

Research Article

Effect of plane tree leaf, daphne leaf, and walnut leaf and green husk extracts on the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*

Kourosh Azizi[✉], Sajad Karimi Nasab



Department of Plant Protection, Agriculture Faculty, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Corresponding author

[✉]Azizi.ko@lu.ac.ir

Keywords

Biological control, Egg hatching, Gall, Larval mortality, Tomato

Abstract

Root-knot nematodes are among the most destructive pathogens limiting crop growth and productivity worldwide. Given the high costs and the adverse effects of chemical control methods on the environment and human health, alternative low-input, cost-effective, and environmentally friendly nematode management strategies need to be developed. This study was conducted to investigate the effect of some plant extracts on the root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) in laboratory and greenhouse conditions, as well as some growth characteristics in tomato. The experimental treatments included extracts of plane leaf, daphne leaf, leaf and green husk of walnut at five concentrations of 0.5, 1, 2.5, 5 and 10%, and atomic nematicide and control in laboratory conditions, and a concentration of 10% of these extracts in the greenhouse on tomato plants infected with nematodes. The results of this study showed that different concentrations of plant extracts in laboratory conditions increased larval mortality by at least 2.8 times and at most five times compared to the control, and nematode egg hatching decreased by at least nine percent and at most five times compared to the control. Also, the green husk of walnut and daphne leaf extract caused more larval mortality and less egg hatching compared to plane leaf and walnut leaf extracts. In the greenhouse, the number of galls, the number of eggs in the roots, and the number of larvae in the soil under different plant extracts were reduced by at least 62, 71, and 52 percent, respectively, compared to the control treatment with nematode.

Received: 30 October 2025

Revised: 20 May 2026

Accepted: 9 June 2026

Available online: 10 June 2026

Cite this article:

Azizi K, Karimi Nasab S, 2026. Effect of plane tree leaf, daphne leaf, and walnut leaf and green husk extracts on the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *J Appl Res Plant Prot* 15 (1): 55–63.
<https://dx.doi.org/10.22034/arpp.2026.21947>



Copyright© 2026 University of Tabriz, Published by the University of Tabriz.

This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

تاثیر عصاره‌های برگ چنار، برگ دافنه، برگ و پوست سبز میوه گردو بر نماتد ریشه گرهی

Meloidogyne javanica

کوروش عزیزی ✉، سجاد کریمی نسب

گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

نویسنده مسئول: Azizi.ko@lu.ac.ir ✉

دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۰۸ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۲/۳۰ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۱۹

چکیده

نماتدهای مولد گره ریشه (*Meloidogyne spp.*) از مهم‌ترین و مخرب‌ترین عوامل بیماری‌زای محدودکننده رشد و عملکرد محصولات کشاورزی در سراسر جهان به شمار می‌روند. با توجه به پرهزینه بودن و صدماتی که روش‌های شیمیایی بر محیط‌زیست و انسان دارند استفاده از راهکارهای جایگزین برای مدیریت نماتدها ضروری است. این تحقیق به منظور بررسی اثر کاربرد برخی از عصاره‌های گیاهی روی نماتد ریشه گرهی *M. javanica* در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه و همچنین برخی شاخصه‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی صورت گرفت. تیمارهای آزمایش شامل عصاره‌های برگ چنار، برگ دافنه، برگ و پوست سبز میوه گردو در پنج غلظت ۰/۵٪، ۱٪، ۲/۵٪، ۵٪ و ۱۰٪ و نماتدکش اتمیک ۱٪ و شاهد در شرایط آزمایشگاهی و غلظت ۱۰٪ همان ترکیبات در گلخانه روی گیاه گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد بود. نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت‌های مختلف عصاره‌ها در شرایط آزمایشگاه حداقل ۲/۸ برابر و حداکثر پنج برابر مرگ و میر لاروها را نسبت به شاهد افزایش دادند و حداقل ۹٪ و حداکثر پنج برابر تفریح تخم نماتد نسبت به شاهد کاهش یافت. همچنین عصاره پوست سبز میوه گردو و عصاره دافنه باعث مرگ و میر بیشتر لاروها و تفریح تخم کمتر نماتد نسبت به عصاره چنار و برگ گردو شدند. در گلخانه تعداد گال، تعداد تخم در ریشه و تعداد لارو در خاک تحت تیمار عصاره‌های مختلف نسبت به شاهد با نماتد حداقل به ترتیب ۶۲٪، ۷۱٪ و ۵۲٪ کاهش یافتند. در مورد تاثیر عصاره‌های مختلف بر شاخص‌های رشد گیاهی همه عصاره‌ها باعث افزایش شاخص‌های رشدی گیاه نسبت به تیمار آلوده به نماتد بدون عصاره شدند.

کلمات کلیدی: تفریح تخم، کنترل زیستی، گال، گوجه‌فرنگی، مرگ و میر لارو

مقدمه

(*Meloidogyne spp.*) هستند. نماتدهای ریشه‌گرهی گونه‌های مختلفی دارند که در مجموع این گونه‌ها می‌توانند به بیش از ۳۰۰۰ گیاه مختلف زینتی، باغی و زراعی آسیب برسانند (Liu et al. 2020). اغلب گیاهان گل‌دار در معرض خطر این موجودات قرار دارند و این نماتدها منجر به کاهش ۵٪ محصولات آن‌ها می‌شود (Oka et al. 2000; Hussey & Janssen 2002). از شایع‌ترین گونه‌های نماتد ریشه‌گرهی می‌توان به گونه *M. javanica* Treub, 1885 اشاره نمود که قادر است اکثر گیاهان زراعی و باغی را آلوده و آسیب‌های جدی را متوجه آن‌ها کند (Khalil & Darwesh 2018). برآورد شده است که نماتدهای ریشه‌گرهی تولید گوجه‌فرنگی در سطح جهانی را تا ۲۷٪ کاهش می‌دهند (Sharma & Sharma 2015).

