



جمهوری اسلامی ایران

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان حفظ نباتات کشور



راهنمای شناسائی و ردیابی

آفت قرنطینه خارجی

**بیماری مال سکوی مرکبات**

**Mal secco disease of citrus**

***Phoma tracheiphila* (Petri) Kantachveli & Gikachvili**

**Ascomycota: Valsaceae**

تهیه و تنظیم:

احمد چراغیان

دفتر پایش و تحلیل خطر

1404

## بیماری مال سکوی مرکبات

### *Phoma tracheiphila* (Petri) Kantachveli & Gikachvili

Domain: Eukaryota

Kingdom: Fungi

Phylum: Ascomycota

Class: Ascomycetes

Subclass: Sordariomycetidae

Order: Diaporthales

Family: Valsaceae

#### نام های مترادف :

*Deuterophoma tracheiphila* Petri, *Bakerophoma tracheiphila* (Petri) Cif.

#### نام عمومی بیماری:

mal secco disease of citrus, wilt of citrus, citrus wilt, citrus mal secco

#### اهمیت اقتصادی:

در کشورهای حوزه مدیترانه بیماری مال سکوی مرکبات *P.tracheiphila* یک از بیماریهای مهم درختان لیمو ترش می باشد. گاهی تا 100٪ واریته های درختان حساس را آلوده می کند. طغیان بیماری پس از طوفان های مخرب بهاری بیشتر دیده می شود. به طور کلی، شرایط آب و هوای خیلی سرد، باعث فراهم شدن زمینه خسارت بیشتر بیماری می گردد. علائم بیماری بیشتر در فصل بهار و پائیز ظاهر می گردد، در تابستان های خیلی گرم، گسترش بیماری متوقف میشود. کمیت و کیفیت میوه درختان لیمو ترش کاهش یافته و واریته های حساس درختان لیمو ترش در این مناطق قابل کشت نمی باشند. لذا با توجه به اهمیت خسارتزائی این قارچ بیماریزا در لیست آفات قرنطینه ای ایران و بسیاری از کشورها قرار گرفته است.

#### میزبانها:

درختان مرکبات (لیمو ترش) میزبان اصلی این بیماری می باشد. که لیست کلی آنها شامل موارد ذیل می باشد.

**Major hosts:** *Citrus* , *Citrus aurantiifolia* (lime), *Citrus aurantium* (sour orange), *Citrus bergamia* (bergamot), *Citrus limon* (lemon), *Citrus medica* (citron), *Citrus latifolia* (tahiti lime), *Citrus limonia* (mandarin lime), *Citrus macrophylla* (alemow), *Citrus nobilis* (tangor), *Citrus sinensis* (navel orange), *Citrus reticulata* (mandarin), *Citrus sinensis* (navel orange), *Citrus unshiu* (satsuma), *Citrus x paradisi* (grapefruit), *Poncirus trifoliata* (Trifoliolate orange).

**Minor hosts:** *Fortunella* (kumquats), *Poncirus*

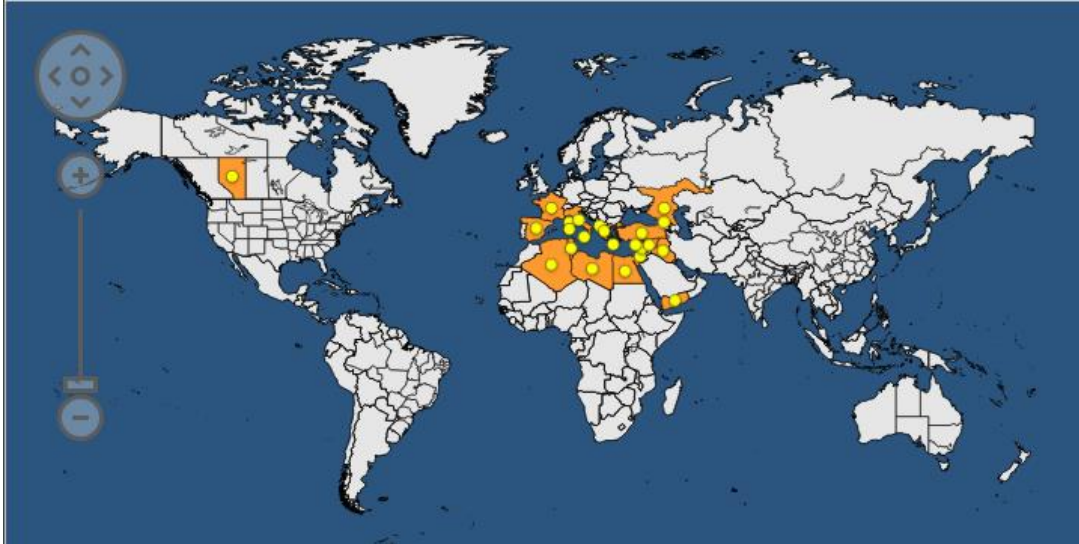
## پراکنش جغرافیائی:

