



جمهوری اسلامی ایران

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان حفظ نباتات کشور



راهنمای شناسایی و ردیابی

آفت قرنطینه خارجی

**نماتد حفار**

**Burrowing nematode**

***Radopholus similis* (Cobb, 1893) Thorne, 1949**

**Nematoda: Pratylenchidae**

تهیه و تنظیم:

معصومه فرجی

دفتر پایش و تحلیل خطر

1404

## نماتد حفار

### ***Radopholus similis* (Cobb, 1893) Thorne, 1949**

Domain: Eukaryota

Kingdom: Metazoa

Phylum: Nematoda

Family: Pratylenchidae

#### **Other scientific names:**

*Radopholus similis citrophilus* Huettel, Dickson & Kaplan, 1984

*Anguillulina granulosa* (Cobb, 1893) Goodey, 1932

*Tetylenchus granulatus* (Cobb, 1893) Filipjev, 1936

*Radopholus granulatus* (Cobb, 1893) Siddiqi, 1986

*Anguillulina acutocaudatus* (Zimmermann, 1898) Goodey, 1932

*Tylenchorhynchus acutocaudatus* (Zimmermann, 1898) Filipjev, 1934

*Radopholus acutocaudatus* (Zimmermann, 1898) Siddiqi, 1986

*Tylenchus biformis* Cobb, 1909

*Anguillulina biformis* (Cobb, 1909) Goodey, 1932

*Radopholus biformis* (Cobb, 1909) Siddiqi, 1986

*Radopholus citrophilus* Huettel, Dickson & Kaplan, 1984

#### **Common names:**

burrowing nematode, pepper yellows nematode, slow wilt nematode, citrus burrowing nematode, spreading decline of citrus, nematode root rot, black head disease of banana, banana burrowing nematode

### **اهمیت اقتصادی:**

نماتد *R. similis* بسیار پلی فاژ بوده و به حدود 100 گونه از گیاهان بویژه گیاهان متعلق به خانواده Rustaceae (مرکبات و جنس های مرتبط با آنها) حمله می کند و از آفات مضر موز، مرکبات، چای و سایر محصولات خصوصاً در شرایط آب و هوایی گرم می باشد. در طی دهه 1950 این نماتد تولید مرکبات در فلوریدا را مورد تهدید جدی قرار داد. در باغات فلوریدا میزان خسارت *R. similis* در پرتغال 40-70 درصد و در گریپ فروت 80-50 درصد گزارش شده است. این نماتد را به سختی می توان در مرکبات کنترل نمود زیرا همراه با ریشه تا اعماق 3/7 متری خاک نفوذ می کند. در سریلانکا، کاهش محصول چای در اثر آلودگی به جمعیت های متوسط تا زیاد *R. similis* اتفاق می افتد، بویژه زمانی که خاک مناطق زیر کشت چای علاوه بر *R. similis* دارای جمعیت های بالای *Pratylenchus loosi* نیز باشد. وجود حدود 28 نماتد در هر 100 گرم خاک، خسارت اقتصادی شدیدی به محصول چای وارد می آورد.

در نخلهای آلوده به *R. similis* نیز، به طور معنی داری کاهش رشد و کاهش میزان میوه را نشان می دهند. تست های بیماریزایی نشان داده است که حضور 100 نماتد در هر نشاء یا یک نماتد در 800 گرم خاک سبب خسارت اقتصادی شدیدی به این محصول می شود.

تاکنون گزارش رسمی و معتبر در خصوص پراکنش این نماتد در ایران وجود ندارد ولی با توجه به دامنه ی میزبانی وسیع و اهمیت اقتصادی محصولاتی که توسط این نماتد خسارت می بینند، در لیست آفات قرنطینه ای کشور ایران و بسیاری از کشورها قرار دارد.



## شکل شناسی:

### نماتد ماده:

بدن راست تا کمی کمانی از طرف شکم، کوتیکول مشخصا حلقه‌ای، خطوط جانبی با 4 خط که از نزدیکی حباب میانی مری شروع و تا انتهای دم امتداد می‌یابد. ناحیه لب نیمه‌کروی و گاهی اوقات offset و معمولا با 3-4 حلقه. شبکه کوتیکولی اسکروتینی شده قوی، سفالیدهای قدامی و پشتی اسکروتینی شده، نیش یا استایلت در حدود 18 میکرومتر با گره‌های انتهایی گرد و توسعه یافته که عموما قدامی هستند. گره پشتی گاهی اوقات بزرگتر از گره‌های قدامی است. حباب میانی مری خوب رشد کرده، گرد تا بیضوی با دریچه مشخص است. غدد ترشچی مریایی 3 عدد. حالت قرارگیری مری با روده به صورت همپوشانی پشتی (dorsal overlapping)، عضو عصبی زیر پوست در جلوی منفذ ترشچی (hemizonid) به اندازه 3 حلقه طول داشته و منفذ ترشچی دقیقا پشت دریچه مری-روده قرار گرفته است. فرج مشخص و اسپرماکتا کروی و حاوی اسپرمهای کوچک و میله‌ای شکل است. تخمدانها عموما حاوی یک ردیف ساده از تخمک‌ها بوده و روده با گرانولهای گرد پر شده و راست روده دارای همپوشانی ناواضح است. دم طویل و مخروطی شکل با انتهای باریک است.

### نماتد نر:

در نرها مری و استایلت تحلیل رفته، حباب میانی مری و دریچه آن ناواضح، استایلت بدون گره‌های مشخص و مجزا می‌باشد. ناحیه لبی از 4 لب تشکیل شده که لب‌های کناری به طور قابل ملاحظه‌ای تحلیل رفته‌اند و شبکه کوتیکولی ضعیف است. عضو عصبی زیر پوست در جلوی منفذ ترشچی (hemizonid) به صورت قدامی و منفذ ترشچی، پشت حفره میانی مری قرار دارد. بیضه در قسمت جلویی بدن قرار گرفته و پرده بورسا تقریبا دو سوم ناحیه دم را احاطه کرده است. اسپیکول‌ها قوی و به طول 18-22 میکرومتر. گوبرناکولوم میله‌ای شکل با انتهای پنجه‌ای شکل مشخص دیده می‌شود. مشخصات مرفومتربیک نماتدهای ماده و نر این نماتد در ذیل آورده شده است.

