Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)
48(2), Summer, 2025
10.22055/ppr.2025.49273.1801

Effect of tea seed extract on the activity of kiwifruit root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in vitro and greenhouse conditions

S. Rahemi [1*], A. Seraji [2], E. Kahneh [3], S. Safaei Chaeikar [4]

1. ***Corresponding Author:** M.Sc. Graduate of Plant Pathology, Deylaman Institute of Higher Education, Lahijan, Guilan, Iran (s.rahemi2328@gmail.com)
2. Assistant Professor of Plant Pathology- Nematology, Tea Research Center, Horticultural Science Research Institute; Agricultural Research, Education and Extension Organization, Lahijan, Guilan, Iran
3. Assistant Professor of Soil science, Tea Research Center, Horticultural Science Research Institute; Agricultural Research, Education and Extension Organization, Lahijan, Guilan, Iran
4. Assistant Professor of Plant Breeding, Tea Research Center, Horticultural Science Research Institute; Agricultural Research, Education and Extension Organization, Lahijan, Guilan, Iran

Received: 18 March 2025 Revised: 26 May 2025 Accepted: 4 June 2025

Abstract

Background and Objectives

Root-knot nematodes are among the most significant plant pathogens affecting kiwifruit (*Actinidia deliciosa*), causing substantial economic losses annually worldwide, including in Iran. Methods for controlling this nematode include using healthy and certified seedlings, chemical pesticide treatment, soil disinfection, resistant cultivars, chemical sprays, and biological control. Given the necessity of reducing chemical pesticide use in managing plant diseases, including nematodes in kiwifruit, exploring alternative control methods, such as plant extracts, is of great importance. Considering the region's widespread distribution of root-knot nematodes, biological management strategies can serve as a viable alternative to chemical pesticides and complement integrated nematode management efforts.

Materials and Methods

To evaluate the effect of tea seed extract on *M. incognita* nematode in kiwi, nematodes were propagated on the susceptible tomato cultivar (Early Orbana Y), and a pure and abundant population was obtained. Different concentrations of tea seed extract (2.5%, 5%, 7.5%, 10%, and 15%) were then prepared, and laboratory studies were conducted in a factorial design at four time intervals: 24, 48, 72, and 96 hours. The mortality rate of second-stage larvae and nematode egg hatching were assessed. In greenhouse studies, kiwi seedlings inoculated with *M. incognita* were treated with tea seed extract at the concentrations above. Three months after the last treatment application, the seedlings were transferred from the greenhouse to the laboratory. Plant growth indices, including height, number of lateral branches, root fresh weight, root volume, root length, chlorophyll content, and shoot fresh and dry weight, as well as nematode pathogenicity indices such as the average number of galls, the number of second-stage larvae per 100 grams of soil, and the number of adult females per gram of root, were measured.

Results
Laboratory studies showed that concentrations of 7.5%, 10%, and 15% tea seed extract resulted in 100% mortality of second-stage larvae and inhibited the hatching of *M. incognita* nematode eggs within the earliest time point of 24 hours. Also, in the greenhouse, a 15% concentration of tea seed extract enhanced plant growth indices and decreased nematode pathogenicity indices. Notably, in some indicators, a concentration of 10% also showed some effectiveness. Based on the results obtained, tea seed extract at a concentration of 15% can be recommended as the optimal concentration and an effective strategy for controlling root-knot nematodes in kiwifruit.
Discussion
Generally, the results of this research indicated that using 10% and 15% concentrations of tea seed extract by enhancing the growth indices of kiwi and weakening the vital and biological activities of the root-knot nematode *M. incognita*, leads to a reduction in the pathogenicity indices of the nematode. The present study's findings align with and confirm many similar studies conducted by researchers in previous years. The approach based on using plant extracts can be regarded as a promising strategy for the non-chemical control of root-knot nematodes *Meloidogyne* spp., as it reduces the reliance on chemical pesticides and ultimately prevents environmental hazards.

Keywords: Biological control, Damage, Management, Nematode

Associate editor: S. Azimi (Ph.D.)

Citation: Rahemi, R., Seraji, A., Kahneh, E. & Safaei Chaeikar, S. (2025). Effect of Tea Seed Extract on the Activity of Kiwifruit Root-knot Nematode (*Meloidogyne incognita*) In vitro and Greenhouse Conditions. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 48*(2), 97-113. https://doi.org/ 10.22055/ppr.2025.49273.1801.

گیاه‌پزشکی (مجله علمی کشاورزی)
جلد ۴۸، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴

10.22055/ppr.2025.49273.1801

تأثیر عصاره‌ی بذر چای بر فعالیت نماتد ریشه گرهی کیوی (*Meloidogyne incognita*) در شرایط آزمایشگاه و گلخانه

سیتا راحمی [۱*]، علی سراجی [۲]، احسان کهنهء [۳]، صنم صفائی چائی کار [۴]

۱- * **نویسنده مسوول:** دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی گیاهی، مؤسسه آموزش عالی غیرانتفاعی دیلمان، لاهیجان، گیلان، ایران (s.rahemi2328@gmail.com)

۲- استادیار بیماری‌شناسی گیاهی- نماتدشناسی، پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، گیلان، ایران

۳- استادیار خاکشناسی، پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، گیلان، ایران

۴- استادیار اصلاح نباتات، پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، گیلان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۸ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۳/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۴

چکیده

نماتدهای ریشه گرهی از مهم‌ترین عوامل بیماری‌زای گیاهی در کیوی (*Actinidia deliciosa*) بوده که در سراسر جهان و ازجمله ایران، خسارت اقتصادی زیادی وارد می‌نمایند. به‌منظور ارزیابی تأثیر عصاره‌ی بذر چای روی نماتد *Meloidogyne incognita* در کیوی، پس از تکثیر نماتد روی رقم حساس گوجه‌فرنگی (Early Orbana Y) و تهیه‌ی جمعیت خالص، غلظت‌های مختلف عصاره‌ی بذر چای (۲/۵، پنج، ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) مورد آزمون قرار گرفت. مطالعات آزمایشگاهی در به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی و در چهار بازه زمانی ۲٤، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ ساعت انجام و میزان مرگ و میر لاروهای سن دوم و تفریخ تخم نماتد، بررسی گردید. در مطالعات گلخانه‌ای، با مایه‌زنی نهال‌های کیوی آلوده به *M. incognita* با عصاره‌ی بذر چای در غلظت‌های مذکور تیمار شدند و پس از گذشت سه ماه، شاخص‌های رشدی گیاه مانند ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی، وزن تر ریشه، حجم ریشه، طول ریشه، میزان کلروفیل و وزن تر و خشک شاخساره و هم‌چنین شاخص‌های بیماری‌زایی نماتد شامل میانگین تعداد گال، تعداد لاروهای سن دوم در ۱۰۰ گرم خاک و تعداد ماده‌های بالغ در یک گرم ریشه، اندازه‌گیری شدند. نتایج مطالعات آزمایشگاهی نشان داد که استفاده از غلظت‌های ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ درصد عصاره‌ی بذر چای سبب مرگ و میر ۱۰۰ درصدی لاروهای سن دوم و ممانعت از تفریخ تخم نماتد *M. incognita* از همان بازه زمانی ابتدایی و پس از گذشت ۲٤ ساعت گردید. هم‌چنین در گلخانه، استفاده از غلظت ۱۵ درصد عصاره‌ی بذر چای، سبب افزایش شاخص‌های رشدی گیاه و کاهش شاخص‌های بیماری‌زایی نماتد شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، استفاده از عصاره‌ی بذر چای به‌عنوان یک راهکار در برنامه مدیریت تلفیقی نماتد ریشه‌گرهی در کیوی، قابل طرح خواهد بود.