آسیا: عراق، لبنان، سوریه، فلسطین، یمن

اروپا: آلبانی، قبرس، فرانسه، یونان، ایتالیا، روسیه، اسپانیا، ترکیه، گرجستان،

آمریکای شمالی: کانادا

آفریقا: الجزایر، مصر، لیبی، تونس



## نقشه پراکنش بیماری مال سکوی مرکبات

### شکل شناسی:

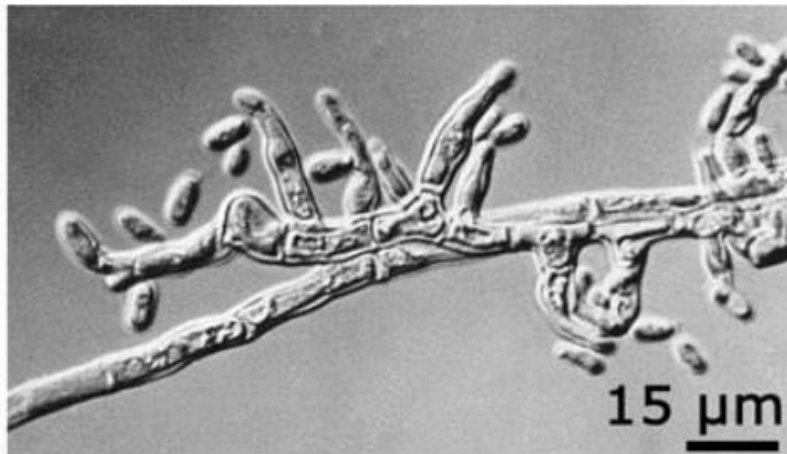
پیکنیدهای بالغ قارچ، سیاه و بر روی پوست و سرشاخه های و اطراف برگهای درختان آلوده مشاهده می شوند. عرض آنها  $(150-40 \times 165-60 \mu\text{m})$  است، در ابتدا حدوداً کروی، بعداً در زمان بلوغ دارای گردنی کشیده می شوند که  $45-70 \mu\text{m}$  عرض و بیش از  $250 \mu\text{m}$  طول دارد.

پیکنیدها دارای سلولهای کنیدیوزنز (فیالیدها) (phialides)) در داخل خود می باشند، که تولید پیکنیدیوم (pycnidium) می کنند. که آنها را pycnoconidia هم می نامند. شفاف، تک سلولی، گاهی راست و گاهی دارای خمیدگی می باشند که ابعاد آنها  $(1/5 - 1/5 \times 0/5 - 4-2 \mu\text{m})$  است.

در شرایط رطوبت مناسب از فیالیدها که اندازه آنها  $(6-3 \times 3-12 \mu\text{m})$  است، کنیدیهای بزرگی به نام فیالوکنیدیا Phialoconidia تولید می شود که اندازه آنها  $(8-3 \times 3-1/5 \mu\text{m})$  است، که براحتی در تماس با خاک، بافت چوب و آوندی گیاه قرار می گیرند. فیالوکندیها شفاف، تک سلولی، راست و گاهی در قسمت انتهائی گرد شده اند.

بلاستوکنیدیا (blastoconidia) بیضی تا گلابی شکل به اندازه  $(9-7 \times 15-17 \mu\text{m})$ ، در داخل بافت آوندی گیاه میزبان و در محیط کشت آگار تولید می گردند.

پیکنیدها در محیط ویترو (vitro) در دمای بین 5 تا 25 با اپتیمم دمای 20 تا 25 درجه سانتی گراد جدا می شوند. پیکنوکنیدیا در دمای بین 5 و 28 و با اپتیمم 25 درجه سانتی گراد جوانه می زنند. در محیط ویترو با اپتیمم درجه حرارت 20 تا 25 درجه سانتی گراد، میسیلیوم های قارچ رشد می کنند.



*Phialoconidia and phialides of Phoma tracheiphila on free hyphae (copyright, for use contact gmagnano@unirc.it).*

*Source G. Magnano di San Lio (Cacciola & Magnano di San Lio 2005) Università Mediterranea di Reggio Calabria*



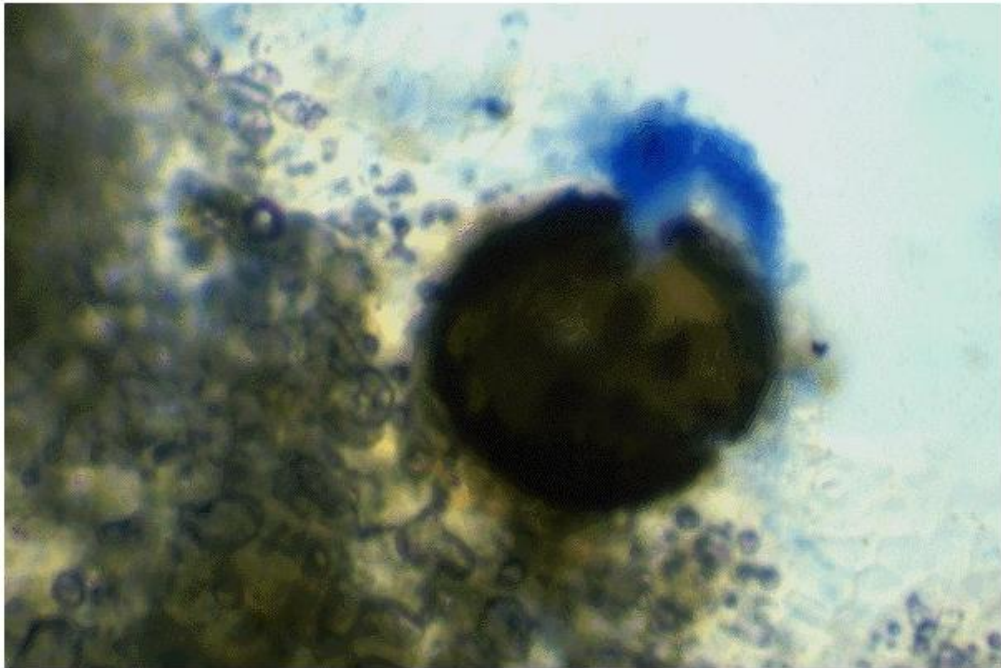
*Mycelium of Phoma tracheiphila growing from wood pieces of lemon twigs plated on potato-dextrose-agar, 14 days after incubation at 22 °C (copyright, for use contact cacciola@unipa.it).*

