

اثر ضایعات گریپ فروت و کنجاله کنجد در کنترل نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne javanica*

روی گیاه گوجه فرنگی

سمانه کریمی^۱، ذبیح الله اعظمی ساردوئی^{۲*} و فَرناز فکرت^۳

۱- کارشناسی ارشد بیماری شناسی گیاهی، گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت،

۲- استادیار گروه گیاهپزشکی، گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

۳- مربی گروه گیاهپزشکی، گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

(تاریخ دریافت: ۹۹/۱۱/۱۰ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۷)

چکیده

در این تحقیق، اثرات ضایعات خشک گریپ فروت در سطوح ۳، ۵ و ۷٪ (w/w) و کنجاله کنجد ۰/۵، ۱ و ۱/۵٪ جهت کنترل نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne javanica* درون ریشه گوجه فرنگی در خاک سترون و غیرسترون در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. هم چنین نسبت C:N خاک، فنل کل ریشه، کلروفیل و فاکتورهای رشدی گیاه میزبان ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که تیمارهای ضایعات گریپ فروت ۷٪ و کنجاله کنجد ۱/۵٪ در خاک غیرسترون، جمعیت نهایی نماتد را به ترتیب به میزان ۵۴/۵ و ۸۳٪ کاهش دادند. افزایش درصد ضایعات باعث بهبود شاخص های رشدی گیاهان آلوده شد. بیشترین افزایش در تیمارهای ضایعات گریپ فروت ۷٪ و کنجاله کنجد ۱/۵٪ در خاک غیرسترون و کمترین مقدار در شاهد و خاک سترون صورت گرفت. نسبت C:N در تیمارهای ضایعات گریپ فروت ۷٪ و کنجاله کنجد ۱/۵٪ در خاک غیرسترون به ترتیب ۸/۰۶ و ۱۰/۱۷ بود. مقدار فنل کل ریشه و کلروفیل برگ تیمار شده گوجه فرنگی آلوده به نماتد نسبت به شاهد افزایش یافت. در بررسی آزمایشگاهی نیز کمترین میزان زنده ماندی لاروهای سن دو نماتد پس از ۷۲ ساعت در تیمارهای ضایعات گریپ فروت ۷٪ به میزان ۳/۸۵٪ و در کنجاله کنجد ۱/۵٪ به میزان ۴۴/۴۲٪ اتفاق افتاد. هم چنین کمترین میزان تفریح تخم پس از چهار روز، به ترتیب به میزان ۴/۶۲٪ و ۱۳/۸۸٪ مربوط به این تیمارها بود.

واژه های کلیدی: ضایعات کشاورزی، کلروفیل، فنل، C:N، مدیریت نماتد انگل گیاهی.

of the root-knot Effects of the grapefruit wastes and sesame oil cake to control nematode *Meloidogyne javanica* on tomato plants

Farnaz Fekrat³ Samaneh Kerimi¹, Zabihollah Azami-Sardooei^{2*} and

¹ Graduated MSc. in Plant Pathology, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

² Assistant Professors, Department of Crop Protection, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

³ Instructor, Department of Crop Protection, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

(Received: Jan, 29, 2021 - Accepted: Aug, 08, 2021)

ABSTRACT

In this study, the effects of dry grapefruit waste at levels of 3, 5 and 7% (w/w) and sesame oil cake at 0.5, 1 and 1.5% (w/w) to control of the root knot-nematode *Meloidogyne javanica* within tomato roots in sterilized and non-sterilized soils were investigated under greenhouse conditions. Also, C:N ratio, roots total phenolic content, chlorophyll and growth factors of host plant were evaluated. The results showed that treatments of 7% grapefruit wastes and 1.5% sesame oil cake, in non-sterilized soil reduced the final nematode population by 54.5% and 83%, respectively. Increasing the percentage of wastes improved the growth indices of infected plants. The highest increases were in 7% grapefruit waste and 1.5% sesame oil cake in non-sterilized soil, and the lowest was in control and sterilized soil. The C:N ratio in treatments of 7% grapefruit wastes and 1.5% sesame oil cake in non-sterilized soil was 8.06 and 10.17, respectively. In comparison to the control, the amounts of total root phenol and leaf chlorophyll of nematode infected tomato increased. In the laboratory trial, the lowest survival rate of the nematode second juveniles occurred in treatments of 7% grapefruit wastes by 3.58% and in 1.5% sesame oil cake during 72 hours by 44.42% after 72 hours. In addition, the lowest egg hatching rates after four days were 4.62% and 13.88% for these treatments, respectively.

Key words: Agricultural wastes, chlorophyll, C:N, phenol, root knot-nematode

مقدمه

گوجه‌فرنگی یکی از محصولات عمده و مهم در مناطق گرمسیری و معتدل جهان است و از نظر تولید در بین سبزیجات رتبه اول را دارد. نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* یکی از مهم‌ترین بیماری‌گرهای خسارت‌زای گوجه‌فرنگی محسوب می‌شود و گونه‌های متعلق به جنس *Meloidogyne* بیش از سه هزار گونه گیاهی مختلف را مورد حمله قرار می‌دهند (Moens et al., 2009). کاربرد مواد اصلاحی خاک از روش‌های سنتی برای کنترل نماتدهای انگل گیاهی است که به‌عنوان یکی از برنامه‌های مدیریت تلفیقی نماتدها مورد توجه قرار گرفته است. در کشورهای در حال توسعه، به خاطر ارزان بودن و دسترسی آسان به مواد آلی، افزودن اصلاح‌کننده‌های آلی به خاک علاوه بر تقویت گیاهان، به عنوان شیوه‌ای موفق جهت کنترل نماتدهای انگل گیاهی مطرح شده است. این مواد آلی به گروه‌های کود حیوانی، کود سبز، کنجاله دانه‌های روغنی، مواد آلی سلولزی، روغن‌ها، ترکیبات قندی و پسماندهای کشاورزی دسته‌بندی می‌شوند (Stirling, 1989). تاکنون تحقیقات متعددی بر روی گیاهان بازدارنده نماتدها صورت گرفته، اما پژوهش‌های محدودی در خصوص بررسی اثر کنجاله کنجد و ضایعات مرکبات بر تراکم جمعیت نماتدهای انگل گیاهی و مکانیسم اثر آن‌ها انجام شده است. در یک پژوهش اثر روغن‌های اصلی گیاهی پنج گیاه مختلف از جمله کنجد بر مهار نماتد *M. javanica* در گیاه خیار مورد بررسی قرار گرفته و کنجد در بین پنج گیاه رتبه دوم را در مهار نماتد داشته است (Mostafa et al., 2017). در تحقیقی دیگر استفاده از کنجاله دانه‌های کنجد، باعث کاهش گال‌های ریشه و توده تخم و جلوگیری از افزایش جمعیت نماتد *M. incognita* در گیاه کدو شده است (Youssef and El-Nagdi, 2004). هم‌چنین عصاره آبی بذر کنجد در مهار گونه‌های نماتد ریشه‌گرهی (*Meloidogyne spp.*) و بهبود تعداد و وزن محصول بامیه مؤثر بوده است (Frederick et al., 2015). مطالعات بسیار محدودی نیز روی میزان تأثیر ضایعات مرکبات بر مهار نماتد ریشه

گرهی صورت گرفته است. از جمله پوست خشک میوه پرتقال باعث کاهش نماتد مذکور در خاک و ریشه‌های هویج شده است (Loumédjinson et al., 2006). هم‌چنین طی تحقیقات جداگانه‌ای، اثر نماتدکشی عصاره پوست تازه لیمو، پرتقال، گریپ‌فروت بر مرگ‌ومیر لاروهای سن دوم *M. incognita* (Tsai, 2008) و نیز کاهش تفریح تخم آن نشان داده شده است (Osei et al., 2011). اگرچه اثرات اصلاح‌کننده‌های آلی بر نماتدها، جوامع میکروبی، گیاهان و محیط خاک بسیار پیچیده است اما دانستن سازوکارهای کنترل نماتد در خاک اصلاح‌شده ممکن است منجر به کارایی یا توسعه تکنیک‌های مؤثرتر در مدیریت کنترل نماتدها شود. در این پژوهش اثر ضایعات خشک میوه گریپ‌فروت و کنجاله کنجد در کنترل نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* و هم‌چنین تأثیر بر شاخص‌های رشدی، میزان کلروفیل برگ گیاه و نیز میزان فنل کل ریشه گوجه‌فرنگی آلوده به آن، نسبت C:N خاک و اثر نماتدکشی عصاره مذکور در شرایط آزمایشگاه مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه جمعیت نماتد