Topotypes, after Sher, 1968

12 females:

L = 520-880 (690)  $\mu\text{m}$ ; a = 22-30 (27); b = 4.7-7.4 (6.5); b' = 3.5-5.2 (4.5); c = 8-13 (10.6); c' = 2.9-4.0 (3.4); V = 55-61 (56); spear = 17-20 (19)  $\mu\text{m}$ ; o = 12-20 (18).

5 males:

L = 590-670 (630)  $\mu\text{m}$ ; a = 31-44 (35); b = 6.1-6.6 (6.4); b' = 4.1-4.9 (4.8); c = 8-10 (9); c' = 5.1-6.7 (5.7); spear = 12-17 (14)  $\mu\text{m}$ ; spicules = 19-22 (20)  $\mu\text{m}$ ; gubernaculum = 8-12 (9)  $\mu\text{m}$ .

Topotypes, after Taylor, 1969

20 females young:

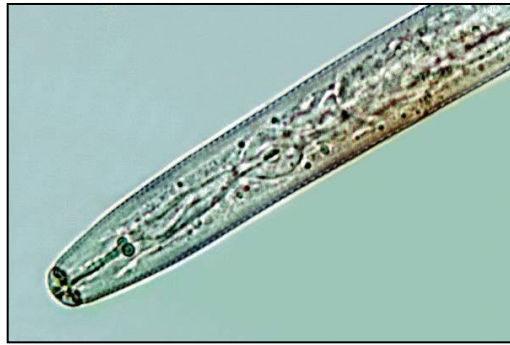
L = 540-660 (605.2)  $\mu\text{m}$ ; V = 53-58 (55.9); tail length = 55-77 (66.9)  $\mu\text{m}$ ; spear = 18  $\mu\text{m}$ ; phasmids from tail terminus = 44-61 (53)  $\mu\text{m}$ .

6 females gravid:

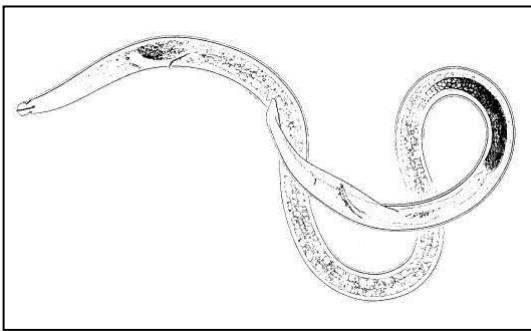
L = 610-745 (685.8)  $\mu\text{m}$ ; V = 52-57 (55.3); tail length = 52-74 (59.8)  $\mu\text{m}$ ; spear = 18  $\mu\text{m}$ ; eggs = 50-68 (56.1)  $\mu\text{m}$  x 19-30 (23.3)  $\mu\text{m}$ .

12 males:

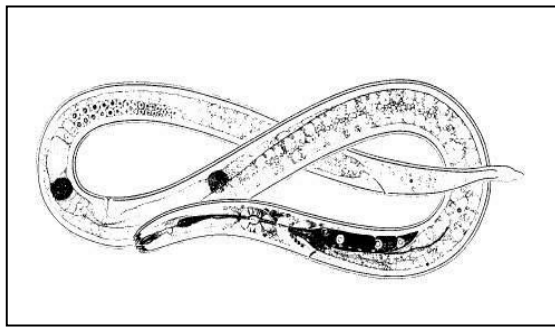
L = 535-650 (585)  $\mu\text{m}$ ; tail length = 64-86 (72.8)  $\mu\text{m}$ ; spear = 12  $\mu\text{m}$ ; spicules = 18-19 (18.2)  $\mu\text{m}$ ; gubernaculum = 10-11 (10.3)  $\mu\text{m}$ ; phasmids from tail terminus = 46-58 (53.7)  $\mu\text{m}$ .



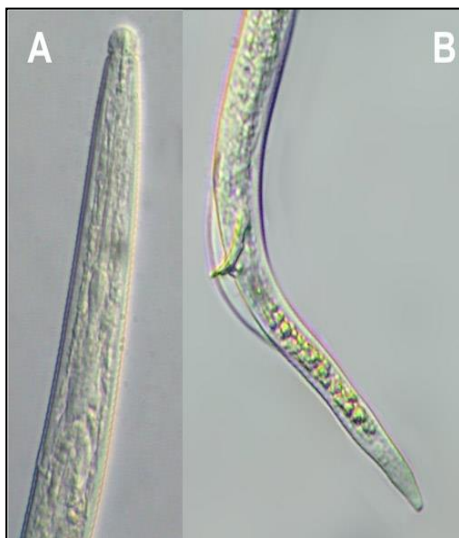
ابتدای بدن نماتد ماده جدا شده از ریشه‌های فلفل سیاه



