ارزیابی تأثیر کاربرد کمپوست حاصل از پسماندهای گیاهی مختلف بر عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی

مرضیه فیضی پور[۱]، ابراهیم فتائی[۲*]، شهرزاد خرم نژادیان[۳]

۱- دانشجوی دکتری، گروه محیط زیست، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران

۲- استاد، گروه محیط زیست، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران

۳- دانشیار، گروه محیط زیست، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران

*نویسنده مسئول: eafataei@gmail.com

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۷/۲۷، پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۹/۳

چکیده

استفاده از کمپوست حاصل از پسماندهای گیاهی می‌تواند به بهبود ساختار خاک و افزایش اثربخشی در مصرف آب و مواد غذایی زمین کمک کرده و همچنین باعث کاهش نیاز به استفاده از کودهای شیمیایی و سموم شود. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر بیوکمپوست تولید و غنی‌شده با عناصر روی و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی بود. تحقیق حاضر، از نوع توصیفی- تحلیلی و میدانی می‌باشد. ابتدا ضایعات کشاورزی از سطح گلخانه‌ها و مزارع کشاورزی جمع‌آوری و در تابستان به روش ویندوز به محل تولید بیوکمپوست منتقل شد. از بقایای گیاهی جهت نمونه‌برداری استفاده شد و نسبت کربن به نیتروژن (C/N)، با اندازه‌گیری درصد کربن آلی و درصد نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم و عناصر کمیاب موجود در بقایای گیاهی قبل از پوسیدگی محاسبه شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های پژوهش از آزمون‌های معنی‌داری در محیط نرم‌افزار SAS و برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار گرافر استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که بیوکمپوست تولید شده با کلزا، بادمجان، خیار و گندم و غنی‌شده با روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع، بر پارامترهای عملکرد کیفی توت‌فرنگی مانند pH، ویتامین ث، فنل کل، آنتوسیانین کل، فلاونویید کل، الاژیک اسید، شاخص طعم، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و نیز عملکرد کمی توت‌فرنگی مانند: مواد جامد محلول کل، تعداد پنجه، ارتفاع بوته، وزن تر بوته، وزن تر ریشه تأثیر زیادی دارند. این مقدار در تیمار ۵ (بیوکمپوست کلزا غنی‌شده با روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع) بیشتر از سایر تیمارها، بود ($p\leq ۰/۰۱$). با توجه به نتایج تحقیق، می‌توان گفت که تیمار ۵ (بیوکمپوست کلزا غنی‌شده با روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع)، تیمار ۴ (بیوکمپوست بادمجان غنی‌شده با روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم/مترمربع)، تیمار ۳ (بیوکمپوست خیارسبز غنی‌شده با روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع)، تیمار ۲ (بیوکمپوست گندم غنی‌شده با روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع) و تیمار ۱ (ترکیب برابر بیوکمپوست خیارسبز، گندم، کلزا، بادمجان به میزان ۱ کیلوگرم در متر) بر عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی تأثیر معنی‌داری داشت. نتایج نشان‌دهنده این است که استفاده از بیوکمپوست حاصل از ضایعات کلزا، بادمجان، خیارسبز، گندم غنی‌شده با روی و منگنز تأثیر بسزایی بر عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی در شرایط تنش خشکی دارد.

واژه‌های کلیدی: توت‌فرنگی، پسماندهای گیاهی، کمپوست.

مقدمه

محیط‌زیست به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ارکان توسعه پایدار محسوب می‌شود و رشد سایر بخش‌ها در گرو پایداری و کارکرد صحیح آن، معنا و مفهوم پیدا می‌کند (۱). آلودگی‌های زیست‌محیطی از مهم‌ترین چالش‌های جامعه انسانی است که در میان انواع آلودگی‌های زیست‌محیطی که انسان نقش عمده‌ای در آن‌ها دارد، آلودگی خاک، حائز اهمیت فراوانی است که بیشتر در اثر فعالیت‌های کشاورزی حاصل می‌شود و متأسفانه به‌صورت زنجیره‌وار سبب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌گردد (۲). کودها و سموم شیمیایی از راه‌های مختلفی وارد خاک می‌شوند که عبارتند از: کاربرد مستقیم آن‌ها در خاک، سمپاشی و برگشت مستقیم ذرات سموم معلق در هوا به زمین، سموم جذب شده در سطح ذرات خاک معلق در هوا و

نشست آن‌ها بر زمین و بقایای نباتی که به خاک اضافه می‌شوند و سموم جذب شده به‌وسیله موجودات زنده خاک (غیرذره‌بینی) (۳). کشاورزان برای بالا بردن میزان تولیدات، با مصرف کود شیمیایی زیاد، موجبات رشد سریع و پر ثمر گیاهان زراعی را فراهم می‌سازند. این اقدام در بیشتر موارد به زیان خاک و به قیمت از بین رفتن موجودات زنده در خاک، تمام می‌شود. آلودگی زمین به نیترات‌های موجود در کودهای شیمیایی یکی از عوارض نامطلوب این شیوه، می‌باشد (۴). ازدیاد سطح نیتروژن و فسفر موجود در محیط ناشی از مصرف گسترده‌ی کودهای شیمیایی، سبب می‌شود تا انواع خزه‌ها و گیاهان اولیه سمی در دریاچه‌ها و آب‌های ساحلی شروع به رشد کنند و حیات آبزیان را به خطر اندازند. از این گذشته، نیترات آزاد شده در محیط، موجب آلودگی آب‌های آشامیدنی و اسیدی شدن خاک‌ها می‌شود (۵). اضافه کردن کودهای نیتروژنه به میزان زیاد، حتی موجب بدطعم شدن و به اصطلاح بی‌خاصیتی محصول می‌شود. ضمن این‌که فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک را بسیار کند می‌کنند و در برخی موارد موجب عدم فعالیت آن‌ها می‌شود. لذا به‌طورکلی، کاربرد سموم شیمیایی و آفت‌کش‌ها برای کنترل آفات کشاورزی، موجب خسارات جبران‌ناپذیری بر سلامت انسان، سایر موجودات زنده و محیط‌زیست می‌شود (۶ و ۷). کودهای شیمیایی به‌خصوص کودهای فسفاته حاوی ناخالصی فلزات سنگین، هستند. فلزات سنگین، آلاینده خاک محسوب شده و باعث کاهش فعالیت‌های میکروبی گردیده و علاوه بر آن ممکن است توسط گیاه جذب و از آن طریق وارد زنجیره غذایی انسان و حیوان شوند (۸). لذا لزوم استفاده از کودهای آلی به علت اثرات مثبت بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک جهت بهبود باروری خاک به‌عنوان یک ضرورت، مطرح است (۹). همچنین تقویت کودهای آلی نیز سبب بهبود خصوصیات شیمیایی خاک، نظیر: pH، ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و میزان دسترسی به مواد غذایی می‌شود. در این میان، کودهای آلی کمپوست در دنیا، به‌طور موفقیت‌آمیزی در محصولات کشاورزی متعددی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با عرضه این کودها، علاوه بر بهبود جنبه‌های غذایی، شرایط فیزیکی و میکروبی خاک نیز، ارتقاء می‌یابد (۱۰). هرچند استفاده از کودهای شیمیایی سریع‌ترین و مطمئن‌ترین راه برای تأمین حاصلخیزی خاک به شمار می‌رود ولی هزینه‌های زیاد مصرف کود، آلودگی و تخریب محیط‌زیست و خاک ناشی از مصرف آن، نگران‌کننده است؛ بنابراین استفاده منابع گیاهی غذایی تجدیدپذیر موجود (آلی و بیولوژیکی) نقش مهمی در جهت حفظ باروری، ساختمان و فعالیت حیاتی خاک ایفا می‌کند (۱۱). یکی از مهم‌ترین مسائلی که طی دهه‌های اخیر در بخش کشاورزی افزایش‌یافته و تولید محصولات زراعی را با محدودیت مواجه ساخته است، تغییرات اقلیم می‌باشد. این پدیده، منابع آبی هر منطقه را در طول زمان دستخوش تغییر قرار داده است. با افزایش دما، نیاز گیاهان به آب بیشتر شده و بهره‌برداری از منابع آب، افزایش‌یافته است (۱۲). افزون بر این، کاهش برف و باران و عدم تغذیه صحیح آبخوان‌ها و سفره‌های آب زیرزمینی از دیگر عواملی هستند که منجر به بهره‌برداری بیش‌ازحد منابع آب شده است (۱۳). از تبعات گرمایش جهانی می‌توان به افزایش تبخیر، خشکسالی و کسری در بیلان آبی به‌خصوص در مناطق گرم و خشک، کاهش کمی و کیفی منابع آب و درنتیجه اثرات نامطلوب بر محصولات کشاورزی، اشاره کرد (۱۴). پسماندهای روستایی اغلب ترکیباتی شامل مواد زائد خانگی و باقیمانده‌های حاصل از فعالیت‌های روزمره کشاورزی و دامداری هستند. بخش فسادپذیر یا آلی پسماندهای جامد در جوامع کوچک و مناطق روستایی علاوه بر مصرف برای دام و طیور، قابلیت تبدیل به محصول بهینه‌ای به نام بیوکمپوست را دارد. بیوکمپوست، فرآورده‌ای است که فقط از بخش آلی و فسادپذیر پسماندهای جامد (مواد زائد آلی خانگی جداسازی شده از مبدأ) و پسماندهای باغ‌ها، فضای سبز و مزارع (اغلب باقیمانده برگ‌ها و ضایعات کشاورزی تفکیک‌شده در مبدأ تولید) تشکیل می‌شود. این محصول به دلیل شرایط بهینه‌ی مواد خام اولیه، از کیفیت و کارایی بسیار بالاتری نسبت به کمپوست

مخلوط و سایر کودهای ارائه شده به بازار مصرف، برخوردار است. در واقع، کنترل چنین پسماندهایی، به دلیل وجود درصد بالای مواد آلی و معدنی‌شان برای کودسازی و استفاده در کشاورزی، مفید است. از طرف دیگر، در صورت عدم کنترل این بقایا، به علت دارا بودن خاصیت گندیدگی، به محیطی برای پرورش مگس و انواع جانوران موذی و انتشار مخاطرات بهداشتی و زیست‌محیطی تبدیل خواهند شد (۱۵). به این نکته باید توجه کرد که کمپوست باید با مقدار بیشتری نسبت به کودهای شیمیایی در زمین استفاده شود. این امر موجب اثر تجمعی تأمین مواد مغذی از راه کمپوست در خاک می‌شود و اثرات بهتری نسبت به کود شیمیایی فراهم می‌کند. با توجه به ویژگی‌های یادشده، افزودن کمپوست را به خاک مؤثرتر از استفاده از کودهای شیمایی دانست (۱۶). جهت انجام پژوهش حاضر، مکان تحقیق، شهرستان جیرفت انتخاب گردید. شهرستان جیرفت واقع در جنوب شرق ایران و جنوب استان کرمان است. ارتفاع این شهر از سطح دریا ۶۸۵ متر، می‌باشد. جمعیت شهرستان جیرفت طبق آخرین سرشماری ۳۵۰۰۰۰ نفر می‌باشد که از این جمعیت ۵۰٪ آن ساکن روستا می‌باشند و شغل اصلی آن‌ها دامداری و کشاورزی است. با توجه به سطح بالای انواع محصولات کشاورزی جیرفت، زائدات بخش کشاورزی نیز بالا می‌باشد. در چنین زائداتی به علت وجود درصد بالای مواد آلی و معدنی برای کود سازی و استفاده در کشاورزی مفید است از طرف دیگر در صورت عدم کنترل این زائدات و فضولات به علت دارا بودن خاصیت گندیدگی به محیط پرورش مگس و انواع جانوران موذی و انتشار در مخاطرات بهداشتی و زیست‌محیطی، تبدیل خواهند شد از مزایای این زائدات، تفکیک از مبدأ و هزینه کم جمع‌آوری و انتقال به سایت تولید بیوکمپوست، می‌باشد. ازآنجایی‌که بیش از ۲۲۰ هکتار از سطح کشت گلخانه‌ای مربوط به توت‌فرنگی می‌باشد و یکی از محصولات مهم این منطقه می‌باشد. امید آن است که بیوکمپوست تولید شده و غنی‌شده به روی و منگنز از زائدات کشاورزی باعث افزایش عملکرد و کیفیت و همچنین کاهش هزینه‌های تولید این محصول گردد. بیشتر مطالعات انجام شده تاکنون برای تشخیص اثر کم آبیاری روی میوه توت‌فرنگی، به‌جای بررسی پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف، روی یک رقم متمرکز شده‌اند. علاقه به شناسایی ژنوتیپ‌های توت‌فرنگی متحمل به خشکی که قادرند از خشکی اجتناب کنند یا راندمان مصرف آب را بهینه سازند، در حال افزایش است، به‌ویژه در مناطقی که آب آبیاری کم است؛ بنابراین با توجه به اهمیت موضوع و کمبود اطلاعات در زمینه موضوع مورد مطالعه، تصمیم گرفته شد تا به امکان‌سنجی تولید کمپوست غنی‌شده از بقایای گیاهی و ارزیابی تأثیر کاربرد آن بر تنش خشکی و عملکرد توت‌فرنگی پرداخته شود. گسترش گلخانه‌ها به‌ویژه در مناطق مرکزی و جنوب شرق کشور مانند استان کرمان که خشکسالی در بیشتر زمان‌ها مشکلات فراوانی را برای کشاورزان به وجود می‌آورد، می‌تواند راه‌حلی برای افزایش درآمد و اشتغال در بخش کشاورزی این منطقه باشد. تولید گلخانه‌ای در کشور ایران به دلیل منابع داخلی فراوان، بازده و سودآوری زیاد، نرخ بالای بازگشت سرمایه، سادگی نسبی فن‌آوری تولید و امکان نوآوری در آن، سازگار بودن با شرایط زیست‌محیطی، امکان مشارکت فراگیر زنان و جوانان در فرآیند توسعه‌ی این فعالیت و اشتغال‌زایی مستقیم و غیرمستقیم و صادرات و ارزآوری همواره موردتوجه بوده و رشد قابل‌توجهی نیز داشته است؛ بنابراین، با توجه به موارد مطرح شده، لزوم اجرای پروژه حاضر کاملاً به چشم می‌خورد؛ بنابراین ضرورت انجام پژوهش حاضر در زمینه‌های تولید و کاربرد بیوکمپوست غنی‌شده در راستای تولید محصول سالم و اقتصادی کردن تولیدات کشاورزی، کاهش مصرف آب از طریق کاربرد بیوکمپوست، کاهش مصرف کودهای شیمیایی حاوی عناصر کم‌مصرف، توسعه کشاورزی حفاظتی از طریق جلوگیری از رهاسازی بقایای گیاهی در طبیعت، می‌باشد.

