



جمهوری اسلامی ایران

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان حفظ نباتات کشور



دستور العمل شناسائی و ردیابی

آفت قرنطینه خارجی

نماتد سیستی ذرت

Heterodera zae Koshy et al., 1971

Nematoda:Heteroderidae

تهیه و تنظیم:

احمد چراغیان

دفتر پایش و تحلیل خطر

1404

نماتد سیستی ذرت

Heterodera zae Koshy et al., 1971

Domain: Eukaryota

Kingdom: Metazoa

Phylum: Nematoda

Family: Heteroderidae

Common names

corn cyst nematode

maize cyst nematode

اهمیت اقتصادی:

نماتد *H. zae* به طور گسترده در هند، پاکستان و مصر پراکنده است و در حال حاضر از زمان شناسایی آن در ایالات متحده، جایی که ذرت در مناطق وسیعی کشت می‌شود، اهمیت بیشتری پیدا کرده است. در میان بسیاری از گیاهان پواسه آلوده به این نماتد، ذرت میزبان اصلی آن است. در هند، این نماتد یکی از چهار نماتد مهم سیست در آن کشور محسوب می‌شود و یک آفت اقتصادی ذرت است. اگرچه تخمین‌های دقیقی از میزان خسارت اقتصادی محصول در دسترس نیست، اما بیماری‌زایی القا شده روی ذرت توسط بسیاری از محققان به وضوح مشخص شده است. گزارش شده است که عملکرد ذرت با آلودگی حتی زمانی که گیاهان در معرض شیوه‌های خوب کشت و کوددهی قرار گرفته‌اند، کاهش می‌یابد، که نشان می‌دهد کاهش عملکرد عمدتاً به دلیل آلودگی توسط نماتد *H. zae* است (MacGowan, 1981). اگرچه برخی از نویسندگان نتوانستند کاهش مشاهده شده در عملکرد ذرت در خاک آلوده را با هیچ شرایط خاص خاک مرتبط کنند، اما کروسبرگ و همکاران (1997) نشان دادند که کاهش (13-73٪) در خاک با بافت درشت بیشتر از خاک با بافت ریز بوده است. آنها همچنین مشاهده کردند که خسارت در فصول گرم و خشک بیشتر از فصول سرد و مرطوب است.

میزبانها:

Major hosts:

Zea mays (maize)

Minor hosts:

Avena sativa (oats), *Hordeum vulgare* (barley), *Oryza sativa* (rice), *Setaria italica* (foxtail millet), *Sorghum bicolor* (sorghum), *Sorghum sudanense* (Sudan grass), *Triticum aestivum* (wheat), *Zea mexicana* (teosinte)

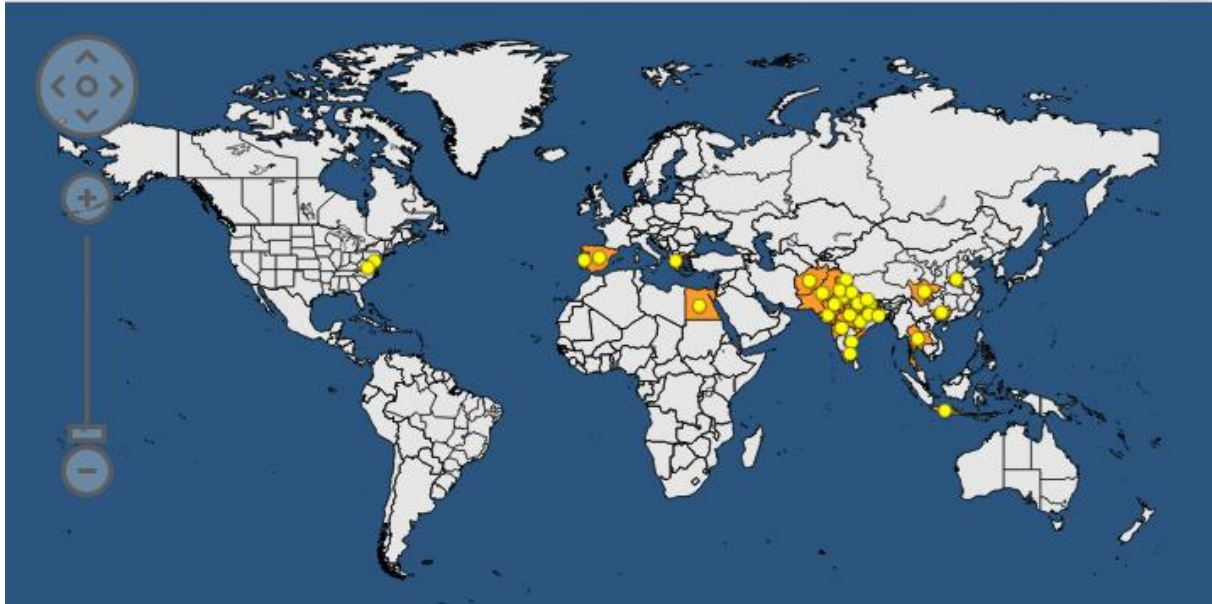
پراکنش جغرافیائی:

آسیا: چین، هند، نپال، پاکستان، اندونزی، تایلند، افغانستان

اروپا: یونان، پرتغال

آفریقا: مصر

آمریکای شمالی: آمریکا



نقشه پراکنش نماتد سیستی ذرت

شکل شناسی:

H. zaei اولین بار توسط Koshy و همکاران در سال 1971 توصیف شده است. سپس Golden و Mulvey (1983) خصوصیات نماتد ماده، سیست و لارو از جمعیت های مریلند آمریکا و هند را با استفاده از میکروسکوپ الکترونی توصیف کردند.

خصوصیات نماتد ماده بالغ:

نماتد های ماده بالغ متورم، لیمویی شکل و سفید مرواریدی رنگ، با کوتیکول نازک و نقوش زیگزاگی خارجی در قسمت قدامی، اما در مجاورت ناحیه فرج (vulva)، نقوش موجدار می شود. سر دارای دو حلقه، که حلقه دوم بزرگتر از اولی است. استایلت بلند و باریک با گره های انتهایی مسطح. ناحیه گردنی بلند، با حباب میانی گرد و بزرگ، دارای دو تخمدان، بدن نماتد ماده بالغ در مراحل مختلف رشدی پر از تخم است. مخرج بسیار کوچک و نزدیک به فرج. کیسه تخم عموماً کوچک اما در برخی موارد یک سوم از نصف بدن را فرا می گیرد. بیشتر تخم ها در داخل بدن باقی می مانند و تنها میزان کمی در کیسه تخم نگهداری می شود.

