

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
معاونت آموزش و ترویج کشاورزی

# بیماری آتشک درختان میوه دانه‌دار

## تشخیص و کنترل بیماری

نویسندگان:

نیکروز باقری

ابوالقاسم قاسمی

۱۴۰۰

سرشناسه	: باقری، نیکروز، ۱۳۶۰-
عنوان و نام پدیدآور	: بیماری آتشک درختان میوه دانه‌دار: تشخیص و کنترل بیماری/ نویسنده نیکروز باقری، ابوالقاسم قاسمی؛ ویراستار ترویجی سعیده اجاقی، نصیبه پورفاتیح؛ تهیه شده در معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی.
مشخصات نشر	: تهران : سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۴۸ ص: مصور (رنگی)، جدول.
شابک	: رایگان. ۳-۸۳۲-۵۲۰-۹۶۴-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: آتشک
موضوع	: Fire-blight
موضوع	: میوه‌ها -- بیماری‌ها و آفت‌ها
موضوع	: Fruit -- Diseases and pests
شناسه افزوده	: قاسمی، ابوالقاسم، ۱۳۴۹-
شناسه افزوده	: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت آموزش و ترویج کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی
شناسه افزوده	: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی
رده بندی کنگره	: SB۷۴۱
رده بندی دیویی	: ۶۳۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۵۸۶۷۲۴
وضعیت رکورد	: فیبا

ISBN: 978-964-520-832-3

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۸۳۲-۳



**عنوان:** بیماری آتشک درختان میوه دانه‌دار: تشخیص و کنترل بیماری  
**نویسندگان:** نیکروز باقری و ابوالقاسم قاسمی  
**مدیر داخلی:** شیوا پارسانیک  
**ویراستاران ترویجی:** سعیده اجاقی، نصیبه پورفاتیح  
**تهیه شده در:** معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی  
**ناشر:** نشر آموزش کشاورزی  
**شمارگان:** ۱۰۰۰ جلد  
**نوبت چاپ:** اول، ۱۴۰۰  
**قیمت:** رایگان  
**مسئولیت درستی مطالب با نویسندگان است.**

شماره ثبت در مرکز فن آوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۹۴۳۳ به تاریخ ۱۴۰۰/۰۱/۲۸ است.

نشانی: تهران، خیابان آزادی، بین نواب و رودکی، پلاک ۲۰۵، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی

تلفکس: ۶۶۴۳۰۴۶۴

تلفن: ۶۶۴۳۰۴۶۵

کدپستی: ۱۴۵۷۸۹۶۶۸۱

## مخاطبان

- ◆ باغداران درختان میوه دانه‌دار،
- ◆ کارشناسان
- ◆ مروجان پهنه‌های تولیدی

## اهداف آموزشی

- ◆ شما پس از مطالعه این دستنامه با بیماری آتشک و علائم آن، روش‌های مرسوم تشخیص بیماری آتشک، روش‌های نوین تشخیص بیماری آتشک و روش‌های کنترل این بیماری آشنا می‌شوید.



۹.....	مقدمه.....
۱۱.....	عوامل انتشار بیماری آتشک.....
۱۲.....	شانکرها.....
۱۲.....	ترشحات باکتریایی (اوز).....
۱۲.....	باران.....
۱۳.....	حشرات و پرندگان.....
۱۳.....	انسان.....
۱۴.....	علائم بیماری آتشک.....
۱۵.....	بلایت شکوفه.....
۱۶.....	بلایت تنه، شاخه و سرشاخه.....
۱۸.....	بلایت برگ.....
۱۹.....	بلایت میوه.....
۲۰.....	بلایت شانکر.....
۲۱.....	بلایت تراما.....
۲۱.....	بلایت پایه.....
۲۲.....	روش‌های تشخیص بیماری آتشک.....
۲۲.....	روش‌های مستقیم تشخیص بیماری آتشک.....
۲۵.....	روش‌های تشخیص غیرمستقیم بیماری آتشک.....
۳۱.....	روش‌های کنترل بیماری آتشک.....
۳۱.....	پیش آگاهی.....
۳۳.....	احداث باغ جدید.....
۳۳.....	استفاده از ارقام مقاوم به بیماری آتشک.....
۳۴.....	قرنطینه.....
۳۵.....	تغذیه مناسب درختان.....
۳۵.....	مبارزه با حشرات ناقل.....
۳۷.....	هرس درختان آلوده.....
۳۸.....	ریشه کنی درختان آلوده.....
۳۸.....	کنترل شیمیایی بیماری آتشک.....
۴۶.....	کنترل بیولوژیکی بیماری آتشک.....
۴۶.....	مدیریت تلفیقی بیماری.....





