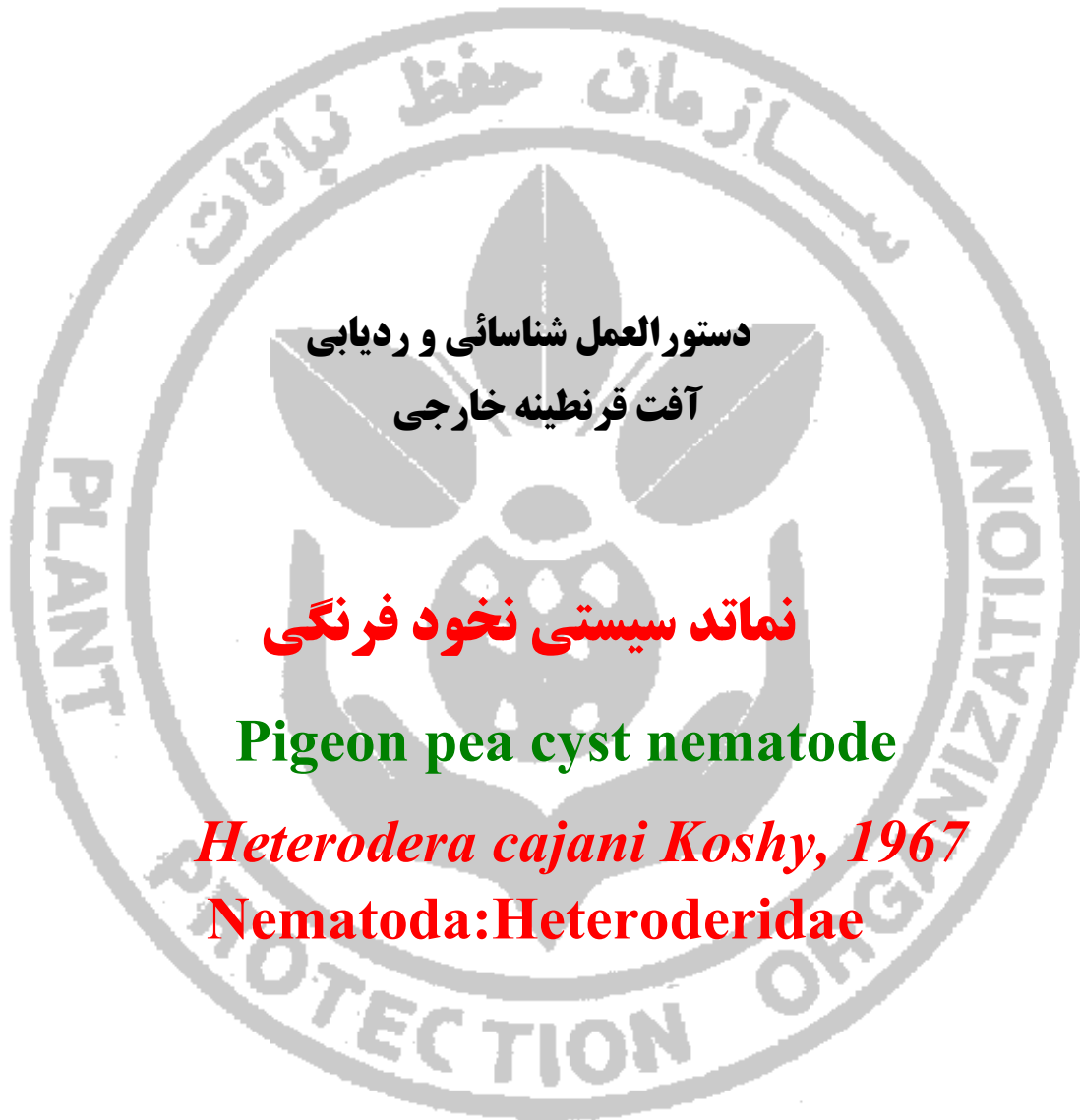




جمهوری اسلامی ایران

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان حفظ نباتات کشور



دستور العمل شناسائی و ردیابی

آفت قرنطینه خارجی

**نماتد سیستی نخود فرنگی**

**Pigeon pea cyst nematode**

***Heterodera cajani Koshy, 1967***

**Nematoda:Heteroderidae**

تهیه و تنظیم:

احمد چراغیان

دفتر پایش و تحلیل خطر

1404

## نماتد سیستی نخود فرنگی

### *Heterodera cajani* Koshy, 1967

Domain: Eukaryota

Kingdom: Metazoa

Phylum: Nematoda

Family: Heteroderidae

#### Other scientific names

*Heterodera vigni* Edward & Misra, 1968

#### Common names:

pigeon pea cyst nematode

#### اهمیت اقتصادی:

در هند، *H. cajani* یکی از چهار نماتد مهم کیستی محسوب می‌شود و یک آفت اقتصادی لوبیا چشم بلبلی و نخود کبوتری است. اگرچه تخمین‌های دقیقی از میزان خسارت اقتصادی محصول در دسترس نیست، اما کاهش عملکرد و زوال گیاهان توسط بسیاری از محققان مانند Sharma (1993) گزارش شده است که تلفات عملکرد در نخود کبوتری را بیش از 30 درصد ثبت کرده است.

آلودگی به *H. cajani* رشد گیاه نخود کبوتری را 28 درصد و عملکرد دانه را 24 درصد کاهش می‌دهد؛ در ماش ( *Vigna radiata* )، رشد گیاه 42 درصد و عملکرد دانه 68 درصد کاهش یافت (Saxena and Reddy, 1987). هنگامی که *H. cajani* با قارچ [*Gibberella indica*] *Fusarium udum* مرتبط باشد، افزایش قابل توجهی در پژمردگی مشاهده می‌شود (Hasan, 1984). در فهرست آفات قرنطینه‌ای ایران قرار دارد.

