بررسی تأثیر کود بیولوژیکی ورمی‌کمپوست و ورمی واش بر روی برخی از صفات رویشی و زایشی گیاه شمعدانی (*Pelargonium peltatum*)

طاهره واقعی[۱]، سپیده کلاته جاری[۲*]، سکینه سعیدی‌سار[۳]، مرجان دیانت[٤]

۱- کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۳- عضو هیأت علمی دانشکده فنی و حرفه‌ای

٤- عضو هیأت علمی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران

* نویسنده مسئول: kalatejari@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کودهای بیولوژیکی ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش روی رشد و نمو گیاه شمعدانی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در ۳ تکرار در سال ۱۳۹۸ به مرحله اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایشی شامل ورمی‌کمپوست در سطوح عدم مصرف، ۲۰ و ٤۰ درصد حجمی و ورمی‌واش در سطوح عدم مصرف، ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm بود. نتایج نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش ارتفاع بوته، تعداد ساقه، طول میانگره، تعداد ساقه گل دهنده، ارتفاع گل، وزن تر و خشک ساقه، تعداد برگ در ساقه، وزن تر و خشک برگ، شاخص سطح برگ، حجم ریشه، پتاسیم، نیتروژن، فسفر نسبت به شاهد شد. بیشترین ارتفاع بوته و ارتفاع گل در تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست، بالاترین تعداد ساقه، شاخص سطح برگ در تیمار ٤۰ درصد ورمی‌کمپوست و حداکثر پتاسیم و فسفر در تیمار ۲۰ و ٤۰ درصد ورمی‌کمپوست به دست آمد. بر اساس نتایج، کاربرد ورمی‌واش موجب افزایش ارتفاع بوته، طول میانگره، تعداد ساقه گل دهنده، ارتفاع گل، وزن تر و خشک ساقه، تعداد برگ در گیاه، وزن تر و خشک برگ، حجم ریشه و نیتروژن گردید. حداکثر ارتفاع بوته در تیمار ۱۰۰ ppm ورمی‌واش و بالاترین ارتفاع گل در تیمار ۲۰۰ ppm ورمی‌واش حاصل شد. مشاهده شد که ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش اثر افزایشی روی هم داشتند، به طوری که بالاترین طول میانگره، وزن تر ساقه، از کاربرد ٤۰ درصد ورمی‌کمپوست با ۲۰۰ ppm ورمی‌واش، حداکثر تعداد برگ در گیاه و وزن تر و خشک برگ از کاربرد ٤۰ درصد ورمی‌کمپوست با ۱۰۰ ppm ورمی‌واش، بالاترین غلظت نیتروژن در تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست با ۱۰۰ ppm ورمی‌واش، بیشترین تعداد ساقه گل دهنده از کاربرد سطوح مختلف ورمی‌واش با ٤۰ درصد ورمی‌کمپوست و عدم کاربرد و کاربرد ۱۰۰ ppm همراه با ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست به دست آمد.

کلمات کلیدی: کود بیولوژیک، شمعدانی، شاخص سطح برگ، ورمی‌کمپوست، ورمی واش.

مقدمه:

گیاه شمعدانی (*Pelargonium spp.*) از خانواده *Geraniaceae* از جمله گیاهانی است که در باغبانی مورد ازدیاد و پرورش قرار می‌گیرد (Kahriman et al., 2010). این گیاه به عنوان یک گیاه زینتی معطر در شمال آمریکا، اروپا و استرالیا محبوبیت فراوانی دارد و در حال حاضر در سرتاسر جهان پرورش داده می‌شود (Mamba and Wahome, 2010). گیاهان این جنس بسیار متنوع و دارای گل‌های رنگارنگ می‌باشند (Mutui et al., 2012) و با داشتن ترکیب-های فنولی و عصاره ژرانیول، از ارزش تجاری بالایی در صنعت دارویی و عطرسازی برخوردار هستند (Mamba and Wahome, 2010). شمعدانی از لحاظ تعداد فروش در بین گیاهان گلدانی گلدار دارای رتبه سوم در سطح بازار جهانی گل و گیاهان زینتی می‌باشد و به علت دارا بودن روغن‌های مهم و غنی از الکل و سیترونلول، ارزش تجاری زیادی در صنعت دارویی و عطرسازی دارد (Mamba and Wahome, 2010).

مصرف بی رویه کودهای شیمیایی موجب آسیب‌های زیادی به محیط زیست و بهداشت مواد خوراکی شده و مواد مضر سرطان‌زایی را افزایش می‌دهند، بنابراین مدیریت کود در این محصول اهمیت زیادی دارد (Subhash et al., 2011). یکی از مهم‌ترین کودهای آلی، ورمی‌کمپوست می‌باشد. ورمی‌کمپوست عبارت است از کود آلی بیولوژیک که در اثر عبور مداوم و آرام مواد آلی درحال پوسیدگی از دستگاه گوارش گونه‌هایی از کرم خاکی و دفع از بدن کرم به وجود می آید، که طی این واکنش مواد عبوری از دستگاه گوارش کرم آغشته به ویتامین‌ها و آنزیم‌ها شده و بسیار غنی می‌شود (ارزانش و عباسی، ۱۳۹۰).

ورمی‌کمپوست دارای ویژگی های بسیاری مانند تخلخل زیاد، تهویه و زهکشی مناسب، قدرت جذب و نگهداری زیاد رطوبت، سطح جذب زیاد برای آب و مواد غذایی است و استفاده از آن در کشاورزی پایدار برای بهبود وضعیت تخلخل خاک و در نتیجه فراهمی بیشتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، بسیار مفید است. در واقع برتری ورمی‌کمپوست نسبت به سایر کودهای آلی این است که به خوبی تغییر ساختار یافته و تعداد ریز موجودات بیماری‌زای گیاهی در آن به شدت کاهش یافته است (Claudio et al.,2009).

ایران با برخورداری از تنوع مناسب آب و هوایی، داشتن نیروی کار ارزان و مناسب، میزان نور کافی، فراوانی ضایعات سلولزی و نزدیکی به بازارهای مصرف، برای تولید و عرضه انواع گل و گیاه زینتی مستعد است. با وجود چنین

استعدادهای طبیعی، سهم ایران در تولید و تجارت جهانی انواع گل و گیاه زینتی بسیار اندک است. استفاده از گیاهان زینتی در طراحی فضای سبز از ۳۰۰۰ سال پیش در ایران رواج داشته است، ولی قدمت تولید تجاری آن به حدود ۹۰ سال پیش بر می‌گردد. (چیذری و همکاران، ۱۳۸۵)

ورمی‌واش به عنوان عصاره ورمی‌کمپوست مجموعه‌ای از مواد ترشحی و فضولات دفعی کرم خاکی همراه با عناصر ریزمغذی عمده و مولکول‌های آلی خاک است که برای رشد گیاه مفید بوده و به صورت اسپری برگی به کار می‌رود. به نظر می‌رسد ورمی‌واش دارای یک خاصیت چسبندگی است که نه تنها به عنوان یک کود، بلکه به عنوان یک آفت کش ملایم هم عمل می‌کند (Ansari, 2008). ورمی‌واش موجب تحریک رشد و افزایش عملکرد محصولات شده و محلول‌پاشی با آن موجب مقاومت گیاهان در برابر عوامل مختلف می‌شود. این ماده دارای عناصر غذایی محلول و اسیدهای آلی است (Sivasubramanian and Ganeshkumar, 2004).

در این تحقیق تلاش بر این است که با استفاده از کودهای ورمی‌کمپوست و ورمی واش، مصرف کود های شیمیایی از چرخه زیست محیطی حذف و یا حتی‌المقدور کاهش یابد تا از سرایت آن‌ها به آب‌های زیرزمینی و یا مصرف مستقیم باقیمانده آن‌ها در گیاه زینتی شمعدانی جلوگیری شود. لذا برای حفظ ایمنی محیط زیست و جلوگیری از پیامدهای ناشی از استفاده بی‌رویه کودهای شیمیایی، نیاز به اعمال مدیریت تغذیه‌ای از طریق تبیین و اجرای طرح آزمایشی جایگزینی کودهای آلی کم ضرر با کودهای شیمیایی در گیاه زینتی شمعدانی برای سازگاری بیشتر با محیط زیست می‌باشد، که توجیه کننده جدید بودن تحقیق است. با توجه به مباحث ذکر شده تحقیق فوق به منظور بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست و ورمی واش بر رشد و نمو گیاه شمعدانی پیچ صورت پذیرفت.