## مقدمه

درختانه میوه دانه‌دار (سیب، به و گلابی) در بین درختان میوه مناطق معتدل جهان از جایگاه اقتصادی و تجاری ویژه‌ای برخوردار هستند. در حال حاضر بیماری آتشک یکی از شدیدترین و مخرب‌ترین بیماری‌های این درختان در ایران و بسیاری از کشورهای جهان محسوب می‌شود. در حال حاضر این بیماری در هر پنج قاره گزارش شده و خسارت‌های هنگفتی نیز در تولید میوه‌های دانه‌دار در سطح جهان و همچنین ایران ایجاد نموده است. مطابق گزارش‌های منابع مختلف، این بیماری سالیانه بین ۲۰ تا ۸۰ درصد خسارت به محصول وارد می‌کند. بعد از یک شرایط آب و هوایی مساعد برای رشد باکتری در طول دوره گل‌دهی، محصول به شدت کاهش یافته و در بعضی موارد به‌طور کامل از بین می‌رود. در سال بعد به‌علت خسارت به مهمیزها و سرشاخه‌های جوان میزان تولید تحت تأثیر قرار می‌گیرد. این بیماری در درختان حساس به آلودگی، به شدت در تمام درخت گسترش می‌یابد

و با یک بار آلودگی و مشاهده علائم، نمی‌توان درخت را حتی با حذف آلودگی حفظ کرد و در مدت کوتاهی درخت از بین می‌رود. تاکنون در کشور از روش‌های گوناگونی برای کنترل این بیماری از جمله اقدامات زراعی، روش‌های بیولوژیکی و شیمیایی استفاده شده است. با این حال، پژوهش‌ها نشان داده که این روش‌ها در شرایط غیرآپیدمی حدود ۴۰ درصد نتیجه‌بخش بوده‌اند. بنابراین تشخیص به‌موقع بیماری و به‌ویژه پیش از شیوع می‌تواند بهترین راه‌کار برای کاهش خسارت‌ها و کنترل بهتر بیماری باشد.

## عوامل انتشار بیماری آتشک

بیماری آتشک یک بیماری باکتریایی با مشخصات زیر است:

◀ این بیماری موجب نکروز شدن بافت‌های میزبان شده و به تدریج با گسترش آن، موجب تخریب تمام بافت‌های گیاه میزبان می‌شود.

◀ معمولاً علائم بیماری در فصل بهار ظاهر شده و عامل بیماری برگ‌ها را آلوده می‌کند؛ سپس برگ‌ها نکروزه و خشک می‌شوند.

◀ باکتری عامل بیماری در حاشیه شانکرهای تنه و سرشاخه زمستان‌گذرانی می‌کند.

◀ توده باکتری از طریق فشار به شکاف‌ها و مجاری سطح پوست با تشکیل اوز باکتریایی به بیرون هدایت می‌شود.  
◀ حشرات (زنبورها، مورچه‌ها، مگس‌ها، شته‌ها و سوسک) جذب این ترشحات شده و باکتری به بدن آن‌ها چسبیده و به شکوفه‌های باز شده منتقل می‌شود.

◀ این بیماری در مناطقی که در فصل بهار و زمان شکوفه‌دهی میانگین دمایی بالای ۱۸ درجه سانتی‌گراد است و رطوبت نسبی بالا است یا بارندگی اتفاق می‌افتد، شیوع پیدا می‌کند.

در ادامه به عوامل انتشار بیماری آتشک پرداخته می‌شود:

## شانکرها

منبع اولیه انتشار باکتری، اندام‌های آلوده باقی مانده از دوره قبل و شانک‌هایی هستند که باکتری در آن‌ها زمستان‌گذرانی می‌کند. شانک‌هایی که از آن‌ها در شرایط رطوبتی مناسب شیرابه باکتری تراوش می‌کند، موجب جلب حشرات و پخش باکتری به سطح اندام‌های مختلف درخت به ویژه گل‌ها می‌شود.