کلیدواژه‌ها: خسارت، مدیریت، مهار زیستی، نماتد

دبیر تخصصی: دکتر صدیقه عظیمی

مقدمه

کیوی با نام علمی *Actinidia deliciousa* (A Chev.) C. F. Liang & A. R. Ferguson، گیاهی دوپایه متعلق به خانواده *Actinidiaceae* است که از دو دهه‌ی گذشته، به‌عنوان یکی از محبوب‌ترین میوه‌های آنتی‌اکسیدان دار سرشار از مواد مغذی، مواد معدنی و ویتامین‌ها شناخته می‌شود (Satpal et al., 2021). این محصول به‌دلیل سازگاری گسترده اقلیمی، زودباردهی، ارزش غذایی بالا و کاربردهای پزشکی، امروزه شهرت جهانی بسیار زیادی پیدا نموده و در بسیاری از کشورهای جهان، ازجمله ایران، تولید این محصول به‌علت افزایش تقاضا، به‌سرعت در حال گسترش است (Kim et al., 2018). با این حال، آفات و بیماری‌های مختلفی، میزان تولید آن را محدود نموده است. از مهم‌ترین و مخرب‌ترین عوامل خسارت‌زا در این محصول، نماتدهای ریشه گرهی *Meloidogyne* spp. است. این نماتدها، دارای اهمیت اقتصادی زیادی بوده و پراکنش و دامنه‌ی میزبانی وسیعی دارند؛ به‌طوری‌که قادرند روی گونه‌های گیاهی مختلف ایجاد خسارت نمایند (Lamberti et al., 2002). استفاده از ترکیبات شیمیایی مختلف از جمله؛ متیل بروماید، دازومت، کلروپیکرین، اتیلن دی بروماید اگرچه در مواردی سبب کاهش جمعیت این نماتد شده، اما به‌دلیل هزینه‌های بالا، ماندگاری طولانی‌مدت در خاک و مخاطرات زیست‌محیطی، کاربرد آن‌ها محدود گردیده است (Zhang et al., 2018).

استفاده از ترشحات ریشه‌ای، عصاره‌ها، کنجاله و ضایعات گیاهان دارویی و سمی به‌دلیل برخورداری از ویژگی‌هایی چون مکانیسم عمل اختصاصی، طیف اثر محدود و قابلیت تجزیه به متابولیت‌های غیرسمی، به‌عنوان یک شیوه‌ی جدید مدیریتی در کنترل نماتدهای انگل گیاهی مطرح می‌باشد (Javaneh et al., 2008). بذر چای دارای ترکیبات مختلف نماتدکشی از قبیل ساپونین می‌باشد که در سال‌های اخیر، استفاده از آن به‌منظور کنترل عوامل بیماری‌زا، مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. ساپونین‌ها گروه بزرگی از متابولیت‌های ثانویه هستند که عمدتاً شامل تریترپنوئیدها[1]، استروئیدها[2] یا گلوکوزیدهای[3] استروئیدی آلکالوئیدی که یک یا چند زنجیره‌ی قندی آب‌گریز به آن‌ها متصل است، هستند و در بیش از ۱۰۰ خانواده از گیاهان، وجود دارند (Moses et al., 2014). ساپونین‌ها ترکیبات آلی هستند که به‌راحتی به اجزاء تجزیه‌پذیر تبدیل شده و سبب کاهش بروز مقاومت در عوامل بیماری‌زا می‌شوند و می‌توانند جایگزین سموم پرخطر گردند (Geyter et al., 2007). استخراج ساپونین از گونه گیاهی *Camellia oleifera* صورت گرفته و فعالت آنتی اکسیدانی آن به اثبات رسیده است (Jie et al., 2012). ساپونین‌ها با نفوذ در بدن نماتد، از فعالیت آنزیم استیل‌کولین‌استراز و استرازهای شبیه کولین‌استراز جلوگیری می‌کنند. بر همین اساس، بازدارنده‌های استیل‌کولین‌استراز موجب اختلال در فعالیت‌های حیاتی سلول و هم‌چنین عدم تحرک نماتد شده و نیز سبب ایجاد تأخیر در مراحل جلدانداری نماتد می‌گردند (Nelmes, 1970). اثر بازدارندگی عصاره‌های گیاهی مختلف روی نماتدهای ریشه گرهی *Meloidogyne* spp. ممکن است به‌دلیل وجود مواد شیمیایی موجود در آن‌ها باشد که روی رشد جنین تأثیر گذاشته و یا سبب کشته شدن جنین موجود در تخم‌ها شده و حتی ممکن است توده تخم‌ها را در خود حل نماید (Adegbite & Adesiyan, 2005).

تاکنون مطالعات مختلفی در خصوص تأثیر عصاره‌های گیاهی روی نماتدهای ریشه گرهی صورت گرفته است. استفاده از عصاره‌ی میوه‌ی زیتون تلخ علیه لاروهای سن دوم نماتد *M. incognita* (Kofoid & White, 1919) در شرایط آزمایشگاهی، فعالیت نماتدکشی قابل‌توجهی از خود نشان داد (Aoudia et al., 2012). با افزایش غلظت عصاره‌ی

1- Triterpenoids
2- Steroids
3- Glucosides

گیاهان پنیرک، شقایق و پوست میوه‌ی گردو، شاخص‌های بیماری‌زایی نماتد ریشه گرهی *M. javanica* در گوجه‌فرنگی کاهش یافت (Tibugari et al., 2012). نتایج حاصل از یک تحقیق بیان‌گر این بود که در شرایط آزمایشگاهی، استفاده از عصاره‌ی بذر چای، اثر نماتدکشی خوبی علیه *M. javanica* در موز دارد؛ به‌طوری‌که پس از گذشت ۷۲ ساعت، تخم‌های نماتد از بین رفته و لاروهای سن دوم بی‌حرکت شدند. ترکیبات نماتدکش عصاره‌ی بذر چای، شامل ساپونین‌ها و هم‌چنین هشت نوع از ترکیبات فرار و نماتدکش از قبیل ۴-متیل فنول بودند. هم‌چنین مطالعات گلخانه‌ای نشان داد که استفاده از عصاره‌ی بذر چای علاوه بر کاهش جمعیت *M. javanica*، سبب بهبود رشد و عملکرد شاخص‌های زراعی می‌گردد (Yang et al., 2015). در مطالعه‌ای دیگر، ترکیبات آلی فرار تولید شده توسط بذر آفتابگردان، سبب کاهش آلودگی در گوجه‌فرنگی آلوده به *M. incognita* و هم‌چنین کاهش تولیدمثل نماتد شده و تعداد گال در بالاترین غلظت عصاره بذر آفتابگردان، به میزان ۹۵ درصد کاهش یافت (Silva et al., 2018). بررسی تأثیر عصاره های جلبک دریایی و تلخ بیان روی نماتد ریشه گرهی گوجه فرنگی نشان داد که هر دو ترکیب می توانند از اثرات بازدارندگی مطلوبی در کاهش جمعیت نماتد در شرایط آزمایشگاه و گلخانه برخوردار باشند (Alizadeh et al., 2021). در بررسی فعالیت نماتد کشی عصاره دو جلبک دریایی (*Colpomenia sinuosa* و *Corallina mediterranea*) و نانوذرات نقره سنتز شده آن‌ها علیه نماتد ریشه گرهی (*M. incognita*) مشخص گردید نانوذرات نقره سنتز شده از *C. sinuosa* می‌توانند در کنترل نماتد مؤثر عمل کنند (Ghareeb et al., 2022). در مطالعه‌ای که با هدف بررسی اثربخشی عصاره *Ascophyllum nodosum*، در ترکیب با عوامل کنترل زیستی انجام گرفت، تیمارهای اعمال شده اثرات مثبتی در کنترل نماتد *M. javanica* روی سویا از خود نشان دادند (Rinaldi et al., 2023).

با توجه به اهمیت گیاه کیوی به‌عنوان یک محصول مهم اقتصادی و هم‌چنین با توجه به اثرات زیان‌بار ناشی از مصرف سموم شیمیایی برای انسان و محیط زیست و هزینه‌های بالای استفاده از آن، استفاده از عصاره‌های گیاهی به‌عنوان روشی سالم و جایگزین روش‌های شیمیایی، در چارچوب مدیریت تلفیقی نماتدهای انگل گیاهی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. هدف از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر عصاره‌ی بذر چای در غلظت‌های مختلف جهت کنترل نماتد ریشه گرهی کیوی *M. incognita* در شرایط آزمایشگاه و گلخانه و در نهایت، معرفی تیمار برتر جهت انجام مطالعات تکمیلی و استفاده کاربردی بوده است.

مواد و روش‌ها

شناسایی گونه نماتد

از باغ‌های کیوی دارای علائم آلودگی به نماتد ریشه گرهی واقع در شهرستان رودسر استان گیلان، نمونه‌برداری انجام شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، ابتدا ریشه‌ها در زیر بینوکولار بررسی گردید. در صورت مشاهده کیسه تخم و گال، به‌آرامی کیسه تخم کنار زده شد و پس از برش کوتاهی روی گال، نماتد ماده از بافت ریشه خارج گردید. تعدادی از ماده‌ها (حداقل ۱۰ عدد) به‌طور تصادفی و جهت برش در داخل اسیدلاکتیک ۴۵ درصد قرار داده شدند. سپس به کمک اسکالپل ابتدا قسمت گردن نماتد جدا و به باقیمانده بدن نماتد فشار کمی وارد گردید تا محتویات بدن خالی شود. در مرحله‌ی بعد برشی در یک‌سوم انتهایی بدن ایجاد و پس از تهیه اسلاید، مورد بررسی قرار گرفت (Taylor & Netscher, 1974).

