



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

نشریه فنی

بیماری‌های فایتوپلاسمایی درختان میوه هسته‌دار
علایم‌شناسی، عامل بیماری، ناقل و مدیریت

نگارنده:

مریم غایب زمهریر

شماره ثبت:

۶۶۴۸۷

۱۴۰۳

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

**بیماری‌های فایتوپلاسمایی درختان میوه هسته‌دار
علایم‌شناسی، عامل بیماری، ناقل و مدیریت**

نگارنده:

مریم غایب زمهریر

عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

۱۴۰۳

مخاطبان نشریه فنی: کشاورزان پیشرو، مروجین و کارشناسان ارشد مراکز آموزشی، پژوهشی و اجرایی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی

موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، نشریه فنی

بیماری‌های فایتوپلاسمایی درختان میوه هسته‌دار، علایم-شناسی، عامل بیماری، ناقل و مدیریت

نگارنده: مریم غایب زمهریر

ناشر: موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

سال نشر: ۱۴۰۳

شماره و تاریخ ثبت نشریه: شماره ثبت ۶۶۴۸۷ مورخ ۱۴۰۳/۹/۲۷

نشانی مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی:

تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان یمن، پلاک ۱ - سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی

فهرست مطالب

۱	پیش گفتار.....
۲	مقدمه.....
۲	خصوصیات بیماری های فایتوپلاسمایی.....
۳	بیماری های فایتوپلاسمایی درختان میوه هسته دار در جهان.....
۵	بیماری های هسته داران در ایران:
۵	بیماری جاروک بادام.....
۸	زردی هلو.....
۹	جاروک هلو.....
	•Error! Bookmark not defined. زردی زردآلو
	۱Error! Bookmark not defined. جوانه درشت زردآلو
	۲Error! Bookmark not defined. پیچیدگی و زرد شدن برگ ها در زردآلو
۱۴	زردی و زوال آلو.....
۱۵	زردی گلاس و آلبالو.....
۱۶	مدیریت بیماری های فایتوپلاسمایی هسته داران.....
۱۸	فهرست منابع.....

پیش گفتار

فایتوپلاسماها باکتری‌های تخصص‌یافته و انگل اجباری بافت آبکش گیاهان و حشرات ناقل هستند. این عوامل بیمارگر در بیش از ۳۰۰ گونه از گیاهان ایجاد بیماری می‌کنند. این پروکاریوت‌های بیمارگر گیاهان، برخلاف باکتری‌ها بدون دیواره سلولی هستند و عامل بیماری‌های مهمی در درختان میوه از جمله هسته‌داران هستند. بیماری‌هایی مانند جاروک بادم، زردی هلو، جاروک هلو، زوال آلو، زردی و زوال زردآلو، جوانه بزرگ زردآلو، همه ماهیت فایتوپلاسمایی دارند که از ایران گزارش شده‌اند. فایتوپلاسماها با بروز علائم خاص مانند جاروک و جوانه بزرگ، در برخی درختان نه تنها ظاهر درخت را تغییر می‌دهند و شکل غیرطبیعی به آن می‌دهند، بلکه ظرفیت فتوسنتزی آن‌ها را نیز کاهش می‌دهند و در نهایت منجر به افزایش زوال و مرگ و میر این درختان می‌شوند. در این دستورالعمل مروری بر بیماری‌های فایتوپلاسمایی درختان میوه هسته‌دار، شامل همه گیرشناسی آن‌ها، علائم و استراتژی‌های مدیریت خواهیم داشت.

واژه‌های کلیدی: فایتوپلاسما، هسته‌داران، جاروک بادم، زردی هلو، جاروک هلو، جوانه بزرگ زردآلو.

مقدمه

جنس *Prunus L.* گروهی از درختان و درختچه‌ها شامل درختان میوه گیلاس، هلو، آلو، شلیل، زردآلو و بادام را شامل می‌شود که بومی شمال آمریکا، آمریکای جنوبی و پالتوتروپیک^۱ آسیا و آفریقا هستند. گونه‌های میوه‌های هسته‌دار به‌طور گسترده در سرتاسر جهان و در مساحت وسیعی بالغ بر ۵ میلیون هکتار کشت می‌شوند و سالانه ۳۵/۳ میلیون تن میوه هسته‌دار در جهان تولید می‌شود (Fao, 2025; Chin et al., 2014).

در سال ۱۴۰۱ سطح بارور باغ‌های کشور حدود ۲/۵ میلیون هکتار بوده که به ترتیب سهم، سطح بارور اختصاص یافته به میوه‌های دانه‌دار ۱۰ درصد، میوه‌های هسته‌دار ۹/۳ درصد، میوه‌های دانه‌ریز ۱۲ درصد، میوه‌های خشک ۴/۲۸ درصد، میوه‌های سردسیری ۹ درصد، نیمه‌گرمسیری ۲۸ درصد، میوه‌های گرمسیری ۴ درصد، محصولات گلخانه‌ای ۵ درصد، و سایر محصولات باغبانی ۷/۱ درصد بوده است. میزان تولید محصولات باغبانی کشور در سال ۱۳۹۸ حدود ۵/۲۳ میلیون تن بوده که سهم میوه‌های هسته‌دار ۱۱ درصد بوده است (احمدی و همکاران، ۱۴۰۱).

این آمار نشان می‌دهد که درختان میوه هسته‌دار در بین محصولات باغبانی ایران از اهمیت اقتصادی خوبی برخوردارند و توجه به افزایش عملکرد و مدیریت عوامل خسارت‌زای آن‌ها در بهبود تولید این محصولات موثر خواهد بود. از جمله بیماری‌های نوظهور در این درختان، بیماری‌های فایتوپلاسمایی می‌باشند که مدیریت آن‌ها به دلیل ماهیت بیمارگر، در همه محصولات با چالش مواجه است.

^۱ دیرینه‌تروپیک‌های

لذا شناخت دقیق این بیماری‌ها، به مدیریت آن‌ها و جلوگیری از اپیدمی‌های احتمالی کمک خواهد کرد.