در سال‌های اخیر و با افزایش نظارت‌ها و فشارهای سازمان‌های نظارت بر محصولات کشاورزی، حفاظت از محیط‌زیست و کنترل کیفی محصولات غذایی، کاهش استفاده از سموم شیمیایی و جایگزینی روش‌های نوین برای حفاظت از گیاهان

گیاه گوجه‌فرنگی با نام علمی *Solanum lycopersicum* L. یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی دنیا به شمار می‌رود. گوجه‌فرنگی با تولید ۱۸۶ میلیون تن در سال ۲۰۲۲ بیشترین میزان تولید را در بین صیفی‌جات به خود اختصاص داده است. از لحاظ تولید گوجه‌فرنگی در سال زراعی ۲۰۲۱-۲۰۲۲ کشورهای چین، هند و ایالات‌متحده آمریکا به ترتیب با ۶۱، ۲۰ و ۱۲ میلیون تن بیشترین تولید گوجه‌فرنگی را داشته‌اند. بر اساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، میزان تولید گوجه‌فرنگی در ایران در سال ۱۴۰۳ حدود ۳۰۲۳ میلیون تن بوده است (FAO 2025). بخشی از تولید گوجه‌فرنگی در سراسر دنیا هر سال توسط بیماری‌های مختلف قارچی، ویروسی و باکتریایی، آفات، شرایط نامساعد آب و هوایی و همچنین علف‌های هرز از بین می‌روند و خسارت قابل توجهی را به کشاورزان و به طور کلی به اقتصاد کشورها تحمیل می‌کنند. یکی از مهم‌ترین بیمارگرهای گیاه گوجه‌فرنگی نماتدهای ریشه‌گرهی

در این راستا در مطالعه حاضر به بررسی کنترل زیستی نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* با استفاده عصاره‌های برگ چنار (*Daphne*) و عصاره برگ دافنه (*Platanus orientalis* L.) (mucronata Royle)، عصاره برگ گردو و عصاره پوست سبز میوه گردو (*Juglans regia* L.) پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه گیاهی و عصاره‌گیری

جهت تهیه عصاره‌های گیاهی، برگ چنار، برگ دافنه، برگ گردو و پوست سبز میوه گردو در انتهای فصل تابستان از شهرستان الشتر استان لرستان جمع‌آوری شدند و با محلول هیپوکلریت سدیم ۱٪ شستشو داده و خشک شدند و نمونه‌ها جهت ضدعفونی بیشتر زیر دستگاه UV تحت اشعه قرار گرفتند. سپس به وسیله آسیاب برقی اقدام به پودر کردن آن‌ها شد. از هر کدام از پودرهای مختلف ۱۵ گرم به همراه ۱۵۰ سی‌سی آب مقطر داخل ارلن استریل شده ریخته شده و سپس درب آن با فویل بسته و به مدت ۷۲ ساعت روی شیکر قرار داده شد. همچنین جهت صاف کردن عصاره‌ها از پارچه ملل استفاده شد. عصاره ۱۰٪ (وزنی/حجمی) در شرایط دمایی آزمایشگاه جمع‌آوری شده، و در دمای ۴°C نگهداری شدند و به وسیله آب مقطر غلظت‌های مختلف از آن تهیه و در آزمون‌های آزمایشگاهی و گلخانه‌ای مورد استفاده قرار گرفتند.

شناسایی و تهیه نماتد

نمونه‌های گیاه گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد ریشه‌گرهی از مزارع آلوده شهرستان خرم‌آباد استان لرستان جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل گردید. خالص‌سازی نماتد از طریق تک کیسه تخم انجام گرفت، به این منظور نشاهای گوجه‌فرنگی رقم ارولی اوربانا در گلدان‌های یک کیلوگرمی سفالی کشت و گلدان‌ها در دمای ۲۸±۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و به وسیله تخم و لارو یک گال نماتد تلقیح شدند. پس از گذشت ۶۰ روز جمعیت خالص نماتد تکثیر و تا حصول جمعیت مورد نظر، تکثیر به‌طور متوالی انجام شد. با توجه به اهمیت نقوش کوتیکولی انتهای بدن نماتدهای ماده (ناحیه اثر انگشتی) در تشخیص نماتد ریشه‌گرهی، برش انتهایی از این بخش تهیه و با استفاده از کلید معتبر و شاخص‌های لاروها، ماده و نرها اقدام به شناسایی گونه گردید. (Karssen 2002).