تهیه‌ی جمعیت خالص و انبوه نماتد مولد گره ریشه *M. incognita*

پس از نمونه‌برداری از باغ‌های کیوی آلوده به نماتد ریشه گرهی (*M. incognita*) و شناسایی آن‌ها، اقدام به تکثیر انبوه و تهیه‌ی جمعیت خالص نماتد مذکور گردید. بدین منظور، یک کیسه‌ی تخم از ریشه‌ی کیوی آلوده به نماتد جداسازی

و در مجاورت ریشه‌ی گیاهچه چهار برگی گوجه‌فرنگی رقم ارلی اوربانا وای (Early Urbana Y) در گلدان‌های ۱۲ سانتی‌متری حاوی خاک سترون قرار داده شد. پس از گذشت دو ماه، تخم نماتد از ریشه‌های آلوده با استفاده از هیپوکلریت‌سدیم پنج درصد استخراج گردید (Hussy & Baker, 1973). جهت تعیین گونه‌ی نماتد، از انتهای بدن نماتد ماده به‌روش Taylor and Netscher (1974) برش تهیه و ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی ماده ها و لاروهای سن دوم مورد بررسی قرار گرفت.

عصاره‌گیری از بذر چای

بدین منظور، در فصول پاییز و زمستان، بذرها از بوته‌های چای رقم کلون ۱۰۰ باغهای چای لاهیجان، جمع‌آوری شدند و پس از خشک‌کردن و پوست‌گیری، از روش پرس سرد برای روغن‌گیری از آن‌ها، استفاده شد (دلیل استفاده از روش پرس سرد این بود که بذرها در معرض گرما قرار نگیرند و تغییری در ترکیبات روغنی ایجاد نشود). پس از فرآیند روغن‌گیری، کنجاله‌ی بذر چای، آسیاب شده و پودر بذر چای تهیه گردید. سپس غلظت‌های صفر، ۲/۵، پنج، ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ درصد در آب مقطر سترون تهیه و پس از گذشت ۷۲ ساعت، از کاغذهای صافی سترون، عبور داده شدند (Yang et al., 2015).

ارزیابی اثر بازدارندگی عصاره‌ی بذر چای روی نماتد *M. incognita* در شرایط آزمایشگاهی

به‌منظور بررسی تأثیر عصاره‌ی بذر چای بر میزان مرگ و میر لاروهای سن دوم و هم‌چنین درصد تفریخ تخم نماتد، تعداد ۱۰۰ عدد لاروهای سن دوم و تخم نماتد (هر کدام به‌صورت جداگانه در قالب سه تکرار) به تشتک‌های سترون حاوی عصاره‌ی بذر چای در غلظت‌های صفر، ۲/۵، پنج، ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ درصد، اضافه گردید. غلظت صفر به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. تشتک‌ها، در دمای محیط در آزمایشگاه نگهداری شده و درصد مرگ و میر لاروها و هم‌چنین تفریخ تخم‌های نماتد، هر کدام پس از گذشت ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت، محاسبه گردید (Yang et al., 2015).

مطالعات گلخانه‌ای

تهیه‌ی نهال‌های کیوی سالم و عاری از آلودگی

ابتدا بذرهای کیوی به‌مدت ۱۰ دقیقه با محلول هیپوکلریت سدیم (یک درصد کلرید فعال) ضدعفونی شده و به‌منظور جوانه‌زنی، در تشتک‌های حاوی کاغذ صافی سترون مرطوب، در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند. پس از جوانه‌زنی، بذرها در لیوان‌های یک‌بار مصرف حاوی خاک باغ کاشته شدند تا پس از رسیدن به مرحله‌ی چهار تا شش برگی، به گلدان‌های اصلی منتقل گردند و در آزمایش‌های گلخانه‌ای، مورد استفاده قرار گیرند (Wolters et al., 1999).

بررسی تأثیر عصاره‌ی بذر چای روی نماتد ریشه گرهی کیوی (*M. incognita*) در شرایط گلخانه

پس از رسیدن گیاهچه‌های کیوی به مرحله چهار برگی، به‌منظور مایه‌زنی نماتد در اطراف ریشه گیاه، به ازای هر کیلوگرم خاک، حدود ۲۰۰۰ عدد تخم و لارو سن دوم با ایجاد چهار حفره به عمق تقریبی سه سانتی‌متر، اضافه گردید. پس از گذشت یک ماه، ۱۰ میلی‌لیتر عصاره‌ی بذر چای در غلظت‌های صفر، ۲/۵، پنج، ۷/۵، ۱۰، ۱۵ درصد به خاک گلدان‌ها اضافه شد. گلدان‌ها در شرایط گلخانه با دمای حدود ۲۷-۲۵ درجه سلسیوس نگه‌داری و به‌طور مرتب آبیاری صورت گرفت. این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با هفت تیمار (شاهد سالم، غلظت ۲/۵، پنج، ۷/۵، ۱۰، ۱۵ و شاهد آلوده) در سه تکرار انجام شد. پس از گذشت سه ماه (۹۰ روز) از اعمال تیمارها، گلدان‌ها به آزمایشگاه منتقل و شاخص‌های رشدی گیاه (ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی، وزن تر ریشه، حجم ریشه، طول ریشه، وزن تر شاخساره، وزن خشک شاخساره و میزان کلروفیل) و شاخص‌های بیماری‌زایی نماتد (تعداد گال، تعداد لاروهای سن دوم در ۱۰۰ گرم خاک و تعداد ماده‌های بالغ در یک گرم ریشه) اندازه‌گیری شدند. تخم نماتد با روش (Hussey & Barker, 1973) و لاروهای سن دوم با استفاده از روش (Jenkins, 1964) استخراج و شمارش گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های آماری برای شاخص‌های مورد مطالعه از لحاظ نرمال بودن و منحنی توزیع یکنواختی واریانس، از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ استفاده گردید. به‌منظور مقایسه میانگین‌ها در داده‌های مربوط به مطالعات آزمایشگاهی، از آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد استفاده شد. هم‌چنین با توجه به وجود عدد صفر در میان داده‌ها و با هدف نرمال کردن آن‌ها، از تبدیل جذری $+0.5\sqrt{x}$ استفاده گردید. شایان ذکر است که طرح آماری مورد استفاده در مطالعات آزمایشگاهی، فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با دو فاکتور زمان و غلظت با سه تکرار و در آزمون گلخانه، طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و هفت تیمار بودند.

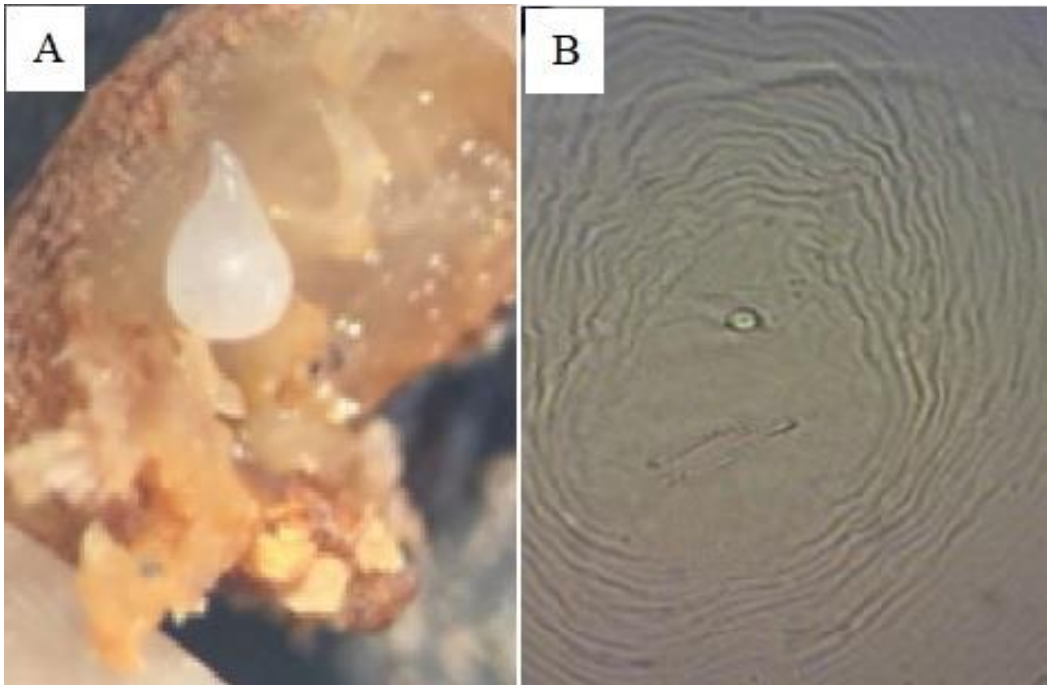
نتایج و بحث

شناسایی گونه

بر اساس خصوصیات ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی نماتدهای ماده و لاروهای سن دوم و هم‌چنین بررسی شبکه‌ی کوتیکولیانت‌های بدن نماتد ماده، با استفاده از کلید شناسایی (Eisenback, 1985)، گونه‌ی نماتد، *M. incognita* تشخیص داده شد. تصویر نماتد ماده، برش کوتیکولی انتهای بدن و مشخصات ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی نماتدهای ماده و لاروهای سن دوم در شکل ۱ و جدول ۱ قابل رویت می‌باشد.