*Source S. O. Cacciola (Cacciola & Magnano di San Lio 2005) University of Palermo - Italy*



**Caption** *Pycnoconidia of Phoma tracheiphila*  
(copyright, for use contact  
[gmagnano@unirc.it](mailto:gmagnano@unirc.it)).

**Source** S. Grasso (Cacciola & Magnano di San Lio  
2005) *University of Catania – Italy*

<b>Title</b>	<i>Pycnidium extruding conidia in cirrus</i>
<b>Caption</b>	<i>Conidia (2-4 x 0.5-1.5 μm) in cirrus extruding from pycnidium; stained with lactophenol cotton blue. Pycnidia measure 60-165 x 45-140 μm.</i>
<b>Copyright</b>	R. Tuttobene
	



Caption *Pycnidia of Phoma tracheiphila under the epidermis of a withered 2-year-old twig of sour orange (Citrus aurantium L.)* (copyright, for use contact gmagnano@unirc.it). Source S. Grasso (Cacciola & Magnano di San Lio 2005) University of Catania – Italy

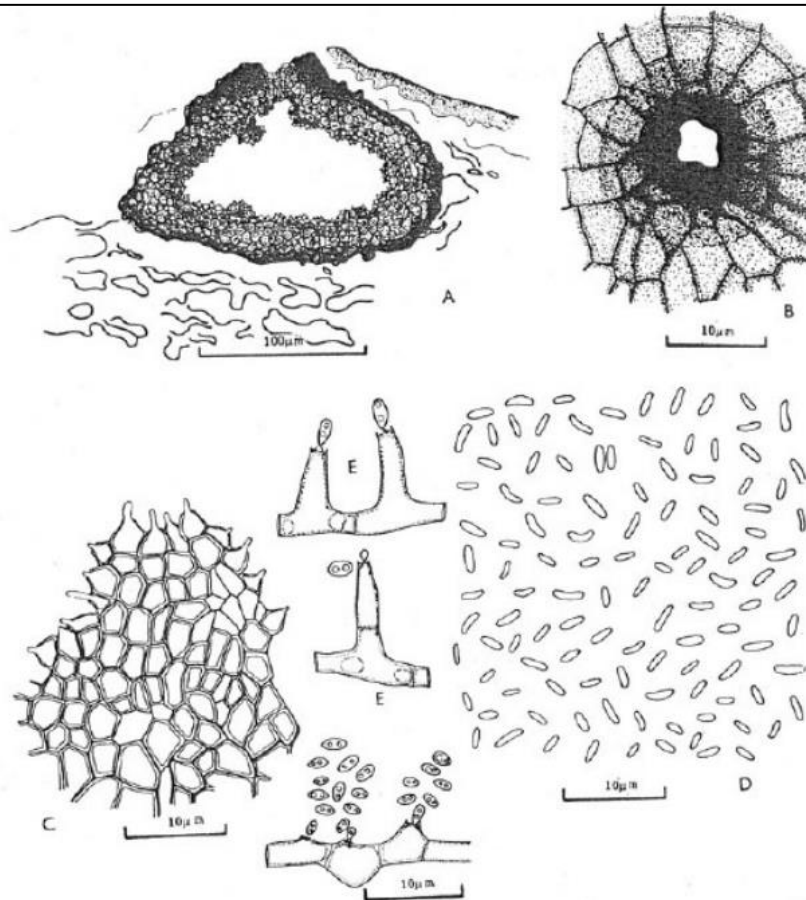


Figure 15: A. Pycnidium, vertical section. B. Ostiolar region of pycnidium, surface view. C. Part of pycnidial wall and conidiogenous cells producing pycnidia, vertical section. D. Conidia. E. Conidia being formed from hyphae. (Punithalingam and Holliday 1973).