برای انجام این مطالعه از جمعیت نماتد *M. javanica* موجود در گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت استفاده شد. جمعیت مورد نظر با روش تک کیسه تخم روی ریشه گیاهان گوجه‌فرنگی رقم ارلی‌اوربانا (Early Urbana) خالص‌سازی شد. بر اساس مشخصات ریخت‌شناختی ناحیه کوتیکولی انتهای بدن نماتد ماده، اقدام به شناسایی گونه این نماتد گردید (Taylor and Netscher, 1974). سپس تکثیر نماتد روی رقم مذکور در شرایط گلخانه‌ای به مدت ۶۰ روز در دمای ۲۷ درجه سلسیوس انجام و پس از چندین دوره تکثیر متوالی جمعیت مورد نیاز فراهم شد. لاروهای سن دوم نماتد از ریشه‌ها به روش سینی هر ۲۴ ساعت استخراج (Southey, 1986) و در آزمایشات استفاده شد.

مخلوط کردن مواد آلی با خاک

مواد آلی مورد استفاده در این پژوهش شامل ضایعات گریپفروت از شرکت سنوس جیرفت و کنجاله کنجد از کارگاه‌های روغن‌کشی و صنایع تبدیلی شهرک صنعتی جیرفت تهیه گردید و سپس در شرایط مناسب خشک و خرد شدند. ضایعات مذکور به خاک سترون (با استفاده از اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس و فشار ۱/۵ اتمسفر به مدت ۳۰ دقیقه) و غیرسترون شامل رس و ماسه به نسبت (۱:۲) افزوده و پس از اختلاط کامل درون کیسه‌های پلاستیکی ده کیلوگرمی به مدت دو ماه در شرایط گلخانه نگهداری شدند. به منظور تسهیل در فرایند پوسیده شدن مواد آلی در خاک، ابتدا مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر آب به مخلوط مورد نظر اضافه و هرچند وقت یکبار خاک به هم خورد. میزان احتمالی گیاه‌سوزی و کاهش رشد گیاه گوجه‌فرنگی در سطوح مختلف ۵ و ۱۰ و ۱۵ برای ضایعات گریپفروت و ۱ و ۳ و ۵ برای کنجاله کنجد، مورد آزمایش و ارزیابی قرار گرفت. کنجاله کنجد به میزان صفر، ۱/۵، ۱ و ۱/۵ گرم در هر صد گرم خاک و پسماند گریپفروت نیز به میزان صفر، ۳، ۵ و ۷ گرم در هر صد گرم خاک مورد استفاده قرار گرفت. در ادامه نشا گوجه‌فرنگی رقم ارلی‌اوربانا در مرحله دو برگ حقیقی پرورش داده‌شده به گلدان‌های تیمار شده یک کیلویی به مواد آلی پوسیده در خاک منتقل گردید. پس از گذشت ۱۴ روز (بعد از برطرف شدن تنش گیاه) تعداد ۱۰۰۰ عدد لارو سن دوم تازه تفریخ شده، به اطراف ریشه تیمارهای مورد نظر مایه‌زنی شد (Southey, 1986). گیاهان به مدت دو ماه در شرایط گلخانه‌ای در دمای ۲۵-۲۸ درجه سلسیوس نگهداری و دوره آبیاری هر ۴۸ ساعت یکبار انجام گرفت. پس از گذشت ۶۰ روز از زمان مایه‌زنی نماتد، شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی و شاخص‌های تولیدمثلی نماتد و همچنین فنل کل ریشه، محتوای کلروفیل برگ و نسبت C:N خاک نیز ارزیابی شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تعداد تیمارها و تکرارها در این پژوهش در بخش

آزمایشگاهی شامل چهار تیمار با سه تکرار، و در بخش گلخانه‌ای در ارزیابی میزان کلروفیل برگ و فنل ریشه سه تکرار و هشت تیمار و در ارزیابی نسبت کربن به نیتروژن سه تکرار و چهار تیمار و در بخش‌های دیگر چهار تکرار و هشت تیمار در نظر گرفته شد.

اندازه‌گیری شاخص‌های رشدی بوته‌های گوجه‌فرنگی

در این آزمایش پس از گذشت ۶۰ روز از زمان مایه‌زنی نماتد به اطراف ریشه بوته‌های گوجه‌فرنگی، شاخص‌های رشدی گیاه شامل وزن تر و خشک ساقه و ریشه، طول اندام هوایی و ریشه مورد ارزیابی قرار گرفت. طول اندام هوایی و ریشه‌های میزبان با خط‌کش اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، ریشه و ساقه‌ها در پاکت کاغذی قرار داده شده و به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند. در ادامه وزن خشک نمونه‌ها با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و یادداشت شد.

شمارش تعداد نماتدهای ماده بالغ در ریشه

بدین منظور ریشه‌های آلوده به نماتد، با استفاده از قیچی به قطعات یک تا دو سانتی‌متری خرد شدند و سپس به صورت تصادفی، یک گرم از ریشه‌های آلوده توزین و درون پارچه‌های توری بسته‌بندی و با استفاده از اسید فوشین (بعد از جوشیدن محلول رنگی به مدت ۳۰ ثانیه) رنگ‌آمیزی شدند و نماتدهای ماده با کمک استرئومیکروسکپ شمارش گردیدند (Bybd et al., 1983). پس از شمارش تعداد نماتد ماده در یک گرم ریشه، عدد حاصل به کل وزن ریشه تعمیم داده شد.

شمارش تخم و لارو نماتد

به منظور استخراج تخم از توده ژلاتینی نماتد، با استفاده از قیچی ریشه‌ها به قطعات یک تا دو سانتی‌متری خرد و کاملاً مخلوط گردید. سپس به صورت تصادفی یک گرم از ریشه‌ها وزن گردید و سپس به مدت دو دقیقه در شیشه‌ای درب‌دار حاوی

گردید.

ارزیابی میزان کلروفیل a و b

به منظور ارزیابی مقدار تغییرات کلروفیل a و b در گیاهان تیمار شده با ضایعات گریپ فروت و کنجد پس از گذشت ۶۰ روز از زمان مایه زنی با نماتد، مقدار آن‌ها در گیاه میزبان اندازه‌گیری شد. در ابتدا مقدار ۰/۵ گرم از برگ‌های میانی گیاه گوجه‌فرنگی در هاون چینی با استفاده از نیتروژن مایع ساییده شد. در ادامه ۲۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ به نمونه اضافه، سپس با استفاده از دستگاه سانتیفریوژ به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتیفریوژ شد. محلول فوقانی حاصل از سانتیفریوژ به فالکن‌ها منتقل شد و در ادامه مقدار سه میلی‌لیتر از نمونه داخل فالکن را در کیبوت ریخته و سپس به‌طور جداگانه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (T80 PG Instrument) مقدار جذب در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a، ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b قرائت گردید (Arnon, 1994). در ادامه غلظت کلروفیل‌های a و b بر اساس روابط زیر تعیین شد که در فرمول فوق V حجم محلول صاف‌شده، A جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ نانومتر و W وزن نمونه می‌باشد.

$$\text{Chlorophyll a} = (19.3 \times A_{663} - 0.86 \times A_{645}) / 100W$$

$$\text{Chlorophyll b} = (19.3 \times A_{645} - 3.6 \times A_{663}) / 100W$$

اندازه‌گیری نسبت C:N خاک

به منظور ارزیابی تغییرات نسبت C:N خاک، به‌عنوان یکی از مکانیسم‌های کنترل نماتد، پس از گذشت ۶۰ روز از زمان مایه‌زنی، شاخص مذکور ارزیابی شد. بدین منظور، برای ارزیابی نسبت C:N خاک ابتدا میزان کربن آلی خاک به روش والکی و بلاک (Walkley and Black, 1934) و نیتروژن خاک به روش کج‌جدال (Hesse, 1971) اندازه‌گیری و سپس نسبت آن دو به هم محاسبه شد.

