

ارزیابی فراورده‌های گیاهی جهت کنترل نماتود ریشه گرهی *Meloidogyne javanica* روی گوجه‌فرنگی*

EVALUATION OF PLANT PRODUCTS OF VARIOUS SPECIES TO CONTROL *MELOIDOGYNE JAVANICA* ON TOMATO

زهرا صادقی^{۱*}، عصمت مهدیخانی مقدم^۱ و مجید عزیزی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۱۷)

چکیده

در چند دهه اخیر تحقیقات وسیعی در مورد ترکیبات گیاهی متعدد به منظور جایگزین کردن ترکیبات شیمیایی با ترکیبات طبیعی جهت کنترل نماتودها انجام گرفته است. در این تحقیق اثر محافظت‌کنندگی عصاره آبی گیاهان (زیره سیاه *Bunium persicum*، زیره سبز *Cuminum cyminum*، زنیان *Carum copticum*، رازیانه *Foeniculum vulgare*، میخک هندی *Eugenia caryophyllata*) به صورت فرو بردن نشا به مدت یک ساعت در غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان و نیز تأثیر بقایای این گیاهان به عنوان اصلاح‌کننده خاک در کنترل نماتود ریشه گرهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عصاره آبی زیره سبز بهترین تأثیر را در کاهش تعداد لارو سن دو و هم‌چنین کاهش نرخ تولید مثل نماتود داشته است. گیاهان تیمار شده با عصاره آبی رازیانه و زیره سیاه در مقایسه با دیگر گیاهان بیشترین کاهش را در شاخص گال ریشه به خود اختصاص داده‌اند. بهترین کنترل را در مبارزه با نماتود ریشه‌گرهی، گیاهان تیمار شده با سم کادوزافوس و بقایای زیره سبز (نسبت ۱۰٪) نشان دادند. اصلاح خاک با بقایای گیاه زنیان در تمامی نسبت‌های مورد آزمایش (۱٪، ۵٪ و ۱۰٪) علیه نماتود ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* اثر قابل قبولی را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: زنیان، زیره سیاه، میخک، رازیانه، زیره سبز، نماتود ریشه‌گرهی، عصاره آبی، اصلاح‌کننده خاک

* بخشی از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نگارنده اول، ارائه شده به دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

** مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: zahra.sadeghi5181@gmail.com

۱. به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد و دانشیار بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲. دانشیار باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

مقدمه

در میان نماتودهای انگل گیاهی، نماتودهای ریشه گرهی *Meloidogyne* spp. از لحاظ اقتصادی دارای اهمیت بیشتری هستند و محدودکننده کیفیت و میزان قابلیت تولیدات کشاورزی می‌باشند. در این بین گونه *M. javanica* Chitwood 1949 باعث کاهش محصول گوجه‌فرنگی به میزان ۵۰٪ می‌گردد. علاوه بر خسارت‌های مستقیم نماتود ریشه گرهی، به دلیل خاصیت آماده‌سازی و تشدید پژمردگی ورتیسلیومی و فوزاریومی در گیاهان از اهمیت خاصی برخوردار است (حسینی‌نژاد ۲۰۰۴). در چند دهه اخیر تحقیقات وسیعی بر روی ترکیبات گیاهی مختلف به منظور جایگزین کردن ترکیبات شیمیایی با ترکیبات طبیعی جهت کنترل نماتودها انجام گرفته است. استفاده از گیاهان و فرآورده‌های گیاهی یکی از روش‌های نوین برای کنترل نماتودها می‌باشد. این روش ارزان، با کاربرد آسان، بدون خطرات آلودگی محیط زیست و با توانایی تأثیر مفید در ساختار و مواد مغذی خاک می‌باشد (Qamar et al. 2005). ترکیبات گیاهی موجب ایجاد رفتارهای نماتودی نظیر جلب یا دفع از ریشه می‌شوند و بنابراین، جستجوی ترکیبات شیمیایی با منشاء گیاهی به نظر می‌رسد یکی از اجزای بنیادی تحقیقات نماتودشناسی باشد. گزارش‌های بسیاری، فعالیت نماتودکشی گیاهان را علیه نماتودهای انگل گیاهی به اثبات رسانیده است.