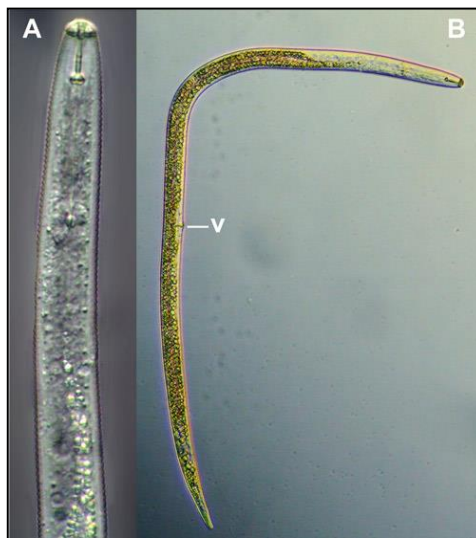
نماتد نر *R. similis*



نماتد ماده *R. similis*



شکل سر (A) و دم (B) نماتد نر *R. similis*



ناحیه سر (A) و کل بدن (B) نماتد ماده *R. similis*

## زیست‌شناسی و اکولوژی:

نماتد *R. similis* در منابع به نماتد نقب زن معروف است که این نام بواسطه جابجایی فعال و تخریب سلولهای درون ریشه‌ها به آن داده شده است. این نماتد، پارازیت داخلی و مهاجر است که چرخه زندگی خود را درون پوست ریشه و بافت های کورم و غده‌ها کامل می‌کند. این نماتد توسط اندامهای گیاهی نظیر پیاز، کورم، پاجوش، ریزوم، نشاء، ریشه و ساقه انتقال می‌یابد. ولی انتقال نماتد توسط پوست، میوه، گل، برگ، بذر و چوب گزارش نشده است.

لاروها و ماده‌های بالغ به ریشه گیاه میزبان حمله می‌کنند. ماده‌های بالغ تا موقعی که بافتها به شدت آسیب دیده باشند، درون ریشه باقی می‌مانند. تولیدمثل به طریقه جنسی معمولاً ضروری است ولی روش بکرزایی نیز مشاهده می‌شود. نژادهایی از این نماتد وجود دارد که در دو زیر بخش می‌توان آنها را قرار داد. یک گروه که به مرکبات و موز خسارت می‌زند (نژاد مرکبات) و گروه دیگر که به موز حمله نموده ولی به مرکبات صدمه نمی‌زند (نژاد موز).

همچنین در برخی از منابع علمی و از جمله در لیست آفات قرنطینه‌ای منطقه اروپا و مدیترانه (EPPO)، *R. similis* به دو گونه مجزا تقسیم شده است: *R. similis* (Syn: *R. similis sensu stricto*) با اسامی انگلیسی نماتد حفار و نماتد عامل واژگونی موز که قبلاً نژاد موز نامیده می‌شد. و گونه *R. citrophilus* (Syn: *R. similis citrus race*) با اسم انگلیسی نماتد عامل زوال گسترده مرکبات که قبلاً نژاد مرکبات نامیده می‌شد. گونه اول به موز حمله کرده ولی به مرکبات حمله نمی‌کند ولی گونه دوم هم به موز و هم به مرکبات حمله می‌کند همچنین این گونه از اروپا گزارش نشده است. ولی بایستی توجه داشت که تقسیم *R. similis* به دو گونه مجزا، توسط برخی نماتولوژیست‌ها و بطور جهانی پذیرفته نشده است. از نظر خصوصیات مرفولوژیکی این دو گونه شباهت‌های بسیار اساسی با یکدیگر دارند. ولی مشاهدات میکروسکوپ الکترونی تفاوت‌های بسیار جزئی را بین این دو گونه نشان داده است از جمله:

- منفذ دفعی - تناسلی در نرهای *R. citrophilus* دارای 3 تا 5 پاپیل جنسی و در نرهای *R. similis* دارای 1 یا 2 پاپیل جنسی و کوتا‌تر می‌باشد.

- ناحیه فرج در ماده‌های *R. citrophilus* دارای 4 حلقه و در *R. similis* دارای 5 حلقه می‌باشد.

گذشته از دامنه میزبانی این دو گونه، در خصوصیات بیولوژیکی زیر نیز با یکدیگر تفاوت‌هایی دارند.

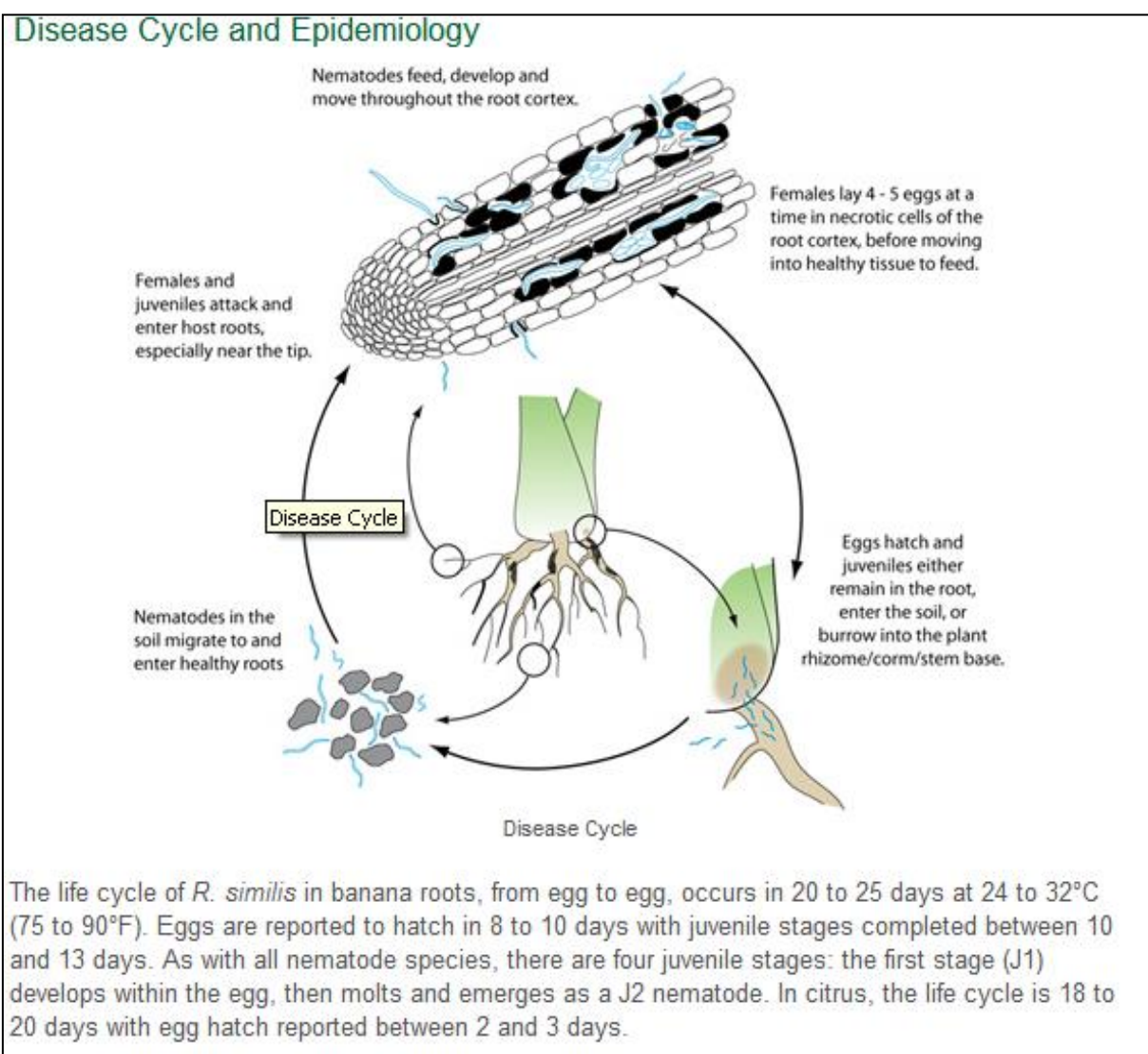
- تعداد کروموزوم در *R. citrophilus*،  $n=5$  و در *R. similis*،  $n=4$  می‌باشد.