خصوصیات سیست ها:

سیست لیمویی شکل، با گردن برآمده و دارای فرج. رنگ سیست قهوه ای روشن، با دیواره نازک و بدون لایه های کریستاله. نقوش دیواره سیست به فرم زیگزاگی، مخرج نا واضح، دارای اجسام کوتیکولی که در این نماتد شامل چهار جسم کوتیکولی انگشتی است. شکاف فرج کمی بلند است.

خصوصیات لاروهای سن 2:

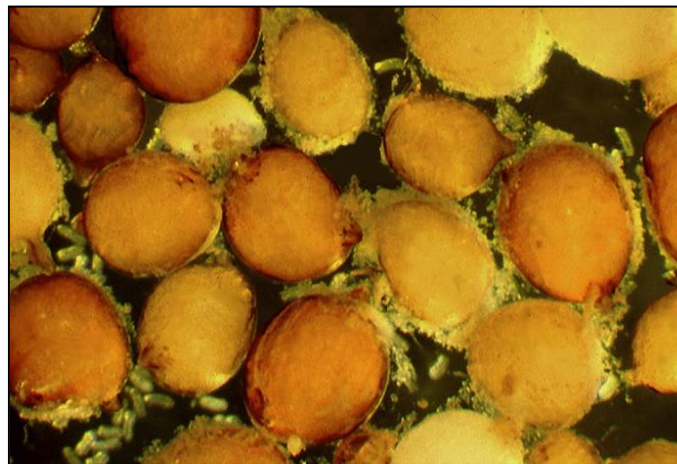
لاروهای سن 2 کرمی شکل و استوانه ای در دو انتها، سر دارای 4-5 حلقه با چارچوب سری پیشرفته. استایلت بلند و باریک با گرههای مشخص. طول استایلت در حدود 25-20 میکرومتر، منفذ غدد مریایی پشتی نزدیک به انتهای استایلت، عضو عصبی زیر پوست در جلوی منفذ ترشحي (hemizonid) واضح، مخرج (Anus) مشخص، فاسمیدها کوچک اما برجسته و مشخص، خطوط جانبی 4 عدد، دم کوتاه.

خصوصیات تخم ها:

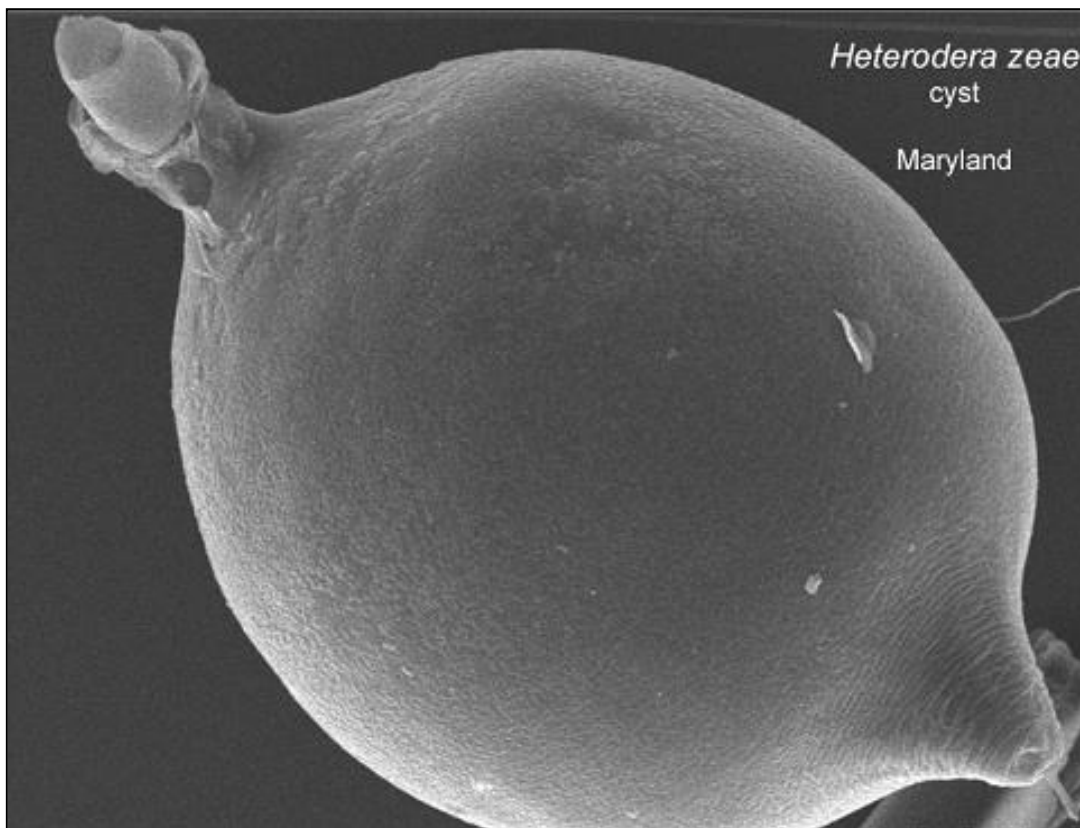
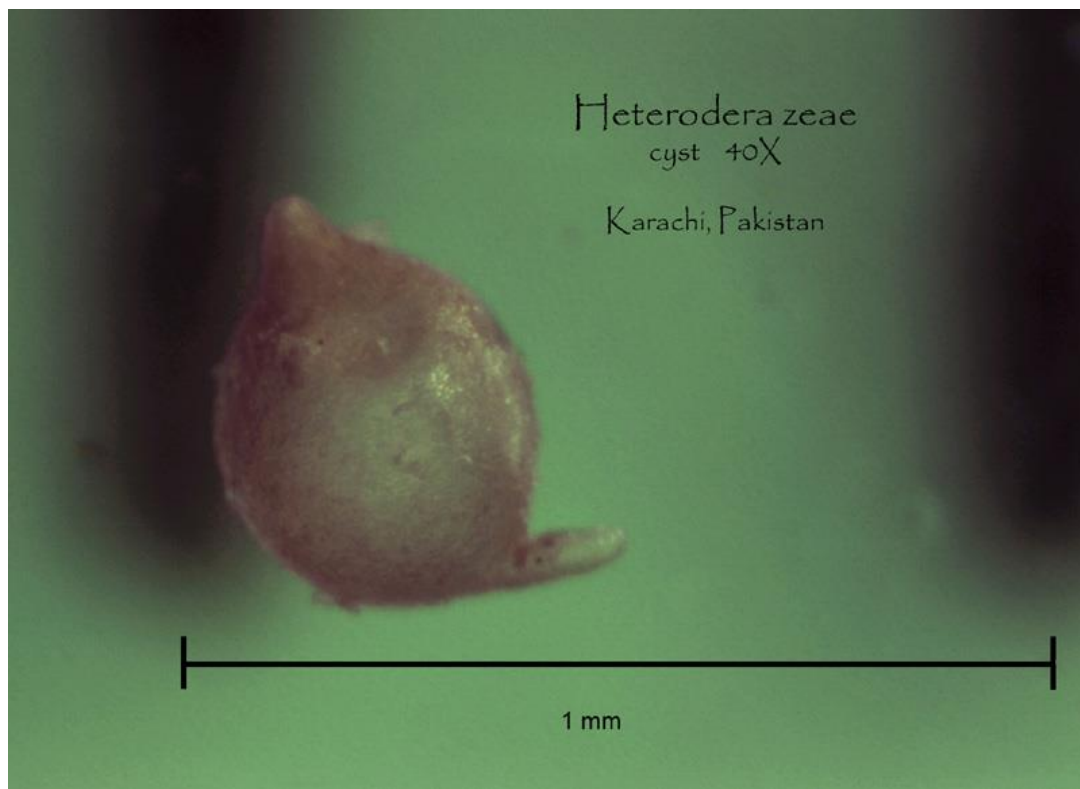
پوسته تخم هیالینی و شفاف، بدون نقش و نگار کوتیکولی، اندازه اکثر تخم ها 110-105 میکرومتر طول و 38-33 میکرومتر عرض.

