تأثیر عصاره‌های آبی و پودر خشک برخی از گیاهان بر نماتدهای ریشه‌گرهی *Meloidogyne incognita* و *M. javanica* در شرایط گلخانه‌ای

لیلا زندیه شیرازی[۱] و اکبر کارگر بیده[۲*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۷)

چکیده

ترکیبات شیمیایی موجود در برخی از گیاهان، اثر بازدارندگی روی فعالیت نماتدهای ریشه‌گرهی (*Meloidogyne* spp.) دارند. در این مطالعه تأثیر عصاره آبی و یا پودر خشک تعدادی از گیاهان بر فعالیت دو گونه *M. incognita* و *M. javanica* در خاک سترون و خاک مزرعه بررسی گردید. تیمار لاروهای سن دو گونه‌های مذکور با عصاره آبی ۲۵ گیاه در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که عصاره‌های منداب، فلفل زینتی، ترخون، کنجد، کرچک، کنگر، زیتون تلخ و گوش‌بره باعث مرگ بیش از ۵۰٪ لاروهای هر دو گونه پس از ۴۸ ساعت شدند. در خاک سترون، عصاره سلوی با ۷۸/۹٪ و بذر گلرنگ با ٤٦/۹٪ کاهش فاکتور تولیدمثل، به‌ترتیب در *M. incognita* و *M. javanica*، روی گوجه‌فرنگی رقم ارلی‌اوربانا مؤثرترین تیمارها بودند. عصاره‌های خارلته و منداب نیز فاکتور تولیدمثل هر دو گونه را کاهش دادند، ولی هیچ‌یک از تیمارها بر وزن تر و خشک شاخساره تأثیری نداشتند. در خاک مزرعه، عصاره‌های منداب با ۵۷/۲٪ و کرچک با ۵۱/۰٪ کاهش فاکتور تولیدمثل، به‌ترتیب در *M. incognita* و *M. javanica* بیشترین تاثیر را در بین عصاره‌های منداب، کرچک، ترخون و خارلته داشتند. همه تیمارهای اعمال شده در خاک مزرعه باعث افزایش معنی‌دار وزن تر شاخساره گوجه‌فرنگی آلوده شدند. در خاک سترون، پودر خشک سلوی و خارلته، به‌ترتیب با ۷۰/۳٪ و ٤۹/۷٪ کاهش فاکتور تولیدمثل *M. incognita*، نسبت به منداب، فلفل زینتی، کرچک، زیتون‌تلخ و بذر گلرنگ تأثیر بیشتری داشتند.

کلیدواژه: خارلته، سلوی، کنترل نماتد گیاهی، گیاهان بازدارنده، منداب.

---

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: karegar@shirazu.ac.ir

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد بیماری شناسی دانشگاه شیراز.

۲. عضو هیات علمی دانشگاه شیراز.

Effect of aqueous extracts and dry powder of some plants on the root-knot nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* under greenhouse conditions

L. Zandieh Shirazy[1] and A. Karegar[1*]

(Received: 1.2.2019; Accepted: 29.7.2019)

Abstract

Phytochemicals of some plants are suppressive to the root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). In this study, effects of aqueous extract or dry powder of several plants on the activity of *M. incognita* and *M. javanica* were investigated. Treatment of second stage juveniles (J2s) of the nematodes with aquatic extracts of 25 plant species under laboratory conditions showed that after 48 hours, extracts of eruca, ornamental chili pepper, tarragon, caster bean, sesame, thistle, chinaberry and dyer's croton caused more than 50% mortality of the J2s of both nematodes. In pasteurized soil, extracts of scarlet sage and safflower seed with 78.9% and 46.9% reduction of reproduction factors (RFs) of *M. incognita* and *M. javanica*, respectively, were the most effective plants in treatment of tomato plants (cv. Early Urbana) with 13 different plant extracts. In addition, eruca and creeping thistle extracts reduced RFs of both species. None of the treatments affected fresh and dry shoot weight of tomato. In field soil, extracts of eruca and caster bean with 57.2% and 51.0% reduction of RFs of *M. incognita* and *M. javanica* in tomato plants, respectively, were the most effective extracts among eruca, caster bean, tarragon and creeping thistle plants. All treatments significantly increased the fresh shoot weight of infected tomato. In pasteurized soil, scarlet sage powder with 70.3% and creeping thistle with 49.7% had the highest effect on RF reduction of *M. incognita* as compared to ornamental chili pepper, castor bean, chinaberry and safflower seed.

Keywords: Creeping thistle, eruca, plant parasitic nematode control, scarlet sage, suppressive plants

*Corresponding author's E-mail: karegar@shirazu.ac.ir
1. Department of Plant Protection, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

مقدمه

نماتدهای ریشه‌گرهی (*Meloidogyne* spp.) با نزدیک به ۱۰۰ گونه معتبر از مهم‌ترین عوامل بیماری‌زای گیاهی به‌خصوص در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری محسوب می‌شوند. این گروه از نماتدها با نفوذ به درون ریشه و ایجاد گال و بدشکلی بر سطح آن، باعث کاهش رشد، بروز علائم کمبود مواد غذایی، زردی و پژمردگی قسمت‌های هوایی، همچنین کاهش محصول می‌گردند (Karssen *et al.* 2013, Hunt & Handoo 2009). سه گونه گرمسیری *M. incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood 1949، *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 و *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 و گونه معتدله *M. hapla* Chitwood, 1949 گونه‌های اصلی و رایج نماتدهای ریشه‌گرهی را تشکیل می‌دهند. میزان خسارت ناشی از نماتدهای ریشه‌گرهی در سطح جهان ۵٪ برآورد شده است که بیش از ۹۵٪ آن مربوط به چهار گونه اصلی است (Taylor & Sasser 1978). گونه‌های *M. incognita* و *M. javanica*، به ترتیب در دنیا و ایران رایج‌ترین هستند. این دو گونه عمدتاً با هم یافت می‌شود (Akhiani *et al.* 1984, Eisenback & Triantaphyllou 1991).

استفاده از ترکیبات آلی یکی از زمینه‌های تحقیقاتی در جهت کنترل نماتدهای انگل گیاهی است. 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 پلی‌تنیل‌ها 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 سیانوژنیک، سسکوئی‌ترپنوئیدها و تینیل‌ها می‌باشند (Chitwood 2002, Pérez *et al.* 2003). این ترکیبات که در گیاهان مختلف در برقراری رابطه متقابل میان گیاه و نماتد نقش دارند شامل دورکننده‌ها، جذب‌کننده‌ها، محرک‌ها و یا بازدارنده‌های تفریخ تخم و ترکیبات گیاهی سمی برای نماتدها می‌باشند. از آنجایی‌که 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). در حال حاضر از برخی از گیاهان بازدارنده مثل چریش و کنجد نماتدکش‌های گیاهی تولید شده است (Lynn *et al.* 2010, Ogumo *et al.* 2019).

در ایران اولین مطالعه در مورد استفاده از عصاره‌های گیاهی در کنترل نماتدهای انگل گیاهی توسط ابیوردی در سال ۱۳۴۸ صورت گرفت. این مطالعه نشان داد در بین ۶۰ گیاه دارویی، افسنطین (*Artemisia absinthium*) و درمنه ترکی (*A. cina*) دارای خاصیت نماتدکشی هستند (Abivardi 1969). در آزمایشی دیگر نشان داده شد که ماده مؤثره درمنه (تیمول، Thymol)، عصاره‌های گیاه درمنه و خرفه (*Portulaca oleracea*) به ترتیب ۷۸، ۷۶/۵ و ۵۵ درصد گونه *M. incognita* را در رقم محلی کدو کنترل کرده است (Abivardi 1971).

بررسی‌ها نشان داده است که پودر برگ توتون اثر معنی‌داری در کاهش خسارت *M. arenaria* روی توتون در شرایط گلخانه داشته است (Elahinia & Ahmadaziz 1993) و به ترتیب، چریش، ضایعات توتون، سم فوروادان، ضایعات چای و گل جعفری در کنترل نماتدهای ریشه‌گرهی مؤثر بوده است (Fathi 1995). علاوه بر آن اثر نماتدکشی ضایعات توتون در کنترل *M. javanica* بر روی

ریشه پسته در مقایسه با سموم راگبی و کربوفوران نیز مطالعه شده است (Sojudi *et al.* 2002).

در تحقیقات دیگر نشان داده شده است عصاره گل و برگ اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldlensis*)، پودر و عصاره گل و برگ استبرق (*Calotropis procera*) و پودر و عصاره گل و برگ خرزهره (Saeedi Naiini 2004)، همچنین قسمت‌های مختلف گیاه چریش (*Azadirachta indica*)، به‌خصوص پودر مغز دانه، در کنترل جمعیت نماتد ریشه‌گرهی *M. javaniva* مؤثر بوده است (Hosseininejad 2004). در بررسی دیگر اثر ضد نماتدی گیاه زنیان (*Trachyspermim ammi*) روی لاروهای سن دو *M. javanica* نشان داده شد است (Bakoie *et al.* 2006). اضافه کردن عصاره الکلی یک در هزار برگ درمنه و کرچک به خاک گلدان باعث کاهش تعداد گال، جمعیت و فاکتور تولیدمثل نماتد ریشه گرهی *M. incognita* در خیار شده است (Katooli *et al.* 2010). هم‌چنین اضافه‌کردن عصاره آبی و الکلی ۰/۱ و ۰/۲ در هزار برگ رازیانه و گزنه به خاک گلدان باعث کاهش معنی‌دار تعداد گال و جمعیت نماتد ریشه گرهی *M. javanica* در خیار در مقایسه با سم راگبی شده است. علاوه بر آن غلظت ۰/۱ در هزار عصاره آبی رازیانه نسبت به گزینه تأثیر بیشتری در افزایش شاخص‌های رشدی گیاه داشته است (Ghobadi *et al.* 2018). غلظت‌های مختلف فرمولاسیون تهیه‌شده از اندام‌های هوایی بومادران باعث کاهش شاخص‌های نماتد ریشه‌گرهی *M. incognita* و شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی شده است (Salahi Ardakani & Heidari Alizadeh 2018).