#### میزبانها:

##### Major hosts:

*Cajanus cajan* (pigeon pea), *Cyamopsis tetragonoloba* (guar), *Lablab purpureus* (hyacinth bean), *Phaseolus vulgaris* (common bean), *Pisum sativum* (pea), *Sesamum indicum* (sesame), *Vigna aconitifolia* (moth beans), *Vigna mungo* (black gram), *Vigna radiata* (mung bean), *Vigna unguiculata* (cowpea)

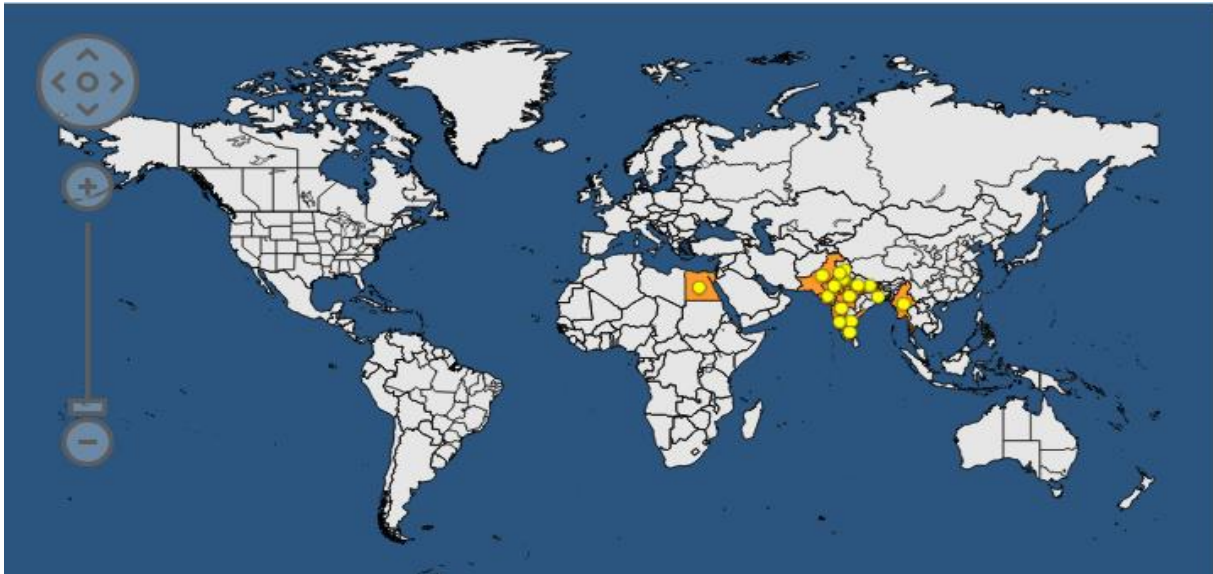
##### Minor hosts:

*Crotalaria juncea* (sunn hemp), *Sesbania cannabina* (corkwood tree)

## پراکنش جغرافیائی:

آسیا: هند، میانمار، پاکستان

آفریقا: مصر



## نقشه پراکنش نماتد سیستی نخود فرنگی

### شکل شناسی:

مرفولوژی *H. cajani* توسط Koshiy (1967), Koshiy, Edward and Misra (1968) و همکاران (1971) و Shahina and Maqbool (1995) توصیف شده است. شناسایی 39 گونه از *Heterodera*. از جمله *H. cajani*. بر اساس ساختارهای مخروطی انتهایی کیست‌ها انجام شده و کلید شناسایی گونه‌ها توسط Mulvey (1972) ارائه شده است.

### Measurements

After Koshiy (1967), original description:

15 females: L=0.68-0.94 mm; width=0.363-0.488 mm; L/W ratio=1.4-2.1; stylet=20-30  $\mu$ m.

25 cysts: L=0.32-0.85 (0.625) mm; width=0.206-0.565 (0.373) mm; L/W ratio=1.65.

18 males: L=0.844-1.666 (1.04) mm; stylet=23-29 (26)  $\mu$ m; spicules=32-43 (36)  $\mu$ m.

18 second-stage juveniles (J2): L=0.275-0.456 (0.392) mm; a=22-23; b=2.6-3.1; c=7-10; stylet=20-25 (23)  $\mu$ m; tail=39-54 (42)  $\mu$ m; tail hyaline portion=14-34 (24)  $\mu$ m.

After Koshiy and Swarup (1971c):

6 second-stage juveniles (J2): L=0.344-0.515 (0.435) mm; a=18.3-28.9 (23.9); b=3.2-5.3 (4.1); b'=2.5-3.7 (3.1); c=8.0-12.3 (9.7); stylet=23-27 (25)  $\mu$ m; tail=32-52 (45)  $\mu$ m; hyaline tail terminus=17-30 (24)  $\mu$ m.

6 early third-stage juveniles: L=0.35-0.40 (0.37) mm; a=6.7-8.6 (8); b=?; b'=3.8-4.9 (5); genital primordium=19-66 (16-22)  $\mu$ m.

5 fourth-stage female juveniles: L=0.35-0.42 (0.38) mm; a=2.6-5.1 (3.8); b=?; c=38.0-39.7 (38.8); V=66.7-73.7 (70.2).

5 fourth-stage male juveniles: L=0.33-0.36 (0.35) mm; a=4-5.

After Edward and Misra (1968) for *Heterodera vigni* [*H. cajani*]:

20 females: L=0.350-0.625 (0.462) mm; width=0.125-0.370 (0.232) mm; stylet=20-23 (21.5)  $\mu$ m.