خصوصیات نماتد نر:

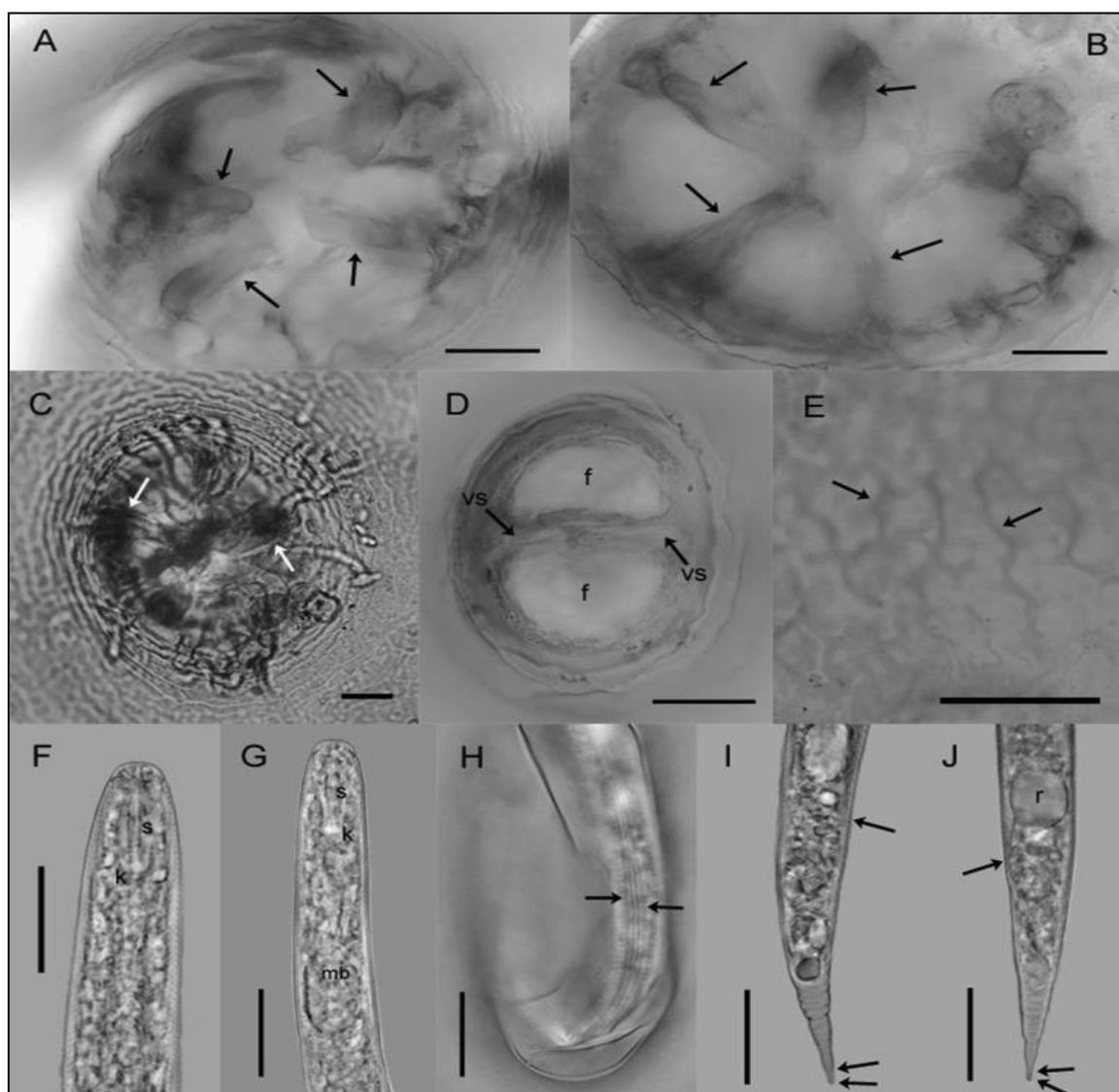
نماتد نر *H. zae* بسیار کمیاب، اولین توصیف از نرهای این نماتد توسط Hutzell در 1984 بود که از سیست های جمع آوری شده مریلند (آمریکا) به دست آمده بودند.