هیپوکلرید سدیم ۵٪ به‌شدت تکان داده شدند. محتوای این ظرف بر روی الک‌های ۶۰ و ۵۰۰ مش که به ترتیب روی هم قرار گرفته بودند ریخته شده و بعد از آبشویی، تخم‌های به‌جامانده روی الک ۵۰۰ مش جمع‌آوری و سپس تخم‌ها با استفاده از یک تشتک پتری مدرج به قطر نه سانتیمتر با کمک استرئومیکروسکپ شمارش گردیدند (Hussey and Barker, 1973). برای هر تیمار میانگین سه بار شمارش تعداد تخم در هر گرم ریشه محاسبه و به عنوان تعداد تخم در هر گرم ریشه یادداشت شد. سپس این مقدار به وزن کل ریشه تعمیم داده شد. به منظور استخراج لارو از خاک، ابتدا ۱۰۰ گرم از خاک گلدان‌ها برداشته و سپس لاروهای داخل خاک به روش تغییر یافته برمن استخراج (Southey, 1986) و با کمک استرئومیکروسکپ شمارش گردیدند. جهت محاسبه فاکتور تولیدمثلی از فرمول $Rf = Pf/Pi$ استفاده شد (Oostenbrink, 1966). جمعیت نهایی (Pf) از مجموع تعداد تخم در کل سیستم ریشه و لارو سن دوم درون خاک گلدان به دست آمد و Pi جمعیت اولیه در هنگام آلوده‌سازی گلدان‌ها (۱۰۰۰ عدد نماتد) استفاده شد. لازم به ذکر است داده‌ها قبل از آنالیز به فرمول $\log_{10}(X+1)$ منتقل شدند (Gomez and Gomez, 1984).

ارزیابی میزان فنل کل (Total Phenol)

در ابتدا مقدار ۰/۵ گرم از بافت ریشه با سرعت درون ورقه‌های آلومینیومی پیچیده شده و درون تانک ازت قرار داده شد. سپس مقدار ۰/۵ گرم بافت ریشه در محیط یخ در هاون چینی حاوی ۱۵ میلی‌لیتر متانول (۸۰ درصد) سرد به‌خوبی کوبیده شد. عصاره به‌دست‌آمده به مدت ۴۸ ساعت روی شیکر در دمای ۴ درجه سلسیوس قرار داده شد و سپس به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور سانتیفریوژ گردید. بخش رویی حاوی ترکیبات فنلی داخل لوله را از رسوب ته‌نشین شده جدا نموده (Malick and Singh, 1980) و سپس عصاره حاصله جهت آزمایش‌های بعدی نگهداری شد. برای تهیه منحنی استاندارد از گالیک اسید استفاده

$$100 \times \frac{\text{متوسط تعداد لاروهای خارج شده از تخم در تیمار عصاره}}{\text{متوسط تعداد لاروهای خارج شده از تخم در تیمار شاهد}} = \text{درصد}$$

تفریح تخم

تجزیه آماری داده‌ها

آنالیز داده‌ها به صورت فاکتوریل شامل خاک سترون و غیرسترون در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. همچنین تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ انجام شد.

یافته‌ها و بحث

تأثیر ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد بر شاخص‌های نماتد ریشه‌گرهی در گیاه گوجه‌فرنگی

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد بر شاخص‌های تولیدمثلی نماتد (تعداد تخم، تعداد نماتد ماده و فاکتور تولیدمثلی نماتد) مشخص شد که تمام مقدارهای تیمارهای گریپ‌فروت (۳، ۵ و ۷٪) و تیمارهای کنجاله کنجد (۱، ۱/۵ و ۲٪) سبب کاهش معنی‌دار تمامی شاخص‌های مذکور نسبت به شاهد خود شدند. به طوری که تیمار گریپ‌فروت ۷٪ و کنجد ۱/۵٪ باعث کاهش جمعیت نهایی نماتد به ترتیب به میزان ۵۴/۵ و ۸۳٪ در خاک غیرسترون گردید (جدول‌های ۱ و ۲). با توجه به جدول‌های ۱ و ۲، در همه موارد تیمارهای ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد نسبت به تیمار شاهد مربوطه دارای تأثیر قابل توجه و اختلاف معنی‌داری بودند. در مجموع تأثیر مهارکنندگی مخلوط کردن مواد آلی با خاک بر نماتد ریشه‌گرهی در گوجه‌فرنگی در تیمارهای خاک غیرسترون بهتر از خاک سترون ارزیابی شد. بیشترین میزان مهار نماتد، در تیمار کنجاله کنجد ۱/۵٪، به ترتیب در خاک غیرسترون و سترون (جدول ۱) و سپس تیمار ضایعات گریپ‌فروت ۷٪، به ترتیب در خاک غیرسترون و سترون (جدول ۲) مشاهده گردید. در مجموع میزان خسارت و تعداد گال‌های تشکیل‌شده روی ریشه‌های

بررسی اثر عصاره آبی ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد بر زنده‌مانی لاروهای نماتد و تفریح تخم در شرایط آزمایشگاه

در ابتدا به ترتیب مقدار ۲۵ و ۵۰ گرم از پودر آسیاب‌شده‌ی ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد را به‌طور جداگانه درون ارلن شیشه‌ای سترون ریخته و سپس مقدار ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر سترون به آن اضافه و دهانه آن با ورق پارافیلیم پوشانده شد. در ادامه ارلن‌های مذکور به مدت یک شبانه‌روز روی دستگاه شیکر با دور آرام تکان داده شدند. سپس مخلوط حاصل از پارچه ملامل عبور داده و عصاره در فالکن‌ها ریخته و به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۲۴۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. در ادامه مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از بخش رویی این عصاره در تشتک پتری پلاستیکی به قطر نه سانتیمتر از قبل وزن شده ریخته و در انکوباتور و در دمای ۴۵ درجه سلسیوس قرار داده شد تا آب عصاره خشک شود.

سپس مقدار گرم ماده خشک حل‌شده در مقدار مشخص عصاره محاسبه شد. در پایان با استفاده از فرمول $C1V1 = C2V2$ تعیین غلظت انجام و غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵٪ برای کنجاله کنجد و غلظت‌های ۳، ۵ و ۷٪ برای گریپ‌فروت تهیه و سپس در محیط آزمایشگاه اثر عصاره‌ها بر زنده‌مانی لاروهای سن دوم نماتد، طی سه بازه زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت محاسبه گردید. هم‌چنین جهت بررسی تأثیر عصاره‌ها بر تفریح تخم‌های نماتد ابتدا تعداد ۱۰۰ عدد تخم نماتد درون تشتک‌های پتری پنج سانتیمتری ریخته و سپس مقدار ۱۰ سی‌سی از عصاره‌های کنجاله کنجد و گریپ‌فروت به هرکدام از آن‌ها اضافه و از آب مقطر سترون نیز به‌عنوان شاهد استفاده شد. سپس در دو بازه زمانی چهار و هشت روز، تعداد لاروهای خارج‌شده از تخم‌ها طبق فرمول زیر ارزیابی و محاسبه گردید. (John and Bai, 2000).

$$100 \times \frac{\text{متوسط تعداد لارو سن دو متحرک در تیمار عصاره}}{\text{متوسط تعداد لارو سن دو متحرک در تیمار شاهد}} = \text{درصد زنده‌مانی لاروها}$$

گوجه‌فرنگی با افزایش درصد ضایعات
گریپفروت (شکل ۱) و کنجاله کنجد (شکل ۲)
به‌خوبی کاهش یافت.

جدول ۱. مقایسه میانگین شاخص‌های نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* در ریشه گوجه‌فرنگی تیمار شده با کنجاله کنجد در خاک سترون و غیرسترون.

Table 1. Mean comparison of nematode indices of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in tomato roots, treated with sesame oil cake (S) in sterilized and non-sterilized soils.