محصولات کشاورزی از اهمیت بیشتری برخوردار شده است. در زمینه کنترل نماتد ریشه‌گرهی روش‌های مختلفی ارائه شده است. کنترل شیمیایی به عنوان یکی از روش‌های اصلی مبارزه مطرح است. کاربرد گسترده این مواد علاوه بر خطرات زیست محیطی می‌تواند باعث کاهش کارایی آنها شده از اینرو لازم است که روش‌های جدید و مؤثری برای کنترل نماتدهای انگل گیاهی امتحان شوند. یکی از روش‌های مناسب و بسیار کم‌خطر برای نماتدهای ریشه‌گرهی استفاده از گیاهان و عصاره‌های آن‌ها می‌باشد. این روش علاوه بر اینکه توانایی بهبود حاصلخیزی و ساختمان خاک را دارند از لحاظ اقتصادی نیز کم‌هزینه و مقرون‌به‌صرفه می‌باشند و همچنین دارای کاربرد و روش استفاده آسانی می‌باشند (Qamar et al. 2005). گیاهان عالی دارای طیف گسترده‌ای از متابولیت‌های ثانویه مانند تانن‌ها، آلکالوئیدها، اسانس‌ها و ... می‌باشند که می‌توانند منجر به مسمومیت و مرگ نماتدها شوند. این مواد به دلیل اینکه دارای منشأ طبیعی هستند تجزیه‌پذیر بوده و موجب آلودگی محیط‌زیست نمی‌شوند (Tripathi 2005). استفاده از این گیاهان و ترکیبات فعال آن‌ها تأثیر سو کمتری بر موجودات غیرهدف و پستانداران دارد (Trivedi 2003). تحقیقات مختلفی در مورد تأثیر عصاره‌های گیاهی بر کنترل نماتدهای ریشه‌گرهی انجام شده است، از جمله تأثیر عصاره و پودر خشک ۱۳ گونه گیاهی بر روی فعالیت لاروهای سن دوم *M. javanica* و *Kofoid & White, 1919* در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه بر روی گیاه گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفته و مشخص شده که عصاره‌های ترخون، منداب و کرچک اثر بهتری علیه این دو گونه نماتد داشته است (Zandieh Shirazy & Karegar 2019). همچنین مشخص شده است که نعنای گربه‌ای، خاکشیر طبی و فرفیون از بین ۱۸ گونه گیاه موثرترین در کنترل نماتدهای ریشه‌گرهی *M. javanica* و *M. incognita* بودند (Hoseinipoor et al. 2025). در دیگر تحقیقات بیان شد که عصاره برگ بلوط با غلظت‌های مختلف اثر بازدارندگی در فاکتورهای تولید مثل نماتد ریشه‌گرهی داشته و سبب مرگ میر لاروها و کنترل نماتد می‌شود (Hashemi et al. 2017). تأثیر مثبت عصاره گیاهان پنیرک، شقایق و پوست سبز میوه گردو بر کنترل نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* مشخص شده است (Alikarami et al. 2017; Naserinasab et al. 2020). در حال حاضر از برخی از گیاهان بازدارنده مثل چریش و کنجد نماتدکش‌های گیاهی تولید و مورد استفاده قرار گرفته و اثرات مطلوبی بر کنترل نماتدها داشته است (Ogumo et al. 2019).

استخراج لارو و تخم نماتد

بوته ایجاد و پس از تلقیح بلافاصله پوشانیده شدند. عصاره ها با غلظت ۱۰٪، نمادکشی با غلظت ۱٪، طی دو مرحله به مقدار ۱۰ میلی لیتر به گلدان ها اضافه شدند. اولین مرحله افزودن تیمارها هفت روز بعد کشت نشا گوجه فرنگی انجام شد و بعد از گذشت یک ماه مجدداً تکرار شد. بعد از کشت گیاهان گلدان ها در گلخانه با دمای 28 ± 2 درجه سلسیوس گلدان ها بسته به نیاز آبی آبیاری شدند. بعد از ۹۰ روز اقدام به اندازه گیری شاخص های گیاهی از جمله ارتفاع بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه شد. در مورد شاخص های مربوط به نماتد بعد از استخراج لارو نماتدها از ۱۰۰ گرم خاک گلدان اقدام به شمارش نماتد استخراج شده به وسیله تشتک پتری مشبک و استرئومیکروسکوپ شد، تعداد گال های ایجاد شده در یک گرم ریشه شمارش شدند و بعد از استخراج تخم های درون یک گرم ریشه به روش Hussey & Barker (1973) شمارش شدند. همچنین ردیابی نماتدها درون بافت ریشه به وسیله رنگ آمیزی ریشه با محلول اسیدفوشین - لاکتوفنول انجام گرفت (Hooper, 1986).

محاسبات آماری

تجزیه و تحلیل آزمون های مختلف با استفاده از نرم افزار SPSS مدل ۲۶ انجام و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن و تجزیه واریانس بصورت فاکتوریل انجام گرفت.

نتایج

تجزیه واریانس اثر متقابل غلظت ها بر میزان مرگ و میر لارو و تفریح تخم در شرایط آزمایشگاه

همان گونه که در جدول شماره ۱ مشاهده می شود نوع عصاره گیاهی، غلظت عصاره گیاهی و مدت زمان بعد از تلقیح عصاره به تشتک پتری حاوی نماتد و همچنین اثر متقابل نوع عصاره گیاهی و غلظت عصاره گیاهی، اثر متقابل غلظت عصاره گیاهی و مدت زمان بعد از تلقیح عصاره به پتری حاوی نماتد در میزان مرگ و میر لارو سن دوم و میزان تفریح تخم نماتد موثر بوده و اختلاف معنی دار مشاهده می شود.

بررسی میزان تفریح تخم تحت تیمارهای مختلف در شرایط آزمایشگاهی

در مورد میزان تفریح تخم نماتد تحت تیمارهای مختلف در غلظت های مختلف با توجه به جدول شماره ۲ مقایسه میانگین ها

استخراج لاروها طبق روش (Whitehead & Hemming, 1965) انجام گرفت بدین صورت که وزن معینی از خاک با استفاده از یک لایه نازک دستمال کاغذی در داخل الک پلاستیکی گذاشته و در ظرف حاوی آب قرار گرفته و پس از گذشت ۴۸ ساعت نماتدها به تدریج در کف ظرف پایینی جمع شدند، با عبور درون ظرف از الک ۵۰۰ مش، لاروهای زنده نماتد جمع آوری شد. استخراج تخم نماتد طبق روش (Hussey & Barker, 1973) انجام گرفت، بدین صورت که ریشه های آلوده پس از شستشو با آب، درون خردکن ریخته شده و هیپوکلریت سدیم ۱٪ به آن اضافه شده و پس از چند دقیقه محتویات داخل خردکن به ترتیب روی الک های ۶۰ مش و ۵۰۰ مش ریخته شده و نهایتاً تخم های روی الک ۵۰۰ مش در یک ارلن ریخته شده و با آب مقطر به حجم رسانیده شده و تخم ها به استفاده از پتری شمارش، شمرده شده و با استفاده از تناسب ریاضی تعداد مورد نیاز مشخص گردید.