100 cysts: L=0.45-0.69 (0.56) mm; width=0.29-0.45 (0.38) mm; stylet=20-23 (21.5)  $\mu$ m.  
15 males: L=1.05-1.24 mm; a=38-44; b=7.5-10; c=150-280; stylet=22-25  $\mu$ m; spicules=28-30  $\mu$ m; gubernaculum=8-10  $\mu$ m.  
100 eggs: L=95-115 (110)  $\mu$ m; width 37-48 (43)  $\mu$ m.  
100 second-stage juveniles (J2): L=0.35-0.51 (0.44) mm; a=23-30; b=3.5-3.9; c=9-10; stylet=18-22 (21.3)  $\mu$ m.

## توصیف

### ماده‌های بالغ

بدن چاق، لیمویی شکل و سفید تا کمی قهوه‌ای، با گردن و برآمدگی مخروطی شکل خلفی که فرج روی آن قرار دارد؛ به کیستی با همان اندازه و شکل تبدیل می‌شود. قسمت خلفی بدن از ریشه بیرون زده و معمولاً کیسه تخم کوچک و گردی به آن متصل است. ناحیه سفالیک با دو حلقه، که دومی بزرگتر از اولی است. استایلت با قدرت متوسط، در دو قسمت مساوی؛ برآمدگی‌های قاعده‌ای گرد تا کمی به سمت جلو صاف. حباب میانی مری بزرگ و گرد، با صفحات دریچه‌ای به خوبی توسعه یافته. منفذ دفعی در پشت حباب میانی قرار دارد. غدد مری روی روده امتداد دارند. تخمدان‌ها جفت و پیچیده هستند. رحم با چندین تخم که بیشتر بدن را پر می‌کند. فرج یک شکاف عرضی بزرگ روی برآمدگی مخروطی شکل بدن است. منخرج نزدیک فرج است. یک کیسه تخم وجود دارد.

### سیست‌ها

لیمو شکل، با گردن و ناحیه فرج بیرون زده، قهوه‌ای روشن، دیواره نازک و بدون لایه زیربلاوری. سطح کوتیکول با الگوی زیگزاگ. مخروط فرج برجسته است. شکاف فرج نسبتاً طولانی و انتهایی است. نمای انتهایی مخروط فرج، خطوط موج‌دار متحدالمرکز از برآمدگی‌های کوتیکولی را در اطراف شکاف فرج و دو روزنه بزرگ نشان می‌دهد. دو روزنه نیمه‌مجاری با یک پل فرج از هم جدا شده و توسط یک "حوضه" وسیع احاطه شده است. منخرج نامشخص. تاول‌ها وجود دارند، تعداد کمی. زیر پل ساده و نازک است.

### کیسه تخم

اندازه کیسه تخم بین 0.5 تا 2 برابر اندازه کیست متغیر است (توجه داشته باشید که سایر گونه‌های گروه شاختی کیسه‌های تخمی دارند که بیش از یک اندازه کیست نیستند). زرد، گاهی اوقات بنفش. تعداد کمی تا 200 تخم (به طور متوسط 54 عدد) در کیسه‌های تخم یافت می‌شود (کوشی و سواروپ، 1971c).

### تخم‌ها

بیضی شکل، 95-115 (110) میکرومتر طول، 37-48 (43) میکرومتر عرض. پوسته تخم شفاف، بدون علائم سطحی.

### نوزاد

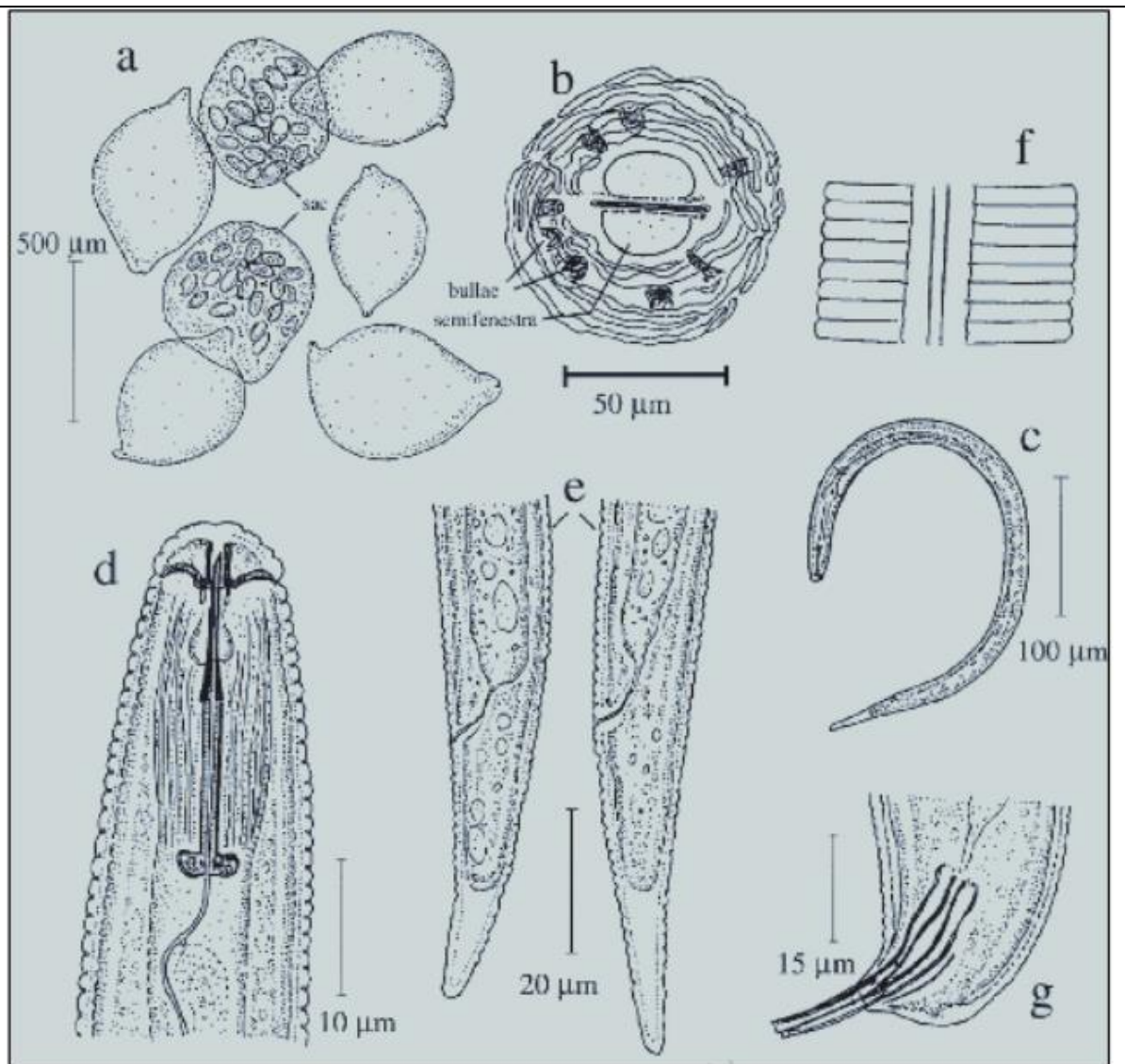
ویژگی‌های ریخت‌شناسی نوزاد های مرحله دوم، سوم و چهارم *H. cajani*، *H. avenae* و *H. mothi* توسط Taya و Bajaj (1986) توصیف و مقایسه شده‌اند.