مقایسه پروتئین‌های غیرآنزیمی توسط ژل پلی‌آکریل آمید نشان می‌دهد که یک باند پروتئین اصلی در *R. citrophilus* فرق دارد. مطالعات روابط جنسی بین گونه‌ای نشان داد که نرهای *R. similis* به طرف ماده‌های *R. citrophilus* جلب نمی‌شوند که این تفاوت رفتاری ممکن است در نتیجه وجود فرمونهای جنسی متفاوت در این دو گونه باشد.

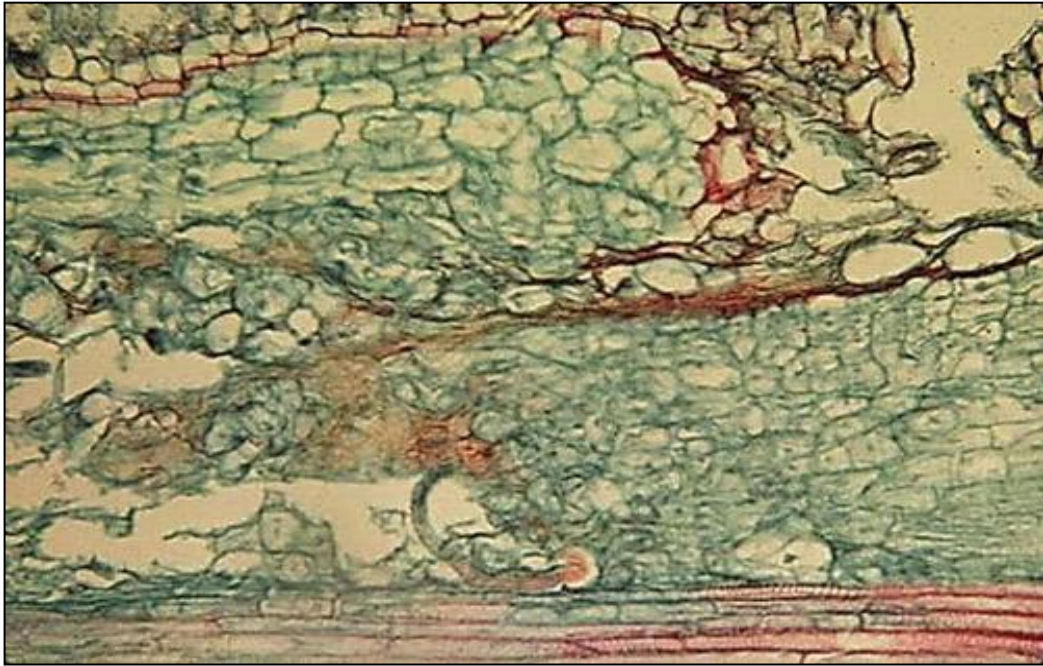
- در موز، نفوذ نماتد اغلب از نزدیک نوک ریشه صورت می‌گیرد اما می‌تواند در سراسر طول ریشه گسترش یابد. ماده‌های بالغ و تمامی مراحل لاروی آلوده کننده هستند ولی نرها که از نظر ظاهری دژنره شده اند (فاقد استایلت می‌باشند) غیرپارازیت بوده و تغذیه نمی‌کنند. نماتد پس از داخل شدن به ریشه موز، در فضاهای بین سلولی پارانشیم پوست مستقر شده و با تغذیه از سیتوپلاسم سلولهای مجاور حفراتی ایجاد می‌کند که این حفره‌ها سپس به هم پیوسته و به صورت تونل‌هایی در می‌آیند ولی از اندودرم عبور نمی‌کنند و تهاجم به آوندها هرگز و حتی در ریشه‌های شدیداً آلوده نیز دیده نشده است. وجود لایه‌های

چوب پنبه ای و چوبی در سلولهای لایه‌های اندودرمی، تهاجم *R. similis* را به دستجات آوندی محدود می‌سازد. در سراسر پوست زخم‌های قهوه‌ای متمایل به قرمز بوجود می‌آید. در موز ریشه‌های قائم از بین رفته و گیاه مخصوصاً هنگامی که میوه خیلی زیاد باشد به آسانی سرنگون می‌شود.