## ترشحات باکتریایی (اوز)

ترشحات باکتریایی یا اوز، پلی‌ساکارید چسبنده و غلیظی است که برای انتشار ثانویه آتشک بسیار مناسب است. وجود اوز همراه با هوای گرم و بارندگی، شرایط ایده‌آلی را برای انتشار ثانویه آلودگی به گل‌های دیگر یا سرشاخه‌ها فراهم می‌کند. پس از نفوذ باکتری به درون گل‌ها و تکثیر در فضاهای بین سلولی، ابتدا علائم آب‌سوختگی نمایان شده و پس از مدت کوتاهی، قطرات کوچک اوز روی دم‌گل ظاهر می‌شوند.

## باران

باران به آسانی باکتری‌ها را از شانک‌ها پخش نموده، و موجب انتشار اولیه و ثانویه باکتری به گل‌ها و شاخه‌ها می‌شود. برای پراکنده شدن باکتری‌ها از سطح شانکر، وجود ترشحات باکتریایی الزامی نیست.

## حشرات و پرندگان

حشراتی چون زنبورها، شته‌ها، پسیل گلابی، سن‌ها، زنجره‌ها و مگس‌ها در انتشار اولیه و ثانویه بیماری دخیل هستند. رفتار طبیعی و تحرک حشرات تغذیه‌کننده گرده یا شهد، باعث آلودگی کلالة به پاتوژن (عامل بیماری‌زا) و انتشار بعدی آن به گل‌های دیگر می‌شود. شکم حشرات در هنگام فعالیت روی گل‌ها در تماس با سطوح کلالة قرار می‌گیرد و این موضوع امکان انتقال بیماری را افزایش می‌دهد. زنبورها، پنجه‌ها و موهای سخت و محکمی دارند که می‌توانند جراحات میکروسکوپی به بافت وارد نموده و امکان ورود باکتری به داخل بافت گیاه را فراهم سازند. در بررسی‌ها مشاهده شده که تا ۸ روز پس از آلودگی مصنوعی پرندگان، امکان جداسازی باکتری از فضله آن‌ها وجود دارد. بنابراین به نظر می‌آید پرندگان توانایی انتقال بیماری به دوردست‌ها را داشته باشند.

## انسان

انسان می‌تواند با جابه‌جا نمودن پایه‌ها، پیوندک‌ها، ابزارهای هرس و جعبه‌های آلوده به باکتری نقش مهمی در انتشار آتشک داشته باشد.

## علائم بیماری آتشک

رایج‌ترین نام این بیماری آتشک یا فایربلایت است، زیرا قسمت‌های آلوده گیاه ظاهری آتش گرفته و سوخته دارند (شکل ۱). بر اساس بررسی‌های انجام شده در ایران، علائم بیماری عمدتاً به صورت سوختگی شکوفه، برگ، میوه و سوختگی و عصایی شدن سرشاخه، و شانکر است. شدت علائم آتشک بسته به میزان و شرایط آب و هوایی متنوع است. عموماً گلابی نسبت به سیب حساس‌تر است. شرایط آب و هوایی چون درجه حرارت گرم و باران یا رطوبت زیاد، گیاهان در حال شکوفه‌دهی را مستعد به آلودگی می‌کند.



شکل ۱- درخت آلوده به بیماری آتشک

بر اساس اندام‌های مورد حمله بیماری یا بافت تحت تأثیر، علائم بیماری ممکن است بلایت شکوفه، شاخه، میوه، تنه، طوقه، ریشه و پایه خوانده شود. در ادامه این مبحث به این نوع بلایت‌ها پرداخته می‌شود.

### بلایت شکوفه

علائم بیماری آتشک در فصل بهار روی شکوفه‌ها ظاهر می‌شود. شکوفه‌های آلوده، پژمرده، چروکیده و آب‌سوخته شده، رنگ آن‌ها قهوه‌ای مایل به سیاه می‌شود (شکل ۲). شکوفه‌ها گاهی دچار ریزش می‌شوند، اما معمولاً خشک شده و با ظاهری سوخته روی درخت باقی می‌مانند که یکی از نشانه‌های اصلی در تشخیص درختان آلوده از فاصله دور است. سپس عامل بیماری دم‌گل را نیز آلوده می‌کند. دم‌گل‌های آلوده ابتدا به صورت آب‌سوخته، سبز تیره بوده و بالاخره به رنگ قهوه‌ای تا سیاه در می‌آیند که در شرایط گرم و مرطوب، تراوشات باکتریایی از آن خارج می‌شود. با توسعه بیماری دم‌برگ‌ها، ساقه‌های گل و میوه‌ها به تدریج آب‌سوخته و سیاه می‌شوند. این فاز از بیماری بسیار مهم است، زیرا جمعیت و فعالیت باکتری بسیار بالاست، همچنین حشرات از بسیاری از این گل‌ها تغذیه می‌نمایند. در نتیجه، آلودگی شکوفه به شکوفه درختان دیگر به سرعت در سطح باغ‌ها توسعه می‌یابد.