با توجه به اهمیت نماتدهای ریشه‌گرهی، *M. incognita* و *M. javanica*، به‌خصوص در کشت‌های گلخانه‌ای، همچنین توأم بودن آن‌ها در اکثر موارد و داشتن میزبان مشترک، موجب شد تا این تحقیق با هدف بررسی تأثیر عصاره‌های آبی و یا پودر خشک تعدادی از گیاهان بر فعالیت این دو گونه مهم از نماتدهای ریشه‌گرهی، در شرایط گلخانه‌ای انجام شود.

مواد و روش‌های بررسی

الف- تهیه جمعیت نماتد و مواد گیاهی

نماتدهای ریشه‌گرهی: به منظور تهیه جمعیت مورد نظر از گونه‌های *Meloidogyne incognita* و *M. javanica*، چندین نمونه خاک و ریشه گیاهان آلوده شامل گوجه‌فرنگی، خیار، علف‌های هرز و پسته از مزارع و باغات اطراف شیراز، اصفهان و یزد جمع‌آوری و نماتدها با استفاده از روش تک گال کردن، در دو نوبت متوالی بر روی گوجه‌فرنگی رقم ارلی‌اوربانا (Early Urbana) خالص‌سازی گردید. سپس با بررسی خصوصیات ریخت‌شناختی و ریخت‌سنجی لاروهای سن دو و افراد ماده‌ی جمعیت‌های جمع‌آوری‌شده و با استفاده از کلید شناسایی (Eisenback & Triantaphyllou 1991)، گونه‌های موردنظر شناسایی و روی گوجه‌فرنگی رقم ارلی‌اوربانا تکثیر شدند.

پودر و عصاره آبی گیاهان: در این تحقیق از ۲۵ گیاه شامل منداب، فلفل، ترخون، کرچک، کنجد، کنگر وحشی، زیتون‌تلخ، گوش‌بره، سلوی، خارلته، رعنا زیبا، اکالیپتوس، گل عقربی، علف ماهور، گل جعفری فرانسوی، اسطوخودوس، گل آهار، شمشاد، شیرین‌بیان، گل جارو، گل داوودی، زرشک زینتی، عرعر، ترشک و بذر گلرنگ استفاده گردید (جدول ۱). جهت تهیه عصاره آبی از گیاهان خشک‌شده استفاده گردید. بدین منظور ابتدا قسمت‌های هوایی هر گیاه به قطعات کوچک‌تر خرد شده

جدول ۱. تأثیر عصاره آبی شاخساره (یا بذر) گیاهان مختلف بر درصد مرگ‌ومیر لاروهای سن دو نماتدهای ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* و *M. incognita*، پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت.

Table 1. Effect of aqueous extracts of shoots (or seed) of different plants on mortality percentage of the second stage juveniles of the root-knot nematodes *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*, after 24 and 48 hours.

Treatment plants		*M. javanica*		*M. incognita*	
Commen name	Scientific name	24 hrs	48 hrs	24 hrs	48 hrs
Eruca[1]	*Eruca sativa* Mill.	46ij	89a	43f-m	87a
Ornamental chili pepper[2]	*Capsicum annuum* L.	26p-s	86ab	26f-l	86ab
Tarragon[3]	*Artemisia dracunculus* L.	35mno	80b	39j-p	84ab
Castor bean[4]	*Ricinus communis* L.	66cd	60ef	53de	77abc
Sesame[5]	*Sesamum indicum* L.	71cd	83b	73bc	75abc
Thistle[6]	*Cirsium* sp.	42jkl	65de	27opq	68cd
Chinaberry[7]	*Melia azedarach* L.	72c	59fg	75cd	57def
Dyer's croton[8]	*Chrozophora tinctoria* (L.) A. Juss.	53h	55gh	49e-h	53efg
Creeping thistle[9]	*Cirsium arvense* (L.) Scop.	61ef	49i	37h-o	48f-j
Firewheel[10]	*Gaillardia pulchela* Foug.	31rs	42klm	33h-p	45f-l
Scarlet sage[11]	*Salvia splendens* Sellow ex Roem. & Schult.	54h	42jkl	46f-k	49e-i
Box[12]	*Buxus sempervirens* L.	26p-s	38lmn	27opq	33k-p
Safflower (seeds)[13]	*Carthamus tinctorius* L.	25rs	38lmn	23nop	42k-p
Elands Sourfig[14]	*Carpobrotus acinaciformis* (L.) L. Bolus	27pqr	37l-o	34h-p	43g-m
French marigold[15]	*Tagetes patula* L.	47ijk	35no	44g-n	35j-p
Common zinnia[16]	*Zinnia elegans* Jacq.	32op	32op	27opq	33l-p
Lavender[17]	*Lavender* sp.	31opq	31opq	21pqr	34j-p
Common mullein[18]	*Verbascum thapsus* L.	23rs	31opq	28m-p	36i-p
Eucalyptus[19]	*Eucalyptus* sp.	24rs	25qrs	46f-l	43g-n
Liquorice[20]	*Glycyrrhiza glabra* L.	21st	23rs	24p-s	29cd
Tree of heaven[21]	*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle	6x	18tu	8t	11t
Japanese barberry[22]	*Berberis thunbergii* DC.	13uvw	15uvw	12rst	12rst
Heather[23]	*Calluna vulgaris* (L.) Hull	16tuv	14uvw	15q-t	15q-t
Curly dock[24]	*Rumex crispus* L.	15t-w	11vwx	13t	6t
Chrysanthemum[25]	*Chrysanthemum* sp.	27p-s	10wx	32p-s	12st

۱- منداب، ۲- فلفل زینتی، ۳- ترخون، ۴- کرچک، ۵- کنجد، ۶- کنگر صحرایی، ۷- زیتون‌تلخ، ۸- گوش بره، ۹- خارلته، ۱۰- رعنا زیبا، ۱۱- سلوی، ۱۲- شمشاد، ۱۳- گلرنگ (بذر)، ۱۴- گل عقربی، ۱۵- گل جعفری، ۱۶- گل آهار، ۱۷- اسطوخودوس، ۱۸- علف ماهور، ۱۹- اکالیپتوس، ۲۰- شیرین‌بیان، ۲۱- عرعر، ۲۲- زرشک زینتی، ۲۳- گل جارو، ۲۴- ترشک، ۲۵- گل داوودی.

- داده‌ها میانگین سه تکرار است. اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱٪ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

Numberes 1-25 refer to the Persian name of the plants.

- Data are the means of three replicates. Data with the same letters in each column are not significantly different, based on Duncan's multiple-range test ($P = 0.01$).

و در دمای اتاق و دور از نور مستقیم خورشید خشک و به وسیله آسیاب پودر گردید. یک گرم از پودر خشک هر گیاه در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر در ظروف دربسته به مدت ۲۴ ساعت نگهداری و پس از گذشت زمان لازم، بقایای گیاهی از عصاره توسط پارچه پنبه‌ای سترون جدا گردید. برای تمامی عصاره‌ها محلول پایه (یک گرم پودر خشک‌شده گیاه در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر) تهیه و در طول آزمایش مورد استفاده قرار گرفت.

ب- بررسی تأثیر عصاره آبی گیاهان بر مرگ‌ومیر لاروهای سن دو نماتدهای ریشه‌گرهی در آزمایشگاه

به منظور انتخاب مؤثرترین گیاه جهت استفاده در آزمایش‌های گلخانه‌ای، این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار صورت گرفت.

در این آزمایش حدود ۲۰۰ لارو سن دو از هرکدام از گونه‌های *M. incognita* و *M. javanica* درون تشتک‌های پتری شش سانتی‌متری حاوی سه میلی‌متر آب مقطر سترون قرار داده شد. سپس یک میلی‌لیتر از محلول پایه عصاره گیاهی به آن‌ها اضافه گردید. تشتک‌ها در دمای ۲۰°C نگهداری شده و بعد از گذشت ۲۴ و ۴۸ ساعت تأثیر عصاره‌ها مورد بررسی قرار گرفت. پس از گذشت زمان لازم، لاروهای سن دو شستشو داده و به منظور اطمینان از مرگ آن‌ها، به تشتک‌های حاوی آب مقطر سترون منتقل و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند. سپس با شمارش تعداد لاروهای مرده و فعال، درصد مرگ‌ومیر آن‌ها تعیین گردید.

ج- بررسی اثر گیاهان بازدارنده بر فعالیت نماتدهای ریشه‌گرهی و گیاه گوجه‌فرنگی در گلخانه

تأثیر عصاره آبی و پودر خشک گیاهان مختلف بر شاخص‌های نماتدهای ریشه‌گرهی *M. incognita* و *M. javanica* و شاخص‌های رشدی گوجه‌فرنگی در چند مرحله انجام گرفت. ابتدا، با در نظر گرفتن فراهم بودن و امکان دسترسی به مقادیر لازم از عصاره‌ها در طول آزمایش، مؤثرترین گیاهان در شرایط آزمایشگاهی انتخاب و تأثیر آن‌ها بر فعالیت نماتدها و رشد گوجه‌فرنگی در گلخانه و در خاک سترون مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس مؤثرترین تیمارها در این آزمایش انتخاب و در خاک مزرعه مورد ارزیابی قرار گرفت. علاوه بر آن، تأثیر پودر خشک تعدادی از گیاهان بازدارنده بر فعالیت نماتد ریشه‌گرهی *M. incognita* در خاک سترون نیز مورد ارزیابی قرار گرفت.

