



سازمان حفظ نباتات
معاونت کنترل آفات
دفتر پیش آگاهی

دستورالعمل اجرایی

مدیریت جاروک بادام *Phytoplasma*
'*Candidatus Phytoplasma phoenicium*'
Bacteria: Achleplasmataceae



دفتر پیش آگاهی و کنترل عوامل خسارتزا

تهیه و تدوین: ولی الله رضایی، سید محمود سجادی نژاد - شهریورماه ۱۴۰۴

مصوب: کمیته تصویب دستورالعمل‌های فنی-اجرایی

دستورالعمل شماره: ۴۰۴۰۶۲۰۷

اهمیت بیماری

بیماری جاروک، جارویی یا جاروی جادوگر بادام که با نام فیتوپلاسمای بادام نیز شناخته می‌شود، یک بیماری مهم در باغات بادام است که توسط *Candidatus Phytoplasma phoenicium* (PHYPPH) ایجاد می‌شود و باعث ایجاد علائم جارویی شدن شاخه‌ها، ریزش برگ‌ها، ریزش برگ‌ها، زردی عمومی، کاهش عملکرد و در نهایت مرگ درخت می‌شود. بیماری جاروک بادام برای اولین بار در سال ۱۳۷۲ در مناطق خفر و میمند در استان فارس مشاهده شد. در حال حاضر، بیماری جاروک بادام در استان‌های اصفهان، چهارمحال و بختیاری و کرمان مشاهده شده است. با توجه به زرد شدن و کوچک شدن برگ‌ها و عدم تشکیل میوه در شاخه‌های جارویی و سرخشیدگی و کوتولگی درختان بادام کاهش چشمگیر محصول را به دنبال دارد.

دامنه میزبانی

دامنه میزبان‌های طبیعی عامل جاروک بادام عمدتاً به بادام (*Prunus dulcis*) و بادام وحشی (*Prunus orientalis*) محدود می‌شود (Abou-Jawdah et al., 2002; Nigro et al., 2020) اما این فیتوپلاسمای همچنین در ارتباط با یک بیماری شدید روی هلو (*Prunus persica*)، شلیل (*Prunus persica* var. *nucipersica*) (Verdin et al., 2003; 2004)، زردآلو (*Prunus armeniaca*) (Salehi et al., 2018) نیز شناسایی شده است. همچنین در پایه GF-677 (*Prunus amygdalus x Prunus persica*) و در یک گونه بادام وحشی (*Prunus scoparia*) شناسایی شده است (Salehi et al., 2011; 2015).

سایر میزبان‌های این فیتوپلاسمای شامل جنس و گونه‌های زیر می‌باشند:

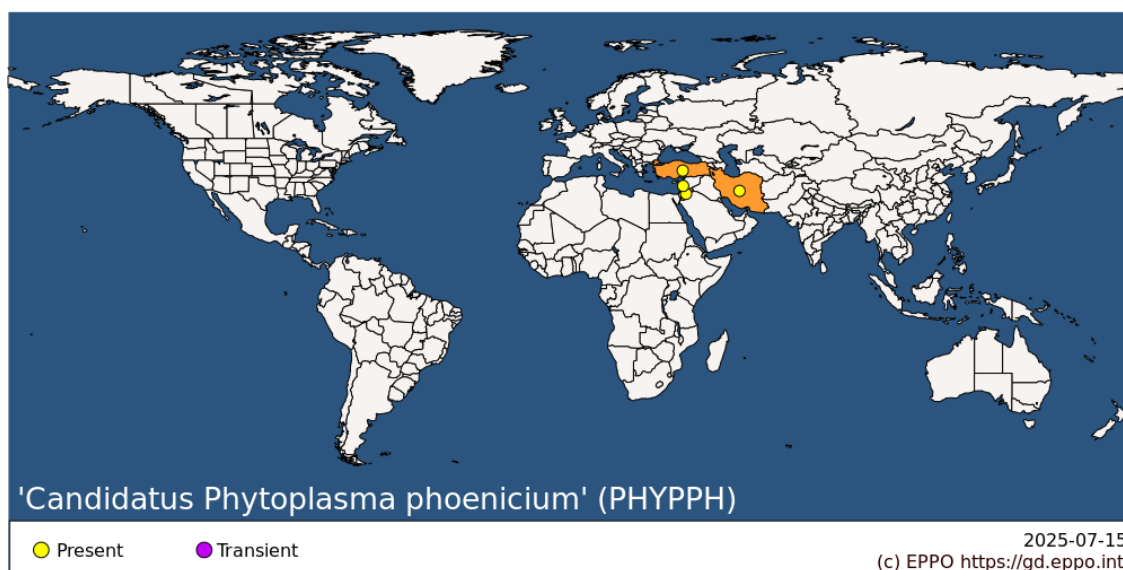
Anthemis, Prunus armeniaca, Prunus dulcis, Prunus orientalis, Prunus persica var. *nucipersica, Prunus persica, Prunus scoparia, Prunus x hybrida, Smilax aspera.*