خصوصیات بیماری‌های فایتوپلاسمایی

فایتوپلاسم‌ها پروکاریوت‌های بدون دیواره سلولی هستند که تنها در بافت زنده میزبان‌های گیاهی و جانوری خود رشد می‌کنند. این پروکاریوت‌های بیمارگر گیاهی، بیش از ۷۰۰ نوع بیماری را در ۳۰۰ گونه از گیاهان ایجاد می‌کنند (رجوع شود به: Nishigava, et al., 2002؛ Namba, 2019).

فایتوپلاسم‌ها، انگل اجباری سلول‌های زنده هستند و برعکس ویروس‌ها، دارای متابولیسم سلولی می‌باشند و شبیه باکتری‌ها از طریق تقسیم دوتایی تکثیر پیدا می‌کنند. به دلیل داشتن حداقل اطلاعات ژنتیکی، متابولیسم سلولی فایتوپلاسم‌ها «کاهش یافته» است. این بیمارگرها برای ادامه حیات و تأمین بسیاری از مواد مورد نیاز خود، با میزبان‌های گیاهی و جانوری سازگار شده‌اند. این پروکاریوت‌ها تاژک ندارند و از طریق حشرات مکنده منتقل می‌شوند. کشت موفق فایتوپلاسم‌ها در چند مورد گزارش شده است، اما هرگز در آزمایشگاه‌های دیگر قابل تکرار نبوده است (Contaldo et al., 2016).

فایتوپلاسم‌ها با بروز علائم اختصاصی (مانند برگ‌سانی، گل‌سبز، افزولش و جاروی جادوگر یا جاروک) نیمه‌اختصاصی (مانند کوتولگی و ابلقی) و غیراختصاصی (نظیر زردی، زوال)، باعث اختلال در رشد و نمو گیاهان آلوده می‌شوند. علائم گیاهان بیمار ممکن است براساس گونه بیمارگر، نوع گیاه، سن میزبان در زمان آلودگی، مرحله بیماری و شرایط آب‌وهوایی تغییر کند (Namba, 2019؛ Nishigava, et al., 2002).

بیماری‌های فایتوپلاسمایی درختان میوه هسته‌دار در جهان

گزارش‌ها نشان می‌دهد که درختان میوه هسته‌دار نسبت به تعداد زیادی از استرین‌های فایتوپلاسمایی که حداقل در ۱۴ گونه کاندید «*Candidatus* Phytoplasma» متعلق به ۱۱ گروه فایتوپلاسمایی (I, II, III, V, VI, VII, IX, X, XII, XV, و XVII) طبقه‌بندی می‌شوند، آسیب پذیر هستند (Zirak *et al.*, 2010a, b؛ Chin *et al.*, 2014؛ Mall *et al.*, 2023). در اروپا نیز فایتوپلاسمای *Ca. Phytoplasma prunorum* متعلق به زیرگروه 16SrX-B باعث ایجاد بیماری در هلو می‌شود (Seemüller *et al.*, 2013). شایع‌ترین بیماری در هسته‌داران با نام عمومی ESYF یا فایتوپلاسمای عامل زردی اروپایی درختان میوه هسته‌دار شناخته می‌شود (Pollini؛ Lederer and Seemüller, 1992؛ Giunchedi *et al.*, 1978). این بیماری‌ها همراه با فایتوپلاسمای *Ca. Phytoplasma pruni* متعلق به زیرگروه دو از گروه سه (16SrIII-B) طبقه‌بندی فایتوپلاسمها هستند، درحالی‌که بیماری برگ پیچیدگی زرد هلو همراه با فایتوپلاسمای *Ca. Phytoplasma pyri* متعلق به گروه 16SrX-C است (Marcone *et al.*, 2014؛ Ragazzino, 2011).

بیماری زردی اروپایی درختان میوه هسته‌دار منجر به زوال و مرگ زودرس درختان آلوده می‌شود. علائم این بیماری قبل از شکوفه‌دهی و در پایان فصل رشد واضح‌تر است. زردی برگ‌ها و پیچیدگی برگ‌ها حول محور رگبرگ از علائم این بیماری هستند (Lorenz *et al.*, 1994) (شکل ۱) (Jarausch *et al.*, 2000). (Zirak *et al.*, 2021).



شکل ۱- (الف) درخت هلو آلوده به ESYF که کلروز نشان می‌دهد. (ب) باغ هلو آلوده به ESYF با کاهش شاخ و برگ‌های پراکنده، کلروز. (ج) پیچیدگی برگ به سمت پایین و (د) توسعه بافت چوب پنبه‌ای در امتداد رگبرگ جانبی برگ هلو مبتلا به بیماری ESYF (Schneider, 2025).

بیماری‌های هسته‌داران در ایران:

بیماری جاروک بادام

بادام با نام علمی *Prunus amygdalus* Batsch. گونه‌ای از جنس *Prunus*، زیرخانواده پرونوئیده^۱ و از تیره رزاسه^۲ (گل سرخ) می‌باشد. بادام آجیل نیست بلکه یک نوع میوه محسوب می‌شود و یک درخت بومی آسیای غربی، کرانه جنوبی دریای مدیترانه و مراکش است. این میوه بومی ایران است (GRIN, 2025) و پراکندگی آن در ایران در شمال غرب و غرب کشور است (تهرانی‌فر و همکاران، ۱۳۸۱).

¹ Prunoideae
² Rosaceae

تاریخچه بیماری:

در دهه ۱۹۹۰ یک بیماری جدید و خطرناک از بادام در ایران و لبنان گزارش شد. علایم این بیماری شامل رشد شاخه‌هایی جارویی از تنه درخت است (Salehi & Abou-Choueiri et al., 2001؛ Bove' et al., 1999؛ Izadpanah, 1995؛ Jawdah et al. 2002؛ Abou-Jawdah et al. 2003). عامل بیماری جاروک بادام، فایتوپلاسمایی از گروه نه طبقه‌بندی فایتوپلاسمها یا گروه جاروک لویا چشم بلبل^۱ بود (Choueiri et al., 2001). جاروک بادام و جاروک وحشی بادام برای اولین بار در سال ۱۳۷۲ هجری شمسی برابر با ۱۹۹۳ میلادی از خفر و میمند در استان فارس گزارش شد (Salehi & Izadpanah, 1995؛ Bove' et al., 1999). در سال اخیر بادام‌های آلوده به بیماری‌های فایتوپلاسمایی به‌وفور از هند نیز گزارش شده‌اند (Gupta et al., 2023).