مواد و روش ها:

این آزمایش در سال ۱۳۹۸ در گلخانه دانشکده فنی و حرفه‌ای دختران دکتر شریعتی تهران واقع در بزرگراه شهید تندگویان، میدان بهمن، خیابان میثاق جنوبی، خیابان ٦١ شرقی انجام گردید. آزمایش در ٢٤ تیر ماه شروع شد و پس از ٦ ماه به اتمام رسید. در ابتدای تابستان (٢٤ تیرماه) قلمه‌های ریشه‌دار شده ٦-٤ برگی و ارتفاع ٨-٦ سانتی‌متری از گیاه شمعدانی که از گلخانه‌ای در کرج تهیه شده بود به گلدان انتقال یافت. برای انجام این آزمایش از گلدان‌های سایز ۱۵ (قطر دهانه ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۱ سانتی‌متر) استفاده شد که از کوکوپیت و پرلیت همراه با تیمارهای ورمی‌کمپوست پر گردید. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و ورمی واش بود که پیش از انتقال نشا به گلدان‌ها

به بستر کشت پایه گیاه شامل کوکوپیت و پرلیت (۷۰:۳۰) با سطوح مورد نظر ورم کمپوست اضافه شد. دو هفته پس از استقرار کامل نشاها (۱۰ مرداد ماه)، محلول‌پاشی با کود ورمی‌واش هر هفته یکبار انجام گرفت. در تیمار شاهد، آب مقطر محلول‌پاشی گردید. شش ماه پس از انتقال نشاها به گلدان‌ها نمونه‌برداری صورت گرفت. آبیاری گیاهان از زمان انتقال به گلدان تا پایان آزمایش هفته‌ای دو بار انجام گردید. به منظور جلوگیری از کاهش رشد رویشی و عدم کیفیت گل‌ها، تمام غنچه‌های ظاهر شده روی گیاه در یک ماه اول به محض ظهور، از گیاه جدا شدند. برای اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک در شب ۳ برگ از هر گیاه جدا و در کلمن حاوی یخ خشک قرار داده شد.

صفات اندازه گیری شده:

نیتروژن اندام هوایی: میزان نیتروژن اندام هوایی با استفاده از دستگاه میکروکجلدال محاسبه شد (Bremner, 1996).

فسفر اندام هوایی: برای تعیین فسفر، از روش رنگ سنجی در طول موج ٤٧٠ نانومتر و با استفاده از دستگاه طیف سنجی صورت گرفت. برای استخراج نمونه گیاهی از روش هضم در بالن ژوژه با اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک و اب اکسیژنه استفاده گردید. پس از تهیه عصاره، با روش نور سنجی (رنگ زرد وانادات مولیبدات) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد (Jones et al., 1991).

پتاسیم اندام هوایی: اندازه‌گیری پتاسیم به روش هضم خشک با استفاده ازکوره در دمای ۵۵۰ درجه و محلول کردن در اسیدکلریک ۰/۵ مولار با دستگاه فیلم فتومتر صورت پذیرفت (Jones et al., 1991).

ارتفاع بوته: ارتفاع بوته که با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری گردید. بدین صورت که از یقه گیاه تا نوک ساقه به عنوان ارتفاع گیاه در نظر گرفته شد.

حجم ریشه: حجم ریشه با روش غوطه‌وری در آب، استوانه مدرج و اختلاف حجم ایجاد شده محاسبه گردید (نظام الملکی و همکاران، ۱۳۹۷).

وزن تر اندام هوایی: برای تعیین وزن تر اندام هوایی ، گیاه شسته شده و اندام‌های مورد نظر جدا شده و جداگانه توزین شدند.

وزن خشک ساقه، برگ: برای محاسبه وزن خشک اندام‌های مورد نظر، نمونه‌های تهیه شده به مدت ٤٨ ساعت در آون ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس با استفاده از ترازوی دیجیتالی بیوماس خشک اندازه‌گیری شد (اصغری و همکاران، ۱۳۹۵).

تعداد ساقه، ساقه گل دهنده و برگ: تعداد ساقه، ساقه گل دهنده و برگ از طریق شمارش تعیین گردید.

طول میانگره و ارتفاع گل: طول میانگره و ارتفاع گل، با استفاده از دستگاه کولیس اندازه‌گیری شد.

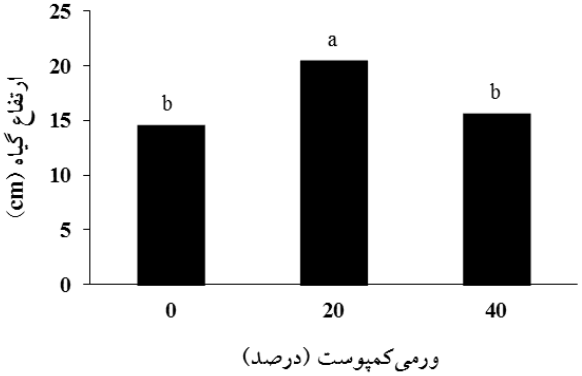
شاخص سطح برگ: سطح برگ سه برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج (مدل دلتا – تی اسکن، ساخت انگلستان) اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث:

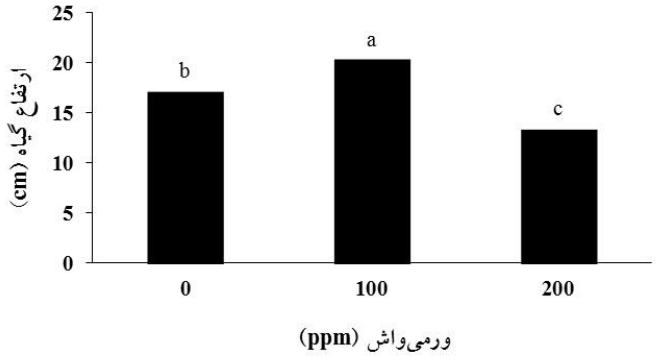
ارتفاع گیاه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع گیاه معنی‌دار بود ولی اثر متقابل ورمی‌کمپوست با ورمی‌واش تأثیر معنی‌داری روی ارتفاع بوته نداشت. اطلاعات بدست آمده از نتایج مقایسه میانگین ارتفاع گیاه تحت تأثیر فاکتور ورمی‌کمپوست نشان داد که با کاربرد ورمی‌کمپوست ارتفاع گیاه نسبت به شاهد افزایش یافت، به طوری که بیشترین ارتفاع گیاه به میزان ۲۰/۳۹ سانتی‌متر در کاربرد ۲۰٪ ورمی‌کمپوست مشاهده گردید که بیانگر افزایش ٤٠/٦٢ درصدی ارتفاع گیاه بود، تیمار ٤٠٪ ورمی‌کمپوست با شاهد در یک گروه آماری قرار داشت(شکل۱). نتایج مقایسه میانگین ارتفاع گیاه تحت تأثیر فاکتور ورمی‌واش حاکی از آن بود که با کاربرد ppm۱۰۰ ورمی‌واش ارتفاع گیاه نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد، ارتفاع گیاه در تیمار ppm ۱۰۰ ورمی‌واش به ۲۰/۱۷ سانتی‌متر افزایش یافت که نشان دهنده افزایش ۱۸/٦۳ درصدی ارتفاع گیاه بود، تیمار ppm ۲۰۰ ورمی‌واش با کاهش ۲۱/۸۹ درصد ارتفاع گیاه نسبت به شاهد همراه بود (شکل ۲)

خواص فیزیکی و شیمیایی اسید هیومیک موجود در ورمی‌کمپوست و عصاره آن با افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم کننده رشد باعث افزایش تجمع نیتروژن توسط گیاه شده و با افزایش نیتروژن فاکتورهای رشد گیاه از جمله ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد.