## زیست شناسی:

درخصوص نحوه ورود قارچ عامل بیماری مال سکوی مرکبات (*P. tracheiphila*) به درختان میزبان از طریق زخم های ایجاد شده، هنوز برای بسیاری ابهام وجود دارد (Perrotta and Graniti, 1988) عملیات باغبانی، باد و طوفان که باعث صدمات و ایجاد زخم درختان می شوند موجب نفوذ عامل بیماری رابه میزبان فراهم می کند. کنیدیهای قارچ بر روی سرشاخه ها، تولید پیکنید می کنند، که خود این کنیدیها توسط هیف های فیالید موجود در سطوح چوب و یا بقایای گیاهی ایجاد می گردند. بعضی اعتقاد دارند که عامل بیماری از طریق آب جابجا می شود (Solel, 1976). دمای مناسب برای ایجاد آلودگی بین 14 و 28 درجه سانتی گراد است. درجه حرارت مناسب برای رشد قارچ و ظهور علائم 20-25 درجه سانتی گراد است. حداکثر دمای قابل تحمل برای رشد میسلیم های قارچ 30 درجه سانتی گراد است. در نواحی مدیترانه ای دوره بیماری بسته به شرایط آب و هوایی محل و فصل سال دارد، در منطقه Sicily کشور ایتالیا این آلودگی معمولا بین سپتامبر تا آوریل آلودگی ایجاد می گردد (Somma and Scarito, 1986). هرس کردن شاخ برگ می تواند منبع آلودگی برای مدت چندین هفته باشد. عامل بیماری همراه شاخه های هرس شده آلوده در سطح زمین می تواند تا مدت بیش از چهار ماه دوام بیاورد (De Cicco et al., 1987). در فواصل نزدیک بیماری از طریق باد و پاشش قطرات باران منتشر میگردد. درخصوص انتقال عامل بیماری بوسیله پرندگان و حشرات هنوز ابهام وجود دارد. در فواصل طولانی عامل بیماری از طریق اندامهای تکثیری و نهال جابجا می گردد. جهت کسب اطلاعات بیشتر در خصوص بیولوژی بیماری میتوان به مقاله ذیل مراجعه نمود:

Petri (1929, 1930) and Goidanich and Ruggieri (1947).

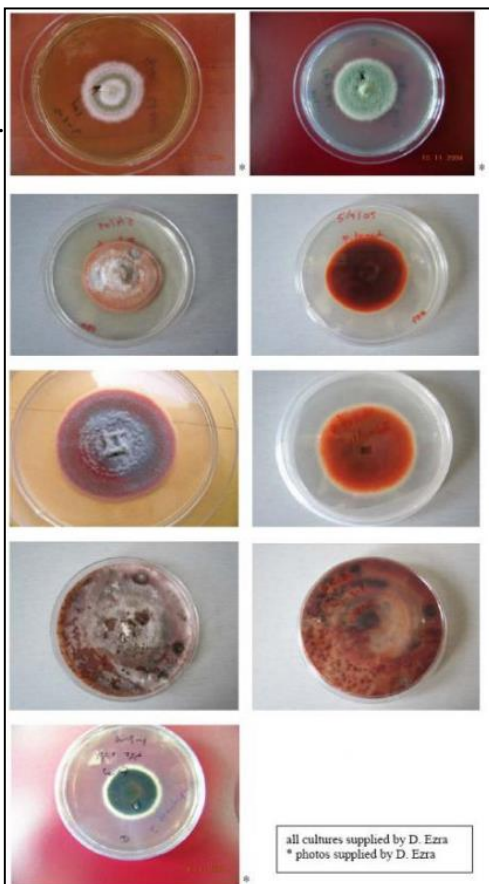


Figure 16: Cultures of *P. tracheiphilus* illustrating colour range taken by D. Ezra, ARO Volcani Centre, Israel; all other photos © N.



Fig. 12. Colonies in coconut agar of chromogenic and nonchromogenic variants of *Phoma tracheiphila*. The chromogenic isolate can be distinguished by the red pigmentation; aerial mycelium of the non-chromogenic isolates was scraped to show yellow pigment secreted into the substrate.

## علائم خسارت:

اولین علائم خسارت بیماری در فصل بهار ظاهر می گردد، که شامل کلروزه شدن ساقه و برگ، بدنبال خشکیدگی انتهائی سرشاخه و شاخه درختان است. نقاط سیاه برآمده در داخل نواحی سربی رنگ - خاکستری روشن یا خاکستری - خاکستری روشن، روی سر شاخه ها که نشان از ظهور همان پیکنید قارچ است. از نشانه های دیگر این بیماری این است که برگ درختان بیمار کوچکتر و شکننده تر می شوند، رشد درخت کم شده و گیاه به حالت کوتوله ظاهر می گردد.

رویش جوانه ها از پایه شاخه های آسیب دیده میزبان دیده میشود، بتدریج عامل بیماری کل درخت را فرا گرفته و باعث خشک شدن درخت می شود. در برش عرضی شاخه های آلوده، تغییر رنگ در بافت چوب به رنگ ماهی قزل آلانی - صورتی یا نارنجی - قرمز مشاهده می شود، این تغییر رنگ با خروج صمغ از بافت آوند چوبی همراه است.

## علائم بیماری روی قسمت های مختلف:

**روی برگها:** رنگ غیر طبیعی، پژمردگی، ریزش بی موقع برگ

**روی ساقه:** جاروئی شدن، تغییر رنگ بافت مغز ساقه، تغییر رنگ بافت خارجی، رشد غیر طبیعی، خشکیدگی انتهائی

**روی میوه:** ریزش زودهنگام میوه

**روی تمام درخت:** خشک شدن، خشکیدگی انتهائی و پژمردگی



## علائم بیماری مال سکوی مرکبات


<b>Title</b>	<i>Severely damaged lemon trees</i>
<b>Caption</b>	<i>Left: Lemon tree killed by mal secco. Suckers from the rootstock (sour orange) are a very common response of the host to the disease. Right: Mal fulminante; a rapid, fatal form of mal secco.</i>
<b>Copyright</b>	<i>R. Tuttobene/Edagricole</i>