علایم:

این بیماری شامل رشد شاخه‌هایی جارویی از تنه و ریشه درخت، گل‌دهی زود هنگام و کوتولگی، خشکیدن سرشاخه‌ها، رشد در فصل زمستان، و افزودن می-باشد (شکل ۲). به این بیماری جاروک بادام یا جاروی جادوگر بادام می‌گویند (Abou-Jawdah et al., 2002, 2003؛ Bove' et al., 1999).



شکل ۲- علایم جارویی شدن درخت بادام (عکس از نگارنده)

¹ pigeon pea witches'-broom (PPWB)

عامل بیماری:

در سال ۱۳۷۳ عامل این بیماری بر اساس علایم بیماری، قابلیت انتقال با پیوند و سس و واکنش مثبت با رنگ آمیزی دینس موجود شبه مایکوپلاسمایی (فایتوپلازما) معرفی شد (Salehi & Izadpanah, 1995). بر اساس قوانین موجود که برای توصیف باکتری‌های غیرقابل کشت که در سال ۱۹۹۴ ارایه شده است (Murray and Schleifer, 1994)، نام «*Ca. Phytoplasma phoenicium*» به عامل جاروک بادام داده شده است (Verdin et al., 2002, 2003).

نتایج مطالعات مقایسه توالی قطعه تکثیری با پرایمرهای P1/P7 برای دو جدایه از لبنان و یک جدایه از فارس نشان می‌دهد که دو جدایه لبنان کاملاً به هم شباهت دارند و با جدایه ایران در این ناحیه تنها در چهار نوکلئوتید اختلاف دارند. این شواهد نشان می‌دهد که عامل بیماری جاروک بادام در ایران و لبنان یک گونه است. همچنین با توجه به این یافته‌ها می‌توان پیشنهاد نمود بیماری ممکن است در سایر نقاط خاورمیانه وجود داشته باشد (Verdin et al., 2003).

فایتوپلاسمای جاروک بادام از سایر فایتوپلاسمای بیمارگر درختان میوه هسته‌دار در اروپا و آمریکا متفاوت است (Verdin et al., 2003). نتایج بررسی‌های بیشتر نشان داد دو جدایه فایتوپلاسمای متفاوت در فارس شامل جدایه خفر KAlmWB و جدایه نی‌ریز NalmWB عامل بیماری جاروک هستند (Salehi et al., 2006). در سال ۲۰۰۹ (Zirak et al., 2009a) نیز با مطالعه این بیماری در استان‌های اصفهان و چهار محال بختیاری نشان دادند که عامل بیماری از نظر ژنتیکی تنوع بیشتری دارد. آن‌ها اظهار نمودند که عامل این بیماری در مرکز ایران استرینی از فایتوپلازما وابسته به فایتوپلاسمای جاروک لیموترش *Ca. Phytoplasma* و فایتوپلاسمای جاروک شیدر یا *Ca. Phytoplasma solani aurantifolia*

Phytoplasma trifolii است. استرین فایتوپلاسمایی وابسته با فایتوپلاسمای جاروک لیموترش *Ca. Phytoplasma aurantifolia* در بادم، در نواحی مرکزی ایران شایع تر است (Zirak et al., 2010a).

سلول‌های فایتوپلاسمای جاروک بادم ساختار پلی‌مورفیک مشخص فایتوپلاسمها را دارا هستند، که اشکال رشته‌ای و شاخه‌ای با قطر ۰/۲-۰/۱ میکرومتر غالب است. غشای فایتوپلاسمای جاروک بادم نیز با غشای سیتوپلاسمی سه لایه احاطه شده است که مشخصه ردهٔ مالیکیوت‌ها^۱ است (Verdin et al., 2003).

ناقل:

در لبنان زنجرک غالب در درختان میوه هسته‌دار، گونه *Assymetrasca decedens* (Paoli) ولی این زنجرک نمی‌تواند فایتوپلاسمای جاروک بادم را انتقال دهد. به نظر می‌رسد زنجرکی با جمعیت بسیار پایین عامل بیماری را منتقل می‌کند، و یا زنجرکی که ناقل بیماری است بر روی میزبان دیگری زندگی می‌کند ولی بادم میزبان انتقالی آن است (Abou-Jawdah et al., 2003). گونه *Macropsis infusatea* (Sahlberg) به‌عنوان ناقل احتمالی این بیماری در آذربایجان شرقی معرفی شده است (Zirak et al., 2021).

ارقام مقاوم:

آلبالو رقم چمپای مشهد، زردآلو ارقام شکرپاره، تخم‌مرغی، نوری و گیلان رقم صورتی لواسانات، در شرایط گلخانه مقاوم به بیماری هستند. شفتالو، آلو، گوجه سبز، زردآلو، گیلان و آلبالو به فایتوپلاسمای عامل جاروک بادم حساس هستند (عباسیان و صالحی، ۱۳۸۹).

