 (1): 1-19.

Dashti, M.,Kafi, M.,Astaraei, A. and Zabihi, H. 2018. Investigation of yield and yield components response of *Salvia leriifolia*Benth. to the biological and organic Fertilizers. Zeitschrift fur Arznei-und Gewurzpflanzen, 22: 84-90.

Esitken, A., H.E. Yildiz, S. Ercisli, M. Figen Donmez, M. Turan and A. Gunes. 2010. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. Scientia Horticulturae, 124: 62–66.

Fallahi, J., Koocheki, A. and Rezvani Moghaddam, P. 2009. Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita*) as a medicinal plant. Iranian Journal of Field Crops Research, 7: 127-136.

Ghaderi, R., Rahmanian, M. and Chamani, A. 2011. Investigation of the effect of different ratios of organic matter on growth and flowering of Marigold. First national congress of new agricultural sciences and technologies, University of Zanjan, Iran, 8-10February.

Golestaneh, S., Ganjali, H. R., Mehraban, A. and Khamri, A. 2014. Investigation of the effect of organic fertilizers on quantitative characteristics of Marigold

in Sistan. The first national conference on agriculture and sustainable natural resources. Tehran, Iran, 30 January.

HoseiniMazinani, M. and Hadipour. A. 2014.Increasing quantitative and qualitative yield of *Calendula officinalis* L. by Using Bio-Fertilizer. Journal of medicinal plants, 13(50):83-91.

Kalvatchev, Z., Walder, R. and Garzaro, D., 1997. Anti-HIV activity of extracts from *Calendula officinalis* flowers. Biomedicine and Pharmacotherapy, 51(4): 176-180.

Khosravi, H. 2001. Application of biofertilizers in cereals farming. P: 178-194, in: Khavazi, K., and Malakouti, M. J. (eds.), Necessity for the production of biofertilizers in Iran. Acompilation of papers. Agriculture Training Publication. pp: 589.

Koocheki, A., Tabrizi, L. and Ghorbani, R. 2009. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Field Crops Research, 6: 126-136.

Mahfouz, S.A. and Sharaf-Eldin, M.A. 2007. Effect of mineral Vs .biofertilizer on Growth,yield,and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* mill). International Agrophysics. 21(4):361-366.

Mamo, M., C.J. Rosen, and T.R. Halbach. 1999. Nitrogen availability and leaching fromsoil amended with municipal solid waste compost. Journal of Environmental Quality,28: 1074-1082.

Martin, F., Mastebroek, D. and Gorp, K.V., 2005. Agrower's manual for *Calendula officinalis* L.Bridget Research Centre, 11p.

Melero, S., Vanderlinden, K. Ruiz. J. C. and Madejon, E., 2008. Long-term effect on soil biochemical status of a vertisol under conservation tillage system in semi-arid Mediterranean conditions. European Journalof Soil Biology ,44(4):437-442.

Naderi, M.R., Danesh shahraki, A.A. and Naderi, R. 2012. The role of nanotechnology in improving consumption of nutrients chemical fertilizers. Nanotechnology, 11 (12): 16- 23.

Niakan, M., Khavarynejad, R. A. and Rezaee, M. B. 2004. Effect of different rates

of N/P/K fertilizer on leaf fresh weight, dry weight, leaf area and oil content in *Mentha piperita* L. Iranian Journal ofMedicinal and Aromatic Plants, 20 (2): 131-148.

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.

Rezaei, M. and Baradaran, R. 2013. Effects of bio fertilizers on the yield and yield components of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29 (3): 635-650.

Rezaei Moaddab, A., Nabavi Kalat, S.M. 2012. The effect of vermicompost and biological fertilizer application on seed yield and yield components of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Crop ecophysiology, 6(2): 157-170.

Roy, S., K. Arunachalam, B. Kumar Dutta, and A. Arunachalam. 2010. Effect of organicamendments of soil on growth and productivity of three common crops viz. *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* and Abelmoschus esculentus. Applied Soil Ecology 7: 39-46.

Saeidnejad, A. H. and RezvaniMoghadam, P. 2010. Evaluation of compost, vermicompost and animal manure on yield, yield components and essential oil of Cumin (*Cyminum cyminum*). Journal of Horticultural Science, 24(2): 142-148.

Sajadi Nik, R. and Yadavi, A.R., 2013. Effect of nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin ongrowth indexes, phonological stages and grain yieldof Sesame. Electronic Journal of crop production,6(2): 73-99.

Sallaku, G., Ismet, B., Skender, K., Astrit, B. 2009. The influence of vermicompost on plant growth characteristics of cucumber (*Cucumissativus* L.) seedlings under saline conditions. Journal of food, Agriculture & Environment,7: 869-872.