روش کار

روش تحقیق حاضر از نوع توصیفی- تحلیلی و میدانی است. برای انجام این تحقیق، ابتدا ضایعات کشاورزی از سطح گلخانه‌ها و مزارع کشاورزی جمع‌آوری و در تابستان سال ۱۴۰۲، به روش ویندوز به محل تولید بیوکمپوست، منتقل گردید. از بقایای گیاهی جهت نمونه‌برداری استفاده شد و سپس به آزمایشگاه فرستاده شد و نسبت کربن به نیتروژن (C/N)، با اندازه‌گیری درصد کربن آلی و درصد نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم و عناصر کمیاب موجود در بقایای گیاهی قبل از پوسیدگی محاسبه شد. برای تنظیم نسبت C/N به ۴۰، از کود اوره استفاده شد و همچنین مقدار اوره با توجه به وزن اولیه بقایای گیاهی و نسبت C/N، تعیین گردید. پس از تنظیم نسبت C/N و رطوبت، دما، pH، هر ۱۵ روز یک بار جهت کنترل فرآیند تولید نمونه و پارامترهای شامل کربن، نیتروژن، دما، pH شوری اندازه‌گیری شد. گیاهی که در این تحقیق کشت شد رقم توت‌فرنگی پاروس، بود که در آبان ماه در گلخانه کاشته شد؛ و شاخص‌های اندازه‌گیری، عملکرد، اجزای عملکرد شامل وزن تر گیاه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، عملکرد میوه و عناصر پرمصرف و کم‌مصرف شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، آهن، روی، مس و منگنز؛ و ویژگی‌های کیفی مانند: نگهداری، بافت میوه و مواد مغذی موجود در میوه، رنگ میوه بود. این مطالعه، در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل ۱۴ تیمار در ۳ تکرار با تنش خشکی ۶۵ درصد وزنی رطوبت مزرعه در نظر گرفته شد. تنش خشکی با ۶۵ درصد با دستگاه تانسیومتر اعمال شد. تعداد بوته در هر کرت ۱۰۰ بوته در هر تکرار ۲۵ عدد، هر تکرار ۱ مترمربع، هر تیمار ۴ مترمربع، سطح کل کرت ۱۰۰ مترمربع، تعداد برداشت یکبار بود. گلخانه‌های منطقه به دلیل بالا بودن فسفر خاک، عموماً کمبود روی و منگنز در گیاه دارند که با غنی‌سازی کمپوست با توجه به آزمایش خاک و نیاز گیاه، جبران می‌شود. با توجه به آزمایش خاک و گیاه، میزان کمبود سایر عناصر در تیمارها، بر اساس روش‌های رایج محلول‌پاشی و از طریق خاک، اعمال شد. عملکرد میوه در زمان برداشت در دی و بهمن و وزن تر و خشک گیاه در پایان بهمن‌ماه، اندازه‌گیری شد. عصاره‌ها با اندازه‌گیری اسیدسولفوریک و آب‌اکسیژنه برای اندازه‌گیری عناصر غذایی در برگ، اندام هوایی و میوه استخراج شد. فسفر به روش وانادات مولیبدات با اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر، اندازه‌گیری شد (۱۷). نیتروژن نیز به روش کجدال و پتاسیم و کلسیم با شعله فتومتر و ریز عناصر (روی، مس، منگنز، آهن)، با استفاده از طیف‌سنج جذب اتمی اندازه‌گیری شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۴ تیمار در ۳ تکرار انجام شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات موردنیاز، برای محاسبات آماری و تحلیل واریانس، از نرم‌افزار SAS استفاده شد. همچنین میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد، مقایسه گردید. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از محل جمع‌آوری ضایعات، محل تولید، گلخانه کشت توت‌فرنگی به آزمایشگاه آب، خاک و گیاه ارسال شد و برای تجزیه‌وتحلیل و به دست آوردن داده‌ها، دستگاه‌های جذب اتمی، شعله فتومتر، اسپکتروفتومتر، کجدال، کوره، بلوک هضم، pH متر، هدایت الکتریکی. آزمتر، رطوبت‌سنج و دماسنج استفاده شد. با توجه به میزان استفاده کود مرغ و کود گاوی در هکتار که حدود ۱۰ تن، می‌باشد و حدود ۵ میلیون هزینه برای هر هکتار دارد و سطح زیر کشت حدود ۱۳۰۰ هکتار گلخانه در منطقه تولید و جایگزین کمپوست تولید شده، از بقایای گیاهی به‌عنوان مکمل اقتصادی به نظر می‌رسد. در فرآیند تولید بیوکمپوست از پسماندهای خیار، گندم، بادمجان و کلزا استفاده شد و سپس این مواد آلی وارد لاین‌هایی شده و هوادهی انجام شد. در این فرآیند، عملیات آنزیمی به‌صورت هوازی و بی‌هوازی صورت پذیرفت تا میزان مواد آلی آن به حداکثر برسد و میکروب‌کشی انجام شود. طی این فرآیند، پسماندها بین ۴۰ تا ۴۵ روز در خطوط اولیه قرار گرفت. در حین مراحل تولید بیوکمپوست از پسماندها، هر یک از لایه‌های کمپوست مرطوب شدند. نحوه رطوبت دهی به‌صورتی بود که لایه‌ها به حالت غرقابی درنیایند.

میزان رطوبت دهی برای لایه‌ها به‌طور متوسط ۶۰٪ بود. در حین مراحل تولید، از رویش علف‌های هرز در کمپوست ممانعت جلوگیری و برای این کار رطوبت در حد مطلوب ۶۰٪ نگه داشته شد تا محیط و بستر کمپوست، خشک نباشد و در صورت مشاهده علف‌های هرز به سرعت توده کمپوست به هم زده شد. در حین تولید بیوکمپوست رطوبت را پیوسته تنظیم کرده تا درجه حرارت کل توده بیوکمپوست کاهش نیابد و مدت‌زمان تجزیه طولانی نشده و کیفیت آن کم نشود. میزان دمای در نظر گرفته شده برای تولید بیوکمپوست به‌طور متوسط ۵۵ درجه سانتی‌گراد بود. البته این میزان در بیوکمپوست‌های حاصل از پسماندهای کشاورزی مختلف، متفاوت بود. میزان دما برای تولید بیوکمپوست خیار و بادمجان که بافت نرمی دارند، ۵۰ درجه سانتی‌گراد و میزان رطوبت بستر بین ۵۰ الی ۵۵٪ تنظیم شد و برای تولید بیوکمپوست حاصل از پسماند گندم و کلزا بافت فیبری سخت‌تری دارند، میزان ۵۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۶۰٪ در نظر گرفته شد. پس از تولید بیوکمپوست حاصل از پسماندهای کشاورزی و گلخانه‌ای گندم، خیار، بادمجان و کلزا، بیوکمپوست‌ها در کرت‌های (تیمارها) مشخص شده با درصدهای مختلف اضافه شد و سپس در کرت‌ها، گیاه توت‌فرنگی کاشته شد تا تأثیر حاصل از این بیوکمپوست‌ها بر رشد رویشی و عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی، سنجیده شود.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

نوع گیاهی که در این پژوهش کشت شد توت‌فرنگی رقم پاروس بود. پس از آماده‌سازی زمین گلخانه، کرت‌هایی به ابعاد ۲×۲ متر، ایجاد و روی آن خاک‌پوش پلاستیک مشکی کشیده شد. در اوایل آبان ماه سال ۱۴۰۲، در هر کرت ۱۰۰ عدد بوته کاشته شد. تعداد نوبت برداشت یک بار بود. عملکرد میوه در زمان برداشت در ماه دی و بهمن انجام شد و وزن تر و خشک بوته در پایان بهمن، اندازه‌گیری شد. شاخص‌های اندازه‌گیری شده در این تحقیق، شامل: اجزای رشد رویشی: ارتفاع بوته، فاصله میان گره، وزن بوته تر، وزن خشک بوته، تعداد پنجه، قطر ساقه، وزن تر و خشک ریشه، بود. اندازه‌گیری صفات رویشی پس از حذف حاشیه‌ها در هر کرت اندازه‌گیری شد. وزن تر برگ و ریشه گیاه بلافاصله پس از انتقال از گلخانه به آزمایشگاه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم، مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نمونه‌ها را در پاکت‌های کاغذی قرار داده و سپس در آون و دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند و وزن خشک نمونه‌ها، اندازه‌گیری گردید. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از محل جمع‌آوری زائدات، سایت تولید، گلخانه کشت توت‌فرنگی به آزمایشگاه آب، خاک و گیاه ارسال گردید و برای تجزیه و به دست آوردن داده‌ها دستگاه‌های جذب اتمی، فلیم فتومتر، اسپکتروفتومتر، کجدال، کوره، بلوک هضم، pH متر، هدایت سنج الکتریکی، رطوبت‌سنج و دماسنج، مورد استفاده قرار گرفت. برای محاسبات آماری و تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار SAS، استفاده شد. همچنین، مقایسه میانگین‌ها با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد، انجام گرفت. برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Grapher، استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از این پژوهش در جدول تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر متغیرهای بررسی شده، آورده شده است. با توجه به جدول (۲)، مشاهده می‌شود که پارامترها گویای افزایش و یا کاهش میزان ترکیبات مختلف بیوکمپوست تولید شده از زائدات مزارع کشاورزی و گلخانه‌ای خیار، گندم، بادمجان و کلزا، در تیمارهای مختلف می‌باشد. عناصر غذایی اصلی رشد گیاه مثل نیتروژن، فسفر و پتاس، کربن و همچنین سایر عناصر کم‌مصرف مثل منگنز و روی در تیمار ۴ (کلزا)، بیشتر از بقیه تیمارها است. همچنین هر چه در تیمارها، میزان پسماندهای آلی بیشتر بوده میزان این ترکیبات هم بیشتر شده است. دلیل این امر، نوع محصول کشاورزی می‌باشد که دارای عناصر مغذی فراوانی، می‌باشد (۱۸ و ۱۹)؛ بنابراین استفاده از آن برای تولید بیوکمپوست باعث غنی شدن آن از این عناصر می‌شود. با توجه به یافته‌ها، نتیجه‌گیری می‌شود که تیمار ۴، کیفیت بالایی ازنظر عناصر مغذی

موردنیاز گیاهان دارد. با توجه به این موضوع، استفاده از ضایعات آلی کشاورزی و گلخانه‌ای در تولید بیوکمپوست مفید و مؤثر بوده و باعث تولید یک محصول پایدار (در این پژوهش توت‌فرنگی) ازلحاظ زیست‌محیطی و اقتصادی پربازده می‌شود؛ بنابراین با به‌کارگیری پسماندهای کشاورزی و گلخانه‌ای جهت تولید محصولات پایدار و با کیفیت بالا مثل بیوکمپوست، علاوه بر کاهش هزینه‌های اضافی دفع مواد و ضایعات، موجب بهره‌وری و سود اقتصادی بیشتر در راستای تولید محصولات کشاورزی، خواهد شد (۲۰ و ۲۱). همچنین هزینه‌های تولید محصولات کشاورزی مثل توت‌فرنگی به دلیل استفاده از بیوکمپوست حاصل از پسماندهای کشاورزی و گلخانه‌ای خیار، گندم، بادمجان و کلزا در تولید آن پایین آمده و در مقایسه با کودهای دامی و شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی هزینه کمتری دارد.