<b>Title</b>	<i>Twig: damage symptoms</i>
<b>Caption</b>	<i>Infected lemon twig: leaves fall, leaving petiole on twig.</i>
<b>Copyright</b>	<i>Edagricole</i>



**علائم بیماری مال سکوی مرکبات**

<b>Title</b>	<i>Discoloured wood of lemon tree</i>
<b>Caption</b>	<i>Lemon tree affected by mal secco showing the characteristic salmon-pink discolouration of the wood.</i>
<b>Copyright</b>	<i>Edagricole</i>
	

<b>Title</b>	<i>Heartwood browning (orange tree)</i>
<b>Caption</b>	<i>Mal nero on orange tree: chronic infection leads to browning of heartwood.</i>
<b>Copyright</b>	<i>Edagricole</i>
	

**علائم بیماری مال سکوی مرکبات**



Photo by David Ezra, ARO The Volcani Center Bet Dagan, Israel

Mal secco symptoms on a *Citrus medica* branch.

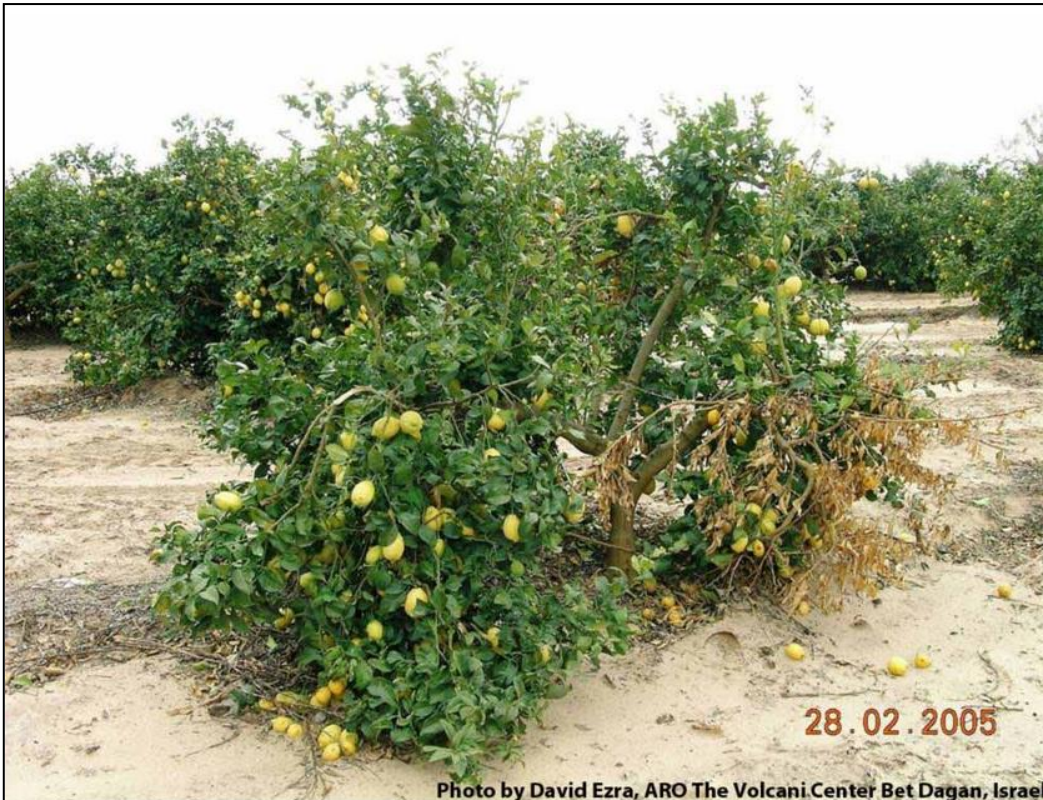


Photo by David Ezra, ARO The Volcani Center Bet Dagan, Israel

Mal secco sectorial branch wilt of lemon tree.

علائم بیماری مال سکوی مرکبات



Mr. Avraham Sadoisky, Rehovot, Israel

Leaf yellowing and shading and branch die back on lemon tree.



G. Perrotta, Università di Calabria, Bugwood.org

UGA066093

علامت بیماری مال سکوی مرکبات



Caption *Leaf vein chlorosis in sour orange (Citrus aurantium L.) infected by Phoma tracheiphila* Source *S. O. Cacciola University of Palermo - Italy*  
(copyright, for use contact [cacciola@unipa.it](mailto:cacciola@unipa.it)).



Caption *Withered twigs of lemon (Citrus limon Burm) with pycnidia of Phoma tracheiphila* Source *G. Magnano di San Lio Università Mediterranea di Reggio Calabria - Italy*  
(copyright, for use contact [gmagnano@unirc.it](mailto:gmagnano@unirc.it)).