۱- اثر عصاره آبی گیاهان بر فعالیت دو گونه نماتد و شاخص‌های رشدی گوجه‌فرنگی در خاک سترون

در این آزمایش از عصاره ۱۰ گیاه، شامل منداب، فلفل زینتی، ترخون، کرچک، زیتون‌تلخ، خارلته، رعنا زیبا، سلوی، اکالیپتوس و بذر گلرنگ که در آزمایشگاه پس از ۴۸ ساعت باعث مرگ‌ومیر بیش از ۴۰٪ لارو نماتدها شده بودند استفاده گردید. علاوه بر آن از گل جعفری و داوودی، علی‌رغم پایین بودن درصد مرگ‌ومیر ناشی از آن‌ها، همچنین خرزهره، به دلیل وجود گزارش‌های قبلی مبنی بر کارایی آن علیه نماتدهای ریشه‌گرهی در آزمایش‌های گلخانه‌ای مورد استفاده قرار گرفت. از کنگر وحشی به دلیل مشکلات کاربردی آن و گوش‌بره و گل عقربی نیز به دلیل محدودیت دسترسی در آزمایش‌های گلخانه‌ای استفاده نگردید.

برای انجام این آزمون، گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی رقم ارلی‌اوربانا یک‌ماهه کشت‌شده درون گلدان‌های یک کیلوگرمی، حاوی خاک سترون شنی لومی (۸۱/۸٪ شن، ۱۲/۴٪ سیلت و ۵/۸٪ رس) با ۵۰۰۰ تخم نماتد مایه‌زنی شدند. یک ساعت پس از مایه‌زنی، ۴۰ میلی‌لیتر از عصاره گیاهی تازه تهیه شده به سطح خاک گلدان‌ها اضافه گردید. ۴۸ ساعت بعد، مجدداً همان حجم عصاره به سطح گلدان‌ها اضافه شد (حجم عصاره در حدی بود که سطح گلدان‌ها را کاملاً پوشش داده ولی از انتهای آن‌ها خارج نگردد). برای هر عصاره گیاهی پنج گلدان در نظر گرفته شد که به چهارتای آن‌ها عصاره گیاهی و سوسپانسیون تخم نماتد اضافه شد و به یک گلدان فقط سوسپانسیون تخم همراه با ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید.

این آزمایش در مورد هر کدام از نماتدهای ریشه‌گرهی *M. incognita* و *M. javanica* به صورت جداگانه و در

قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۴ تیمار و چهار تکرار انجام گرفت. گلدان‌ها در شرایط گلخانه در دمای ۲۲-۳۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ روز نگهداری شدند. زمان ۶۰ روز با انجام یک آزمایش با چهار زمان ۴۵، ۵۰، ۶۰ و ۶۵ روز و در چهار تکرار، که جهت تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت انجام شد انتخاب گردید. در زمان ۶۰ روز کیسه‌های تخم به صورت کامل، گال‌ها به صورت مجزا و تعداد لارو سن دو درون خاک بسیار کم (کم‌تر از ۶-۷ لارو در ۱۰۰ سی‌سی خاک) بود. گلدان‌ها به صورت روزانه یک نوبت و در روزهای گرم در دو نوبت آبیاری شدند.

۲- اثر عصاره آبی گیاهان بر فعالیت دو گونه نماتد و شاخص‌های رشدی گوجه‌فرنگی در خاک مزرعه

پس از انجام آزمایش اول در خاک سترون، تأثیر کاربرد عصاره‌های گیاهان ترخون، منداب، کرچک و خارلته، که در آزمایش‌های قبلی بهترین نتایج را داشتند، بر فعالیت دو گونه نماتد ریشه‌گرهی و شاخص‌های رشدی گوجه‌فرنگی رقم ارلی‌اوربانا در خاک مزرعه (۵۶٪ سیلت، ۲۸٪ رس و ۱۶٪ شن) و در گلخانه مورد مطالعه قرار گرفت. سایر شرایط همانند آزمایش قبل بود با این تفاوت که آزمایش با پنج تکرار انجام شد. خاک مزرعه از قسمتی از مزارع دیم دانشکده کشاورزی که برای چندین سال متوالی کشت نگردیده بود تهیه گردید. قبل از استفاده نماتدهای خاک استخراج و به استثنای تعداد اندکی نماتد آزاد هیچ نماتد انگل گیاهی در آن یافت نگردید. در این آزمایش گلدان‌ها بعد از گذشت ۵۰ روز برداشت شدند. استخراج نماتدها نشان داد که در زمان برداشت هیچ تفریخ تخمی صورت نگرفته و لاروی درون خاک مشاهده نگردید.

۳- بررسی تأثیر پودر خشک گیاهان بر فعالیت نماتد ریشه‌گرهی *M. incognita* در خاک سترون

در این آزمایش از پودر خشک گیاهان خارلته، سلوی، کرچک، زیتون‌تلخ، فلفل و بذر گلرنگ استفاده گردید. برای انجام کار ابتدا بذور گوجه‌فرنگی رقم ارلی‌اوربانا در گلدان‌های یک کیلوگرمی حاوی خاک شنی لومی (۸۱/۸٪ شن، ۱۲/۴٪ سیلت و ۵/۸٪ رس) سترون کشت گردید. یک ماه پس از سبز شدن بذور، چهار گرم پودر خشک گیاهان مورد نظر (معادل مقدار ماده مورد استفاده برای تهیه یک مرحله عصاره) با دقت با خاک سطحی اطراف گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی مخلوط و گلدان‌ها آبیاری گردید. به منظور کمک به تجزیه پودر گیاهی، گلدان‌ها روزانه آبیاری و پنج روز پس از اضافه کردن پودر، ۵۰۰۰ تخم نماتد اطراف ریشه اضافه گردید. گلدان‌ها در گلخانه با دمای ۲۲-۳۴ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ماه نگهداری شدند. آبیاری گلدان‌ها همانند آزمایش‌های قبل انجام شد.

پ- اندازه‌گیری شاخص‌های رشدی گیاه و نماتد و انجام محاسبات آماری

پس از انجام آزمایش‌ها، ابتدا شاخص‌های رشدی گیاه شامل طول، وزن تر و خشک اندام هوایی، همچنین وزن تر ریشه اندازه‌گیری شد. پس از وزن کردن ریشه‌ها، شاخص گال با استفاده از روش *هوسی و جینسن* (Hussey & Janssen 2002) به طریقه کیفی تعیین گردید. سپس هر کدام از ریشه‌ها به قطعات ۲-۳ سانتیمتری خرد شده و به صورت کامل مخلوط گردید. یک گرم ریشه خرد شده مخلوط به صورت تصادفی انتخاب و پس از رنگ‌آمیزی، تعداد گال و کیسه تخم در آن شمارش گردید و شاخص گال نماتد طبق روش *ساسر و تایلور* (Sasser

& Taylor 1978) تعیین شد. علاوه بر آن جهت محاسبه تعداد تخم در کل ریشه، ابتدا یک گرم ریشه به مدت ۲۰ ثانیه درون مخلوط‌کن حاوی محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵٪ خرد شده و سپس به مدت دو دقیقه بهم زده شد تا تخم‌های درون کیسه تخم آزاد شود. پس از آن محتوای مخلوط‌کن از الک ۲۰۰ مش که بر روی الک ۵۰۰ مش قرار داشت عبور داده و با آب به خوبی شستشو داده تا محلول هیپوکلریت سدیم کاملاً حذف شود. تخم‌های سطح الک ۵۰۰ مش درون بشر ۱۰۰ سی‌سی انتقال داده و با شمارش تعداد تخم در سه نمونه یک سی‌سی، تعداد تخم در یک گرم، همچنین کل ریشه محاسبه گردید.

در نهایت با توجه به مشاهده تعداد بسیار اندک لارو سن دو درون خاک (کمتر از ۶-۷ لارو در ۱۰۰ سی‌سی حجم خاک)، فاکتور تولیدمثل ($RF = Pf/Pi$) از تقسیم جمعیت نهایی نماتد در سیستم ریشه شامل تعداد تخم در کل ریشه و تعداد گال (به عنوان تعداد نماتد در مراحل مختلف درون ریشه) بر جمعیت اولیه محاسبه گردید.

داده‌های حاصل از آزمایش‌ها گلخانه‌ای به کمک نرم‌افزار آماری MSTATC، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت.

نتایج

۱- تأثیر عصاره آبی گیاهان بر فعالیت لاروهای سن دو در شرایط آزمایشگاهی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر هر کدام از فاکتورهای زمان، عصاره‌های گیاهی و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر تعداد لاروهای زنده و درصد مرگ‌ومیر آن‌ها در گونه‌های *M. incognita* و *M. javanica* بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است.