ماده‌ها درون بافت‌های آلوده تخم‌گذاری کرده و به طور متوسط 4 تا 5 تخم در هر روز به مدت 2 هفته می‌گذارند. سیکل کامل زندگی از تخم تا تخم و در درجه حرارت‌های 24 تا 32 درجه سانتی‌گراد، 20-25 روز طول می‌کشد و تخم‌ها پس از 8-10 روز تفریخ شده و مراحل لاروی در 10-13 روز کامل می‌شود.



سیکل زندگی نماتد حفار *R. similis* در ریشه‌های موز



نماتد *R. similis* درون بافت ریشه موز      ریشه های مرکبات آلوده به *R. similis*  
حفرات بزرگ و زخم های ایجاد شده توسط نماتد در بافت پارانشیم پوست

در غیاب یا تراکم‌های کم رقبایی مانند *Helicotylenchus multicinctus*، جمعیت‌های بالای *R. similis* تمامی ریشه‌های موز را کلونیزه می‌کنند. اما در حضور نماتدهای رقیب، تراکم *R. similis* در خاک و ریشه‌ها کاهش یافته و آنها را به نواحی نزدیک به ریزوم محدود می‌کند.

*R. similis*، ایجاد بیماری کمپلکس با قارچ *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* می‌کند و سبب می‌شود که خسارت ایجاد شده توسط *R. similis* در حضور این قارچ افزایش یابد. درصد پوسیدگی ریشه توسط این قارچ در حضور *R. similis*، 6/5٪ و در حالت قارچ به تنهایی 4٪ بود.

در مرکبات، *R. similis* عامل زوال پیش‌رونده‌ی مرکبات است، آلودگی به تدریج در باغ گسترش می‌یابد. نماتد درون پوست تونل ایجاد نموده و به لایه‌های کامبیومی، آبکشی و استوانه آوندی حمله می‌کند. سلولهای دایره محیطیه به تقسیم تحریک شده و صمغ زخم در بافت کورتکس جمع می‌شود و گال کوچکی نیز بوجود می‌آید که سطح آن ترک می‌خورد. متجاوز از 700 نماتد از یک گال بدست آمده است. مرکباتی که به شدت آلوده شده‌اند، ضعیف گشته و در نهایت خشک می‌شوند. نماتد مذکور خسارت مشابهی را به فلفل سیاه و آووکادو وارد می‌سازد.

در چای، *R. similis* به منطقه رشد ریشه حمله می‌کند و وارد ناحیه پارانشیم پوست شده و با تغذیه از سلولها، سبب تخریب آنها می‌شود. همانگونه که قبلاً ذکر شد این نماتد پارازیت داخلی بوده و درون ریشه‌ها مستقر می‌شود و پس از اینکه بافت ریشه‌ها را شدیداً مورد حمله قرار داد و خسارت شدیدی به آنها وارد کرد به طرف خاک حرکت نموده و به دنبال ریشه‌های تازه می‌گردد.

مشاهدات و آزمایشات مزرعه‌ای و تست‌های میزبانهای افتراقی نشان می‌دهد که نژادهای بیولوژیکی متفاوتی از *R. similis* در مناطق چای‌کاری وجود دارد. این موضوع توسط آنالیز RAPD نیز تأیید شده است.

*R. similis* به سرما حساس می‌باشد و درجه حرارت‌های گرم و شرایط رطوبی خاک برای فعالیت آن مساعد است. در خاکهای خیلی مرطوب یا خیلی خشک، جمعیت نماتد کاهش می‌یابد.

زمانیکه *P. loosi* و *R. similis* با هم به چای‌های رشد کرده در ارتفاعات مایه زنی می‌شوند، *R. similis* به سرعت به طریقه جایگزینی رقابتی، جایگزین می‌شود. از طرف دیگر زمانیکه رقم چای خیلی حساس به *R. similis* باشد جمعیت این گونه، نسبت به *P. lossi* به میزان بیشتری تشکیل می‌شود.

بیشترین خسارت به چای در خاک‌های شنی، ماسه‌ای و سپس لومی مشاهده می‌شود. نوع خاک و بافت آن تأثیر زیادی روی سرعت تولیدمثل و تشکیل جمعیت‌های *R. similis* دارد. در نواحی نیمه خشک معمولاً *R. similis* و *Rotylenchulus reniformis* با هم دیده می‌شوند.

در نارگیل، تکمیل سیکل زندگی نماتد در دمای 25-28 درجه سانتی‌گراد، حدود 25 روز طول می‌کشد. تمامی سنین لاروی و نماتدهای ماده بالغ به نوک ریشه‌های گوشتی و سالم حمله کرده و آنها را آلوده می‌کنند.

این نماتد در مزرعه و خاک و دمای 27-36 درجه سانتی‌گراد تا 6 ماه و در خاک خشک و دمای 29-39 درجه سانتی‌گراد تنها تا یک ماه می‌تواند دوام بیاورد، تحت شرایط گلخانه‌ای مدت زمان طولانی‌تری زنده می‌ماند، بطوریکه 15 تا ماه در خاک مرطوب (25/5-28/5 درجه سانتی‌گراد) و سه ماه در خاک خشک (27-31 درجه سانتی‌گراد) دوام آورده است. قارچهای *Cylindrocladium clavatum*، *C. lucid*، *Cylindrocarpon effusum* از محل زخم‌های ایجاد شده توسط *R. similis* گزارش شده‌اند. زمانیکه این قارچها به طور همزمان با نماتد فوق مایه‌زنی شدند، سرعت تکثیر *R. similis*

کاهش پیدا نموده در نتیجه خسارت به نشاءهای نارگیل واریته *Koshy* و *Sasamma* نیز کاهش پیدا کرد. مایه زنی با قارچهای میکوریزا نیز باعث کاهش جمعیت *R. similis* شده است.