آزمون آزمایشگاهی

پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲۲ تیمار و در چهار تکرار در شرایط آزمایشگاهی که عبارت بودند از عصاره برگ چنار، عصاره برگ دافنه، عصاره برگ گردو، عصاره پوست سبز میوه گردو در پنج غلظت ۱/۵٪، ۱/۱٪، ۲/۵٪، ۵٪ و ۱۰٪ و نمادکشی اتمیک (Abamectin Aria 2% SC) شرکت آریا شبیمی ساخت کشور ایران با غلظت ۱٪ و شاهد انجام شد. به این منظور، درون تشتک های پتری به قطر شش سانتی متر سوسپانسیون حاوی 5 ± 100 لارو در آزمون مرگ و میر لاروها و سوسپانسیون تخم در آزمون تفریح تخم استفاده شد، مرگ و میر لاروهای نماتد در سه بازه زمانی یک، دو و سه روز و تفریح تخم ها در سه بازه زمانی سه، پنج و هفت روز بررسی شد.

آزمایش گلخانه ای

آزمایش گلخانه ای، در سال ۱۴۰۳-۱۴۰۴ در دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان صورت گرفت. آزمایش گلخانه ای به روش طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. به این منظور، نشاء گوجه فرنگی در گلدان های دارای خاک سترون، ماسه و کود پوسیده حیوانی به نسبت ۱:۱:۲ کاشته شدند. بعد از گذشت یک هفته از کشت نشاء گوجه فرنگی به هر گلدان سوسپانسیونی با جمعیت ۲۵۰۰ تخم و لارو نماتد تازه تفریح شده اضافه گردید. بدین صورت که سه حفره در عمق دو سانتی متری در خاک اطراف

مشاهده شد (بترتیب ۱۷٪، ۱۳٪ و ۹٪ نسبت به شاهد کاهش تفریخ تخم مشاهده شد). در غلظت‌های ۰/۵٪، ۱٪ و ۲/۵٪ و زمان‌های مختلف بیشترین کاهش تفریخ تخم در پوست سبز میوه گردو و کمترین کاهش تفریخ تخم در تیمار برگ چنار مشاهده شد، و در غلظت ۱۰٪ و ۵٪ اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد.

نشان داد که هر چه غلظت بیشتر می‌شود میزان تفریخ تخم کمتر می‌شود و می‌توان بیان کرد در غلظت ۱۰٪ و زمان سه روز بعد از تلقیح کمترین تفریخ تخم نماتدها در عصاره برگ دافنه مشاهده می‌شود (میزان تفریخ تخم نسبت به شاهد ۵ برابر کاهش یافته است). بیشترین تفریخ تخم در غلظت ۰/۵٪ در زمان هفت روز بعد از تلقیح در عصاره برگ چنار و برگ گردو و دافنه

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر متقابل تیمارهای مختلف عصاره، غلظت و زمان بر مرگ و میر لارو سن دوم و تفریخ تخم نماتد *Meloidogyne javanica* در شرایط آزمایشگاه.

Table 1. Analysis of variance of the interaction of different treatment of plant extracts, time and concentration on second-stage larva mortality and egg hatching of *Meloidogyne javanica* under laboratory conditions.

Source	Second-stage mortality				Egg hatching			
	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	Sig.	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	Sig.
Corrected Model	145766.061 ^a	59	2470.611	.000	78144.244 ^a	59	1324.479	.000
Intercept	801734.272	1	801734.272	.000	155702.422	1	155702.422	.000
Extract	10659.306	3	3553.102	.000	8664.111	3	2888.037	.000
Concentration	119904.367	4	29976.092	.000	51535.244	4	12883.811	.000
Time	4678.411	2	2339.206	.000	8654.711	2	4327.356	.000
Extract*Concentration	9725.056	12	810.421	.000	4506.000	12	375.500	.000
Extract*Concentration*Time	260.056	30	8.669	1.000	2250.556	30	75.019	.103
Concentration*Time	538.867	8	67.358	.047	2533.622	8	316.703	.000
Error	3954.667	120	32.956		6421.333	120	53.511	
Total	951455.000	180			240268.000	180		
Corrected Total	149720.728	179			84565.578	179		

عصاره چنار (به‌ترتیب با ۸۱٪، ۵۰٪ و ۳۰٪ افزایش نسبت به شاهد با نماتد) و کمترین مربوط به عصاره برگ گردو (به‌ترتیب با ۳۷٪ افزایش، ۱۱٪ افزایش و ۲۱٪ کاهش نسبت به شاهد با نماتد) می‌باشد. بیشترین طول ریشه مربوط به تیمار عصاره برگ گردو و کمترین تیمار عصاره دافنه (به‌ترتیب ۹۴٪ و ۲۲٪ افزایش نسبت به شاهد با نماتد) می‌باشد. بیشترین وزن تر و خشک ریشه مربوط به تیمار عصاره پوست سبز میوه گردو (به‌ترتیب ۵۲٪ افزایش و ۸٪ کاهش نسبت به شاهد با نماتد) و کمترین مربوط به عصاره دافنه (به‌ترتیب ۵۶٪ و ۶۱٪ کاهش نسبت به شاهد با نماتد) می‌باشد.