همچنین سویه‌های مرتبط با این فیتوپلاسمای در ترکیه روی انگور (*Vitis vinifera*) (Canik et al., 2011)، انار (*Punica granatum*) (Çaglayan et al., 2019)، در آمریکا از عرعر غربی (*Juniperus occidentalis*) (Davis et al., 2010)، در هند از سیر (*Allium sativum*) و پیاز (*Allium cepa*) (Goel et al., 2017) و در برزیل روی *Catharanthus roseus* (Barbosa et al., 2012) گزارش شده است.

در ایران، این بیماری ابتدا در بادام (Salehi et al., 2006) و بعداً در زردآلو (Salehi et al., 2018; Ghayeb et al., 2019) شناسایی شد. همچنین سویه‌های مرتبط با این فیتوپلاسمای در ایران روی پرتقال (*Citrus sinensis*) (Abbasi et al., 2019) و داودی (*Chrysanthemum morifolium*) (Bayat et al., 2013) نیز گزارش شده است.

مناطق انتشار آفت

فیتوپلاسمای عامل بیماری جاروک بادام در اروپا (ترکیه) و در آسیا (ایران، اردن و لبنان) به‌عنوان بیمارگر خسارت‌زا و اقتصادی گزارش شده است (شکل ۱).



شکل ۱- مناطق انتشار بیماری جاروک بادام در دنیا (EPPO, 2025)

عامل بیماری

اگرچه فیتوپلاسمای *Ca. Phytoplasma phoenicium* به عنوان عامل اصلی بیماری جاروک بادام در لبنان و ایران معرفی شده است، ولی به نظر می رسد که دو فیتوپلاسمای *Ca. P. aurantifolia* و *Ca. P. phoenicium* در منطقه مرکزی ایران از اهمیت بیشتری برخوردار باشند. *Ca. Phytoplasma phoenicium* بر اساس توالی ژن 16S rRNA در گروه 16S rIX (گروه Pigeon Pea Witches' Broom) قرار می گیرد (Lee *et al.*, 2000). بر اساس تجزیه و تحلیل فیلوژنتیکی با استفاده از جایگاه‌های ژنتیکی کدکننده پروتئین، این فیتوپلاسمای به زیرگروه SrIX-B۱۶ اختصاص داده شده است (Lee *et al.*, 2012, Casati *et al.*, 2016). سویه مرجع این فیتوپلاسمای، سویه لبنانی A4 است که با جاروک کشنده بادام (AlmWB) مرتبط است. فیتوپلاسمای عامل جاروک بادام یک پروکاریوت پلیومورفیک بدون دیواره سلولی است. سلول‌ها عمدتاً رشته‌ای و شاخه‌دار هستند و توسط غشای سیتوپلاسمی سه لایه که مشخصه رده Mollicutes است، احاطه شده‌اند (Verdin *et al.*, 2003).

خسارت

اهمیت اقتصادی

این بیماری قبلاً در فهرست هشدار سازمان حفظ نباتات کشورهای اروپایی و حاشیه دریای مدیترانه (EPPO) قرار داشته است که باعث خسارات شدیدی در تولید بادام، هلو و شلیل در این منطقه می شود. تخمین زده می شود که در کمتر از یک دهه، بیش از ۱۰۰۰۰۰ درخت بادام را از بین برده است. این فیتوپلاسمای برای کشورهای شیلی، مراکش، سوئیس، بریتانیا، کشورهای حاشیه دریای مدیترانه و اتحادیه اروپا قرنطینه محسوب می شود. در باغ‌های آلوده کیفیت میوه تحت تأثیر قرار می گیرد و کاهش عملکرد بسته به نسبت تاج درخت آلوده می تواند به ۷۰ تا ۱۰۰ درصد برسد. در نهایت، منجر به مرگ درختان آلوده بادام، ۳-۴ سال پس از ظهور علائم اولیه می شود. در شمال لبنان، جایی که بادام در سطح وسیع در مناطق دیم کشت می شود، کشاورزان نمی توانستند به راحتی بادام را با

محصول دیگری با بازده اقتصادی سودآور جایگزین کنند، خسارت ناشی از این بیماری بار اقتصادی زیادی را بر دوش کشاورزان گذاشت.

علائم خسارت

طبق بررسی‌های میدانی، به نظر می‌رسد که علائم روی گیاهان آلوده پس از یک دوره زمانی متغیر پس از آلودگی بروز می‌کنند و به عوامل مختلفی از قبیل مایه تلقیح اولیه فیتوپلازما، دوره کمون، سن درخت، گونه/رقم، وضعیت بهداشت گیاهی درخت بستگی دارند.