نتایج مقایسه میانگین‌های درصد مرگ‌ومیر لاروهای سن دو نماتدهای ریشه‌گرهی ناشی از تأثیر عصاره‌ها در جدول ۱ ارائه گردیده است. نتایج نشان داد عصاره حاصل از خیساندن یک گرم پودر خشک تمامی ۲۵ گیاه مورد بررسی در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر پس از ۴۸ ساعت باعث ۶٪ تا ۸۹٪ مرگ‌ومیر لاروهای سن دو گونه رایج نماتدهای ریشه گرهی گردید. به استثنای کرچک، زیتون‌تلخ، خارلته، سلوی، گل جعفری، اکالیپتوس و گل داودی، درصد مرگ‌ومیر لاروهای سن دو هرکدام از گونه‌ها و یا هر دوی آن‌ها، با دو برابر شدن مدت‌زمان در معرض عصاره بودن، افزایش یافته است. عصاره‌های ۱۴ گیاه از ۲۵ گیاه مورد بررسی، شامل منداب، فلفل زینتی، کنجد، ترخون، کنگر صحرایی، کرچک، زیتون‌تلخ، گوش‌بره، خارلته، رعنا زیبا، سلوی، گل عقربی، اکالیپتوس و بذر گلرنگ پس از گذشت ۴۸ ساعت، باعث مرگ‌ومیر بیش از ۴۰٪ لاروها در هرکدام از گونه‌ها و یا هر دوی آن‌ها گردید. بالاترین درصد مرگ‌ومیر لاروهای سن دو گونه *M. javanica* در تیمارهای منداب و فلفل زینتی و در گونه *M. incognita*، به ترتیب در تیمارهای منداب، فلفل زینتی، ترخون، کرچک و کنجد اتفاق افتاد. عصاره‌های منداب، فلفل زینتی، کنجد و ترخون باعث بیش از ۷۵٪ مرگ‌ومیر در هر دو گونه گردید. علاوه بر آن میزان مرگ‌ومیر ناشی از عصاره کرچک در گونه *M. incognita* نیز ۷۷٪ بود.

۲- تأثیر عصاره آبی گیاهان بر شاخص‌های نماتدهای ریشه‌گرهی و شاخص‌های رشدی گوجه‌فرنگی در خاک سترون و در گلخانه

الف) شاخص‌های نماتد: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر عصاره‌های گیاهی بر شاخص‌های نماتد، به

استثنای شاخص گال، در هر دو گونه بر حسب آزمون دانکن در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تأثیر عصاره‌ها بر شاخص‌های نماتدهای ریشه‌گرهی در جدول ۲ ارائه گردیده است. با توجه به درصد ریشه‌های دارای گال، همچنین وزن تر ریشه در تیمارهای مختلف و تعداد گال و کیسه تخم بالاتر از ۱۰۰ در کل ریشه، شاخص گال هر دو گونه طبق روش *هوسی و جنسن* (۲۰۰۲) و *ساسر و تایلور* (۱۹۷۸) پنج تعیین گردید. به دلیل از بین رفتن گیاهان در تیمار عصاره آبی کرچک در گونه *M. javanica* در طول آزمایش، داده‌ای در مورد تأثیر این عصاره بر گونه *M. javanica* ثبت نگردید.

کم‌ترین تعداد گال در گرم ریشه مربوط به تیمار خارلته است که میزان آن در گونه‌های *M. javanica* و *M. incognita*، به ترتیب ۷۲/۱ و ۷۰/۳ درصد کمتر از شاهد بود. تیمارهای خرزهره، فلفل زینتی و زیتون‌تلخ در هر دو گونه، گل جعفری و سلوی در گونه *M. javanica*، همچنین کرچک و منداب در گونه *M. incognita* تأثیر کم‌تری داشته و در سطح آماری بعدی قرار گرفتند. تیمارهای اکالیپتوس و رعنا زیبا در گونه *M. javanica* با شاهد خود اختلاف معنی‌داری نداشتند.

کم‌ترین تعداد کیسه تخم در گرم ریشه نیز مربوط به تیمار خارلته است که میزان آن در گونه‌های *M. javanica* و *M. incognita*، به ترتیب ۷۴/۷ و ۸۰/۰ درصد کمتر از شاهد بود. تیمارهای گل جعفری، خرزهره، فلفل و منداب در هر دو گونه، همچنین کرچک، ترخون و زیتون‌تلخ در گونه *M. incognita* در سطح آماری بعدی قرار گرفتند. تیمار رعنا زیبا در هر دو گونه با شاهد خود اختلاف معنی‌داری نداشت.

کم‌ترین تعداد تخم در گرم ریشه در گونه *M. javanica* مربوط به تیمار خارلته با ۷۲/۳٪ کاهش نسبت به شاهد است که با تیمارهای سلوی، منداب و بذر گلرنگ در یک گروه آماری قرار گرفت. ولی کم‌ترین تعداد تخم در گرم ریشه در گونه *M. incignita* مربوط به تیمار سلوی با ۸۵/۰۳٪ کاهش نسبت به شاهد است که با تیمارهای خارلته، منداب و بذر گلرنگ در یک گروه آماری قرار گرفتند. تعداد تخم در تیمارهای اکالیپتوس و رعنا زیبا در گونه *M. javanica*، بیشتر از شاهد بود و در تیمار اکالیپتوس در گونه *M. incognita* با شاهد خود اختلاف معنی‌داری نداشت.

نتایج جمعیت نهایی و فاکتور تولیدمثل شبیه به هم هست. پایین‌ترین فاکتور تولیدمثل در گونه *M. javanica* مربوط به بذر گلرنگ است که ۴۶/۹٪ کمتر از شاهد است و از نظر آماری با تیمارهای خارلته، منداب و فلفل در یک سطح قرار گرفتند. میزان این شاخص، به ترتیب در تیمارهای سلوی، داودی، گل جعفری، خرزهره، رعنا زیبا و اکالیپتوس بین ۱/۲ تا ۲/۹ برابر شاهد خود است. بدین معنی که این تیمارها نه فقط باعث کاهش تولیدمثل این گونه نماتد نشدند بلکه به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم باعث افزایش آن شدند. تیمارهای سلوی، ترخون و زیتون‌تلخ از نظر آماری با شاهد در یک گروه قرار گرفتند. در گونه *M. incognita* پایین‌ترین فاکتور تولیدمثل مربوط به تیمار سلوی است که ۷۸/۹٪ کمتر از شاهد است و از نظر آماری با تیمارهای خارلته، منداب و بذر گلرنگ در یک سطح قرار گرفتند. میزان این شاخص در تیمارهای اکالیپتوس و خرزهره، به ترتیب ۱/۳ و ۱/۶ برابر شاهد خود بود. همچنین کرچک، ترخون، داودی با شاهد در یک گروه آماری قرار گرفتند.

ب) شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی: نتایج حاصل از تأثیر عصاره‌ها بر شاخص‌های گیاه گوجه‌فرنگی در جدول ۳ ارائه گردیده است. به دلیل از بین رفتن

جدول ۲. تأثیر عصاره آبی شاخساره (یا بذر) گیاهان مختلف بر شاخص‌های *Meloidogyne javanica* و *M. incognita*، در گوجه‌فرنگی (رقم ارلی‌اوربانا) در خاک سترون و در گلخانه.

Table 2. Effects of aqueous extracts of shoots (or seed) of several plants on the nematode indices of *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*, in tomato plant (cv. Early Urbana) in pasteurized soil and greenhouse.

Treatments	Gall/g of root		Egg mass/g of root		Egg/g of root		Final population		Reproduction factor	
	M. javanica	*M. incognita*	*M. javanica*	*M. incognita*	*M. javanica*	*M. incognita*	*M. javanica*	*M. incognita*	*M. javanica*	*M. incognita*
Control	121.0a	120.5a	94.0a	92.5a	35190b	48440a	232931def	325890cd	46.4def	67.1cd
Salvia splendens	65.3d	83.3cd	40.5d	39.5d	14000efg	7250g	291866cd	706115h	56.9cd	14.2h
Carthamus tinctorius[2]	94.5b	97.5b	61.3c	55.5c	12315eg	10750fg	121876g	106519gh	24.6g	21.4gh
Eruca sativa[3]	79.8c	63.3f	48.3cd	39.3d	14850efg	11040efg	140911efg	108088gh	28.1efg	21.6gh
Cirsium arvense[4]	33.8e	35.8g	23.8e	18.5e	9765g	8965g	128426fg	116755gh	25.7fg	23.4gh
Melia azedarach[5]	70.0cd	69.3ef	56.0c	45.3cd	18125ef	15500de	255581d	131296g	51.1d	26.4g
Gaillardia pulchela[6]	119.0a	103.3b	99. 0a	81.5ab	45065a	21350c	581069a	162787fg	117.1a	32.8fg
Tagetes patula.[7]	75.0cd	83.0cd	50.3cd	35.0d	25750d	33830d	378322bc	204671ef	75.71bc	40.7ef
Capsicum annuum[8]	71.5cd	71.0def	38.8d	41.8d	19740e	22065c	193529d-g	215932ef	38.7d-g	43.4ef
Artemisia dracunculus[9]	80.0c	77.0cde	56.8c	46.3cd	17065ef	14150def	240922de	269285de	48.8de	53.6de
Chrysanthemum sp.[10]	95.5b	85.0c	74.5b	71.0b	33290bc	31965b	372432bc	321834cd	74.2bc	64.6cd
Ricinus communis[11]	-	59.8f	-	40.8d	-	24640c	-	357863c	-	71.2c
Nerium oleander[12]	73.5cd	65.8ef	55.8c	54.5c	28250cd	24750c	424213b	439813b	84.4b	88.3b
Eucalyptus sp.[13]	115.0a	97.5b	80.8b	79.0b	44375a	44990a	666219a	533170a	133.3a	106.4a

داده‌ها میانگین چهار تکرار می‌باشد. اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون برحسب آزمایش دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. ۱- سلوی، ۲- گلرنگ (بذر)، ۳- منداب، ۴- خارلته، ۵- زیتون‌تلخ، ۶- رعنا زیبا، ۷- گل جعفری، ۸- فلفل زینتی، ۹- ترخون، ۱۰- گل داوودی، ۱۱- کرچک، ۱۲- خرزهره، ۱۳- اکالیپتوس.

Data are the means of four replicates. Means followed by the same letters in each column are not significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test. 1- Scarlet sage, 2- Safflower (seeds), 3- Eruca, 4- Creeping thistle, 5- Chinaberry, 6- Firewheel, 7- Marigold, 8- Ornamental chili pepper, 9- Tarragon, 10- Chrysanthemum, 11- Castor bean, 12- Oleander, 13- Eucalyptus.