بررسی تأثیر عصاره‌ی بذر چای روی نماتد ریشه گرهی *M. incognita* در شرایط آزمایشگاهی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در تیمارهای اثر غلظت‌های مختلف عصاره‌ی بذر چای، بازه‌های زمانی و هم‌چنین اثر متقابل غلظت در بازه‌های زمانی بر درصد مرگ و میر لاروهای نماتد *M. incognita* در سطح احتمال یک درصد، اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. هم‌چنین در خصوص تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره بر درصد تفریخ تخم‌های نماتد *M. incognita*، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. از طرف دیگر، در خصوص بازه‌های زمانی مختلف و هم‌چنین اثر متقابل غلظت در بازه‌های زمانی، تأثیری بر درصد تفریخ تخم‌های نماتد ملاحظه نگردید (جدول ۲).



شکل ۱- گونه *Meloidogyne incognita*. A: نمای کلی ماده بالغ B: برش انتهایی بدن نماتد ماده

Figure 1. *Meloidogyne incognita*. A: General view of adult females B: Perineal pattern of female nematode

در ارتباط با تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌ی بذر چای بر مرگ و میر لاروهای سن دوم نماتد *M. incognita*، نتایج نشان داد که غلظت‌های پنج، ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ درصد، در تمامی بازه‌های زمانی، سبب مرگ و میر درصد قابل‌توجهی از لاروهای سن دوم نماتد گردید؛ به‌طوری که غلظت‌های ۱۰ و ۱۵ درصد، پس از گذشت ۲۴ ساعت سبب مرگ و میر ۱۰۰ درصدی لاروهای نماتد شد. هم‌چنین، مقایسه میانگین داده‌ها بیان‌گر این امر بود که بازه‌های زمانی ۷۲ و ۹۶ ساعت بیشترین تأثیر را بر درصد مرگ و میر لاروها داشته و از طرفی با افزایش غلظت عصاره، میزان اثرگذاری آن‌ها بر روی مرگ و میر لاروهای سن دوم نماتد، بالاتر رفته واثرگذاری بیشتری از خود نشان دادند (شکل ۲). در خصوص تأثیر عصاره روی میزان تفریخ تخم نماتد، نتایج نشان داد که غلظت‌های ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ درصد عصاره‌ی بذر چای، در تمامی بازه‌های زمانی و از همان ابتدای کار (پس از ۲۴ ساعت) سبب کاهش ۱۰۰ درصدی تفریخ تخم نماتد شد. پس از آن، غلظت پنج درصد، با اثر قابل‌توجه بر روی ممانعت از تفریخ تخم نماتد، در جایگاه بعدی قرار گرفت. نتایج این بخش هم بیان‌گر این موضوع بود که با افزایش غلظت عصاره، میزان اثرگذاری آن بر روی ممانعت از تفریخ تخم نماتد *M. incognita* افزایش یافت (شکل ۳).

نتایج حاصل از این پژوهش نشان‌دادکه غلظت‌های مورد استفاده از عصاره‌ی بذر چای، می‌توانند منجر به مرگ و میر لاروهای سن دوم و هم‌چنین عدم تفریخ تخم نماتد *M. incognita* شوند. تحقیقات پیشین نشان داده که به دلیل وجود برخی ترکیبات طبیعی مانند استرول‌ها، ساپونین‌ها، تانن‌ها، الکل‌ها و فلاونوئیدها در عصاره‌های گیاهی، می‌توان از این ترکیبات در کنترل بیماریهای گیاهی به‌ویژه نماتدها، استفاده نمود (Mousa et al., 2011). مطالعات مشابه در خصوص تأثیر عصاره‌ی بذر گیاهان روی نماتدها نشان داد که پروتئین رایسین موجود در گیاهان، تأثیرات گسترده‌ای بر روی حرکت لاروهای سن دوم نماتد ریشه‌گرهی *M. incognita* دارد (Adegbit & Adesiyan, 2005). در آزمونی آزمایشگاهی که جهت بررسی اثرات زیست‌فعال عصاره آبی و متانولی دانه گیاه چریش (*Azadirachta indica*)، بر روی نماتد ریشه‌گرهی صورت گرفت، هر دو عصاره متانولی و آبی دانه آن دارای خواص نماتدکشی با قابلیت کاربری به عنوان یک نماتدکش زیستی بوده‌اند (Danahap et al., 2024).

جدول ۱- مشخصات ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی گونه *Meloidogyne incognita* جداسازی شده از کیوی در استان گیلان

Table 1. Morphological and morphometric characteristics of *Meloidogyne incognita* isolated from kiwi in Guilan province

Characters	Second stage juveniles	Adult females
N	20	10
Body Length	410 (364-437)	613 (510-718)
Body Width	14 (13-15)	421 (245-534)
Body length/Body width ratio (a)	48.2 (29.1-53.6)	-
Body length/Esophagus length (b)	5.3 (4.4-5.6)	-
Body length/Tail length (c)	8.1 (7.5-8.6)	-
Tail length/body width (c')	5.8 (4.9-6.4)	-
Stylet length	11.9 (10-13)	16.5 (15-17)
Dorsal Esophageal Gland Orifice (DEGO)	2.7 (2-3)	3.7 (3-4)
Tail length	51.9 (45.3-54.2)	-
Hyaline length	12.8 (10-15)	-
Anal body width	10.5 (9-13)	-
Lateral fields	4	-