در فلفل سیاه، *R. similis* 24 ساعت بعد از مایه زنی وارد ریشه‌ها شده و سلولهای اطراف محل نفوذ قهوه‌ای می‌شوند. نماتد وارد دستجات آوندی ریشه نمی‌شود ولی آوندهای چوبی با یک ماده صمغ مانند پر شده و مسدود می‌شوند. سیکل زندگی نماتد بر روی این گیاه در درجه حرارت 21-31 درجه سانتی‌گراد، 25-30 روز طول می‌کشد. در هند افزایش جمعیت نماتد در ریشه‌ها در طی ماههای سپتامبر و اکتبر و کاهش جمعیت طی ماههای آوریل و ژوئن رخ می‌دهد. در نخل، سیکل زندگی *R. similis* در دمای 21-31 درجه سانتی‌گراد و تحت شرایط گلخانه‌ای 25-30 روز طول می‌کشد. جمعیت نماتد در نخل در زمانهای متفاوت سال، بالا و پایین می‌رود و نوسان دارد. در هند بیشترین جمعیت نماتد در ریشه‌ها، در طول ماههای اکتبر و نوامبر و کمترین جمعیت در طی ماههای مارس و ژوئن رخ می‌دهد. میزان جمعیت نماتد به شدت به نوع ریشه‌ها، نوع خاک و نوع درخت بستگی دارد. ظهور نماتد در خاکهای لومی - ماسه‌ای بیشتر بوده (3/42) و بیشترین جمعیت نماتد در هر گرم از ریشه 139 عدد گزارش شده است.

### علائم خسارت:

مرکبات: شاخ و برگها کوچک، رنگ پریده و سرخشکیدگی در شاخه‌ها نمایان می‌شود. برگهای مسن ریخته و روی درخت دیده نمی‌شود و در بهار شکوفه زیاد تشکیل می‌شود. میوه‌ها به مقدار زیادی کاهش یافته و شاخ و برگ کمتری نسبت به بیماری زوال آهسته با عامل *Tylenchulus semipenetrans* وجود دارد. درختان آلوده در یک کانون متمرکز هستند. نواحی آلوده هر ساله گسترش می‌یابد. بین درختان سالم و بیمار مرز مشخصی وجود دارد. ریشه‌های تغذیه کننده را قشر مواد خارجی و یا تخم نماتد دربر نمی‌گیرد. نواحی وسیع بافت مرده‌ای که بوسیله این نماتد روی ریشه مرکبات ایجاد می‌شود، به آسانی بوسیله سایر میکروارگانیسم‌ها از جمله قارچهای *Fusarium* و *Sclerotium* اشغال می‌گردد.

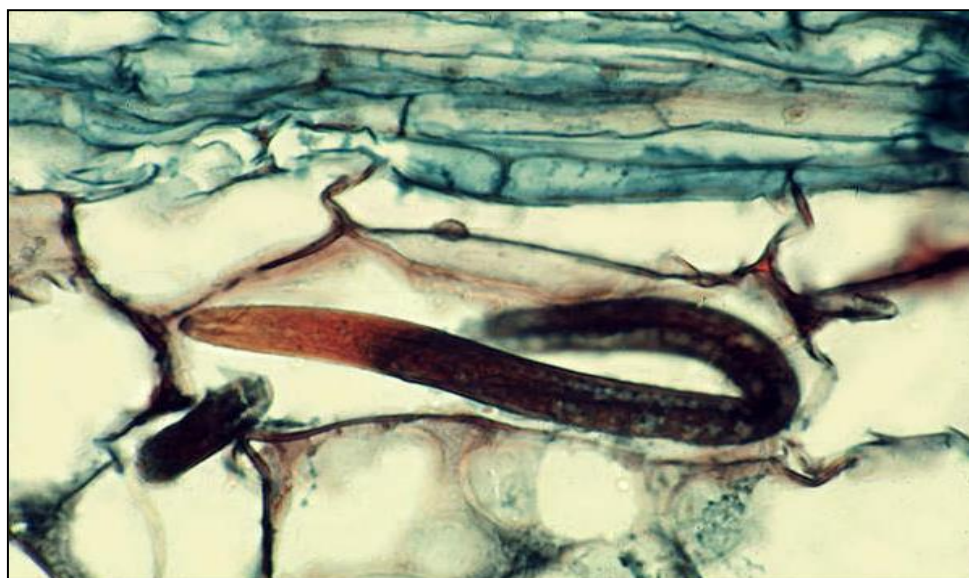


Figure 1. A burrowing nematode (*Radopholus similis*) feeds in the cortex of a ginger root. (Image by M. McClure, Univ. of Arizona, Bugwood.org)



### **لائم خسارت نماتد *R. similis* بر روی درختان مرکبات و تغذیه نماتد در بافت ریشه موز**

موز: بیشترین علائم حمله *R. similis* بر روی موزهایی که در مرحله میوه‌دهی هستند دیده می‌شود و سبب طویل شدن دوره رشد رویشی و کاهش شدید وزن خوشه‌ها می‌گردد. همچنین نماتد در استفاده گیاه از منابع آبی و غذایی خاک تأثیر گذاشته و بازده محصول را پایین می‌آورد. از نظر علائم میکروسکوپی، زخم‌های قرمز تیره زیادی روی قسمت‌های بیرونی ریشه ظاهر می‌شود که نتیجه نفوذ نماتد در سراسر پوست بدون ورود به آوندها می‌باشد. زخم‌های مجاور ممکن است به هم متصل شده و بافت پوست ریشه خشک شده و سپس سیاه رنگ گردد. در آلودگی‌های شدید زخم‌ها، ریشه‌ها را احاطه کرده و نماتد از ریشه‌های آلوده به طرف کورم‌ها مهاجرت کرده و ایجاد زخم‌های سیاه رنگی می‌کند که در سراسر کورم گسترش می‌یابد. ریشه‌های بوجود آمده از کورم نیز آلوده می‌شوند و در هنگام وزش بادهای شدید یا سست شدن خاک بر اثر بارانهای سنگین، ریشه‌ها براحتمی از خاک کنده شده و موجب سقوط درختان آلوده می‌شود.