¹ Malicutes

زردی هلو:

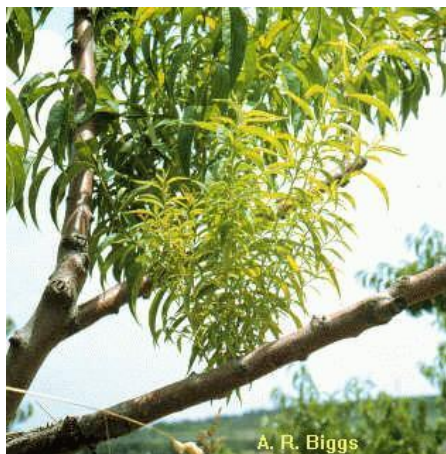
علائم:

این بیماری اولین بار در باغ‌های حومه سنج با دو تیپ علائم جداگانه، شامل ۱) زردی براق سراسری برگ‌ها در طی فصل رشد و قرمز شدن آن‌ها در آخر فصل، ریزش شکوفه‌ها، بدشکلی میوه‌ها، کاهش شدید محصول و زوال تدریجی و ۲) جارویی شدن سرشاخه‌ها، ریزش شدید برگ‌ها و شکوفه‌ها و کاهش چشم‌گیر محصول از سال ۱۳۸۰، مشاهده شد (کمانگر و همکاران، ۱۳۸۳). علائم دسته اول شبیه به بیماری زردی هلو^۱ در ایالات متحده و دسته دوم شبیه به بیماری جاروک هلو در استان فارس هستند (شکل ۳)، که برای هر دو عامل فایتوپلاسمایی ذکر شده است.

عامل:

برای شناخت عامل یا عوامل این بیماری از روش پیوند، واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز استفاده شد. در آزمایش انتقال بیماری به وسیله پیوند، علائم از جوانه‌های آلوده گروه اول به نهال‌های سالم هلو و بادام انتقال یافت، ولی انتقال گروه دوم میسر نشد. آزمایشات نشان می‌دهد که زردی هلو در ایران عامل فایتوپلاسمایی دارد (Zirak et al., 2010b, 2021). در بررسی دیگری که بر روی درختان هلو در استان اصفهان، چهارمحال و بختیاری و آذربایجان شرقی و استان‌های شمالی ایران انجام شد و علائم فایتوپلاسمایی مانند ریزبرگی، زردی، پیچیدگی برگ را نشان می‌دادند، مشخص شد که گونه‌های کاندید «*Ca. Phytoplasma solani*»، «*Ca. Phytoplasma aurantifolia*» و «*Ca. Phytoplasma trifolii*» همراه با درختان بیمار بوده‌اند (Zirak et al., 2010b؛ Allahverdi et al., 2014a).

¹ Peach yellows



شکل ۳- علایم بیماری زردی فایتوپلاسما در درختان هلو (عکس از نگارنده).

جاروک هلو

علایم:

این بیماری از زرقان گزارش شده است و علایم آن شامل رشد شاخه‌هایی جارویی از تنه و درخت، گل‌دهی زود هنگام و کوتولگی، خشکیدن سرشاخه‌ها، رشد در فصل زمستان و افزودن می‌باشد (شکل ۴). این بیماری علاوه بر فارس در استان‌های کردستان، لرستان، آذربایجان غربی، کرمان، اصفهان، خراسان، یزد و کردستان نیز گزارش شده است (Salehi et al., 2019).

ناقل:

گونه *Frutioidea bisignata* (Mulsant & Rey) از خانواده Cicadellidae ناقل بالقوه این پاتوژن معرفی شده است (Taghizadeh & Salehi, 2002).



شکل ۴- (الف) شاخه آلوده هلو، **(ب)** علایم جارویی شدن روی هلوی پیوند زده شده با پیوند آلوده در مقایسه با نهال سالم •عکس از نگارنده)

عامل:

عامل بیماری جاروک هلو، *Ca. Phytoplasma phoenicium*، متعلق به گروه ۱۶SrIX (عباسیان و صالحی، ۱۳۸۹) و *Ca. Phytoplasma aurantifolia* متعلق به گروه ۱۶SrII در استان فارس گزارش شد (Salehi et al., 2019). پیش از این، *Ca. Phytoplasma phoenicium* همراه با عرضه زردی و جاروک هلو از کردستان گزارش شده بود (Ghayeb Zamharir, 2014; Salehi et al., 2020).

زردی زردآلو

علایم:

بیماری زردآلو برای اولین بار در استان فارس روی ارقام تلخ و آصفی مشاهده شد. علایم اصلی این بیماری شامل زردی برگ، پیچ خوردگی برگ به داخل و سوختگی حاشیه برگ، کوتاه شدن میان گره‌ها، تولید گل سرخ در نوک شاخه‌ها، زوال رشد، و کوتولگی و مرگ درختان آسیب دیده است (Salehi et al., 2018).

عامل:

عامل این بیماری توسط *Ca. Phytoplasma phoenicium* در زیر گروه ۱۶SrIX-B و متعلق به یک دودمان ژنتیکی منحصر به فرد به نام f2 است که با

حضور سه SNP خاص دودمان متمایز می‌شود (Salehi et al., 2018). این عامل از طریق پیوند به نهال بادام تلخ و زردآلو منتقل می‌شود و علایم مشابه میزبان اصلی در باغات ایجاد می‌کند.

در استان یزد نیز وجود یک عامل آلوده کننده درختان زردآلو با فیتوپلاسمهای زیرگروه ۱۶SrII-C تایید شد (Rasoulpour et al., 2019). در خراسان دو فایتوپلاسمای (16SrI-B) *Ca. P. asteris*، (16SrXII-A) *Ca. P. solani*، عامل زوال درختان زردآلو گزارش شده است (Karimi et al., 2016). اطلاعاتی در مورد ناقلین احتمالی این پاتوژن وجود ندارد.

جوانه درشت زردآلو

علایم: یکی دیگر از فایتوپلاسمهای مهم زردآلو است که در استان سیستان و بلوچستان ایران در سال ۱۳۹۵ گزارش شده است که در آن درختان علایمی از جمله تولید جوانه های کمکی و متورم متعدد از خود نشان دادند. در این شاخه‌ها میان‌گره‌های کوتاه شده و برگ‌ها به صورت متراکم (روزت) تشکیل می‌شوند (شکل ۵). این علایم مشابه علایم تعریف شده برای بیماری فایتوپلاسمای روزت هلو است (Ghayeb Zamharir & Nazari, 2019).