شکل ۲- بلایت شکوفه سیب (قهوه‌ای مایل به سیاه شدن شکوفه)

### بلایت تنه، شاخه و سرشاخه

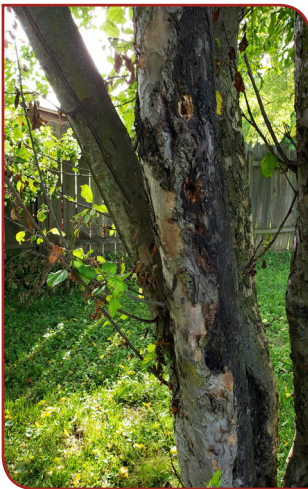
بعد از شکوفه‌ها، پاجوش‌ها و سرشاخه‌های جوان حساس‌ترین بخش‌های گیاه نسبت به بیماری آتشک هستند. علائم بلایت شاخه بسیار شبیه بلایت شکوفه است، جز آن‌که آلودگی بسیار سریع‌تر توسعه می‌یابد. علائم مشخصه این فاز از بیماری، چروکیدگی، سیاه شدن و در نهایت عصایی شدن شاخه‌های ترد و آبدار است (شکل ۳). این علائم روی درختان جوان به خوبی دیده می‌شود. علامت سرعصایی در فصل بهار پس از ۴ هفته و در فصل تابستان در مدت ۲ هفته روی سرشاخه‌ها ظاهر می‌شود. چنانچه در این مرحله شاخه‌های بلایت زده هرس و سپس امحاء نشوند، هرشاخه آلوده می‌تواند به خودی خود موجب مرگ یک شاخه بزرگ‌تر بشود. اولین علامت بلایت تنه خروج اوز و گاهی وجود ترک‌ها و شکاف‌های قابل دیدن در پوست است. در درختانی با تنه



حساس به آتشک، آلودگی در عرض چند ماه به سرعت از تنه درخت شروع شده (شکل ۴) و به سمت بازوها توسعه پیدا می‌کند که نتیجه آن مرگ حتمی درخت است.



شکل ۳- سرعصایی شدن شاخه درخت در اثر بیماری آتشک



شکل ۴- شانکر تنه و سوختگی شاخه درخت

## بلایت برگ

برگ‌ها با ورود باکتری‌ها از طریق مهمیز به رگ‌برگ میانی آلوده می‌شوند. سپس برگ‌ها پژمرده، چروکیده و سپس سیاه رنگ می‌شوند. اغلب در طول کل فصل، برگ‌های آلوده متصل به ساقه آلوده باقی می‌مانند (شکل ۵). دم‌برگ‌ها نسبت به آلودگی بسیار حساس بوده، و اغلب وجود آلودگی سبب سیاه شدن دم‌برگ و رگ‌برگ میانی برگ می‌شود. پس از ورود اولیه، باکتری وارد رگ‌برگ‌ها شده و در سراسر شاخه گسترش می‌یابد. در شرایط مرطوب، ترشحات باکتریایی با ساختار نخ‌شکل روی دم‌برگ، نوک شاخه‌ها و میوه تولید می‌شود که این تراوشات، حاوی میلیون‌ها باکتری است.



شکل ۵- بلایت برگ

## بلایت میوه

معمولاً بلایت میوه در میوه‌های نارس دیده می‌شود. میوه‌های آلوده مانند شکوفه‌ها، قهوه‌ای تا سیاه و چروکیده می‌شوند، متصل به مهمیز باقی می‌مانند و در نهایت ظاهر مومیایی می‌گیرند (شکل ۶). ولی اگر بعداً آلوده شوند لکه‌های قرمز، قهوه‌ای یا سیاه در حال پیشروی را نشان می‌دهند. از میوه‌های آلوده در اثر آب و هوای گرم و مرطوب، قطرات اوز باکتریایی چسبنده خارج می‌شود. میوه‌های آلوده در سیب به‌صورت آب‌سوخته قرمز رنگ و در گلابی به شکل سبز تیره با حاشیه آب‌سوخته ظاهر می‌شوند.