ساقه های موز افتاده و خسارت ریشه ناشی از خسارت نماتد *R. similis*

قارچ *F. oxysporum* f.sp. *cubense*، بیماری مهمی را موسوم به پژمردگی پانامایی در موز موجب می‌گردد. این قارچ به ریشه‌هایی که آسیب ندیده باشند حمله نمی‌کند ولی در حضور *R. similis* قارچ به بافت‌های آوندی رسیده و ریشه در ناحیه دورتر از نقطه اشغال، نکروزه شده و از بین می‌رود (قارچ مزبور نیز جزو فهرست بیماری‌های قرنطینه خارجی کشور ما محسوب می‌شود).



**نکروز ریشه و خسارت ریشه ناشی از تغذیه نماد *R. similis***

**چای:** در گیاهان چای آلوده شده با *R. similis* علائمی شبیه علائم ایجاد شده توسط *P. loosi* دیده می‌شود (مانند کوتولگی، کوچک شدن شاخه‌ها، ریزش برگها، گلدهی و میوه‌دهی نابهنگام). ریشه‌های گیاهان آلوده در مقایسه با ریشه‌های سالم و گوشتی و سفید، باریک و خشک شده هستند. اگرچه *R. similis* ایجاد زخم روی ریشه چای می‌کند ولی این زخم‌ها در مقایسه با زخم‌های ایجاد شده توسط *P. loosi*، خیلی کوچکتر هستند.

#### علائم ایجاد شده روی اندامهای مختلف گیاهی:

برگها: کلرو و زردی، ریزش غیرعادی برگها، پژمردگی، زردی یا مرگ برگها

ریشه‌ها: کاهش سیستم ریشه ای، ظهور زخم بر روی ریشه‌ها

اندامهای رویشی: رنگ پریدگی

کل گیاه: کوتولگی، سستی ریشه یا افتادگی گیاه، پیری زودرس

#### راههای انتقال و انتشار:

اندامهای گیاهی آلوده نظیر پیاز، غده، کورم، ریزوم، ریشه، ساقه و همچنین خاک همراه این اندامها و دیگر گیاهان میزبان وارداتی و وسائل نقلیه از راههای انتقال این نماتد محسوب می‌گردند.

#### اقدامات قرنطینه ای:

*R. similis* بر روی مواد گیاهی آلوده نظیر ریشه‌ها، کورم‌ها و غده‌ها گسترش می‌یابد. این نماتد مختص مناطق گرمسیری است و یک آفت جدی بر روی گیاهان حساس مناطق نیمه گرمسیری و گرمسیری تلقی می‌شود. اما گیاهان مناطق معتدله تحت خطر این نماتد قرار ندارند.

#### موز/ بارهنگ

*R. similis* در مناطق با آب و هوای گرمسیری و نیمه گرمسیری در سراسر جهان گسترش دارد. مشخص شده است که *R. similis* تقریباً در تمامی مناطق موزکاری دنیا به استثناء فلسطین اشغالی، جزایر قناری، جزایر کیپ ورد، قبرس، موریتانی و تایوان گسترش یافته است. به نظر می‌رسد این نماتد در برخی مناطق مهم موزکاری در ارتفاعات آفریقای شرقی نیز وجود نداشته باشد.

پراکنش جهانی این نماتد تقریباً در چند سال اخیر اتفاق افتاده است (از آغاز قرن نوزدهم) و علت آن انتقال مواد گیاهی آلوده بویژه موزه‌های آلوده از کشوری به کشور دیگر به منظور اهداف تجاری بوده است. گسترش و پراکندگی وسیع *R. similis* با نواحی مرتبط است که در آن نواحی، واردات موز متعلق به زیر گروه Cavendish (AAA) انجام شده است. انطباق و سازگاری نماتد در این مناطق سبب شده است که دامنه میزبانی‌اش گسترش پیدا کند و بر روی کلونهای دیگر موز نظیر کلونهای AAA، AAB و ABB در آفریقا و نیز روی گیاهانی که به مناطق خارج از نواحی گرمسیری صادر می‌شوند، توسعه یابد.

#### چای

یکی از مهمترین راههای انتقال *R. similis* در نواحی چای‌کاری، انتشار گیاهان آلوده به مزارع از طریق نشاء های آلوده چای است. گسترش نماتد همچنین می‌تواند از طریق خاک و آب آلود، استفاده از خاک ضعیف مناطق آلوده شده، استفاده از آب آبیاری آلوده، استفاده از مواد گیاهی آلوده در مناطق چای‌کاری و حضور میزبانهای واسطه در مجاورت نواحی چای‌کاری

صورت پذیرد. ریشه‌کنی مزارع قدیمی چای از قسمت پایین شیب به طرف بالا می‌تواند سبب شود که گیاهان تازه کشت شده و جوان چای از آلودگی مجدد توسط خاک بالادست در امان بمانند.