Treatments	Eggs/root system	Females/root system	Pf	Rf
Sterilized soil				
Control	60605 ^a	858 ^a	74231 ^a	74 ^a
S 0.5%	41495 ^c	709 ^c	47870 ^c	48 ^c
S 1%	30099 ^e	525 ^e	35599 ^e	36 ^e
S 1.5%	15102 ^g	287 ^g	17665 ^g	18 ^g
Non-sterilized soil				
Control	52416 ^b	782 ^b	58916 ^b	59 ^b
S 0.5%	32379 ^d	649 ^d	37567 ^d	38 ^d
S 1%	24061 ^f	481 ^f	26624 ^f	27 ^f
S 1.5%	8293 ^h	195 ^h	9981 ^h	10 ^h

حروف مشترک نشان‌دهنده عدم معنی‌دار بودن تیمارها در سطح احتمال ۱٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

Common letter do not differ significantly ($P < 0.01$) according to Duncan multiple range test

جدول ۲. مقایسه میانگین شاخص‌های نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* در ریشه گوجه‌فرنگی تیمار شده با ضایعات گریپفروت در خاک سترون و غیرسترون

Table 2. Mean comparison of nematode indices of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in tomato roots, treated with grapefruit waste (G) in sterilized and non-sterilized soils.

Treatments	Eggs/root system	Females/root system	Pf	Rf
Sterilized soil				
Control	18494 ^a	247 ^a	21182 ^a	21 ^a
G 3%	15007 ^b	228 ^b	16380 ^b	16 ^b
G 5%	13050 ^c	158 ^d	13926 ^d	14 ^d
G 7%	9374 ^e	99 ^f	9937 ^f	10 ^f
Non-sterilized soil				
Control	14474 ^b	185 ^c	15974 ^b	16 ^b
G 3%	13327 ^c	166 ^{cd}	14702 ^c	15 ^c
G 5%	11505 ^d	135 ^e	12506 ^e	13 ^e
G 7%	6507 ^f	78 ^g	7257 ^g	7 ^g

حروف مشترک نشان‌دهنده عدم معنی‌دار بودن تیمارها در سطح احتمال ۱٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

Common letter do not differ significantly ($P < 0.01$) according to Duncan multiple range test.



شکل ۱. اثر ضایعات گریپفروت در سطوح مختلف بر کاهش خسارت نماتد *Meloidogyne javanica* روی ریشه گوجه‌فرنگی. (A: شاهد، B: ۳٪، C: ۵٪ و D: ۷٪ ضایعات گریپفروت).

Figure 1. Effect of grapefruit waste at different rates on reduction of damage of *Meloidogyne javanica* on tomato root. (A: control, B: 3%, C: 5% and D: 7% grapefruit waste).



شکل ۲. اثر کنجاله کنجد در سطوح مختلف بر کاهش خسارت نماتد *Meloidogyne javanica* روی ریشه گوجه‌فرنگی. (A): شاهد، B: ۰/۵٪، C: ۱٪ و D: ۱/۵٪ کنجاله کنجد).

Figure 2. Effect of sesame oil cake at different rates on reduction of damage of *Meloidogyne javanica* on tomato root. (A: Control, B: 0.5%, C: 1% and D: 1.5% sesame oil cake).

javanica شدند (Dropkin *et al.*, 1958). در خصوص یافته‌های حاصل از ارزیابی پسماندهای مذکور به خاک سترون و غیرسترون در کنترل نماتد در این پژوهش نیز می‌توان گفت که خاک غیرسترون نسبت به خاک سترون در کنترل نماتد و کاهش تمامی شاخص‌های تولیدمثلی آن از قابلیت و توان بیشتری برخوردار بوده و باعث کنترل بهتر نماتد شده است. از دیگر دلایل کنترل بهتر نماتد در خاک غیرسترون، می‌توان به وجود میکروارگانسیم‌های فراوان از جمله، نماتدهای شکارگر و همه‌چیزخوار و هم‌چنین باکتری‌ها و قارچ‌های آنتاگونیست در خاک اشاره نمود. فعل و انفعالات میکروبی صورت گرفته در خاک غیرسترون باعث ایجاد سمیت بیشتر ضایعات و تبدیل آن‌ها به ترکیبات کشنده نماتد و کمک به مهار آن در خاک غیرسترون می‌شوند (Kaplán *et al.*, 1992; Wang *et al.*, 2003).

تأثیر ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد بر شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی

نتایج نشان می‌دهد که کاربرد ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد در خاک باعث افزایش معنی‌دار تمامی شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی در سطح احتمال ۱٪ شده است (جدول‌های ۳ و ۴). بهترین تأثیر، به ترتیب، در تیمار ۷ و ۱/۵٪ ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد در خاک غیرسترون نسبت به شاهد سترون مربوطه ثبت گردید.

مطالعات مشابه اما محدود در استفاده از ضایعات کشاورزی در مدیریت مؤثر نماتد ریشه‌گرهی (Nico *et al.*, 2004) موجود است. هرچند اثربخش بودن استفاده از این اصلاح‌کننده‌های آلی خاک در جهت کنترل نماتد ریشه‌گرهی وجود دارد اما می‌توان اظهار داشت که تأثیر این‌گونه مواد در سرکوب نماتدهای انگل گیاهی متفاوت است و اغلب به گونه نماتد و نوع ماده آلی بستگی دارد (Akhtar and Alam, 1993). در ارتباط با کنترل نماتد توسط ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد می‌توان گفت که اصلاح‌کننده‌ها، اغلب ترکیبات سمی متنوعی را مستقیماً و یا در طول تجزیه در خاک آزاد می‌سازند (Oka *et al.*, 2007) که اغلب دارای ترکیبات نیتروژن، اسیدهای آلی یا ترکیبات دیگری مانند برخی ترکیبات فنلی، گازهای فرار آمونیاک، نیترات و سولفور هستند که ممکن است اثرات نامطلوب بر روی نماتدها داشته باشند (Oka, 2010; Thoden *et al.*, 2011). هم‌چنین این مواد می‌توانند برخی ترکیبات فنلی و گازهای فرار آمونیاک، نیترات و سولفور و هم‌چنین اسیدهای آلی که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر تفریح تخم و زنده‌مانی لاروها تأثیر می‌گذارند را نیز شامل شوند (Kang *et al.*, 1981). در بررسی اثر بقایای گیاهی بر تعداد لارو و تخم‌های نماتد *M. javanica* مواد آلی حاصل از تجزیه بقایای گیاهی با ایجاد تغییرات فیزیکی و شیمیایی در خاک و افزایش غلظت فسفر قابل‌جذب، پتاسیم و سدیم، باعث کاهش تعداد لارو و تخم‌های نماتد *M.*

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر کنجاله کنجد بر شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* در خاک سترون و غیرسترون.

Table 3. Mean comparison of effect of sesame oil cake on growth parameters of the tomato plants infected with the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in sterilized and non-sterilized soil.

Treatment	Root length (cm)	Shoot length (cm)	Root dry weight (g)	Root fresh weight (g)	Shoot dry weight (g)	Shoot fresh weight (g)
Sterilized soil						
Control	18.12 ^f	42.50 ^g	0.34 ^g	12.95 ^g	3.33 ^e	16.94 ^b
S 0.5%	19.25 ^{ef}	63.38 ^e	1.62 ^e	19.31 ^e	11.02 ^d	47.62 ^f
S 1.0%	22.25 ^d	71.00 ^d	2.11 ^d	23.14 ^d	13.83 ^c	63.02 ^d
S 1.5%	27.12 ^b	78.50 ^c	2.90 ^b	28.03 ^c	20.17 ^b	91.11 ^b
Non-Sterilized soil						
Control	18.50 ^f	55.25 ^f	1.14 ^f	15.88 ^f	4.13 ^e	20.78 ^g
S 0.5%	20.62 ^e	72.50 ^d	2.51 ^c	26.38 ^c	11.35 ^d	50.95 ^e
S 1.0%	25.25 ^c	84.87 ^b	3.19 ^b	32.08 ^b	19.08 ^b	76.84 ^c
S 1.5%	29.25 ^a	91.25 ^a	4.13 ^a	39.50 ^a	33.83 ^a	129.36 ^a

داده‌های با حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تیمارها در سطح احتمال ۱٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن است. Data with the common letters do not differ significantly ($P < 0.01$) according to Duncan's multiple range test.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر ضایعات گریپفروت بر شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* در خاک سترون و غیرسترون.

Table 4. Mean comparison of effect of grapefruit (G) waste on growth parameters of the tomato plants infected with the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in sterilized and non-sterilized soil.