علایم شناسایی شده در استان سیستان و بلوچستان (خاش، ایران) محدود به باغ‌های تجاری بود و علایم بیماری روزت هلو با علایمی که اخیراً از بیماری زردی زردآلو در ایران گزارش شده است، متفاوت بود (Salehi et al., 2018).



شکل ۵- علایم جوانه بزرگ زردآلو (الف) و روزت زردآلو (ب) (عکس از نگارنده).

عامل:

سویه *Ca. P. phoenicium* (16SrIX-B) مرتبط با جوانه بزرگ زردآلو در ایران گزارش شد (Ghayeb Zamharir & Nazari, 2019). انتشار فایتوپلاسماهای ۱۶ SrIX-B و ۱۶ SrIX-C اخیراً در بادام (Ghayeb Zamharir, 2011) و هلو (Ghayeb Zamharir, 2014) گزارش شده است، بنابراین احتمال می‌رود که منشأ آلودگی زردآلو از میزبان‌های دیگر (هلو، انگور و برخی سبزیجات) باشد. ممکن است توسط حشرات ناقل احتمالی به زردآلو منتقل شده باشد (Ghayeb Zamharir & Nazari, 2019)، اما در مورد ناقلین این بیماری اطلاعاتی وجود ندارد.

پیچیدگی و زرد شدن برگ‌ها در زردآلو

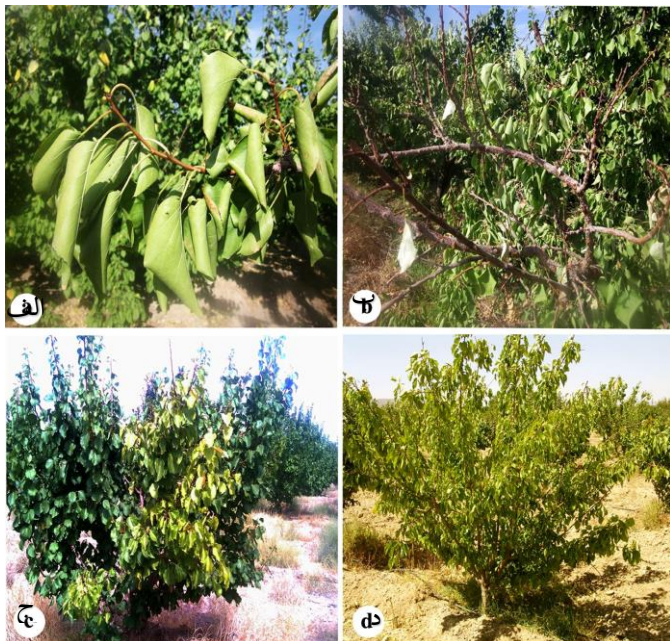
علایم:

اولین گزارش از همراهی فایتوپلاسماها با پیچیدگی و زرد شدن برگ‌ها در درختان زردآلو، در یزد در سال ۲۰۱۹ بوده است (Rasoulpour et al., 2019). بیماری متشکل از پیچیدگی برگ رو به بالا و زرد شدن آن‌ها بود که علایم در کل تاج درخت مشاهده شد (شکل ۶). علایم مشاهده شده در ابرکوه یزد از سایر

بیماری‌های هسته‌دارن نظیر زردی اروپایی درختان میوه هسته‌دار قابل تفکیک نیست.

ناقل:

گونه‌های *Laodelphax* و *Psammotettix alienus* (Dahlbom, 1850) *striatellus* (Fallén, 1826) از خانواده Cicadellidae ناقلین بالقوه این بیماری هستند که از باغات آلوده جمع‌آوری شده‌اند و ممکن است عامل بیماری را در باغات زردآلو یا سایر هسته‌داران منتشر کنند (Rasoulpour et al., 2019).



شکل ۶- علائم مشاهده شده در درختان زردآلو در فراغه (ابركوه، استان یزد، ایران): پیچیدگی شدید برگ (الف، بالا چپ)، ریز برگ و خشکیدگی شاخه (بالا راست)، پیچیدگی و زرد شدن برگ روی یک شاخه (پایین چپ)، زردی عمومی در کل درخت (پایین راست) (Rasoulpour et al., 2019)

عامل:

تاکنون عمده‌ترین فایتوپلاسماهای شناسایی شده در مناطق زیرکشت ابرکوه، سویه وابسته به *Ca. P. aurantifolia* در زیر گروه 16SrII-C یا زیر گروه سی از گروه طبقه‌بندی فایتوپلاسماها، قرار می‌گیرد که شامل میزبان‌های یونجه (Esmailzadeh Hosseini et al., 2015)، هویج (Salehi et al., 2016) و کدو (Salehi et al., 2015) هستند و به‌صورت کشت مخلوط با زیر درختان زردآلو یا اطراف آن‌ها کاشته می‌شوند (Rasoulpour et al., 2019).

زردی و زوال آلو

علائم:

در درختان آلوی ژاپنی که علائم بیماری فایتوپلاسما را نشان می‌دهند، کاهش تراکم برگ، پیچیدگی برگ، گل سرخ شدن، زرد شدن و تکثیر شاخساره در مناطق کشت میوه‌های هسته‌دار در مناطق مرکزی ایران شامل اصفهان و چهار محال و بختیاری مشاهده شد (شکل ۷).

عامل:

فایتوپلاسماهای مرتبط با بیماری‌های آلو در این مناطق، سویه‌های *Ca. P. aurantifolia* وابسته به گروه‌های جاروک بادم زمینی (16SrII) و *Ca. Phytoplasma solani* از گروه جوانه بزرگ (16SrXII) (Zirak et al., 2021) و *Ca. P. prunorum* از گروه بیماری ایکس هلو (16SrX) هستند (Allahverdi et al., 2014b).