جدول ۳- تأثیر عصاره آبی شاخساره گیاهان مختلف بر شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی (رقم ارلی‌اوربانا) آلوده به نماتدهای ریشه‌گرهی ***Meloidogyne javanica*** و ***M. incognita***، در خاک سترون و در گلخانه.

Table 3. Effects of aqueous extracts of shoot of several plants on growth factors of tomato plant (cv. Early Urbana) infected with the root-knot nematodes *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*, in pasteurized soil and greenhouse.

	Shoot length (cm)		Shoot fresh weight (g)		Shoot dry weight (g)		Root fresh weight (g)	
Treatments	*M. javanica*	*M. incognita*	*M. javanica*	*M. incognita*	*M. javanica*	*M. incognita*	*M. javanica*	*M. incognita*
Control	28.5d	28.3ef	10.0f	12.9efg	2.60d	2.88d	6.6e	6.9g
Salvia splendens[1]	34.3bc	38.5a	19.7a	18.6bcd	5.26a	2.73d	20.3a	9.8ef
Carthamus tinctorius[2]	34.0bc	34.1bc	14.9cde	12.3fg	2.99cd	3.11d	10.0d	9.9ef
Eruca sativa[3]	30.5cd	36.8ab	16.7bc	15.1def	3.09cd	2.68d	9.4d	9.8ef
Cirsium arvense[4]	27.8d	27.0f	17.2b	16.8cd	2.62d	2.72d	13.1bc	13.1bc
Melia azedarach[5]	30.8bcd	31. 0cde	10.7f	12.4fg	4.91ab	5.31b	14.1b	8.5fg
Gaillardia pulchela[6]	29.6d	30.4def	15.6bcd	9.6g	4.89ab	1.53e	13.0bc	7. 7g
Tagetes patula[7]	38.6a	31.5cde	19.7a	15.3def	4.20b	4.24c	14.7b	12.0cd
Capsicum annuum[8]	33.8bc	32.5cd	13.0e	11.9fg	2.33d	2.75d	9.8d	9.9ef
Artemisia dracunculus[9]	33.8bc	28.8ef	14.6cde	21.4b	3.03cd	7.78a	14.3b	18.9a
Chrysanthemum sp.[10]	34.5b	32.4cd	12.9e	12.4fg	3.49c	3.35d	11.1cd	10.1def
Ricinus communis[11]	-	39.8a	-	26.0a	-	5.92b	-	14. 5b
Nerium oleander[12]	28.4d	31.4cde	19.8a	19.7bc	4.93ab	5.56b	14.9b	17.8a
Eucalyptus sp.[13]	33.5bc	36.5ab	14.2de	16.1de	3.08cd	5.49b	15.0b	11.8cde

داده‌ها میانگین چهار تکرار می‌باشد. اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون برحسب آزمایش دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. ۱- سلوی، ۲- گلرنگ (بذر)، ۳- منداب، ۴- خارلته، ۵- زیتون‌تلخ، ۶- رعنا زیبا، ۷- گل جعفری، ۸- فلفل زینتی، ۹- ترخون، ۱۰- گل داوودی، ۱۱- کرچک، ۱۲- خرزهره، ۱۳- اکالیپتوس.

Data are the means of four replicates. Means followed by the same letters in each column are not significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test. 1- Scarlet sage, 2- Safflower (seeds), 3- Eruca, 4- Creeping thistle, 5- Chinaberry, 6- Firewheel, 7- Marigold, 8- Ornamental chili pepper, 9- Tarragon, 10- Chrysanthemum, 11- Castor bean, 12- Oleander, 13- Eucalyptus.

گیاهان در تیمار کرچک در گونه *M. javanica* در طول آزمون، داده‌ای در مورد تأثیر این عصاره بر گونه *M. javanica* به دست نیامد.

بیش‌ترین طول شاخساره گیاه گوجه‌فرنگی آلوده به گونه *M. javanica* مربوط به تیمار گل جعفری است. تیمارهای خرزهره، رعنا زیبا، منداب، خارلته و زیتون‌تلخ تأثیری بر طول گیاه گوجه‌فرنگی نداشته و با شاهد در یک گروه قرار گرفتند. بیش‌ترین طول شاخساره گیاه گوجه‌فرنگی آلوده به گونه *M. incognita* مربوط به تیمارهای اکالیپتوس، سلوی، کرچک، و منداب است. تیمارهای گل جعفری، خرزهره، رعنا زیبا، ترخون، خارلته و زیتون‌تلخ تأثیری بر طول گیاه گوجه‌فرنگی نداشته و با شاهد در یک گروه آماری قرار گرفتند.

بیش‌ترین وزن تر شاخساره گوجه‌فرنگی آلوده به گونه *M. javanica* مربوط به تیمارهای گل جعفری، خرزهره و سلوی است. تیمار زیتون‌تلخ تأثیری بر وزن تر اندام هوایی گیاه گوجه‌فرنگی نداشته و با شاهد در یک گروه قرار گرفت. در مورد گونه *M. incognita* کرچک بیش‌ترین تأثیر را داشت. تیمارهای اکالیپتوس، گل جعفری، رعنا زیبا، فلفل، منداب، داودی، زیتون‌تلخ و بذر گلرنگ تأثیری بر وزن تر شاخساره نداشته و با شاهد در یک گروه آماری قرار گرفتند.

بیش‌ترین وزن خشک شاخساره گوجه‌فرنگی آلوده به گونه *M. javanica* مربوط به تیمارهای خرزهره، رعنا زیبا، سلوی و زیتون‌تلخ است. تیمارهای اکالیپتوس، فلفل، منداب، ترخون، خارلته و بذر گلرنگ تأثیری بر وزن خشک اندام هوایی گیاه گوجه‌فرنگی نداشته و با شاهد در یک گروه قرار گرفتند. در مورد گونه *M. incognita* ترخون بیش‌ترین تأثیر را داشت. تیمارهای سلوی، فلفل، منداب، خارلته، داودی و بذر گلرنگ تأثیری بر وزن خشک شاخساره نداشته و از نظر آماری با شاهد در یک گروه قرار گرفتند. در اکثر تیمارها بین وزن تر و وزن خشک شاخساره گوجه‌فرنگی رابطه مستقیمی وجود ندارد.

بیش‌ترین وزن تر ریشه گوجه‌فرنگی آلوده به گونه *M. javanica* مربوط به سلوی است. سایر تیمارها بالاتر از شاهد قرار گرفتند. در مورد گونه *M. incognita* خرزهره و ترخون بیش‌ترین تأثیر و رعنا زیبا و زیتون‌تلخ کم‌ترین تأثیر را بر وزن تر ریشه داشتند و از نظر آماری با شاهد در یک گروه قرار گرفتند.

۳- تأثیر عصاره آبی گیاهان بازدارنده بر شاخص‌های نماتدهای ریشه‌گرهی و شاخص‌های رشدی گوجه‌فرنگی در خاک مزرعه و در گلخانه

شاخص‌های نماتد: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارها بر شاخص‌های نماتد روی ریشه گوجه‌فرنگی آلوده، به استثنای شاخص گال، در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین شاخص‌های نماتد در تیمارهای منداب، کرچک، ترخون و خارلته در جدول ۴ ارائه گردیده است. عصاره‌های هر چهار گیاه باعث کاهش معنی‌دار تعداد گال، کیسه تخم و تخم در گرم ریشه گونه‌های *M. incognita* و *M. javanica* نسبت به شاهد شدند. همچنین فاکتور تولیدمثل دو گونه را از ۲۱ تا ۵۷ درصد کاهش دادند. کم‌ترین تعداد گال و کیسه تخم در گرم ریشه هر دو گونه مربوط به تیمارهای کرچک و منداب بود که از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. کم‌ترین تعداد تخم در گرم ریشه گونه *M. incognita* در تیمار منداب و در گونه *M. javanica* در تیمارهای منداب و کرچک دیده شد. پایین‌ترین فاکتور تولیدمثل گونه *M. incognita* مربوط به تیمار منداب با ۵۷/۲٪ کاهش و در گونه *M. javanica* مربوط به تیمار کرچک با ۵۱/۰٪ کاهش نسبت

جدول ٤- تأثیر عصاره آبی شاخساره گیاهان مختلف بر شاخص‌های نماتدهای ریشه‌گرهی ***Meloidogyne javanica*** و ***M. incognita*** و شاخص‌های رشدی گوجه‌فرنگی (رقم ارلی‌اوربانا) آلوده به آن‌ها در خاک مزرعه و در گلخانه.

Table 4. Effect of shoot aqueous extracts of several plants on indices of the root-knot nematodes *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*, and on growth factors of tomato plant (cv Early Urbana) infected with the nematodes, in field soil and greenhouse.

