به زراعی کشاورزی
دوره ۱۸ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۵
صفحه‌های ۷۵۲-۷۴۳

بررسی تأثیر محلول‌پاشی ورمی‌واش بر وضعیت عناصر غذایی برگ و عملکرد توت‌فرنگی رقم "گاویتا"

صفورا کاظمی[۱]، رحیم برزگر[۲]* و عبدالرحمان محمدخانی[۳]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد - ایران
۲. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد – ایران
۳. دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد – ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۶/۱۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۲۴

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر ورمی‌واش بر عملکرد و غلظت عناصر غذایی برگ توت‌فرنگی رقم "گاویتا" در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد، در سال ۱۳۹۳ انجام شد. تیمارها شامل شاهد (بدون محلول‌پاشی ورمی‌واش) و غلظت‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درصد ورمی‌واش بودند که در فواصل زمانی یک، دو و سه هفته به صورت محلول‌پاشی به‌کار برده شدند. ورمی‌واش از ورمی‌کمپوست کود گاوی و از طریق کرم‌های خاکی گونه ایزنیا فوئتیدا استخراج شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در میزان نیتروژن، پتاسیم و آهن برگ بین کلیه تیمارهای ورمی‌واش در مقایسه با شاهد وجود داشت، اما در مورد سایر عناصر پرمصرف و کم‌مصرف معنی‌دار نبود. غلظت آهن برگ در تیمار محلول‌پاشی ۲۵ درصد ورمی‌واش در فواصل زمانی یک‌هفته‌ای، تا مرز بیشبود افزایش یافت. محلول‌پاشی ورمی‌واش با غلظت ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درصد هر دو هفته یک‌بار به طور قابل توجهی تعداد میوه و عملکرد در بوته را افزایش دادند، اما متوسط وزن هر میوه را اندکی کاهش دادند. افزایش عملکرد تیمارهای مختلف ورمی‌واش در مقایسه با تیمار شاهد، بین ۶۸-۲۴ گرم در بوته متغیر بود. تیمارهای ورمی‌واش تأثیری بر تعداد گل‌آذین در بوته و تعداد گل در گل‌آذین نداشتند. محلول‌پاشی ورمی‌واش با غلظت ۱۵ و ۱۰ درصد در فواصل زمانی دو هفته یک‌بار، عملکرد توت‌فرنگی رقم "گاویتا" را بهتر از سایر تیمارها بهبود بخشیدند.

کلیدواژه‌ها: توت‌فرنگی، کشاورزی پایدار، کود آلی مایع، محلول‌پاشی، ورمی‌واش

* نویسنده مسئول Email: barzegar56@yahoo.com

۱. مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa* Duch) گیاهی علفی و چندساله است [۲]. طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی تا سال ۱۳۹۲، ایران با ۴۶۵۴ هکتار سطح زیرکشت و ۵۲۸۶۰ تن تولید توت‌فرنگی [۱]، سومین تولیدکننده توت‌فرنگی در آسیا است. کاربرد کودهای شیمیایی به لحاظ صدمات زیست‌محیطی یکی از بحران‌های کشاورزی به شمار می‌رود و به همین در کشاورزی پایدار و ارگانیک تلاش می‌شود تا با کاربرد کودهای زیستی کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی افزایش یابد [۵]. کود زیستی، ترکیبی حاوی تعداد زیادی میکروارگانیسم مفید خاکزی یا فرآورده‌های متابولیکی آنهاست که به منظور بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه استفاده می‌شود [۳].

ورمی‌واش عصاره ورمی‌کمپوست است که شامل مجموعه‌ای از مواد ترشحی و فضولات کرم خاکی، عناصر ریزمغذی و مولکول‌های آلی مفید برای رشد گیاه می‌باشد. ورمی‌واش به‌صورت محلول‌پاشی برگی [۱۴] یا افزودن به بستر رشد گیاهان قابل استفاده است [۳۸]. ورمی‌واش همچنین شامل چندین آنزیم، هورمون‌های رشد گیاهی [۳۰]، ویتامین‌ها و عناصرغذایی پرمصرف و کم‌مصرف است که ضمن افزایش مقاومت گیاهان در برابر بیماری‌ها، راندمان تولید محصول را بهبود می‌بخشد [۲۶ و ۳۴]. مواد آلی مصرف شده توسط کرم خاکی، تحت تأثیر میکروفلورای روده آن به هوموس تبدیل شده و قابلیت جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم را برای گیاه افزایش می‌دهد [۱۴ و ۲۲].

ورمی‌واش نه تنها به عنوان یک کود، بلکه به عنوان یک آفت‌کش ضعیف هم عمل می‌کند [۹]. در شرایط تنش خشکی و به دنبال آن کاهش موادغذایی در دسترس ریشه، محلول‌پاشی ورمی‌واش برای تأمین موادغذایی بسیار مؤثر-تر از کاربرد خاکی است [۱۹]. محلول‌پاشی موادغذایی در شروع مرحله باردهی، باعث افزایش تعداد بذر در تربچه شده است [۱۵]. محلول‌پاشی ورمی‌واش به عنوان یک محلول غذایی می‌تواند در گیاهانی نظیر گوجه‌فرنگی، لوبیا و گل شاخه بریده ارکیده مؤثر باشد [۲۳].