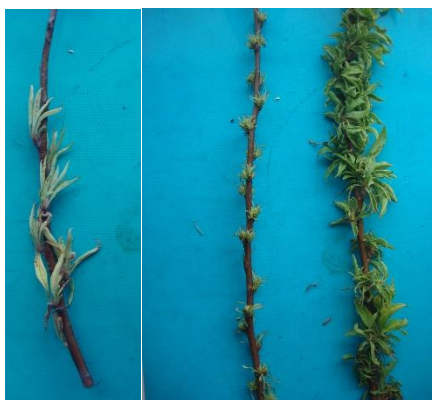


شکل ۷- ریزبرگی و زردی برگ و جاروک آلو عکس از نگارنده (r)

جاروک آلو

علایم:

اخیرا (Zirak et al., 2021) علایم معمولی مانند جاروک، ریزبرگی، پیچیدگی برگ، برگ سوختگی و پژمردگی در آلو را از استان آذربایجان شرقی در شمال غرب ایران گزارش کرده‌اند (شکل ۸). در مورد ناقل این بیماری اطلاعاتی وجود ندارد.



شکل ۸- علایم بیماری فیتوپلاسما در درختان آلو در استان آذربایجان شرقی (عکس از نگارنده).

زردی گیلاس و آلبالو

علامه:

در استان اصفهان و چهارمحال و بختیاری، ریزبرگی، زردی، پیچیدگی برگ و روزت بر روی درختان گیلاس و آلبالو گزارش شده است (شکل ۹).

عامل:

مشخص گردیده است که عامل بیماری فایتوپلاسمای «*Ca. Phytoplasma asteris*» متعلق به گروه زردی مینا و «*Ca. P. aurantifolia*» وابسته به گروه‌های جاروک بادام زمینی (16SrII) است (Zirak et al., 2009b). در مورد ناقل این بیماری اطلاعاتی وجود ندارد و در حال حاضر تنها راه مدیریت این بیماری رعایت بهداشت باغ و حذف درختان زوال یافته است.



شکل ۹- روزت: علامه بیماری فیتوپلاسمای در درختان گیلاس آذربایجان شرقی (عکس از نگارنده)

مدیریت بیماری‌های فایتوپلاسمایی هسته‌داران

اقدامات اولیه برای مدیریت باغات آلوده به بیماری‌های فایتوپلاسمایی هسته‌داران، شامل استفاده از گیاه سالم است.

مدیریت حشرات مکنده، از انتشار بیماری به مناطق جدید جلوگیری می کند (Salehi et al., 2006). در مورد ناقلین بیماری های فایتوپلاسمایی اطلاعات کمی وجود دارد، ولی مطالعات انجام شده روی ناقلین بیماری های جاروک بادم، زردی هلو و جاروک هلو نشان داده است، زنجریک ها ناقلین عمده این بیماری ها می باشند. از طرف دیگر زنجریک ها جزو آفات کلیدی درختان هسته دار محسوب نمی شوند و انتظار می رود با سم پاشی علیه سایر آفات مکنده مانند شته ها جمعیت این ناقلین نیز کاهش یابد.

تنها حشره کش مجاز و مناسب برای مبارزه با حشرات ناقل بیماری های فایتوپلاسمایی، درختان و علف های هرز باغ های هسته دار افیدوپروپن^۱ با نام تجاری ونتیگر می باشد که بر روی هلو ثبت شده است و مقدار مجاز آن برای مبارزه با آفات مکنده ۰/۰۷۵ در هزار می باشد.

همچنین پایش و ردیابی بیماری های هسته دار در باغ ها، خیابان ها، پارک ها و منازل حداقل دو بار در سال (در ماه های خرداد و شهریور که بیشترین جمعیت پاتوزن در گیاه وجود دارد و دقت ردیابی را بالا می برد) انجام شود. امحاء تمامی درختان بادم و هسته دارهایی که علائم بیماری را نشان می دهند، توصیه می شود.

مطالعه اثر اکسی تتراسایکلین^۲ روی کنترل بیماری جاروک بادم با روش تزریق این ماده به تنه و ممانعت کامل از بروز علائم بیماری با تزریق ۰/۲۵ گرم اکسی تتراسایکلین به تنه میسر است (Salehi & Izadpanah, 1998).

¹ Afidopyropen (Ventigra™ 10 DC)

² Tetracycline

فهرست منابع

- (۱) احمدی، ک.، عبادزاده، ح.، حاتمی، ف.، حسینپور، ر. و عبدشاه، ه. ۱۴۰۱. آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۱ / وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
 - (۲) تهرانی‌فر، ع.، کافی، م. و عدلی، م. ۱۳۸۱. پرورش بادام. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ دوم، ۳۱ ص.
 - (۳) عباسیان، م. و صالحی، م. ۱۳۸۹. واکنش ارقام هسته‌دارها به فیتوپلاسمای عامل جاروک بادام. بیماری‌های گیاهی / جلد ۴۶ / شماره ۲ / سال ۱۳۸۹ ۱۵۳-۱۶۰
 - (۴) کمانگر، ساسان، صالحی، محمد و ایزدپناه، کرامت الله. ۱۳۸۳. بروز جداگانه علایم زردی و جاروک در باغات هلو استان کردستان. شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشگاه تبریز.
- Abou-Jawdah, Y., Dakhil, H., El-Mehtar, S. & Lee, I. M., (2003) Almond witches'-broom phytoplasma: a potential threat to almond, peach, and nectarine. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 25, 28–32.
 - Abou-Jawdah, Y., Karskashian, A., Sobh, H., Martini, M. & Lee, I. M. (2002) An epidemic of almond witches'-broom in Lebanon: classification and phylogenetic relationships of the associated phytoplasma. *Plant Disease*, 86 (5), 477–484.
 - Abou- Jawdah, Y., Sobh, H. & Akkary, M. (2009) First report of Almond witches' broom phytoplasma ('Candidatus Phytoplasma phoenicium') causing a severe disease on nectarine and peach trees in Lebanon. *EPPO Bulletin*, 39 (1), 94–8.
 - Allahverdi, T., Rahimian, H. & Babaeizad, V. (2014a) Prevalence and distribution of peach yellow leaf roll in north of Iran. *Journal of Plant Pathology*, 96, 603–611.
 - Allahverdi, T., Rahimian, H. & Babaeizad, V. (2014b) Association of Candidatus Phytoplasma prunorum associated with plum yellow leaf stunt in Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 50, 185.