Treatments	Root length (cm)	Shoot length (cm)	Root dry weight (g)	Root fresh weight (g)	Shoot dry weight (g)	Shoot fresh weight (g)
Sterilized soil						
Control	13.12 ^d	50.00 ^f	0.31 ^g	4.15 ^f	2.27 ^e	26.27 ^e
3% G	14.00 ^{cd}	62.50 ^e	0.61 ^e	6.48 ^d	4.39 ^d	49.65 ^d
5% G	17.25 ^b	78.75 ^c	0.65 ^{de}	7.19 ^d	5.34 ^c	56.39 ^c
7% G	20.00 ^a	98.00 ^a	0.99 ^b	10.75 ^b	7.81 ^a	71.35 ^a
Non-Sterilized soil						
Control	13.87 ^{cd}	50.00 ^f	0.47 ^f	5.24 ^e	4.14 ^d	48.75 ^d
3% G	14.87 ^c	72.87 ^d	0.73 ^d	8.47 ^c	4.51 ^d	52.37 ^d
5% G	17.25 ^b	89.37 ^b	0.87 ^c	10.08 ^b	6.70 ^b	64.70 ^b
7% G	20.12 ^a	98.12 ^a	1.30 ^a	13.03 ^a	7.83 ^a	73.27 ^a

داده‌های با حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تیمارها در سطح احتمال ۱٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن است. Data with the common letters do not differ significantly ($P < 0.01$) according to Duncan's multiple range test.

رشدی در گیاه، مهار نماتد در گیاهان تیمار شده با ضایعات گریپفروت و کنجاله کنجد است (Azami, Sardooei et al., 2017; Chindo et al., 2012). سایر دلایل افزایش شاخص‌های رشدی گیاهان تیمار شده با

نظر به این‌که این نماتد یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش شاخص‌های رشدی و عملکرد محصول گوجه‌فرنگی است (Darekar and Mhase, 1988)، لذا می‌توان ادعا کرد یکی از دلایل افزایش شاخص‌های

مقدار (۸/۰۶) نسبت به شاهد خود (۱۷/۴۷) و کنجاله کنجد ۱/۵٪ با مقدار (۱۰/۱۷) نسبت به شاهد خود با مقدار (۱۹/۱۸) ارزیابی شد (جدول‌های ۵ و ۶).

نسبت کربن به نیتروژن، فاکتور مهمی در ارزیابی حاصلخیزی خاک است به طوری که بالابودن نسبت C/N نشان‌دهنده کمبود نیتروژن خاک و کاهش حاصلخیزی آن می‌باشد و پایین بودن این نسبت نشان‌دهنده از دست رفتن نیتروژن به صورت آمونیاک است (Akhtar and Alam, 1993). با توجه به نتایج به دست آمده، تیمارهای ضایعات گریپ‌فروت و کنجد در بیشترین مقادیر خود، کنترل‌کنندگی بهتری را نسبت به تیمار شاهد از خود نشان دادند که یکی از دلایل احتمالی آن می‌تواند مستقیماً به مقدار نیتروژن (N) آن مربوط باشد (Mian and Rodríguez-Kábana, 1982). مواد آلی اصلاح‌کننده زمانی که در خاک تجزیه می‌شوند به خصوص آن‌هایی که در نسبت C/N پایین آمونیاک آزاد می‌کنند، در کنترل نماتدها مؤثر شناخته شده‌اند (Lazarovits et al., 2001; Oka, 2010; et al., 1993). این پدیده به آزاد کردن آمونیاک در طول تجزیه اصلاح‌کننده در خاک مربوط می‌شود (Oka et al., 1993; Rodríguez-Kábana, 1986; Rodríguez-Kábana et al., 1987; Spiegel et al., 1987). البته کاهش بیش از حد نسبت C/N نیز خود می‌تواند منجر به خسارت شود، زیرا فعالیت نماتدکشی اصلاح‌کننده‌هایی با نسبت C/N بیشتر از ۲۰ معمولاً اتفاق نمی‌افتد که احتمالاً به علت تجزیه آهسته، غلظت ناکافی آمونیاک و دیگر ترکیبات آزاد شده است و این در حالی است که مواد با C/N کمتر از ۱۰ نیز می‌توانند ایجاد گیاه‌سوزی کنند (Rodríguez-Kabana et al., 1987). به طور کلی اصلاح‌کننده‌های آلی با نسبت C/N بین ۱۲ تا ۲۰ ضمن عدم وجود گیاه‌سوزی توانایی انجام فعالیت نماتدکشی را دارند (Rodríguez-Kábana et al., 1987).

هرچند که در مطالعه حاضر مقدار C/N در افزودن مقادیر بالای پسماندهای گریپ‌فروت به خاک حدود هشت ارزیابی شد ولی هیچ‌گونه عارضه گیاه‌سوزی در گیاه مشاهده نگردید که این نشان‌دهنده آن است که

ضایعات مذکور می‌تواند ناشی از این باشد که مواد آلی گیاهی ضمن بهبود کیفیت فیزیکی خاک، سبب رشد بهتر گیاه و افزایش تحمل آن به بیماری شده است (Asma et al., 2016). نتایج مقایسه میانگین حاصل از ارزیابی خاک سترون و غیرسترون در افزایش شاخص‌های رشدی گیاهان تیمار شده با ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد نشان داد، افزایش شاخص‌های رشدی در خاک غیرسترون نسبت به خاک سترون در تیمارهای کنجاله کنجد و گریپ‌فروت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد (جدول‌های ۳ و ۴) که به احتمال زیاد دلیل آن نیز وجود میکروارگانیسم‌ها شامل انواع باکتری، قارچ‌ها و اکتینومیسیت‌ها و دیگر میکروارگانیسم‌های مفید در خاک غیرسترون می‌باشد. بنابراین، هرچه تعداد و فعالیت آن‌ها بیشتر باشد آن خاک حاصلخیزتر خواهد بود. هم‌چنین ممکن است وجود عوامل دیگری از جمله باکتری‌های فرا ریشه‌ای محرک رشد گیاه یا (PGPR) Plant Growth Promoting Rhizobacteria در خاک غیرسترون و احتمال القای مقاومت دلیل دیگر مهار نماتد و افزایش بیشتر شاخص‌های رشدی نسبت به خاک سترون باشد. زیرا این باکتری‌ها اغلب در تماس با گیاه هستند و با سازوکارهایی مانند آزادسازی اسیدهای آلی و افزایش حلالیت عناصری مانند فسفر و آهن (Vessey, 2003)، تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، جیبرلین‌ها و اتیلن سبب تسریع در رشد گیاه در مرحله جوانه‌زنی و تحریک رشد در مراحل بعد می‌شوند (Frankenberger and Arshad, 1995).

ارزیابی تغییرات نسبت کربن آلی به ازت کل (C/N)

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش مشخص شد که اضافه کردن ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد به خاک باعث ایجاد تغییراتی در نسبت C/N می‌گردد که هر چه مقدار ضایعات اضافه شده به خاک افزایش یابد نسبت C/N خاک کاهش پیدا می‌کند. نتایج نشان می‌دهد کمترین مقدار نسبت C/N به ترتیب در خاک‌های تیمار شده با ضایعات گریپ‌فروت ۷٪ با

بررسی تأثیر کنجاله کنجد و گریپفروت بر کلروفیل a و b گیاه

با توجه به مقایسه میانگین یافته‌های حاصل، مقدار کلروفیل a و b با بالا رفتن مقدار درصد هر دو نوع تیمار ضایعات، افزایش و نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جداول ۵ و ۶).

بسته به نوع گیاه وضعیت گیاه‌سوزی هم متفاوت است. لازم به ذکر است که در آزمایش‌های مقدماتی، میزان گیاه‌سوزی در هر دو نوع خاک سترون و غیرسترون در تیمارهای بالاتر از ۷٪ گریپفروت و ۱/۵٪ کنجد شدید و توقف رشد گیاه را به دنبال داشت (داده‌ها نشان داده نشد)

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر ضایعات گریپفروت بر کلروفیل a و b و نسبت C:N در گیاه گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne javanica* در خاک سترون و غیرسترون.

Table 5. Mean comparison of effect grapefruit (G) waste on chlorophyll a and b and C:N ratio in tomato plants, infected with the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in sterilized and non-sterilized soil.