- **جارویی شدن شاخه‌ها:** مهم‌ترین علامت این بیماری، رشد تعداد زیادی شاخه‌های باریک با میانگره‌های کوتاه، تجمع و رشد انبوه برگ‌ها در انتهای شاخه‌ها، تشکیل برگ‌های کوچک و ریز (ریز برگی) در محل جوانه‌های شاخه‌های اصلی، سرشاخه‌ها، شاخه‌های رشد یافته روی تنه و یا پاچوش‌ها است که ظاهری شبیه به جارو ایجاد می‌کند. علائم جاروک ممکن است فقط در برخی از درختان ظاهر شود. رشد عمودی بسیاری از جوانه‌های کمکی روی شاخه‌ها نیز مشاهده می‌شود.
 - **تغییر رنگ برگ‌ها:** برگ‌های درختان مبتلا به این بیماری ممکن است به رنگ سبز روشن متمایل به زرد در آیند و یا حالت رنگ پریدگی در آنها مشاهده شود.
 - **کوچک شدن برگ‌ها:** برگ‌های درختان آلوده نسبت به حالت عادی کوچک‌تر هستند و ممکن است حالت چروکیدگی و بدشکلی در آنها دیده شود. کاهش اندازه برگ، زرد یا سبز کمرنگ شدن، توقف رشد، رشد خارج از فصل، روزت شدن برگ‌ها قابل مشاهده است.
 - **جلو افتادن رشد جوانه‌ها:** در بهار در شاخه‌ها حالت جارویی شدن و در پاییز تاخیر در رشد یا توقف رشد آن‌ها در مقایسه با شاخه‌های عادی مشاهده می‌شود.
 - **گلدهی زودرس:** در درختان مبتلا به بیماری، ممکن است گلدهی زودرس اتفاق بیفتد که این موضوع می‌تواند به کاهش عملکرد درخت در سال‌های بعد منجر شود.
 - **عدم تشکیل میوه:** در شاخه‌های جارویی شده، میوه تشکیل نمی‌شود و در شاخه‌های به ظاهر عادی نیز به ندرت میوه‌های کوچک و غیر عادی تشکیل می‌شوند.
 - **زردی، سرخشیدگی و مرگ درخت:** در مراحل پیشرفته بیماری، ممکن است زردی و سرخشیدگی در شاخه‌ها و در نهایت زوال عمومی درختان آسیب‌دیده و خشکیدگی و مرگ درخت اتفاق بیفتد.
- زمانی که درختان به شدت هرس شوند، علائم بیماری تشدید می‌شود، در این حالت، شاخه‌های آسیب‌دیده و درختان میوه کم تولید می‌کنند یا فاقد میوه هستند. در هوای خشک، برگ‌ها ممکن است به رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای به نظر برسند. در اولین سال بروز، فقط برخی از شاخه‌ها علائم را نشان می‌دهند، در حالی که از سال دوم کل تاج درخت تحت تأثیر قرار می‌گیرد. درختان به سرعت زوال می‌یابند و برخی ظرف ۳-۴ سال پس از ظهور اولین علائم می‌میرند در حالی که برخی دیگر ممکن است مدت بیشتری زنده بمانند. در گونه وحشی بادام، فیتوپلازما باعث جاروک شدید، زردی و زوال درخت می‌شود.

در مورد درختان هلو و شلیل آلوده، گلدهی زودهنگام (۱۵ تا ۲۰ روز زودتر از حالت عادی) اولین علامت مشاهده شده بیماری است که به دنبال آن تمام جوانه‌های شاخه‌های آلوده به سرعت رشد می‌کنند. علاوه بر این، چند ماه پس از دوره گلدهی طبیعی، برگ‌های فیلودی و دنداندار، باریک و سبز روشن روی شاخه‌های گیاه ایجاد می‌شوند و شاخه‌ها و جاروک‌ها از تنه و تاج درختان آلوده رشد می‌کنند (Molino Lova *et al.*, 2011; Salehi *et al.*, 2019). علائم در ابتدا فقط در برخی از شاخه‌ها و در سال‌های بعد در تمام شاخه‌ها ظاهر می‌شوند. این بیماری در هلو به سرعت بادام منجر به خشکیدگی نمی‌شود. نظارت میدانی بر باغ‌های هلو و شلیل آلوده نشان داده است که پس از ۳-۴ سال هیچ مرگ و میری مشاهده نشد، در حالی که در باغ‌های بادام مرگ و میر در این بازه زمانی رخ داد (Choueiri, personal communication).

روی درختان آلوده (GF-677 (*Prunus amygdalus* x *Prunus persica*))، علائم مشخصه بیماری شامل کوتاه شدن میان‌گره‌ها، کلروز، کاهش اندازه برگ‌ها به ویژه در قسمت جارویی، تکثیر شاخه‌های باریک و عمودی، جارویی شدن، کوتولگی و سرخشکیدگی می‌باشد.