اختر و آلم (Ahkter & Alm 1991) گزارش کردند که اصلاح خاک با عصاره چریش اثر مطلوبی علیه نماتود *M. incognita* در نیشکر و نخودفرنگی داشته است. پوتر و همکاران (Potter et al. 1998) تأثیر عصاره‌های گیاهان در خانواده Brassicaceae در فرونشانی نماتودهای انگل گیاهی را به اثبات رساندند. کریستوبال‌آلجو و همکاران (Cristobal-Alejo et al. 2006) فعالیت عصاره حاصل

از ۵۵ گیاه بومی از جمله گیاهان تیره Myrtaceae را علیه لاروهای سن دو نماتود *M. incognita* در شرایط آزمایشگاه بررسی کردند. نتایج نشان داد که عصاره گیاه *Eugenia winzerlingii* در بین گیاهان مورد آزمایش، بهترین اثر را در مرگ و میر لاروها داشتند. مشاهدات لینفورد و همکاران (Linford et al. 1938) مبنی بر قابلیت برگ‌های گیاه آناناس در کاهش جمعیت نماتود ریشه‌گرهی و افزایش جمعیت نماتودهای آزاد در شرایط مزرعه توجه محققان را به استفاده از مواد آلی معطوف ساخت که در این راستا تحقیقات بیشماری صورت پذیرفته است. فتحی و همکاران (۱۹۹۵)، اثرات نماتودکشی پودر ضایعات و عصاره گیاهان توتون، چای، چریش، مارچوبه، گل جعفری آفریقایی، زنجبیل، خرزهره، خردل، سیر و سم فورادان را در گلخانه علیه نماتود *M. javanica* بررسی کردند. حسینی‌نژاد (۲۰۰۴)، آثار مشتقات گیاه چریش (*Azadirachta indica*) را روی نماتود مولد گره ریشه *M. javanica* بررسی کرد. نتایج حاصل نشان داد که بیشترین کاهش جمعیت نماتود و افزایش رشد گیاه در استفاده از پودر مغز دانه چریش بوده است.

با توجه به اهمیت محصول گوجه‌فرنگی و با عنایت به این‌که نماتودهای ریشه‌گرهی یکی از مشکلات مهم گوجه‌کاری‌های کشور بوده و از طرفی محدودیت استفاده از سموم نماتودکش با توجه به سمیت بالا و میزان بالای مصرف آنها جهت کنترل نماتودهای مذکور و خطرات ناشی از مصرف آن برای انسان، دام، محیط زیست و همان‌گونه که اشاره گردید با توجه به گزارش‌های زیادی که در مورد کنترل موفق این نماتودها توسط فرآورده‌های طبیعی حاصل از گیاهان نماتودکش حتی در حد سموم نماتودکش در خارج از کشور وجود داشت، تحقیق حاضر

عنوان عصاره آبی برداشته و جهت پاستوریزه کردن به بن‌ماری منتقل شدند. نمونه‌ها ۲۰ دقیقه در دمای ۶۰°C قرار گرفته و بلافاصله سرد گردیدند.

اثر محافظت‌کنندگی عصاره آبی گیاهان جهت کنترل نماتود ریشه گرهی

ابتدا حدود ۱۵۰۰ لارو سن دو تازه تفریخ شده به گلدان‌های حاوی یک کیلوگرم خاک استریل اضافه شد. سپس غلظت‌های ppm ۶۰۰۰-۳۰۰۰-۱۵۰۰ از عصاره آبی گیاهان (زیره سیاه، زیره سبز، زنیان، رازیانه و میخک هندی) به‌طور جداگانه به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر تهیه شد. ریشه نشای یک ماهه گوجه‌فرنگی را به مدت یک ساعت در این عصاره‌ها قرار داده و سپس در گلدان‌ها کاشته شد. هر تیمار سه تکرار داشت. در تیمار شاهد به جای عصاره از آب استفاده شد. ۶۰ روز بعد از کاشت نشا، گیاهان از گلدان خارج و برای ارزیابی فاکتورهای رشدی و میزان آلودگی به آزمایشگاه منتقل شدند.