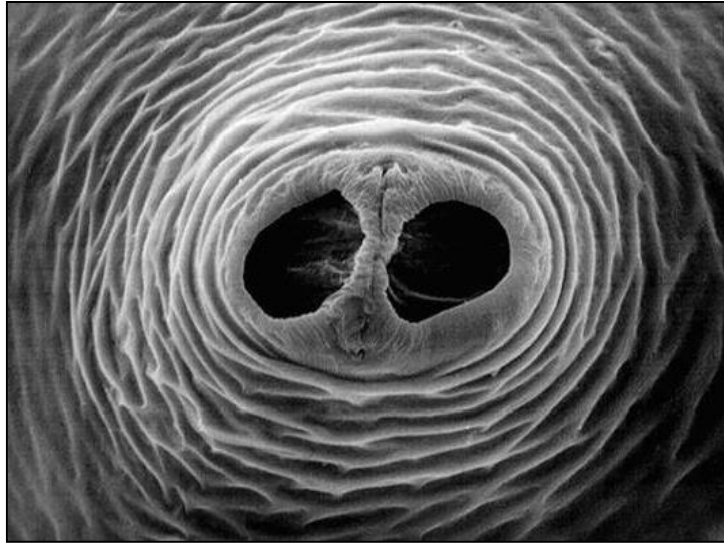
سیست های قهوه ای رنگ نماتد *H. zae*



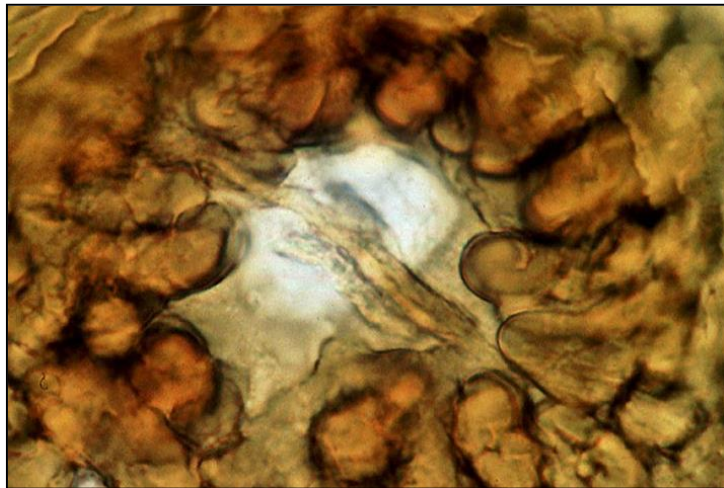
سیست های قهوه ای رنگ نماد *H. zeae*



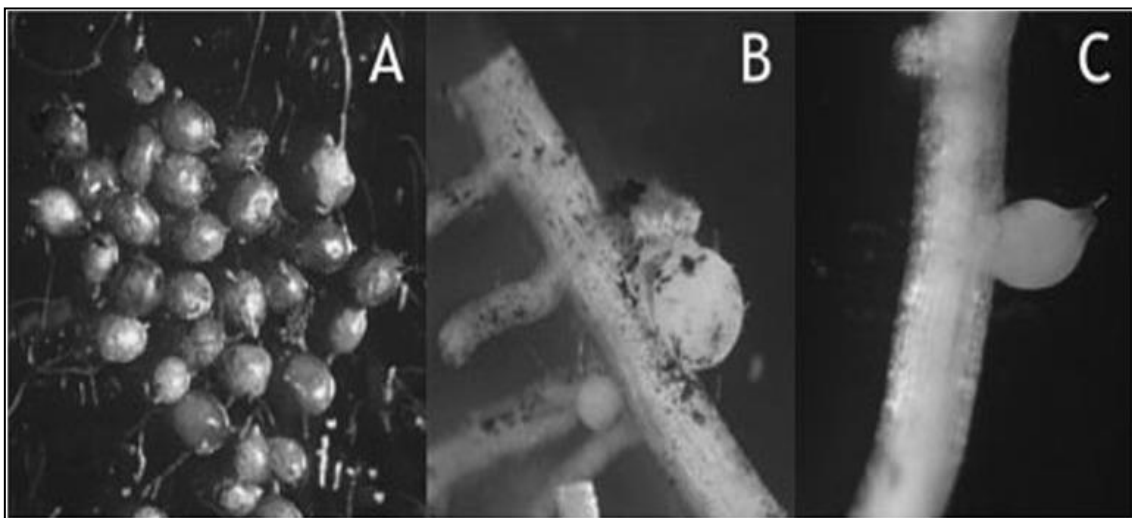
خصوصیات شکل شناسی سیست ها و لاروهای سن 2 نماتد *H. zeae*: A-C - مخروط انتهایی سیست در ناحیه فرج با
 نقوش انگشتی شکل و سایر اجسام کوتیکولی، D - ناحیه Vulva (فرج) در انتهای مخروطی سیست با پنجره های
 نیم دایره ای جهت خروج لارو از سیست (f) و شکاف فرج (vs)، E - دیواره سیست با نقوش زیگزاگی،
 F, G - قسمت قدامی لاروها با استابلیت (s)، گره های لنگری شکل استابلیت (k) و حباب میانی مری (mb) - خطوط
 جانبی در لارو شامل 4 خط، I, J - ناحیه عقبی لارو با مخروط (خطوط کوچک)، راست روده (r) و
 انتهای کاملاً گرد دم (دو خط کوچک)



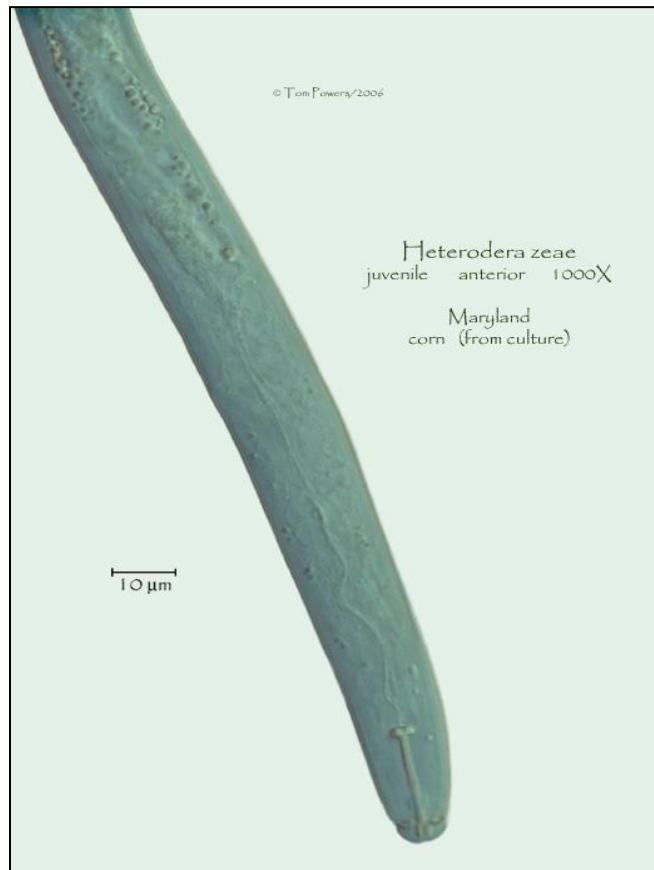
ناحیه برجسته فرج (vulva cone) در سیست با پنجره های (fenestra) نیم دایره ای و شکاف فرج