علائم بیماری مال سکوی مرکبات

## راههای انتقال و انتشار:

کنیدیهای قارچ بوسیله پاشش قطرات باران و آب آبیاری بارانی منتشر میگردند. بعضی از کنیدیها ممکن است از طریق باد تا فاصله حدود 20-15 کیلومتری جابجا گردند، قارچ عامل بیماری فاقد ناقل می باشد، اگرچه بعضی اعتقاد دارند شاید پرندگان و حشرات در انتقال بین درختان نقش داشته باشند. آلودگی های سیستمیک آوندی، عامل عمده انتقال بیماری مال سکوی مرکبات است. همچنین از دانه های لیمو هم نمونه های بیماری جداسازی شده است (Stepanov and Shaluishkina, 1952)، اما انتقال از طریق بذر ثابت نشده است. اگر هرس درختان با دقت انجام نشود، یا اینکه حذف شاخه های و دختان بیمار با دقت انجام نگیرد، ممکن است وسائل هرس آلوده به قارچ عامل بیماری شوند.

قسمتهای از گیاه میزبان که ممکن است در انتقال بیماری در تجارت بین الملل نقش داشته باشند:

میوه (داخل غلاف): بصورت هیف قارچ داخل بافت و نامرئی می باشد.

ریشه: بصورت اسپور و هیف قارچ داخل بافت و نامرئی می باشد.

ساقه: (روی سطح زمین)، شاخه، تنه و شاخه های جانبی، بصورت هیف قارچ و جوش های قارچ در داخل بافت یا خارج بافت رشد نموده و با چشم غیر مسلح قابل مشاهده است.

برگ: بصورت اسپور و هیف قارچ.

بذور حقیقی: بصورت هیف قارچ داخل بافت و نامرئی می باشد.

پوست: بصورت جوش های قارچ ، اسپور و هیف قارچ.

چوب: بصورت اسپور و هیف قارچ.



Figure 10: Twig dieback down one side, lemon tree, Eytan Israel



Figure 7: Pycnidial fruiting bodies on infected lemon stem, Nizzanim Israel



Caption Typical orange-reddish discoloration of the wood of the sour orange (*Citrus aurantium* L.) rootstock in a "mal secco" infected tree topworked with lemon (*C. limon* Burm.). The bark has been peeled off to show the symptomatic wood (copyright, for use contact [gmagnano@unirc.it](mailto:gmagnano@unirc.it)). Source G. Magnano di San Lio Università Mediterranea di Reggio Calabria



Figure 9: Browning of xylem vessels in lemon tree, Nizzanim Israel



Figures 8a and b: Orange brown discoloration in lemon tree, Nizzanim Israel

## علائم بیماری مال سکوی مرکبات

## اقدامات قرنطینه ای:

قارچ عامل در لیست آفات قرنطینه‌ای ایران و بسیاری از کشورهای دیگر قرار گرفته است، کنترل، ریشه کنی و مبارزه با این بیماری، شدیداً وابسته است به داشتن امکانات مناسب جهت تشخیص سریع و بموقع آن است. امروزه از تکنیک‌های مولکولی و روش **Real-time PCR protocols** که روشی سریع، با دقت بالا و اختصاصی است، در کشورهای دیگر جهت ردیابی این بیماری استفاده مناسبی می‌گردد. **Licciardello et al. (2007)** و **Demontis et al. (2006)**.

از اینرو واردات محصول درخت میزبان از کشورهایی که دارای این آلودگی هستند، باید با دقت بیشتری صورت گیرد، نهال درختان وارداتی با دقت بررسی و آزمایش گردند. در صورت امکان، بایستی واردات از مناطق عاری از این بیماری صورت گیرد. و اقدامات قرنطینه‌ای لازم در هنگام ورود محموله‌های وارداتی میزبان صورت گیرد.



**بررسی محموله‌های وارداتی جهت احتمال آلودگی به بیماری مال سکوی مرکبات**

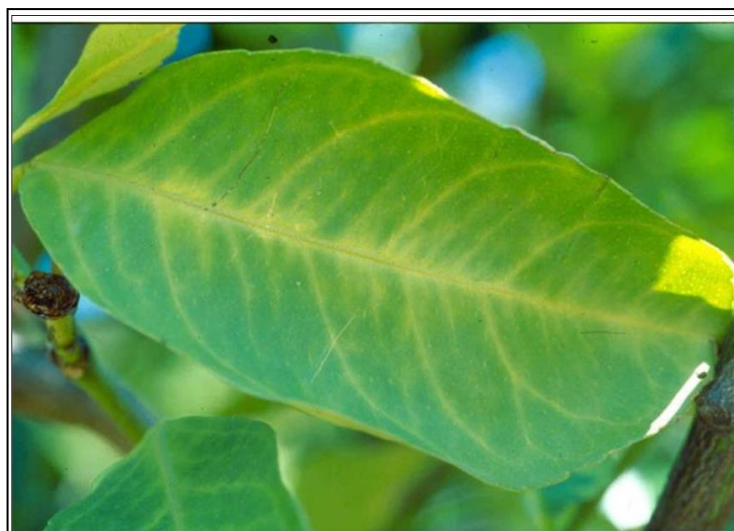
## روشهای ردیابی و بازرسی:

برگ های درختان میزبان بطور مرتب جهت مشاهده علائم کلروز در اطراف رگبرگها و مشاهده نخستین علائم آلودگی مورد بازرسی قرار گیرند، با برداشت پوست تنه و ساقه های مشکوک، از آنها برش عرضی تهیه گردد تا علائم تغییر رنگ بافت آوندچوبی (ماهی قزل آلائی - صورتی یا نارنجی - قرمز) در آنها ردیابی گردد. در محیط کشت آزمایشگاهی PDA، میتوان عامل بیماری را جداسازی و بررسی نمود. اتحادیه اروپا براساس دستورالعمل شماره 46(OEPP/ EPPO standard (46))، این بیماری را در مناطق مختلف اروپا با روش مولکولی ردیابی می کند.