کاربرد بقایای گیاهی به عنوان اصلاح‌کننده خاک

کاه و کلش گیاهان زیره سیاه، زیره سبز، زنیان و رازیانه از مزرعه نمونه دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شد. پس از خشک‌کردن در هوای آزاد، با استفاده از مخلوط‌کن خرد شد. سپس خاک با مقادیر ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ از این بقایا مخلوط شد. جهت سترون کردن خاک و بقایای همراه از کپسول‌های گاز متیل‌بروماید استفاده شد. خاک اصلاح‌شده با بقایای گیاهی را در گلدان‌های پلاستیکی یک کیلوگرمی ریخته سه روز بعد، نشاء یک ماهه به گلدان‌ها منتقل شد. یک هفته پس از نشاکاری، گیاهان با ۵۰۰۰ تخم و لارو سن دو آلوده شدند. برای جلوگیری از شسته شدن نماتودها به سمت پائین، این گلدان‌ها بلافاصله پس از

به منظور بررسی کنترل نماتودهای ریشه گرهی در گوجه‌فرنگی با استفاده از فرآورده‌های گیاهان دارویی صورت پذیرفت.

روش بررسی تکثیر نماتود

ریشه‌های آلوده به نماتود ریشه‌گرهی در تابستان ۱۳۸۶ از مزارع گوجه‌فرنگی استان خراسان رضوی جمع‌آوری شد و سپس با استفاده از یک توده تخم، تکثیر نماتود در گلخانه انجام شد. پس از دو ماه ریشه‌های آلوده جمع‌آوری و براساس برش انتهایی بدن ماده‌ها گونه *M. javanica* با استفاده از کلید جیپسون شناسایی شد (Jepson 1987). توده‌های تخم نماتود را از ریشه‌های آلوده دارای گال خارج کرده، سپس با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم ۱٪ به مدت چهار دقیقه جداسازی و ضدعفونی گردید (Nico et al. 2004). برای به‌دست آوردن لارو سن دو از روش اصلاح شده برمن استفاده گردید (Southey 1986).

تهیه عصاره آبی گیاهان

ابتدا بذر گیاهان زیره سیاه (*Bunium persicum*)، زیره سبز (*Cuminum cyminum*)، زنیان (*Carum copticum*)، رازیانه (*Foeniculum vulgare*) و میخک هندی (*Eugenia caryophyllata*) تهیه و پس از آسیاب کردن، در ارلن‌های حاوی آب مقطر خیسانده شد و با استفاده از پارافیلیم درب ظروف پوشانده و به مدت ۲۴ ساعت در ۱۰۰rpm روی شیکر تکان داده شد. سپس در یک پارچه ململ فشرده شد تا عصاره آبی از بقایای گیاهی جدا شود. عصاره حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در ۱۲۰۰۰ دور سانتریفیوژ شد (Ferris & Zheng 1999). مایع رویی به

شمارش شدند.

تعیین تعداد لارو سن دو موجود در خاک

تعداد لاروهای سن دو در ۱۰۰ گرم خاک اطراف ریشه در هر گلدان با استفاده از روش کوینس و جنسن (Caveness and Jensen 1955) استخراج و شمارش شد.