Treatment	C:N	Chlorophyll a	Chlorophyll b
Sterilized soil			
Control	20.76 ^a	1.69 ^c	0.35 ^c
G 3%	13.22 ^c	2.28 ^{bc}	0.49 ^b
G 5%	10.40 ^e	2.30 ^{bc}	0.58 ^{abc}
G 7%	8.47 ^f	3.11 ^{ab}	0.72 ^{ab}
Non-sterilized soil			
Control	17.47 ^b	2.29 ^{bc}	0.49 ^{bc}
G 3%	11.86 ^d	2.53 ^{bc}	0.58 ^{abc}
G 5%	9.87 ^e	3.20 ^{ab}	0.69 ^{ab}
G 7%	8.06 ^f	3.48 ^a	0.81 ^a

حروف مشترک نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن در سطح احتمال ۱٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

Common letter do not differ significantly ($P < 0.01$) according to Duncan multiple range

جدول ۶. مقایسه میانگین تأثیر کنجاله کنجد بر میزان کلروفیل a و b و نسبت C:N در گیاه گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne javanica* در خاک سترون و غیرسترون.

Table 6. Mean comparison of effect sesame oil cake (S) on chlorophyll a and b and C:N ratio in tomato plants, infected with the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in sterilized and non-sterilized soil.

Treatment	C:N	Chlorophyll a	Chlorophyll b
Sterilized soil			
Control	21.02 ^a	0.79 ^e	0.2 ^f
S 0.5%	14.99 ^c	2.02 ^e	0.49 ^d
S 1.0%	12.35 ^d	3.75 ^c	0.96 ^b
S 1.5%	11.90 ^d	4.14 ^b	1.2 ^a
Non-sterilized soil			
Control	19.18 ^b	1.43 ^f	0.33 ^e
S 0.5%	14.20 ^e	2.73 ^d	0.59 ^{dc}
S 1.0%	12.17 ^d	4.05 ^{bc}	0.66 ^e
S 1.5%	11.19 ^d	5.62 ^a	1.22 ^a

حروف مشترک نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تیمارها در سطح احتمال ۱٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

Common letter do not differ significantly ($P < 0.01$) according to Duncan multiple range

کلروفیل به‌طور قابل‌توجهی مؤثر باشند. در همین زمینه، پژوهشگران ثابت کردند که پارامترهای فیزیولوژی بخصوصی مانند جذب عناصر، حجم ریشه و محتویات کلروفیل و پروتئین با کاربرد مواد آلی بهبود می‌یابد (Caballero *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2007).

ارزیابی تغییرات فنل کل

کاربرد تمامی مقادیر ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد سبب افزایش معنی‌دار فنل نسبت به شاهد شد و با بالا رفتن درصد مواد آلی مقدار فنل در گیاه نیز افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین میزان فنل ریشه میزبان در تیمار ضایعات ۷٪ گریپ‌فروت و کنجاله کنجد ۱/۵٪ در خاک غیرسترون و کمترین آن در مقدار شاهد سترون مشاهده شد (جدول ۷). میزان فنل در تمامی تیمارهای ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد همراه با خاک غیرسترون نسبت به تیمارهای مشابه اما با خاک سترون با اختلاف معنی‌دار و بالاتر بود.

نتایج نشان می‌دهد بیشترین افزایش میانگین میزان کلروفیل a و b نسبت به شاهد مربوط به تیمار ۷٪ گریپ‌فروت (جدول ۵) و تیمار ۱/۵٪ کنجد (جدول ۶) در خاک غیرسترون است. میزان کلروفیل گیاهان در خاک غیرسترون نسبت به خاک سترون افزایش بیشتری نشان داد که احتمالاً بهبود وضعیت میزان کلروفیل می‌تواند به دلیل افزایش جذب عناصر غذایی مانند نیتروژن در گیاهان تیمار شده باشد. زیرا در این مطالعه میزان N در تیمارهای حاوی میزان درصد بیشتر ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد بالاتر از خاک بدون مواد آلی مذکور (شاهد) بود. از بررسی شاخص‌های رشدی گیاه چنین استنباط می‌شود که احتمالاً میزان جذب عناصر غذایی به‌خصوص N در گیاه بهبود یافته است. در این مطالعه، محتوی کلروفیل a و b در گلدان‌های تیمار شده با بستر حاوی درصد بالای بقایای گیاهی (۷٪ گریپ‌فروت و ۱/۵٪ کنجاله کنجد) به‌طور معنی‌داری ($P < 0.01$) افزایش نشان داد. لذا به نظر می‌رسد این بقایا ضمن کمک به کنترل بهتر بیمارگر، با کمک به جذب بهتر عناصر توسط گیاه، در بهبود و افزایش

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر ضایعات گریپ‌فروت (G) و کنجد (S) بر فنل کل در ریشه گیاهان گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne javanica* در خاک سترون و غیر سترون.

Table 7. Mean comparison of effect grapefruit (G) and sesame oil cake (S) on total phenol in roots of tomato plants infected with the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in sterilized soil and non-sterilized soil.

Treatment	Phenol (mg/g)	Treatment	Phenol (mg/g)
Sterilized soil		Sterilized soil	
Control	0.00012 ^f	Control	0.00013 ^f
S 0.5%	0.00016 ^e	G 3%	0.00020 ^e
S 1.0%	0.00023 ^d	G 5%	0.00026 ^d
S 1.5%	0.00042 ^c	G 7%	0.00036 ^b
Non-sterilized soil		Non-sterilized soil	
Control	0.00024 ^d	Control	0.00013 ^f
S 0.5%	0.00041 ^c	G 3%	0.00025 ^d
S 1.0%	0.00055 ^b	G 5%	0.00034 ^c
S1.5%	0.00086 ^a	G 7%	0.00047 ^a

حروف مشترک نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تیمارها در سطح احتمال ۱٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

Common letter do not differ significantly ($P < 0.01$) according to Duncan multiple range

است (Sitaramaiah and Singh, 1978).

ارزیابی تأثیر عصاره‌های کنجاله کنجد و گریپفروت بر زنده‌مانی لاروها و تفریح تخم نماتد در شرایط آزمایشگاه

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد که تمامی غلظت‌های عصاره ضایعات گریپفروت و کنجاله کنجد در کاهش درصد زنده‌مانی لاروها به‌طور معنی‌داری مؤثر بوده‌اند. به‌طوری‌که در عصاره ضایعات گریپفروت درصد زنده‌مانی در تیمار ۷٪ در زمان ۷۲ ساعت با میانگین ۳/۸۵٪ و در تیمار ۳٪ در زمان ۲۴ ساعت با مقدار ۶۸/۱۸٪ رسید. هم‌چنین در تیمار عصاره کنجاله کنجد کمترین میزان زنده‌مانی لاروها در تیمار ۱/۵٪ در زمان ۷۲ ساعت با میانگین ۴۴/۴۲٪ کاهش نسبت به شاهد و بیشترین میزان زنده‌مانی در تیمار ۰/۵٪ کنجد در زمان ۲۴ ساعت با مقدار ۸۴/۹۷٪ نسبت به شاهد برآورد گردید (جدول ۸).

گزارش‌های موجود از مطالعه تغییر ترکیبات فنلی و نقش آن‌ها در ایجاد مقاومت گیاهان مبتلا به بیماری‌ها نشان می‌دهد که تجمع مواد فنلی اغلب در ارتباط با واکنش مقاومت میزبان است (Rohringer *et al.*, 1979; Vance *et al.*, 1976). نتایج پژوهش انجام‌شده نشان می‌دهد که مقدار ترکیبات فنلی، نقش کلیدی در ایجاد مقاومت گیاه گوجه‌فرنگی نسبت به این نماتد دارند (Cohn, 1974) زیرا اثبات شده است که مقاومت در گیاه به چندین بیمارگر گیاهی با حداکثر مقدار ترکیبات فنلی ارتباط دارد (Kushwaha and Narain, 2005). از آنجایی که رقم مورد مطالعه در این پژوهش حساس به نماتد می‌باشد، لذا احتمالاً بستر کشت با درصد پسماندهای کشاورزی مختلف می‌تواند مقاومت به گیاه را افزایش دهد و این مقاومت از طریق ترشح مواد فنلی در ریشه مشخص گردید. پژوهشگران ثابت کردند درصد ترکیبات فنلی موجود در ریشه گیاه گوجه‌فرنگی در خاک اصلاح‌شده با بقایای گیاهی چریش نسبت به خاک بدون مواد آلی (شاهد) افزایش یافته و باعث کاهش نفوذ نماتد به ریشه، به بلوغ رسیدن نماتد و کاهش تعداد تخم شده

جدول ۸. مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف عصاره آبی ضایعات گریپفروت (G) و کنجد (S) بر درصد زنده‌مانی لاروها در ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت.