شاخصه‌های بیماری‌زایی و جمعیت نماتد در گلخانه

بیشترین تعداد گال در یک گرم ریشه بعد از شاهد بدون عصاره و سم مربوط به تیمار عصاره برگ گردو (۶۱٪ کاهش نسبت به شاهد با نماتد) و کمترین تعداد گال بعد از تیمار نماتدکش اتمیک مربوط به عصاره‌های دافنه و چنار و میوه سبز گردو بود (بترتیب ۷۵٪، ۷۴٪ و ۷۰٪ کاهش نسبت به شاهد با نماتد) بود. در مورد تعداد تخم در گرم ریشه بیشترین تعداد تخم

بررسی مرگ و میر لاروها تحت تیمارهای مختلف در شرایط آزمایشگاهی

با توجه به مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) مشخص شد که هر چه غلظت و زمان بیشتر می‌شود مرگ و میر لاروهای سن دوم افزایش می‌یابد و می‌توان بیان کرد در غلظت ۱۰٪ و زمان ۷۲ ساعت بعد از تلقیح حداکثر مرگ و میر لاروها مشاهده می‌شود (مرگ و میر لاروها ۵ برابر نسبت به شاهد افزایش نشان داد)، کمترین مرگ و میر لارو در زمان ۲۴ ساعت در غلظت ۰/۵٪ مشاهده شد (مرگ و میر لارو ۲/۸ برابر نسبت به شاهد افزایش نشان داد). در غلظت‌های ۰/۵٪، ۱٪ و ۲/۵٪ و زمان‌های مختلف بیشترین مرگ و میر در پوست سبز میوه گردو و کمترین در تیمار برگ گردو مشاهده شد، و در غلظت ۱۰٪ و ۵٪ اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد.

بررسی شاخصه‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی تحت تیمارهای مختلف در شرایط گلخانه‌ای

همانگونه که در جدول ۳ و مقایسه میانگین‌ها مشاهده می‌شود. در شرایط گلخانه بیشترین طول اندام هوایی مربوط به عصاره دافنه و بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی مربوط به

به تیمار برگ گردو (۵۲٪ کاهش نسبت به شاهد با نماتد) و کمترین تعداد لارو بعد از نماتدکش اتمیک، مربوط به عصاره چنار (۶۸٪ کاهش نسبت به شاهد با نماتد) می باشد ولی بین چهار عصاره اختلاف معنی داری در تعداد لارو در یک کیلو گرم خاک مشاهده نشد.

در گرم ریشه بعد از تیمار شاهد نماتد بدون عصاره و سم مربوط مربوط به عصاره برگ گردو (۷۱٪ کاهش نسبت به شاهد با نماتد) و کمترین تعداد تخم بعد از نماتدکش اتمیک مربوط به عصاره برگ چنار (۶۶٪ کاهش نسبت به شاهد با نماتد) می باشد ولی اختلاف معنی داری بین چهار عصاره مشاهده نمی شود. بیشترین تعداد لارو در خاک بعد از تیمار شاهد بدون عصاره و سم مربوط

جدول ۲. مقایسه میانگین مرگ و میر لارو سن دوم و تفریخ تخم نماتد *Meloidogyne javanica* تحت تیمارهای مختلف عصاره، غلظت و زمان در شرایط آزمایشگاهی.

Table 2. Comparison of the second-stage larva mortality and egg hatching of *Meloidogyne javanica* under different treatment of plant extracts, time and concentration in laboratory condition.

Treatments	Concentration	J2 mortality			Egg hatching		
		24 h	48 h	72 h	3 day	5 day	7 day
Daphne leaf	0.5 %	17 ^j	22 ^k	29 ⁱ	37 ⁱ	56 ^f	79 ^{ij}
	1%	32 ^{hi}	41 ^{gh}	49 ^{ef}	35 ^{hi}	48 ^f	54 ^{gh}
	2.5%	76 ^e	82 ^d	88 ^b	17 ^{de}	30 ^d	45 ^{fg}
	5%	83 ^{bcde}	91 ^{abc}	98 ^a	3 ^{ab}	16 ^{bc}	24 ^{bcde}
	10%	90 ^{abc}	96 ^a	99 ^a	1 ^a	4 ^{ab}	6 ^a
Plane leaf	0.5 %	27 ^{ij}	33 ^{hij}	38 ^{gh}	32 ^{ghi}	55 ^f	72 ⁱ
	1%	29 ⁱ	35 ^{hi}	45 ^{fg}	36 ^{hi}	53 ^f	68 ^{hi}
	2.5%	42 ^{gh}	51 ^f	58 ^d	26 ^{fg}	44 ^{ef}	54 ^{gh}
	5%	78 ^{de}	85 ^{cd}	94 ^{ab}	17 ^{de}	23 ^{cd}	30 ^{cdef}
	10%	93 ^{ab}	98 ^a	100 ^a	10 ^{abcd}	13 ^{abc}	13 ^{ab}
Walnut leaf	0.5 %	17 ^j	24 ^k	31 ^h	47 ^j	67 ^g	67 ^{hi}
	1%	23 ^{ij}	29 ^{ijk}	38 ^{gh}	45 ^j	51 ^f	67 ^{hi}
	2.5%	47 ^{fg}	55 ^f	60 ^d	24 ^{ef}	27 ^d	31 ^{def}
	5%	89 ^{abcd}	94 ^{ab}	99 ^a	11 ^{bcd}	14 ^{abc}	16 ^{abcd}
	10%	97 ^a	100 ^a	100 ^a	3 ^{ab}	4 ^{ab}	5 ^a
Walnut fruit	0.5 %	40 ^{gh}	47 ^{fg}	56 ^{de}	29 ^{fgh}	34 ^{de}	40 ^{fg}
	1%	54 ^f	65 ^e	78 ^c	15 ^{cd}	23 ^{cd}	36 ^{ef}
	2.5%	80 ^{cde}	87 ^{bcd}	94 ^{ab}	8 ^{abc}	11 ^{ab}	23 ^{bcde}
	5%	93 ^{ab}	97 ^a	99 ^a	9 ^{abcd}	13 ^{abc}	14 ^{abc}
	10%	97 ^a	100 ^a	100 ^a	4 ^{ab}	4 ^a	4 ^a
Atomic		74 ^e	82 ^d	93 ^{ab}	5 ^{ab}	9 ^{ab}	13 ^{ab}
Control		6 ^k	8 ^l	19 ^j	71 ^k	84 ^h	87 ⁱ