نتیجه

الف) اثر حفاظت‌کنندگی عصاره آبی گیاهان دارویی

نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن است که تفاوت معنی‌داری در بین غلظت‌ها در تمامی صفات مورد مطالعه مشاهده شد اما بین عصاره آبی گیاهان فقط در شاخص گال، تعداد لارو سن دو و وزن تر ساقه تفاوت معنی‌داری دیده شد. در بررسی اثر متقابل بین تیمارها (غلظت‌های مختلف عصاره آبی گیاهان) اختلاف معنی‌دار در صفات تعداد توده تخم، تعداد لارو سن دو وجود داشت. بعد از این‌که ریشه نشای گوجه‌فرنگی قبل از کشت یک ساعت در غلظت‌های مختلف عصاره آبی گیاهان قرار داده شد دو نتیجه کلی مشاهده شد: ۱- کاهش آلودگی به *M. javanica* بدون کاهش در رشد اندام‌های هوایی گیاه ۲- گیاه‌سوزی شدید به‌طوری‌که گیاهان تیمار شده با غلظت ۶۰۰۰ppm عصاره آبی میخک هندی بعد از کاشت بر اثر گیاه‌سوزی خشک و از طرح حذف شدند (طرح نامتعادل شد). مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در بررسی اثرات متقابل غلظت‌های مختلف عصاره آبی گیاهان نشان داد که عصاره آبی زیره سبز در غلظت ۶۰۰۰ppm کمترین تعداد لارو سن دو در خاک را در بین دیگر گیاهان داشت (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد که بیشترین تعداد کیسه تخم

مایه‌زنی آبیاری نشدند (برای تمامی گلدان‌ها زیر گلدانی تعبیه شد).

تیمار شاهد مثبت = ۱gt اسم راگی (کادوزافوس) گرانول ۱۰٪ در هر گلدان + ۵۰۰۰ تخم و لارو سن دو تیمار شاهد منفی (نماتود) = خاک بدون مواد اصلاح‌کننده + ۵۰۰۰ تخم و لارو سن دو هر تیمار در چهار گلدان تکرار شد و پس از ۹۰ روز برداشت صورت گرفته و شاخص گال محاسبه شد.

محاسبات آماری

آزمایشات گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی انجام گرفت. به منظور تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزارهای آماری SAS (GLM) و MSTATC استفاده شد تا اثرات ساده و متقابل تیمارها مورد بررسی قرار گیرد.

ارزیابی فاکتورهای رشدی

پس از گذشت ۶۰ و ۹۰ روز از زمان اعمال تیمارها، گلدان‌ها را برگردانده و ریشه‌ها را از محل طوقه از ساقه جدا نموده و ۱۰۰g خاک اطراف ریشه هر گلدان را در پلاستیک‌های جداگانه ریخته و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی اندازه‌گیری شد. وزن خشک با قراردادن ریشه و ساقه در آون به مدت پنج روز در دمای ۵۰°C اندازه‌گیری و یادداشت شد.

شاخص گال

شمارش تعداد گال و کیسه تخم موجود در ریشه براساس سیستم پیشنهادی تایلور و ساسر (Tylor & Sasser 1978) انجام گرفت. توده‌های تخم از طریق فروبردن در محلول اسید فوشین ۴/۰ درصد به مدت ۲۰ دقیقه رنگ‌آمیزی و

جدول ۱. اثر غلظت‌های مختلف عصاره آبی گیاهان مختلف بر تعداد لارو سن دو نماتود گره ریشه گونه *Meloidogyne javanica* در ۱۰۰ گرم خاک

Table 1. Effects of different concentrations of plant extracts on the number of second stage juveniles *Meloidogyne javanica* in 100g of soil

میخک هندی	رازیانه	زنیان	زیره سبز	زیره سیاه	
Clove	Fennel	Ajwain	Green cumin	Black cumin	
1866 ^a	1560 ^a	1790 ^a	1006 ^b	1843 ^a	Control (0 ppm)
523 ^{cd}	556 ^{cd}	330 ^{de}	443 ^{cde}	780 ^{bc}	1500 ppm
250 ^{de}	373 ^{de}	266 ^{de}	313 ^{de}	233 ^{de}	3000 ppm
-	203 ^{de}	230 ^{de}	81 ^e	163 ^{de}	6000 ppm

براساس آزمون توکی حروف مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد (طرح نامتعادل).