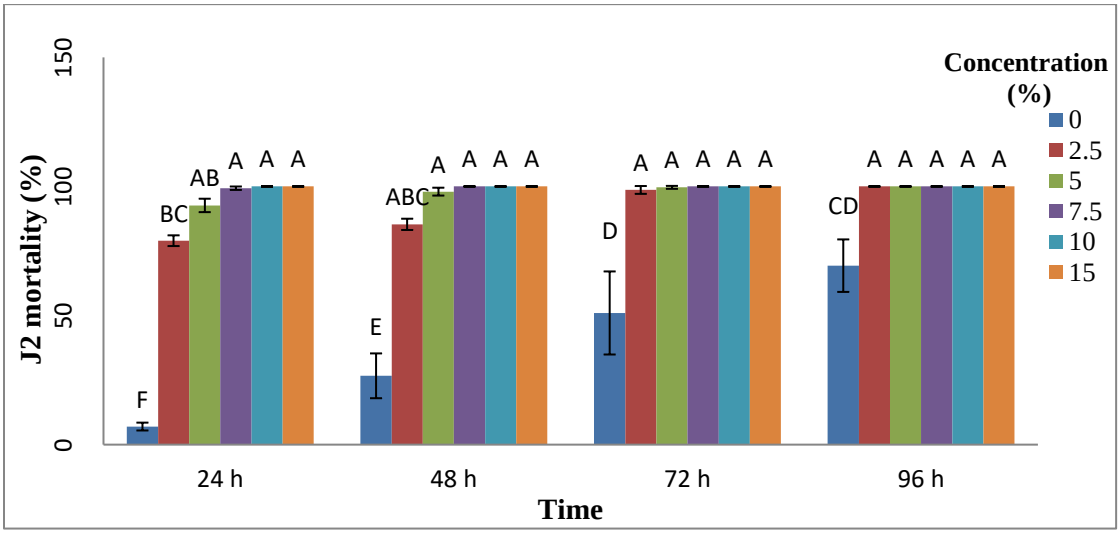
محققان دریافته‌اند که بخش عمده‌ای از اثرات مثبت ساپونین روی عوامل بیماری‌زا، به تأثیر قابل‌توجه آن‌ها در افزایش نفوذپذیری و هم‌چنین ایجاد اختلال در عملکرد غشای سلولی نسبت داده می‌شود؛ به‌طوری که ساپونین با ایجاد سوراخ‌های متعدد در غشای سلولی، سبب بازدارندگی فعالیت‌های حیاتی سلول در سطح غشاء شده و در نهایت عملکرد غشاء سلول را مختل می‌نماید (Geyter et al., 2007). نتایج حاصل از تحقیق حاضر هم می‌تواند بیان‌گر این موضوع باشد که ساپونین موجود در عصاره‌ی بذر چای، می‌تواند با ایجاد اختلال در عملکرد غشای سلولی در بدن نماتد، موجب مرگ و میر لاروهای سن دوم *M. incognita* و هم‌چنین ممانعت از تفریخ تخم آن، گردد. نتایج حاصل از این پژوهش، در تأیید مطالعات Hadiyan et al. (2008) بود که نشان دادند که استفاده ازغلظت‌های مختلف عصاره‌ی چریش بر روی ممانعت از تفریخ تخم و هم‌چنین مرگ و میر لاروهای سن دوم *M. incognita* تأثیرگذار است، به‌طوری‌که در غلظت ۱۰۰ درصد این عصاره، پس از گذشت شش روز، ۸۸ درصد ممانعت از تفریخ تخم این نماتد مشاهده گردید. در پژوهش حاضر هم، افزایش میزان مرگ و میر نماتد و هم‌چنین کاهش تفریخ تخم، با افزایش میزان غلظت عصاره‌ی بذر چای، مشاهده شد. مطابق با مطالعات پیشین، تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از عصاره‌ی بذر چای سبب مرگ و میر ۷۰ درصدی لاروهای سن دوم نماتد *M. javanica* و هم‌چنین موجب کاهش ۸۵ درصدی در میزان تفریخ تخم نماتد مذکور، در شرایط آزمایشگاهی گردید (Li et al., 2012).

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر عصاره‌ی بذر چای بر روی نماتد ریشه گرهی *M. incognita* در شرایط آزمایشگاهی

Table 2. Analysis of variance of the effect of tea seed extract on root-knot nematode *M. incognita* in vitro

Sources of Variance	df	Mean of Square (MS)	
		J2 mortality (%)	Egg hatch (%)
Concentration	5	7145.72**	24.74**
Time	3	830.07**	0.08^{ns}
Concentration × Time	15	351.92**	0.02^{ns}
Error	48	35.88	0.15
Total	71	-	-
CV	-	6.82	23.73

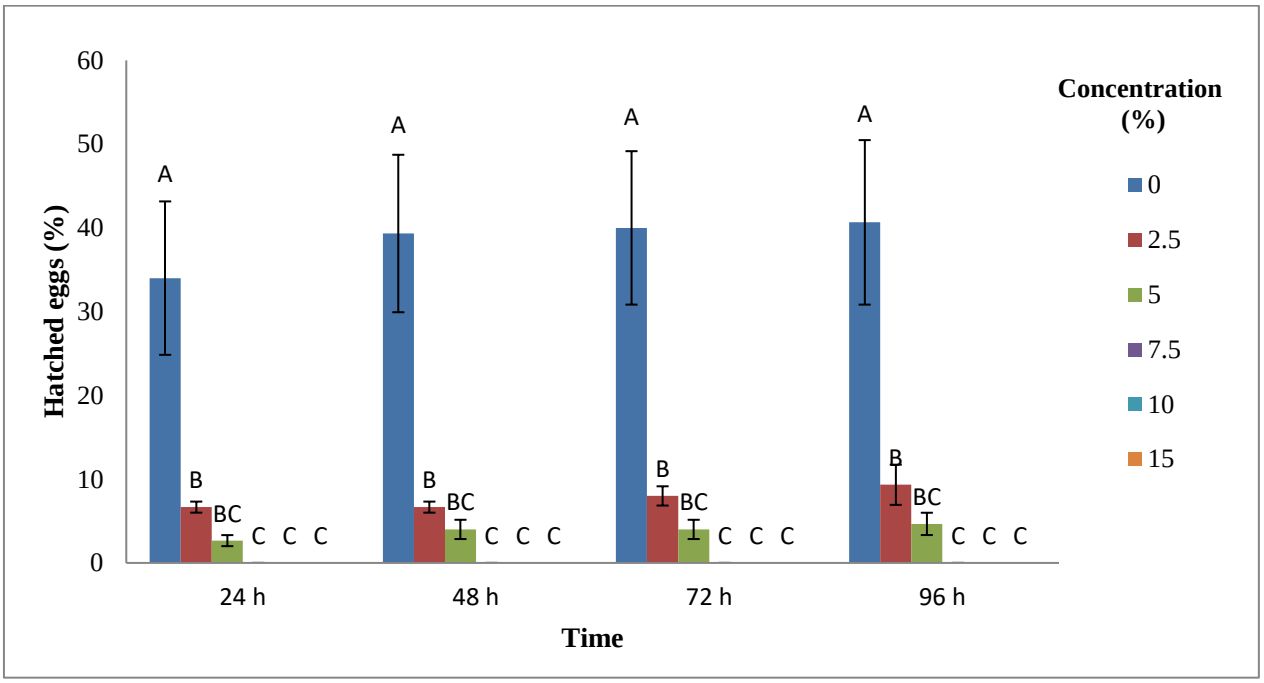
** significant at 1% probability level ($p < 0.01$), ^{ns} non-significant ($p \geq 0.05$)



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت عصاره در چهار بازه زمانی روی مرگ و میر لارو سن دوم (*M. incognita*) در شرایط آزمایشگاهی

Figure 2. Comparison of means of the interaction effect of extract concentration in four time periods on mortality of second stage juveniles (*M. incognita*) in vitro

مطالعات اخیر در خصوص کاربرد عصاره‌ی بذر چای بر روی کنترل *M. javanica* در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که پس از گذشت ۷۲ ساعت، تمامی تخم‌های نماتد، تخریب شده و هم‌چنین لاروهای سن دوم *M. javanica*، کاملا بی‌حرکت شدند و احتمالا ساپونین‌ها به‌عنوان یک ترکیب نماتدکش، نقش بسزائی در این امر داشتند (Yang et al., 2015) که نتایج حاصل از تحقیق حاضر هم، این امر را تأیید می‌نماید و نشان‌دهنده‌ی این است که به‌دلیل وجود ترکیبات شیمیایی موجود در بذر چای، می‌توان از این ترکیبات به‌عنوان یک ماده موثر جهت کنترل نماتدهای ریشه گرهی *Meloidogyne* spp. استفاده نمود.



شکل۳- مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت عصاره در چهار بازه زمانی روی تفریخ تخم(*M. incognita*) در شرایط آزمایشگاهی

Figure 3. Comparison of means of the interaction effect of extract concentration in four time periods on egg hatching (*M. incognita*) in vitro

جدول ۳- تجزیه واریانس شاخص‌های رشدی کیوی آلوده به *M. incognita* تیمار شده با غلظت‌های مختلف عصاره‌ی بذر چای

Table 3. Analysis of variance of growth indices of Kiwi infected with *M. incognita* treated with different concentrations of tea seed extract

Sources of Variance	df	Mean of Square (MS)							
		Height shoot (cm)	Number of lateral branches	Fresh root weight (gr)	Root volume (cm^3)	Root length (cm)	Chlorophyll content	Fresh shoot weight (gr)	Dry shoot weight (gr)
Treatment	5	1143.3**	6.13**	736.46*	1348.72**	25.03^{ns}	104.98^{ns}	559.93**	13.44^{ns}
Error	12	121.83	0.77	168.6	189.88	30.61	86.78	65.19	11.18
Total	17	-	-	-	-	-	-	-	-
CV	-	14.36	26.45	23.07	22.44	15.02	26.26	19.14	25.52

** significant at 1% probability level ($p < 0.01$), ^{ns} non-significant ($p \geq 0.05$)

ارزیابی مطالعات گلخانه‌ای بررسی تأثیر عصاره‌ی بذر چای روی شاخص‌های رشدی نهال‌های کیوی آلوده به نماتد ریشه گرهی *M. incognita*