### روشهای ردیابی و بازرسی:

اثبات وجود *R. similis* در موز و بارهنگ از طریق بررسی و استخراج نماتد از ریشه‌ها و ساقه‌های کاذب مانند کورم صورت می‌گیرد. در محصولاتی مانند فلفل سیاه، نارگیل و نیشکر از طریق بررسی و استخراج نماتد از ریشه‌ها و خاک اطراف آنها و در محصولاتی نظیر زنجبیل، زردچوبه و سیب‌زمینی شیرین، از ریزوم‌ها، کورم‌ها و غده‌ها صورت می‌گیرد. در چای، بررسی ریشه‌های آلوده نشان می‌دهد که کاهش معنی‌داری در سیستم ریشه‌ای تغذیه‌کننده رخ می‌دهد و زخم‌های قهوه‌ای کوچک و خشک که به تدریج سیاه می‌شوند بر روی آنها ایجاد می‌شود. تشخیص دقیق *R. similis* در چای، تنها از راه نمونه‌گیری از خاک و ریشه‌های نواحی آلوده و استخراج نماتد از آنها صورت می‌گیرد. بررسی *R. similis* در نارگیل، از راه بررسی ریشه‌های اصلی کرم تا سفید مایل به نارنجی رنگ و بررسی زخم‌ها صورت می‌گیرد.

### روشهای استخراج نماتد از گیاه :

**روش مستقیم:** در این روش اندامهای گیاهی مورد نظر را با قیچی خرد نموده، قطعاتی از آن را در داخل آب و پتری قرار داده و نماتدها را با سوزن و چاقوی مخصوص از نسوج گیاهی استخراج می‌نمایند. این روش ساده‌ترین روش بررسی است و معمولاً با بینوکولر انجام می‌شود.

**روش رنگ‌آمیزی:** در این روش برشهای باریک و ریزی از اندامهای گیاه تهیه و سپس آنها را به کمک مواد شیمیایی از جمله کاتن بلو و یا اسیدفوشین رنگ‌آمیزی می‌کنند. با این روش نماتدها بهتر مشخص شده و قابل رویت خواهند بود.

**روش سانتریفوژ:** اندامهای گیاهی را با قیچی به قطعات کوچک خرد کرده و سپس در دستگاه خردکن کاملاً خرد کرده و از الک 60 مش عبور می‌دهند. آب بدست آمده از زیر الک را روی الک 400 مش ریخته و مواد بدست آمده از روی الک را با آب به داخل لوله‌های سانتریفوژ می‌شویند. سپس لوله‌ها را روی ترازو قرار داده یک قاشق پودر کائولین به آنها اضافه کرده و خوب به هم زده و توزین می‌نمایند. سپس لوله‌ها را در دستگاه سانتریفوژ قرار داده و به مدت 10 دقیقه در 4000 دور در دقیقه می‌چرخانند تا نماتد به همراه پودر کائولین رسوب نماید. بعد از توقف سانتریفوژ، آب اضافی لوله‌ها را خارج نموده و به جای آن شربت قند اضافه و دوباره با ترازو وزن لوله‌ها را مساوی می‌کنند. (برای تهیه محلول شکر با وزن مخصوص 1/18 ، مقدار 700 میلی‌لیتر آب در داخل مزور یک لیتری ریخته و آن قدر شکر به آب اضافه می‌کنند تا حجم آن به یک لیتر برسد و حل شود).

مواد ته نشست و شربت قند در لوله‌ها را مجدداً به صورت سوسپانسیون در می‌آورند. در ادامه لوله‌ها را در دستگاه سانتریفوژ قرار داده و به مدت یک دقیقه در همان سرعت چرخانیده تا نسوج و پودر کائولین ته نشین شده و نماتدها در شربت قند معلق بمانند. پس از توقف سانتریفوژ، محتویات لوله‌ها را روی الک 400 مش ریخته و با آب آن را می‌شویند و نماتدهای شسته شده را درون بشر می‌ریزند و سپس اقدام به مشاهده نماتدهای استخراج شده توسط بینوکولر و میکروسکوپ می‌نمایند.



مراحل استخراج نماد از اندام گیاهی (بافت ریشه) و بررسی آزمایشگاهی

## منابع :

CAB International. 2025. Crop Protection Compendium. 2025 Edition . CAB, International . Wallingford, Oxon, UK.

<https://gd.eppo.int/taxon/RADOSI/distribution>

<http://www.cabicompendium.org/cpc/home.asp>

EPPO quarantine pest.[http://www.eppo.org/QUARANTINE/QP\\_Nematodes.htm](http://www.eppo.org/QUARANTINE/QP_Nematodes.htm)

<http://bspp.org.uk/ndr/ian2004/2004-02asp>

EPPO/CABI. 1997. In: Quarantine pests for Europe. 2<sup>nd</sup> ed. CAB International, Wallingford. pp.601-606.

[WWW.nematode.net/Species.Summaries/Globodera.Pallida/index.php-32k-16](http://WWW.nematode.net/Species.Summaries/Globodera.Pallida/index.php-32k-16) Dec2005-

[www.inra.fr/Internet/Produits/HYPPZ/RAVAGEUR/6gloros.htm-6k-](http://www.inra.fr/Internet/Produits/HYPPZ/RAVAGEUR/6gloros.htm-6k-)

[www.eppo.org/QUARANTINE/nematodes/Globodera\\_pallida/HETDSP\\_ds.pdf](http://www.eppo.org/QUARANTINE/nematodes/Globodera_pallida/HETDSP_ds.pdf)

[www.russjnematology.com/subbotin/Reprint/Real\\_time\\_PCR2005.pdf](http://www.russjnematology.com/subbotin/Reprint/Real_time_PCR2005.pdf)

[www.cabi.org/dmpd/?loadmodule=review&page=4050&reviewid=170514&site=16](http://www.cabi.org/dmpd/?loadmodule=review&page=4050&reviewid=170514&site=16)

[www.sustainableoilcip.org.uk/WP5\\_2.htm](http://www.sustainableoilcip.org.uk/WP5_2.htm)

[www.thetelegram.com/News/Local/2013-03-18/article-3201798/Potato-pursuit/1](http://www.thetelegram.com/News/Local/2013-03-18/article-3201798/Potato-pursuit/1)

<http://www.thetelegram.com/News/Local/2013-03-18/article-3201798/Potato-pursuit/1>