چهار ماهی‌های مرحله دوم (J2): کرم‌شکل، در دو انتها باریک می‌شوند، در حالت استراحت یا مرگ، کمی قوسی شکل می‌شوند. ناحیه سفالیک با 3-4 حلقه و یک دیسک لبی نامشخص. چارچوب سفالیک به شدت اسکلوئیده شده. کوتیکول به طور واضح حلقه‌دار شده است. میدان جانبی با چهار شیار که سه نوار تشکیل می‌دهند؛ نوار میانی مشخص و باریک‌تر از نوارهای بیرونی است. استایلت قوی، به طول 17-23 میکرومتر، با برآمدگی‌های مسطح تا رو به جلو؛ برآمدگی پشتی بزرگتر

از برآمدگی‌های زیر شکمی است. سوراخ غده مری پشتی 3-4 میکرومتر از پایه استایلت فاصله دارد. پیاز میانی مری بیضی شکل، عضلانی، با ضخیم شدن کوتیکولی مشخص. غدد مری کشیده هستند و عمدتاً در قسمت شکمی روی روده امتداد دارند؛ غدد زیر شکمی بزرگتر هستند و از غده پشتی عبور می‌کنند. حلقه عصبی، تنگه را کمی پشت پیاز میانی احاطه کرده است. منفذ دفعی درست پشت سطح حلقه عصبی. همی‌زونید درست جلوی منفذ دفعی. دم کشیده-مخروطی، معمولاً به طول 35 تا 45 میکرومتر، با یک انتهای کوچک و گرد؛ ناحیه هیالین بیش از نصف طول دم. فاسمیدها کوچک، منفذ مانند، حدود یک عرض بدن در قسمت مخرج در پشت سطح مخرج.

#### نرها

معمولاً در توده‌های تخم یا در خاک یافت می‌شوند. بدن در شکم قوسی شکل است و در حالت استراحت به شکل C باز می‌شود. ناحیه جانبی با چهار شیار، یک چهارم تا یک سوم عرض بدن. ناحیه سفالیک کمی از خط بدن فاصله دارد، با چهار حلقه و یک دیسک لبی نامشخص، چارچوب به شدت اسکلروتیزه. پیاز میانی مری بیضی شکل، عضلانی، با ضخامت‌های کوتیکولی داخلی مشخص. تنگه کوتاه، احاطه شده توسط حلقه عصبی. غدد مری که روی روده امتداد دارند، عمدتاً به صورت شکمی و شکمی-جانبی هستند. هسته غده پشتی بزرگتر و قدامی‌تر از غدد زیر شکمی است. دریچه مری-روده‌ای نامشخص، حدود 1 تا 1.5 برابر عرض بدن از مرکز پیاز میانی. همی‌زونید مشخص، 1 تا 2 حلقه طول، حدود یک برابر عرض بدن در پشت محل اتصال مری-روده‌ای. منفذ دفعی 140-160 میکرومتر از انتهای قدامی بدن، 5-7 حلقه در پشت همیزونید. بیضه منفرد، به سمت جلو کشیده شده. اسپیکول‌ها جفت، مشابه، سفالدار، در قسمت شکمی کمی قوسی، در انتها بریدگی دارند، به طول 26-29 میکرومتر. گوبرناکولوم خطی، به طول 8-10 میکرومتر. انتهای دم به طور صاف محدب-مخروطی؛ دم کوتاه، کمتر از یک عرض بدن در ناحیه مخرج.