در مطالعات گلخانه‌ای، بر اساس جدول تجزیه واریانس داده‌ها، مشخص شد که بین تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌ی بذر چای بر روی نماتد *M. incognita* در نهال‌های کیوی، در شاخص‌های ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی، حجم ریشه و وزن تر شاخساره در سطح احتمال یک درصد و هم‌چنین در شاخص وزن تر ریشه در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. از طرفی در سه شاخص طول ریشه، میزان کلروفیل و وزن خشک شاخساره، بین غلظت‌های مختلف عصاره‌ی بذر چای، اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در شاخص ارتفاع گیاه، استفاده از غلظت ۱۵ درصد عصاره‌ی بذر چای بیشترین تأثیر را داشته و با ارتفاع ۱۱۵ سانتی‌متر، به‌تنهایی در یک گروه آماری جداگانه قرار گرفت. سایر تیمارها در این شاخص، اثر مثبتی از خود نشان ندادند. در ارتباط با تعداد شاخه‌های جانبی، غلظت ۱۰ درصد با میانگین ۵/۶۶ و پس از آن، غلظت ۱۵ درصد با میانگین چهار، جزء برترین تیمارها بودند. بیشترین وزن تر ریشه در نهال‌های کیوی آلوده به *M. incognita*، با میانگین ۸۴ گرم مربوط به تیماری بود که در آن از غلظت ۱۵ درصد عصاره‌ی بذر چای استفاده گردید. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین مقدار حجم ریشه، مربوط به تیمار استفاده از غلظت ۱۵ درصد با میانگین ۹۵/۶۷ سانتی‌متر مکعب بود. هم‌چنین غلظت ۷/۵ درصد هم با میانگین ۷۷ سانتی‌متر مکعب و بدون اختلاف آماری معنی‌دار با غلظت ۱۵ درصد، در جایگاه بعدی واقع شد. در شاخص وزن تر شاخساره، استفاده از غلظت ۱۵ درصد عصاره‌ی بذر چای در نهال‌های کیوی آلوده به نماتد *M. incognita*، با میانگین ۶۳/۵ گرم، بهترین عملکرد را از خود نشان داد و به‌تنهایی در یک گروه آماری مجزا، قرار گرفت. هم‌چنین لازم به ذکر است که در خصوص شاخص‌های طول ریشه، میزان کلروفیل و وزن خشک اندام هوایی، هیچ نشانه‌ای از اثر مثبت عصاره‌ی بذر چای بر روی نهال‌های کیوی آلوده به نماتد ملاحظه نگردید (جدول ۴).

استفاده از فرآورده‌های گیاهی نماتدکش به‌جای ترکیبات شیمیایی در کنترل نماتدها، عوارض جانبی بسیار کمتری به‌دنبال داشته و توجیه اقتصادی مناسبی نیز به‌همراه دارد (Oka et al., 2000). مطالعات مشابه پیشین نشان داده که استفاده از عصاره‌ی بلوط (*Quercus brantii* Lindl.)، سبب بهبود عملکرد و افزایش شاخص‌های رشدی در گیاهان گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد *M. javanica* گردید (Hashemi et al., 2017). نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش غلظت عصاره، میزان اثرگذاری آن بالاتر رفته و می‌تواند عملکرد مناسب‌تری را از خود به نمایش بگذارد. همان‌طور که در پژوهش‌های پیشین هم مشخص شده بود که با افزایش غلظت عصاره‌ی گیاه کور (*Capparis spinosa* L.) روی نماتد ریشه گرهی گوجه‌فرنگی (*M. javanica*)، علاوه بر کاهش قابل‌توجه جمعیت نماتد، موجب افزایش وزن تر شاخساره و به‌طور کلی بهبود شاخص‌های رشدی در گیاه می‌گردد (Shakeri et al., 2013).

مطالعات Yang et al. (2018) نشان داد که استفاده از عصاره‌ی بذر چای در شرایط گلخانه‌ای می‌تواند با افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید و نماتدهای آزادزی موجود در خاک، سبب کاهش خسارت ناشی از *Meloidogyne* spp. و *Helicotylenchus* spp. شده و در کنار آن، موجب افزایش عملکرد گیاهان و بهبود شاخص‌های رشدی از جمله وزن تر شاخساره گردد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر هم این موضوع را تأیید می‌نماید و می‌توان یکی از دلایل مهم افزایش شاخص‌های ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی، وزن تر ریشه، حجم ریشه و وزن تر شاخساره را به همین موضوع نسبت داد که استفاده از غلظت ۱۵ درصد عصاره‌ی بذر چای، به‌دلیل دارا بودن حجم بالاتری از ترکیبات نماتدکش از قبیل ساپونین، تأثیر به‌مراتب بیشتری در مقایسه با سایر تیمارها از خود نشان داد.

جدول ٤- مقایسه میانگین شاخص‌های رشدی کیوی آلوده به *M. incognita* تیمار شده با غلظت‌های مختلف عصاره‌ی بذر چای

Table 4. Comparison of means of growth indices of Kiwi infected with *M. incognita* treated with different concentrations of tea seed extracts

Concentration (%)	Height shoot (cm)	Number of lateral branches	Fresh root weight (gr)	Root volume (cm^3)	Root length (cm)	Chlorophyll content	Fresh shoot weight (gr)	Dry shoot weight (gr)
Nematode	64.66 b	2.31 cd	38.23 b	48.67 c	39.66 a	30.9 a	25 d	8.93 b
2.5	72 b	1.66 d	45.73 b	40.67 c	37 a	30.8 a	43.5 bc	13.36 ab
5	65.66 b	2.33 cd	53.67 b	46 c	35.66 a	30.36 a	29.66 cd	13.6 ab
7.5	64.66 b	3.66 bc	60.17 b	77 ab	38.66 a	36.83 a	46.33 b	14.04 ab
10	79 b	5.66 a	55.83 b	60.33 bc	38.33 a	38.43 a	45 b	13.66 ab
15	115 a	4 b	84 a	95.67 a	31.66 a	45.5 a	63.5 a	14.97 a
LSD	19.63	1.56	23.1	24.51	9.84	16.57	14.36	5.94

According to LSD test, means with similar letters in each column were not statistically different at 5% probability level.

جدول۵- تجزیه واریانس شاخص‌های بیماری‌زایی نماتد *M. incognita* در کیوی تحت تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌ی بذر چای

Table 5. Analysis of variance of pathogenicity indices of *M. incognita* on Kiwi in different concentrations of tea seed extracts

Sources of Variance	df	Mean of Square (MS)		
		Female population (in 1gr of root)	Larvae population (in 100gr soil)	The number of galls (in 1gr of root)
Treatments	5	378.22**	85941.52**	204.63**
Error	12	17.44	4592.05	13.94
Total	17	-	-	-
CV	-	17.08	28.3	19.48

** Significant at 1% probability level

محققان پیشین نشان دادند که استفاده از عصاره‌ی بذر چای علاوه بر کاهش تعداد گال‌های ناشی از نماتد *M. incognita* در گوجه‌فرنگی، سبب افزایش وزن تر شاخساره و هم‌چنین ارتفاع گیاه، گردید (Kim et al., 2003) که در تطابق با نتایج حاصل از پژوهش حاضر در خصوص افزایش ارتفاع و وزن تر شاخساره در نهال‌های کیوی آلوده به *M. incognita* بود. بخش عمده‌ای از اثرات مثبت عصاره‌ی بذر چای در کنترل نماتدهای انگل گیاهی مثل *M. incognita*، *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira, 1940) و *Xiphinema index* (Thorne & Allen, 1950) به ساپونین موجود در آن برمی‌گردد که نقش بسزایی در این امر دارد (Caboni, 2012). مطالعات پیشین نشان داده که ایجاد خسارت به ریشه‌ی گیاهان میزبان توسط نماتدهای ریشه گرهی *M. incognita* باعث می‌شود که گیاه در پی جبران خسارت وارده به خود، ریشه‌های مویین بیشتری تولید کرده و در نتیجه، سبب افزایش وزن ریشه گیاه می‌گردد. از طرفی، ساپونین موجود در بذر چای با افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید موجود در خاک، می‌تواند به گیاه کمک کند تا بتواند علاوه بر توانایی بیشتر در مقابله با نماتد، با سرعت بیشتری خود را بازیابی نموده و بافت‌های از دست رفته خود را، ترمیم نماید (Elkelany et al., 2020).