Treatments	Galls/g of root		Eggs mass/g of root		Eggs/g of root		Reproduction factor	
	M. javanica	*M. incognita*	*M. javanica*	*M. incognita*	*M. javanica*	*M. incognita*	*M. javanica*	*M. incognita*
Control	144.7a	142.5a	134.5a	134.2a	50700a	50600a	186.8a	179.0a
Eruca sativa[1]	83.3cd	73.8d	50.7de	44.0e	18775de	16115e	94.6cd	76.6e
Ricinus commonis[2]	75.8d	76.5d	47.5e	50.7de	19990de	21460cd	91.5de	102.6cd
Artemisia dracunculus[3]	87.7c	91.2c	61.2cd	67.0c	24765c	24825c	101.2cd	116.7c
Cirsium arvense[4]	105.8b	106.5b	88.7b	85.3b	36090b	35025b	147.3b	139.6b

Treatments	Shoot length (cm)			Shoot fresh weight (g)			Shoot dry weight (g)			Root fresh weight (g)		
	Without nematode	*M. javanica*	*M. incognita*	Without nematode	*M. javanica*	*M. incognita*	Without nematode	*M. javanica*	*M. incognita*	Without nematode	*M. javanica*	*M. incognita*
Control	36.2abc	26.5e	29.0de	28.7d	22.5e	22.8e	4.08abc	3.13c	3.15c	13.0f	18.4cde	17.7def
Eruca sativa[1]	37.3ab	31.3cde	31.7cde	40.0a	34.1bc	35.7bc	5.02a	4.48ab	4.52ab	16.9def	25.2a	23.8ab
Ricinus commonis[2]	34.0a-d	29.0de	28.3de	34.3bc	31.6cd	31.6cd	4.51ab	4.05abc	4.05abc	15.2ef	22.9abc	23.9ab
Artemisia dracunculus[3]	38.8a	31.5cde	31.3cde	37.2ab	33.0bcd	33.0bcd	4.78ab	4.13abc	4.02abc	15.6def	20.4a-d	23.5ab
Cirsium arvense[4]	37.8ab	33.0bcd	30.5cde	35.7bc	31.5cd	31.7cd	4.71ab	3.80bc	4.03abc	15.1ef	20.4a-d	19.9b-e

- داده‌ها میانگین پنج تکرار می‌باشد. اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون از شاخص‌های نماتد برحسب آزمایش دانکن در سطح ۱٪ و از شاخص‌های رشدی گیاه در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. ۱- منداب، ۲- کرچک، ۳- ترخون، ۴- خارلته.

- Data are the means of five replications. Mean followed by the same letters in each column of nematode indices and growth factores of tomato are not significantly different at $P < 0.01$ and $P < 0.05$, respectively, according to Duncan's Multiple Range Test. 1- Eruca, 2- Castor bean, 3-Tarragon, 4- Creeping thistle.

به شاهد است که با تیمارهای منداب و ترخون در یک سطح آماری قرار گرفتند. با توجه به وزن تر ریشه، تعداد گال و کیسه تخم بالاتر از ۱۰۰ در کل ریشه در همه تیمارها، شاخص گال هر دو گونه پنج تعیین گردید.

شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر عصاره‌ها بر وزن تر و خشک شاخساره، و وزن تر ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود ولی در مورد طول اندام هوایی معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین شاخص‌های گیاه گوجه‌فرنگی در حضور و نبود هر دو گونه نماتد در تیمارهای مختلف در جدول ۴ ارائه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که عصاره‌های گیاهان منداب، کرچک، ترخون و خارلته باعث افزایش معنی‌دار وزن تر شاخساره گوجه‌فرنگی سالم گردیده است، ولی بر ارتفاع و وزن خشک شاخساره، همچنین وزن تر ریشه تأثیری نداشته‌اند.

در مورد گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد ریشه‌گرهی، فقط عصاره خارلته باعث افزایش معنی‌دار طول شاخساره گیاه آلوده به *M. javanica* شد و سایر تیمارها تاثیری بر طول گیاهان آلوده به دو گونه نماتد نداشتند. از نظر وزن تر شاخساره همه تیمارها در یک سطح آماری قرار گرفته و باعث افزایش معنی‌دار این شاخص نسبت به شاهد شدند. از نظر وزن خشک شاخساره گیاهان آلوده به هر گونه، اختلاف چندانی بین تیمارها و شاهد وجود نداشت و فقط اختلاف بین تیمار منداب و شاهد معنی‌دار شد. در گونه *M. javanica* وزن تر ریشه در همه تیمارها نسبت به شاهد بیش‌تر و دارای اختلاف معنی‌دار بود ولی در گونه *M. incognita* تیمار خارلته با شاهد در یک سطح آماری قرار گرفت.

٤- تأثیر پودر خشک گیاهان بازدارنده بر فعالیت نماتد ریشه‌گرهی *M. incognita* در گیاه گوجه‌فرنگی در خاک سترون و در گلخانه

شاخص‌های نماتد: جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر پودر خشک گیاهان سلوی، خارلته، بذر گلرنگ، منداب، فلفل زینتی، کرچک و زیتون‌تلخ بر شاخص گال نماتد ریشه‌گرهی در سطح ۵٪ و در مورد چهار شاخص دیگر نماتد در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. مقایسه میانگین شاخص‌های نماتد در تیمارهای مختلف (جدول ۵) نشان می‌دهد که کم‌ترین تعداد گال در گرم ریشه گوجه‌فرنگی مربوط به زیتون‌تلخ است که به استثنای شاهد و بذر گلرنگ با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری ندارد. کم‌ترین تعداد کیسه تخم در گرم ریشه به‌ترتیب مربوط به تیمارهای کرچک و خارلته است. کم‌ترین تعداد تخم در گرم ریشه مربوط به تیمار سلوی است که با تیمارهای خارلته، کرچک و بذر گلرنگ اختلاف معنی‌داری ندارد. پودر خشک سلوی، خارلته و بذر گلرنگ باعث کاهش فاکتور تولیدمثل گونه گردید. پایین‌ترین فاکتور تولیدمثل در تیمار سلوی با ۷۰/۳٪ کاهش دیده شد که با تیمار خارلته اختلاف معنی‌داری ندارد. زیتون تلخ نه فقط فاکتور تولیدمثل را کاهش نداد بلکه باعث افزایش ۴۰٪ گردید. شاخص گال در همه تیمارها پنج بود.

شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی: جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر پودر خشک گیاهی بر هر کدام از شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی معنی‌دار می‌باشد. مقایسه میانگین شاخص‌های رشدی گیاه در تیمارهای مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱٪ (جدول ۵) نشان می‌دهد گیاه شاهد و بعد از آن تیمارهای خارلته، کرچک و فلفل دارای بیشترین مقدار طول اندام هوایی

جدول ۵- تأثیر پودر خشک شاخساره گیاهان مختلف بر شاخص‌های نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne incognita* و شاخص‌های رویشی گوجه‌فرنگی (رقم ارلی‌اوربانا) آلوده به آن در خاک سترون و در گلخانه.

Table 5. Effects of shoot dry powder of several plants on nematode indices of *Meloidogyne incognita* and growth factors of infected tomato plant (cv. Early Urbana) in pasteurized soil and greenhouse.

Treatments	Galls/g of root	Eggs mass/g of root	Eggs/g of root	Reproduction factor
Control (with nematode)	129.8a	113.5a	48690a	45.5b
Salvia splendens[1]	97.3bc	55.3b	9775c	13.5e
Cirsium arvense[2]	95.3bc	38.5c	10965c	22.9de
Carthamus tinctorius[3]	102.8b	57.8b	11875c	30.0cd
Capsicum annuum[4]	93.8bc	65.5b	21180b	31.3bcd
Ricinus communis[5]	97.5bc	36.8c	14790c	39.8bc
Melia azedarach[6]	86.3c	56.5b	24065b	64.8a

Treatments	Shoot length (cm)	Shoot fresh weight (g)	Shoot dry weight (g)	Root fresh weight (g)
Control (without nematode)	32.8a	14.9b	3.18a	11.33ab
Control (with nematode)	20.4d	6.7d	1.55f	4.67d
Salvia splendens[1]	26.8c	10.6c	2.69bc	6.92cd
Cirsium arvense[2]	29.4bc	18.2a	2.78bc	10.45b
Carthamus tinctorius[3]	26.8c	11.8c	3.00ab	12.62ab
Capsicum annuum[4]	31.0ab	11.8c	2.60cd	7.39c
Ricinus communis[5]	30.5ab	12.4c	2.10e	13.43a
Melia azedarach[6]	28.6bc	11.7c	2.29de	13.45a

داده‌ها میانگین چهار تکرار می‌باشد. اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون برحسب آزمایش دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

۱- سلوی، ۲- خارلته، ۳- گلرنگ، ۴- فلفل زینتی، ۵- کرچک، ۶- زیتون‌تلخ.

Data are the means of four replicates. Means followed by the same letters in each column are not significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test. 1- Scarlet sage, 2- Creeping thistle, 3- Safflower, 4- Ornamental chili pepper, 5- Castor bean, 6- Chinaberry.

بودند ولی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها و شاهد دیده نشد. بیشترین وزن تر اندام هوایی در تیمار خارلته و بیشترین وزن خشک در شاهد و بذر گلرنگ مشاهده شد. در مورد وزن ریشه، بیشترین مقدار وزن ریشه در کرچک و زیتون‌تلخ دیده شد که با بذر گلرنگ شاهد بدون نماتد در یک سطح آماری قرار داشتند.

بحث

مکانیسم تأثیر عصاره‌های گیاهی بر نماتدها یکسان نیست. برخی از عصاره‌ها به طور مستقیم باعث مرگ آن‌ها می‌شوند. برخی دیگر باعث کاهش فعالیت نماتدها شده ولی آن‌ها را نمی‌کشند (Ferris & Zheng 1999). نتایج بررسی آزمایشگاهی نشان داد عصاره‌های منداب، فلفل زینتی، ترخون، کنجد، کرچک، کنگر، زیتون تلخ و گوش‌بره باعث مرگ بیش از ۵۰٪ لاروهای هر دو گونه دو گونه‌های رایج نماتدهای ریشه گرهی (*Meloidogyne javanica*، *M. incognita*) شدند. میزان تأثیر عصاره هر گیاه بر مرگ‌ومیر لاروهای سن دو گونه بسیار به‌هم شباهت دارد. منتها لاروهای گونه *M. incognita* نسبت به اکثر عصاره‌ها حساس‌تر بوده و بیشتر تحت تأثیر قرار گرفتند. بیش‌ترین اختلاف در درصد مرگ ومیر لاروهای دو گونه نماتد در عصاره اکالیپتوس مشاهده گردید. در برخی از موارد، از قبیل منداب، کنجد و زیتون تلخ لاروهای *M. javanica* حساسیت بیشتری نشان دادند.