شکل ۶- بلایت میوه گلابی

## بلایت شانکر

در میزبان‌های حساس، بیماری از طریق شکوفه‌ها، شاخ‌ساره‌ها، حتی میوه‌ها به سمت پایین و شاخه‌های مسن و بزرگتر و حتی تنه اصلی درخت گسترش یافته و سبب ایجاد شانکر می‌شود (شکل ۷). علائم شانکرها به شرح زیر است:

- ▶ شانکرها علائم پوست مرده به رنگ قهوه‌ای هستند که روی شاخه‌های بزرگ و تنه اصلی ظاهر می‌شوند.
- ▶ علائم اولیه شانکرها به صورت نواحی آب‌سوخته روی پوست سبز حاشیه شانکرها است.

- ▶ شانکرها از لحاظ اندازه متفاوت هستند. به‌طور معمول اندازه شانکرها روی شاخه‌های جوان به قطر یک سانتی‌متر، بین ۳-۸ میلی‌متر و روی شاخه‌های بزرگتر بین ۵-۲ سانتی‌متر است.
- ▶ در اوایل فصل از شانکرها که به عنوان محل زمستان‌گذاری باکتری‌ها محسوب می‌شوند، تراوشات باکتریایی روی پوست و در طول تنه جریان می‌یابد.



شکل ۷- بلایت شانکر

## بلایت تراما

در اثر نوسانات ناپایدار جوی چون بارش تگرگ، یخ‌زدگی، بارندگی‌های توام با وزش باد، طوفان‌های سهمگین، وقوع عارضه سرمازدگی و نیز تنش‌های مختلف فیزیولوژیکی، شاخه‌ها و برگ‌های درختان دچار زخم‌ها و شکستگی‌های فراوان شده که منجر به نوعی آلودگی به نام بلایت تراما می‌شود. در این حالت، مکانیزم‌های دفاع طبیعی در این بافت‌ها غیرفعال شده و باعث بروز آلودگی می‌شود. در اثر عوارض ترامایی، باکتری عامل آتشک درون اندام‌های آسیب‌دیده نفوذ کرده و موجب پیدایش علائم بلایت تراما می‌شود. اهمیت این فاز از بیماری در آن است که آلودگی‌ها محدود به یک یا چند درخت نمی‌شود بلکه همه ارقام حساس و مقاوم را دربرمی‌گیرد و همچنین توسعه بیماری بسیار سریع و گسترده است. شدت تراما، تعیین‌کننده شدت آلودگی‌هاست.

## بلایت پایه

مرحله دیگری از بیماری آتشک که اخیراً شناخته شده است، بلایت پایه نام دارد. این نوع بلایت روی پایه‌های خیلی حساس به بیماری بروز می‌کند. آلودگی تنها تعدادی از شاخه‌های جوان یا شکوفه‌ها روی پایه می‌تواند موجب حرکت سیستمیک باکتری‌ها به طرف پایه شود. این فاز یکی

از خطرناک‌ترین فازهای بیماری آتشک محسوب می‌شود، زیرا در این حالت شانکر بیشتر روی پایه ایجاد می‌شود و دور تا دور پایه را در بر می‌گیرد. این درختان عموماً علائم زوال و مرگ زودرس را در اواسط تا اواخر فصل نشان می‌دهند، هر چند که ممکن است تا بهار سال بعد نیز این علائم ظاهر نشوند.

## روش‌های تشخیص بیماری آتشک

تاکنون روش‌های زیادی برای ردیابی و شناسایی باکتری عامل بیماری آتشک به کار گرفته شده است. امروزه روش‌های تشخیص بیماری آتشک به دو دسته روش‌های مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌شود؛ که در ادامه به توضیح این دو روش به صورت مجزا پرداخته می‌شود.

