



جمهوری اسلامی ایران

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان حفظ نباتات کشور



راهنمای شناسائی و ردیابی  
آفت قرنطینه خارجی

**نماتد پژمردگی کاج**

**Pine wilt nematode**

***Bursaphelenchus mucronatus* Mamiya &  
Enda, 1979**

**Nematoda:Parasitaphelenchidae**

تهیه و تنظیم:

احمد چراغیان

دفتر پایش و تحلیل خطر

1404

## نماتد پژمردگی کاج

### *Bursaphelenchus mucronatus* Mamiya & Enda, 1979

Domain: Eukaryota

Kingdom: Metazoa

Phylum: Nematoda

Family: Parasitaphelenchidae

#### Other scientific names:

*Bursaphelenchus*

#### Common names:

Pine wood nematode

### اهمیت اقتصادی:

این نماتد در روسیه، ژاپن و کشورهای اروپایی خسارت آن دارای اهمیت اقتصادی بسیار زیادی است، همانند گونه *B. xylophilus* نماتد چوب کاج دارای حشره ناقل بوده و توسط چند گونه از سوسک های شاخک بلند خانواده Cerambicidae بویژه گونه *Monochamus alternatus* منتقل می شود. همچنین انتقال این نماتد همراه با فراورده های آلوده درختان سوزنی برگ نظیر گرده بینه، الوار، تخته، چپس و خاک اره محرز و اجتناب ناپذیر است. بنا به اهمیت میزان خسارت نماتد فوق الذکر، این نماتد و حشرات ناقل آنها از جمله آفات قرنطینه ای اروپا و کشورهای حوزه دریای مدیترانه و همچنین کشور ما بوده و در لیست آفات قرنطینه ای بسیاری از کشورها و کشور ایران قرار گرفته است.

### میزبانها:

درختان زنده کاج از جمله گونه های کاج موجود می توانند میزبان این نماتد باشند، که لیست کلی میزبان های آن به شرح ذیل می باشد.

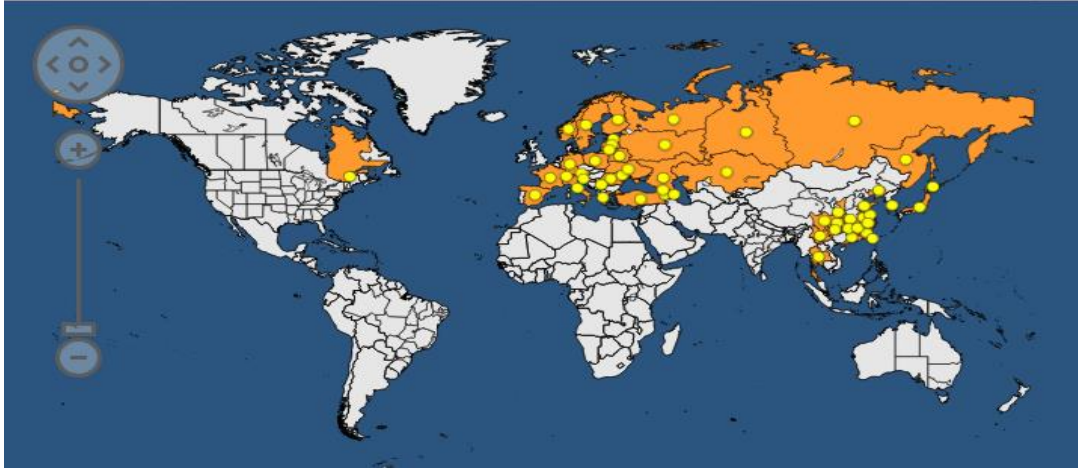
#### Major hosts (میزبانهای اصلی):

*Abies sibirica* , *Larix gmelinii* var. *olgensis*, *Larix sibirica*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*

## پراکنش جغرافیائی:

آسیا: چین، قزاقستان، تایلند، ژاپن، کره جنوبی، تایوان، اروپا: ارمنستان، اطریش، آذربایجان، بیلاروس، فنلاند، استونی، فرانسه، گرجستان، آلمان، یونان، ایتالیا، لیتوانی، لتونی، مولداوی، نروژ، لهستان، رومانی، روسیه، اسلواکی، اسپانیا، سوئد، سوئیس، ترکیه، اکراین.