بررسی تأثیر عصاره‌ی بذر چای روی شاخص‌های بیماری‌زایی *M. incognita* در کیوی

نتایج نشان داد که بین تمامی تیمارها در سطح احتمال یک درصد، اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. غلظت‌های مختلف عصاره‌ی بذر چای بر روی تمامی شاخص‌های بیماری‌زائی مورد مطالعه ازقبیل؛ تعداد گال در یک گرم ریشه، جمعیت لاروهای سن دوم در ۱۰۰ گرم خاک و جمعیت ماده‌های بالغ در یک گرم ریشه، تأثیر قابل‌توجهی از خود نشان دادند (جدول ۵). کاربرد غلظت ۱۵ درصد اختلاف آماری معنی داری

با غلظت ۱۰ درصد (در هر سه شاخص) و با غلظت ۷/۵ درصد (در دو شاخص) نداشته است اما از نظر مقادیر، نتایج بهتری به خود اختصاص داده است؛ به گونه‌ای که تعداد گال در یک گرم ریشه در این غلظت، به میانگین ۱۴/۶۶، جمعیت لاروهای سن دوم در ۱۰۰ گرم خاک به ۱۷/۶۷ عدد و تعداد ماده‌های بالغ به ۱۱/۶۶ عدد در یک گرم ریشه، کاهش یافته است (جدول ۶).

استفاده از ترکیبات و عصاره‌های گیاهی به‌علت داشتن ویژگی‌هایی از قبیل کاربرد اختصاصی، دامنه اثرگذاری مشخص و محدود و قابلیت تجزیه به متابولیت‌های غیرسمی، به‌عنوان راهکاری برای مدیریت و مهار نماتدها مطرح شده است (Nazir et al., 2008). نماتدهای ریشه گرهی با نفوذ به ریشه و ترشح برخی آنزیم‌ها ازجمله پروتئاز، متابولیسم گیاه میزبان را به نفع خود تغییر داده و از طرفی، گیاهان میزبان به‌منظور مقابله با نماتد، با سنتز اکسین و یا سایر هورمون‌های رشدی، سبب افزایش تعداد سلول‌ها شده و بدین ترتیب اطراف نماتدهای مهاجم را سلول‌های زیادی احاطه می‌کند که منجر به تشکیل غده بر روی ریشه می‌گردد و در نهایت، ریشه‌ی گیاه میزبان نمی‌تواند وظایف اصلی خود یعنی تأمین مواد غذایی از طریق جذب مواد از خاک را به‌خوبی انجام دهد و در این فرایند اختلال ایجاد می‌شود (Mayo & Bergeson, 1970; Perry et al., 2009).

نتایج به‌دست آمده در تحقیق حاضر، در ارتباط با شاخص‌های بیماری‌زایی نماتد ریشه گرهی *M. incognita*، مشابه نتایج گزارش شده توسط وانگ و همکاران در سال ۲۰۱۳ بود که بیان کردند استفاده از عصاره‌ی بذر چای، علاوه بر کاهش تعداد گال‌های ایجاد شده توسط نماتد، سبب کاهش جمعیت نماتد *M. incognita* در گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه، می‌گردد (Wang et al., 2013). در تحقیق مشابه دیگری، تأثیر پودر و عصاره‌ی گیاه زنجبیل علیه لاروهای سن دوم *M. javanica* به اثبات رسید و به میزان قابل توجهی، جمعیت نماتد کاهش یافت (Oka et al., 2001). هم‌چنین مطالعات مشابه، نشان داده که با فرو بردن ریشه‌های گیاه گوجه‌فرنگی در عصاره‌ی برگ چریش به‌مدت یک ساعت، رشد بهتری حاصل شده و علاوه بر آن، گال‌زایی و تعداد توده‌های تخم در ریشه کاهش یافته است (John & Hebsy, 2000).

جدول ٦- مقایسه میانگین شاخص‌های بیماری‌زایی نماتد *M. incognita* در کیوی تحت تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌ی بذر چای.

Table 6. Comparison of means of pathogenicity indices of *M. incognita* on Kiwi in different concentrations of tea seed extracts.

Concentration (%)	The number of galls (in 1gr of root)	Larvae population (in 100gr soil)	Female population (in 1gr of root)
Nematode	43.66 ^{a}	448.67 ^{a}	32.33 ^{a}
2.5	31.66 ^{b}	319.33 ^{bc}	25.66 ^{b}
5	22.33 ^{c}	357.67 ^{ab}	18.66 ^{c}
7.5	16 ^{cd}	226 ^{c}	12.66 ^{cd}
10	18.33 ^{cd}	67 ^{d}	14 ^{cd}
15	14.66 ^{d}	17.67 ^{d}	11.66 ^{d}
LSD	7.43	120.55	6.64

According to LSD test, means with similar letters in each column were not statistically different at 5% probability level.

مطالعه دیگری مشخص نمود که عصاره‌ی گیاه آویشن سبب ممانعت از تشکیل گال روی ریشه‌ی گوجه‌فرنگی شده که این ممانعت می‌تواند ناشی از تأثیر مستقیم عصاره روی لاروهای سن دوم و تخم نماتد و یا به‌طور غیرمستقیم از طریق فراهم نمودن شرایط مناسب برای رشد گوجه‌فرنگی و دفاع در مقابل حمله‌ی نماتد باشد (Bahman Zayari et al., 2017).

عدم اثرگذاری عصاره بذر چای روی صفات رشدی گیاه از جمله طول ریشه و وزن خشک اندام هوایی را شاید بتوان به کوتاه بودن بازه زمانی تحقیق نسبت داد. امروزه محققان به این نتیجه رسیده‌اند که استفاده از ترکیبات طبیعی مانند عصاره‌های گیاهی، از طریق القای مقاومت، اثرات بازدارندگی روی نماتدهای بیمارگر گیاهی دارند. این القای مقاومت، می‌تواند از طریق بهبود سامانه دفاعی گیاه علیه نماتد عمل کند که پس از تحریک گیاه توسط القاءکننده، رخ می‌دهد. این نوع مقاومت اکتسابی اثر طولانی‌مدت داشته و گاهی تا پایان عمر گیاه پایدار باقی می‌ماند (Banihashemian et al., 2023).

به‌طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که استفاده از غلظت‌های ۱۰ و ۱۵ درصد عصاره‌ی بذر چای با تقویت شاخص‌های رشدی کیوی و هم‌چنین با تضعیف فعالیت‌های حیاتی و زیستی نماتد ریشه گرهی *M. incognita*، موجب کاهش شاخص‌های بیماری‌زایی نماتد مذکور می‌گردد. البته می‌توان اظهار داشت که بیشترین تأثیر عصاره، در غلظت ۱۵ درصد روی گیاهان آلوده به نماتد، مشاهده گردید. رویکرد مبتنی بر استفاده از عصاره‌های گیاهی می‌تواند یک راهکار امیدبخش در راستای مهار غیرشیمیایی نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne* spp. به‌شمار رود، زیرا منجر به کاهش مصرف سموم شیمیایی و در نهایت جلوگیری از مخاطرات زیست‌محیطی می‌گردد.

سپاس‌گزاری

نگارندگان این مقاله از همکاری صمیمانه‌ی مدیران و کارکنان پژوهشکده‌ی چای کشور که در اجرای این پژوهش، نهایت همکاری را داشته و از هیچ کمکی دریغ ننمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

References

Adegbite, A. A., & Adesiyan, S. O. (2005). Root extracts of plants to control root-knot nematode on edible soybean. *World Journal of Agricultural Sciences*, *1*(1), 18–21.

Alizadeh, P. Jamali, S., & Mousanejad, S. (2021). The effects of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) and pagoda tree (*Sophora alopecuroides*) extracts on tomato root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*). *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, *44*(1), 23–39. https://doi.org/10.22055/PPR.2021.16779.

Aoudia, H., Ntalli, N., Aissani, N., Yahiaoui-Zaidi, R., & Caboni, P. (2012). Nematotoxic phenolic compounds from *Melia azedarach* against *Meloidogyne incognita*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *60*(47), 11675–11680.

Bahman Zayari, M., Olia, M., & Heydari, F. (2017). Nematicidal effect of aqueous extracts of several medicinal plants on tomato root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*). *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, *40*(2), 1–13.

Banihashemian, S. N., Jamali, S., Golmohammadi, M., Noorizadeh, S., & Atighi, M. R. (2023). Reaction of commercial cultivars of kiwifruit to infection by root-knot nematode and its biocontrol using endophytic bacteria. *Journal of Nematology*, *55*(1): 20230020. https://doi.org/10.2478/jofnem-2023-0020.

Danahap, L. S. Ocheme, E. L, & Okechalu, O. (2024). Nematicidal effects of *Azadirachta indica* A. Juss (Neem) seeds on *Meloidogyne* species (root-knot nematodes). *Bio-Research*, *22*(1): 2234–2241.