شکل ۱- مقایسه میانگین ارتفاع گیاه تحت تاثیر ورمی کمپوست



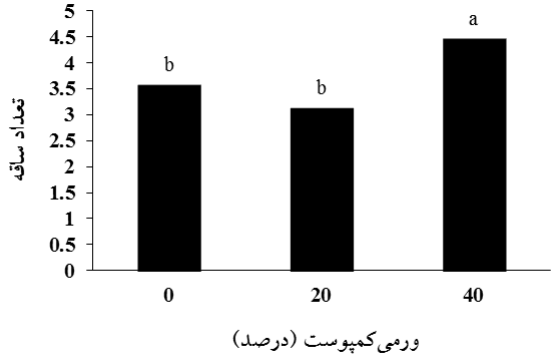
شکل ۲- مقایسه میانگین ارتفاع گیاه تحت تاثیر ورمی واش

(Arancon et al.,2005). براساس نتایج محققان، ورمی‌کمپوست از طریق ازدیاد جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف بر روی میزان فتوسنتز و تولید بیوماس مؤثر واقع گردیده و باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شود(Hameeda et al., 2006). در مطالعه‌ای بر روی گیاه سیر، مشخص گردید که استفاده از ورمی‌کمپوست موجب بهبود چشمگیر در ارتفاع گیاه شد و این تأثیر به قابلیت تحریک‌کنندگی فعالیت میکروب‌های مفید خاک توسط ورمی‌کمپوست و توانایی آن در افزایش جذب عناصر غذایی نسبت داده شد .(Arguello et al., 2006) نتایج این تحقیق با نتایج سایرمحققین مطابقت داشت (Sanchez et al., ۲۰۰۸ ;Razavi Nia et al., ۲۰۱۵)

تعداد ساقه

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر ورمی‌کمپوست در سطح احتمال یک درصد بر تعداد ساقه معنی‌دار بود(جدول ۱). اطلاعات به دست آمده از نتایج مقایسه میانگین تعداد ساقه تحت تأثیر فاکتور ورمی‌کمپوست نشان داد که کاربرد ٤٠٪ ورمی‌کمپوست باعث افزایش تعداد ساقه از ۳/٥٦ به ٤/٤٤ ساقه شد که حاکی از افزایش ۲٤/۷۲ درصدی تعداد ساقه نسبت به شاهد بود. تیمار ۲۰٪ ورمی‌کمپوست با شاهد تفاوت معنی‌داری از نظر آماری نداشت (شکل ۳).

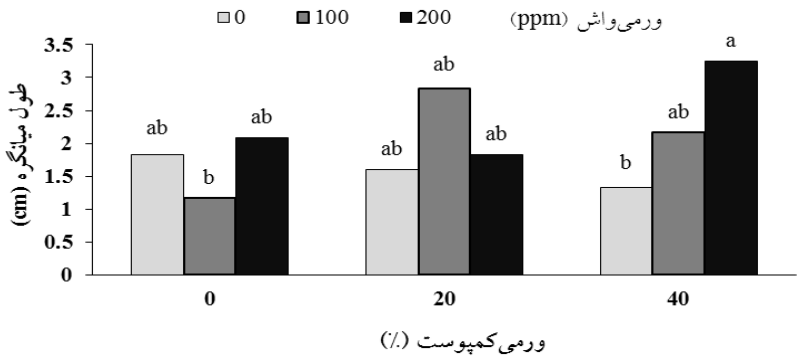
بنابر گزارشات محققین اثرات مثبت کود ورمی‌کمپوست ممکن است به دلیل افزایش مواد آلی در خاک و نیز فراهمی متعادلی از مجموعه عناصر پر مصرف و کم مصرف در خاک باشد که می‌تواند رشد رویشی و نیز زایشی را مستقیماً تحت تأثیر قرار دهد (مرادی و همکاران، ۱۳۸۸). گزارش کرده‌اند که که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش ۷۳/۹۸ درصدی تعداد ساقه گردید (Sadeghi et al., 2014)، اثر مثبت ورمی‌کمپوست در افزایش تعداد ساقه گل ختمی ممکن است به دلیل افزایش و ماده آلی و نیز تأمین عناصر پرمصرف و کم مصرف در خاک باشد (Sadeghi et al., 2014). نتیجه این آزمایش با نتایج محققان فوق مطابقت دارد.



شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد ساقه تحت تأثیر ورمی‌کمپوست

طول میانگره

نتایج تجزیه واریانس مبین این بود که اثر ورمی‌کمپوست در سطح احتمال پنج درصد بر طول میانگره معنی‌دار بود، همچنین اثر ورمی‌واش و اثر متقابل ورمی‌کمپوست با ورمی‌واش در سطح احتمال یک درصد بر طول میانگره معنی‌دار شد (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین طول میانگره تحت تأثیر فاکتور ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش (شکل ٤) نشان داد که کاربرد ٤٠٪ ورمی‌کمپوست همراه با ۲۰۰ ppm ورمی‌واش موجب افزایش ۷۷/٦ درصدی طول میانگره نسبت به شاهد شد و بالاترین طول میانگره به میزان ۳/۲۵ سانتی‌متر را به خود اختصاص داد. همچنین مشاهده شد که تیمار ٤٠٪ ورمی‌کمپوست همراه با ۲۰۰ ppm ورمی‌واش با تیمار شاهد، ۲۰۰ ppm ورمی‌واش در عدم حضور ورمی‌کمپوست، ۲۰٪ ورمی‌کمپوست همراه با سطوح مختلف ورمی‌واش و همچنین ٤٠٪ ورمی‌کمپوست همراه با ۱۰۰ ppm ورمی‌واش در یک گروه آماری قرار داشت.



شکل ٤- مقایسه میانگین طول میانگره تحت تأثیر ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش

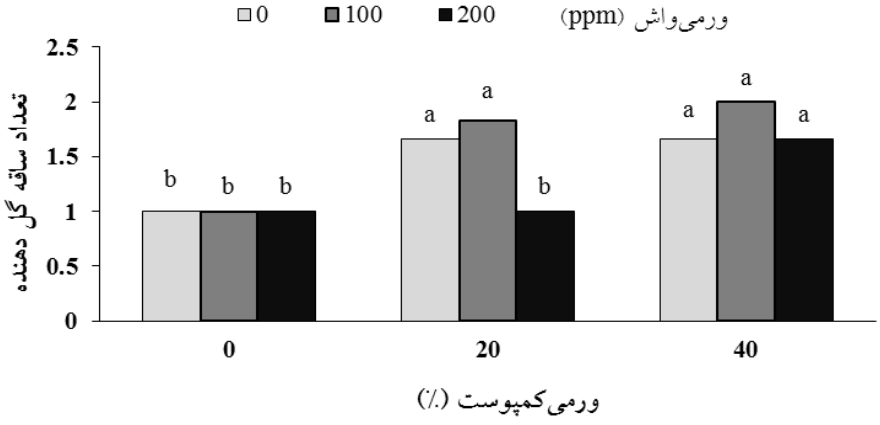
تعداد ساقه گل دهنده

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل ورمی‌کمپوست با ورمی‌واش در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد ساقه گل دهنده معنی‌دار بود (جدول ۱).

اطلاعات به دست آمده از نتایج مقایسه میانگین تعداد ساقه گل دهنده تحت تأثیر فاکتور کودهای بیولوژیک ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش (شکل ۵) نشان داد که در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری روی تعداد ساقه گل دهنده نداشت. مصرف ورمی‌کمپوست در شرایط عدم کاربرد ورمی‌واش موجب افزایش معنی‌دار تعداد ساقه گل دهنده نسبت به شاهد شد، همچنین تیمارهای ۲۰٪ و ٤٠٪ ورمی-کمپوست در یک گروه آماری قرار گرفت. بیشترین تعداد ساقه گل دهنده به میزان ۲ ساقه مربوط به تیمار ٤٠٪ ورمی‌کمپوست با ppm ۱۰۰ ورمی‌واش بود که با تیمارهای عدم مصرف ورمی‌واش با کاربرد ۲۰٪ ورمی-کمپوست (۱/٦۷ ساقه)، ppm ۱۰۰ ورمی‌واش با ۲۰٪ ورمی‌کمپوست (۱/۸۳ ساقه)، عدم مصرف ورمی‌واش با ٤٠٪ ورمی‌کمپوست و همچنین ppm ۱۰۰ ورمی‌واش با ٤٠٪ ورمی‌کمپوست (۱/٦۷ ساقه) در یک گروه آماری واقع شده بود.