محلول‌پاشی دیفن‌باخیا و آگلونما با ورمی‌واش باعث بهبود شاخص‌هایی مانند ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن خشک و تر اندام هوایی و جذب نیتروژن شده است [۶].کاربرد ورمی‌کمپوست در بستر کشت و نیز محلول‌پاشی ورمی‌واش در ریحان باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع، فاصله میانگره‌ها، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و درصد اسانس نسبت به شاهد شد، ولی تعداد گره و وزن خشک بوته تحت تأثیر قرار نگرفت [۴].

اثر ترکیبی ورمی‌کمپوست به میزان ۲/۵ تن در هکتار همراه با محلول‌پاشی ورمی‌واش (رقیق شده با آب به نسبت مساوی) ضمن کاهش جمعیت تریپس، شاخص‌های رشد را در فلفل‌دلمه افزایش داد [۳۷]. تأثیر ورمی‌واش حاصل از ورمی‌کمپوست‌های مختلف بر رشد، گلدهی و عملکرد بامیه، لوبیا و تربچه بررسی شد. ورمی‌واش حاصل از ورمی‌کمپوست‌های مختلف، بسته به زمان و غلظت مصرف، رشد، گلدهی و عملکرد را افزایش داده و زمان لازم برای رسیدن به گلدهی را کاهش می‌دهد [۳۴].

محلول‌پاشی ورمی‌واش با غلظت ۲۰ درصد، موجب افزایش تعداد گل، تعداد و ابعاد میوه در بامیه و فلفل چیلی شد [۳۰]. پنج بار محلول‌پاشی ورمی‌واش در فواصل زمانی ۱۰ روزه همراه با کود NPK سبب افزایش عملکرد بوته در گیاه بامیه گردید [۳۸]. گزارش‌های زیادی مبنی بر تأثیر محلول‌پاشی ورمی‌واش بر میزان عناصر بافت برگ وجود دارد [۶، ۷ و ۴۱]. محلول‌پاشی ورمی‌واش تأثیری بر میزان فسفر و پتاسیم برگ نداشت، اما غلظت کلیه عناصر کم‌مصرف به‌خصوص آهن را در گوجه‌فرنگی افزایش داد

[۷] و در تحقیق دیگری سبب افزایش میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در بافت برگ توت گردید [۴۱].

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف ورمی‌واش در فواصل زمانی مختلف بر وضعیت عناصر غذایی برگ و صفات عملکرد و اجزای عملکرد توت‌فرنگی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد، در سال ۱۳۹۳ انجام شد. رقم توت‌فرنگی مورد استفاده در این پژوهش گاویتا بود که رقمی روزکوتاه با عادت رشد فشرده است و میوه آن اندکی سفت‌تر از ارقامی مانند کاماروسا است. نشاهای توت‌فرنگی در مرحله سه برگی از یک گلخانه کشت بدون خاک توت‌فرنگی در شهرکرد تهیه شد و در اوایل اسفند ۹۲ به گلخانه دانشگاه شهرکرد منتقل و در گلدان‌هایی به حجم ۷ لیتر حاوی خاک مزرعه، پرلیت و ماسه به نسبت حجمی مساوی کشت شدند. تجزیه شیمیایی بستر کشت در جدول ۱ ارائه شده است. شصت روز پس از کشت نشا و استقرار کامل آنها در گلدان و پیش از شروع گلدهی، اعمال تیمارها شروع شد و به مدت پنج ماه ادامه یافت. پس از انجام آزمون خاک، کل مقدار کودهای پتاسه و فسفره و نصف کود نیتروژنه توصیه شده توسط آزمایشگاه خاک مرکز تحقیقات کشاورزی شهرکرد، در زمان آماده‌سازی بستر به خاک اضافه و سپس گلدان‌زنی صورت گرفت. نصف دیگر کود نیتروژنی در زمان شروع گلدهی به طور مساوی به گلدان‌ها داده شد. آبیاری بوته‌ها نیز به صورت یکنواخت و با حجم یکسان برای همه گلدان‌ها انجام شد.

آزمایش در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار (T_1–T_{10}) در سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل شاهد (بدون محلول‌پاشی ورمی‌واش) و غلظت‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درصد ورمی‌واش بود که در فواصل زمانی یک، دو یا سه هفته یک‌بار روی بوته‌ها محلول‌پاشی شدند. هر واحد آزمایشی شامل دو گلدان پلاستیکی هفت لیتری بود که در هر کدام یک بوته توت‌فرنگی رقم "گاویتا" کشت گردید. دمای تقریبی گلخانه در طول روز ۱ ± ۲۲ و دمای شب ۱ ± ۱۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد.