امریکای شمالی: کانادا



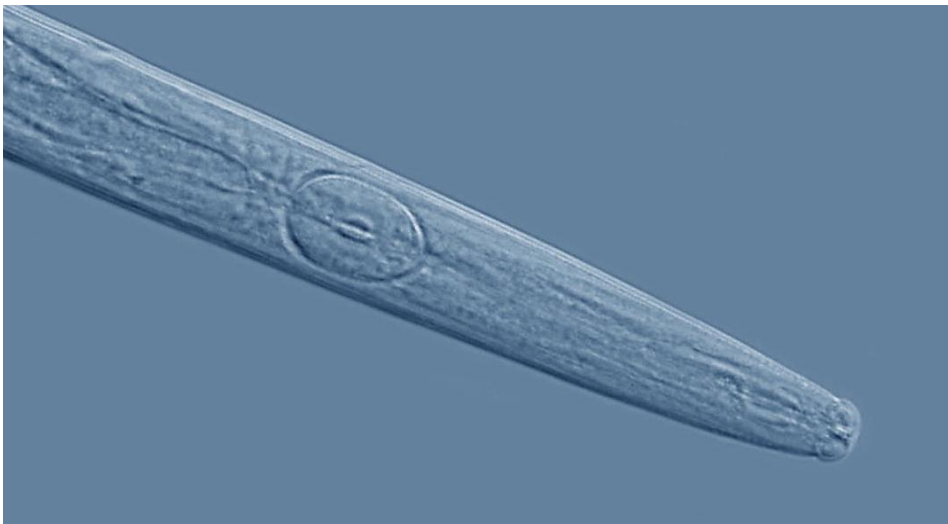
## نقشه پراکنش جغرافیایی نماد پز مرد کی کاج

## شکل شناسی نماد:

ساختاری دیسک مانند به نام کوکولوس (cucullus) گسترش یافته است. دم کمانی شکل است و انتهای آن نوک تیز و چنگال مانند است و یک بورس کوچک را در خود جای داده است. هفت پاپیلای دمی وجود دارد؛ یک جفت پاپیلای انتهایی، یک پاپیلای شکمی میانی پیش مقعدی و دو جفت پاپیلای انتهایی نزدیک خار دم و درست جلوی ابتدای بورس.



Paired spicules with prominent disc expansions at distal end of males *B.mucronatus*



*Anterior region* males *B.mucronatus*



*Female tail has a mucron of B. mucronatus*

*Female gonad with spermatheca and postuterine sac of B. mucronatus*





### قسمت های مختلف بدن نematد نر و ماده گونه *B. mucronatus*

#### زیست شناسی:

این نematد نیز همانند نematد *B. xylophilus* دارای دو مرحله زیستی متفاوت می باشد، یکی مرحله ازدیاد و دیگری پراکنش که هر دو مرحله زندگی این نematد وابسته به حشره ناقل می باشد. در مرحله تکثیر لاروهای سن چهار نematد به وسیله سوسکهای ناقل به درختان تازه خشک شده و یا در حال خشکیدگی و یا در حین تغذیه سوسکها از جوانه های انتهائی به درختان میزبان منتقل می گردد، سپس نematد خود را به مجاری رزینی درختان میزبان می رساند، بعد از گذشت سه هفته از نفوذ نematد علائم بیماری به صورت خشکیدگی و کاهش ترشح رزین نمایان می گردد که این علائم به صورت زرد شدن و خشکیدگی برگها مشهود می باشد. 30-40 روز بعد درختان آلوده کاملاً خشک می گردند، این نematدها ابتدا از ریشه قارچهای *Ceratocystis spp.* موجود بر روی درخت میزبان تغذیه می کنند و به محض ورود به بافت چوبی پوست اندازی می کنند، سپس بعد از طی مراحل بلوغ شروع به تخم گذاری و ازدیاد می کنند. پس از مدتی رشد جمعت کمی کاهش جزئی نشان می دهد که این کاهش همراه با تولید لاروهای سن سوم Dispersal third stage larve می باشد و این لاروها قادرند شرایط سخت محیطی و کاهش رزین را تحمل نمایند. این لاروها در اطراف اطافک شفیره سوسکهای ناقل تجمع می کنند.