در شرایط مصرف ورمی‌کمپوست تعداد ساقه گل دهنده افزایش پیدا کرد، کاربرد ورمی‌کمپوست احتمالاً از طریق تأثیر بر قدرت جذب، نگهداری و فراهمی بالای رطوبت و عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاس بر روی تعدادساقه گل دهنده اثر می‌گذارد (Darzi *et al.*, 2011).

اثرهای مطلوب ورمی‌کمپوست در افزایش تعداد گل به دلیل تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و ویژگی‌های میکروبی و بیولوژیکی بستر کشت و همچنین تنظیم pH و افزایش معنی‌دار ظرفیت نگهداری آب در بستر کشت است (Atiyeh *et al.*, 2000). 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 تعداد گل در گیاه نیز باشد (اصغری و همکاران، ۱۳۹۵).



شکل ۵- مقایسه میانگین تعداد ساقه گل دهنده تحت تأثیر ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش

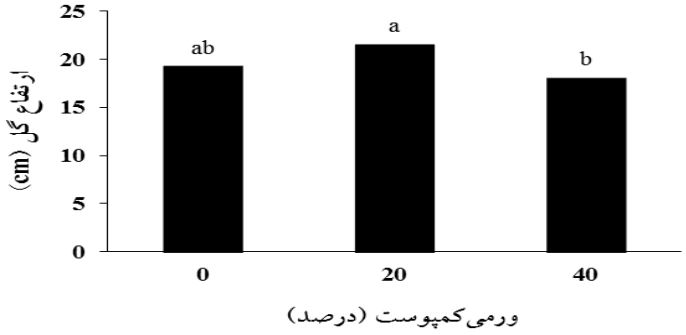
ارتفاع گل

نتایج حاصل شده از تجزیه واریانس مشخص کرد که تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد در ورمی‌کمپوست و در سطح احتمال یک درصد در ورمی‌واش وجود داشت ولی اثر متقابل ورمی‌کمپوست با ورمی‌واش تأثیر معنی‌داری را بر ارتفاع گل نشان نداد (جدول۱).

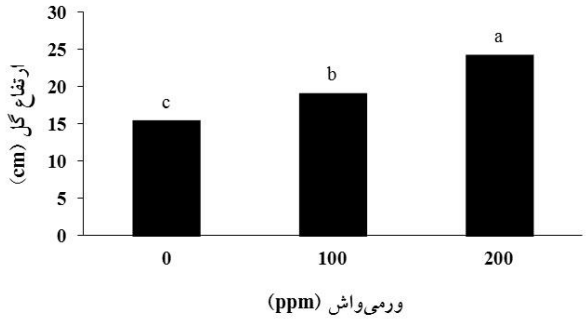
بر اساس نتایج مقایسه میانگین ارتفاع گل تحت تأثیر ورمی‌کمپوست (شکل ٦) مشخص شد بیشترین ارتفاع گل به میزان ۲۱/٤٤ سانتی‌متر مربوط به تیمار ۲۰٪ ورمی‌کمپوست بود و با افزایش ارتفاع گل نسبت به شاهد همراه بود. همچنین مشاهده گردید که تیمار ٤۰٪ ورمی‌کمپوست با ارتفاع گل به میزان ۱۷/۹۷ سانتی‌متر با کاهش ارتفاع گل نسبت به شاهد همراه بود.

نتایج مقایسه میانگین ارتفاع گل تحت تأثیر ورمی‌واش (شکل ۷) نشان داد که کاربرد ورمی‌واش موجب افزایش ارتفاع گل نسبت به شاهد شد، بیشترین ارتفاع گل به میزان ۲٤/۱۷ سانتی‌متر مربوط به تیمار ppm ۲۰۰ ورمی‌واش و کمترین ارتفاع گل به میزان ۱۵/۳٦ سانتی‌متر مربوط به تیمار شاهد بود. به عبارت دیگر کاربرد ppm ۲۰۰ ورمی‌واش موجب افزایش ۵۷/۳٦ درصدی ارتفاع گل نسبت به شاهد شد.

ورمی‌کمپوست علاوه بر اصلاح ویژگی‌های خاک با تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، در رنگ آمیزی و بزرگ کردن گل‌ها و گیاهان زینتی و تشدید عطر و اسانس گیاهان مؤثر است (Atiyeh *et al*., 2002).



شکل٦- مقایسه میانگین ارتفاع گل تحت تأثیر ورمی کمپوست

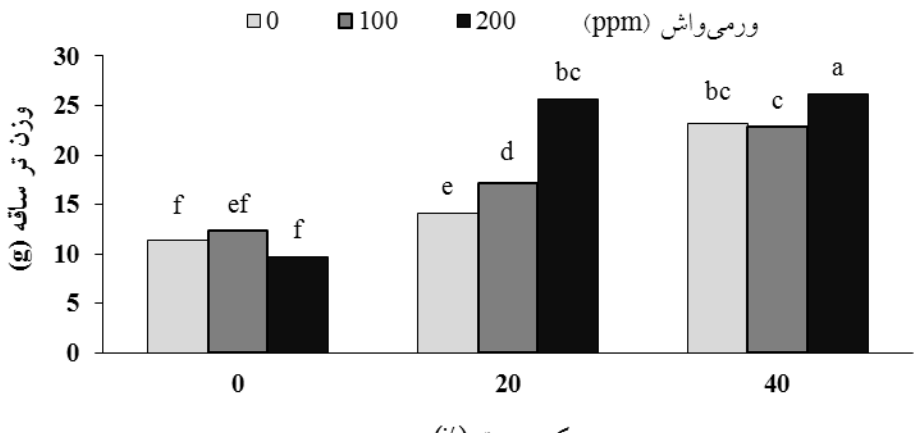


شکل ۷- مقایسه میانگین ارتفاع گل تحت تأثیر ورمی‌واش

وزن تر ساقه

اطلاعات به دست آمده از نتایج تجزیه واریانس مبین این بود که در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری در اثر کودهای بیولوژیک ورمی‌کمپوست، ورمی‌واش و همچنین اثر متقابلشان وجود داشت (جدول ٤-١).

نتایج حاصل شده از مقایسه میانگین وزن تر ساقه تحت تأثیر فاکتور ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش بیانگر این بود که کاربرد کودهای مورد بررسی، موجب افزایش وزن تر ساقه شد، همچنین مشاهده که این کودها روی یکدیگر اثر هم افزایی داشتند، به طوری که بیشترین وزن تر ساقه به میزان ٢٦/٢١ گرم مربوط به تیمار ٤٠٪ ورمی‌کمپوست با محلول‌پاشی ppm ٢٠٠ ورمی‌واش بود که نسبت به تیمار شاهد (١١/٤ گرم) حکایت از افزایش ١٣٠/١١ درصدی وزن تر ساقه داشت (شکل ٤-١٠).