هر داده میانگین سه تکرار می‌باشد.

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P = %5, according to Tukey's test (unbalanced design).

جدول ۲. مقایسه میانگین غلظت‌های مختلف عصاره آبی گیاهان دارویی بر تعداد توده تخم نماتود ریشه‌گرهی گونه *Meloidogyne javanica* روی ریشه گوجه‌فرنگی در آزمایش گلخانه

Table 2. Effects of different concentrations of plant extracts on number of egg-mass of root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, on tomato in the greenhouse experiment

میخک هندی	رازیانه	زنیان	زیره سبز	زیره سیاه	
Clove	Fennel	Ajwain	Green cumin	Black cumin	
96 ^{ab}	100 ^a	97 ^{ab}	98 ^{ab}	101 ^a	Control (0 ppm)
77 ^{abc}	76 ^{abc}	50 ^{cd}	85 ^{ab}	91 ^{ab}	1500 ppm
69 ^{bc}	30 ^{de}	48 ^{cd}	50 ^{cd}	48 ^{cd}	3000 ppm
-	17 ^e	50 ^{cd}	25 ^{de}	30 ^{de}	6000 ppm

براساس آزمون توکی حروف مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد (طرح نامتعادل).

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P = %5, according to Tukey's test (unbalanced design)

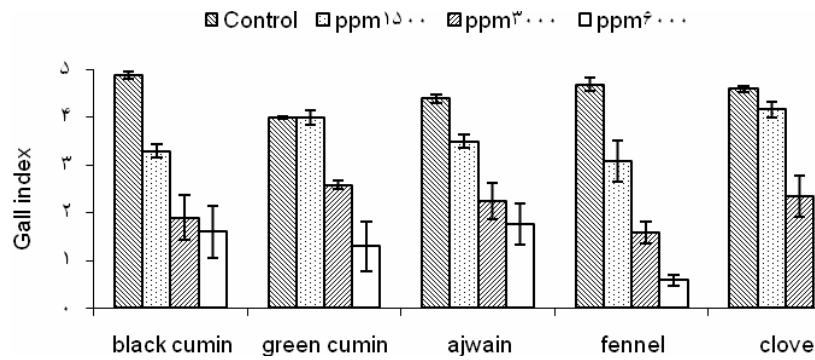
بیشترین وزن تر و خشک ساقه بودند (شکل ۱).