Table 8. Mean comparison of effect of different concentration of sesame (S) and Grapefruit (G) aqueous wastes extracts on survival of larval in 24, 48 and 72 hours.

Treatments	Percentage of larval survival		
	24	48	72
Sesame			
S 0.5%	84.97 ^a	75.65 ^b	67.54 ^c
S 1.0%	73.07 ^b	64.57 ^c	57.55 ^d
S 1.5%	58.38 ^d	49.49 ^e	44.42 ^f
Grapefruit			
G 3%	68.18 ^a	62.14 ^b	54.50 ^c
G 5%	48.61 ^d	43.89 ^e	28.30 ^f
G 7%	40.55 ^e	30.97 ^f	3.85 ^g

حروف مشترک نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تیمارها در سطح احتمال ۱٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

Common letter do not differ significantly ($P < 0.01$) according to Duncan multiple range.

در بخش تأثیر عصاره مذکور بر تفریح تخم نماتد نیز

هم‌چنین در بررسی مقایسه میانگین نتایج حاصل

تمامی غلظت‌های عصاره ضایعات گریپ‌فروت و کنجد در کاهش تعداد لاروهای بیرون آمده از تخم نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۹).

جدول ۹. مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف عصاره آبی ضایعات گریپ‌فروت (G) و کنجد (S) بر درصد تفریح تخم در ۴ و ۸

روز

Table 9. Mean comparison of effect of different concentration of grapefruit (G) and sesame (S) aqueous wastes extracts on percentage of egg hatching in 4 and 8 days.

Treatments	Percentage of egg hatching	
	4 days	8 days
Sesame		
S 0.5%	33.14 ^b	44.93 ^a
S 1.0%	21.57 ^c	31.42 ^b
S 1.5%	13.88 ^e	18.91 ^d
Grapefruit		
G 3%	16.94 ^b	21.97 ^a
G 5%	8.42 ^d	11.48 ^c
G 7%	4.62 ^e	7.42 ^d

حروف مشترک نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تیمارها در سطح احتمال ۱٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

Common letter do not differ significantly ($P < 0.01$) according to Duncan multiple range.

2009). لازم به یادآوری است که عصاره ضایعات مذکور دارای اثر آلوپاتی و باعث کاهش میزان جوانه‌زنی بذور گوجه‌فرنگی شد (داده‌ها نشان داده نشد) لذا کشت مستقیم بذر در این بقایا قابل توصیه نیست.

نتیجه‌گیری کلی

در جمع‌بندی نهایی این مطالعه به‌طور خلاصه می‌توان اظهار داشت، رابطه مستقیمی بین افزایش مقدار ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد و درصد کاهش نماتد مشاهده شد. همچنین در شرایط خاک غیرسترون کنترل‌کنندگی نماتد بهتر صورت گرفت. از طرف دیگر کاربرد ضایعات مذکور باعث بهبود شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی به‌خصوص در تیمار خاک غیرسترون گردید که نشان‌دهنده اهمیت وجود سایر میکروارگانیسم‌های موجود در این نوع خاک‌ها است. بالا رفتن درصد هر دو نوع ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد، باعث تغییرات

دلیل مرگ‌ومیر لارو سن دوم نماتد و کاهش تعداد لاروهای بیرون آمده از تخم در اثر استفاده از غلظت‌های مختلف عصاره ضایعات گریپ‌فروت و کنجاله کنجد در شرایط آزمایشگاهی می‌تواند به خاصیت نماتدکشی و ترکیبات بازدارنده موجود در آن‌ها مرتبط باشد. در همین زمینه، اسانس‌های موجود در پوست میوه لیمو، پرتقال و گریپ‌فروت توسط تعدادی از محققان شناسایی (Kirbaslar *et al.*, 2006; Trozzi *et al.*, 1999) و تأثیر نماتدکشی اسانس‌های گیاهان مذکور اثبات شده است (Choi *et al.*, 2007; Oka *et al.*, 2000; Perez *et al.*, 2003; Park *et al.*, 2005). لیمونن از روغن‌های اصلی به‌دست‌آمده از لیمو، گریپ‌فروت (Kirbaslar *et al.*, 2006) و پرتقال شیرین (Trozzi *et al.*, 1999) می‌باشد که دارای خاصیت نماتدکشی قوی است. درحالی‌که دلیل تأثیر عصاره کنجاله کنجد بر کاهش زنده‌مانی لاروها بازدارندگی از تفریح تخم موادی مانند Sesamin، Sesamol و Sesamolین هستند که به عنوان مواد دارای اثر نماتدکشی شناخته شده‌اند (Radwan *et al.*,)

سپاس‌گزاری

از دانشگاه جیرفت بخاطر حمایت مالی این پژوهش و همچنین تمامی افرادی که در انجام این پایان‌نامه ما را همراهی کرده‌اند سپاس‌گزاری می‌نمایم.

بیوشیمیایی گیاه و افزایش مقدار فنل کل ریشه، کاهش نرخ C:N خاک و در نتیجه کنترل بهتر نماتد گردید. همچنین مطالعه آزمایشگاهی نشان داد که عصاره‌های ضایعات گریپفروت و کنجاله کنجد علاوه بر تأثیر کشندگی مناسب بر لارو سن دوم، اثر بازدارندگی بر تفریح تخم نماتد نیز داشتند.

REFERENCES

1. Akhtar, M. & Alam, M. M. (1993). Utilization of waste materials in the nematode control. *A review Bioresource Technology*, 45, 1 – 7.
2. Arnon, D. (1994). Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24, 1-10.
3. Asma, M. Khaled, M. & Ahmed, A. M. (2016). Prevalence, distribution and intraspecific variation of *Heterodera schachtii* populations from semiarid environment. *Soudi Journal of Biological Sciences*, 23, 293-299.
4. Azami-Sardooei, Z. Nasirpour, R. Fekrat, F. & Alizadeh, H. R. (2017). Control of *Meloidogyne javanica* on tomato plant by use combination of *Brassica oleracea* tissue and *Glomus mosseae*. *Biological Control of Pest and Plant Diseases*, 6, 41-51. (In Persian).
5. Bybd Jr, D. Kirkpatrick, T. & Baker, K. (1983). An improved technique for clearing and staining plant tissue for detection of nematodes. *Journal of Nematology*, 15, 142.
6. Caballero, R. Pajuelo, P. Ordovás, J. Carmona, E. & Delgado, A. (2009). Evaluation and correction of nutrient availability to *Gerbera jamesonii* H. Bolus in various compost-based growing media. *Scientia Horticulturae-Amsterdam*, 122, 244-250
7. Chindo, P. S. L. Bello, Y. & Kumar, N. (2012) In S. Kumar (Ed), Utilization of organic wastes for the management of phyto-parasitic nematodes in developing economies: *Management of organic waste*. (pp. 133–148). InTech Publishing.
8. Choi, I. H. Shin, S. C. & Park, I. K. (2007). Nematicidal activity of onion (*Allium cepa*) oil and its components against the pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*). *Nematology*, 9, 231-235.
9. Cohn, E. (1974). Relations between *Xiphinema* and *Longidorus* and their host plants. In F. Lamberti, C. E. Taylor and J. W. Seinhorst (eds), *Nematode vectors of plant viruses*. (pp. 365-386). Plenum Press, NY.
10. Darekar, K. & Mhase, N. (1988). Assessment of yield losses due to root-knot nematode *Meloidogyne incognita* race 3 in tomato, brinjal and bittergourd. *Internationa Nematology Network Newsletter*, 5(4), 7-9.
11. Dropkin, V. H. Marting, C. & Johnsrav, W. (1958). Effect of osmotic concentration on hatching of some plant parasitic nematodes. *Journal of Nematology*, 3, 115-126.
12. Frankenberger, J. R. W. & Arshad, M. (1995). *Phytohormones in soils: microbial production and function*. Marcel Dekker Inc.
13. Frederick, K. Elias, N. K. S. & Mohammed, A. (2015). Management of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) on okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) with aqueous sesame seed extract. *International Journal Agronomy and Agricultural Research*, 6, 24-31.
14. Gomez, K. A. & Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research*, 2nd ed. Wiley, NewYork. 680p.
15. Hesse, P. R. (1971). *A text book of soil chemical analysis*. John Murray, London.
16. Hussey, R. S. & Barker, K. R. (1973). Acomparison of metodes of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Reporter*, 75, 1025- 1028.
17. John, A. & Bai, H. (2000). Bare-root dip of brinjal seedling in phytochemicals for the management of root-Knot nematode (*Meloidogyne incognita*). *Journal of Tropical Agriculture*, 38, 69-72.
18. Kang, B. T. Sipkens, L. Wilson, G. F. & Nangju, D. (1981). Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lal) de wit) prunings as nitrogen sources for maize (*Zea mays* L.). *Fertilizer Research*, 2, 279-287.
19. Kaplan, M. Noe, J. P. & Hartel, P. G. (1992). The rol of microbes associated with chicken litter in the suppression of *Meloidogyne arenaria*. *Journal of Nematology*, 24, 522-527.
20. Kirbaslar, S. I. Boz, I. & Kirbaslar, F. G. (2006). Composition of Turkish lemon and grapefruit peel oils. *Journal of Essentialas Oil Research*, 18, 525-543.