در درختان زردآلو در ایران، علائم زردی برگ، کاهش اندازه و پیچیدگی برگ به سمت داخل، سوختگی حاشیه برگ، کوتاه شدن میانگره‌ها، تشکیل روزت در نوک شاخه‌ها، خشکیدگی و مرگ گیاه مشاهده شده است. شاخه‌های آسیب‌دیده یا میوه‌ای نداشتند یا میوه‌ها کوچک و از نظر شکل و طعم غیرطبیعی بودند. در لبنان، پدیده بهبودی (بهبود علائم) در زردآلوی پیوند شده روی بادام آلوده مشاهده شده است.

واکنش ارقام درختان میوه هسته‌دار به این بیماری با انجام پیوند آلوده نشان داده است که طی دو سال پس از پیوند، زردآلو (ارقام آصفی و تلخ)، شلیل (رقم قرمز)، هلو (ارقام زعفرانی، آلبرتا و شفتالو)، آلو (ارقام سانتا روزا و شیرو)، آلو (ارقام سعدی و برغان) و آلبالو (رقم شاتنمورله) علائمی مانند برگ‌های کوچک، کوتاه شدن میانگره‌ها، لوله شدن برگ، زرد شدن، جاروک شدن و کوتولگی داشته‌اند. دوره کمون در گیاهان از پنج ماه در شلیل و هلو تا نه ماه در زردآلو متغیر بوده است. رشد پیوندک‌های آلوده روی ارقام میوه‌های هسته‌دار، رابطه مستقیمی با شدت بیماری و رابطه معکوسی با دوره کمون نشان داشته است.



شکل ۲- تغییر شکل گل‌ها و میوه در شلیل



شکل ۳- علائم رشد غیرعادی گل‌ها (فیلودی) در هلو (راست)، رشد گل‌ها روی شاخه درخت بادام سالم و آلوده (چپ)



شکل ۴- علائم بیماری روی درختان آلوده در تابستان



شکل ۵- علائم بیماری جاوری روی سرشاخه نهال شلیل (راست) و نهال بادام (چپ)



شکل ۶ - نمای درخت آلوده میانی در مقایسه با درختان سالم مجاور (راست) و نهال سالم و آلوده شلیل (چپ)



شکل ۷- تشدید علائم جاروک روی درختانی که به شدت هرس شده‌اند (راست) و زوال عمومی درخت بادام (چپ)



شکل ۸- افزایش شاخه‌های باریک و رشد عمودی آن‌ها در درخت بادام آلوده (راست) و تکثیر پاجوش‌های باریکی که از ریشه‌ها بیرون می‌آیند (چپ)

زیست‌شناسی و اپیدمیولوژی

عامل بیماری جاروک بادام، مانند سایر فیتوپلاسم‌ها، در تمام طول سال در بافت آبکش شاخه‌ها و ریشه‌های گیاهان میزبان وجود دارد. سلول‌های فیتوپلاسم‌ها به لوله‌های غربالی محدود می‌شوند و می‌توان آنها را در دمبرگ‌ها و رگبرگ‌های میانی برگ یافت. اپیدمی بیماری با اندام‌های گیاهی آلوده و به دنبال آن انتقال طبیعی توسط ناقلین ایجاد می‌شوند. ورود غیرعمدی اندام‌های گیاهی آلوده، بیماری را در مناطق یا کشورهای جدید منتشر می‌کند و لذا جابجایی گیاهان بدون رعایت ضوابط فنی و قانونی می‌تواند عواقب فاجعه‌باری داشته باشد. هیچ اطلاعاتی در مورد دوره نهفتگی در شرایط طبیعی وجود ندارد و به نظر می‌رسد بسته به گونه‌ها و شرایط متفاوت باشد. با این حال، علائم در بادام وحشی دیرتر از بادام معمولی ظاهر شوند. دوره کمون بیماری در میوه‌های هسته‌دار متفاوت است و ممکن است به بیش از یک سال برسد. در یک بررسی در لبنان در سال‌های ۲۰۰۲-۲۰۰۰، همه گونه‌های بادام تحت تأثیر قرار گرفتند که برخی بسیار حساس بودند. تکثیر شدید عامل بیماری جاروک منجر به مرگ سریع آن‌ها شده، در حالی که برخی دیگر کمتر تحت تأثیر قرار گرفتند به طوری که بخش‌های محدودی از تاج درخت یا فقط چند درخت در یک باغ دارای علائم بیماری بودند. با این حال، چنین تفاوت‌هایی ممکن است به دلیل تفاوت در زمان نهفتگی در ارقام مختلف نیز باشد. تاکنون هیچ مطالعه جامعی در مورد حساسیت ارقام و گونه‌های مختلف هسته‌داران انجام نشده است.