شکل۸- مقایسه میانگین وزن تر ساقه تحت تأثیر ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش

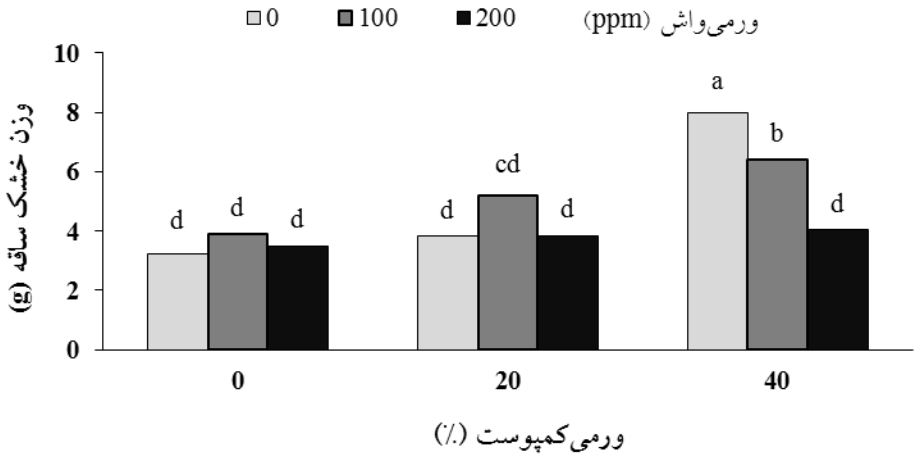
وزن خشک ساقه

نتایج حاصل شده از تجزیه واریانس مشخص کرد که در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری در اثر کودهای بیولوژیک ورمی‌کمپوست، ورمی‌واش و همینطور اثر متقابل ورمی‌کمپوست با ورمی‌واش وجود داشت (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تأثیر کودهای بیولوژیک ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش (شکل ۹) مشخص شد که کاربرد ورمی‌واش در عدم حضور ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری روی وزن خشک ساقه نداشت. مشاهده شد که کاربرد ppm ۱۰۰ ورمی‌واش اثر هم افزایی با سطوح ۲۰٪ و ٪۴۰، ورمی‌کمپوست داشت. بیشترین وزن خشک ساقه به میزان ۸ گرم مربوط به کاربرد تیمار ٤٠٪ ورمی‌کمپوست در عدم حضور ورمی‌واش بود. ورمی‌کمپوست به دلیل داشتن ظرفیت بالای نگهداری آب و مواد غذایی کافی باعث افزایش سطح برگ‌ها و میزان کلروفیل می‌شود و در نتیجه با افزایش میزان فتوسنتز، میزان ماده خشک بیشتر شده و وزن خشک گیاه نیز افزایش خواهد یافت (Taiz and Zeiger, 2000).

اظهار داشتند افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام های هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت افزایش بیوماس می‌شود (Anwar *et al*., 2005).

مصرف مقدار مناسب ورمی‌کمپوست از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش فتوسنتز و افزایش رشد اندام‌های هوایی و ماده خشک گیاه گردیده است (Sing *et al*., 2008).

به نظر می‌رسد ورمی‌کمپوست از طریق بهبود شرایط فیزیکوشیمیایی خاک موجب بهبود رشد شده است. این شرایط می‌تواند به سبب فراهم آوردن وضعیت بهتر جذب آب و عناصر غذایی به ویژه، نیتروژن و فسفر و تأمین مواد تنظیم کننده رشد باشد که منجر به بهبود وضعیت فتوسنتز و سبزینگی گیاه، افزایش رشد و نمو و بیوماس شده است (نابیجی و سوری، ۱۳۹٤).

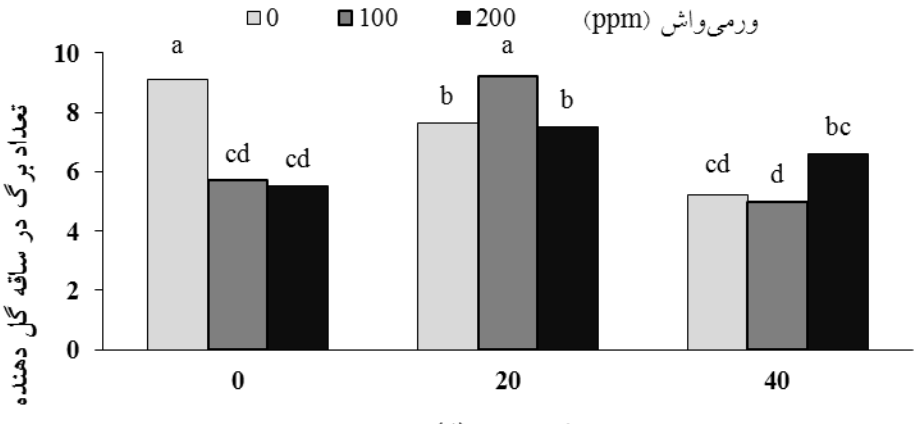


شکل ۹- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تأثیر ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش

تعداد برگ در هر ساقه

اطلاعات به دست آمده از نتایج تجزیه واریانس مبین این بود که ورمی‌کمپوست و اثر متقابل ورمی-کمپوست با ورمی‌واش در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری روی تعداد برگ داشت، اما اثر ورمی‌واش بر تعداد برگ معنی‌دار نشد (جدول ۲).

نتایج حاصل شده از مقایسه میانگین تعداد برگ تحت تأثیر فاکتور کودهای بیولوژیک ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش بیانگر این بود که کاربرد ورمی‌کمپوست موجب کاهش تعداد برگ شد، بیشترین تعداد برگ به میزان ۹/۱ برگ مربوط به تیمار شاهد بود که با تیمار ۲۰٪ ورمی‌کمپوست با محلول‌پاشی ppm ۱۰۰ ورمی‌واش به میزان ۹/۲ برگ در یک گروه آماری قرار داشت. همچنین کمترین تعداد برگ به میزان ۵ برگ مربوط به تیمار ٤۰٪ ورمی‌کمپوست با محلول‌پاشی ppm ۱۰۰ ورمی‌واش بود (شکل ۱۰).



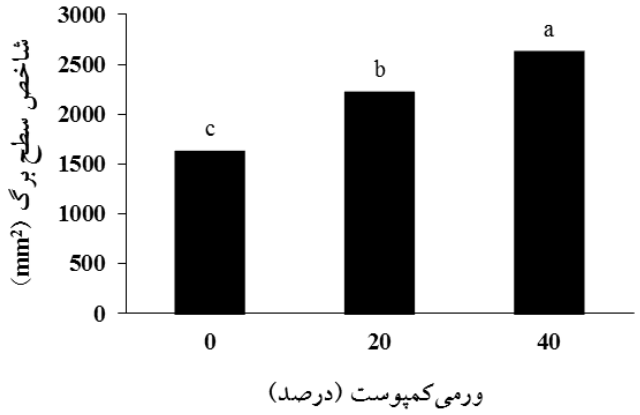
شکل ۱۰- مقایسه میانگین تعداد برگ در ساقه گل دهنده تحت تأثیر ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس بیانگر این بود که ورمی‌کمپوست در سطح احتمال یک درصد بر شاخص سطح برگ به طور معنی‌داری تأثیر داشت(جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت تأثیر فاکتور ورمی‌کمپوست با کاربرد ورمی‌کمپوست سطح برگ افزایش پیدا کرد، به گونه‌ای که بیشترین شاخص سطح برگ به میزان ۲۶۱۳/۳ میلی‌متر مربع مربوط به تیمار ٤٠٪ ورمی‌کمپوست و کمترین شاخص سطح برگ به میزان ١٦١٤/٥ میلی‌متر مربع مربوط به تیمار شاهد بود که بیانگر افزایش ٦١/٨٦ درصدی سطح برگ است (شکل ۱۱).