جدول ۱- اطلاعات مربوط به تجزیه پارامترهای مختلف تیمارها

(حروف کوچک نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تیمارها نسبت به هم می‌باشد: میانگین± SD)

نوع تیمار / پارامتر	۱ گندم	۲ بادمجان	۳ خیار	۴ کلزا
C/N	^{d}۰۶/۰±۲.۲۴	^{b}۰۷/۰±۶۷.۲۱	^{c} ۰/۰۶±۲۲/۶	^{a}۰۹/۰±۵۱/۲۰
نیتروژن (N)٪	^{a}۰۷/۰±۳۷/۱	^{c} ۰/۰۸±۸۳/۱	^{c}۰/۰۹±۷۷/۱	^{d}۰/۰۴ ± ۱/۹۹
فسفر (P)٪	^{a} ۰/۰۳±۳۲/۱	^{e} ۰/۰۶±۹۴/۱	^{c}۰/۰۲± ۶۴/۱	^{e}۵/۰± ۰۳/ ۲
پتاسیم (K_{20})٪	^{a}۰/۰۳±۱/۴۴	^{ab}۰/۰۴±۱/۹۵	^{ab} ۰/۰۸±۲/۰۸	^{b} ۰/۰۷±۴.۲
آهن (Fe) mg/kg	^{a}۰/۰۳±۷۲۲۲	^{e}۰/۰۲± ۷۸۵۹	^{d}۰/۰۵±۷۷۳۳	^{f}۰/۰۸±۸۴۲۳
منگنز (Mn) mg/kg	^{a}۰/۰۶±۴۳۰	^{c}۰/۰۴±۵۸۳	^{bc}۰/۰۳±۵۲۹	^{d}۰/۰۸± ۶۷۰
روی (Zn) mg/kg	^{bc}۰/۵±۱۵۴	^{c}۰/۹±۱۵۸	^{ab}۰/۳±۱۵۱	^{d}۰/۷±۱۶۵
pH	^{d} ۰/۰۴±۷/۹۷	^{a}۰/۰۳±۷/۹۱	^{ab}۰/۰۸±۷/۹۲	^{a}۰/۰۳±۷/۹۰

SD: انحراف معیار می‌باشد از میانگین تکرار مربوط به هر تیمار به‌دست‌آمده است.

نتایج نشان داد که بیوکمپوست تولید و غنی‌شده با عناصر روی و منگنز می‌تواند باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی شود. در این پژوهش، اثر بیوکمپوست تولید و غنی‌شده با عناصر روی و منگنز بر روی پارامترهای مربوط به عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی سنجیده شد. یافته‌ها نشان داد که بیوکمپوست تولید شده با کلزا، بادمجان، خیار و گندم و غنی‌شده با عنصر روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع، بر روی پارامترهای مربوط به عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی مثل ویتامین ث، فنل کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، آنتوسیانین کل، فلانوئید کل، آلاژیک اسید، pH و...، تأثیر بسزایی دارد. این میزان در تیمار ۵ (بیوکمپوست کلزا غنی‌شده با عنصر روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع)، بیشتر از سایر تیمارها بوده که این تأثیر معنی‌دار می‌باشد ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۳). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، می‌توان گفت که به ترتیب: تیمار ۵ (بیوکمپوست کلزا غنی‌شده با عنصر روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع)، تیمار ۴ (بیوکمپوست بادمجان غنی‌شده با عنصر روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع)، تیمار ۳ (بیوکمپوست خیارسبز غنی‌شده با عنصر روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع)، تیمار ۲ (بیوکمپوست گندم غنی‌شده با عنصر روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع) و تیمار ۱ (ترکیب مساوی بیوکمپوست خیارسبز، گندم، کلزا، بادمجان به میزان ۱ کیلوگرم در متر) تأثیر قابل‌توجهی بر روی عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی، داشت (جدول ۳). نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های صافی و همکاران (۲۲) و خسروانی و همکاران (۲۲) که اثر بیوکمپوست باقیمانده محصولات

گیاهی بر رشد و عملکرد دانه تریتیکاله تحت تنش خشکی را بررسی کردند در برخی از پارامترها همخوانی و مطابقت داشت. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی، کمپوست بقایای نیشکر و اثر متقابل آن‌ها بر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. همچنین با افزایش مقدار کمپوست بقایای نیشکر، میزان صفات افزایش یافت. در پژوهش‌های صافی و همکاران (۲۲) و خسروانی و همکاران (۲۳) و پژوهش حاضر، میزان ویتامین ث و فنل کل، دارای مقادیر مشابهی بودند که به علت استفاده از پسماند نیشکر و کلزا در تیمارها بود که باعث افزایش میزان C/N، نیتروژن و فسفر در تیمارها می‌شود. این مقادیر برای ویتامین ث در پژوهش‌های صافی و همکاران (۲۲) و خسروانی و همکاران (۲۳) و پژوهش حاضر به ترتیب شامل: ۸/۲۱، ۸/۱۴ و ۸/۳۱ (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره) بود که از مقایسه میانگین مشابه هم می‌باشند. مقدار فنل کل در پژوهش‌های صافی و همکاران (۲۲) و خسروانی و همکاران (۲۳) و پژوهش حاضر نیز به ترتیب شامل: ۶۷/۴۱، ۶۷/۰۴ و ۶۷/۲۰ (اکی‌والان گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تر)، بود که همانند ویتامین ث، دارای همخوانی بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر بیوکمپوست تولید شده با کلزا، بادمجان، خیار و گندم و غنی‌شده با عناصر روی و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی

منابع تغییرات S.O.V	میانگین مربعات										
	درجه آزادی (df)	مواد جامد محلول کل	pH	اسید قابل تیتر	شاخص طعم	ویتامین ث	فعالیت آنتی‌اکسیدانی	فنل کل	آنتوسیانین کل	قلاونویید کل	آلاژیک اسید
تیمار ۱	۲	۱/۱۳	۰/۰۱	۰/۱	۴/۳۷	۲۰/۴۶	۲۵۲/۵۳	۴۰۸/۰۱	۱۱۴/۵۰	۰/۰۲	۱۰۱۲۵۴۳/۱۵
تیمار ۲	۲	۱/۱۷	۰/۰۱	۰/۰۲	۵/۱۶	۲۲/۱۹	۳۰۱/۷۴	۴۲۵/۱۳	۱۱۸/۴۱	۰/۰۳	۱۰۲۱۷۱۳/۲۶
تیمار ۳	۲	۱/۴۳	۰/۰۱	۰/۱	۵/۸۵	۲۳/۱۵	۳۴۲/۲۸	۴۴۹/۳۸	۱۲۴/۴۵	۰/۰۴	۱۰۳۵۸۱۹/۴۵
تیمار ۴	۲	۱/۵۵	۰/۰۱	۰/۱	۵/۹۳	۲۳/۲۷	۳۴۵/۸۲	۴۵۳/۹۴	۱۲۶/۰۴	۰/۰۴	۱۰۳۶۹۱۴/۳۷
تیمار ۵	۲	۱/۹۸	۰/۰۱	۰/۱	۶/۳۱	۲۵/۶۹	۳۷۸/۴۹	۵۰۸/۰۳	۱۳۲/۶۳	۰/۰۵	۱۰۴۱۵۱۳/۸۵
خطا	۶	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۹۴	۱/۹۴	۲۱/۱۸	۶۲/۲۴	۱۱/۳۲	۰/۰۱	۶۷۸۰۲/۰۳
ضریب تغییرات CV (٪)	-	۷/۶	۰/۸۲	۱۱/۱۴	۱۳/۱۸	۲۸/۳۱	۵/۴۷	۹/۲۶	۱۲/۴۲	۱۵/۶۴	۲۳/۵۹

راهنما: تیمار ۱ (ترکیب مساوی بیوکمپوست خیارسبز، گندم، کلزا، بادمجان به میزان ۱ کیلوگرم در متر)، تیمار ۲ (بیوکمپوست گندم غنی‌شده با عنصر روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع)، تیمار ۳ (بیوکمپوست خیارسبز غنی‌شده با عنصر روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع)، تیمار ۴ (بیوکمپوست بادمجان غنی‌شده با عنصر روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع)، تیمار ۵ (بیوکمپوست کلزا غنی‌شده با عنصر روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع).

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر بیوکمپوست تولید شده با کلزا، بادمجان، خیار و گندم و غنی‌شده با عناصر روی و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی

عملکرد تیمارها	pH	ویتامین ث (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره)	فنل کل (اکی‌والان گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تر)	آنتوسیانین کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)	فلاونویید کل (اکی‌والان کوپر ستین در گرم وزن تر)	الاژیک اسید (نانوگرم در میلی‌لیتر عصاره)
تیمار ۱	۱/۹۷^{d}	۷/۰۶^{d}	۵۸/۸۷^{d}	۱۹/۲۱^{d}	۰/۳۶^{d}	۱۲۴۲/۴^{d}
تیمار ۲	۲/۲۹^{c}	۷/۵۷^{c}	۶۱/۴۱^{c}	۲۱/۷۳^{c}	۰/۴۲^{c}	۱۴۷۱/۶^{c}
تیمار ۳	۲/۸۴^{c}	۸/۱۸^{b}	۶۷/۰۱^{b}	۲۲/۹۷^{b}	۰/۴۸^{b}	۱۶۲۸/۱^{b}
تیمار ۴	۲/۹۵^{b}	۸/۳۱^{b}	۶۷/۲۰^{b}	۲۳/۱۵^{b}	۰/۵۰^{b}	۱۶۲۹/۷^{b}
تیمار ۵	۳/۲۷^{a}	۹/۵۱^{a}	۷۵/۲۳^{a}	۳۱/۰۲^{a}	۰/۶۹^{a}	۱۸۲۷/۸^{a}

راهنما: تیمار ۱ (ترکیب مساوی بیوکمپوست خیارسبز، گندم، کلزا، بادمجان به میزان ۱ کیلوگرم در متر)، تیمار ۲ (بیوکمپوست گندم غنی‌شده با عنصر روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع)، تیمار ۳ (بیوکمپوست خیارسبز غنی‌شده با عنصر روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع)، تیمار ۴ (بیوکمپوست بادمجان غنی‌شده با عنصر روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع)، تیمار ۵ (بیوکمپوست کلزا غنی‌شده با عنصر روی و منگنز به میزان ۱ کیلوگرم در مترمربع). در هر ستون برای هر تیمار، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