از آنجایی که استقرار عامل بیماری به بافت آبکشی گیاه محدود می‌شود، انتقال اندام های گیاهی میزبان آلوده (نهال‌ها، گیاهان گل‌دانی، قلمه‌های ریشه‌دار یا بدون ریشه، کشت بافت، پیوندک‌ها و پایه‌ها) مسیر اصلی ورود اولیه و گسترش بیماری در فواصل کوتاه و بلند هستند. هنوز هیچ انتقالی از طریق گرده، دانه یا میوه گزارش نشده است. این فیتوپلازما می‌تواند از طریق پیوند زدن شاخه‌های آلوده به نهال‌های بادام، هلو (*Prunus persica* GF305) و آلو (*Prunus mariana* GF8-1) منتقل شود و علائم در عرض یک ماه ظاهر شود.

شیوع سریع بیماری جaroک بادام که با *Ca. P. phoenicium* مرتبط است، نشان دهنده نقش موثر حشرات ناقل در انتشار این بیماری است. مطالعات در لبنان، نشان داده است که زنجرک (*Asymmetrasca decedens* (Homoptera: Cicadellidae) (= *Empoasca decedens*) فیتوپلازما را به بادام و هلو منتقل می‌کند. در خاورمیانه، این زنجرک در تمام طول سال فعال است و ۴ تا ۵ نسل در سال دارد و انتظار می‌رود در یک باغ شدیداً آلوده تعداد زیادی از این زنجرک فعال باشند اما در ایران این زنجرک به عنوان ناقل تأیید نشده است اما در باغ‌های میوه هسته‌دار به وفور یافت می‌شود. این زنجرک در استان چهارمحال و بختیاری با تراکم بالا از روی صنوبر گزارش شده است.

دستورالعمل اجرایی کنترل

روش های ردیابی و تشخیص

بازرسی مشاهده‌ای و نمونه‌برداری

علائم ایجاد شده توسط فیتوپلازمای عامل بیماری در بخش‌های مختلف گیاه، برای تشخیص اولیه بیماری بسیار مهم است و روشی معمول برای اهداف ریشه‌کشی در کشورهایی است که این بیماری مشاهده می‌شود. همچنین علائم شناسی بیماری برای نظارت بر بیماری در کشورها یا مناطقی که این بیماری وجود ندارد نیز دارای اهمیت است. به طور کلی بیماری دارای علائم مشخص است اما به دلیل دوره کمون طولانی آن، ممکن است در غیاب علائم نیز آلودگی وجود داشته باشد. این موضوع باید در نمونه‌برداری در نظر گرفته شود. تکثیر شاخه‌های باریک و جaroوی روی تنه‌های اصلی با ظاهر شدن برگ‌های کوچک و زرد رنگ و به دنبال آن زوال عمومی درختان آسیب دیده، از رایج‌ترین علائم این بیماری محسوب می‌شوند و می‌توانند در بررسی‌های میدانی به عنوان بخشی از تشخیص اولیه مورد استفاده قرار گیرند.

از آنجایی که فیتوپلازماها ممکن است به طور ناهمگون در گیاه توزیع شوند، روش‌های نمونه‌برداری مهم هستند. در درختان دارای علائم، نمونه‌برداری باید از ریشه‌ها و/یا شاخه‌های دارای علائم به جز بافت‌های نکروتیک صورت گیرد. توصیه می‌شود نمونه‌های مناسب (با حداقل ۱۰ سانتی‌متر طول)، از حداقل سه قسمت مختلف درخت، همراه با نمونه‌برداری ترکیبی گرفته شوند. آزمایش گیاهان بدون علائم ممکن است قابل اعتماد نباشد زیرا برخی روش‌های تشخیص آزمایشگاهی، غلظت‌های بسیار پایین بیمارگر را تشخیص نمی‌دهند و می‌تواند منجر به جواب منفی کاذب شود، بنابراین برای گیاهان با علائم مشکوک یا بدون علائم، توصیه می‌شود نمونه‌ها از چهار نقطه اصلی به ویژه از قسمت‌های میانی تا بالای تاج درخت جمع‌آوری شوند. بیشترین غلظت فیتوپلازما معمولاً در بافت آبکشی رگبرگ میانی برگ و ساقه‌ها یافت می‌شود.

تشخیص در گیاهان

این فیتوپلازما را می‌توان در گلبرگ‌ها، دمبرگ یا رگبرگ‌های میانی یافت اما بیشترین غلظت آن در بافت آبکش شاخه‌ها و ریشه‌ها است. در لبنان، غلظت فیتوپلازما در بافت آبکش ساقه‌ها و ریشه‌ها در تمام فصول به جز پاییز بالا بوده است. مشخص نیست که آیا این وضعیت در شرایط محیطی مختلف یکسان خواهد بود یا خیر. باید توجه داشت که فیتوپلازماها ممکن است به طور ناهمگون در سراسر درخت توزیع شوند و نیاز به نمونه‌برداری از چندین قسمت مختلف درخت باشد.