## روش‌های تشخیص مستقیم بیماری آتشک

روش‌های تشخیص مستقیم بیماری آتشک، معمولاً روش‌های مولکولی هستند که با انجام آزمون‌های آزمایشگاهی، بیماری را از وجود باکتری روی نمونه تشخیص می‌دهند. از جمله این روش‌ها عبارتند از:

### محیط کشت نیمه انتخابی

اولین روش برای ردیابی و شناسایی باکتری‌ها، استفاده از محیط‌های کشت است. برای شناسایی باکتری از سایر

میکروارگانیزم‌ها در نمونه‌های مشکوک گیاهی، از محیط‌های نیمه انتخابی آگار استفاده شده است. به‌طور متداول باکتری آتشک توسط رشد روی محیط کشت آگار نیمه انتخابی و افتراقی ردیابی می‌شود.

محیط‌های کشت با وجود دقت زیاد در تشخیص، دارای معایبی نیز هستند از جمله:

◀ این روش ردیابی وقت‌گیر است و نیاز به جداسازی و خالص‌سازی باکتری دارد.

◀ در مواقعی که جمعیت باکتری به خاطر آلودگی نهفته پایین است و همچنین برای نمونه‌های گیاهی پژمرده و چروکیده، تأثیر کمتری دارد.

◀ روی برخی از این محیط‌ها، باکتری‌های دیگر از نظر رنگ یا شکل کلونی، شبیه باکتری آتشک هستند.

### روش‌های سرولوژیکی

روش‌های سرولوژیکی به عنوان ابزار شناسایی برای باکتری‌های بیماری‌زای گیاهی به کار رفته است. این روش‌ها برای شناسایی سریع باکتری‌ها در سطح وسیع و بررسی تعداد زیادی نمونه بسیار مناسب هستند. موفقیت روش‌های سرولوژیکی به نوع اختصاصیت و کیفیت آنتی‌بادی، بستگی دارد. چند روش زیر برای شناسایی این باکتری به کار گرفته شده است:

### آزمون آگلوتیناسیون (SA)

این آزمون یک روند ساده، سریع، تقریباً گران، دقیق و مطمئن برای تشخیص بیماری آتشک است. این روش بر اساس هم‌وزنی آنتی‌ژن‌های مقاوم به حرارت باکتری است. آزمون‌های اضافی برای شناسایی دقیق توصیه می‌شود. از معایب آزمون نیاز به کشت خالص است.

### آزمون ایمونوفلوئورسانس (IF)

این آزمون یک روش استاندارد برای ردیابی باکتری‌ها در محیط پیچیده است. در این روش سلول‌های نشان‌دار باکتری توسط میکروسکوپ مشاهده شده و امکان بررسی شکل و اندازه سلول باکتری فراهم می‌شود.

### آزمون الیزا

روش‌های زیادی از الیزا برای ردیابی باکتری استفاده شده است. این روش نسبت به روش ایمونوفلوئورسانس ترجیح داده می‌شود، زیرا این روش سریع، دقیق است و ارزیابی نتایج به صورت خودکار انجام می‌شود. در مواقعی که آنتی‌بادی‌های خیلی اختصاصی استفاده شود یا جمعیت باکتری در بافت گیاهی زیاد باشد، حساسیت پایین الیزا یک محدودیت برای ردیابی باکتری است. بنابراین برای نشان دادن گیاهان بدون علائم آشکار و یا علائم غیرمعمول روش‌های دقیق‌تری مورد نیاز است.



## روش واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (PCR)

روش واکنش زنجیره‌ای پلیمرز از تکثیر یک قسمت DNA سلول برای تشخیص بیماری استفاده می‌کند. این روش بسیار دقیق است و امکان تشخیص بیماری پیش از شیوع را دارد؛ اما انجام آزمایش‌ها وقت‌گیر و مخرب بوده، همچنین هزینه زیادی در بردارد.

به‌طور کلی می‌توان گفت روش‌های ذکر شده برای تشخیص بیماری، همگی مخرب، زمان‌بر، و هزینه‌بر است. از طرفی اغلب روش‌های ذکر شده قابلیت تشخیص بیماری در صورت آلودگی کم نمونه و یا پیش از شیوع بیماری را ندارد. بنابراین، نیاز به روش‌های سریع‌تر با دقت بیشتر و هزینه کمتر برای تشخیص بیماری‌های گیاهی به ویژه در مراحل اولیه آلودگی ضروری است.