ب) نتایج کاربرد بقایای گیاهان دارویی به عنوان

M. javanica اصلاح‌کننده خاک علیه نماتود

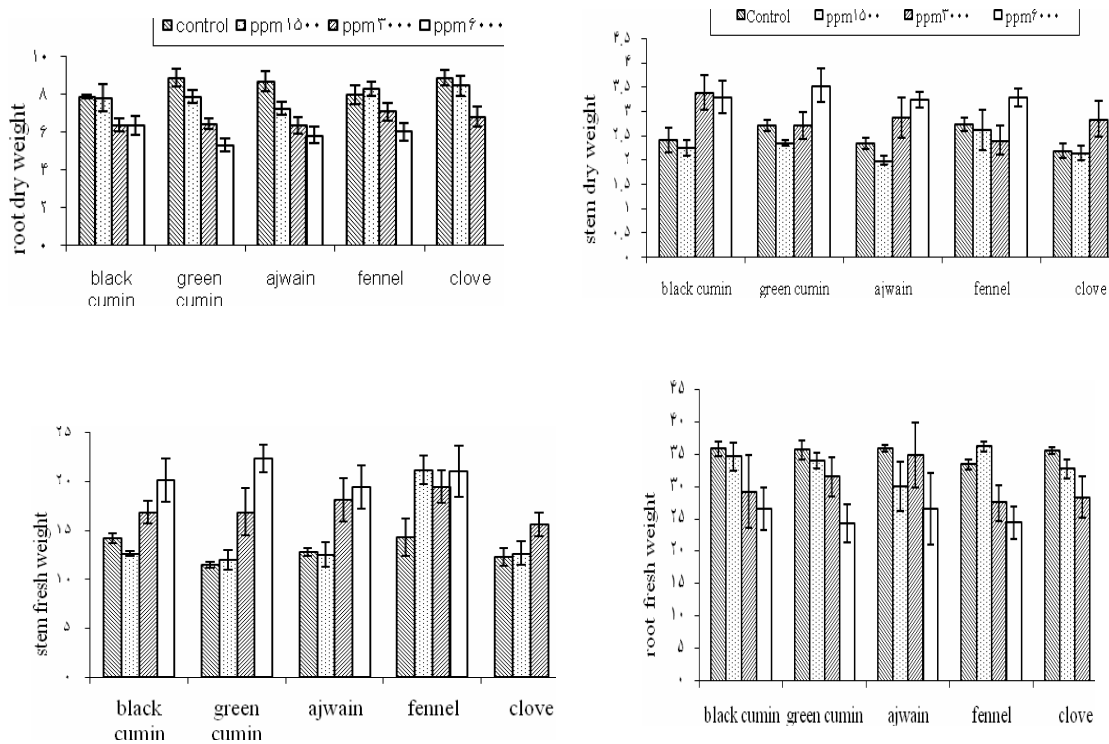
با توجه به نتایج به‌دست آمده از آنالیز واریانس تفاوت معنی‌داری ($P \geq 0.05$) بین نسبت‌های کاه و کلش به‌کار رفته و سم نماتودکش کادوزافوس (راگیبی) از نظر شاخص گال وجود داشت. اما بین گیاهان اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ میان شاخص

در تیمار شاهد تشکیل شد و عصاره آبی رازیانه در غلظت ۳۰۰۰ ppm و ۶۰۰۰ ppm به‌کار رفته در مقایسه با دیگر عصاره‌ها موجب کاهش چشمگیری در تعداد توده تخم موجود در ریشه شد. اگرچه بین تیمارهای مختلف این آزمایش در شاخص وزن تر و خشک ریشه و ساقه گیاه از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ($P < 0.01$) مشاهده نشد اما کمترین وزن تر و خشک ساقه مربوط به تیمار شاهد (0ppm) بود و گیاهان تیمار شده با عصاره آبی زیره سبز (غلظت ۶۰۰۰ ppm) دارای



شکل ۱. اثر محافظت‌کنندگی غلظت‌های عصاره آبی گیاهان مختلف بر شاخص گال نماتود مولد گره ریشه *Meloidogyne javanica* (طرح نامتعادل)

Fig. 1. Protective effect of different concentrations of plant extracts on the gall index of *Meloidogyne javanica* (unbalanced design)



شکل ۲. اثر غلظت‌های مختلف عصاره آبی گیاهان بر صفات رشدی گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد ریشه‌گرهی (وزن تر و خشک ریشه و ساقه برحسب گرم) (طرح نامتعادل)

Fig. 2. Effect of different concentrations of plant extracts on the tomato growth parameters, infested with *Meloidogyne javanica*

بر این موضوع تأکید داشتند. در آزمایشات گلخانه‌ای استفاده از بقایای گیاهان دارویی و عصاره آبی این گیاهان کنترل قابل قبولی را علیه نماتود ریشه‌گرهی به همراه داشت. هرچند برخی عصاره‌ها و ترکیباتشان در غلظت بالا گیاه‌سوزی نشان دادند اما گیاه‌سوز بودن عصاره‌های گیاهی دلیل کافی برای رد کردن قابلیت بالای این ترکیبات در مدیریت این نماتودها نیست. هنگامی که ریشه نشاء گوجه‌فرنگی قبل از کشت یک ساعت در عصاره آبی غوطه‌ور شد، به‌طور چشمگیری آلودگی به نماتود کاهش یافت و این شاید به‌خاطر القاء مقاومت توسط عصاره به گیاه گوجه‌فرنگی باشد. این یافته‌ها با نتایج سایر محققین مطابقت داشت. احتمالاً برخی مواد شیمیایی توسط ریشه‌ها جذب می‌شوند و در نتیجه واکنش‌های زنجیره‌ای به دلیل وجود برخی فاکتورهای (Elicitor/Activator) موجود در عصاره‌ها شروع می‌شود که منجر به القاء مقاومت در گیاه نسبت به نماتود می‌شود (Chitwood 2002). به عبارتی می‌توان با القاء مقاومت به گیاه به‌وسیله فرو بردن ریشه در عصاره، از ورود نماتود و رشد و نمو آن در بافت ریشه جلوگیری نمود، این یافته‌ها به نتایج سایر محققین مطابقت داشت.