در کشورما هم لازم است هر ساله بطور مرتب با انجام بازرسی های قرنطینه ای، مناطق تولید گیاه میزبان پایش و بررسی گردند. همچنین لازم است به منظور اطمینان از وجود یا عدم وجود عامل بیماری، نمونه های مشکوک به آلودگی (اندام گیاهی یا خاک مناطق مشکوک) را در آزمایشگاه بطور دقیق با انجام تست های پاتولوژی و مولکولی بررسی نمود.



Figure 1: Branch wilting on lemon tree, Nizzanim Israel - first sign of mal secco



Caption: Leaf vein clearing in lemon tree (*Citrus limon* Burm.) affected by *Citrus* "mal secco" disease. Source: S. O. Cacciola University of Palermo - Italy (copyright, for use contact cacciola@unipa.it).



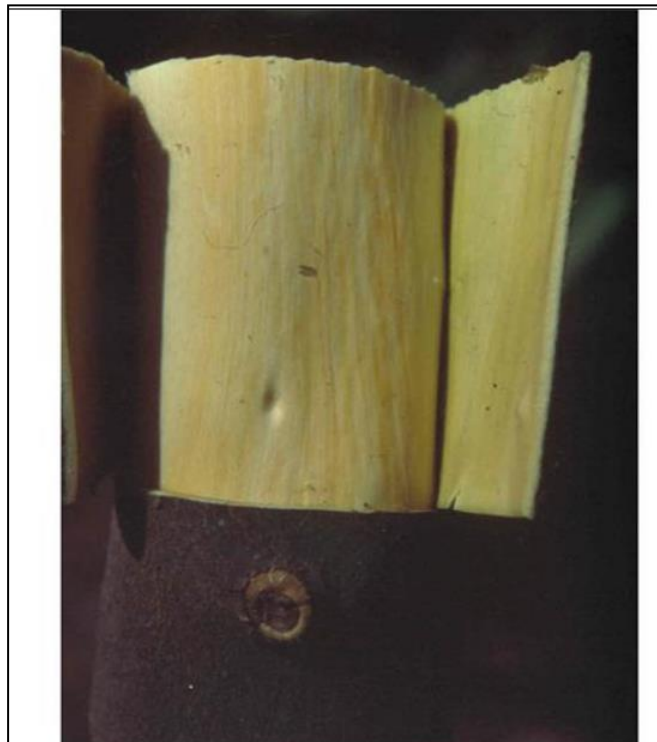
**Figure 3:** Branch dieback in lemon tree, Eytan Israel



**Figure 6:** Petioles remaining on lemon tree after leaf fall, Nizzanim Israel

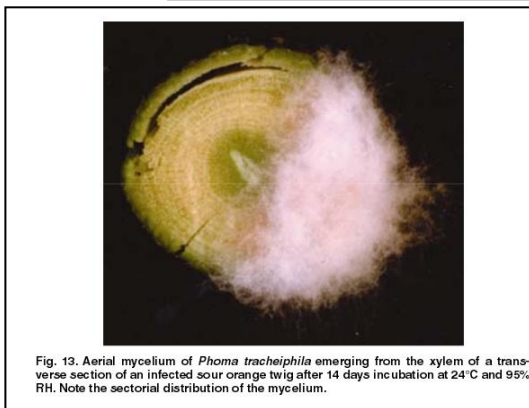


Caption Leaf vein clearing in lemon trees (*Citrus limon* Burm.) affected by Citrus "mal secco" disease (copyright, for use contact [cacciola@unipa.it](mailto:cacciola@unipa.it)). Source: S. O. Cacciola University of Palermo - Italy



**Caption** Typical orange-reddish discoloration of the outer layers of the wood in a "Fortune" mandarine tree affected by *Citrus* "mal secco" disease (copyright, for use contact [gmagnano@unirc.it](mailto:gmagnano@unirc.it)).

**Source** G. Magnano di San Lio Università Mediterranea di Reggio Calabria

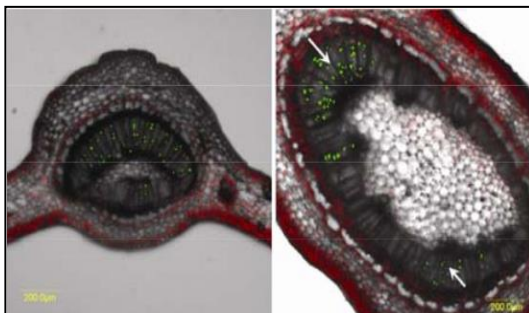


**Fig. 13.** Aerial mycelium of *Phoma tracheiphila* emerging from the xylem of a transverse section of an infected sour orange twig after 14 days incubation at 24°C and 95% RH. Note the sectorial distribution of the mycelium.



**Caption** Dark brown discoloration of the heartwood of a "Fortune" mandarin tree affected by "mal secco", a chronic form of *Citrus* "mal secco" disease (copyright, for use contact [cacciala@unipa.it](mailto:cacciala@unipa.it)).