Eisenback, J. D. (1985). Detailed morphology and anatomy of second-stage juveniles, males and females of the genus *Meloidogyne* (root knot nematode). In: Sasser, J.N. and Carter, C.C. (eds) An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. Volume I. Biology and Control. A cooperative publication of the Department of Plant Pathology and the United States Agency for International Development, North Carolina State University Graphics, Raleigh, North Carolina, pp. 47–77.

Elkelany, U. S., El-Mougy, N. S., & Abdel-Kader, M. M. (2020). Management of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* of eggplant using some growth-promoting rhizobacteria and chitosan under greenhouse conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, *30*(134), 1–7. https://doi.org/10.1186/s41938-020-00334-w.

Ghareeb R. Y., El-Din N. G., Shams El-Din., Maghraby, M. El. Ibrahim, D. S. S., Abdel-Megeed, A. & Abdelsalam, N.R. (2022). Nematicidal activity of seaweed-synthesized silver nanoparticles and extracts against *Meloidogyne incognita* on tomato plants. *Scientific Reports*. 12. P. 3841.

Geyter, E. D., Lambert, E., Geelen, D., & Smagghe, G. (2007). Novel advances with plant saponin as natural insecticides to control pest insects. Pest Technology, *1*(2), 96–105.

Hadiyan, S., Rahnama, K., Jamali, S., & Eskandari, A. (2008). The effect of ethanolic extract of neem fruit (*Azadirachta indica*) on the root knot nematode (*Meloidogyne* sp.). *Plant protection and food*, *3*, 19–24.

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 and Aromatic Plants, 33*(1), 39–50.

Hussey, R., & Barker, K. (1973). A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Report, 57*, 1025–1028.

Javed, N., Gowen, S. R., El-Hassan, S. A., Inam-ul-haq, M., Shahina, F., & Pembroke, B. (2008). Efficacy of Neem (*Azadirachta indica*) formulations on biology of root-knot nematodes (*Meloidogyne javanica*) on tomato. *Crop Protection, 27*, 39–43.

Jenkins, W. R. (1964). A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter, 48*, 692.

Jie, L. H., Shao, P., Dan, F. H., Chang, L. & Ming, Y. X. (2012) Extraction of saponin from *Camellia oleifera* cake and evaluation of its antioxidant activity. *International Journal of Food Science and Technology*, *47*(8), 1676–1687.

John, A., & Hebsy, B. (2000). Bare-root dip treatment of brinjal seedlings in phytochemicals for the management of root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*). *Journal of Tropical Agricultural Science*, *38*(1), 69–72. https://hdl.handle.net/123456789/3107.

Kim, M. J., Jeon, C. W., Cho, G., Kim, D. R., Kwack, Y. B., & Kwak, Y. S. (2018). Comparison of Microbial Community Structure in Kiwifruit Pollens. *Journal of Plant Pathology*, *34*(2), 143–149. https://doi.org/10.5423/PPJ.NT.12.2017.0281.

Kim, Y. H., Khan, H. U., Kim, J. H., Jeon, Y. H., Lee, E. J., & Chang, S. P. (2003). Efficacy of soil amendment with medicinal plant materials for the control of root-knot nematode (*Meloidogyne*

incognita) in tomato. *Journal of Plant Pathology*, *19*, 138–142. https://doi.org/10.5423/PPJ.2003.19.3.138.

Lamberti, F., Ciccarese, F., Sasanelli, N., Ambrico, A., Daddabbo, T., & Schiavone, D. (2002). Relationship between plant parasitic nematods and *Verticillium dahliae* in olive. ISHS Acta Horticulture, *29*, 3–9. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.586.161.

Li, M., Zhong, H., & Chen, Y. (2012). Study on tea saponin extraction from shell of oil-tea camellia seeds. *International Conference on Mechanical Engineering and Material Science*, Hunan, China. 451–456. https://doi.org/10.2991/mems.2012.72.

Mayo, P. S., & Bergeson, G. B. (1970). The role of secondary invaders in *Meloidogyne incognita* infection. *The Journal of Nematology*, *2*(1), 80–83.

Moses, T., Papadopoulou, K. K., & Osbourn, A. (2014). Metabolic and functional diversity of saponins, biosynthetic intermediates and semi–synthetic derivatives. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, *49*(6), 439–462. https://doi.org/10.3109/10409238.2014.953628.

Mousa, E. M., Mahdy, M. E., & Younis, D. M. (2011). Evaluation of some plant extracts to control root–knot nematode *Meloidogyne* spp. on tomato plants. Egyptian Journal of Agro Nematology, *10*(1), 1–4. https://doi.org/10.21608/EJAJ.2011.413693.

Nelmes, A. J. (1970). Behavioral responses of *Heterodera rostochiensis* larvae to aldicarb and its sulfoxide and sulfone. *Journal of Nematology*, *2*, 223–227.

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, https://doi.org/10.1002/1526-4998(200011)56:11<983: AID-PS233>3.0.CO;2-X.

Perry, R. N., Moens, M. and Starr, J. L. (2009) Root-Knot Nematodes. CAB Int., Wallingford, 520. https://doi.org/10.1079/9781845934927.0000.

Rinaldi, L., Silva, M. T., Miamoto, A., Calandrelli, A., & Dias-Arieira, C. R. (2023). Combined effects of *Ascophyllum nodosum* seaweed extract and biological control agents on *Meloidogyne javanica* in soybean. *Canadian journal of plant pathology*, *45*(3), 340–350. https://doi.org/10.1080/07060661.2023.2175913.

Satpal, D., Kaur, J., Bhadariya, V., & Sharma, K. (2021). *Actinidia deliciosa* (Kiwi fruit): A comprehensive review on the nutritional composition, health benefits, traditional utilization, and commercialization. *Journal of Food Processing and Preservation*, *45*, 1–10. https://doi.org/10.1111/jfpp.15588.

Shakeri, M., Sodaizadeh, H., & Hakimi, M. H., (2013). Allelopathic and nematodicidal effects of *Capparis spinosa* aqueous extracton growth parameters of cucumber and tomato. *Sustainable Agriculture and Production Science, 23*(2), 97–111.

Silva, J. C. P., Campos, V. P., Barros, A. F., Pedroso, M. P., Terra, W.C., Lopez, L. E., & de Souza, J. T. (2018). Plant volatiles reduce the viability of the root-knot nematode *Meloidogyne*

incognita either directly or when retained in water. *Plant disease*, *102*(11), 2170–2179. https://doi.org/10.1094/PDIS-01-18-0143-RE.

Taylor, D. P., & Netscher, C. (1974). An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematologica*, *20*(2), 268–269.

Tibugari, H., Mombeshora, D., Mandumbu, R., Karavina, C., & Parwada, C. (2012). A comparison of the effectiveness of the aqueous extract of garlic, castor bean and marigold in the biocontrol of root-knoot nematode in tomato. *Jornal of Agricultural Technology*, *8*(2), 479–492.

Wang, L. P., Wan, X. C., Hou, R. Y, Xu, J. F., & Wu, H. P. (2013). Control of *Camellia* plant extracts and its preparation against plant-parasitic nematodes. *Journal of Anhui Agriculture*, *40*, 642–648.

Wen, Y. (2013). Nematicidal activity of ethanol extracts from tea cakes against *Meloidogyne javanica*. *Journal of Northwest A&F University*, *41*, 73–77.

Wolters, D. J., Dijk, C. V., Akkermans, A. D. L., & Woldendorp, J. W. (1999). Ineffective Frankia and host resistance in natural populations of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. *Acta Oecologicu*, *20*(2), 71–79. https://doi.org/10.1016/S1146-609X(99)80018-6.

Yang, X., Wang, X., Wang, K., Su, L., Li, H., Li, R., & Shen, Q. (2015). The nematicidal effect of *Camellia* seed cake on root-knot nematode *Meloidogyne javanica* of banana. *Plos One*, 1–18. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119700.

Yang, X., Xue, C., Su, L., Cao, Y., Li, H., Wang, K., Li, R., & Shen, Q. (2018). Exploring patterns of *Camellia* seed cake application in relation to plant growth, soil nematodes and microbial biomass. Soil Science and Plant Nutrition, *64*, 253–264. https://doi.org/10.1080/00380768.2017.1421435.

Zhang, D., Ji, X., Meng, Z. Qi, W., & Qiao, K. (2018). Effects of fumigation with 1,3-dichloropropene on soil enzyme activities and microbial communities in continuous-cropping soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *169*, 730–736. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.071.

© 2025 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/.