جدول ۱ . نتایج آزمون خاک مورد استفاده برای کشت توت‌فرنگی

اسیدیته	شوری (ds/m)	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	کربن آلی	بافت خاک
		(mg/kg)				(٪)		
۷/۶۲	۱/۳۳	۱/۰۲	۷/۴۹	۳۲۴	۱۵/۶	۰/۲۴۸	۲/۰۸۷	لوم سیلتی

جدول ۲ . میانگین برخی خصوصیات شیمیایی اندازه‌گیری شده در محلول استوک ورمی‌واش

اسیدیته	شوری (ds/m)	آمونیم	نیترات	فسفر	پتاسیم	کلسیم	روی	آهن	منگنز	مس
		(mg/l)								
۸/۲۱	۷/۶۹	۱/۷۶	۹۸/۲	۲۱۵	۳۶۲۵	۲۶۸۰	۱۰۸	۲۱۰	۱۸۸	۱۸/۱

برای تهیه کود مایع آلی ورمی‌واش از روش محققین قبلی استفاده شد [۲۲]. کف یک بشکه پلاستیکی ۱۱۰ لیتری، از پایین به بالا با لایه‌هایی از شن درشت (قطر ذرات ۰/۲ تا ۲ سانتی‌متر به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر)، و شن ریز (قطر ذرات ۰/۱ تا ۱ میلی‌متر به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر) و کود دامی نیمه پوسیده و شسته شده به ضخامت ۷۰ سانتی‌متر پر شد و پوششی برای ایجاد سایه روی بستر کرم‌ها استفاده شد. یک شیر خروجی جهت جمع‌آوری محلول ورمی‌واش در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری از کف بشکه تعبیه شد. پس از مرطوب کردن مواد درون بشکه، تعداد ۵۰۰ عدد کرم خاکی از گونه ایزینیا فئوتیدا[1] به آن اضافه گردید. از روز بیستم به بعد، روزانه یک لیتر آب به صورت قطره‌ای به کود درحال کمپوست شدن اضافه شد و محلول خروجی (که همان ورمی‌واش است) جمع‌آوری گردید. خصوصیات شیمیایی ورمی‌واش در جدول ۲ ارائه شده است.

پس از یک دوره رشد ۵ ماهه و یک هفته بعد از آخرین محلول‌پاشی غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم، فسفر، آهن، روی، مس و منگنز برگ (برگ‌های تازه بالغ شده) تعیین شد. تعداد گل‌آذین در هر بوته، میانگین تعداد گل در هر بوته، تعداد میوه در بوته، میانگین وزن هر میوه و مجموع وزن میوه‌های برداشتی از هر بوته از زمان شروع گلدهی تا پایان دوره پنج ماهه آزمایش شمارش شد.

به‌منظور انجام تجزیه‌های آماری از نرم‌افزارهای SPSS و Excel استفاده گردید. مقایسه میانگین تیمارها نیز با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

وضعیت عناصر برگ

نتایج نشان داد که تیمارهای ورمی‌واش تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن، پتاسیم و آهن برگ در سطح احتمال ۵ درصد داشتند، اما اثر تیمارها بر غلظت فسفر، کلسیم، روی، منگنز و مس برگ معنی‌دار نشد (جدول ۳). باتوجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین غلظت نیتروژن برگ به میزان ۳/۰۹ درصد از وزن خشک برگ مربوط به تیمار T_4 (غلظت ۲۵ درصد، سه هفته یک‌بار) مشاهده شد که اندکی بیشتر از حداکثر محدوده غلظت بهینه (۳ درصد) بود و کمترین غلظت نیتروژن برگ به میزان ۲/۳۶ درصد از وزن خشک برگ مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). نتایج این آزمایش با نتایج تحقیقات دیگر مبنی بر افزایش غلظت نیتروژن برگ در اثر محلول‌پاشی ورمی‌واش بر روی گیاه زینتی آگلونما و دیفن باخیا [۶] و توت [۴۱] مطابقت دارد.

بخش عمده نیتروژن معدنی موجود در ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش به صورت نیترات است [۱۱] که سبب تسهیل در جذب آن توسط گیاه (از طریق برگ یا ریشه) می‌گردد [۴۰]. نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد که قسمت بیشتر نیتروژن معدنی قابل جذب در ورمی‌واش به فرم نیترات بود (جدول ۲).

غلظت پتاسیم برگ در کلیه تیمارهای محلول‌پاشی ورمی‌واش بیشتر از شاهد بود (جدول ۳). بیشترین غلظت پتاسیم برگ به میزان ۲/۲۱ درصد مربوط به تیمار T_7 (غلظت ۱۵ درصد، سه هفته یک‌بار) و کمترین غلظت عنصر پتاسیم برگ به میزان ۱/۴۴ درصد مربوط به تیمار شاهد بود. افزایش غلظت پتاسیم برگ در اثر تیمارهای محلول‌پاشی در این آزمایش، با نتایج برخی محققین [۶ و ۴۱] مطابقت داشت، اما در تضاد با نتایج محققین دیگر بود [۷]. این تضاد می‌تواند ناشی از ماده اولیه استفاده شده برای تهیه ورمی‌واش، مقدار هر یک از عناصر درورمی واش و نوع گیاه مورد آزمایش باشد.