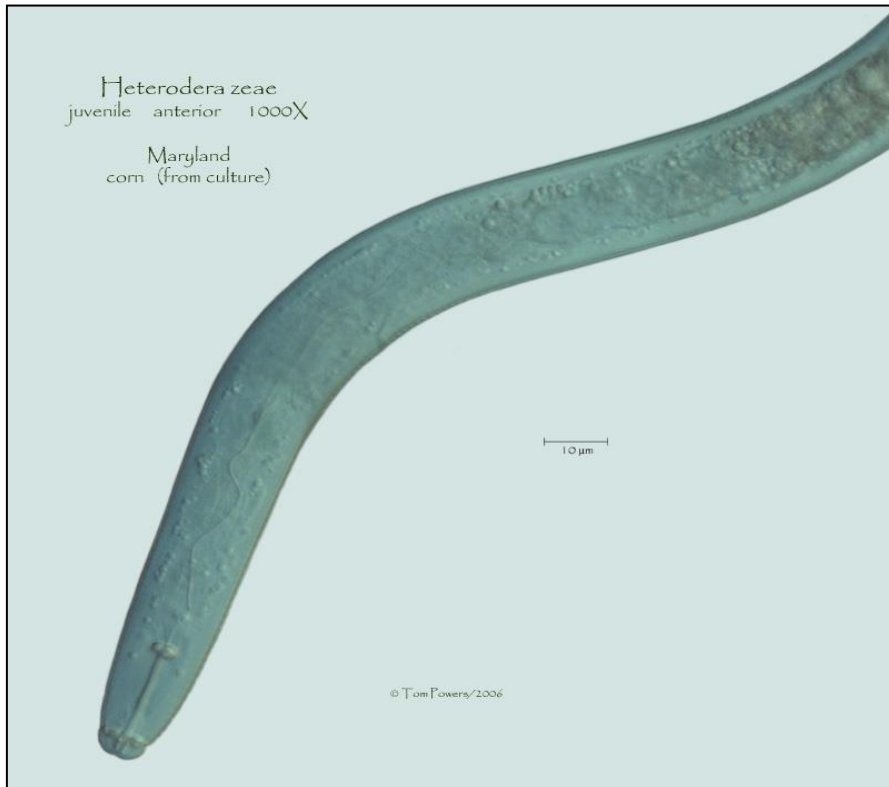
مخروط انتهایی سیست در ناحیه فرج با نقوش انگشتی شکل و سایر اجسام کونیکولی



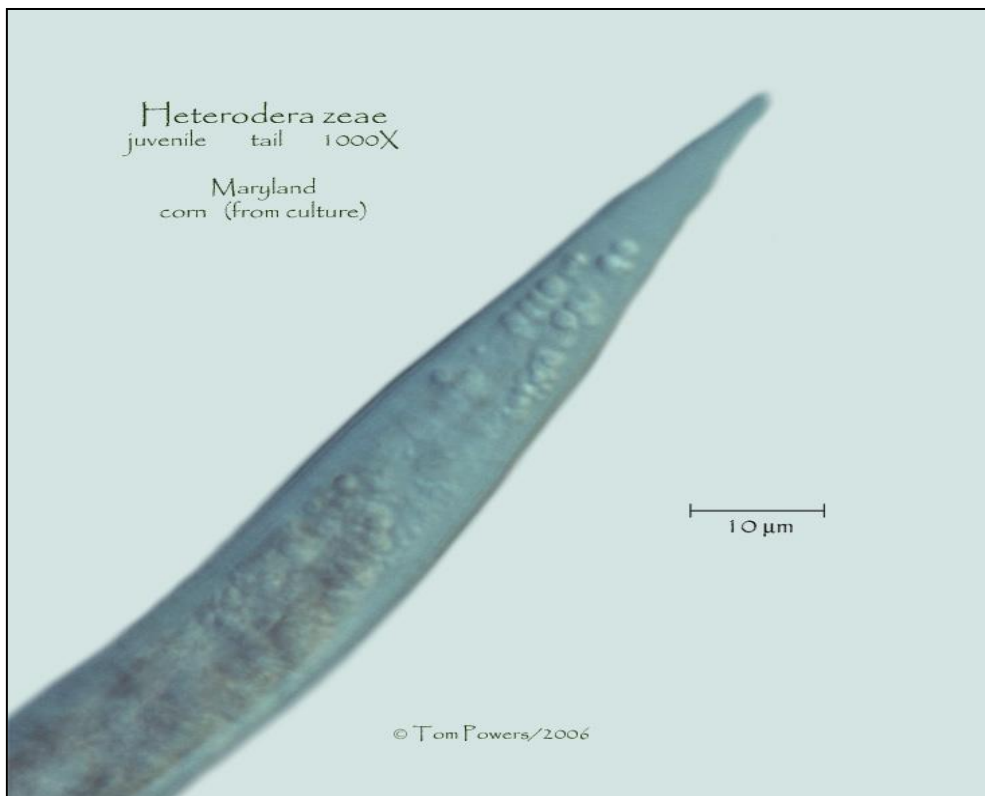
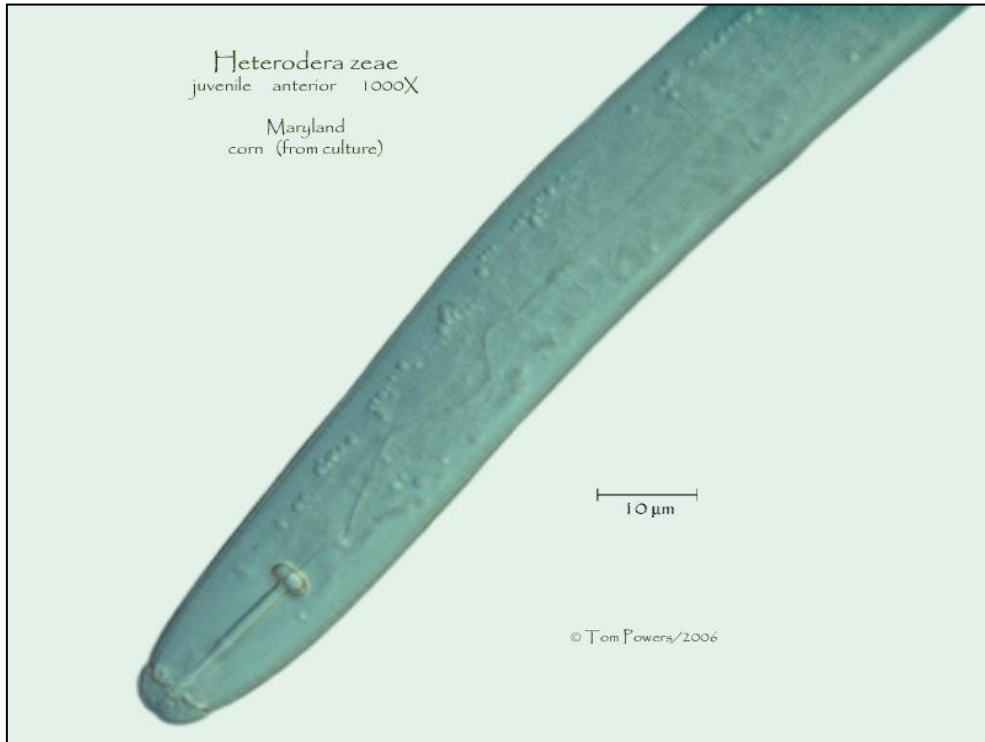
(A) سیست ها و (B,C) ماده های چسبیده به ریشه های ذرت (*H. zea*)