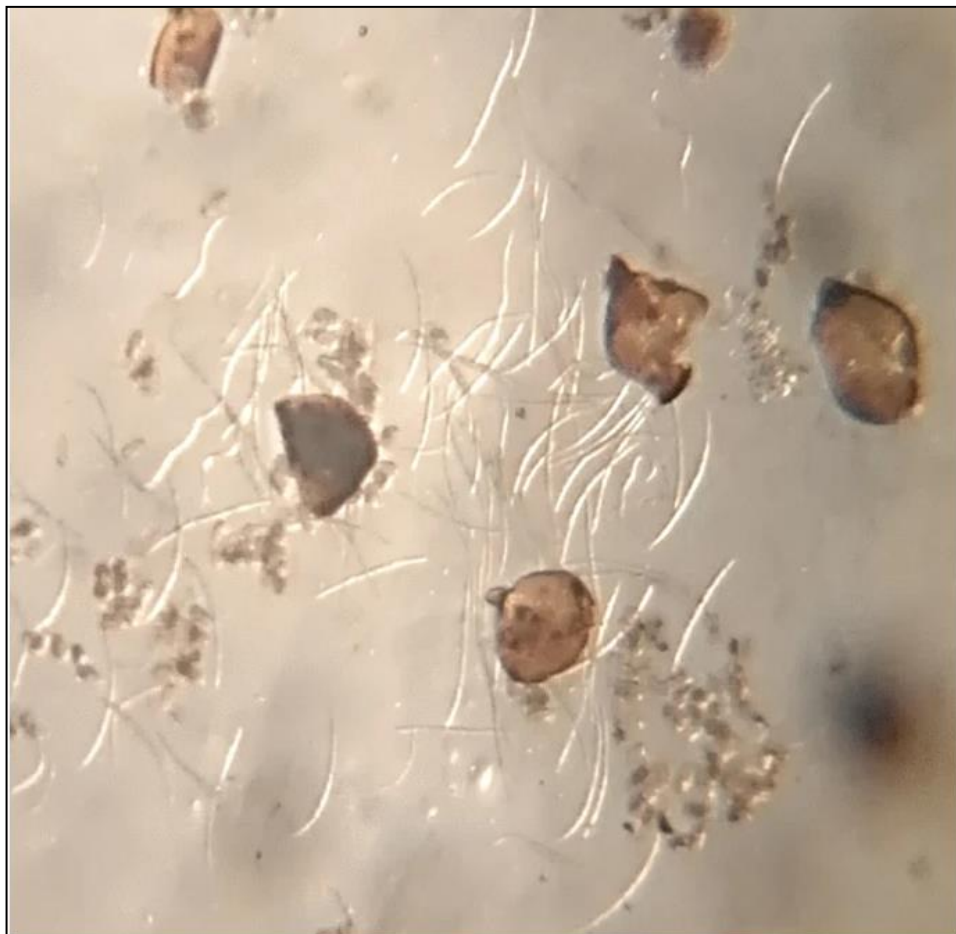
**Figure 2:** *Heterodera cajani* (a) Egg sacs; (b) Vulval cone of a cyst; (c) second stage juvenile (J2); (d) J2 second stage juveniles with stylet; (e) J2 T tail of second stage juvenile; (f) J2 lateral fields of juveniles; (g) Copulatory system of a male showing spicules with bidentate tip. Illustration courtesy of Catherine Githure, ECOPORT Foundation.

..... 04 to 07 μm long and 44 to 47 μm wide. The ...

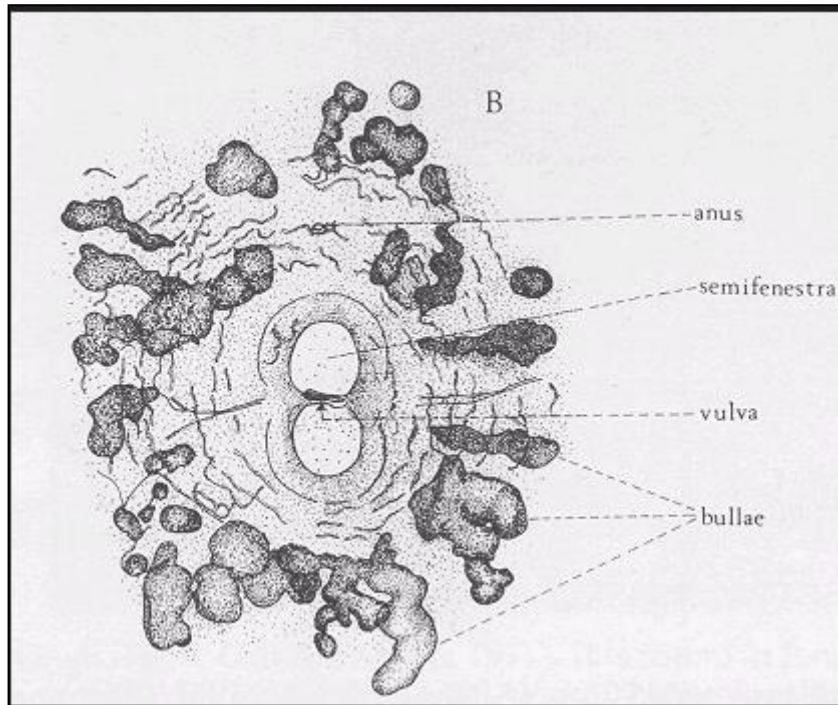
Fig. 1



Morphological identification of cyst nematode (*Heterodera cajani*), **A** Females of cyst nematode; **B** Hatching juveniles from egg of cyst