مدت زمان در معرض بودن، یکی از عوامل مؤثر بر میزان تأثیر عصاره‌ها بر مرگ‌ومیر لاروهای نماتدها است. اما با دو برابر شدن زمان، میزان مرگ‌ومیر در تیمارهای کرچک، زیتون‌تلخ، خارلته، سلوی، گل جعفری، اکالیپتوس و گل داودی کاهش یافت. این می‌تواند به دلیل موقتی بودن تأثیر عصاره‌ها بر نماتد و توانایی نماتد در از سرگیری مجدد فعالیت خود باشد، یا این‌که مواد مؤثر موجود در عصاره این گیاهان ناپایدار بوده و با گذشت زمان، خاصیت نماتدکشی خود را از دست داده باشند.

میزان تأثیر عصاره‌ها بر شاخص‌های نماتدهای ریشه‌گرهی و گوجه‌فرنگی‌های آلوده به آن‌ها در خاک مخلوط سترون و خاک مزرعه‌ای یکسان نبود. از طرف دیگر تأثیر عصاره‌های مختلف نیز متفاوت بود. عصاره‌ها از نظر تأثیر بر فاکتور تولیدمثل دو گونه نماتد در خاک سترون در سه گروه قرار گرفتند:

عصاره‌های منداب، خارلته و بذر گلرنگ فاکتور تولیدمثل هر دو گونه نماتدهای ریشه گرهی، و عصاره‌های سلوی، زیتون تلخ، رعنازیبا، گل‌جعفری و فلفل زینتی فاکتور تولیدمثل *M. incognita* را کاهش دادند. عصاره‌های ترخون، گل داوودی و کرچک تأثیر معنی‌داری بر فاکتور تولیدمثل هیچ‌کدام از گونه‌های نماتد نداشتند. در حالی که عصاره‌های خرزهره و اکالیپتوس باعث افزایش فاکتور تولیدمثل آن‌ها نسبت به شاهد گردیدند. علی‌رغم این‌که عصاره کرچک باعث کاهش معنی‌دار تعداد گال، کیسه تخم و تخم در گرم ریشه گوجه‌فرنگی‌های آلوده به هر دو گونه نماتد شدند ولی به دلیل افزایش وزن ریشه، باعث افزایش جمعیت نهایی و فاکتور تولیدمثل هر دو گونه شدند. در مورد کرچک نیز وضعیت به همین صورت بود.

عصاره‌های گروه اول علاوه بر کاهش معنی‌دار فاکتور تولیدمثل نماتدها، باعث افزایش وزن تر و یا خشک بوته‌های آلوده به یک و یا هر دو گونه نماتدهای ریشه‌گرهی گردید. ولی بیشتر عصاره‌ها باعث افزایش وزن تر و یا خشک شاخساره بوته‌های آلوده به گونه *M. javanica*، به عنوان گونه رایج ایران، گردیدند. سلوی، گل جعفری و رعنا زیبا بیشترین تأثیر را داشتند. همچنین خارلته و منداب فقط باعث افزایش وزن تر شاخساره شدند.

مقایسه فاکتور تولیدمثل نماتدهای ریشه‌گرهی *M. javanica* و *M. incognita* نشان می‌دهد این شاخص در تیمارهای اعمال شده در خاک مزرعه نسبت به دو آزمایش دیگر بیشتر است. مقایسه شاخص‌های رشدی گیاه سالم و آلوده از جمله وزن ریشه در خاک مزرعه نشان می‌دهد این شاخص‌ها نسبت به آزمایشات انجام شده در خاک مخلوط سترون به‌مراتب وضعیت بهتری دارند. وضعیت رشدی بهتر گیاه باعث افزایش وزن ریشه و در نتیجه افزایش جمعیت نهایی و فاکتور تولیدمثل شده است. بافت خاک، وجود میکروارگانیسم‌های مفید خاک می‌تواند در بهبود رشد گیاه مؤثر باشد.

مؤثرترین گیاهان از نظر تحریک رشد رویشی گیاه و تأثیر بر فعالیت هر دو گونه رایج نماتدهای ریشه‌گرهی با وجود اختلافات جزئی موجود، گیاهان کرچک، سلوی، منداب و خارلته بودند. سلوی (مریم گلی آتشین) یکی از گیاهان مؤثر علیه نماتد هدف در شرایط زنده و غیر زنده بود. در مورد اثر آنتاگونیستی این گیاه تاکنون گزارشی وجود ندارد. اندام‌های هوایی گیاه به خصوص برگ‌ها دارای اسانس هستند. مقدار اسانس در شرایط اقلیمی مختلف متفاوت و بین ۱ تا ۲/۵٪ است. تویون، سینئول، کامفور، بورنئول، تانن‌ها، فلاونوئید و مواد گلیکوزیدی مهم‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده آن می‌باشند (Omidbaigi

2004). مشخص نیست که اثر آنتاگونیستی سلوی به علت وجود کدام یک از ترکیبات مذکور می‌باشد.

در مورد اثر آنتاگونیستی خارلته تاکنون گزارشی وجود نداشته و این اولین گزارش اثر عصاره گیاه مذکور علیه نماتد ریشه‌گرهی می‌باشد. بررسی‌های بیشتر برای تعیین غلظت مؤثر و مکانیسم بازدارندگی این گیاه لازم است. اختلاف در میزان تأثیر خارلته در آزمایشات مختلف می‌تواند به دلیل شرایط خشک کردن و زمان برداشت آن باشد. خشک کردن این گیاه در معرض تشعشعات آفتاب احتمالاً اثرات مفید آن‌را کم می‌کند (Javed *et al.* 2007). علاوه بر آن در برداشت زود هنگام گیاه، میزان مواد مؤثر به بالاترین حد خود نرسیده است.

عصاره آبی گیاه منداب نیز یکی از عصاره‌های گیاهی مؤثر علیه هر دو گونه مذکور بود. اثر آنتاگونیستی گیاه مذکور نیز برای اولین بار در این آزمایش مشخص شد. از آنجایی که گونه فوق متعلق به خانواده کلمیان (Brasicaceae) می‌باشد، به نظر می‌رسد همانند سایر اعضای این خانواده دارای ترکیبات گلوکوزینات بوده که در اثر هیدرولیز تبدیل به ایزوتیوسیانات شده که علیه گونه مذکور خاصیت آنتاگونیستی دارد (Viaene & Abawi 1998, Zasada & Ferris 2004).

خاصیت نماتدکشی عصاره‌ها کرچک و خرزهره قبلاً در ایران به اثبات رسیده است (Saeedi Naiini 2004). به نظر می‌رسد اثر آنتاگونیستی کرچک به علت وجود ترکیب ریسین موجود در بذر آن بوده که سمی می‌باشد (Mashela & Nthageni 2002). خاصیت آنتاگونیستی خرزهره نیز به دلیل وجود لاتکس بوده که برای لاروهای سن دو نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* بسیار سمی و منجر به کاهش تفریخ تخم شده است (Zasada *et al.* 2002). اکالیپتوس از نظر تحریک رشد رویشی تأثیر مثبتی داشته، ولی علی‌رغم وجود گزارشی از کارایی آن علیه نماتد ریشه‌گرهی (Saeedi Naiini 2004)، نتوانست اثر کنترل کنندگی مطلوبی بر جمعیت‌های دو گونه مذکور داشته باشد.

علی‌رغم وجود گزارشات قبلی مبنی بر وجود اثرات نماتدکشی گل جعفری علیه نماتدهای ریشه‌گرهی و سایر نماتدهای انگل گیاهی، این گیاه در مقایسه با سایر گیاهان مورد استفاده در این تحقیق اثر کمتری از خود نشان داد (Oka *et al.* 2007, Natarajan *et al.* 2006, Tsay *et al.* 2004, Oka *et al.* 2000). این اختلاف می‌تواند مربوط به رقم و گونه گل جعفری، گونه نماتد، گیاه میزبان، نحوه کاربرد، شیوه کاربرد، بافت مورد استفاده و غلظت عصاره آن باشد. مطالعات نشان داده است سطح کنترل‌کنندگی گل جعفری به ژنوتیپ آن و گونه نماتد ریشه‌گرهی بستگی دارد. گونه *Tagetes patula* (گل جعفری فرانسوی) و واریته هیبرید پلی‌نما (*Tagetes* hybrid var. Polynema) نسبت به سایر گونه‌ها، تأثیر بیشتری در کنترل نماتدهای ریشه‌گرهی داشته‌اند. میزان تأثیر بر گونه *M. hapla* کم‌تر از گونه‌های *M. javanica*، *M. incognita* و *M. arenaria* بوده و کاشت رقم سینگل‌گلد (Single Gold) قبل از گوجه‌فرنگی باعث حذف کامل گال یا لارو سن دو سه گونه نماتد مذکور شده است (Ploeg 1999, 2002). خاصیت نماتدکشی و بازدارندگی گل جعفری به ترکیب گوگرددار آلفاترتینیل (α-terthienyl) نسبت داده‌اند که میزان آن در ریشه‌های گیاه در حال رشد بیشتر از عصاره برگ یا ریشه است (Wang *et al.* 2007, Franzener 2007, Marahatta *et al.* 2012). به همین دلیل کشت گل جعفری در تناوب یا همراه با گیاه میزبان در کنترل نماتدهای انگل گیاهی از جمله نماتدهای ریشه‌گرهی بیشتر مؤثر بوده است.