زوکرم‌ن و اسنارد (Zuckerman & Esnard 1994) گزارش کردند که عصاره برخی گیاهان با فعالیت نماتودکشی ممکن است بر رفتارهای نماتود نظیر قابلیت تشخیص میزبان اثرگذار باشند. جان و هبسی (John & Hebsy 2000) مشاهده کردند که ریشه‌های فروبرده شده در عصاره برگ چریش به مدت یک ساعت، به‌طور مشخصی رشد بهتری را نشان دادند و در نهایت گال‌زایی و تعداد توده‌های تخم در ریشه کاهش یافت. اختر و محمود (Akhtar & Mahmood 1994) برای مشاهده اثر درمانی عصاره آبی چریش، نشاها را در عصاره

گال گیاهان تیمار شده در مقایسه با شاهد، با استفاده از آزمون LSD وجود داشت. مقایسه میانگین شاخص گال در نسبت‌های مختلف کاه و کلش گیاهان دارویی در مقایسه با شاهد و سم راگی نشان داد که استفاده از کاه و کلش گیاهان با نسبت وزنی ۱۰٪ در خاک موجب کاهش چشمگیر گال در ریشه می‌شود و شاخص گال نزدیک به شاخص گال گیاهان تیمار شده با سم راگی بود. در این بین کاربرد بقایای گیاه زیره سبز موجب بیشترین کاهش در میزان گال‌زایی بعد از تیمار سم شد. به عبارتی بهترین کنترل را در مبارزه با نماتود ریشه‌گرهی، گیاهان تیمار شده با سم راگی و بقایای زیره سبز (نسبت ۱۰٪) نشان دادند (جدول ۳). هم‌چنین مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که اصلاح خاک با بقایای زنیان در تمامی نسبتهای مورد آزمایش (۱٪، ۵٪ و ۱۰٪) علیه نماتود ریشه‌گرهی *M. javanica* اثر قابل قبولی را نشان داد (جدول ۳). البته هنگام برداشت مشاهده شد که خاک اصلاح‌شده با بقایای زنیان موجب کاهش رشد گوجه‌فرنگی شد. به‌طور کلی می‌توان گفت اگر چه سم راگی در کاهش گال‌زایی گیاهان آلوده مؤثرترین تیمار بود ولی اصلاح خاک آلوده به نماتود *M. javanica* با بقایا و کاه و کلش تمامی گیاهان مورد آزمایش در مقایسه با شاهد منفی موجب کاهش چشمگیری در گال‌زایی ریشه گیاهان گوجه‌فرنگی شد.

بحث

اگر چه در این تحقیق، اثر نماتودکشی گیاهان علیه *M. javanica* در محیط خاک به‌صورت کاربرد بقایا و عصاره آبی نشان داده شد، اما این اثر ممکن است به خاطر فاکتورهایی چون سن گیاه، زمان جمع‌آوری بقایای گیاهان نماتودکش، روش به‌کار رفته و نوع خاک متفاوت باشد به‌طوری‌که زاسادا و همکاران (Zasada et al. 2002) نیز

جدول ۳. مقایسه میانگین شاخص گال در اثر متقابل سه نسبت مختلف بقایای گیاهان دارویی و سم راگی جهت کنترل نماتود ریشه‌گرهی گونه *Meloidogyne javanica* در گلخانه