1. *Eisenia foetida*

جدول ۳ . مقایسه میانگین غلظت عناصر غذایی برگ در تیمارهای مختلف محلول‌پاشی ورمی‌واش و مقایسه آنها با حد کفایت، مرز کمبود و بیش‌بود عناصر در بافت برگ توت‌فرنگی رقم گاویوتا

تیمار	غلظت ورمی‌واش و دور محلول‌پاشی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	مس	منگنز
		(٪)			(mg/kg)			
T_1	بدون محلول‌پاشی (شاهد)	۲/۳۶^{b}	۰/۴۴	۱/۴۴^{b}	۱۵۹^{b}	۲۶/۵	۱۸/۸	۶۵/۱
T_2	غلظت ۲۵٪، هفته‌ای یک‌بار	۲/۶۳^{ab}	۰/۴۴	۲/۰۵^{ab}	۳۸۱^{a}	۲۳/۰	۱۷/۵	۷۳/۳
T_3	غلظت ۲۵٪، دو هفته یک‌بار	۲/۸۰^{ab}	۰/۴۴	۱/۸۳^{ab}	۳۲۵^{ab}	۳۲/۱	۱۹/۹	۸۰/۴
T_4	غلظت ۲۵٪، سه هفته یک‌بار	۳/۰۹^{a}	۰/۵۰	۲/۰۷^{ab}	۲۷۰^{ab}	۳۰/۵	۲۳/۳	۱۲۶/۳
T_5	غلظت ۱۵٪، هفته‌ای یک‌بار	۲/۸۰^{ab}	۰/۴۲	۱/۸۶^{ab}	۲۲۶^{ab}	۲۴/۸	۲۴/۰	۷۸/۴
T_6	غلظت ۱۵٪، دو هفته یک‌بار	۲/۶۰^{ab}	۰/۳۶	۱/۸۶^{ab}	۱۹۴^{b}	۲۴/۱	۲۵/۶	۱۰۸/۴
T_7	غلظت ۱۵٪، سه هفته یک‌بار	۲/۸۲^{ab}	۰/۴۵	۲/۲۱^{a}	۱۷۰^{b}	۲۵/۹	۲۲/۱	۵۴/۷
T_8	غلظت ۱۰٪، هفته‌ای یک‌بار	۲/۷۰^{ab}	۰/۴۶	۲/۰۵^{ab}	۲۱۲^{ab}	۲۴/۲	۱۷/۶	۱۱۶
T_9	غلظت ۱۰٪، دو هفته یک‌بار	۲/۴۶^{ab}	۰/۴۳	۱/۷۳^{ab}	۲۲۸^{ab}	۲۰/۲	۱۴/۰	۷۹/۴
T_{10}	غلظت ۱۰٪، سه هفته یک‌بار	۲/۵۸^{ab}	۰/۴۶	۲/۱۷^{a}	۱۶۴^{b}	۲۱/۵	۱۲/۵	۵۸/۹
سطح معنی‌داری		*	ns	*	*	ns	ns	ns
حد کفایت (۲۰)		۲-۲/۸	۰/۲۵-۰/۴۰	۱/۵-۲/۵	۶۰-۲۵۰	۲۰-۵۰	۶-۲۰	۵۰-۲۰۰
حد کفایت (۱۲)		۲/۴-۳	۰/۳-۰/۴	۱/۳-۱/۸	۸۵-۲۰۰	۱۱-۲۰	۲/۶-۴/۹	۶۵-۳۲۰
مرز بیش‌بود		>۴/۰	>۰/۵۰	>۳/۰	>۳۵۰	>۸۰	>۳۰	>۳۵۰
مرز کمبود		<۱/۹	<۰/۲۰	<۱/۳	<۴۰	<۱۰	<۳	<۳۵

در هر ستون، میانگین‌ها با حداقل یک حرف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

ns و * - به ترتیب نشانه غیرمعنی‌دار بودن و معنی‌دار بودن اختلاف در سطح احتمال ۵ درصد

محلول‌پاشی ورمی‌واش سبب افزایش سریع غلظت نیتروژن، پتاسیم و فسفر در گیاهان داودی، گل‌جعفری و مینای یک‌ساله نسبت به روش کودهی خاکی NPK شد که نشان‌دهنده جذب سریع‌تر این عناصر از طریق محلول‌پاشی ورمی‌واش است [۳۴ و ۴۰]. افزایش عناصر پرمصرف موجود در برگ را از طریق محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف اسید هیومیک حاصل از ورمی کمپوست روی بادنجان و فلفل گزارش شده است [۳۵].

اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی ورمی‌واش بر غلظت آهن برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین غلظت عنصر آهن برگ به میزان ۳۸۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ مربوط به تیمار T_2 (غلظت ۲۵ درصد، هفته‌ای یک‌بار) و کمترین غلظت عنصر آهن برگ به میزان ۱۵۹ و ۱۶۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ به‌ترتیب مربوط به تیمار شاهد و تیمار T_{10} (غلظت ۱۰ درصد، سه هفته یک‌بار) بود که در برخی از تیمارها مانند T_2 (غلظت ۲۵ درصد، هفته‌ای یک‌بار) و T_3 (غلظت ۲۵ درصد، دو هفته یک‌بار) غلظت آهن از مرز

بیش‌بود (۳۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) نیز بالاتر بود، اما در مورد سایر عناصر کم‌مصرف نظیر مس، روی و منگنز تفاوتی بین تیمار شاهد و تیمارهای محلول‌پاشی ورمی‌واش مشاهده نشد. محلول‌پاشی ورمی‌واش و چای کمپوست[1] سبب افزایش میزان آهن برگ بیشتر از سایر عناصر کم‌مصرف گردید [۷].