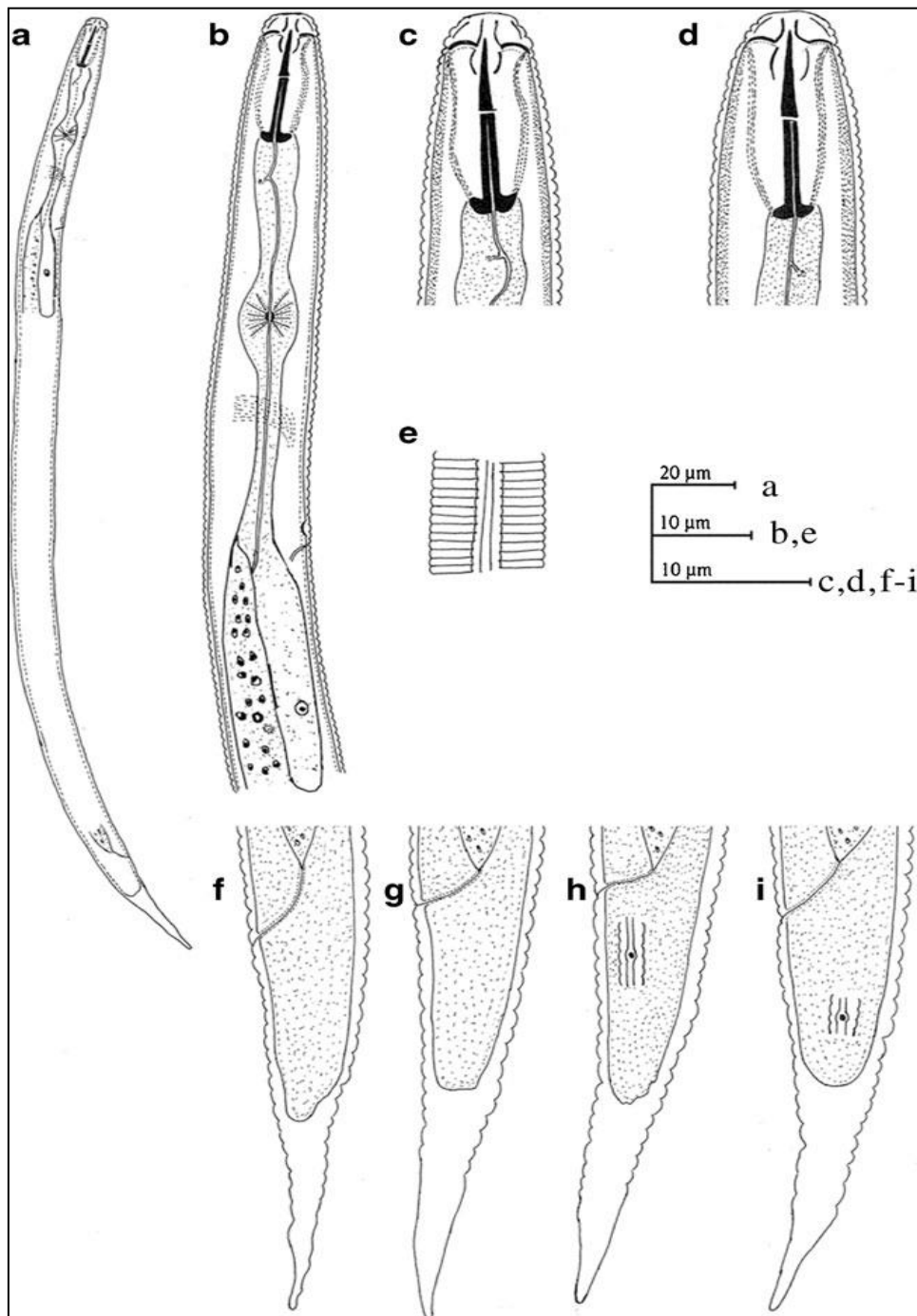
خصوصیات مورفولوژیک لاروهای نماتد سیستی ذرت



خصوصیات مورفولوژیک لاروهای نماتد سیستی ذرت



خصوصیات مورفولوژیک لاروهای نماتد سیستی ذرت



خصوصیات مورفولوژیک لاروهای سن 2 نماد *H. zae*

(A کل بدن لارو، B ناحیه مری C,D قسمت قدامی بدن E خطوط جانبی در قسمت میانی بدن F-I دم)

زیست‌شناسی و اکولوژی:

گزارش شده است که نماتد *H. zae* هم عادت‌های درون‌انگل و هم نیمه‌انگل دارد. ماده‌های بالغ ساکن هستند و درون ریشه‌ها باقی می‌مانند یا به صورت نیمه‌انگل به ریشه‌ها متصل می‌شوند. میزبان‌های مربوطه ممکن است به تنهایی یا همراه با سایر نماتدها مورد حمله قرار گیرند.