Values followed by the same letters in each column based on the Duncan test are not significantly different ($P \leq 0.05$). The letters of the columns are independent of each other and are written based on the desirability of the trait being evaluated.

جدول ۳. تاثیر تیمارهای مختلف بر ارتفاع، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه گیاه گوجه فرنگی در شرایط گلخانه.

Table 3. The effect of different treatments on the height, fresh and dry weight of shoot and root tomato plants in greenhouse conditions.

Treatment	shoot height	fresh shoot weight	dry shoot weight	Root height	fresh root weight	Dry root weight
Daphne leaf	67 ^a	51 ^{ab}	7.6 ^a	22 ^c	3.6 ^d	0.5 ^d
Plane leaf	60 ^{ab}	54 ^a	8.2 ^a	29 ^b	5 ^{cd}	0.8 ^{bc}
Walnut leaf	51 ^{bc}	40 ^{ab}	5.1 ^a	35 ^{ab}	7.8 ^{cd}	0.6 ^{cd}
Walnut fruit	57 ^{abc}	47 ^{ab}	7.9 ^a	30 ^b	12.5 ^{ab}	1.2 ^{ab}
Atomic	48 ^c	44 ^{ab}	8 ^a	30 ^b	9 ^{abc}	1 ^{ab}
Control-Nematode	37 ^d	36 ^b	6.5 ^a	18 ^c	8.2 ^{bc}	0.9 ^{bc}
Control	54 ^{bc}	54 ^a	8.6 ^a	38 ^a	13 ^a	1.3 ^a

Values followed by the same letters in each column based on the Duncan test are not significantly different ($P \leq 0.05$).

جدول ۴. تاثیر تیمارهای مختلف بر تعداد گال و تخم در گرم ریشه و تعداد لارو در یک کیلوگرم خاک گیاه گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه.

Table 4. The effect of different treatments on the number of galls and eggs per gram of root and number of larvae per 1 kg of soil in tomato plant under greenhouse conditions.

Treatment	Number of galls per gram of root	Number of eggs per gram of root	number of larvae per 1kg of soil
Daphne leaf	43 ^b	3000 ^b	945 ^b
Plane leaf	42 ^b	2625 ^b	920 ^b
Walnut leaf	65 ^b	3033 ^b	1400 ^b
Walnut fruit	50 ^b	2666 ^b	1000 ^b
Atomic	20 ^a	833 ^a	230 ^a
Control-Nematode	170 ^c	9175 ^c	2950 ^c

Values followed by the same letters in each column based on the Duncan test are not significantly different ($P \leq 0.05$). (The letters of the columns are independent of each other and are written based on the desirability of the trait being evaluated).

بحث

مرگ و میر لاروها را سبب شده است (Hoseinpour *et al.* 2025)

و یا دیگر تحقیقات مرتبط (Dos *et al.* 2003; Alikarami *et al.* 2017). در شرایط گلخانه با توجه به نتایج شاخص‌های رشدی مشخص شد که بیشترین رشد در ارتفاع اندام هوایی در تیمار عصاره دافنه، بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی در تیمار عصاره چنار، بیشترین طول ریشه در تیمار عصاره برگ گردو و بیشترین وزن تر و خشک ریشه در تیمار عصاره پوست سبز میوه گردو مشاهده شد، همچنین کمترین رشد اندام هوایی و زیرزمینی گیاه به ترتیب در عصاره برگ گردو و برگ دافنه مشاهده شد، علاوه بر این تحقیق در برخی دیگر از تحقیقات تاثیر مثبت عصاره‌های گیاهی بر رشد گیاهان بیان شده است (Alikarami *et al.* 2017; Naserinasab *et al.* 2020). در مورد تاثیر عصاره‌های مختلف بر شاخصه‌های جمعیتی نماتد در گلخانه مشخص شد که هر چهار عصاره توانایی کنترل و کاهش تعداد گال، تعداد تخم درون ریشه و تعداد لارو در خاک را دارند و تمام فاکتورهای فوق حداقل نسبت به شاهد با نماتد بترتیب ۶۲٪، ۷۱٪ و ۵۲٪ کاهش یافته‌اند و تاثیر مثبت این عصاره‌ها بر کنترل جمعیت نماتد را نشان داد ولی اختلاف معنی داری فاحشی در بین چهار عصاره دیده نشد. نتایج مشابهی توسط دیگر محققین بر روی شاخص جمعیتی نماتد ریشه گرهی تحت تاثیر عصاره‌های مختلف گزارش شده است (Alikarami *et al.* 2017; Anvar & Alam 1996; Naserinasab *et al.* 2020)