اگرچه شناسایی این بیماری در برخی از درختان بادم بدون علامت انجام شده است اما تجربه محدودی در آزمایش گیاهان بدون علائم وجود دارد. در مورد سایر فیتوپلازماها، توصیه می‌شود از ساقه‌ها، شاخه‌ها یا ریشه‌های حداقل سه قسمت مختلف درخت نمونه‌برداری شود. هر قسمت نمونه‌برداری شده باید حداقل ۱۰ سانتی‌متر طول داشته باشد. نمونه می‌تواند شامل مخلوطی از شاخه‌ها (با یا بدون برگ) و ریشه‌ها باشد.

مقدار ۱ تا ۱/۵ گرم از دمبرگ، بافت رگبرگ میانی برگ و/یا بافت آوند آبکش از شاخه یا ریشه جهت آزمون تشخیصی برداشته شود. برای به دست آوردن بافت آوند آبکش از شاخه‌ها، پوست سطحی برداشته شده و بافت آوندی با استفاده از چاقوی جراحی جمع‌آوری می‌شود. ریشه‌ها باید کاملاً شسته شوند تا خاک آن حذف شود. ریشه‌های ریز را می‌توان به طور کامل استفاده کرد. در مورد ریشه‌های ضخیم‌تر، سطح بالایی باید حذف شده و بافت آوندی جمع‌آوری شود. مواد مورد آزمایش باید تازه استفاده شوند یا در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد (یا کمتر بسته به زمان نگهداری مثلاً ۸۰- درجه سانتیگراد برای بیش از ۲ سال) نگهداری شوند.

مدیریت تلفیقی بیماری

پیشگیری

هیچ درمان قطعی برای این بیماری وجود ندارد اما اقدامات پیشگیرانه زیر در مدیریت این بیماری و کاهش خسارت بسیار موثر است:

- **شناسایی و حذف درختان آلوده:** بررسی‌های گسترده برای شناسایی هرچه سریع‌تر کانون‌های بیماری در یک منطقه از اهمیت بالایی برخوردار است. پس از شناسایی، حذف سریع با ریشه‌کشی و سوزاندن منابع آلودگی فیتوپلازمایی شامل درختان منفرد و یا کل باغ‌های آلوده، مؤثرترین اقدام برای جلوگیری از پراکندگی مایه آلودگی و به تأخیر انداختن شیوع و اپیدمی است. نتایج اولیه امیدوارکننده‌ای در مورد ریشه‌کشی در جنوب لبنان به دست آمده است. در این کشور باغداران با اجرای صحیح دستورالعمل‌های صادر شده پس از ریشه‌کشی و سوزاندن درختان بیمار، این عارضه را در آن مناطق به طور کامل کنترل نمودند و پس از آن هیچ نشانه‌ای از بیماری در سایر درختان مشاهده نشد.
- **تولید نهال سالم:** تولید گیاهان سالم و گواهی‌شده و پایه‌های مادری آزمایش‌شده و جوانه‌های سالم مورد تایید با استفاده از تکنیک‌های کشت بافت که در این خصوص ضروری است هشدارهای لازم به باغداران مبنی بر اجتناب از گرفتن پیوند از درختان آلوده و یا حتی درختان موجود در مناطق مشکوک به آلودگی داده شود.