چرخه زندگی نماتد *H. zae* تحت شرایط بدون پوشش روی ریزنمونه‌های ریشه ذرت مورد مطالعه قرار گرفت (Lauritis et al., 1983). اطلاعات بیشتر در مورد چرخه زندگی توسط Sharma و Swarup (1984) و Sethi و Srivasta (1985) ارائه شد. مراحل جنینی و پس از جنینی چرخه زندگی توسط Shahina و Maqbool (1989) به تفصیل مورد مطالعه قرار گرفت.

دما و نوع خاک نقش مهمی در زیست‌شناسی *H. zae* دارند. همانطور که در مورد سایر گونه‌های Heterodera نیز صادق است، نشت مواد منتشر شده از ریشه گیاهان میزبان نیز به طور قابل توجهی بر تفریح تخم‌ها تأثیر می‌گذارد. دمای مطلوب برای خروج لاروها از سیست‌ها 25 تا 30 درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (Srivasta, 1980; Shahina and Maqbool, 1989). با این حال، Hutzl و Krusberg (1990) دمای مطلوب برای تفریح تخم‌ها را 33 درجه سانتی‌گراد یافتند.

چرخه زندگی بسیار کوتاه است و *H. zae* قادر است حدود 6-7 نسل را در طول یک فصل زراعی تکمیل کند (Srivasta and Sethi, 1985, 1986). در طول توسعه مراحل مختلف، تعداد کمی از لاروها به طور کامل نفوذ کرده و در داخل بافت ریشه باقی ماندند، در حالی که برخی از آنها هنوز به ریشه‌ها متصل مشاهده شدند. *H. zae* در بافت‌های ریشه هم در ناحیه مریستمی و هم در ناحیه طویل شدن نفوذ می‌کند. Shahina و Maqbool (1989) حداقل زمان لازم برای تکمیل چرخه زندگی *H. zae* در ذرت را 19-20 روز در دمای 25-30 درجه سانتی‌گراد یافتند، در حالی که در دماهای پایین‌تر یا بالاتر، فعالیت و نفوذ لاروها و توسعه مراحل مختلف کندتر بود و 40-50 روز طول کشید تا چرخه زندگی تکمیل شود. زمان لازم برای نفوذ لاروها به ریشه‌های ذرت توسط این نویسندگان 3-4 روز گزارش شده است. پوست‌اندازی دوم 5 روز بعد، پوست‌اندازی سوم 8 روز بعد و مرحله چهارم 9 روز بعد کامل شد. ماده‌های بالغ به همراه تخم‌ها 17 تا 20 روز بعد پیدا شدند.

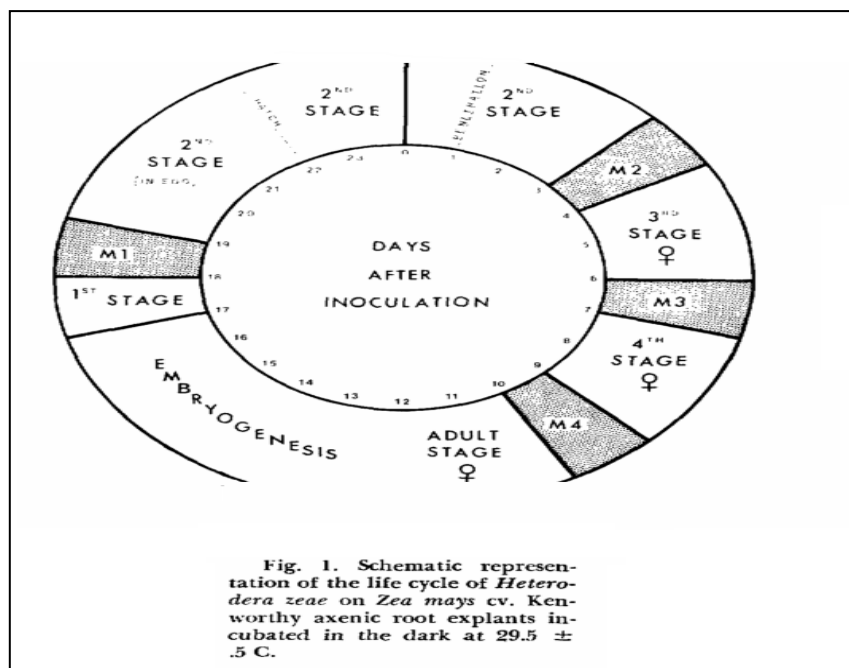
باجاج و همکاران (1986) دریافته‌اند که تأثیر دما بر نفوذ، تولید مثل و رشد با توجه به نوع میزبان متفاوت است. در ذرت، مشخص شد که *H. zae* از زمان تلقیح تا رسیدن به مرحله ماده بالغ در دمای 1 ± 23 درجه سانتی‌گراد 12 روز و در دمای 1 ± 32 درجه سانتی‌گراد 6 روز طول می‌کشد. در ریشه‌های گندم، لاروها در دمای 1 ± 15 درجه سانتی‌گراد یا 1 ± 23 درجه سانتی‌گراد قادر به نفوذ نبودند، اما فقط در دمای 1 ± 32 درجه سانتی‌گراد رشد و تولید مثل کردند. تعداد نرها و بیناجنسی‌های بیشتری روی گندم نسبت به ذرت تولید شد. در شرایط عادی، گندم توسط *H. zae* میزبان ضعیفی در نظر گرفته می‌شد. نوسانات فصلی تعداد نماتدها نیز در کشورهای مختلف مشاهده شده است. سریواستا و ستی (1986) دریافته‌اند که حداکثر جمعیت در ذرت همزمان با بلوغ محصول است. در هند، بیشترین تعداد *H. zae* در ذرت در ماه سپتامبر و کمترین آن در آوریل و مه مشاهده شد (مختار و همکاران، 1989). مطالعات انجام شده در مورد پویایی جمعیت در مصر روی ذرت نتایج مشابهی را نشان داد. اسماعیل و همکاران (1993) اوج جمعیت را در ماه‌های آگوست و سپتامبر مشاهده کردند. با این حال، در راجستان، پاریهار و صدیقی (1997) بیشترین جمعیت را در ذرت در ماه جولای در دمای 23.7-30 درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی 99.6 میلی‌متر ثبت کردند.