خواص فیزیکی و شیمیایی اسید هیومیک موجود در ورمی‌کمپوست و عصاره آن با افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم کننده رشد باعث افزایش تجمع نیتروژن توسط گیاه شده و با افزایش نیتروژن فاکتورهای رشد گیاه از جمله سطح برگ افزایش خواهد یافت (Arancon et al., 2005). عناصر غذایی موجود در ورمی‌کمپوست برای گیاه بیشتر قابل دسترس بوده و از این طریق باعث افزایش رشد گیاه می‌شود. پس بدیهی است که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث جذب سریع و مستقیم عناصر غذایی از طریق اندام‌های هوایی شده و با افزایش فاکتورهای رشد گیاه از جمله سطح برگ در نهایت عملکرد را افزایش خواهد داد (Abbot and Parker, 1981). اسید هیومیک موجود در ورمی‌کمپوست را دلیل افزایش رشد رویشی کاسنی و در نتیجه افزایش عملکرد آن دانستند. وجود تنظیم

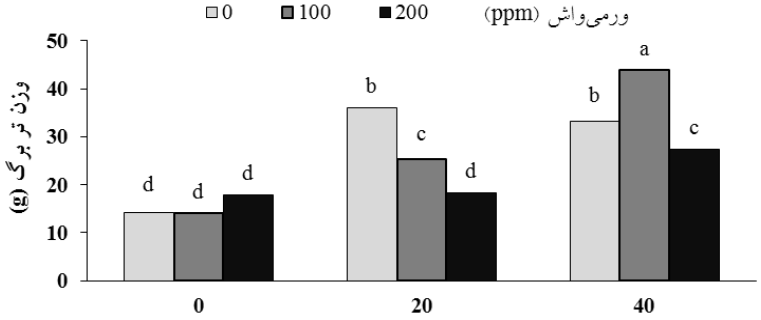
کننده‌های رشد مانند سیتوکنین در ورمی‌کمپوست و محلول حاصل از آن باعث افزایش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها می‌شود که در نتیجه آن سطح برگ نیز افزایش خواهد یافت (Valdrighi et al., 1996).



شکل ۱۱- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت تأثیر ورمی‌کمپوست

وزن تر برگ

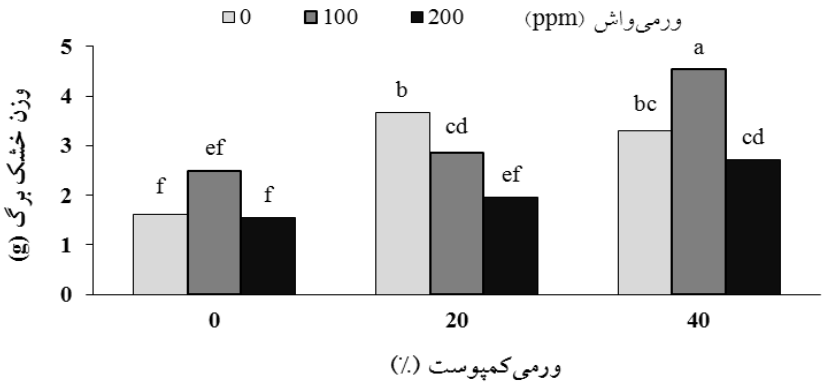
بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر کودهای بیولوژیک ورمی‌کمپوست، ورمی‌واش و اثر متقابلشان تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد روی وزن تر برگ داشت (جدول ۲). نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین وزن تر برگ تحت اثر کودهای بیولوژیک ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش نشان داد که بالاترین وزن تر برگ به مقدار ۴۳/۹۳ گرم مربوط به ۴۰٪ ورمی‌کمپوست با محلول‌پاشی ppm ۱۰۰ ورمی‌واش بود، همچنین مشاهده شد که در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست محلول‌پاشی ورمی‌واش تأثیر معنی‌داری روی گیاه نداشت، در شرایط عدم مصرف ورمی‌واش کاربرد ۲۰٪ و ۴۰٪ ورمی‌کمپوست در یک گروه آماری قرار داشت (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- مقایسه میانگین وزن تر برگ تحت تأثیر ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش

وزن خشک برگ

اطلاعات به دست آمده از نتایج تجزیه واریانس مبین این بود که در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری در اثر کودهای بیولوژیک ورمی‌کمپوست، ورمی‌واش و اثر متقابلشان وجود داشت (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تأثیر فاکتور کودهای بیولوژیک ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش (شکل ۱۳) بیانگر این بود کاربرد کودهای بیولوژیک افزایش وزن خشک برگ را نشان داد، همچنین مشاهده شد که کودهای ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش اثر هم افزایی روی هم داشتند، به نحوی که بیشترین وزن خشک برگ به مقدار ٤/٥٥ گرم در ٤٠٪ ورمی‌کمپوست با محلول‌پاشی ppm ۱۰۰ ورمی‌واش رؤیت گردید که باعث افزایش ۱۸٤/۳۸ درصدی وزن خشک برگ نسبت به شاهد شده بود.



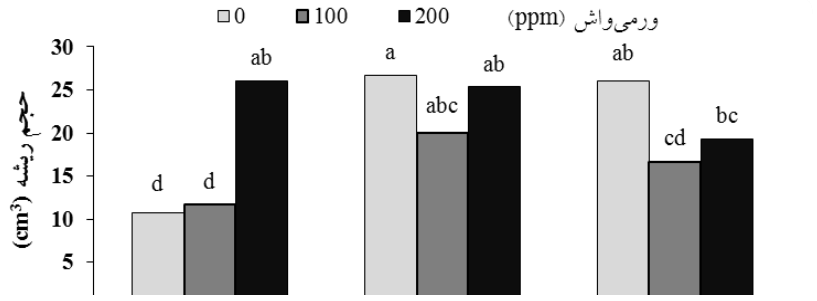
شکل ۱۳- مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تأثیر ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش

حجم ریشه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر کودهای بیولوژیک ورمی‌کمپوست، ورمی‌واش و اثر متقابل ورمی-کمپوست با ورمی‌واش بر حجم ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین حجم ریشه تحت اثر کودهای بیولوژیک ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش حاکی از آن بود که با کاربرد تیمارهای کودی، حجم ریشه نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. همچنین مشاهده شد که کاربرد ورمی‌واش با ورمی-کمپوست اثر ورمی‌کمپوست را در افزایش حجم ریشه تا حدودی کاهش داد، بیشترین حجم ریشه به میزان

۲۶/۶۷ سانتی‌متر مکعب را تیمار ۲۰٪ ورمی‌کمپوست در عدم محلول‌پاشی ورمی‌واش و کمترین حجم ریشه به میزان ۱۰/۶۷ سانتی‌متر مکعب را تیمار شاهد دارا بود که با تیمار ppm ۱۰۰ ورمی‌واش در شرایط عدم حضور ورمی‌کمپوست (۱۱/۶۷ سانتی‌متر مرکعب) در یک گروه آماری قرار داشت (شکل ۱٤).

می‌توان اظهار داشت با توجه به بالا بودن مقدار عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست و نیز تأثیر خوبی که این کود بر فراهمی عناصر غذایی ماکرو در خاک و جذب در گیاه دارند، موجب افزایش حجم ریشه شده است (حیدری و همکاران، ۱۳۹۵).

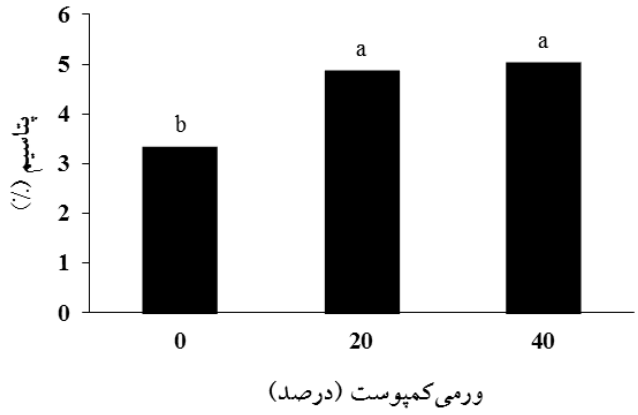


شکل ۱٤- مقایسه میانگین حجم ریشه تحت تأثیر ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش

ورمی‌کمپوست (٪)

پتاسیم

نتایج جدول تجزیه واریانس مبین این بود که در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری در اثر ورمی‌کمپوست روی غلظت پتاسیم وجود داشت (جدول ۳). نتایج حاصل شده از مقایسه میانگین غلظت پتاسیم تحت تأثیر فاکتور ورمی-کمپوست بیانگر این بود که کاربرد ورمی‌کمپوست، موجب افزایش غلظت پتاسیم شد، به طوری که بیشترین غلظت پتاسیم به میزان ٤/۸٤ و ۵ درصد به ترتیب مربوط به تیمارهای ۲۰٪ و ٤۰٪ ورمی‌کمپوست همراه بود، کمترین غلظت پتاسیم به میزان ۳/۳۱ درصد تیمار شاهده مشاهده گردید (شکل ۱۵). افزایش فعالیت‌های میکروبی، وجود تنظیم کننده های رشد گیاهی و افزایش جذب عناصر غذایی نظیر پتاسیم در تیمار حاوی ورمی‌کمپوست، به عنوان دلایل عمده افزایش غلظت پتاسیم در اسفناج (Sheikhi and Ronaghi, 2013) و بابونه (Salehi et al., 2011) اشاره شده است.