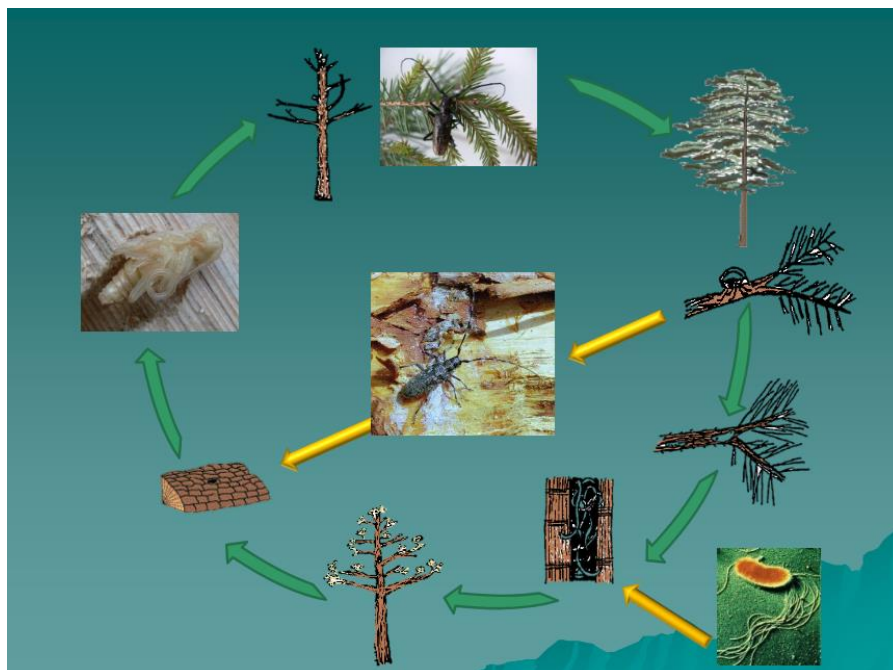
#### ناقلین نematد:

تا کنون چندین گونه سوسک شاخک بلند از جنس *Monochamus* خانواده Cerambycidae به عنوان ناقل نماتد چوب کاج معرفی شده‌اند که مهمترین آنها گونه *M. alternatus* می‌باشد. سایر گونه‌های ناقل این نماتد عبارتند از:

*M. caroliensis*, *M. titillator*, *M. obtusus*, *M. nitens*, *M. scutellatus*, *M. notatus*, *M. mutator*.

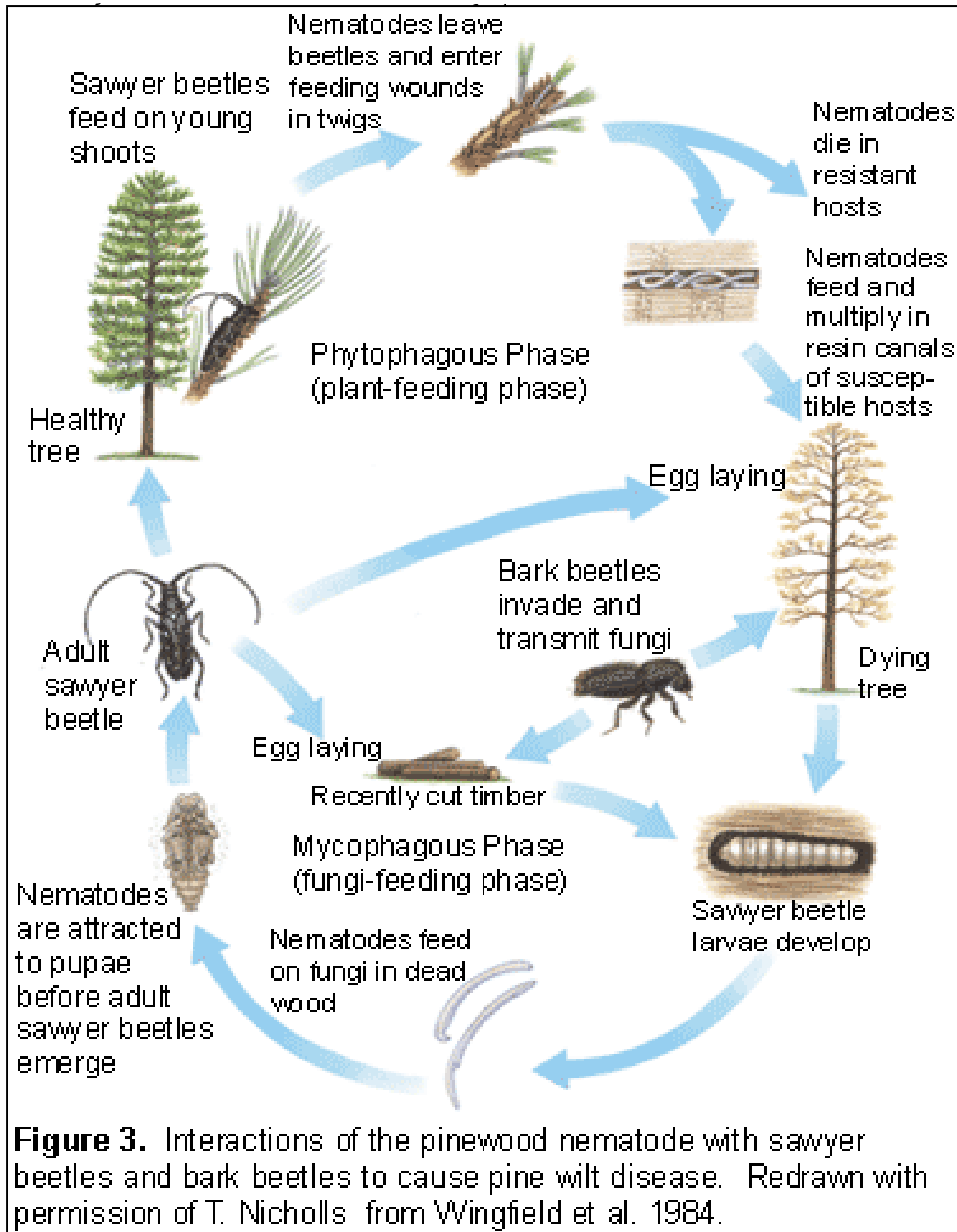
### زیست‌شناسی ناقل (سوسک چوبخوار ژاپنی کاج) *M. alternatus* Hope, 1843:

طول دوره یک نسل آفت در شرایط آب و هوایی ژاپن یک تا دو سال می‌باشد. در استان جیانگسو کشور چین که دارای شرایط آب و هوایی نیمه‌گرمسیری است، زمستان‌گذرانی آفت به صورت لارو سن آخر است. حشرات کامل در مناطق مرکزی ژاپن در اواخر اردیبهشت تا خرداد ظاهر می‌شوند و در استان جیانگسو چین در اواخر فروردین تا اواخر اردیبهشت ظاهر می‌شوند. طول عمر حشرات کامل در شرایط طبیعی 7-9 هفته و در شرایط آزمایشگاهی گاه تا شش ماه به طول می‌انجامد. حشرات کامل خارج شده قادرند 7-40 متر در هفته حرکت کنند. بعد از گذراندن دوره تغذیه قبل از تخم‌ریزی که معمولاً از پنج روز تا سه هفته می‌باشد، در پوست درختان میزبان زخم ایجاد کرده و در داخل هر زخم یک عدد تخم می‌گذارند. تخمها پس از 4-12 روز تفریخ می‌گردند. لاروهای خارج شده از تخم شروع به تغذیه از زیر پوست وناحیه کامبیوم می‌نمایند. لاروهای سن سوم بافت چوبی (Sap wood) را سوراخ می‌کنند و تشکیل دالانهای S شکل را می‌دهند. تعداد سنین لاروی در گونه‌های مختلف *Monochamus spp.* متغیر می‌باشد. به عنوان مثال گونه‌های *M. alternatus* دارای چهار سن لاروی و گونه‌های *M. carolinensis* دارای 3-8 سن لاروی می‌باشند. لاروها در سن آخر انتهای تونلها را با کمک براده‌های چوبی و فضولات خود می‌بندند و سپس تبدیل به شفیره می‌گردند. طول دوره شفیرگی حدود 19 روز می‌باشد. سپس حشرات کامل ظاهر شده و شروع به تغذیه از بافت چوبی اطراف دالانهای خود می‌کنند و بعد از 6-8 روز از این دالانها خارج شده و روی درختان دیگر پرواز می‌کنند. به مدت 10 روز از جوانه‌های انتهایی تغذیه می‌کنند. زمستان‌گذرانی این سوسکها بیشتر به صورت لارو می‌باشد. طول عمر حشرات کامل حدود 83 روز می‌باشد و هر حشره ماده قادر است 215-40 عدد تخم بگذارد.