اسماعیل و همکاران (1993) رابطه مثبتی بین جمعیت اولیه و جمعیت نهایی *H. zea* مشاهده کردند. با افزایش جمعیت اولیه نماتد، جمعیت نهایی نیز هم در اواسط فصل و هم در زمان برداشت افزایش یافت. در ارتباط با افزایش جمعیت اولیه، کاهش تدریجی در عملکرد گیاهان ذرت مشاهده شد به طوری که عملکرد هر بوته در جمعیت‌های اولیه 190، 815، 1505 و 3375 نماتد در هر 250 سانتی‌متر مکعب خاک به ترتیب 303، 253، 188 و 162 گرم بود. اسماعیل و همکاران، (1993، 1996). تعداد کمی یا هیچ لارو مرحله دوم آزاد از خاک‌های مزرعه در مریلند، ایالات متحده آمریکا در طول ژانویه تا آوریل از خاک سطحی جمع‌آوری شد، اگرچه برخی از آنها از اعماق بیشتر جمع‌آوری شدند. ظهور لارو مرحله دوم از کیست‌ها و تعداد ماده‌های در حال رشد روی ریشه‌های ذرت به تدریج در طول دوره ژانویه تا آوریل افزایش یافت (کروسبرگ و ساردانلی، 1989).

TABLE 1. Development time and egg production of *Heterodera zea* at five temperatures.

Developmental parameters	Days from inoculation to first observation				
	36 C	33 C	29 C	25 C	20 C
Second molt	5-7	4-5	6-7	10	12-13
Third molt	7-9	7-8	9-10	14-15	17-18
Fourth molt	9-11	10-11	11-14	19-21	27-28
Egg production	11-13	12-13	15-19	24-28	37-38
First molt (in eggs)	17-19	14-17	26-27	26-37	61-62
Hatch	19-20	15-18	28	42-43	†
Tan cysts	26	30	30	53-57	95
Adult males	14	12-15	15	†	64
Average no. eggs/cyst	190	191	209	235	129

† Not observed.



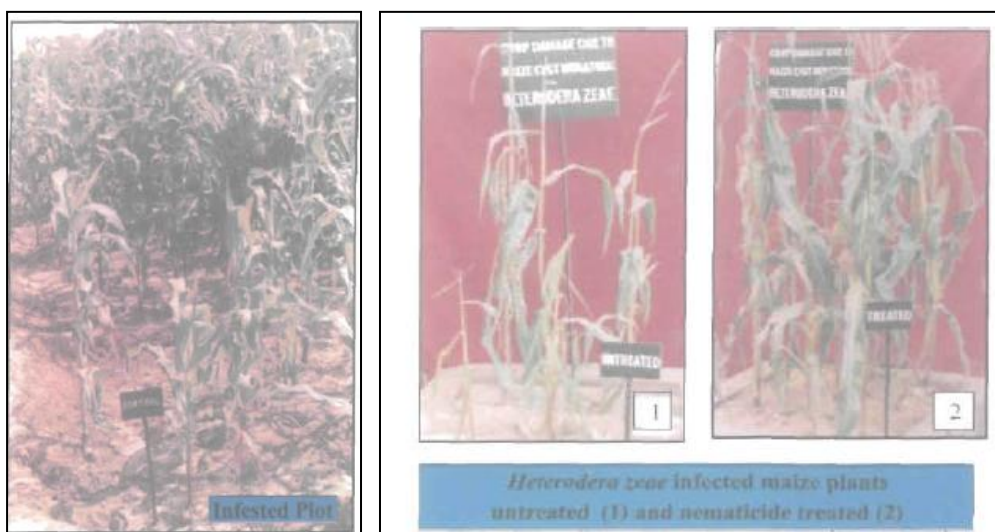
جدول زندگی نماتد سیستی ذرت

علائم خسارت:

به طور کلی همانند سایر نماتدهای پارازیت گیاهی، علائم این بیماری نیز از روی علائم موجود در مزرعه قابل تشخیص است. گیاهان مبتلا در هنگام روز و تابش آفتاب پژمرده شده و در هنگام شب و هوای خنک مجدداً حالت عادی و شادابی خود را باز می‌یابند. علائم در اندامهای هوایی شامل زردی، کم‌رشدی و کوتولگی بوده و در اندامهای زیرزمینی شامل ضخیم شدن، پیچیدگی و افزایش ریشه‌های فرعی می‌باشد. به طور کلی علائم بر روی برگها به صورت تغییر رنگ غیر طبیعی، در ریشه‌ها به صورت کاهش رشد سیستم ریشه‌ای و حضور سیست‌ها در سطح ریشه‌ها، علائم بر روی ساقه به صورت رشد کم و غیر عادی و علائم بر روی کل گیاه به صورت کوتولگی و پیری زودرس می‌باشد.



علائم خسارت نماتد سیستی ذرت در مزرعه



مقایسه علائم خسارت نماتد سیستی ذرت در بوته‌های آلوده و سالم ذرت

راههای انتقال و انتشار:

قسمتهایی از گیاه که قادر به انتقال این نماتد هستند شامل ریشه و نشاء می‌باشد. نماتد به وسیله چوب، پوست، غده، میوه، پیاز، کورم، ریزوم، گل و گل آذین، برگ، ساقه و بذر حقیقی قابل انتقال نیست. بهترین راه انتقال نماتد در مسافتهای زیاد آب آبیاری آلوده و خاک آلوده و انسان است.

اقدامات قرنطینه ای:

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 سیستی، حضور سیست ها بر روی سطح ریشه ها ویژگی بسیار مهمی جهت تشخیص و شناسایی نماتد *H. zae* است. 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 ریشه ها از نظر وجود سیست ها 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.



بررسی مزارع ذرت جهت ردیابی نماتد سیستی ذرت

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

منابع :

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

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

<http://nematode.unl.edu/xamer.htm>

<http://www.freshfromflorida.com/Divisions-Offices/Plant-Industry/Plant-Industry-Publications/Tri-ology-FDACS-DPI/May-June-2012-Nematology-Section>

<http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/images/Lecture7/slide304.jpg>

<http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/images/XiphGrape1.jpg>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23482617>

https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/nematodes/Heterodera_zeae.htm

<https://www.pioneer.com/home/site/mobile/plan/corn/soil-sampling/>

<http://nematode.unl.edu/hezepak1.jpg>

<http://nematode.unl.edu/hetezea6.jpg>

<http://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1356018>

<http://www.nagref-her.gr/en/content/foto-nimatodologia-2>

<http://krishikosh.egranth.ac.in/bitstream/1/2058717/1/15.pdf>

<http://journals.fcla.edu/jon/article/viewFile/66188/63856>