نتایج نشان داد که بیوکمپوست تولید شده می‌تواند مکمل کودهای شیمیایی، کودهای مرغی و گاوی و سایر کودهای آلی در گلخانه و مزارع شود؛ بنابراین آزمایشی انجام شد و اثر بیوکمپوست تولید از کلزا، بادمجان، خیار، گندم و ترکیب آن با کود مرغی، گاوی و شیمیایی تحت شرایط عادی و تنش خشکی بر روی برخی شاخص‌های رویشی و عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی سنجیده شد. بیوکمپوست ترکیبی تولید شده از کلزا، بادمجان، خیار و گندم با ترکیبی از ۱ کیلو کود مرغی، گاوی و شیمیایی در یک مترمربع (تیمار ۴) در شرایط عادی باعث بهبود عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی شده و افزایش شاخص‌های رویشی آن شده است. همچنین در شرایط تنش خشکی (تیمار ۳)، نیز این ترکیب باعث جلوگیری و آسیب و صدمه به گیاه توت‌فرنگی شده است. تیمار ۳ در مقایسه با تیمار ۲ که ترکیبی از ۱ کیلو کود مرغی، گاوی و شیمیایی در یک مترمربع تحت شرایط تنش خشکی می‌باشد، عملکرد بهتری داشته (جدول ۴) و این امر نشان‌دهنده این است که استفاده از بیوکمپوست، کلزا، بادمجان، خیار و گندم می‌تواند عملکرد گیاه توت‌فرنگی را بهتر کرده و درنتیجه مکمل خوبی برای کودهای مرغی، گاوی و شیمیایی در مزارع کشاورزی و گلخانه‌ای باشد. با توجه به نتایج حاصله، می‌توان گفت که در شرایط عادی تیمار ۴ (بیوکمپوست ترکیبی تولید شده از کلزا، بادمجان، خیار و گندم+ ترکیبی از ۱ کیلو کود مرغی، گاوی و شیمیایی در یک مترمربع) بهتر از تیمار شاهد (ترکیبی از ۱ کیلو کود مرغی، گاوی و شیمیایی در یک مترمربع) بوده و در شرایط تنش خشکی، تیمار ۳ (تنش خشکی + بیوکمپوست ترکیبی تولید شده از کلزا، بادمجان، خیار و گندم+ ترکیبی از ۱ کیلو کود مرغی، گاوی و شیمیایی در یک مترمربع) بهتر از تیمار ۲ (تنش خشکی + ترکیبی از ۱ کیلو کود مرغی، گاوی و شیمیایی در یک مترمربع) می‌باشد (جدول ۵). نتایج پژوهش حاضر با نتایج رحیمی جهانگیرلو (۲۴)، خرازی و همکاران (۲۵) و Amouei و همکاران (۲۶) که تأثیر ترکیب ضایعات گیاهی با کود گاوی و کود شیمیایی بر کیفیت بیوکمپوست تولید شده بود، در شاخص‌های رشدی و رویشی همخوانی داشته، ولی در عملکرد کمی و کیفی میوه و دانه، تطابق نداشتند. این همخوانی در شاخص‌های رشدی و رویشی در تعداد پنجه و ارتفاع بوته (سانتی‌متر) می‌باشد. در نتایج پژوهش‌های جهانگیرلو (۲۴)، خرازی و همکاران (۲۵) و Amouei و همکاران (۲۶) و پژوهش حاضر، تعداد پنجه به ترتیب برابر با ۱۰/۰۱، ۱۰/۰۹، ۱۰/۰۸ و ۱۰/۰۴ (تعداد جوانه‌های جانبی[1]) در تیمار ۳ و ارتفاع بوته (سانتی‌متر) به ترتیب برابر با ۴۱/۴۳، ۴۱/۱۲، ۴۱/۲۱ و ۴۱/۳۵، در تیمار ۳ بود که تقریباً باهم همخوانی داشتند. دلیل این امر به دلیل وجود پسماند بادمجان و کود مرغی در تیمارها بود که باعث افزایش میزان نیترات و فسفر که عناصر ضروری برای رشد شاخص‌های رویشی می‌باشند است. دلیل عدم تطابق در عملکرد کمی و کیفی میوه و دانه به علت شاخص طعم و ویتامین ث، بود که مقادیر آن در پژوهش‌های رحیمی

1 Number of Tiller

جهانگیرلو (۲۴)، خرازی و همکاران (۲۵) و Amouei و همکاران (۲۶) و پژوهش حاضر، مطابقت نداشت. دلیل این امر، استفاده از کودهای شیمیایی زیاد در شرایط تنش خشکی در پژوهش حاضر می‌باشد که باعث افت شدید میزان ویتامین ث و کاهش شاخص طعم شده است؛ زیرا ویتامین ث و شاخص طعم در شرایط تنش خشکی و استفاده از کود شیمیایی به‌شدت افت می‌کند درحالی‌که استفاده از بیوکمپوست به همراه کود دامی باعث مقاومت به تنش خشکی شده و طعم و ویتامین ث میوه، عملکرد بهتری پیدا می‌کند.

جدول ۴- تجزیه واریانس بیوکمپوست تولید شده به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی، کودهای مرغی، گاوی و سایر کودهای آلی در گلخانه و مزارع از طریق ارزیابی تأثیر آن بر شاخص‌های رشدی و عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی

منابع تغییرات S.O.V	میانگین مربعات									
	درجه آزادی (df)	مواد جامد محلول کل	pH	شاخص طعم	ویتامین ث	فعالیت آنتی‌اکسیدانی	فنل کل	تعداد پنجه	ارتفاع بوته	وزن تر بوته	وزن تر ریشه
تیمار ۱ (شاهد)	۲	۱/۱۹	۰/۰۱	۴/۸۹	۲۱/۰۷	۲۹۴/۰۳	۴۳۵/۰۸	۲/۱۹	۲۴۰/۵۳	۵/۲۲	۵/۱۴
تیمار ۲	۴	۱/۰۸	۰/۰۲	۴/۱۳	۲۰/۴۱	۲۷۱/۲۰	۴۳۲/۱۸	۲/۰۲	۲۳۶/۰۷	۵/۰۴	۴/۹۶
تیمار ۳	۲	۱/۲۶	۰/۰۱	۵/۲۷	۲۱/۳۹	۳۰۴/۴۸	۴۵۱/۰۴	۲/۵۳	۲۵۴/۸۵	۵/۳۸	۵/۶۸
تیمار ۴	۲	۱/۷۳	۰/۰۱	۵/۸۶	۲۲/۲۴	۳۲۸/۸۳	۴۸۱/۶۹	۳/۰۵	۲۷۹/۴۲	۶/۱۳	۶/۱۰
خطا	۸	۰/۱۴	۰/۰۱	۰/۸۲	۱/۶۴	۳۲/۲۷	۳۴/۲۱	۱/۰۸	۰/۶۳	۰/۹۴	۱/۲۳
ضریب تغییرات CV (٪)	-	۶/۵	۰/۸۳	۱۲/۱۶	۱۳/۱۸	۲۷/۱۶	۴/۶۲	۸/۴۹	۱۴/۲۵	۱۵/۱۷	۲۲/۷۳

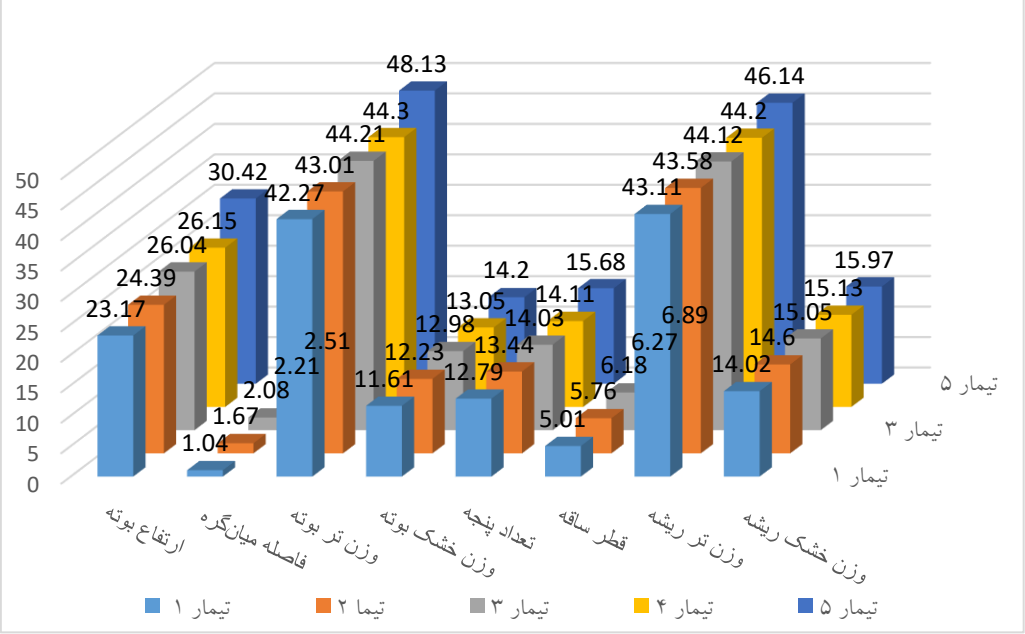
راهنما: تیمار ۱ یا شاهد (ترکیبی از ۱ کیلو کود مرغی، گاوی و شیمیایی در یک مترمربع)، تیمار ۲ (تنش خشکی + ترکیبی از ۱ کیلو کود مرغی، گاوی و شیمیایی در یک مترمربع)، تیمار ۳ (تنش خشکی + بیوکمپوست ترکیبی تولید شده از کلزا، بادمجان، خیار و گندم+ ترکیبی از ۱ کیلو کود مرغی، گاوی و شیمیایی در یک مترمربع) و تیمار ۴ (بیوکمپوست ترکیبی تولید شده از کلزا، بادمجان، خیار و گندم+ ترکیبی از ۱ کیلو کود مرغی، گاوی و شیمیایی در یک مترمربع).

جدول ۵- مقایسه میانگین تأثیر بیوکمپوست تولید شده به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی، کودهای مرغی، گاوی و سایر کودهای آلی در گلخانه و مزارع از طریق ارزیابی تأثیر آن بر شاخص‌های رشدی و عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی

	مواد جامد محلول کل	pH	شاخص طعم	ویتامین ث	فعالیت آنتی‌اکسیدانی	فنل کل	تعداد پنجه	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	وزن تر بوته (گرم در گیاه)	وزن تر ریش (گرم در گیاه)
تیمار ۱ (شاهد)	۲/۹۷^{d}	۶/۱۵^{d}	۴۹/۱۷^{d}	۱۸/۱۴^{d}	۰/۲۷^{d}	۱۲۳۲/۱^{d}	۱۰/۲۵^{d}	۲۱/۲۸^{d}	۴۰/۱۵^{d}	۴۱/۲۱^{d}
تیمار ۲	۲/۷۱^{c}	۶/۰۷^{c}	۴۷/۲۱^{c}	۱۸/۰۳^{c}	۰/۲۳^{c}	۱۲۲۱/۲^{d}	۱۰/۰۴^{c}	۲۱/۱۶^{c}	۳۹/۹۷^{c}	۴۱/۰۸^{c}
تیمار ۳	۳/۰۴^{b}	۶/۳۸^{b}	۵۱/۴۳^{b}	۱۹/۰۷^{b}	۰/۳۸^{b}	۱۳۴۶/۳^{b}	۱۱/۱۰^{b}	۲۱/۹۴^{b}	۴۱/۳۵^{b}	۴۱/۶۲^{b}
تیمار ۴	۳/۸۷^{a}	۶/۵۹^{b}	۵۸/۱۳^{a}	۲۰/۳۲^{a}	۰/۵۸^{a}	۱۴۱۳/۵^{a}	۱۱/۶۴^{a}	۲۲/۴۹^{a}	۴۲/۲۰^{a}	۴۲/۳۰^{a}

راهنما: تیمار ۱ یا شاهد (ترکیبی از ۱ کیلو کود مرغی، گاوی و شیمیایی در یک مترمربع)، تیمار ۲ (تنش خشکی + ترکیبی از ۱ کیلو کود مرغی، گاوی و شیمیایی در یک مترمربع)، تیمار ۳ (تنش خشکی + بیوکمپوست ترکیبی تولید شده از کلزا، بادمجان، خیار و گندم+ ترکیبی از ۱ کیلو کود مرغی، گاوی و شیمیایی در یک مترمربع) و تیمار ۴ (بیوکمپوست ترکیبی تولید شده از کلزا، بادمجان، خیار و گندم+ ترکیبی از ۱ کیلو کود مرغی، گاوی و شیمیایی در یک مترمربع). در هر ستون برای هر تیمار، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، می‌باشد.