**Source** S. G. Cacciala University of Palermo - Italy



**Fig. 14.** Localization of a *Phoma tracheiphila* transformant expressing the green fluorescent protein observed with confocal microscopy, after penetration into the leaf. Left, transverse section of the leaf petiole of an inoculated leaf. Vessels colonized by fungus hyphae are sparse in the whole section. Right, stem sections beneath inoculated leaves. Fungus is located only within vessels of the traces of inoculated leaves (arrows).



**Figure 8c:** Orange brown discoloration in lime tree, Yechiam Israel



**Figures 5a & b.** Extensive tree dieback in limes, Yechiam Israel



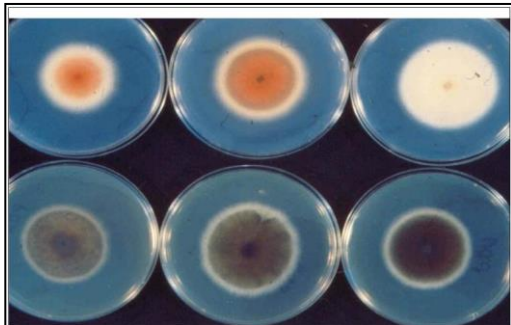
visuals:unlimited



© E.C. Tjamos



**Figure 4:** Branch dieback in lime tree, Senir Israel



Source: Colonies of *Phoma tracheiphila* on *Crataegus* (top row) and *Psidium* (bottom row) (Brettin, 1988) (Copyright, for use contact gmagrino@univcl.it). Source: D. Magrino di San Lio (Cacciola & Magrino di San Lio 2005) (University of Calabria) (Copyright, for use contact gmagrino@univcl.it).

استفاده از تکنیک های مختلف جهت ردیابی بیماری مال سکوی مرکبات

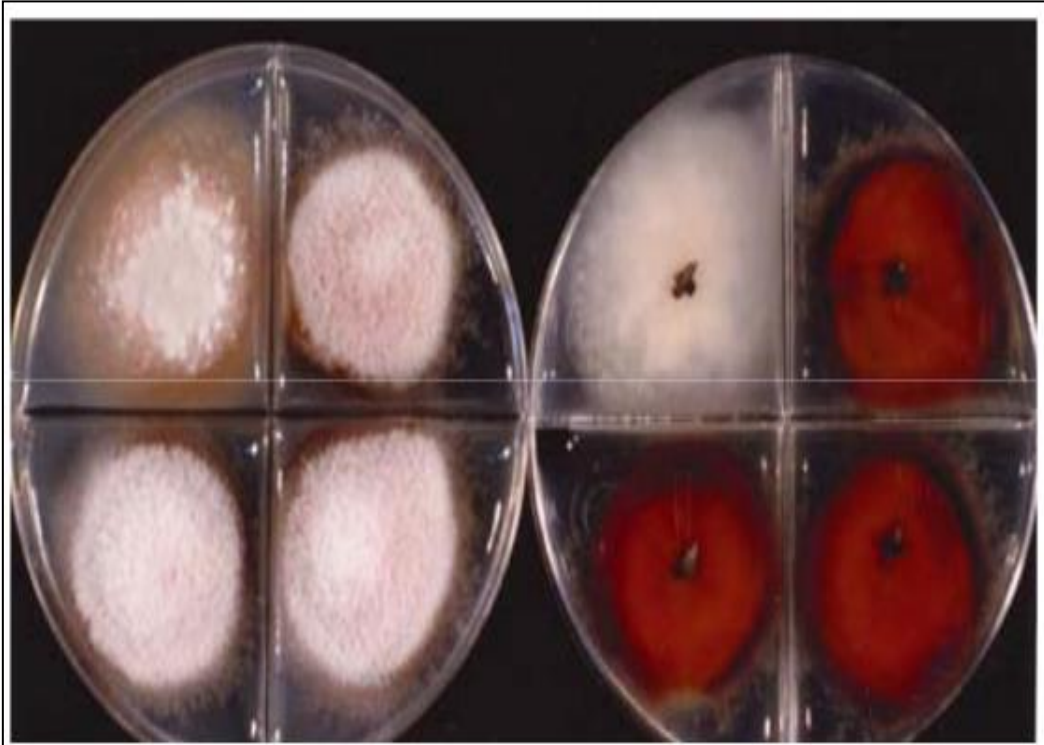


Fig. 11. Single-conidium subcultures of a chromogenic strain of *Phoma tracheiphila* on Czapek Dox agar. Front and back side of the petri dish are shown on the left and the right, respectively. Note an albino variant on the top left.

## منابع:

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

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

<http://www.cabi.org/isc/datasheet/18512>

<http://idtools.org/id/citrus/diseases/factsheet.php?name=Mal+secco>

<http://visualsunlimited.photoshelter.com/image/I0000Vk8dfGf9kAU>

<http://www.padil.gov.au/pests-and-diseases/pest/main/136626/4553>

[http://efe.aua.gr/gallery/big/112\\_phoma\\_tracheiphila\\_big.jpg](http://efe.aua.gr/gallery/big/112_phoma_tracheiphila_big.jpg)

<http://pbt.padil.gov.au/pbt/index.php?q=node/13&pbtID=87>

<http://plantbiosecuritydiagnostics.net.au/wordpress/wp-content/uploads/2015/03/NDP-26-Mal-secco-V1.1.pdf>