Table 3. Gall index at various rates of residues of different plants and Caduzafos nematicide for controlling *Meloidogyne javanica*

شاخص گال (gall index)				نسبت وزنی کاه و کلش به کار رفته (w/w)
رازیانه Fennel	زنیان Ajwain	زیره سبز Green cumin	زیره سیاه Black cumin	
2.1 ^{fg}	2.1 ^{fg}	1.5 ^h	1.7 ^{gh}	%10
2.7 ^e	2.4 ^{ef}	2 ^{fg}	3.7 ^{cd}	%5
4.4 ^b	3.2 ^d	5 ^a	3.9 ^c	%1
1.5 ^h	1.4 ^h	1.2 ^h	1.5 ^h	شاهد مثبت (سم+نماتود) (Nematode+Caduzafos)
4.6 ^{ab}	5 ^a	5 ^a	4.8 ^{ab}	شاهد منفی (نماتود) (Control with nematode inoculation)

حروف مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد (LSD=۰/۴۹).

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P = %5 (LSD = 0.49)

کنترل نماتود گره ریشه در این تحقیق نیز شاید به همین علت باشد. اصلاح‌کننده‌ها احتمالاً در افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های آنتاگونیست نماتود در خاک مؤثر هستند و ترکیبات سمی متنوعی را مستقیماً یا در طول فرآیند تجزیه در خاک آزاد می‌سازند (Oka et al. 2007). وقتی که برخی مواد به عنوان اصلاح‌کننده به خاک اضافه می‌شوند، به سبب داشتن مواد شیمیایی نماتودکش، مادهٔ نماتودکش آن در خاک رها شده و مستقیماً مسئول فرونشانی جمعیت‌های نماتود است. در صورتی که کاربرد بقایای گیاهی به تنهایی غیرمؤثر بودند، ارتقای فعالیت نماتودکشی آنها با اضافه نمودن مقادیر اندکی از مواد اصلاح‌کننده خاصی امکان‌پذیر خواهد بود. نتایج این تحقیق نشان داد که تمامی گیاهان مورد آزمایش می‌توانند به عنوان ترکیب نماتودکش جهت کنترل نماتود ریشه‌گرهی مفید واقع شود. پیشنهاد می‌شود تولیدات طبیعی به‌صورت فرمولاسیون‌های

فروبردند و نتایج قابل قبولی به‌دست آوردند. هم‌چنین پرادهان و همکاران (Pradhan et al. 1989) نشان دادند که کنترل *M. incognita* با فرو بردن ریشهٔ نشاء گوجه‌فرنگی در عصاره چریش مؤثرتر از تیمار خاک با عصاره گیاه مذکور می‌باشد. استفاده از مواد آلی اصلاح‌کننده خاک (کود سبز، کود دامی) به عنوان یکی از روش‌های کنترل نماتودها دارای پتانسیل بالایی بوده و به‌علاوه سرمایه و دانش کمی برای کاربرد آنها در خاک مورد نیاز است. البته تأثیر آن در کنترل بستگی به نوع اصلاح‌کننده، نسبت C/N، ظرفیت رطوبت و زمان تجزیه شدن آن دارد (Agbenin 2004). مواد آلی اصلاح‌کننده، به‌خصوص آنهایی با نسبت C/N پایین که آمونیاک آزاد می‌کنند زمانی که در خاک تجزیه می‌شوند در کنترل نماتودها مؤثر شناخته شده‌اند (Oka et al. 1993).

تأثیر موفقیت‌آمیز بقایای گیاهان به‌کار رفته جهت

منابع

مناسب به عنوان یک روش مؤثر به تنهایی یا در تلفیق با دیگر روش‌های مبارزه در کنترل نماتودهای مولد گره ریشه به‌کار رود.

جهت ملاحظه به صفحات (51-53) متن انگلیسی مراجعه شود.