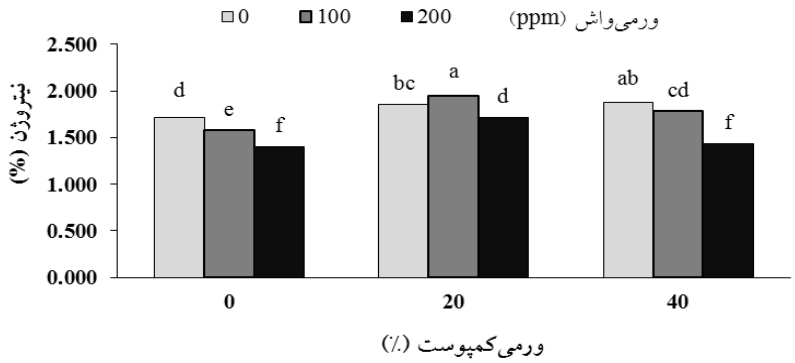


شکل۱۵- مقایسه میانگین پتاسیم تحت تأثیر ورمی‌کمپوست

نیتروژن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در اثر کودهای بیولوژیک ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش و اثر متقابلشان بر غلظت نیتروژن وجود داشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین غلظت نیتروژن تحت تأثیر فاکتور کودهای بیولوژیک ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش مبین این بود که با کاربرد مستقل ورمی‌کمپوست غلظت نیتروژن نسبت به شاهد افزایش و با کاربرد ورمی‌واش غلظت نیتروژن نسبت به شاهد کاهش یافت، مشاهده گردید که ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش اثر هم افزایی روی هم داشتند. بیشترین غلظت نیتروژن در تیمار ۲۰٪ ورمی‌کمپوست با محلول‌پاشی ppm ۱۰۰ ورمی‌وارش به میزان ۰/۹٤ درصد دیده شد (شکل۱٦).

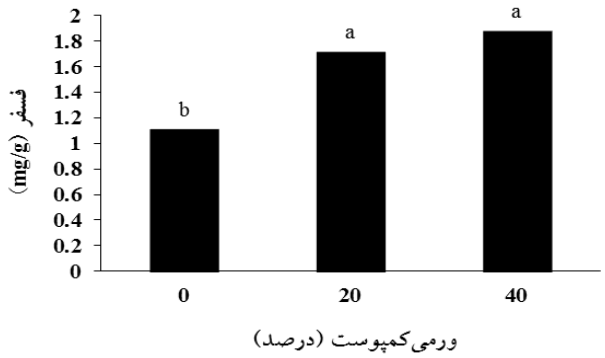
بهبود ساختمان خاک و رشد بهتر ریشه‌ها نیز در جذب عناصر غذایی و افزایش رشد گیاهان در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست مؤثر می‌باشند (Andre *et al*., 2003). در تحقیقی در شرایط گلخانه‌ای و روی گیاه جعفری فرانسوی مشاهده گردید که مصرف ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن برگ در مقایسه با شاهد شد (Atiyeh *et al*., 2002). سایر تحقیقات اشاره کرده‌اند که به دلیل آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی از ورمی‌کمپوست، میزان جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن توسط گیاه افزایش می‌یابد (Eskandari and Astaraei, 2007).



شکل ١٦- مقایسه میانگین نیتروژن تحت تأثیر ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش

فسفر

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی‌کمپوست بر غلظت فسفر در سطح ۱٪ معنی‌دار شد، (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین غلظت فسفر تحت اثر ورمی‌کمپوست حاکی از آن بود که با کاربرد تیمارهای کودی، غلظت فسفر نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. بیشترین غلظت فسفر به میزان ۱/۷۱ و ۱/۸٦ میلی‌گرم در گرم را تیمار ۲۰٪ و ٤۰٪ ورمی‌کمپوست دارا بود (شکل ۱۷). افزایش غلظت فسفر و پتاسیم احتمالا به سبب بهبود فعالیت بیولوژیکی خاک و آزاد سازی عناصر موجود در خاک می‌باشد که این موضوع در تحقیق انجام شده بر روی گیاه بادرشبی نیز گزارش شده است (Mafakheri et al., 2012). نتایج تحقیقات مختلف گویای آن است که با کاربرد ورمی‌کمپوست فراهمی عناصر غذایی در منطقه ریزوسفر ریشه بیشتر شده و در نتیجه، جذب عناصر غذایی توسط ریشه و به دنبال آن افزایش رشد گیاه حاصل می‌گردد (Eskandari and Astaraei, 2007). در مطالعه‌ای مشاهده شد که کاربرد کود آلی تأثیر معنی داری بر غلظت عناصر معدنی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه دارویی همیشه بهار داشت (Eslami Khalili et al., 2014).



شکل ۱۷- مقایسه میانگین فسفر تحت تأثیر ورمی‌کمپوست

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تأثیر کودهای بیولوژیکی ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش بر روی رشد و نمو گیاه شمعدانی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع گیاه	تعداد ساقه	طول میانگره	تعداد ساقه گل دهنده	ارتفاع گل	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه
بلوک	2	8.037 n.s	0.14815 n.s	0.01444 n.s	0.00926 n.s	10.896 n.s	1.929 n.s	0.67598411 n.s
ورمی‌کمپوست	2	88.731 **	4.14815 **	0.73528 *	1.39815 **	28.007 *	381.324 **	16.27921433 **
خطاء	16	6.9120370	0.64814815	0.11861111	0.04050926	8.7031250	2.117109	0.45028557
ضریب تغییرات	-	15.63	21.73	17.12	14.11	15.10	8.06	14.43

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر کودهای بیولوژیکی ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش بر روی رشد و نمو گیاه شمعدانی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد برگ در هر ساقه	تعداد برگ در کل گیاه	شاخص سطح برگ	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	حجم ریشه	
بلوک	2	0.3373 n.s	3.593 n.s	8805.546 n.s	19.806 n.s	0.46129 n.s	51.593 n.s	
ورمی‌کمپوست	2	14.1445**	111.370*	2269891.709 **	859.828 **	6.12485 **	141.148 **	
خطاء	16	0.60689815	23.925926	85282.577	10.129313	0.11186029	12.925926	
ضریب تغییرات	-	11.40	17.58	13.61	12.44	12.17	17.74	

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تأثیر کودهای بیولوژیکی ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش بر روی رشد و نمو گیاه شمعدانی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		K	N	P
بلوک	2	0.03006 n.s	0.000193 n.s	0.00569 n.s
ورمی‌کمپوست	2	7.82907**	0.169493**	1.24330 **
خطاء	16	0.18978156	0.00227176	0.04962051
ضریب تغییرات	-	9.49	2.80	14.09

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند.

سپاسگذاری:

در پایان از کلیه اساتید که در انجام این تحقیق بنده رو یاری نمودند کمال تشکر و امتنان را دارم.