از آنجایی‌که ورمی‌واش عصاره آبی حاصل از کود ورمی‌کمپوستی است که از داخل دستگاه گوارش کرم خاکی عبور کرده، حاوی مقادیری عناصر پرمصرف و کم‌مصرف است که می‌تواند قابل جذب توسط ریشه یا برگ‌ها باشد [۲۲]، اما میزان جذب عناصر از طریق محلول‌پاشی ورمی‌واش به عوامل متعددی از قبیل غلظت عناصر قابل جذب توسط برگ در محلول ورمی‌واش [۱۰]، زمان مصرف [۲۸] نحوه تهیه ورمی‌واش [۴۰]، خصوصیات شیمیایی آن [۲۷]، نوع ماده اولیه کمپوست‌شونده [۲۴] جنس و گونه کرم مورد استفاده برای تهیه ورمی‌کمپوست و نوع گیاه مورد آزمایش بستگی دارد. به همین دلیل، وضعیت شیمیایی ورمی‌واش تولید شده در تحقیقات مختلف [۷، ۲۶، ۲۷ و ۲۸] با یکدیگر تفاوت‌های فاحشی دارد و نتایج متفاوت و گاه متناقضی نیز درباره میزان تأثیر محلول‌پاشی ورمی‌واش در میزان جذب عناصر از طریق محلول‌پاشی و غلظت آنها در بافت برگ گیاهان مورد آزمایش گزارش شده است [۶، ۳۰، ۳۲ و ۴۱].

عملکرد و اجزای عملکرد

محلول‌پاشی ورمی‌واش بر صفات تعداد گل‌آذین در بوته، تعداد گل در بوته و متوسط وزن هر میوه اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۴). نتایج این تحقیق در مورد عدم تأثیر محلول‌پاشی ورمی‌واش بر تعداد گل آذین و تعداد گل در بوته توت‌فرنگی با نتایج ارائه شده در مورد گیاهانی نظیر لوبیا و بامیه [۳۴]، گوجه‌فرنگی [۲۴] و فلفل [۳۰] مطابقت ندارد. اختلاف در نتایج ممکن است ناشی از تفاوت در نوع گیاه باشد، زیرا گیاهان مورد استفاده گوجه‌فرنگی، بامیه و فلفل، گیاهانی روزخنثی هستند، اما توت‌فرنگی رقم "گاویتا" گیاهی روزکوتاه است [۱۶]. در این گیاه، گل‌انگیزی و تعداد جوانه‌های گل به دمای محیط بستگی دارد، به نحوی که اگر دمای محیط کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد باشد در هر طول روزی گل‌انگیزی صورت می‌گیرد، ولی اگر محیط رشد بیش از حد گرم باشد، حتی در طول روز کوتاه گل‌انگیزی انجام نمی‌شود [۱۳ و ۲۹].

تیمارها از نظر تعداد میوه‌های تشکیل شده در بوته (میزان میوه بستن) اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. تعداد میوه به عنوان یکی از اجزای عملکرد، عملکرد میوه در هر بوته را تحت تأثیر قرار داده است. مقایسه میانگین تعداد میوه در بوته نشان داد که میزان میوه بستن نهایی در هر بوته بین ۱۵/۳-۸/۷۶ متغیر بود که به ترتیب معادل ۵۴ و ۲۹ درصد تعداد گل‌ها می‌باشد (جدول ۴). درصد تشکیل میوه در هر بوته در کلیه تیمارهای محلول‌پاشی بین ۵۴-۳۹ بود که در مقایسه با تیمار شاهد (۲۹ درصد) افزایش داشت. بیشترین تعداد میوه برداشتی از هر بوته (به میزان ۱۵/۷) مربوط به تیمار T_6 (غلظت ۱۵ درصد، دو هفته یک‌بار) و کمترین تعداد میوه برداشتی (۸/۶۷) نیز مربوط به تیمار شاهد بدون محلول‌پاشی بود. باتوجه به تأثیر مثبت و معنی‌دار محلول‌پاشی ورمی‌واش بر تعداد میوه، میزان عملکرد هر بوته نیز تحت تأثیر محلول‌پاشی قرار گرفت. میزان عملکرد هر بوته بین ۱۷۴-۱۰۶ گرم متغیر بود. کلیه تیمارهای محلول‌پاشی سبب افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد شدند. بیشترین عملکرد در تیمار T_6 (غلظت ۱۵ درصد، دو هفته یک‌بار) به میزان ۱۷۴ گرم در بوته ثبت شد.