- **مدیریت ناقلین:** با استفاده از تله‌های چسبنده زرد رنگ و اسپری‌های حشره‌کش در دوره‌های بحرانی با سموم مجاز. با توجه به زمستان گذرانی حشره ناقل (حشره بالغ)، سمپاشی در ابتدای فصل بهار به محض خروج این آفت از پناهگاه‌های زمستانی در کاهش زادمایه انتقالی توسط این آفت بسیار موثر است. ضمن این که جمعیت نسل موسس این آفت را نیز کاهش می‌دهد. استفاده از تله‌های زرد چسبدار جهت برآورد جمعیت آفت در طول فصل و در صورت لزوم کنترل شیمیایی در صورت بالا رفتن جمعیت ناقل و در آخر فصل و پس از برداشت نیز کاهش جمعیت انتقالی و یا زمستان گذران را بدنال خواهد داشت. لازم به ذکر است که در صورت سمپاشی علاوه بر درختان بادام، سایر گیاهان سبز موجود در داخل باغ مخصوصاً علف‌های هرز نیز حتماً سمپاشی شوند.
- **نظارت و مراقبت مداوم:** حتی در مناطقی که درختان آلوده ریشه‌کن شده‌اند.
- **جایگزینی درختان آلوده:** با گیاهان غیرمیزبان در مناطق با آلودگی شدید.
- **مقاومت ارقام:** در حال حاضر، هیچ رقم بادام شناخته‌شده‌ای که در برابر *Ca. P. phoenicium* مقاوم باشد، شناسایی و یا تولید نشده است.
- **تقویت درختان:** مدیریت صحیح آبیاری و تغذیه درختان بادام، با تقویت درختان و افزایش مقاومت آن‌ها در برابر بیماری کمک کند. توجه در استفاده از کود پتاس با در نظر گرفتن تعادل در کوددهی و پرهیز از هر گونه تنش مخصوصاً تنش‌های آبیاری در پیشگیری از بروز عارضه بسیار موثر است.
- **اعمال مقررات قانونی و قرنطینه‌ای:** با توجه به شدت خسارت بیماری و عدم وجود روش‌های مبارزه شیمیایی علیه این بیمارگر، اقدامات پیشگیرانه تنها راه مؤثر برای جلوگیری از آلودگی میزبان‌ها یا انتشار بیماری به مناطق عاری از بیماری است. درختان هسته‌دار برای کاشت (به جز بذر)، باید از مناطق عاری از بیماری (دارای لیل سلامت از موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال) تهیه شوند. علاوه بر این اقدامات قرنطینه‌ای مرسوم برای مهار فیتوپلازما را می‌توان با موارد زیر اتخاذ کرد: (۱) ممنوعیت واردات اندام‌های گیاهی از کشورهای پرخطر (۲) ایجاد چارچوب قانونی منسجم در زمینه تولید مواد تکثیری دارای گواهی سلامت (۳) بهبود بازرسی و رعایت سرسختانه مقررات قرنطینه‌ای در مبادی ورودی کشور (۴) بهبود سیستم صدور گواهی سلامت نهالستان‌ها و (۵) تقویت کارشناسان آزمایشگاه در تشخیص عوامل بیماری‌زا و کنترل حشرات ناقل.
- برگزاری دوره‌های آموزشی برای باغداران و هشدار در مورد تأثیرات مخرب این بیماری بر تولید محصولات بادام، هلو، شلیل و زردآلو
- حذف عامل بیماری از درختان آلوده، با استفاده از تکنیک‌های کشت مریستم با یا بدون گرمادرمانی برای تولید نهال‌های سالم.

منابع

- عباسیان، م. و صالحی، م. واکنش ارقام هسته دار به فیتوپلاسمای عامل جاروک بادام. بیماری های گیاهی، جلد ۴۶، شماره ۲: ۱۶۰-۱۵۳.

- Abbasi A, Hasanzadeh N, Ghayeb Zamharir M, Tohidfar M (2019) Identification of a group 16SrIX 'Candidatus Phytoplasma phoenicium' phytoplasma associated with sweet orange exhibiting decline symptoms in Iran. *Australasian Plant Disease Notes* **14**, 11. <https://doi.org/10.1007/s13314-019-0342-9>.
- Abou Jawdah Y, Choueiri E, Bianco PA, Molino-Lova M, Hajj-Hassan S, Al Achi R (2011) Almond witches'-broom phytoplasma: Situation in Lebanon. *Phytopathogenic Mollicutes* **1**, 99-100.
- Abou-Jawdah Y, Abdel Sater A, Jawhari M, Sobh H, Abdul Nour H, Bianco PA, Molino Lova M, Alma A (2014) *Asymmetrasca decedens* (Cicadellidae, Typhlocybae), a natural vector of 'Candidatus Phytoplasma phoenicium'. *Annals of Applied Biology* **165**, 395-403.
- Abou-Jawdah Y, Karakashian A, Sobh H, Martini M, Lee IM (2002) An epidemic of almond witches'-broom in Lebanon: classification and phylogenetic relationship of the associated phytoplasma. *Plant Disease* **86**, 477-84.
- Barbosa JC, Eckstein B, Bergamin Filho A, Bedendo IP, Kitajima EW (2012) Molecular characterization of a phytoplasma of group 16SrIX related to 'Ca. Phytoplasma phoenicium' in periwinkle in Brazil. *Tropical Plant Pathology* **37**, 130-135.
- Bayat H, Verhoeven JThJ, Botermans M, Peters D, Hassani-Mehraban A (2013) First report of a 16SrIX Group ('Candidatus Phytoplasma phoenicium'-related) phytoplasma associated with a Chrysanthemum disease. *Plant Disease* **97**, 1110.
- Çaglayan K, Gazel M, Acioglu M, Deniz Kocabag H, Sipahioğlu HK (2019) Molecular identification of phytoplasmas in ornamental pomegranates in Turkey. *Phytopathogenic Mollicutes* **9**, 3-4.
- Canik D, Ertunc F, Paltrinieri S, Contaldo N, Bertaccini A (2011) Identification of different phytoplasmas infecting grapevine in Turkey. *Bulletin of Insectology* **64**, S225-S226.
- Casati P, Quaglino F, Abou-Jawdah Y, Picciau L, Cominetti A, Tedeschi R, Jawhari M, Choueiri E, Sobh H, Molino Lova M, Beyrouthy M, Alma A, Bianco PA (2016) Wild plants could play a role in the spread of diseases associated with phytoplasmas of pigeon pea witches'-broom group (16SrIX). *Journal of Plant Pathology* **98**, 71-81. <https://doi.org/10.4454/JPP.V98I1.026>.
- Chalak L, Elbitar A, Rizk R, Choueiri E, Salar P, Bové JM (2005) Attempts to eliminate *Candidatus Phytoplasma phoenicium* from infected Lebanese almond varieties by tissue culture techniques combined or not with thermotherapy. *European Journal of Plant Pathology* **112**, 85-89.
- Davis RE, Dallya EL, Zhao Y, Lee IM, Jomantiene R, Detweiler AJ, Putnam ML (2010) First report of a new subgroup 16SrIX-E ('Candidatus Phytoplasma phoenicium'-related) phytoplasma associated with juniper witches' broom disease in Oregon, USA. *Plant Pathology* **59**, 1161.
- EPPO (2017) Pest risk analysis for 'Candidatus Phytoplasma phoenicium'. EPPO, Paris. Available at <https://gd.eppo.int/taxon/PHYPPH>
- EPPO (2021) EPPO Diagnostic Protocol Standard PM 7/150 (1) 'Candidatus Phytoplasma phoenicium'. <https://doi.org/10.1111/epp.12799>.
- Ghayeb Zamharir M, Nazari O (2019) Identification of 16SrIX-B phytoplasmas associated with apricot rosette in Iran. Identification of 16SrIX-B phytoplasmas associated with apricot rosette in Iran. *Phytopathogenic Mollicutes* **9**, 219-220.
- Goel S, Priya M, Thorat V, Yadav A, Rao GP (2017) Identification and characterization of 16SrIX and 16SrXI groups of phytoplasmas associated with leaf yellows and declining diseases of garlic and onion in India. *Indian Phytopathology* **70**, 368-372.