### رابطه همزیستی این حشره با نماتد:

در هنگام تغذیه سوسکها از جوانه‌های انتهایی نماتدهای سن سوم چسبیده به پا، قطعات دهانی، بندهای انتهایی شکم، زیر بالپوشها و منافذ تنفسی روی جوانه‌ها افتاده و به داخل آنها نفوذ



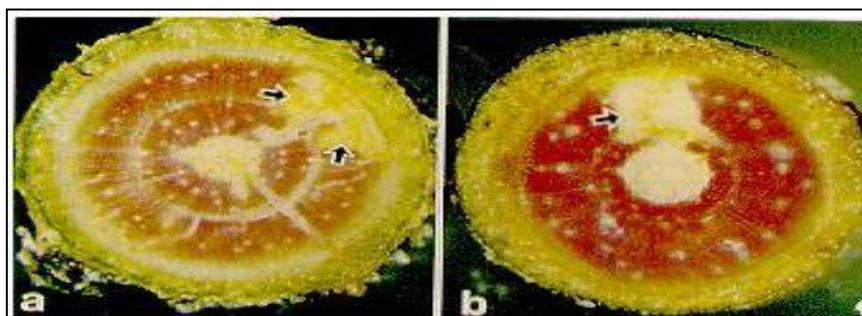
چرخه زندگی نماتد پژمردگی کاج و ارتباط آن با ناقلین بر روی درختان میزبان

## علائم خسارت:

این نماتد نیز با تجمع در مجاری رزینی به سرعت تکثیر پیدا نموده و با انسداد جریان رزین و تخریب بافت آوندی باعث زرد شدن، پژمردگی و خشک شدن برگ درختان سوزنی‌برگ در کمتر از شش هفته می‌گردد. این پژمردگی ابتدا در یک شاخه ظاهر می‌گردد و سپس به تمام درخت سرایت می‌نماید. بنابراین خشکیدگی برگ، سرشاخه و مرگ سریع درختان از علائم خسارت نماتد می‌باشد.



## درختان میزبان آلوده به نماتد پژمردگی کاج



تخریب بافت آوندی چوب درختان آلوده در اثر فعالیت نماتد پژمردگی کاج

## راههای انتقال و انتشار:

چوبهای تهیه شده از درختان آلوده به مراحل مختلف (تخم، لارو، شفیره و حشرات کامل) سوسکهای ناقل نماتد از مهمترین راههای ورود این نماتد محسوب می‌گردد. این نماتد قادر است به آسانی از طریق چوبهای آلوده منتقل گردد، میزان پراکنش این نماتد در ژاپن بالغ بر 8 کیلومتر در سال می‌باشد. حداکثر قدرت پرواز سوسکهای ناقل حدود 3/3 کیلومتر است. بنابراین چوبهای آلوده به نماتد و مراحل مختلف زیستی سوسکهای ناقل از عمده‌ترین راههای انتقال این بیماری محسوب می‌گردد. همچنین انتقال این نماتد همراه با فراورده های آلوده درختان سوزنی برگ نظیر گرده بینه، الوار، تخته، چپیس و خاک اره امکان‌پذیر است.

## اقدامات قرنطینه ای:

جلوگیری از ورود چوبهای آلوده به نماتد و حشرات ناقل آنها از مهمترین اقدامات قرنطینه‌ای محسوب می‌گردد. لازم است به منظور ردیابی نماتد، چوبهای وارداتی از مناطق آلوده را تست نماتد نموده و پس از اطمینان از عدم آلودگی آنها را ترخیص نمایند و از تهیه چوب از مناطق آلوده به نماتد جلوگیری شود.

## روشهای ردیابی و بازرسی:

الف - ردیابی حالات مختلف تکاملی حشره ناقل نماتد:

- 1- انجام بازرسی ظاهری محموله به منظور ردیابی حشره ناقل نماتد در حین تخلیه از کشتی و یا کانتینر.
- 2- انجام بازرسی ظاهری حداقل 10 درصد از حجم محموله تخته و چهارتراش بسته‌بندی شده، پس از تخلیه و باز کردن کامل 10 درصد از بندل‌ها و نیز بازرسی ظاهری حداقل 10 درصد از تعداد الوار و گرده بینه‌های وارداتی به منظور ردیابی حالات مختلف تکاملی سوسک ناقل به ویژه لارو و شفیره در چوب‌های سوراخ‌دار (سوراخهای لاروی بیضی شکل بوده و در سوراخهای لاروی مسدود شده با تراشه‌های چوب لارو فعال وجود دارد، سوراخهای خروجی حشرات بالغ به شکل گرد می‌باشد).
- 3- استفاده از تله‌های تشت آبی در بستر جنگل مناطق آلوده و در مسیر حرکت حشرات کامل یا یا تله‌های نوری، استفاده از تله‌های جلب‌کننده تغذیه‌ای و در صورت در دسترس بودن از فرمونهای سنتز شده صنعتی استفاده نمود.