Sanches Govin, E., Rodrigues Gonzales, H., carballo Guerra, C. and Milanes Figueredo, M. 2005. Influencia de los abonosorganicos y biofertilizantesen la calidad de las species medicinales*Calendulaofficinalis* L. and

Matricariarecutita L. Revistacubana de plantasMedicinales, 10(1): 1- 6.

Shokrani, F., Pirzad, A., Zardoshti, M. R. and Darvishzadeh, R. 2012. Effect of irrigation disruption and biological nitrogen on growth and flower yield in *Calendula officinalis* L. African Journal of Biotechnology, 11 (21): 4795-4802.

Sindhu, S.S., Suneja, S., Goel, A.K., Parmar, N., and Dadarwal, K.R. 2002. Plant growth promoting effects of Pseudomonas sp. on co-inoculation with *Mesorhizobium sp*. Cicer strain under sterile and "wilt sick" soil conditions. Applied Soil Ecology, 19: 57-64.

Sumner, M.E., 2000. Beneficial use of effluents,wastes, and biosolids. Communication in Soil andPlant Analyses, 31(11-14): 1701-1715.

Tabrizi, L., Dezhabon, F., Mostofi, Y. and Moridi, M. 2011. study on the effect of organic inputs on growth, yield and quality characteristics of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). Journal of Agroecology, 1(2): 34-51.

Tahami Zarandi, S. M. K., Rezvani Moghaddam, P. and Jahan, M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of Basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology, 2(1)*:* 63-74.

Weida, M. T., Hagaras, A. M., Fayed, M. H., Kafour, E. L. and Abdel Ruouf, E. L. 1981. Influnce of some nutrition element on plant characters, seed yield and quality in safflower (*Carthamus tinctorius*). Research Bulletin Faculty of Agriculture., Ainhums university. No. 1437, 18pp.

Wu S.C., Cao Z.H., Li Z.G., Cheung K.C., and Wong M.H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizer and AM fungi on maize growth. A greenhouse trails. Geoderma. 125:155-166.

Yazdani Biouk, R., BannayanAvval, M., Khazaei, H.R. and Sodaeeizadeh, H. 2014. Investigating some quantitative and qualitative characteristics of marjoram (*Origanum vulgare* subspvirid) as affected by different levels of Azocompost and urea. Journal of agroecology, 6(4): 798-811.

Comparison of organic, nano and chemical fertilizers on vegetative and reproductive characteristics of Pot marigold (*Calendula officinalis* L.)

Ali Avishi[1], Majid Dashti[2*], Hasan Feizi[3], Hamidreza Zabihi[2]

1. MSc. of Plant Production, University of Torbat Heydarieh, Iran.
2. Assistant Professor, Khorasan-e-razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran. (Corresponding author)
3. Associate Professor, Plant Production Department, University of Torbat Heydarieh, Iran.

Received: October 2020 Accepted: January 2020 - DOI: 10.22092/mpt.2021.353097.1070

Abstract

Avishi, A., Dashti, M., Feizi, H., Zabihi, H. R., Nano and chemical fertilizers on vegetative and reproductivecharacteristics of Pot marigold *(Calendula officinalis* L.*)*
Iranian Medicinal Plants Technology, Vol 3, No. 1, 2020 6-6: 74-91(in Persian)

Abstract: In order to compare the effect of organic, biological, nano and chemical fertilizers on growth characteristics and yield of Marigold, a field experiment was conducted in 2015 in a randomized complete block design with 10 treatments and three replications. Experimental treatments included rotten cow manure, municipal waste compost with and without inoculation of *Pseudomonas putida*, vermicompost with and without bacterial inoculation, Nanobiomic, ZFM Nano chelate, Bioorganic Nanocomposite, NPK chemical fertilizermixture (in the ratio of 150: 50 : 50 kg.ha^{-1} of urea:triple superphosphate: potassium sulfate, respectively) and control treatment (without fertilizer).The highest leaf area index (3.82) and leaf dry weight (164 g.m^{2}) and total dry weigh (353 g.m^{2}) were observed in vermicompost treatment with P. putida which significantly increased by 53.3%, 86.3% and 57.0% compared to the control, respectively. The highest fresh weight, dry weight and number of flowers were observed at 309 g.m^{-2}, 57 g.m^{-2} and 284 per m^{-2} in bioorganic nanocomposite treatment, which increased by 27%, 29% and 59% compared to the control, respectively. Results also indicated that the number of flowers had the highest positive and significant correlation with flower dry weight (r = 0.95**), flower fresh weight (r = 0.93**), leaf area index (r = 0.77**), leaf dry weight (r = 0.75**) and grain yield (r = 0.76**). Finally, the use of cow manure and municipal waste compost fertilizers are more economical than vermicompost and are recommended for Pot marigold.

Keywords: Medicinal plants, Nano fertilizers, Organic inputs, Pot marigold

---

Email address of the corresponding author: m.dashti@areeo.ac.ir