- Jawhari M, Abrahamian P, Sater A, Sobh H, Tawidian P, Abou-Jawdah Y (2015) Specific PCR and real-time PCR assays for detection and quantitation of '*Candidatus* Phytoplasma phoenicium'. *Molecular and cellular probes* **29**, 63-70.
- Lee IM, Davis RE, Gundersen-Rindal DE (2000) Phytoplasma: phytopathogenic mollicutes. *Annual Review of Microbiology* **54**, 221-255.
- Molino Lova M, Quaglino F, Abou-jawdah Y, Choueiri E, Sobh H, Casati P, Tedeschi R, Alma A, Bianco PA (2011) Identification of new 16SrIX subgroups, -F and -G, among '*Candidatus* Phytoplasma phoenicium' strains infecting almond, peach and nectarine in Lebanon. *Phytopathologia Mediterranea* **50**, 273-282.
- Salehi M, Haghshenas F, Khanchezar A, Esmailzadeh-Hosseini SA (2011) Association of '*Candidatus* Phytoplasma phoenicium' with GF-677 witches'-broom in Iran. *Bulletin of Insectology* **64**, S113-S114.
- Salehi M, Izadpanah K, Heydarnejad J (2006) Characterization of a new almond witches' broom phytoplasma in Iran. *Journal of Phytopathology* **154**, 386-391.
- Salehi M, Salehi E, Abbasian M, Izadpanah K (2015) Wild almond (*Prunus scoparia*), a potential source of almond witches'-broom phytoplasma in Iran. *Journal of Plant Pathology* **97**, 377-381.
- Salehi M, Salehi E, Siampour M, Esmailzadeh-Hosseini SA, Quaglino F, Bianco PA (2019) '*Candidatus* Phytoplasma phoenicium' associated with apricot yellows and peach witches' broom in Iran. *Phytopathogenic Mollicutes* **9**, 215-216.
- Salehi M, Salehi E, Siampour M, Quaglino F, Bianco PA (2018) Apricot yellows associated with '*Candidatus* Phytoplasma phoenicium' in Iran. *Phytopathologia Mediterranea* **57**, 269-283.
- Tawidian P, Jawhari M, Hana Sobh H, Bianco PA, Abou-Jawdah Y (2017) The potential of grafting with selected stone fruit varieties for management of almond witches' broom. *Phytopathologia Mediterranea* **56**, 458-469.
- Verdin E, Salar P, Danet JL, Choueiri E, Jreijiri F, El Zammar S, Gélie B, J. Bové JM, Garnier M (2003) '*Candidatus* Phytoplasma phoenicium' sp. nov., a novel phytoplasma associated with an emerging lethal disease of almond trees in Lebanon and Iran. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* **53**, 833-838. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.02453-0>