Mass multiplication of *Heterodera cajani*



**Vulval cone region; *Heterodera cajani***



## زیست‌شناسی و اکولوژی:

### چرخه زندگی

رشد و چرخه زندگی *H. cajani* توسط کوشی و سواروپ (۱۹۷۱c) روی گیاهان نخود کبوتری در دمای متوسط خاک ۲۹ درجه سانتیگراد (محدوده ۲۷ تا ۳۶ درجه سانتیگراد) مورد مطالعه قرار گرفت. لاروهای مرحله دوم (J2) ظرف ۴۸ ساعت پس از تلقیح به ریشه‌ها نفوذ می‌کنند. هم ریشه‌های اصلی و هم ریشه‌های جانبی، نه لزوماً نزدیک نوک ریشه، مورد نفوذ قرار گرفتند. پوست‌اندازی در روز سوم از قسمت قدامی شروع شد و در روز چهارم تکمیل شد. لاروهای مرحله چهارم با تخمدان‌های رفلکس شده و به خوبی توسعه یافته در روز دهم یافت شدند. ماده‌های بالغ لیمویی شکل در روز دوازدهم مشاهده شدند. نرها در روز دوازدهم یا سیزدهم یافت شدند. در روز چهاردهم، تخم‌های زیادی در کیسه‌های تخم و همچنین در داخل ماده‌های سفید مشاهده شد. لاروهای مرحله دوم از خاک و همچنین از کیست‌هایی که در روز شانزدهم از آنها بیرون آمدند، جمع‌آوری شدند. چند نر، که ظاهراً در توده تخم قرار داشتند، نیز از کیست‌ها بیرون آمدند. ماده‌های سفید از روز بیستم به بعد زرد رنگ شدند؛ تغییر از سفید به زرد روشن ۸ روز طول کشید. کیسه تخم کدر و زرد رنگ و گاهی بنفش شد. کیست‌های قهوه‌ای در روز سی و هشتم پس از تلقیح مشاهده شدند. اگرچه تصور می‌شود نرها برای تولید مثل ضروری هستند، اما ماده‌ها گاهی بدون آنها تولید مثل می‌کردند.

چرخه زندگی در دمای ۲۹ درجه سانتیگراد در ۱۶ روز تکمیل شد، اما در شرایط خنک‌تر (۱۰-۲۵ درجه سانتیگراد)، چرخه زندگی ۴۵-۸۰ روز طول کشید (Koshy and Swarup, 1971c). در یک محصول نخود کبوتری، ۸-۹ نسل ثبت شد. Edward و Kalha (1979) چرخه زندگی را در *Phaseolus mungo* [Vigna mungo] مطالعه کردند. آنها دریافتند که لاروها ۳ روز طول می‌کشد تا به ریشه نفوذ کنند و به ترتیب در ۲۴ و ۲۷ روز به نر و ماده تبدیل می‌شوند.

Yadav و Walia (1989) دریافتند که *H. cajani* چرخه زندگی خود را روی نخود کبوتری و *Vigna aconitifolia* در ۲۳ روز؛ روی *Vigna radiata* در ۲۶ روز و روی *V. mungo* و لوبیا چشم بلبلی (*V. unguiculata*) در ۲۹ روز در دمای ۲۴-۳۹ درجه سانتیگراد تکمیل می‌کند. گوپتا و ادوارد (۱۹۷۴) در مورد لوبیا چشم بلبلی دریافتند که کل زمان مورد نیاز *H. cajani* برای تکمیل یک نسل برای نرها ۱۳ روز و برای ماده‌ها ۱۷ روز بود و در یک فصل رشد میزبان که تقریباً ۴ ماه طول می‌کشید، این نماتد می‌توانست تا ۸ نسل تولید کند. در شرایط آزمایشگاهی، در یک سال تا نه نسل می‌توانست تکمیل شود. دو دوره مطلوب برای تکثیر نماتد در شمال هند در طول ژوئن-سپتامبر و آوریل-ژوئن بود (کوشی و سواروپ، ۱۹۷۱).

جدول زندگی برای *H. cajani* روی نخود کبوتری در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد توسط سینگ و شارما (b1995) تهیه شد. میزان مرگ و میر در طول مراحل تخم و J2 قبل از نفوذ به ریشه بسیار بالا بود. مرگ و میر مراحل بعدی زندگی کم و تقریباً ثابت بود. تخم‌گذاری در روز ۲۳ شروع شد و در روز ۳۱ پس از شروع گروه متوقف شد. میانگین زمان تولید مثل ۲۶.۹ روز و نرخ خالص تولید مثل ۱۵.۵ بار در هر نسل بود. نرخ ذاتی واقعی (rm) افزایش طبیعی نشان داد که جمعیت *H. cajani* ۱.۱۰۷ بار در روز تکثیر می‌شود و در حدود ۷ روز دو برابر می‌شود.

## رشد و تولید مثل

*H. cajani* در درجه اول انگل ریشه است. ماده‌های بالغ لیمویی شکل و ساکن هستند و به صورت نیمه انگلی به ریشه‌ها متصل می‌مانند. نرها کرمی شکل هستند. تخم‌ها ممکن است در داخل بدن ماده باقی بمانند، اما بسیاری از آنها در یک ماتریس ژلاتینی قرار می‌گیرند و کیسه‌های تخم تشکیل می‌دهند.

رطوبت مطلوب خاک مورد نیاز برای رشد *H. cajani* بین 35 تا 45 درصد است. تعداد کیست‌ها و جمعیت نهایی نماتد زمانی که گیاهان دو بار در 24 ساعت آبیاری شدند، بیشتر از زمانی بود که گیاهان یک بار در 24 یا 48 ساعت آبیاری شدند (شارما و تریودی، 1997). در نخود کبوتری، تکثیر نماتد در خاک‌های شنی و لوم شنی به دلیل رشد بهتر ریشه‌های گیاه، بیشترین میزان را دارد (والیا، 1987).