ردیابی حشره ناقل در جنگل های مشکوک به آلودگی

## ب - ردیابی نماتد چوب کاج:

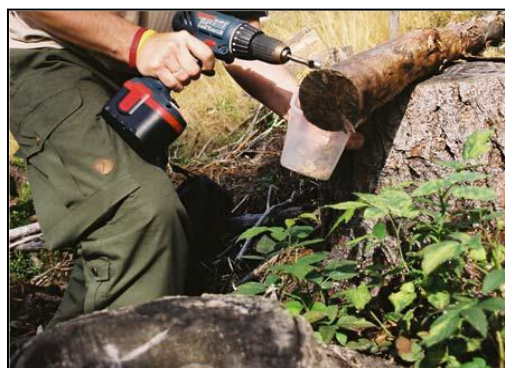
در صورت مشاهده درختان زرد، خشکیده و مشکوک به علائم نماتد و یا از نمونه‌های الوار و گرده-بینه‌های وارداتی مشکوک اقدام به نمونه‌برداری به شرح ذیل می‌شود:

1- انجام نمونه‌برداری از چوبهای وارداتی سوراخ‌دار ترجیحا از چوبهای سوراخ‌دار، به ویژه چوبهای دارای سوراخ‌های لاروی مسدود شده با تراشه‌های چوب و چوبهایی که دارای علائم رشد قارچهای آبی رنگ هستند.

2- در صورت عدم مشاهده سوراخ لاروی و یا سوراخ خروجی حشرات بالغ و یا تغییر رنگ چوب در اثر فعالیت قارچهای آبی رنگ لازم است نمونه‌برداری به روش تصادفی از 10 درصد تعداد و یا حجم الوارها گرده‌بینه‌ها و یا بندل‌های تخته و چهارتراش صورت پذیرد.

3- برای تهیه نمونه آزمایشگاهی از قسمت‌های مختلف محموله، می‌توان از دریل برقی شارژی و یا دستی با سرعت چرخش کم و یا رنده و تیشه نجاری استفاده نموده و خاک اره و یا ورقه‌های نازک چوب از ناحیه زیر پوست تهیه نمود و یا اینکه به وسیله اره نجاری دیسک‌های نازکی به ضخامت 2/5 سانتیمتر و عمق 10-12 سانتیمتر از قسمت‌های مختلف چوب تهیه نمود. قطر سوراخ ایجاد شده با دریل در هر محل نمونه‌برداری، نباید از 10-15 میلیمتر کمتر باشد. عدم خروج رزین (Oleoresin) از محل سوراخ‌های ایجاد شده با دریل در تنه‌های تازه بریده شده و تر و نیز تغییر رنگ سطح مقطع چوب در اثر رشد قارچهای آبی رنگ از نشانه‌های مهم آلودگی به نماتد چوب کاج می‌باشد. نمونه‌های تهیه شده به صورت تراشه، ورقه، خاک اره و یا برشهای نازک چوب باید بلافاصله در داخل کیسه‌های پلاستیکی دوجداره ریخته شده و پس از ثبت مشخصات دقیق محموله نمونه‌برداری شده شامل نوع و حجم محموله، نام کشور مبدا و فرستنده، تاریخ حمل و تخلیه، نام صاحب کالا و شماره گواهی بهداشت نباتی بلافاصله در شرایط مطلوب ( 4-5 درجه سانتیگراد) قرار داده و در اسرع وقت به آزمایشگاه نماتولوژی منتقل و تا زمان آزمایش از خشک شدن آنها ممانعت به عمل می‌آید. فاصله زمان نمونه‌برداری تا انجام بررسیهای آزمایشگاهی نباید بیشتر از 2-3 روز باشد.

4- برای تهیه نمونه از هیزم، چپیس و خاک اره درختان سوزنی‌برگ، لازم است حداقل 10 درصد از حجم محموله دقیقا بازرسی شده و از قسمت‌های مختلف آن به طور یکنواخت نمونه‌برداری نمود.