1. Compost tea

جدول ۴ . مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی ورمی‌واش بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد توت فرنگی

تیمار	غلظت ورمی‌واش و دور محلول‌پاشی	تعداد گل‌آذین در بوته	تعداد گل در گل آذین	تعداد میوه در بوته	متوسط وزن هرمیوه(gr)	عملکردمیوه دربوته(g)
T_1	بدون محلول‌پاشی (شاهد)	۵/۰۰	۶/۰۰	۸/۶۷^{d}	۱۲/۳	۱۰۶^{e}
T_2	غلظت ۲۵٪، هفته‌ای یک‌بار	۵/۰۰	۵/۳۳	۱۴/۳^{ab}	۱۰/۳	۱۴۷^{bc}
T_3	غلظت ۲۵٪، دو هفته یک‌بار	۵/۰۰	۷/۰۰	۱۴/۰^{ab}	۱۲/۰	۱۶۸^{a}
T_4	غلظت ۲۵٪، سه هفته یک‌بار	۵/۰۰	۵/۶۷	۱۱/۰^{c}	۱۱/۵	۱۲۷^{d}
T_5	غلظت ۱۵٪، هفته‌ای یک‌بار	۵/۰۰	۵/۶۷	۱۳/۰^{bc}	۱۰/۰۳	۱۳۰^{d}
T_6	غلظت ۱۵٪، دو هفته یک‌بار	۵/۳۳	۵/۶۷	۱۵/۷^{a}	۱۱/۰۸	۱۷۴^{a}
T_7	غلظت ۱۵٪، سه هفته یک‌بار	۴/۰۰	۷/۰۰	۱۴/۷^{a}	۱۱/۰۳	۱۶۲^{ab}
T_8	غلظت ۱۰٪، هفته‌ای یک‌بار	۴/۰۰	۵/۶۷	۱۰/۷^{cd}	۱۲/۴	۱۳۳^{cd}
T_9	غلظت ۱۰٪، دو هفته یک‌بار	۵/۳۳	۵/۳۳	۱۲/۳^{bc}	۱۴/۱	۱۷۳^{a}
T_{10}	غلظت ۱۰٪، سه هفته یک‌بار	۴/۰۰	۶/۰۰	۱۰/۳^{cd}	۱۳/۰	۱۳۴^{cd}
سطح معنی‌داری		ns	ns	*	ns	*
ضریب تغییرات (٪)		۱۲/۰۴	۸/۴۲	۲۰/۸۴	۸/۴۵	۲۲

ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون LSD می‌باشند.

ns و * – به ترتیب نشانه غیرمعنی‌دار بودن و معنی‌دار بودن اختلاف در سطح احتمال ۵ درصد

علت افزایش تعداد میوه در بوته می‌تواند مربوط به تأثیر ترکیبات شبه‌هورمونی موجود در ورمی‌واش باشد، زیرا ورمی‌واش حاوی برخی از هورمون‌های رشد گیاهی نظیر اکسین، سیتوکینین و جیبرلین است [۱۰ و ۳۳]. شروع رشد میوه نیز تحت کنترل هورمون‌های گیاهی است [۳۶]. بنابراین کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد اکسینی مانند NAA [۸] و جیبرلین [۲۵ و ۳۳] سبب آغاز رشد نهنج در توت‌فرنگی شده و میزان میوه بستن در بوته افزایش می‌یابد. بخش خوراکی میوه توت‌فرنگی از رشد نهنج به‌وجود می‌آید [۲۰]. در صورت تغذیه مناسب گیاه و تولید مواد فتوسنتزی کافی تا زمان برداشت، میوه به رشد خود ادامه داده و به مرحله برداشت می‌رسد [۱۶ و ۳۹]. نتایج مشابهی نیز توسط محققین دیگر گزارش شده که نتایج این تحقیق را تأیید می‌کند [۱۸، ۲۶، ۳۰ و ۳۸]. محلول‌پاشی ورمی‌واش ۲۰ درصد سبب افزایش تعداد میوه در بوته و تعداد دانه در میوه در گیاه بامیه و فلفل چیلی شد [۳۰]. پنج بار محلول‌پاشی ورمی‌واش در فواصل زمانی ۱۰ روزه سبب افزایش ۲۱ درصدی تعداد میوه در بوته و افزایش عملکرد در بوته و زودگلدهی در بامیه شد [۳۸]. ترکیبات هیومیکی استخراج شده از عصاره آبی ورمی‌کمپوست، با دارا بودن ترکیبات شبه‌هورمونی سبب افزایش وزن خشک و تعداد میوه در گوجه‌فرنگی، فلفل گلخانه‌ای و توت‌فرنگی گردید [۱۰]. البته همیشه محلول‌پاشی ورمی‌واش سبب افزایش تولید گل یا میوه نخواهد شد [۲۴]، به‌طوری‌که ورمی‌واش حاصل از منابع مختلف اثرات متفاوتی بر روی گلدهی، تعداد میوه و متوسط وزن میوه‌ها

در گوجه‌فرنگی داشتند و حتی در برخی از آنها اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند. غلظت و زمان مصرف ورمی‌واش و نیز منبع ورمی‌کمپوست مورد استفاده برای تهیه آن اثرات متفاوتی بر رشد و عملکرد گیاهان دارند [۳۴].

کاهش میوه بستن و به تبع آن کاهش عملکرد بوته می‌تواند ناشی از تغذیه و جذب عناصر نیز باشد. در تیماری مانند T_2 (ورمی‌واش با غلظت ۲۵ درصد و محلول‌پاشی هر هفته یک‌بار) افزایش غلظت عناصر آهن و نیتروژن در بافت برگ به بیش از مرز بیش‌بود، ممکن است سبب بروز تنش مسمومیت آهن گردد و یا در اثر افزایش غلظت نیتروژن تا حد بیشبود سبب رشد رویشی زیاد بوته شده و تأثیر منفی بر عملکرد بوته بگذارد.