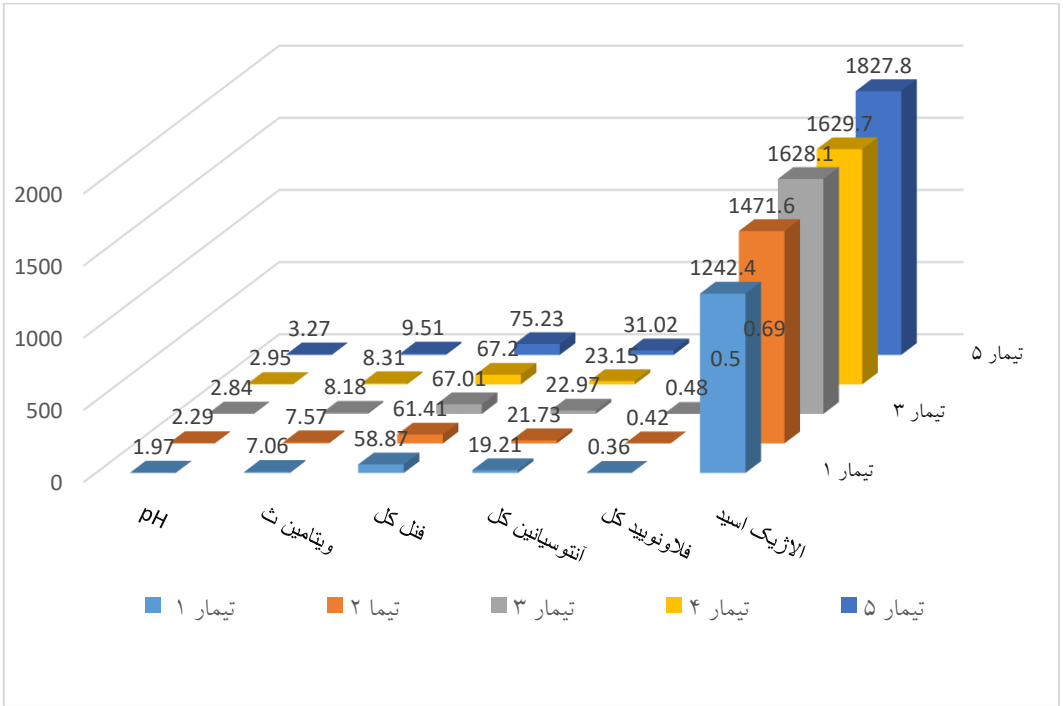
توت‌فرنگی از خانواده گل‌سرخیان و یک محصول میوه‌ای مهم با محبوبیت زیاد در سطح جهانی است. تقاضا و تولید توت‌فرنگی در سال‌های اخیر افزایش قابل‌ملاحظه‌ای، یافته است که دلیل آن طعم بسیار مطلوب میوه و ترکیبات مربوط به سلامتی آن است. توت‌فرنگی ازنظر آنتی‌اکسیدان‌ها (ویتامین ث) و ترکیبات فنلی که متابولیت‌های ثانویه گیاهی و فاکتورهای اصلی در طعم و ویژگی‌های تغذیه‌ای میوه هستند، بسیار غنی است (۲۷). سیستم ریشه‌ای سطحی، سطح برگ وسیع و محتوای آب بالای میوه‌های توت‌فرنگی به معنای این است که توت‌فرنگی مقادیر زیادی آب مصرف می‌کند (۲۸). توت‌فرنگی ازجمله گیاهانی است که به‌طورکلی برای گلدهی، تولید عملکرد ایده آل و رسیدن میوه به آبیاری نیاز دارد (۲۹). گیاه توت‌فرنگی در حین گلدهی و رسیدن میوه به تنش خشکی بسیار حساس است. در مناطقی با باران تابستانی کم و منابع آبی محدود برای آبیاری، توت‌فرنگی ممکن است کم آبیاری را، تجربه کند. این مشکل ممکن است کشت توت‌فرنگی را محدود کند. از طرفی پسماندها و بقایای گیاهی که دورریزی آن موجب آلودگی در محیطزیست شده، استفاده از آن‌ها می‌تواند به شکل بهینه‌ای برای مزارع کشاورزی و گلخانه‌ای مثل میوه توت‌فرنگی مثمرِ ثمر باشد. چنانچه بقایا و پسماندهای گیاهی به بیوکمپوست تبدیل شوند، استفاده از این محصول عملکرد محصولات کشاورزی را بهبود بخشیده و باعث کاهش تنش خشکی می‌شود (۳۰). نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل مقایسه میانگین تأثیر بیوکمپوست تولید شده به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی، کودهای مرغی، گاوی و سایر کودهای آلی در گلخانه و مزارع از طریق ارزیابی تأثیر آن بر شاخص‌های رشدی و عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی در نمودارهای (۱، ۲ و ۳)، ترسیم شده است.



نمودار ۱- مقایسه میانگین تأثیر بیوکمپوست تولید شده با کلزا، بادمجان، خیار و گندم و غنی‌شده با عناصر روی و منگنز بر شاخص‌های رشدی گیاه توت‌فرنگی تحت تنش خشکی در تیمارهای مختلف

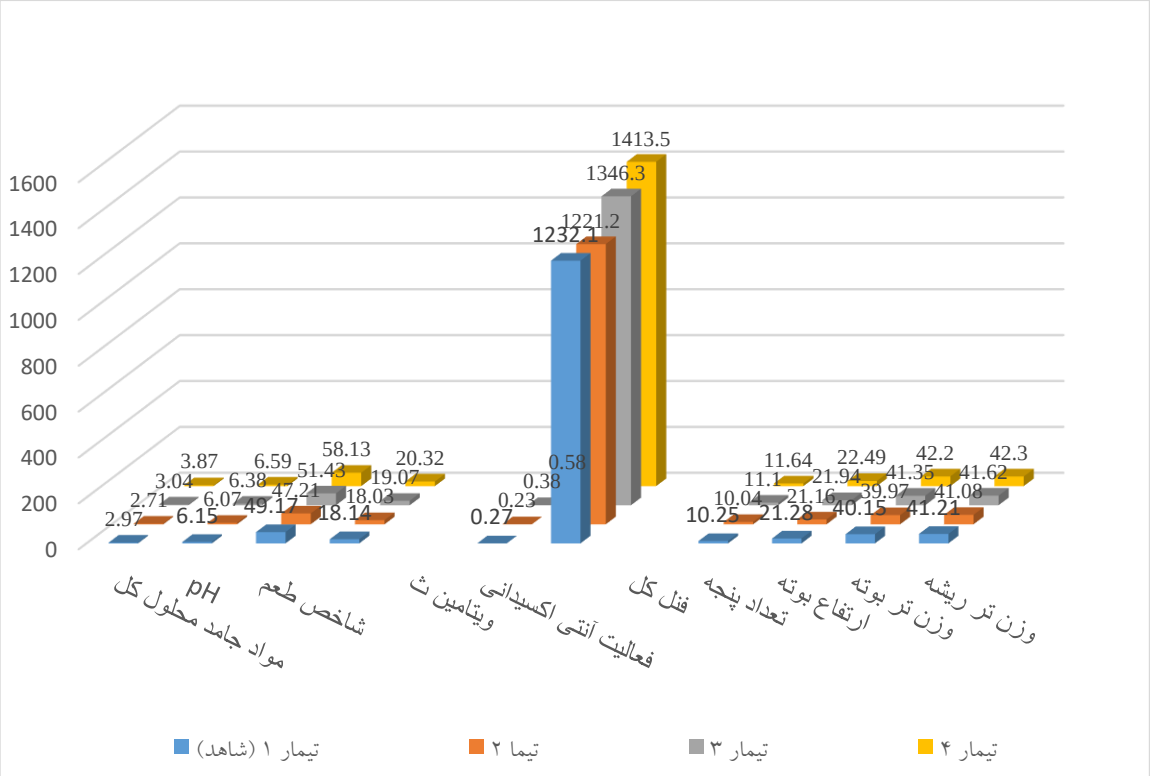
نتایج نمودار (۱)، درباره مقایسه میانگین تأثیر بیوکمپوست تولید شده با کلزا، بادمجان، خیار و گندم و غنی‌شده با عناصر روی و منگنز بر شاخص‌های رشدی گیاه توت‌فرنگی تحت تنش خشکی در تیمارهای مختلف می‌باشد که برای تیمار ۵ ارتفاع بوته از همه بیشتر بود (۳۰/۴۲ سانتی‌متر). یافته‌ها نشان داد که برای تیمار ۳ و ۴، ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارد ولی بین تیمارهای ۱، ۲

و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای ارتفاع بوته وجود داشت و برای تیمار ۵، فاصله میان گره از همه بیشتر، بود (۲/۵۱ سانتی‌متر). همچنین برای تیمار ۳ و ۴، فاصله میان گره اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشت ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای فاصله میان گره وجود داشت. نتایج نمودار (۱) برای تیمار ۵، وزن تر بوته از همه بیشتر می‌باشد (۴۸/۱۳ گرم در گیاه). همچنین برای تیمار ۳ و ۴، وزن تر بوته اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشت ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای وزن تر بوته وجود داشت. برای تیمار ۵، وزن خشک بوته از همه بیشتر بود (گرم در گیاه ۱۴/۲). برای تیمار ۳ و ۴، وزن خشک بوته اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشت ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای وزن خشک بوته وجود داشت. در خصوص تیمار ۵، تعداد پنجه از همه بیشتر می‌باشد (تعداد جوانه‌های جانبی ۶۸/۱۵). برای تیمار ۳ و ۴، تعداد پنجه اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشت ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای تعداد پنجه وجود داشت. نتایج نمودار (۱)، نشان داد که برای تیمار ۵، قطر ساقه گیاه از همه بیشتر می‌باشد (۶/۸۹ سانتی‌متر). همچنین برای تیمار ۳ و ۴، قطر ساقه گیاه اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشت ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای قطر ساقه گیاه وجود داشت؛ و برای تیمار ۵، وزن تر ریشه از همه بیشتر بود (۴۶/۱۴ گرم در گیاه). برای تیمار ۳ و ۴، وزن تر ریشه اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشت ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای وزن تر ریشه وجود داشت. نتایج نمودار (۱)، مشخص نمود که برای تیمار ۵، وزن خشک ریشه از همه بیشتر می‌باشد (گرم در گیاه ۱۵/۹۷). برای تیمار ۳ و ۴، وزن تر ریشه اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشت ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای وزن خشک ریشه وجود داشت.



نمودار ۲- مقایسه میانگین تأثیر بیوکمپوست تولید شده با کلزا، بادمجان، خیار و گندم و غنی‌شده با عناصر روی و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی در تیمارهای مختلف

نتایج نمودار (۲)، درباره مقایسه میانگین تأثیر بیوکمپوست تولید شده با کلزا، بادمجان، خیار و گندم و غنی‌شده با عناصر روی و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی در تیمارهای مختلف، نشان داد که برای تیمار ۵، pH از همه بیشتر، می‌باشد (۳/۲۷). همچنین برای تیمار ۳ و ۴، pH معنی‌داری نسبت به هم ندارد ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای pH، وجود دارد. همچنین برای تیمار ۵، ویتامین ث از همه بیشتر می‌باشد (۹.۵۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره). برای تیمار ۳ و ۴، ویتامین ث اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارد ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای ویتامین ث وجود دارد. برای تیمار ۵، فنل کل از همه بیشتر می‌باشد (۷۵.۲۳ اکی‌والان گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تر) برای تیمار ۳ و ۴، فنل کل اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشت ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای فنل کل، وجود داشت. نتایج نمودار (۲)، نشان داد که برای تیمار ۵، آنتوسیانین کل از همه بیشتر می‌باشد (۳۱/۰۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر). برای تیمار ۳ و ۴، آنتوسیانین کل اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشت ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای آنتوسیانین کل، وجود دارد. برای تیمار ۵، فلاونویید کل از همه بیشتر می‌باشد (۰/۶۹ اکی‌والان کوپر ستین در گرم وزن تر). همچنین برای تیمار ۳ و ۴، فنل کل اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارد ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای فلاونویید کل وجود دارد. برای تیمار ۵، الاژیک اسید از همه بیشتر می‌باشد (۱۸۲۷/۸ نانوگرم در میلی‌لیتر عصاره). تیمار ۳ و ۴، الاژیک اسید اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشت ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای الاژیک اسید، مشاهده گردید.