- Chin, S.W.; Shaw, J.; Haberle, R.; Wen, J.; Potter, R. (2014). "Diversification of almonds, peaches, plums and cherries – Molecular systematics and biogeographic history of *Prunus* (Rosaceae)". *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 76: 34–48
- Contaldo, N., Satta, E., Zambon, Y., Paltnieri, S., Bertaccini, A. & Nicolaisen, M. (2016) Development and evaluation of different complex media for phytoplasma isolation and growth. *Journal of microbiology methods*, 127, 105–110.
- Esmailzadeh Hosseini, S. A., Khodakaramian, G., Salehi, M., Fani, S. R., Bolok Yazdi, H. R., Raoufi, D., Jadidi, O. & Bertaccini, A. (2015) Status of alfalfa witches' broom phytoplasma disease in Iran. *Phytopathogen Mollicutes*, 5 (1-Suppl), S65–S66.
- Fao, 2025, <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Genini, M. & Ramel, M. E. (2003) Distribution of European stone fruit yellows phytoplasma in apricot trees in Western Switzerland. In XIX International Symposium on Virus and Virus-like Diseases of Temperate Fruit Crops, Fruit Tree Diseases, 21 (pp. 455–458).
- Ghayeb Zamharir, M. (2011) Phytoplasmas associated with Almond witches' broom disease: An overview. *African Journal of Microbiology Research*, 5 (33), 6013–6017.
- Ghayeb Zamharir, M. (2014) Molecular study of a new disease of peach in Iran associated with a phytoplasma. *Advanced in Microbiology Research*, 4, 20–24.
- Ghayeb Zamharir, M. & Nazari, O. (2019) Identification of 16SrIX-B phytoplasmas associated with apricot rosette in Iran. *Phytopathogenic Mollicutes*, 9, 219–223. DOI: 10.5958/2249-4677.2019.00110.5
- Giunchedi, L., Marani, F. & Credi, R. (1978) Mycoplasma-like bodies associated with Plum decline (leptonecrosis)/Corpiriferibili a micoplasmiassociati al deperimento del Susino (leptonecrosi). *Phytopathologia mediterranea*, 1, 205–209. doi: 10.20944/preprints202312.1511.v1
- GRIN (2025). USDA-ARS Germplasm Resources Information Network (GRIN). <https://www.ars-grin.gov/>
- Gupta, S., Handa, A., Brakta, A., Negi, G., Tiwari, R. K., Lal, M. K. & Kumar, R. (2023) First report of 'Candidatus Phytoplasma asteris' associated with yellowing, scorching and decline of almond trees in India. *PeerJournal*, 28,11, e15926. doi: 10.7717/peerj.15926.

- Jarausch, W., Saillard, C., Braquaire, J. M., Gamier, M. & Dosba, E. (2000) PCR-RFLP and sequence analysis of a non-ribosomal fragment for genetic characterization of European stone fruit yellows phytoplasmas infecting various *Prunus* species. *Molecular Cell Probes*, 14, 171–179. doi.org/10.1006/mcpr.2000.0304
- Karimi, M. R., Paltrinieri, S., Sajadinejad, M., Contaldo, N. & Bertaccini, A. (2016) Molecular detection of prokaryotes in apricot showing decline and leaf scorch symptoms in Iran. *Phytopathogenic Mollicutes*, 6, 33–37. DOI: 10.5958/2249-4677.2016.00006.2
- Lederer, W. & Seemüller, E. (1992) Demonstration of mycoplasmas in *Prunus* species in Germany. *Journal of Phytopathology*, 134 (2), 89–96. doi.org/10.1111/j.1439-0434.1992.tb01216.x
- Lorenz, M. G. & Wackernagel, W. (1994) Bacterial gene transfer by natural genetic transformation in the environment. *Microbiological Reviews*, 58 (3), 563–602. doi: 10.1128/mr.58.3.563-602.1994.

- Mall, S., Kumar, R. & Marcone, C. (2023) Phytoplasma Diseases of Trees: A Comprehensive Review. DOI: [10.20944/preprints202312.1511.v1](https://doi.org/10.20944/preprints202312.1511.v1)

- Marcone, C., Guerra, L. J. & Uyemoto, J. K. (2014) Phytoplasmal diseases of peach and associated phytoplasma taxa. *Journal of Plant Pathology*, 1, 96 (1): 15-28. DOI: 10.4454/JPP.V96I1.004

- Murray, R. G. E. & Schleifer, K. H. (1994) Taxonomic notes: a proposal for recording the properties of putative taxa of procaryotes. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 44, 174–176. DOI: 10.1099/00207713-44-1-174

- Namba, Sh. (2019) Molecular and biological properties of phytoplasmas. *Proceedings of the Japan Academy Series B*, 95 (7), 401–418. doi: 10.2183/pjab.95.028
- Nishigawa, H., Oshima, K., Kakizawa, S., Jung, H., Kuboyama, T., Miyata, S., Ugaki, M. & Namba, S. (2002) Evidence of intermolecular recombination between extrachromosomal DNAs in phytoplasma: a trigger for the biological diversity of phytoplasma. *Microbiology*, 148, 1389–1396. doi.org/10.1099/00221287-148-5-1389