نتیجه‌گیری

کلیه تیمارهای محلول‌پاشی ورمی واش سبب افزایش غلظت نیتروژن، پتاسیم و آهن در بافت برگ گردید و حتی در غلظت‌های ۲۵ درصد، غلظت آهن برگ به حد مسمومیت رسید، اما بر غلظت فسفر و سایر عناصر کم‌مصرف برگ تأثیری نداشت. اگرچه محلول‌پاشی ورمی‌واش تأثیری بر تعداد گل‌آذین و تعداد گل در هر بوته نداشت، اما غلظت ۲۵، ۱۵ و ۱۰ درصد ورمی‌واش با فواصل زمانی دو هفته یک‌بار، بهتر از سایر تیمارها سبب بهبود میوه بستن گل‌ها (۵۴-۵۲ درصد) در مقایسه با شاهد (۲۹ درصد) شدند و درنتیجه سبب افزایش عملکرد گردید، اما چون غلظت‌های پایین‌تر ورمی‌واش از لحاظ اقتصادی هزینه کمتری دارند. بنابراین، تیمارهای T_6 و T_9 به عنوان تیمارهای برتر توصیه می‌شود. پیشنهاد می‌گردد که در تحقیقات دیگری از سایر ضایعات گیاهی و دامی برای تهیه ورمی‌واش استفاده گردد و پس از بررسی وضعیت شیمیایی آن، تأثیر آن بر رشد و عملکرد سایر ارقام توت‌فرنگی و نیز دیگر محصولات باغی مورد ارزیابی قرار گیرد.

منابع

۱. بی‌نام (۱۳۹۴) آمارنامه کشاورزی محصولات باغی سال ۹۲. وزارت جهاد کشاورزی. تهران. ۱۴۴ ص.

۲. تقوی ت (۱۳۸۳) راهنمای تولید توت‌فرنگی. انتشارات سنا. تهران. ۱۶۵ ص.

۳. خاوازی ک و ملکوتی م ج (۱۳۸۰) ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب ایران. ۵۹۰ ص.

۴. عزیزی م، باغانی م، لکزیان الف و آرویی ح (۱۳۸۵) بررسی تأثیر مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی ورمی‌واش بر صفات مورفولوژیک و میزان ماده مؤثره ریحان (*Ocimum basilicum*). علوم و صنایع کشاورزی، ویژه علوم باغبانی. ۲۱(۲): ۵۲-۴۱.

۵. کوچکی ع، جامی‌الاحمدی م، کامکار ب و مهدوی دامغانی ع (۱۳۸۰) اصول بوم‌شناسی کشاورزی، انتشارات جهاددانشگاهی مشهد، ۴۷۱ ص.

۶. محبوب خمامی ع (۱۳۸۳) اثر کود بیولوژیکی مایع (ورمی‌واش) به صورت اسپری برگی بر تغذیه و شاخص‌های رشد دیفن‌باخیا و آگلونما. پژوهشنامه علوم کشاورزی. ۱(۲): ۱۸۷-۱۷۵.

7. Allahyari S, Jalali Honarmand S, Khoramivafa M and Zolnorian H (2014) Effect of vermicompost extracts (compost tea and vermiwash) on the vegetative growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) under hydroponic conditions. International Journal of Biosciences. 4(11): 171-181.

8. Al-madhagi IAH, Zain Hasan SM, Ahmad A, Zain AM and Yusoff WA (2012) The Influence of Exogenous Hormone on the Flowering and Fruiting of Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch). Journal of Biology, Agriculture and Healthcare. 2(4): 46-53.

9. Ansari AA (2008) Effect of vermicompost and vermiwash on the productivity of spinach (*Spinacia oleracea*), onion (*Allium cepa*) and potato (*Solanum tuberosum*). World Journal of Agricultural Sciences. 4(5): 554-557.

10. Arancon NQ, Edwards CA, Lee S and Byrne R (2006) Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. European Journal of Soil Biology. 42: S65-S69.

11. Atiyeh RM, Edwards CA, Subler S and Metzger JD (2001) Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effect on physicochemical properties and plant growth. Bioresource Technology. 78: 11-20.

12. Bottoms TG, Hartz, TK, Cahn MD and Farrara BF (2013) Crop and soil nitrogen dynamics in annual strawberry production in California. HortScience. 48: 1034-1039.

13. Bradford E, Hancock JF and Warner RM (2010) Interactions of temperature and photoperiod determine expression of repeat flowering in strawberry. Journal of the American Society for Horticultural Science. 135(2): 102-107.

14. Brickell C (1995) Gardeners Encyclopedia of plants and flower. Dorling and Kindersley. 640 p.

15. Buckerfield JC, Flavel T, Lee KE and Webster KA (1999) Vermicompost soil and liquid form as plant growth promoter. Pedobiologia. 42: 753-759.

16. Bussell WT, Ennis IL, Triggs CM and Pringle GJ (2005) Agronomy N.Z. 35: 33-37.

17. Emongor VE (2002) Effect of benzyladenine and gibberellins on growth, yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris*). Research Journal of Agricultural Science Technology. 6: 65-72.