سینگ و شارما (1994) اثرات دماهای ثابت و متغیر را بر رشد و تکثیر نماتد *H. cajani* روی نخود کبوتری در اتاق‌های رشد با دمای 10، 15، 20، 25 و 30 درجه سانتیگراد و در گلخانه‌ای با دمای متغیر بین 22 تا 38 درجه سانتیگراد بررسی کردند. نفوذ نماتد در ریشه‌ها در دمای 25 درجه سانتیگراد بیشترین بود؛ در دمای 10 درجه سانتیگراد هیچ نفوذی وجود نداشت. دمای آستانه پایه برای رشد 11 درجه سانتیگراد محاسبه شد. تکمیل یک نسل *H. cajani* به ترتیب در دمای 30، 25، 20 و 15 درجه سانتیگراد به 17، 28، 35 و 66 روز (323، 392، 315 و 264 درجه-روز) و در دمای متغیر به 19 روز (356 درجه-روز) نیاز داشت. بقا در دمای 20 و 25 درجه سانتیگراد بیشتر از 15 و 30 درجه سانتیگراد بود. بیشترین تعداد ماده‌ها (۱۸ ماده در هر ریشه) در دمای ۲۵ درجه و دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد تولید شد. تولید مثل نماتد در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۱.۶ تا ۷.۱ برابر بیشتر از سایر دماها بود.

معادلاتی برای پیش‌بینی نرخ رشد نماتد، خروج تجمعی نماتدها از کیسه‌های تخم و کیست‌ها و افزایش جمعیت تحت تأثیر دما توسعه داده شدند. سینگ و شارما (1995a) دریافتند که به طور متوسط در دماهای مختلف (20 تا 32 درجه سانتیگراد)، درصد نماتدهای جوانی که به ریشه‌ها نفوذ کردند، به ترتیب 34، 32، 9 و 4 درصد در سطوح رطوبت خاک 24، 32، 16 و 40 درصد بود. تعداد ماده‌ها در هر سیستم ریشه 4 هفته پس از آلوده کردن خاک با نماتد J2 در رطوبت 24 درصد 80، در رطوبت 32 درصد 65، در رطوبت 16 درصد 26 و در رطوبت 40 درصد 39 بود. تولید مثل نماتد در رطوبت 24 درصد و دمای 25 درجه سانتیگراد بیشترین مقدار را داشت. ضریب تولید مثل در رطوبت 24 درصد 19.4، در رطوبت 32 درصد 15.2، در رطوبت 16 درصد 5.7 و در رطوبت 40 درصد 0.5 بود. نفوذ، توسعه و تولید مثل نماتد در سطوح مختلف رطوبتی در دمای ۲۵ و ۲۵ تا ۳۲ درجه سانتیگراد بیشتر بود، اما در رطوبت ۴۰٪ خاک و دمای ۲۰ درجه سانتیگراد در مقایسه با رطوبت ۲۴ و ۳۲٪ و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به تأخیر افتاد (سینگ و شارما، ۱۹۹۵a).

## ظهور لاروها

عوامل مؤثر بر ظهور لاروها توسط کوشی و سواروپ (1971b) مورد مطالعه قرار گرفته و توسط شارما و شارما (1998) بررسی شده است.

خروج لاروها از کیسه‌های تخم، بیشتر و سریع‌تر از کیست‌های سفید (جوان) یا قهوه‌ای (بالغ) است (شارما و سواروپ، 1984؛ شارما و شارما، 1998). از کیست‌های سفید، 50 تا 80 درصد لاروها در عرض 1 ماه در دمای 25 تا 30 درجه سانتیگراد ظاهر شدند. 53 درصد لاروهای حاصل از کیست‌های قهوه‌ای در دمای 25 درجه سانتیگراد، 52 درصد در دمای 20 درجه سانتیگراد و 5 درصد در دمای 15 درجه سانتیگراد ظاهر شدند. حدود 48 درصد از لاروها حتی پس از 525 روز انکوباسیون در دمای 25 درجه سانتیگراد نیز ظاهر نشدند. این لاروهای خفته یا آزاد بودند یا درون تخم‌های درون کیست‌ها. ظهور لاروهای جوان از سیست‌های تولید شده روی گیاهان نخود کبوتری 30 روزه بیشتر از سیست‌های تولید شده روی گیاهان مسن‌تر بود. الگوی ظهور لاروهای جوان در *H. cajani* پیچیده است و دما یک عامل اصلی، اما نه تنها عامل مهم، است. برخی از جمعیت لاروهای کیست‌دار دچار دیابوز می‌شوند (سینگ و شارما، 1996).

## علائم خسارت:

علائم آسیب نماتد شامل توقف رشد، کاهش اندازه پهنک برگ و زرد شدن برگ‌های لپه‌ای است (Gaur and Singh, 1977). گل‌ها و غلاف‌ها از نظر اندازه و تعداد کاهش می‌یابند و سیستم ریشه نیز ممکن است به خوبی توسعه نیابد. Sharma (1993) هشدار می‌دهد که علائم شاخ و برگ معمولاً حتی در خاک‌های بسیار آلوده نیز آشکار نیستند، اما کاهش ارتفاع و قدرت گیاهان آلوده را می‌توان با مقایسه دقیق با گیاهان سالم تشخیص داد. این بیماری با وجود ماده‌های سفید مروریدی روی ریشه‌ها یا کیست‌های قهوه‌ای در خاک تشخیص داده می‌شود.

### علائم بر اساس قسمت آسیب دیده گیاه

میوه‌ها/غلاف‌ها: شکل غیرطبیعی.

برگ‌ها: رنگ‌های غیرطبیعی.

ریشه‌ها: کاهش سیستم ریشه؛ کیست‌های روی سطح ریشه.

ساقه‌ها: رشد غیرطبیعی.

کل گیاه: کوتولگی.



Root damage symptoms of pearly root of



Pearly root (*Heterodera cajani*) of  
pigeonpea symptoms in field (photo:

## راههای انتقال و انتشار:

گسترش *H. cajani* به خودی خود محدود است. حمل و نقل عمدتاً از طریق سیل، زهکشی یا انتقال بذرها و گیاهان آلوده، از شستشوی خاک و از خاک چسبیده به ماشین آلات کشاورزی، دام، ابزار یا انسان انجام می‌شود (Mathur, 1986; Sharma, 1998). بنابراین باید تمام تلاش‌ها برای جلوگیری از انتقال مواد آلوده به مناطق تاکنون غیرآلوده و حفظ استانداردهای بالای بهداشتی انجام شود.