21. Kushwaha, K. P. S. & Narain, U. (2005). Biochemical changes in pigeon-pea leaves infested with *Alternaria tenuissima*. *Annals Plant Protection Sciences*, 13, 415-417.
22. Lazarovits, G. Tenuta, M. & Conn, K. L. (2001). Organic amendments as a disease control strategy for soilborne diseases of high-value agricultural crops. *Australasian Plant Pathology*, 30, 111-117.
23. Loumédjinon, S. Godonou, I. Atcha-Ahowé, C. James, B. Baimey, H. Coyne, D. L. & Ahanchédé, A. (2006). Management of root-knot nematodes on *Solanum macrocarpon* using botanicals in Benin. *International Society for Horticultural Science. Acta Horticulturae*, 752.
24. Malick, C. P. & Sing, M. B. (1980). *Plant Enzymology and Histo-Enzymology*. Kalyani Publisher, New Delhi. pp 280.
25. Mian, I. H. & Rodríguez-Kábana, R. (1982). Organic amendments with high tannin and phenolic contents for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. *Nematropica*, 12, 221-234.
26. Moens, M., R. Perry, N. & Starr, J. L. (2009). *Meloidogyne species: a diverse group of novel and important plant parasites*. Pp. 1-17 in R. N. Perry, M. Moens, and J. L. Starr, eds. Root-knot nematodes. Wallingford, UK, CAB International.
27. Mostafa, M. A. Mahmoud, N.A. Anany, A. E. & EL-Sagheer, A. M. (2017). Plant essential oils as eco-friendly management tools for root knot nematode on cucumber plants. *Journal Zoological Studies*, 4, 1-5.
28. Nico, A. I. Jimenez-Diaz, R. M. & Castilla, P. (2004). Control of root knot nematodes by composed agroindustrial wastes in potting mixtures. *Crop Protection*, 23, 581-587.
29. Oka, Y. (2010). Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments. A rev. *Applied Soil Ecology*, 44, 101-115.
30. Oka, Y. Chet, I. & Spiegel, Y. (1993). Control of the root knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Bacillus cereus*. *Biocontrol Sciences and Technology*, 3, 115-126.
31. Oka, Y. Koltai, H. Bar-Eyal, M. Mor, M. Sharon, E. Chet, I. & Spiegel, Y. (2000). New strategies for the control of plant-parasitic nematodes. *Pest Management Science*, 56, 983-988.
32. Oka, Y. Tkachi, N. Shuker, S. & Yermiyahu, U. (2007). Enhanced nematicidal activity of organic and inorganic ammonia-releasing amendments by *Azadirachta indica* extracts. *Journal of Nematology*, 39, 9-16.
33. Osei, K. Addico, R. Nafeo, A. Edu-Kwarteng, A. Agyemang, A. Danso, Y. & Sachey-Asante, J. (2011). Effect of some organic waste extracts on hatching of *Meloidogyne incognita* eggs. *African Journal Agricultural Research*, 6, 2255-2259.
34. Park, I. K. Park, J. Y. Kim, K. H. Choi, K. S. Choi, I. H. Kim, C. S. & Shin, S. C. (2005). Nematicidal activity of plant essential oils and components from garlic (*Allium sativum*) and cinnamon (*Cinnamomum verum*) oils against the pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*). *Journal of Nematology*, 7, 767-774.
35. Perez, M. P. Navas-Cort, S. J. A. Pascual-Villalobos, M. J. & Castillo, P. (2003). Nematicidal activity of essential oils and organic amendments from Asteraceae against root-knot nematodes. *Journal of Plant Pathology*, 52, 395-401.
36. Radwan, M. A. El-Maadawy, E. K. Kassem, S. I. & Abu-Elamayem, M. M. (2009). Oil cakes soil amendment effects on *Meloidogyne incognita* infecting tomato. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 42, 58-64.
37. Ribeiro, H. M. Romero, A. M. Pereira, H. Borges, P. Cabral, F. & Vasconcelos, E. (2007). Evaluation of a compost obtained from forestry wastes and solid phase of pig slurry as a substrate for seedlings production. *Bioresource Technology*, 98, 3294-3297.
38. Rodríguez-Kábana, R. (1986). Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. *Journal of Nematology*, 18, 129-135.
39. Rodríguez-Kábana, R. Morgan-Jones, G. & Chet, I. (1987). Biological-control of nematodes – soil amendments and microbial antagonists. *Plant and Soil*, 100, 237-247.
40. Rohringer, R. Kim, W. K. & Samborski, D. J. (1979). A histological study of interaction between avirulent races of stem rust and wheat containing resistance genes Sr5, Sr6, Sr8, Sr22. *Canadian Journal of Botany*, 57, 324-331.
41. Sitaramaiah, K. & Singh, R. S. (1978). Effect of organic amendment on phenolic content of soil and plant and response of *Meloidogyn javanica* and its host to related compounds. *Plant Soil*, 50, 671-679.
42. Southey, J. F. (1986). *Laboratory methods for work with plant and soil nematodes*. Technical bulletin. Naff/Adas. HMSO, London, 202 pp.
43. Spiegel, Y. Chet, I. & Cohn, E. (1987). Use of chitin for controlling plant-parasitic nematodes. 2. Mode of action. *Plant and Soil*, 98, 337-345.

44. Stirling, G. (1989). Organic amendment for control of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on ginger. *Australasian Plant Pathology*, 18, 39-44.
45. Taylor, D. P. & Netscher, C. (1974). An improved technique for preparing perennial pattern of *Meloidogyne* sp. *Journal of Nematology*, 20, 251-268.
46. Thoden, T. C. Korthals, G. W. & Termorshuizen, A. J. (2011). Organic amendments and their influences on plant-parasitic and free-living nematodes: a promising method for nematode management? *Journal of Nematology*, 13, 133-153.
47. Trozzi, A. Verzera, A. & Lamonica, G. (1999). Essential oil composition of Citrus sinensis (L.) Osbeck cv. Maltese. *Journal of Essential oil Research*, 11, 482-488.
48. Tsai, B. Y. (2008). Effect of peels of lemon, orange, and grapefruit against *Meloidogyne incognita*. *Plant Pathology Bulletin*, 17, 195-201.
49. Vance, C. P. J. O. Anderson, I. & Sherwood, R. T. (1976). Soluble and Cell wall Peroxidase in red Canary grass in relation to disease resistance and localized lignin formation. *Plant Physiology*, 7, 920-922.
50. Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255, 571-586.
51. Walkley, A. & Black, I. A. (1934). Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method. *Soil Sciences*, 37, 29-38.
52. Wang, K-H. McSorley, R. & Gallaher, R. N. (2003). Effect of *Crotalaria juncea* amendment on nematode communities in soil with different agricultural histories. *Journal of Nematology*, 35, 294-301.
53. Youssef, M. M. A. & El-Nagdi, W. M. (2004). Cellular alteration of root knot nematode *Meloidogyne incognita* infected squash plant and intercropping sesame plant or sesame oil seed cake as control measures. *Egyptica Journal of Phytopathology*, 32, 77-85.