18. Esakkiammal B, Lakshmibai L and Sornalatha S (2015) Studies on the combined effect of vermicompost and vermiwash prepared from organic wastes by earthworms on the growth and yield parameters of dolichous lab lab. Asian Journal of Pharmaceutical Science and Technology. 5(4): 246-252.

19. Grundon NJ (1980) Effectiveness of soil dressing and foliar spray of copper sulphate in correcting copper deficiency of wheat (*Triticum aestivum*) in Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 20: 717-723.

20. Hancock JF (1999) Strawberry. CABI publishing, London. 231 p.

21. Harbut R (2011) Strawberry Nutrient Mangement [Online]. Available at: http://fruit.wisc.edu/wp-content/uploads/2011/05/Strawberry-Nutrient-Mangement.pdf. . Accessed. 20 January 2015.

22. Ismail S (1995) Earthworms in soil fertility management in organic agriculture. In: Thampan. PK. (Ed.), Organic agriculture. A.P.H publishing. New Delhi. Pp. 77-100.

23. Ismail S (1996) Vermitech (vermicompost and vermiwash). Institute of Research in Soil Biology and Biotechnology. V.P.S. Printers. 10 p.

24. Jaikishun S, Hunte N, Ansari AA and Gomathinayagam S (2014) Effects of vermiwash from different sources (bagasse, neem, paddy straw, in different combination) in controlling fungal diseases and growth of tomato (*Lycopersicon esculentum*) fruits in Guyana. Journal of Biological Sciences. 14(8): 501-508.

25. Jamal Uddin AFM, Hossan MJ, Islam MS, Ahsan MK and Mehraj H (2012) strawberry growth and yield responses to gibberellic acid concentrations. Journal of Experimental Biosciences. 3(2): 51-56.

26. Kaur P, Bhardwaj M and Babbar I (2015) Effect of Vermicompost and Vermiwash on Growth of Vegetables. Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences. 3(4): 9-12.

27. Kibatu T and Mamo M (2014) Vermicompost and Vermiwash on Growth, Yield and Yield Components of Beetroot (*Beta vulgaris* L.). World Applied Sciences Journal. 32(2): 177-182.

28. Manyuchi MM, Phiri A, Muredzi P and Chitambwe T (2013) Comparison of Vermicompost and Vermiwash Bio-Fertilizers from Vermicomposting Waste Corn Pulp. World Academy of Science, Engineering and Technology. 7(6): 368-371.

29. Mathey MM (2013) Phenotyping Diverse Strawberry (*Fragaria* spp.) Germplasm for Aid in Marker-Assisted Breeding, and Marker-Trait Association for Red Stele (*Phytophthora fragariae*) Resistance Marker Rpf1. Oregon State University. M.Sc. Dissertation.

30. Meghvansi MK, Haneef Khan M and Gupta R, Gogoi HK and Singh L (2012) Vegetative and yield attributes of okra and naga chilli as affected by foliar sprays of vermiwash on acidic soil. Journal of Crop Improvement. 26(4): 520-531.

31. Miranda-Stalder SHG, Appezzato-Da GB and Castro PRC (1990) Effects of plant growth regulators on morphological features and the yield of strawberry (*Fragaria x. ananassa*) 'Sequóia'. Annual Escola Super Agricola Luiz de Queiroz. 47(2): 317-334.

32. More S, Deshmukh S, Shinde P and Deshmukh V (2013) Effect of integrated nitrogen management with vermiwash in corn (*Zea mays* L.) on growth and yield. African Journal of Agricultural Research. 8(38): 4761-4765.

33. Muscolo A, Bovalo F, Gionfriddo F and Nardi F (1999) Earthworm humic matter produces Auxin-like effects Daucus carota cell growth and nitrate metabolism. Soil Bioligy and Biochemistry. 31: 1303-1311.

34. Nath G and Singh K (2009) Utilzation of vermiwash potential on certain summer vegetable crops. Central European Agriculture. 10(4): 417-426

35. Padem HAO and Alan R (1999) Effect of Humic Acid added to foliar Fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and seedling. Acta Horticulture. Pp. 241-245.

36. Pandolfini T (2009) Seedless Fruit Production by Hormonal Regulation of Fruit Set. Nutrients. 1: 168-171.

37. Saumya G, Giraddi RS and Patil RH (2007) Utility of vermiwash for the management of thrips and mites on chilly, amended with soil Organics. Karnataka Journal of Agricultural Sciences. 20(3): 657-659.

38. Shamra DP, Parjapati JL and Tiwari A (2014) Effect on NPK, vermicompost and vermiwash on growth and yield of okra. International Journal of Basic and Applied Agricultural Research. 12(1): 4-8.

39. Sharma RR and Singh R (2009) Gibberellic acid influences the production of malformed and button berries, and fruit yield and quality in strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). Scientia Horticulture. 119(4): 430-433.

40. Tripathi G, Kachwaha N and Dabi I (2007) Earthworms as bioengineer. In: Antonello SD. (Ed.), Frontiers in Ecology Research. Nova Science Publisher. Pp 187-270.

41. Venkataramana P, Narasimha MB, Krishna RJV and Kamble CK (2009) Efficacy of foliar sprays of vermiwash and cow dung wash on biochemical and yield attributes and yield of mulberry (*Morus alba* L.). Karnataka Journal Agricultural Science. 22(4): 921-923.