### قسمت‌های گیاهی که مستعد حمل آفت در تجارت/حمل و نقل هستند

- میوه‌ها (شامل غلاف‌ها): اسکروتیا؛ از خارج منتقل می‌شوند؛ نامرئی.
- برگ‌ها: اسکروتیا؛ از خارج منتقل می‌شوند؛ نامرئی.
- نهال‌ها/گیاهان ریزتکثیر شده: اسکروتیا؛ از خارج منتقل می‌شوند؛ نامرئی.
- ساقه‌ها (بالای زمین)/شاخه‌ها/تنه‌ها/شاخه‌ها: اسکروتیا؛ از خارج منتقل می‌شوند؛ نامرئی.
- بذرهای حقیقی (شامل دانه): اسکروتیا؛ از خارج منتقل می‌شوند؛ نامرئی. مسیرهای حمل و نقل برای جابجایی در مسافت‌های طولانی
- وسایل نقلیه (وسایل نقلیه حمل و نقل): کیست‌ها (ماتور ۱۹۸۶؛ شارما ۱۹۹۸)
- ظروف و بسته‌بندی: کیست‌ها (ماتور ۱۹۸۶؛ شارما ۱۹۹۸)
- خاک، شن، آب و غیره: کیست‌ها (ماتور ۱۹۸۶؛ شارما ۱۹۹۸)

## اقدامات قرنطینه‌ای:

*H. cajani* عمدتاً در هند و پاکستان یافت می‌شود و پراکندگی محدودی در مصر دارد. اقدامات قرنطینه‌ای علیه این و سایر نماتدهای کیستی توصیه می‌شود. قسمتهایی از گیاه که قادر به انتقال این نماتد هستند شامل ریشه و نشاء می‌باشد لذا به منظور جلوگیری از ورود نماتد باید اقدامات قرنطینه مناسب تدابیر شود و از ورود گیاه میزبان از مناطق آلوده جلوگیری شود.

## روشهای ردیابی و بازرسی:

همانند سایر نماتدهای کیستی، وجود کیست روی سطح ریشه مهمترین ویژگی است. وجود کیست روی سطح ریشه مهمترین ویژگی مورد استفاده در شناسایی *H. cajani* است. بنابراین، مهمترین مرحله برای شناسایی *H. cajani* پس از تشکیل کیست است. شارما (1993) شناسایی "ریشه مرواریدی" ناشی از وجود ماده‌های سفید را در تشخیص آلودگی نخود کبوتری به *H. cajani* در مرحله رویشی، 30 تا 35 روز پس از کاشت در خاک آلوده، مفید می‌داند. بنابراین مرحله بسیار با اهمیت برای شناسایی این نماتد، مرحله بعد از تشکیل سیست است. علائم اندامهای هوایی بسیار مشابه علائم سایر نماتدهای پارازیت گیاهی است و شامل علائم پژمردگی لکه ای در مزرعه، کوتوله شدن گیاهان و کلروزه و باریک شدن برگها است. گیاهان مشکوک به آلودگی در چنین مزارعی بایستی با دقت از خاک خارج شده و ریشه‌ها از نظر وجود سیست‌ها بررسی شوند. برای اطمینان بیشتر مقدار 500 گرم از نمونه خاک مزرعه بایستی جمع آوری شده و به آزمایشگاه نماتدشناسی جهت بررسیهای بیشتر و کاملتر فرستاده شود.

## روش های استخراج نماتد:

سیست ها با استفاده از روش شناورسازی در آب و یا با استفاده از قیف فن و یک به آسانی از خاک خشک شده قابل جداسازی هستند. لاروها و نماتدهای ماده را می توان به روش قیف برمن و یا روش سانتریفیوژ استخراج کرد.

### روش شناور سازی :

یک روش صحرائی و بسیار آسان برای جدا نمودن سیست ها این است که، ابتدا بایستی خاک مورد نظر را خشک نموده سپس خاک خشک در ظرف حاوی آب ریخته شود، سیستهای نماتد به علت سبکی و خشک بودن روی سطح آب باقی می ماند. از این روش تنها برای بدست آوردن سیست های نماتد استفاده می شود. برای بدست آوردن میزان آلودگی خاک نیز استفاده میشود، با توجه به مقدار نمونه تست شده می توان تعداد سیست ها را شمارش نموده و با تعمیم به مقدار نمونه اولیه، برای آن نرم تهیه نمود. برای اینکار کافی است یک قطره مایع ظرفشویی در وسط تشتک حاوی خاک و سیست ها قرار داد، با اینکار تمامی سیست ها به سمت کناره های ظرف رانده می شوند، و با نشان کردن قسمتی از ظرف، سیست ها از آن سمت شمارش می شوند.

### روش فنویک:

در این روش خاک را خشک نموده و با استفاده از دستگاه فنویک آن را شسته و سیست های نماتد را به کمک الک 60 میکرون جدا می نمایند.



مراحل استخراج سیست نماتد با کمک دستگاه فنویک از خاک

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

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

<https://caps.ceris.purdue.edu/wp-content/uploads/2025/07/Heterodera-cajani-datasheet-2016.pdf>

<https://genebanks.cgiar.org/resources/general-genebank-management/stog/pigeon-pea/guidelines100/nematodes-for-pigeon-pea/>

<https://ejbpc.springeropen.com/articles/10.1186/s41938-024-00767-7>

<http://nemalex.ucdavis.edu/Taxadata/g060s12.aspx>

<https://pesttracker.org/pest/NEFBCBL>