ترکیبات مختلفی بر نماتدها اثر دارند و پایداری در نظر داشت که مکانیسم تاثیر آنها بر نماتدها یکسان نیست. برخی از عصاره‌ها به طور مستقیم باعث مرگ نماتدها می‌شوند برخی دیگر باعث کاهش فعالیت نماتدها شده ولی آنها را نمی‌کشند به عنوان نمونه اثر منفی عصاره بذر کرچک بر نماتدهای ریشه گرهی می‌تواند به دلیل وجود مواد سمی موجود در آن از قبیل ریسین باشد (Marahatta *et al.* 2012). مواد ضد نماتدی دوستدار محیط زیست از جمله عصاره‌های گیاهی، ترکیبات

بیش از نیم‌قرن است که اثر ترکیبات گیاهی و متابولیت‌های آنها در کنترل نماتدهای انگل گیاهی مورد مطالعه قرار گرفته است. انواع ترکیبات گیاهی که برای نماتدها خاصیت آنتاگونیستی دارند شامل آلفا ترپینیل در گونه‌های مختلف گل جعفری، ایزوتیوسیانیدها و گلوکوزینولات‌ها در گیاهان تیره کلم، پلی‌استیلن‌ها در آستراسه، آلکالوئیدها، دیترپن‌ها، تری‌ترپن‌ها، کوآزینوئیدها، استروئیدها، ترپنوئیدها اسیدهای چرب و مشتقات آنها، فنول‌ها، گلیکوزیدهای سیانوزنیک، سسکوئیترپنوئیدها و تینیل‌ها از دیگر ترکیبات آنتاگونیستی گیاهان می‌باشند، از آنجایی که برخی از گیاهان قادر به تولید مقادیر زیادی متابولیت ثانویه هستند، ممکن است در داخل خاک برای نماتدها سمیت فیتوشیمیایی ایجاد شود (Ruess *et al.* 1998; Zandeye shirazi & Karegar 2019). وجود ترکیبات فنولی و فلاونوئیدها در عصاره پوست سبز میوه گردو به اثبات رسیده است (Stampar *et al.* 2006). همچنین در برگ چنار ترکیبات مختلفی استخراج شده که مهمترین آنها n-هگزادکانوئیک اسید، هپتادکان-۸-کربوئیک اسید، اکتادکانوئیک اسید و ویتامین E از جمله مهمترین آنهاست (Ebadi 2022). در این پژوهش در شرایط آزمایشگاه مشخص شد که عصاره پوست سبز میوه گردو و عصاره دافنه به نسبت بهتر از عصاره چنار و برگ گردو باعث مرگ و میر لاروهای سن دوم و مانع از تفریخ تخم نماتد می‌شوند و هر چه غلظت و زمان بیشتر می‌شود نسبت به شاهد مرگ و میر لاروهای سن دوم بیشتر تفریخ تخم کاهش می‌یابد. نتایج این پژوهش با دیگر پژوهش‌ها همسو بود، از جمله در یک تحقیق بیان شده است که عصاره آبی پوست سبز میوه گردو در غلظت ۲۰٪ و ۲۵٪ موجب مرگ ۱۰۰٪ لاروها و کاهش ۷۵٪ تفریخ تخم‌ها شده است (Naserinasab *et al.* 2020) و همچنین بیان شده که عصاره تاج خروس ۹۸/۳٪

سپاسگزاری

نویسندگان از شورای محترم آموزشی و پژوهشی دانشگاه لرستان به جهت تامین شرایط انجام این پژوهش قدردانی می‌نمایند.