نمودار ۳- مقایسه میانگین تأثیر بیوکمپوست تولید شده به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی، کودهای مرغی، گاوی و سایر کودهای آلی در گلخانه و مزارع از طریق ارزیابی تأثیر آن بر شاخص‌های رشدی و عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی در تیمارهای مختلف

نتایج نمودار (۳)، درباره مقایسه میانگین تأثیر بیوکمپوست تولید شده به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی، کودهای مرغی، گاوی و سایر کودهای آلی در گلخانه و مزارع از طریق ارزیابی تأثیر آن بر شاخص‌های رشدی و عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی در تیمارهای مختلف نشان داد که برای تیمار ۴، مواد جامد محلول کل از همه بیشتر، می‌باشد (۳/۸۷). برای همه تیمارها مواد جامد محلول کل اختلاف معنی‌داری نسبت به هم داشتند. نتایج نمودار (۳)، نشان داد که برای تیمار pH،۴ از همه بیشتر می‌باشد (۶/۵۹). برای همه تیمارهای ۱، ۲ و ۴، pH اختلاف معنی‌داری نسبت به هم دارند ولی تیمارهای ۳ و ۴، میزان pH اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشت. برای تیمار ۴، شاخص طعم از همه بیشتر بود (۵۸/۱۳). یافته‌ها بیان کرد که برای همه تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴، شاخص طعم اختلاف معنی‌داری نسبت به هم دارند. برای تیمار ۴، ویتامین ث از همه بیشتر می‌باشد (۲۰/۳۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره). برای همه تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴، ویتامین ث اختلاف معنی‌داری نسبت به هم دارند. به‌علاوه نتایج نشان داد که برای تیمار ۴، فعالیت آنتی‌اکسیدانی از همه بیشتر می‌باشد (۰/۵۸). برای همه تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، اختلاف معنی‌داری نسبت به هم دارند. نتایج نمودار (۳)، برای تیمار ۴، فنل کل از همه بیشتر می‌باشد (۱۴۱۳/۵ اکی‌والان گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تر). همه تیمارهای ۲، ۳ و ۴، فنل کل اختلاف معنی‌داری نسبت به هم دارند ولی تیمارهای ۱ و ۲، میزان فنل کل اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارند. از طرفی برای تیمار ۴، تعداد پنجه از همه بیشتر می‌باشد (۱۱/۶۴). همه تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴، تعداد پنجه اختلاف معنی‌داری نسبت به هم دارند. نتایج نمودار (۳)، درباره مقایسه میانگین تأثیر بیوکمپوست تولید شده به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی، کودهای مرغی، گاوی و سایر کودهای آلی در گلخانه و مزارع از طریق ارزیابی تأثیر آن بر ارتفاع بوته توت‌فرنگی در تیمارهای مختلف نشان داد که برای تیمار ۴، ارتفاع بوته از همه بیشتر می‌باشد (۲۲/۴۹ سانتی‌متر). همه تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴، ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری نسبت به هم داشتند. نتایج نمودار (۳)، بیانگر آن است که برای تیمار ۴، وزن تر بوته از همه بیشتر بود (۴۲/۲ گرم در گیاه). همه تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴، وزن تر بوته اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نشان دادند. نتایج نمودار (۳)، درباره مقایسه میانگین تأثیر بیوکمپوست تولید شده به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی، کودهای مرغی، گاوی و سایر کودهای آلی در گلخانه و مزارع از طریق ارزیابی تأثیر آن بر وزن تر ریشه توت‌فرنگی در تیمارهای مختلف، نشان داد که برای تیمار ۴، وزن تر ریشه از همه بیشتر می‌باشد (۴۲/۳ گرم در گیاه). همه تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴، وزن تر ریشه اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشتند. نتایج درباره مقایسه میانگین تأثیر بیوکمپوست تولید شده با کلزا، بادمجان، خیار و گندم و غنی‌شده با عناصر روی و منگنز بر شاخص‌های رشدی گیاه توت‌فرنگی تحت تنش خشکی در تیمارهای مختلف، برای تیمار ۵ گرم در گیاه ۲ ارتفاع بوته از همه بیشتر می‌باشد (۳۰/۴۲ سانتی‌متر). همچنین یافته‌ها نشان داد که برای تیمارهای ۳ و ۴، ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارد ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای ارتفاع بوته وجود دارد. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش شرفی و همکاران (۱۴۰۰)، مقایسه شد (۳۱). میزان ارتفاع بوته نشان داد که در رشد بهتر اندام‌های هوایی گیاه به علت خاصیت نیتروژن و کاهش اثر تنش‌زایی به خاطر وجود عناصر روی و منگنز بود. در خصوص نتایج مربوط به فاصله میان گره، مشخص گردید که برای تیمار ۵ فاصله میان گره از همه بیشتر می‌باشد (۲/۵۱). در خصوص تیمار ۳ و ۴، فاصله میان گره اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نشان ندادند ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای فاصله میان گره وجود داشت. این یافته‌ها با نتایج پژوهش سرکمریان و همکاران (۱۳۹۴)، همخوانی دارد (۳۲). همچنین برای تیمار ۵، وزن تر بوته از همه بیشتر می‌باشد (۴۸/۱۳)؛ و تیمار ۳ و ۴، وزن تر بوته اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارد ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای وزن تر بوته وجود دارد. برای تیمار ۵

وزن خشک بوته از همه بیشتر می‌باشد (۱۴/۲ گرم در گیاه). همچنین تیمار ۳ و ۴، وزن خشک بوته اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارد ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای وزن خشک بوته وجود دارد. این نتایج با نتایج پژوهش Terry و همکاران (۲۰۲۰)، همخوانی دارد (۳۳). در هر دو پژوهش ارتفاع و وزن خشک بوته در یکی از تیمارهای دارای بیوکمپوست دارای مقدار ۱۲/۸۶ گرم در گیاه بود که با نتایج تیمار ۳، پژوهش حاضر همخوانی داشت (۱۲/۹۸ سانتی‌متر). وزن خشک بوته در پژوهش Terry و همکاران (۲۰۲۰) ۱۴/۹۷ گرم بر گیاه بود، این مقدار در پژوهش حاضر، ۱۵/۰۵ گرم در گیاه بود. علت این همخوانی به خاطر استفاده از خیار در بیوکمپوست استفاده در تیمار ۳ و تیمار ۶ پژوهش Terry و همکاران (۲۰۲۰)، بود که از مقادیر عناصر نیتروژن، فسفر و پتاس مطلوبی برخوردار بوده که باعث رشد شاخص‌های رویشی گیاهان در هر دو پژوهش شده است. استفاده از منگنز و روی باعث کاهش شدت تنش خشکی شده است. همچنین ارتفاع بوته نتایج تیمار ۳، با نتایج این محققان همخوانی داشت (۱۲/۴۶ سانتی‌متر). نتایج در مورد تعداد پنجه نشان داد که برای تیمار ۵، تعداد پنجه از همه بیشتر می‌باشد (۱۵/۶۸). همچنین برای تیمار ۳ و ۴، تعداد پنجه اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارد ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای تعداد پنجه وجود دارد. نتایج نمودار (۱)، نشان داد که برای تیمار ۵، قطر ساقه گیاه از همه بیشتر می‌باشد (۶/۸۹ میلی‌متر). یافته‌های پژوهش نشان داد که برای تیمار ۳ و ۴، قطر ساقه گیاه اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارد ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای قطر ساقه گیاه وجود دارد. طبق نتایج نمودار (۱)، برای تیمار ۵، وزن تر ریشه از همه بیشتر می‌باشد (۴۶/۱۴ گرم در گیاه). برای تیمار ۳ و ۴، وزن تر ریشه اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارد ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای وزن تر ریشه وجود دارد. درنهایت یافته‌های نمودار (۱)، نشان داد که برای تیمار ۵ وزن خشک ریشه از همه بیشتر می‌باشد (۱۵/۹۷ گرم در گیاه). برای تیمار ۳ و ۴، وزن تر ریشه اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشت ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای وزن خشک ریشه، وجود دارد. این نتایج با نتایج پژوهش آبیار و همکاران (۱۳۹۶)، (۳۴)، Naser Safi و همکاران (۲۰۲۲) و Ahmad و همکاران (۲۰۲۲)، هم‌خوانی دارد (۱۱). نتایج این پژوهش‌ها، نشان داد که در شرایط تنش خشکی، محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف روی و منگنز سبب افزایش صفات رویشی و درنهایت عملکرد گیاه می‌شود. علت این همخوانی مربوط به عناصر منگنز و روی بود که بر روی شاخص‌های رشدی گیاه مثل وزن تر ریشه و بوته تأثیر داشت. وزن تر ریشه و بوته در پژوهش آبیار و همکاران (۱۳۹۶)، به ترتیب: ۴/۹ قطر و ۴۲/۹۸ گرم در گیاه بود، این مقدار در پژوهش حاضر به ترتیب ۵/۱ قطر و ۴۳/۱۱ گرم در گیاه بود. علت این همخوانی دلیل بیوکمپوست استفاده در تیمارهای مختلف بود که از مقادیر عناصر نیتروژن، فسفر و پتاس مطلوبی برخوردار بوده که باعث رشد شاخص‌های رویشی گیاهان در هردو پژوهش شده است. به‌علاوه استفاده از منگنز و روی باعث کاهش شدت تنش خشکی شده است. همچنین نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش Terry و همکاران (۲۰۲۰) که درباره تأثیر عناصر کم‌مصرف روی و منگنز و همچنین ورمی‌کمپوست تولیدشده از بقایای گیاهان بر روی عملکرد و صفات رویشی توت‌فرنگی تحت شرایط تنش خشکی انجام داده بودند، مطابقت دارد. نتایج هر دو پژوهش، حاکی از آن است که تنش خشکی می‌تواند بدون داشتن اثر معنی‌دار منفی بر وزن خشک بوته و با داشتن اثر معنی‌دار مثبت بر به‌طورکلی عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی را تحت تأثیر قرار دهد. چنانچه از کمپوست مطلوب با ترکیب عناصر کم-مصرف و روی منگنز برای پرورش گیاه توت‌فرنگی استفاده شود، اثر تنش خشکی کمتر شده و صفات رویشی و عملکرد کمی و کیفی آن نیز بهتر می‌شود. دلیل این همخوانی مربوط به عناصر منگنز و روی بود که بر روی شاخص‌های رشدی گیاه مثل وزن خشک بوته و وزن خشک ریشه تأثیر داشت. در پژوهش Terry و همکاران (۲۰۲۰)، وزن خشک بوته در یکی

از تیمارهای دارای بیوکمپوست دارای مقدار ۱۲/۸۶ گرم در گیاه بود که با نتایج تیمار ۳، همخوانی داشت (۱۲/۹۸ سانتی‌متر). وزن خشک ریشه در پژوهش Terry و همکاران (۲۰۲۰) ۱۴/۹۷ گرم در گیاه بود، این مقدار در پژوهش حاضر، ۱۵/۰۵ گرم در گیاه بود. علت این همخوانی، به دلیل استفاده از خیار در بیوکمپوست استفاده در تیمار ۳ و تیمار ۶ پژوهش Terry و همکاران (۲۰۲۰)، بود که از مقادیر عناصر نیتروژن، فسفر و پتاس مطلوبی برخوردار بوده که باعث رشد شاخص‌های رویشی گیاهان در هر دو پژوهش شده است. به‌علاوه استفاده از منگنز و روی باعث کاهش شدت تنش خشکی شده است. مقایسه میانگین تأثیر بیوکمپوست تولید شده با کلزا، بادمجان، خیار و گندم و غنی‌شده با عناصر روی و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی در تیمارهای مختلف نتایج نشان داد که برای تیمار ۵، pH از همه بیشتر می‌باشد (۳/۲۷). همچنین برای تیمار ۳ و ۴، pH معنی‌داری نسبت به هم ندارد ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای pH وجود دارد. این نتایج با نتایج پژوهش خسروانی و همکاران (۱۳۹۳)، همخوانی دارد که در بهترین حالت (تیمار ۲)، ۳/۲۷ بود. دلیل این امر، به دلیل استفاده از پسماندهای دارای خاصیت اسیدی مثل تفاله گوجه‌فرنگی در تیمارها می‌باشد که باعث خاصیت اسیدیته شدن بستر می‌شود. همچنین مشخص گردید که برای تیمار ۵، ویتامین ث از همه بیشتر می‌باشد (۹/۵۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره). به‌علاوه تیمارهای ۳ و ۴، ویتامین ث اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارند ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵ اختلاف معنی‌داری برای ویتامین ث وجود دارد. این نتایج با نتایج پژوهش Burgut و همکاران (۲۰۲۰)، همخوانی دارد (۴). میزان ویتامین ث در هر دو پژوهش دارای مقادیر مشابهی بودند که به خاطر استفاده از پسماند نیشکر و کلزا در تیمارها بود که باعث افزایش میزان C/N، نیتروژن و فسفر در تیمارها می‌شود. این مقادیر برای ویتامین ث در Burgut و همکاران (۲۰۲۰) و پژوهش حاضر به ترتیب شامل: ۸/۲۱ و ۸/۳۱ (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره) بود که از مقایسه میانگین مشابه هم می‌باشند. نتایج نشان داد که برای تیمار ۵، فنل کل از همه بیشتر می‌باشد (۷۵/۲۳ اکی‌والان گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تر). علاوه بر این، برای تیمار ۳ و ۴ فنل کل اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارد ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای فنل کل وجود دارد. این نتایج با نتایج پژوهش صافی و همکاران (۲۰۲۲)، همخوانی دارد. مقادیر به‌دست‌آمده برای نتایج صافی و همکاران و پژوهش حاضر به ترتیب شامل: ۷۵/۰۴ و ۷۵/۲۳ (اکی‌والان گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تر) بود که از مقایسه میانگین مشابه هم می‌باشند. علت این امر به دلیل افزایش مرحله رشد گیاه درنتیجه وجود عنصر نیتروژن و فسفر می‌باشد و این عناصر باعث رشد ساقه و اندام‌های رویشی گیاه شده و درنتیجه میزان فنل کل افزایش می‌یابد. در خصوص تیمار ۵، آنتوسیانین کل از همه بیشتر می‌باشد (۳۱/۰۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) و برای تیمار ۳ و ۴، آنتوسیانین کل اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارد ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای آنتوسیانین کل وجود دارد. این نتایج با نتایج پژوهش Ayilara و همکاران (۲۰۲۰)، همخوانی دارد (۳۵). این مقدار به‌دست‌آمده برای پژوهش Ayilara و همکاران میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر ۳۱/۱۹، بود که با مقدار به‌دست‌آمده برای پژوهش حاضر مشابهت دارد. دلیل این امر به دلیل عناصر روی و منگنز می‌باشد که تحمل گیاه به شوری را افزایش داده و باعث بهبود عملکرد ساقه و گل و میوه در گیاه شده درنتیجه باعث افزایش میزان آنتوسیانین کل می‌شود. در این تحقیق، میزان فلاونویید کل برای تیمار ۵ از همه بیشتر می‌باشد (۰/۶۹ اکی‌والان کوپر ستین در گرم وزن تر). همچنین برای تیمار ۳ و ۴، فنل کل اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارد ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای فلاونویید کل وجود دارد. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش Anli و همکاران (۲۰۲۰)، همخوانی داشت (۳۶). مقدار فلاونویید کل برای پژوهش Anli و همکاران (۲۰۲۰) ۰/۶۷ اکی‌والان کوپر ستین در گرم وزن تر بود که