**نمونه برداری و بررسی نمونه چوب دارای علائم آلودگی به نماتد چوب کاج به کمک دریل**

### ج- بررسی های آزمایشگاهی:

1- برآدها یا تکه‌های چوبی را در ظرف بشر حاوی آب خیسانده و بعد از 48 ساعت، محلول حاصله را از الک 400 مش عبور داده، باقی مانده محلول روی الک را به داخل پتری منتقل، سپس در زیر بینوکولر و میکروسکوپ بررسی آزمایشگاهی می‌شوند.

2- در روش تست سریع برای چوبهای وارداتی در گمرکات کشور، برآدها یا تکه‌های چوبی را در داخل دستگاه مخلوط‌کن صنعتی خرد نموده، از الکهای 60 ، 200 و 400 مش عبور داده، باقی مانده روی الک انتهائی همراه با آب شستشو داده و محلول مورد نظر را برای مدت 10 دقیقه با سرعت 4000 دور در دقیقه سانتریفیوژ می‌نمایند، محلول رویی به دست آمده از سانتریفیوژ را دور ریخته و رسوب باقی مانده را در محلول شکر حل نموده و بعد از اضافه نمودن محلول شکر، نمونه را برای مدت یک دقیقه با سرعت 4000 دور در دقیقه مجدداً سانتریفیوژ می‌کنند، سپس محلول رویی بدست آمده از سانتریفیوژ را از الک 400 مش رد کرده و پس از شستشو با آب، در پتری ریخته و زیر بینوکولر و میکروسکوپ بررسی، جداسازی و سپس اقدام به شناسائی می‌نمایند.

مراحل بررسی تست نماتد پژمردگی کاج در آزمایشگاه



نمونه برداری از درختان مشکوک و چوبهای وارداتی



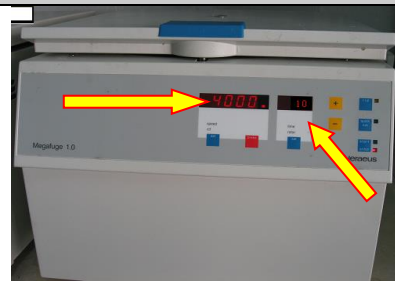
1- تهیه برآده چوبی با استفاده از وسائل نمونه برداری مانند دریل، مته،اره و استخراج برآدهای چوبی



4- ریختن نمونه جهت سانتریفیوژ

3- عبور دادن نمونه از الکها

2- ریختن برآدها در خردکن



7- اضافه نمودن محلول شکر

6- شستشو و جدا کردن نمونه

5- سانتریفیوژ 10 دقیقه با 4000 دور



10- بررسی میکروسکوپی نمونهها

9- شستشو و استخراج نمونه

8- سانتریفیوژ 1 دقیقه 4000 دور

## منابع:

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

<http://nemalex.ucdavis.edu/Taxadata/G145s2.aspx>

[https://www.researchgate.net/figure/ulval-region-of-Bursaphelenchus-mucronatus-A-D-and-mating-in-B-mucronatus-E-F-and\\_fig1\\_357563048](https://www.researchgate.net/figure/ulval-region-of-Bursaphelenchus-mucronatus-A-D-and-mating-in-B-mucronatus-E-F-and_fig1_357563048)

[https://www.researchgate.net/figure/Light-micrographs-of-Bursaphelenchus-mucronatus-A-anterior-region-B-vulval-region-C\\_fig2\\_43326905](https://www.researchgate.net/figure/Light-micrographs-of-Bursaphelenchus-mucronatus-A-anterior-region-B-vulval-region-C_fig2_43326905)

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

[www.insectimages.org/search/action.cfm?q=arth...](http://www.insectimages.org/search/action.cfm?q=arth...)

[treehealth.agsci.colostate.edu/.../sheryl.htm](http://treehealth.agsci.colostate.edu/.../sheryl.htm)

[http://www.wrass.co.jp/log/2008/2008\\_log\\_Is3.html](http://www.wrass.co.jp/log/2008/2008_log_Is3.html)

[https://www.ippc.int/static/media/files/publications/en/2014/11/15/kulinich\\_-\\_pwn\\_surveys\\_in\\_russia\\_ppt.pdf](https://www.ippc.int/static/media/files/publications/en/2014/11/15/kulinich_-_pwn_surveys_in_russia_ppt.pdf)