- Ogawa, J. M., Zehr, E. I., Bird, G. W., Ritchie, D. F., Uriu, K. & Uyemoto, J. K. (1995) Compendium of Stonefruit Disease. *American Phytopathology Society press*, 55–60.
- Pollini, C. P., Giunchedi, L., Gambin, E. (1993) Presence of mycoplasma-like organisms in peach trees in Northern-Central Italy. *Phytopathologia Mediterranea*, 1, 188–192.
- Ragazzino A. (2011) Peach rosette phytoplasma. In *Virus and Virus-Like Diseases of Pome and Stone Fruits*, CHAPTER 46 (pp. 251–253). The American Phytopathological Society. doi.org/10.1094/9780890545010.046
- Rasoulpour, R., Salehi, M. & Bertaccini, A. (2019) Association of a ‘Candidatus Phytoplasma aurantifolia’-related strain with apricot showing European stone fruit yellows symptoms in Iran. *3 Biotech*, 9, 65. doi: 10.1007/s13205-019-1596-9
- Salehi, M. & Izadpanah, K. (1995) Almond brooming. Proceeding of 12th Iranian plant protection congress, Karaj, Iran. pp 238.
- Salehi, M. & Izadpanah, K. (1998) Tetracycline treatment of almond trees against almond brooming. Proceeding of 13th Iranian plant protection congress, Karaj, Iran. pp 248.
- Salehi, M., Izadpanah, K. & Heydarnezhad, J. (2006) Characterization of A New Almond Witches' Broom Phytoplasma in Iran. *Journal of Phytopathology*, 154 (7–8), 386–391. doi.org/10.1111/j.1439-0434.2006.01109.x
- 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 (2), 377–81.
- Salehi M., Esmailzadeh Hosseini, S. A., Salehi E. & Bertaccini, A. (2016) Molecular and biological characterization of a 16SrII phytoplasma associated with carrot witches' broom in Iran. *Journal of Plant Pathology*, 98, 83–90.
- Salehi, M., Salehi, E., Siampour, M., Quaglino, F. & Bianco, P. (2018) Apricot yellows associated with ‘Candidatus Phytoplasma phoenicium’ in Iran. *Phytopathologia Mediterranea*, 57, 269–283. doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-22588
- Salehi, M., Salehi, E., Siampour, M., Esmailzadeh-Hosseini, S. A., Quaglino, F. & Bianco, P. A. (2019) ‘Candidatus Phytoplasma phoenicium’ associated with apricot yellows and peach witches' broom in Iran. *Phytopathogenic Mollicutes*, 9, 215–216.

- Salehi, M., Esmailzadeh Hosseini, S. A., Salehi, E., Quaglino, F., Bianco, P. A. (2020) Peach witches'-broom, an emerging disease associated with 'Candidatus Phytoplasma phoenicium' and 'Candidatus Phytoplasma aurantifolia' in Iran. *Crop Protection*, 127, 104946. doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104946
- Seemüller, E., Sule, S., Kube, M., Jelkmann, W. & Schneider, B. (2013) The AAA+ ATPases and HflB/FtsH proteases of 'Candidatus Phytoplasma mali': phylogenetic diversity, membrane topology, and relationship to strain virulence. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 26 (3), 367–376. DOI: 10.1094/MPMI-09-12-0221-R
- Siampour, M., Izadpanah, K., Salehi, M. & Afsharifar, A. (2019) Occurrence and Distribution of Phytoplasma Diseases in Iran. In: Sustainable Management of Phytoplasma Diseases in Crops Grown in the Tropical Belt; edited by Chrystel Y. Olivier, Tim J. Dumonceaux, Edel Pérez-López. doi.org/10.1007/978-3-030-29650-6.
- Schneider, B. (2025) Julius Kuehn Institute, Federal Research Centre for Cultivated Plants, Institute for Plant Protection in Fruit Crops and Viticulture, Dossenheim, Germany, phytoplasmahttps://www.plantbiosecuritydiagnostics.net.au/resource-hub/priority-pest-diagnostic-resources/
- Taghizadeh, M. & Salehi, M. (2002) Leafhoppers of subfamily Typhlocybinae found on almond (*Prunus amygdalus*) in Fars province. In: Proceedings, 15th Iranian Plant Protection Congress, pp. 92–93, 2002, Kermanshah, Iran.

- Verdin, E., Salar, P., Danet, P., Danet, J. L., Chouiri, E., Jreijiri, F., El Zammar, S., Gelie, B., Bove', J. M. & 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. Doi.org/: 10.1099/ij.s.0.02453-0
- Verdin, E., Salar, P., Danet, P., Danet J. L., Gelie, B., Bove', J. M., Garnier, M., Chouiri, E., Jreijiri, F. & El Zammar, S. (2002) Phylogenetical Characterization and PCR Detection of a New Phytoplasma in Almond (*Prunus amygdalus*) and Peach (*Prunus*

- Persicae) in the Mediterrsnen Area. *Acta Horticulture*, 657. Doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.657.86
- Zirak, L., Bahar, M. & Ahoonmanesh, A. (2009a) Characterization of phytoplasmas associated with almond diseases in Iran. *Journal of Phytopathology*, 157, 736–741. doi.org/10.1111/j.1439-0434.2009.01567.x
 - Zirak, L., Bahar, M. & Ahoonmanesh, A. 2009b. Molecular characterization of phytoplasmas related to peanut witches' broom and stolbur groups infecting plum in Iran. *Journal of Plant Pathology*, 91, 713–716.
 - Zirak, L., Bahar, M. & Ahoonmanesh, A. 2010a. Molecular characterization of phytoplasmas associated with peach diseases in Iran. *Journal of Phytopathology*, 157 (11), 736–741. doi.org/10.1111/j.1439-0434.2009.01585.x
 - Zirak, L., Bahar, M. & Ahoonmanesh, A. 2010b. Characterization of phytoplasmas related to 'Candidatus Phytoplasma asteris' and peanut WB group associated with sweet cherry diseases in Iran. *Journal of Phytopathology*, 158 (1), 63–5. doi.org/10.1111/j.1439-0434.2009.01566.x
 - Zirak, L., Khakvar, R., Zarrini, G. & Hasanpour, K. 2021. Detection and molecular characterization of phytoplasmas associated with stone fruit trees in northwest of Iran. *Crop Protection*, 142, 105526. doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105526



**Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education & Extension Organization
Iranian Research Institute of Plant Protection**

Phytoplasma disease of stone fruits Symptomes, Pathogen, Vector, Mangment

Maryam Ghayeb Zamharir

Iranian Research Institute of Plant Protection

Registration No.

66487

2024