اختلاف معنی‌داری با پژوهش حاضر نداشت. دلیل این امر به دلیل پسماندهای مورد استفاده در هردو پژوهش، می‌باشد که باعث افزایش عناصر نیتروژن و فسفر در بستر خاک شده و درنتیجه افزایش رشد گیاه و به‌تبع آن میزان فلاونویید کل، می‌شود. نتایج الاژیک اسید برای پژوهش حاضر نشان داد که میزان این ماده در تیمار ۵ از همه بیشتر می‌باشد (۱۸۲۷/۸ نانوگرم در میلی‌لیتر عصاره). در خصوص تیمار ۳ و ۴، الاژیک اسید اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارد ولی بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ و ۵، اختلاف معنی‌داری برای الاژیک اسید وجود دارد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش Belaqziz و همکاران (۲۰۲۱)، مقایسه شد و مشاهده که این میزان این ماده در دو پژوهش اختلاف معنی‌داری باهم دارند (۳۷). مقدار این ماده در پژوهش Belaqziz و همکاران ۱۲۵۲/۳۱ (نانوگرم در میلی‌لیتر عصاره) بود. این مقدار در پژوهش حاضر برای بیوکمپوست کلزا بیشترین مقدار را در بین تیمارها داشت زیرا pH خاک مناسب و کاهش شوری در کمپوست کلزا بود که تنش خشکی را به‌شدت پایین آورده که درنهایت باعث افزایش میزان الاژیک اسید در محصول می‌شود. ولی در پژوهش Belaqziz و همکاران به خاطر استفاده از کمپوست جو و گندم بود. نتایج پژوهش درباره مقایسه میانگین تأثیر بیوکمپوست تولید شده به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی، کودهای مرغی، گاوی و سایر کودهای آلی در گلخانه و مزارع از طریق ارزیابی تأثیر آن بر شاخص‌های رشدی و عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی در تیمارهای مختلف، نشان داد که برای تیمار ۴، مواد جامد محلول کل از همه بیشتر می‌باشد (ppm۳/۸۷). همچنین نتایج نشان داد که برای همه تیمارها مواد جامد محلول کل اختلاف معنی‌داری نسبت به هم دارند. نتایج پژوهش حاضر با نتایج جهانگیرلو (۱۴۰۰) که تأثیر ترکیب ضایعات گیاهی با کود گاوی و کود شیمیایی بر کیفیت بیوکمپوست تولید شده در مواد جامد محلول کل، همخوانی داشتند. مقدار به‌دست‌آمده برای مواد جامد محلول ppm۳/۷۲ می‌باشد. علت این امر به دلیل وجود عناصر ریز مغذی مثل آهن، پتاس و ... بود که باعث افزایش میزان مواد جامد محلول کل در گیاه می‌شود. در پژوهش حاضر، نتایج نشان داد که برای تیمار ۴، pH از همه بیشتر می‌باشد (۶/۵۹). همچنین یافته‌ها نشان داد که برای همه تیمارهای ۱، ۲ و ۴، pH اختلاف معنی‌داری نسبت به هم دارند ولی تیمارهای ۳ و ۴ میزان pH اختلاف معنی‌داری نسبت به هم ندارند. این یافته‌ها با نتایج پژوهش Amouei و همکاران (۲۰۱۷)، تطابق دارد. میزان pH به‌دست‌آمده برای پژوهش Amouei و همکاران (۲۰۱۷) ۶/۴۳ به دست آمد که این میزان به‌دست‌آمده با میزان pH تیمار ۴ پژوهش حاضر همخوانی داشته و که به دلیل وجود خیار در پژوهش حاضر و پسماند گندم در پژوهش Amouei و همکاران می‌باشد و باعث تعادل و کاهش اسیدیته کمپوست و بستر می‌شود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که برای تیمار ۴، شاخص طعم از همه بیشتر می‌باشد (۵۸/۱۳). نتایج نشان داد که برای همه تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴، شاخص طعم اختلاف معنی‌داری نسبت به هم دارند. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش Batool و همکاران (۲۰۲۱)، همخوانی نداشته (۳۸) ولی با پژوهش قیصری و همکاران (۱۳۹۴) تطابق دارد. میزان شاخص طعم به‌دست‌آمده برای پژوهش Batool و همکاران (۲۰۲۱)، ۴۹/۱۷ و برای پژوهش قیصری و همکاران (۱۳۹۴)، ۵۹/۰۱ به دست آمد. سبب این امر به‌واسطه استفاده ترکیبی از پسماندهای سبزیجات و صیفی‌جات مثل بادمجان و تره و خیار و گوجه‌فرنگی در تولید کمپوست می‌باشد که از این پسماندها برخی در پژوهش حاضر و برخی دیگر در پژوهش قیصری و همکاران استفاده شده بود که باعث افزایش عناصر پتاس، منیزیم و فسفر می‌شود و این عناصر به‌نوبه خود باعث بهبود و افزایش شاخص طعم در محصول گیاه می‌شود. دلیل پایین بودن شاخص طعم در پژوهش Batool و همکاران (۲۰۲۱)، به خاطر استفاده از پسماندهایی مثل ساقه درختان و برگ‌های آن استفاده شده بود و تنوع گیاهی کمتری داشته میزان عناصر مغزی کمپوست تولید شده برای بهبود شاخص کم از مقدار کمتری دارا بود. نتایج ویتامین ث پژوهش حاضر، بیان کرد که برای تیمار ۴، ویتامین ث از همه بیشتر می‌باشد (۲۰.۳۲ میلی‌گرم

در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره). همه تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴، ویتامین ث اختلاف معنی‌داری نسبت به هم داشتند. به‌علاوه که برای تیمار ۴، فعالیت آنتی‌اکسیدانی از همه بیشتر بود (۰/۵۸). برای همه تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴، فعالیت آنتی‌اکسیدانی اختلاف معنی‌داری نسبت به هم داشت و برای تیمار ۴ فنل کل از همه بیشتر می‌باشد (۱۴۱۳/۵ اکی‌والان گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تر). کلیه تیمارهای ۲، ۳ و ۴ فنل کل اختلاف معنی‌داری نسبت به هم داشتند ولی تیمارهای ۱ و ۲، میزان فنل کل اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشتند. با توجه به اینکه نتایج این سه ماده به هم وابسته بوده و هرچه میزان ویتامین ث بالا برود فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز بالا رفته و به‌تبع آن فنل کل نیز افزایش می‌یابد. برای همین منظور استفاده از گیاهانی که دارای عناصر ریز مغذی مثل پتاس، منیزیم، منگنز، منیزیم و فسفر بالایی دارند، باعث افزایش میزان این سه ماده در محصولات گیاهان تولیدی می‌شود. گیاهانی چون کلزا، گندم، بادمجان، خیار، فلفل دلمه و سبزیجاتی نظیر: شاه‌تره و اسفناج دارای مقادیر زیادی از آن ریزمغذی‌ها بوده و باعث افزایش ویتامین ث، بهبود فعالیت آنتی‌اکسیدانی و افزایش فنل کل در گیاهان تولیدی می‌شود. با توجه به این رویکرد مشاهده شد که نتایج پژوهش حاضر به‌واسطه استفاده مشترک از پسماندهای مورد استفاده در تولید کمپوست با پژوهش Casari و همکاران (۲۰۱۹)، همخوانی دارد (۳۹) که میزان ویتامین ث، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل در پژوهش Casari و همکاران مقدار آن‌ها ۲۰/۰۹، ۰/۵۶ و ۱۳۹۶/۱۶، بود. از طرفی نتایج نشان داد که برای تیمار ۴ تعداد پنجه از همه بیشتر می‌باشد (۱۱.۶۴). نتایج نشان داد که برای همه تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴، تعداد پنجه اختلاف معنی‌داری نسبت به هم دارند. همچنین نتایج ارتفاع بوته توت‌فرنگی در تیمارهای مختلف مشخص نمود که برای تیمار ۴، ارتفاع بوته از همه بیشتر می‌باشد (سانتی‌متر ۲۲/۴۹). نتایج نشان داد که برای همه تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴، ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری نسبت به هم دارند. نتایج نمودار (۳)، نشان داد که برای تیمار ۴، وزن تر بوته از همه بیشتر می‌باشد (۴۲/۲ سانتی‌متر). نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش Begum و همکاران (۲۰۱۹)، مقایسه شد (۴۰). نتایج هردو پژوهش ازلحاظ تعداد پنجه و ارتفاع بوته نشان داد که رشد اندام‌های هوایی گیاهان در پژوهش حاضر و پژوهش Begum و همکاران (۲۰۱۹)، رویکرد بهتری داشته که این امر به علت غنی بودن کمپوست تولید شده از عناصر نیتروژن و فسفر کاهش اثر تنش‌زایی به خاطر وجود عناصر روی و منگنز بود؛ زیرا این دو عنصر تولیدی باعث رشد اولیه ساقه گیاهان و پنجه‌زنی شاخ و برگ گیاهان می‌شود. این عناصر در کمپوست کلزا و گندم و بادمجان و کود مرغی در پژوهش حاضر و کمپوست حاصله از برگ و ساقه سیب‌زمینی و ضایعات آن، گوجه‌فرنگی و سبزیجات پژوهش Begum و همکاران (۲۰۱۹)، دارای مقدار زیادی بوده که اثرات مثبتی بر رشد ارتفاع بوته و تعداد پنجه گیاه داشت. نتایج نشان داد که برای همه تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴، وزن تر بوته اختلاف معنی‌داری نسبت به هم دارند. این نتایج با نتایج پژوهش Breceda-Hernandez (۲۰۲۰)، هم‌خوانی دارد (۴۱). نتایج این پژوهش‌ها نشان داد که در شرایط تنش خشکی محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف روی و منگنز سبب افزایش صفات رویشی و نهایتاً وزن تر گیاه می‌شود. علت این همخوانی مربوط به عناصر منگنز و روی بود که بر روی شاخص‌های رشدی گیاه مثل وزن تر ریشه و بوته تأثیر داشت. وزن تر بوته (۴۲/۱۷ گرم در گیاه) بود. دلیل این همخوانی به دلیل بیوکمپوست استفاده در تیمارهای مختلف بود که از مقادیر عناصر نیتروژن، فسفر و پتاس مطلوبی برخوردار بوده که باعث رشد شاخص‌های رویشی گیاهان در هردو پژوهش شده است. به‌علاوه استفاده از منگنز و روی باعث کاهش شدت تنش خشکی شده است. درنهایت نتایج درباره مقایسه میانگین تأثیر بیوکمپوست تولید شده بر وزن تر ریشه توت‌فرنگی در تیمارهای مختلف نشان داد که برای تیمار ۴ وزن تر ریشه از همه بیشتر می‌باشد (۴۲/۳ گرم در گیاه). کلیه تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴ وزن تر ریشه اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر داشتند. این نتایج با نتایج پژوهش Belaqziz و همکاران (۱۳۹۴)، همخوانی

دارد. بـرای پـژوهش Belaqziz و همکـاران (۱۳۹۴)، میزان وزن تر ریشه گیاه ۴۱/۵۸ گرم در گیاه می‌باشـد که به واسـطه اسـتفاده از خیـار و بادمجـان و کلـزا در کمپوست استفاده بود و از سوی دیگـر مقـادیر عناصـر نیتروژن، فسفر و پتـاس مطلـوبی برخـوردار بـوده کـه باعـث رشـد شـاخص‌های رویشـی گیاهـان در هـردو پژوهش شده است.