References

- Alikarami M, Charegani H, Abdollahi M, 2017. Nematocidal activity of some plant extract on root-knot nematode on tomato (*Solanum lycopersicum*) in vitro and in vivo condotions. *Iranian Journal of Plant Protection Science* 48(2): 317–326 (In Persian with English abstract).
- Anvar S, Alam MM, 1996. Effect of some oil-seed cakes against *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* infecting okra. *Annals of Plant Protection Sciences* 4:176–178.
- Azizi K, 2023. Effect of wood vinegar, Chloro carboxylic acid and sodium dioctyl sulfosuccinate against *Pratylenchoides ritteri* on chickpea. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)* 45(4): 77–82 DOI. [10.22055/ppr.2023.17998](https://doi.org/10.22055/ppr.2023.17998) (In Persian with English abstract).
- Bazgir M, Mirzaei Najafgholi H, Azizi K, Rouhani N, Alymanesh M, 2024. The effect of plant growth-promoting bacteria on Cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) under laboratory and greenhouse conditions. *Biocontrol in Plant Protection* 11(1): 83–96. DOI. [10.22092/bcpp.2024.365659.365](https://doi.org/10.22092/bcpp.2024.365659.365) (In Persian with English abstract).
- Charehgani H, 2020. Effect of wood vinegar, humic acid and effective microorganisms against *Meloidogyne javanica* on tomato. *Plant Pathology Science* 9(2): 73–84 (In Persian with English abstract).
- Dos S, Costa R, Santos A, Ryan MF, 2003. Effect of *Artemisia vulgaris* rhizome extracts on hatching, mortality and plant infectivity of *Meloidogyne megadora*. *Journal of Nematology* 35 (4): 437–442.
- Ebadi SE, 2022. identification and comparison of organic chemical components in leaves of the planted Elder Pine (*Pinus eldarica*) and Sycamore (*Platanus orientalis*) using GC-MS methods. *Iranian Journal of Wood & Paper Science Research* 37(3): 261–270 (In Persian with English abstract).
- FAO, 2025. With major processing by Our World in Data. “Tomato production – UN FAO” [dataset]. Food and Agriculture Organization of the United Nations, “Production: Crops and livestock products” [original data]. Retrieved June 20, 2026 from <https://archive.ourworldindata.org/20260518-090244/grapher/tomato-production.html>
- Hadipoor M, Mirzaei Najafgholi H, Azizi K, 2025a. Effect of *Pseudomonas flourescens*, *Stenotrophomonas* sp. and chloro carboxylic acid on the root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*). *Biocontrol in Plant Protection* 11(2): 67–80 (In Persian with English abstract).
- Hadipoor M, Mirzaei Najafgholi H, Azizi K, 2025b. Biological control of root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on tomato plant by some plant growth promoting bacteria (PGPRs). *Journal of Applied Research in Plant Protection* 14 (3): 239–250. <https://dx.doi.org/10.22034/arpp.2025.19831> (In Persian with English abstract).
- Hashemi S, Abdollahi M, Charehgani H, 2017. Inhibitory effect of *Quercus brantii* L. extract on *Meloidogyne javanica*, the causal agent of root-knot disease, in tomato plants. *Iranian Journal of Medicinal & Aromatic Plants* 33(1): 39–50. (in Persian with English abstract)
- Hooper DJ, 1986. Preserving and staining nematodes in plant tissues. In: Southey JF (eds). *Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes*. 6th edn, Her Majesty’s Stationery Office, London. Pp. 81–85.
- Hoseinpoor R, Karegar A, Hamzehzarghani H, 2025. Effects of plant shoots extracts on egg hatching and mortality of second-stage juvenile of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* under laboratory conditions. *Iranian Journal of Nematology* 1(2): 215–231.
- Hussey RS, Barker KR, 1973. A comparison of methods of collecting inoculation of *Meloidogyne* species, including a new technique. *Plant Disease* 57: 1025–

1028.

- Hussey RS, Janssen GJW, 2002. Root –knot nematodes: *Meloidogyne* species. In: Starr JL, Cook R, Bridge J (eds). Plant resistance to parasitic nematodes. CAB International, Wallingford, Oxon, UK: Pp. 43- 70.
- Karssen G, 2002. The plant-parasitic nematode genus *Meloidogyne* Goldi, 1892 (Tylenchida) in Europe. Brill, Leiden, Netherlands. 157pp.
- Khalil MS, Darwesh DM, 2018. Some integrated practices to manage root-knot nematodes on tomatoes: a mini review. *Innovation Technology Agriculture* 3: 618–625.
- Liu G, Lin X, Xu S, Liu G, Liu F, *et al.*, 2020. Screening, identification and application of soil bacteria with nematicidal activity against root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on tomato. *Pest Management Science* 76(6): 2217–2224.
- Marahatta SP, Wang K, Sipe BS, Cerruti RR, Hooks CRR, 2012. Effects of *Tagetes patula* on active and inactive stages of root-knot nematodes. *Journal of Nematology* 44(1): 26–30.
- Nasiri M, Azizi K, Hamzehzarghani H, Ghaderi R, 2013. Studies on the nematicidal activity of stinging nettle (*Urtica dioica*) on plant parasitic nematodes. *Archives of Phytopathology & Plant Protection* 47(5): 591–599.
- Naserinasab F, Heydari R, Sanjarian F, Rakhshandehroo F, 2020. The effect of aqueous extract of walnut green shell against root knot nematode *Meloidogyne javanica* and growth characters of tomato. *Journal of Research in Plant Pathology* 6(1): 1–16 (in Persian with English abstract).
- Ogumo EO, Muiru WM, Kimenju JW, Mukunya DM, 2019. Assessment of the potential of eco-friendly nematicides in the management of root-knot nematodes on French beans in Kenya. *Current Agriculture Research Journal* 7: 62–67.
- Oka Y, Nacar S, Putievsky E, Ravid U, Zohara Z, *et al.*, 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. *Phytopathology* 90: 710–715.
- Qamar FS, Begum A, Siddiqui BS, 2005. Nematicidal natural products from the aerial parts of *Lantana camara* Linn. *Natural Product Research* 19(6): 609–613.
- Ruess L, Michelsen A, Schmidt IK, Jonasson S, Dighton J, 1998. Soil nematode fauna of a subarctic heath: potential nematicidal action of plant leaf extracts. *Applied Soil Ecology* 7(2): 111–124.
- Sharma IP, Sharma AK, 2015. Effects of initial inoculums levels of *Meloidogyne incognita* J2 on development and growth of Tomato cv. PT-3 under control conditions. *African Journal of Microbiology Research* 9(20): 1376–1380.
- Stampar F, Solar A, Hudna M, Veberic R, Colaric M, 2006. Traditional walnut liguer- cocktail of phenolics. *Food Chemistry* 95(4): 627–631.
- Tripathi P, 2005. Botanical Pesticide in Management of Post Harvest Fruit Disease, Delhi Daya publishing, India. 174 pp.
- Trivedi PC, 2003. Plant Protection: A Biocontrol Approach, Avishkar Publishers Distributors, India, 384 pp.
- Whitehead AD, Hemming JR, 1965. A comparison of some quantitative methods of extracting small and vermiform nematodes from soil. *Annals of Applied Biology* 55: 25–38
- Zandeye shirazi L, Karegar A, 2019. Effect of aqueous extracts and dry powder of some plants on the root-knot nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* under greenhouse conditions. *Iranian Journal of Plant Pathology* 55 (2): 129–148 (in Persian with English abstract).