منابع مورد استفاده:

- اصغری، م.، یوسفی راد، م. و معصومی زواریان، ا. ۱۳۹۵. بررسی اثرات کودهای آلی کمپوست و ورمی-کمپوست بر روی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی بهلیمو. فصلنامه علمی پژوهشی گیاهان دارویی. ۲ (۵۸): ۷۱-۶۳.
- چیذری، ا. ح.، یوسفی، ع.، موسوی، س. ح. ۱۳۸۵. بررسی بازارهای هدف صادراتی گیاهان زینتی ایران. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۵۵: ٦٦-٤٧.
- حیدری، م.، دانشیان مدم، ا. م.، نورافکن، ح. ۱۳۹۵. اثر ورمی¬کمپوست و کود مایع جلبک دریایی بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۰ (٤): ۹۰٦-۸۹۱.
- مرادی، ر.، رضوانی مقدم، پ.، نصیری محلاتی، م.، لکزیان، ا. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و میزان اسانس گیاه رازیانه. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۷(۲): ٦٣٥-٦٢٥.
- نابیجی، م.، سوری، م. ک. ۱۳۹٤. بررسی رشد و عملکرد گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) تحت تأثیر کاربرد کودهای آلی و بیولوژیک در راستای تولید ارگانیک. تولیدات گیاهی. ۳۸ (۳): ۱۰۳-۹۳.
- نظام الملکی، پ.، نبوی کلات، س. م.، صدرآبادی حقیقی، ر. ۱۳۹۷. اثر کمپوست و قارچ میکوریزا بر خصوصیات رشدی چمن (گونه چچم) (*Lolium perenne* L.). پژوهشنامه کشاورزی. ۱۰ (۲): ٤٠-۲۰.
- Abbot I. and Parker C. A. 1981. Interactions between earthworms and their soil environment. Soil Biology and Biochemistry. 13: 191-197
- Andrade, G., Mihara, K. L., Linderman, R. G., and Bethlenfalvay, G. J. 1998. Soil aggregation status and rhizobacteria in the mycorrhizosphere. Plant andSoil. 202: 89-96.
- 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., Galvis P. A., and Edwards A. 2005. Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. Bioresource Technology. 96 (10): 1137-1142.
- Arguello, J. A., Ledesma, A., Nunez, S. B., Rodriguez, C. H., and Goldfarb, M. D. D. 2006. Vermicompost effects on bulbing dynamics, nonstructural carbohydrate content, yield, and quality of Rosado paraguayo garlic bulbs. HortScience. 41(3): 589-592
- Atiyeh, R. M., Edwards, C. A., Subler, S., and Metzger, J. D. 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
- Bremner, J. M. 1996. Nitrogen total, In: Sparks, D.L. (Ed.) Methods of soil analysis. Part3. Chemical methods. SSSA and ASA, Madison, USA, Pp: 535-550.
- Claudio, P. J. Raphael, B.., Alves, F., Kamiila, L. R., Brunade, S. N., and Priscila, M. 2009. Zn (ll) adsorption from syntheyic solution and kaolin wastewater on vermicompost. The Science of Total Environment. 162: 804-811
- Darzi, M. T., Hadjseyed Hadi, M. R., and Rejali, F. 2011. Effects of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components in Anise (Pimpinella anisum L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 26(4): 452-465.
- Eskandari, M., and Astaraei, A.R. 2007. Effects of various organic matters on growth characteristics and biomass production and seed yield of chickpea. Iranian Journal of Field Crops Research. 5(1): 19-27. (In Persian)
- Eslami Khalili, F., Pirdashti, H., Bahmanyar, M. A., and Taghavi Ghsemkheili, F. 2014. Effect of organic and chemical fertilizer on soil properties and nutrient concentration in pot marigold (Calendula officinalis L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 30(3): 476-485. (In Persian)
- Jones, J. R., Wolf, J. B., and Mills, H. A. 1991. Plant analysis: A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Micro and Macro Publishing Inc. Athens, Georgia, 453p.
- Kahriman, N., Tosun, G., and Genc, H. 2010. Comparative essential oil analysis of geranium sylvaticum extracted by hydrodistillation and microwave distilklation. Turkish Journal of Chemistry. 34: 969-976.
- Mafakheri, S., Omidbaigi, R., Sefidkon, F., and Rejali, F. 2012. Effect of vermicompost, biophosphate and azotobacter on quantity and quality of essential oil of Dracocephalum moldavica L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 27(4): 596-605. (In Persian)

- Mamba, B., and Wahome, P. K. 2010. Propagation of geranium (Pelargonium hortorum) using different rooting medium componets. American-Eurasian Journal of Agricultural and Enviromental Sciences. 7(5): 497-500.
- Mutui, T., Mibus, H., and Serek, M., 2012. Effect of meta-topolin on leaf senescence and rooting in Pelaronium × hortorum cuttings. Postharvest Biology and Technology. 63: 107-110.
- Razavi Nia, M., Aghaalikhani, M., and Naghdi Badi, H. 2015. Effect of vermicompost and chemical fertilizers on quantitative and qualitative properties of Echinaceae pursuerea (L.) Moench. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 31(2): 357-373.
- Sadeghi, A. A., Bakhsh Kelarestaghi, K., and Hajmohammadnia Ghalibaf, K. 2014. The effects of vermicompost and chemical fertilizers on yield and yield components of marshmallow (Altheae officinalis L.), Agroecology. 6(1): 42-50.
- 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. (In Persian (
- Sanchez, G. E., Carballo, G. C., and Ramos, G. S. R. 2008. Influence of organic manures and biofertilizers on the quality of two Plantaginaceae: Plantago major L. and Plantago lanceolata L. Revista Cubana de Plantas Medicinales. 13(1): 12-15.
- Sheikhi, J., and Ronaghi, A. 2013. Effect of salinity and vermicompost application on nutrients concentration and yield of spinach cv. Virofly in a calcareous soil. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture. 4(13): 81-93. (In Persian)
- Sing, R., Sharma, R. R., Kumar, S., Gupta, R. K., and Patil, R. T. 2008. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (Fragaria xananssa Duch.). Bioresource Technology. 99: 8507 - 511.
- Sivasubramanian, K., and Ganeshkumar, M. 2004. Influence of vermiwash on the biological productivity of Marigold. Madras Agriculture Journal. 91(4-6): 221-225.
- Subhash, C., Malik A., Zargar, M. Y., and Bhat, M. A. 2011. Nitrate pollution: a menace to human, soil, water and plant. Universal Journal of Environmental Research and Technology. 1: 22-32.
- Valdrighi M. M., Pera A., Agnolucci, M., Frassinetti, S., Lunardi, D., and Vallini, G. 1996. Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (Cichorium intybus)-soil system: a comparative study. Agriculture Ecosystems and Environment. 58: 133-144.

Investigation of the effect of biological fertilizer, vermicompost and vermiwash, on some vegetative and reproductive traits of geranium plant (*Pelargonium peltatum*)

Tahereh Vagheii[1], Sepideh Kalatehjari[2], Sakineh saeidisar[3], Marjan Dianati[4]

1- M.Sc of Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran
2- Faculty member of Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran
3- Faculty member of Technical and Vocational university
4- Faculty member of Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran

Abstract:

In order to investigate the effect of vermicompost and vermiwash biological fertilizers on experimental growth of geranium plant, an experiment as a factorial form in a randomized complete block design with three replications in 2019 was conducted. The experimental factors were included vermicompost at non-using of 20 and 40% volumetric levels and at non-using of 100 and 200 ppm vermiwash.The results showed that using vermicompost was increased plant height, number of stems, internode length, number of flower stems, flower height, fresh and dry leaves weight, number of leaves per stem, leaf area index, root volume, potassium, nitrogen, phosphorus compared to control. The most plant height and flower height were obtained in 20% vermicompost treatment, and the highest number of shoots,fresh and dry leaves weight leaf area index in 40% vermicompost and the most potassium and phosphorus were obtained in 20 and 40% vermicompost treatment. According to the results, using vermiwash was increased plant height, internode length, number of flowering stems, fresh and dry leaves weight, flower height, shoot fresh and dry weight, number of leaves per stem, root volume, Nitrogen. The most plant height were obtained at 100 ppm vermiwash treatment and the highest flower height in 200 ppm vermiwash treatment. There is an additive effect, so that the highest internode length, shoot fresh weight, root dry weight, 40% vermicompost using with 200 ppm vermiwash, the most number of leaves per stem and fresh and dry leaf weight of 40% vermicompost using with 100 ppm vermiwash, the most root fresh weight of 20% vermicompost using with 200 ppm vermiwash, the most nitrogen concentration in 20% vermicompost treatment with 100 ppm vermiwash, the highest number of flowering shoots from different levels using of vermiwash with %40 vermicompost and non-using and using of 100 ppm with 20% vermicompost were obtained.

Keywords: Biologic Fertilizer, Geranium, Leaf Area Index, Vermicompost, Vermiwash.