نتیجه گیری

در این پژوهش از بقایـای گیـاهی کلـزا، بادمجـان، خیـار و گنـدم بیوکمپوسـت تولیـد شـده و سـپس در تیمارهـای مختلـف هرکـدام از ایـن بیوکمپوسـت‌های تولید از بقایای گیاهی با عناصر روی و منگنـز ترکیـب شد و برای بررسی شاخص‌های رشدی و عملکرد کمی و کیفی توت‌فرنگی مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفت. بر اسـاس نتـایج مشـاهده شـد، مشـخص گردیـد کـه بیوکمپوست تولید شده با کلزا که عناصر روی و منگنز با آن ترکیب شده بود، باعث رشـد بهتـر شـاخص‌های رشدی گیاه می‌شود. چنانچه از کمپوسـت مطلـوب بـا ترکیب عناصر کم‌مصرف و روی منگنـز بـرای پـرورش گیاه توت‌فرنگی استفاده شود، صفات رویشی و عملکرد کمی و کیفی آن نیز بهتر می‌شود. به‌طورکلی در گیـاه توت‌فرنگی، اسـتفاده از بیوکمپوسـت کلـزا، بادمجـان، خیار، گندم و عناصر ترکیبی روی منگنـز باعـث رشـد اجزای رویشی و عملکرد کمی و کیفی گیاه توت‌فرنگی می‌شود. این تحقیق می‌توانـد بـه‌عنوان مبنـایی بـرای تحقیقـات آینـده در زمینـه بهینه‌سـازی اسـتفاده از بیوکمپوست‌ها و عناصر غذایی در کشـت‌های مختلـف مورد استفاده قرار گیرد.

References

Barki H, Hasaninezhad A, Shayan, M. Evaluation of the effects of agricultural pesticides on the environment of villages. Journal of Environmental Risk Management. 2016; 5(2): 153-174.

Zhang Lu, Ya Chengxi, Guo Qing, Zhan, J, Ruiz-Menjivar J. The impact of agricultural chemical inputs on environment: global evidence from informometrics analysis and visualization. International Journal of Low-Carbon Technologies. 2018; 3(1): 338–352.

Nikbakht Shahbazi A. Evaluating the effects of climate fluctuations on the amount of virtual water of agricultural products in Khuzestan province under radiation forcing scenarios. Physics of time and space. 2017; 14(5): 378-363.

Burgut A, Hülya Sayğı N.F, Türemış Ş. The effects of different compost applications on organic strawberry seedling production. Acta Horticulturae. 2020; 20(8): 128-66.

Hedayati Rad A. Effects of poisons and chemical fertilizers on the environment and water pollution. The first scientific research congress for the development and promotion of agricultural sciences. natural resources and environment. 2014; 4(1): 63-76.

Salehi J, colleagues F. Optimizing the economic cultivation environment and fermentation to produce spores and crystals of a native strain effective against butterfly pests. Journal of Agricultural Biotechnology. 2014; 6(3): 93-113.

Sharma N, Singhvi R. Effects of chemical fertilizers and pesticides on human health and environment: A review. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology. 2017; 9(4): 675-679.

Agha S, Ghorbani M. Are farmers willing to contribute financially to reduce the negative environmental effects of polluted water? Case study; Kashf River watershed. Journal of Agricultural Ecology. 2014; 15(6): 214-202.

Pourmaghods h, Zafarzadeh Ali. The effect of using chemical fertilizers in increasing the concentration of cadmium, lead and zinc in the soil of agricultural fields in Isfahan. Journal of Environmental Health Engineering. 2015; 8(2): 138-126.

Sharma A, Chetani R. A review on the effect of organic and chemical fertilizers on plants. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET). Volume 5 Issue II. 2017; 4(3): 94-112.

Say ˘gı H. Effects of Organic Fertilizer Application on Strawberry (*Fragaria vesca* L.) Cultivation. Agronomy 2022; 3(1): 12-33.

protection. The first national conference on geography, tourism, natural resources and sustainable development. 2013; 9(2): 426-441.
Rahimi Jahangirlou M. Cultivation, breeding strategies and smart technologies to reduce the effects of drought stress in plants. Promotional Journal of Agricultural Information Science and Technology. 2021; 7(5): 129-148.
Kharazi M, Unesi H, Abedini j. The effect of combining corn waste with cow dung and cardboard on the quality of vermicompost produced with Eise. Journal of agriculture. 2013; 5(3): 179-191.
Amouei A.I, Yousefi Z, Khosravi T. Comparison of vermicompost characteristics produced from sewage sludge of wood and paper industry and household solid wastes. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2017; 4(1): 82-104.
Larrosa M. Gracia-Conesa M.T. Espin J.C. Tomas-Barberan F.A. "Ellagitannins, ellagic acid and vascular health". Molecular Aspects of Medicine. 2010; 11(4): 513-539.
Klamkowski K, Treder W. "Morphological and physiological responses of strawberry plants to water stress". Agriculturae Conspectus Scientificus. 2006; 6(3): 159–165.
Kruger E, Schmidt G, Bruckner U. "Scheduling strawberry irrigation based upon tensiometer measurement and a climatic water balance model". Scientia Horticulturae. 1999; 2(1): 409-424.
Gavilanes-Terán I, Moral R. Development of organic fertilizers from food market waste and urban gardening by composting in Ecuador. PloS one. 2017; 4(3): 181-621.
31. Sharfi A, et al. Effect of drought stress and vermicompost biofertilizer on some morphophysiological characteristics of garden thyme (*Thymus vulgaris* L), plant process and function. 1400; 44(10): 89-108.
Sarkmarian F, Salehi Jozani G, Moradi F. Optimizing the rapid production of sugarcane bagasse-enriched compost using biotechnological processes. Scientific Quarterly Journal of Crop Plant Biotechnology. 2014; 4(1): 49-64.
Terry L. A, Chope G. A, GineBordonaba J. “Effect of water deficit irrigation and
Lewis P. Monem, Mohamed Abdel. Impiglia, Alfredo. Impacts of climate change on farming systems and livelihoods in thd near east and north africa. FAO. 2018; 5(3): 93-112.
Parhishkari M, and colleagues F. Assessing the effects of climate change on available water resources and agricultural production in the Shahrood watershed. Agricultural economics research. 2016; 7(4); 26-50.
Amiri M, Karbasi A, zoghi M, Sadat M. Detecting climate changes by analyzing Kendall's test and drought indices (case study; the edge of the Aq Gol wetland in Hamadan). Environmental Journal. 2014; 10(4); 561-545.
Omrani A, Caucasian L. Principles and basics of biocompost preparation in small communities, Tehran University Publications. 2013; 4(1): 38-51.
Safari A. The use of compost in the control of roadside erosion, waste management educational and research quarterly. the seventh issue of winter. 2015; 4(10): 71-93.
Emami A. Methods of plant analysis, first volume. Publication 982, Soil and Water Research Institute. 1991; 2(1): 112-128.
Rasmussen J. A taxonomy for describing human malfunction in industrial installations, Journal of Occupational Accidents. 1982; 8(3): 311-333
Astarai A. The effect of urban waste compost and vermicompost on the yield and yield of safflower (Plantago ovata), Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research. 2006; 17(6): 193-2014.
Lalande R, Gagnon B, Simard R.R, Cote D. Soil microbial biomass and enzyme activity following liquid hog manure in a long-term field trial. Canadian Journal of Soil Sciences. 2000; 7(4): 263-269.
Mamo M, Rosen C.J, Halbach T.R. Nitrogen availability and leaching from soil amended with municipal solid waste compost. Journal of Environmental Quality. 2000; 12(5): 1074-1082.
Safi S, et al. Investigating the virtual water level of sugarcane in Khuzestan province. Journal of Water Resources Engineering. 2014; 8(2): 96-87.
Khosravani A, et al. Producing compost from agricultural waste and urban waste is a strategy for the development of the waste management system and environmental

inoculation with *Botrytis cinerea* on strawberry (Fragaria×ananassa) fruit quality". Journal of Agricultural and Food Chemistry. (2020); 55(26): 10812-10819.

Abiyar S, Fakhry B, Mahdynezhad N, Haratyrad M. The effect of different levels of vermicompost on growth indices and percentage of essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.) under different irrigation regimes, Journal of Agriculture and Plant Breeding. 2016; 13(2): 74-91.

Ayilara M.S, Olanrewaju O.S, Babalola O.O, Odeyemi O. Waste Management through Composting: Challenges and Potentials. Sustainability. 2020; 12(5): 44-56

Anli M, Baslam M, Tahiri A, Raklami A, Symanczik S, Boutasknit A, Meddich A. Biofertilizers as strategies to improve photosynthetic apparatus, growth, and drought stress tolerance in the date palm. Frontiers in plant science. 2020; 11(7): 152-169.

Belaqziz S, Khabba S, Kharrou M. H, Bouras E. H, Er-Raki S, Chehbouni A. Optimizing the sowing date to improve water management and wheat yield in a large irrigation scheme, through a remote sensing and an evolution strategy-based approach. Remote Sensing. 2021; 13(18): 37-89.

Batool T, Ali S, Seleiman M. F, Naveed N. H, Ali A, Ahmed K, Mubushar M. Plant growth promoting rhizobacteria alleviates drought stress in potato in response to suppressive oxidative stress and antioxidant enzymes activities. Scientific Reports. 2020; 10(1): 1-19.

Casari R.A, Paiva D. S, Silva V. N, Ferreira T. M, Souza J, Manoel T, Sousa C.A. Using thermography to confirm genotypic variation for drought response in maize. International journal of molecular sciences. 2019; 20(9): 22-73.

Begum N, Qin C, Ahanger M.A, Raza S, Khan M. I, Ashraf M, Zhang L. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in plant growth regulation: implications in abiotic stress tolerance. Frontiers in plant science. 2019; 10(5): 41-68.

Breceda-Hernandez T. G, Martínez-Ruiz N. R, Serna-Guerra L, Hernández-Carrillo J. G. Effect of a pectin edible coating obtained from orange peels with lemon essential oil on the shelf life of table grapes (Vitis vinifera L. var. Red Globe). International Food Research Journal. 2020; 27(3): 585-596.

Evaluating the impact of using compost from different plant residues on the quantitative and qualitative performance of strawberries

Marzieh Faizipour[1], Ebrahim Fataei*[2], Shahrazad Khorramnejadian[3]
1- PhD student, Department of Environment, Damavand Branch, Islamic Azad University, Damavand, Iran
2- Professor, Department of Environment, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran
3- Associate professor, Department of Environment, Damavand Branch, Islamic Azad University, Damavand, Iran
*Corresponding Author: eafataei@gmail.com
Received: 18/10/2024, Accepted: 23/11/2024

Abstract
The use of compost from crop waste can help improve soil structure and increase the effectiveness of water and soil nutrients, and also reduce the need for chemical fertilizers and pesticides. The aim of the study was to investigate the effect of biocompost produced and enriched with zinc and manganese elements on the quantitative and qualitative yield of strawberries. The present study is descriptive-analytical. To conduct this study, agricultural waste was first collected from the surface of greenhouses and agricultural fields and transferred to the biocompost production site in the summer using the Windows method. Plant residues were used for sampling and the carbon to nitrogen ratio (C/N) was calculated by measuring the percentage of organic carbon and the percentage of total nitrogen, phosphorus, potassium and trace elements in plant residues before decay. To analyze the research data, significance tests were used in the SAS software environment and Ghrafer software was used to draw graphs. The findings showed that Biocompost produced with rapeseed, eggplant, cucumber and wheat and enriched with zinc and manganese at a rate of 1 kg/m^2 had a significant effect on strawberry qualitative yield parameters such as pH, vitamin C, total phenols, total anthocyanins, total flavonoids, ellagic acid, flavor index, antioxidant activity, and also on strawberry quantitative yield such as total soluble solids, tiller number, plant height, plant fresh weight, and root fresh weight. The results showed that this value was higher in treatment 5 (rapeseed biocompost enriched with zinc and manganese at a rate of 1 kg/m^2) than in other treatments ($p\leq0.01$). According to the results of the study, it can be said that treatment 5 (rapeseed biocompost enriched with zinc and manganese at a rate of 1 kg/m^2), treatment 4 (eggplant biocompost enriched with zinc and manganese at a rate of 1 kg/m^2), Treatment 3 (green cucumber biocompost enriched with zinc and manganese at a rate of 1 kg/m^2), Treatment 2 (wheat biocompost enriched with zinc and manganese at a rate of 1 kg/m^2) and Treatment 1 (equal combination of green cucumber, wheat, rapeseed, eggplant biocompost at a rate of 1 kg/m^2) had a significant effect on the quantitative and qualitative yield of strawberries. The results indicate that the use of biocompost from rapeseed, eggplant, green cucumber, wheat waste enriched with zinc and manganese has a significant effect on the quantitative and qualitative yield of strawberries under drought stress conditions.

Keywords: Strawberry, Crop Waste, Compost.