هرچند تأثیر بذر گلرنگ بر شاخص‌های رشدی گیاه در حد متوسط بود، ولی در مورد شاخص‌های نماتد به خصوص تعداد کیسه تخم و تعداد تخم در گرم بافت ریشه اثر معنی‌داری بر جمعیت دو گونه مذکور به خصوص گونه *M. javanica* داشت. عصاره زیتون‌تلخ، علی‌رغم افزایش معنی‌دار وزن خشک شاخساره گیاهان آلوده به هر دو گونه نماتد، تأثیر متفاوتی بر جمعیت نهایی و فاکتور تولیدمثل دو گونه نماتد داشت. این تیمار از یک طرف باعث کاهش ۶۰٪ این شاخص‌ها در گونه *M. incognita* و از طرف دیگر باعث افزایش ۱۰٪ آن‌ها در گونه *M. javaniva* نسبت به شاهد گردید. در تحقیقات مشابهی نشان داده شده است که استفاده از پودر برگ زیتون تلخ به میزان ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۸ گرم/کیلوگرم خاک باعث کاهش بیش از ۹۵٪ جمعیت گونه *M. incognita* شده است (Ardakani 2012). فلفل زینتی نیز از نظر تأثیر بر جمعیت و فاکتور تولیدمثل دو گونه مذکور وضعیت مشابهی داشت. این تیمار باعث کاهش معنی‌دار این دو شاخص در گونه *M. incognita* گردید ولی تأثیر آن بر شاخص‌های گونه *M. javanica* معنی‌دار نبود. فلفل به دلیل دارا بودن مقادیر فراوانی آلکالوئید دارای خاصیت آنتاگونیستی می‌باشد (Piedra Buena *et al.* 2006). گل داوودی که در مطالعات قبلی در شرایط غیرزنده و در آزمایشات اتاقک رشد فعالیت نماتدکشی بسیار خوبی علیه نماتد ریشه‌گرهی داشته است (Perez *et al.* 2003)، در این تحقیق نتیجه مطلوبی از خود نشان نداد. نحوه عصاره‌گیری می‌تواند دلیل این اختلاف باشد. پرز و همکاران (۲۰۰۳) از روغن آن در کنترل نماتد ریشه‌گرهی استفاده کردند. همچنین ممکن است غلظت مورد استفاده در تحقیق حاضر برای فعالیت نماتدکشی مناسب نباشد. ترخون نیز در این آزمایش خاصیت آنتاگونیستی خوبی علیه هر دو گونه نماتدهای ریشه‌گرهی از خود نشان داد. تأثیر این گیاه قبلاً نیز نشان داده شده است (Abivardi 1971).

بررسی‌های بیشتر برای اثبات فعالیت نماتدکشی ترکیبات عصاره‌ها ذکر شده در این آزمایش علیه نماتدهای ریشه‌گرهی روی محصولاتی که ارزش اقتصادی زیادی دارند پیشنهاد می‌شود.

منابع

Abivardi F. 1969. Iranian anthelmintic plants and their active integrates, as a possible source for control of plant parasitic nematodes. Second Plant Medicine Congress of Iran, Tehran, Iran. Pp: 41-44.

Abivardi F. 1971. Studies on the effects of nine Iranian anthelmintic plant extracts on the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Phytopatologische Zeitschrift* 71: 300-308.

Akhiani A., Mojtahedi H. and Naderi A. 1984. Species and physiological races of root-knot nematodes in Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 20: 15-17 [57-70] (in Persian with English summary).

Ardakani A. S. 2012. Effects of *Melia azedarach* on *Meloidogyne incognita in vitro* and *in vivo* conditions. *Nematologia Mediterranea* 40: 55-60.

Bakoie M., Poorjam E., Rafei S. and Saharkhiz M. J. 2006. [Nematicidal activity of *Trachyspermum ammi* against the second stage juveniles of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*.] The First Regional Symposium on the Medicinal, Condimental and Aromatic Plants (SMCAP). Shahrekord, Iran. Pp: 55-57 (In Persian).

Chitwood D. J. 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annual Review of Phytopathology* 40: 221-249.

Eisenback J. D. and Triantaphyllou H. H. 1991. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species and races, pp: 191-274. In: W. R., Nickle (Ed.). Manual of agricultural nematology. Marcel Dekker, Inc. New York, USA.

Elahinia S. A. and Ahmadaziz A. 1993. Effect of tobacoo powder on root-knot nematode (*Meloidogyne* sp.). Abstracts of plant pathology and weed science papers presented at the 11th Iranian Plant Pathogen Congress, Rasht, Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 29: 121-122.

Fathi G., Eshtiaghi H., Rassoulian G. and Orumchi S. 1995. Effects of some organic soil amendments on control of root-knot nematodes. Proceedings of the 12th Iranian Plant Protection Congress, Karaj, Iran. P: 386.

Franzener G., Martinez-Franzener A. S., Stangarlin J. R., Furlanetto C., and Schwan-Estrada K. R. F. 2007. Protection of tomato plants by *Tagetes patula* aqueous extract against *Meloidogyne incognita*. *Nematologia Brasileira* 31: 27–36.

Ghobadi N., Rakhshandehroo F. and Saeedizadeh A. 2018. Study on the control effect of fennel (*Foeniculum vulgaris*) and stinging nettle leaf (*Urtica dioica*) extract against root knot nematode in cucumber plant. *Entomology and Phytopathology* 85 (2): 167-180 (In Persian with English summary).

Hosseininejad S. A. 2004. Effect of neem, *Azadirachta indica*, on root-knot nematode, *Meloidogyne javaniva*, infesting tomato. *Applied Entomology and Phytopathology* 71: 11-14 [69-81] (In Persian with English summary).

Javed N., Gowen S. R., Inam-Ul-Haq M. Abdullah K. and Shahina F. 2007. Systemic and persistent effect of neem (*Azadirachta indica*) formulations against root-knot nematodes, *Meloidogyne javanica* and their storage life. *Crop Protection* 26: 911-916.

Karssen G., Wesemael W. and Moens M. 2013. Root-knot nematodes, pp: 73-108. In: R. N. Perry and M. Moens (Eds). Plant Nematology, 2nd edition. CABI, Wallingford, UK.

Katooli N., Mahdikhani Moghadam E. and Maghsoudlu R. 2010. Effect of leaf extracts of sweet wormwood and castor bean in reducing population of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on cucumber. *Agroecology* 2: 587-592 (In Persian).

Lynn O. M., Song W.-G., Shim J.-K., Kim J.-E. and Lee K.-Y. 2010. Effects of azadirachtin and neem-based formulations for the control of sweetpotato whitefly and root-knot nematode. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry* 53: 598-604.

Marahatta S. P., Wang K.-H., Sipes B. S., and Hooks C. R. R. 2012. Effects of *Tagetes patula* on active and inactive stages of root-knot nematodes. *Journal of Nematology* 44: 26-30.

Natarajan N., Cork A., Boomathi N., Pandi R., Velavan S. and Dhakshnamoorthy G. 2006. Cold aqueous of African marigold, *Tagetes erecta* for control tomato root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Crop Protection* 25: 1210-1213.

Ogumo E. O., Muiru W. M., Kimenju J. W. and Mukunya D. M. 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., Shapira N. and Fine P. 2007. Control of root-knot nematodes in organic farming systems by organic amendments and soil solarization. *Crop Protection* 26: 1556-1565.

Omidbaigi R. 2004. Production and processing of medicinal plants. Vol. 2, Razavi Ghods Astan Publishing. Mashhad, 438 p. (In Persian)

Pérez M. P., Navas-Cortés J. A., Pascula-Villalobos M. J. and Castillo, P. 2003. Nematicidal activity of essential oils and organic amendments from Asteraceae against root-knot nematodes. *Plant Pathology* 52: 395-401.

Ploeg A. T. 1999. Greenhouse studies on the effect of marigolds (*Tagetes* spp.) on four *Meloidogyne* species. *Journal of Nematolology* 31: 62-69.

Ploeg A. T. 2002. Effects of selected marigold varieties on root-knot nematodes and tomato and melon yields. *Plant Disease* 86: 505-508.

Ruess L., Michelsen A., Schmidt I. K., Jonasson S. and Dighton J. 1998. Soil nematode fauna from a subarctic health: potential nematicidal action of plant leaf extracts. *Applied Soil Ecology* 7: 111-124.

Saeedi Naiini F. 2004. Surveying effectiveness of five antagonist plants component against root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*. Proceedings of third National Conference on the Development in the Application of Biological Products & Optimum Utilization of Chemical Fertilizers & Pesticides in Agriculture. P: 546

Salahi Ardakani A. and Heidari Alizadeh B. 2018. Preparation of nematicides formulation from *Achillea wilhelmsii* for controlling root knot nematodes (*Meloidogyne incognita*). *Entomology and Phytopathology* 85 (2): 129-138 (In Persian with English summary).

Sojudi M. M., Eshtiaghi H. and Barooti S. 2002. Effects of different amount of a soil amendment and two nematicides on control of root-knot nematode in pistachio trees under greenhouse conditions. Proceeding of the 15th Iranian Plant Protection Congress, Volume 2: Plant diseases and weeds, Kermanshah, Iran. P: 129.

Taylor A. L. and Sasser J. N. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). A cooperative publication of the Department of Plant Pathology, North Carolina State University, and the United States Agency for International Development. North Carolina State Graphics USA. 111 p.

Tsay T. T., Wu S. T. and Lin Y. Y. 2004. Evaluation of Asteraceae plants for control of *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology* 36: 36-41.

Wang K. H., Hooks C. R. and Ploeg A. 2007. Protecting crops from nematode pests: using marigold as an alternative to chemical nematicides. Plant Disease Publication PD-35, pp. 1-6. Cooperative Extension Service, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawai'i at Mänoa.

Zasada I. A., Ferris H. and Zheng L. 2002. Plant sources of Chinese herbal remedies: laboratory efficacy, suppression of *Meloidogyne javanica* in soil, and phytotoxicity assays. *Journal of Nematology* 34: 124-129.