## روش‌های تشخیص غیرمستقیم بیماری آتشک

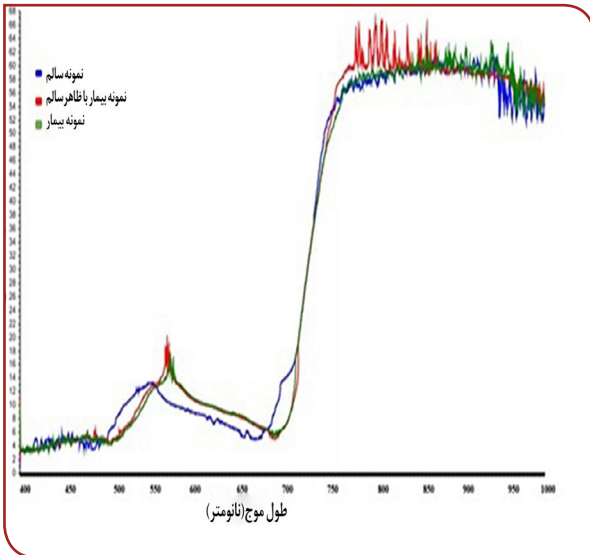
روش‌های تشخیص غیرمستقیم روش‌هایی هستند که وجود آلودگی یا بیماری گیاه را به‌طور غیرمستقیم با اندازه‌گیری پارامترهایی که بیماری باعث تغییر آن‌ها می‌شود، تشخیص می‌دهند. این روش‌ها معمولاً غیرمخرب هستند و از نظر اینکه آسیبی به بافت گیاه نمی‌زنند نسبت به روش‌های مستقیم برتری دارند. برخی از این روش‌ها عبارت‌اند از:

## طیف‌سنجی

در سال‌های اخیر از روش طیف‌سنجی برای تشخیص بیماری‌های گیاهی استفاده می‌شود. در این روش بازتاب طیفی نمونه‌های برگ با استفاده از دستگاه طیف‌سنجی ثبت و با تجزیه و تحلیل نمودارهای طیفی، سلامت یا بیمار بودن گیاه تعیین می‌شود (شکل ۸). از مزایای این روش می‌توان به مخرب نبودن، سرعت و دقت بالای تشخیص اشاره کرد. همچنین در این روش امکان شناسایی بیماری‌های گیاهی در مراحل اولیه شیوع وجود دارد. از محدودیت‌های این روش می‌توان به کمبود دستگاه‌های طیف‌سنجی و قیمت بالای دستگاه‌های طیف‌سنجی اشاره کرد. با این حال هزینه انجام آزمایش در این روش، از روش‌های تشخیصی مستقیم ارزان‌تر است. در شکل (۹)، تفاوت بازتاب طیفی برگ‌های سالم، برگ‌های بیمار و برگ‌های بیمار با ظاهر سالم نشان داده شده است. بر اساس تفاوت رفتار طیفی برگ‌ها در طول موج‌های گوناگون، می‌توان درختان سالم و بیمار را با دقت بالا تفکیک کرد.



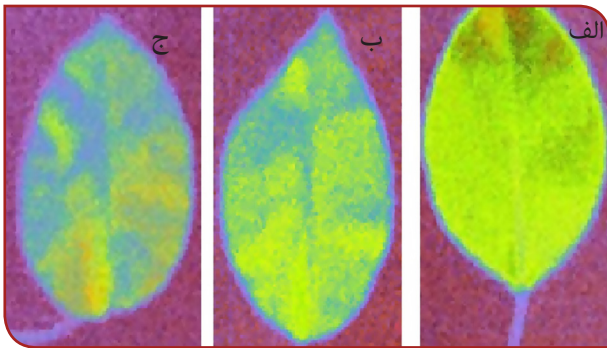
شکل ۸- تشخیص بیماری آتشک با استفاده از دستگاه طیف‌سنج



شکل ۹- بازتاب طیفی برگ‌های سالم، و آلوده به آتشک درختان گلابی

## تصویربرداری طیفی

روش نوین دیگر برای تشخیص بیماری‌های گیاهی، روش تصویربرداری چندطیفی و فراطیفی است. در این روش از دوربین‌های چندطیفی/فراطیفی که معمولاً در محدوده طیفی نور مرئی و مادون قرمز نزدیک کار می‌کنند، برای تشخیص بیماری استفاده می‌شود. در شکل (۱۰)، تصاویر چندطیفی برگ‌های سالم و بیمار درخت گلابی نشان داده شده است. در این شکل، نمونه‌های برگ سالم و آلوده به بیماری آتشک، تصویر طیفی متفاوتی دارند.



شکل ۱۰- تصویر چندطیفی نمونه‌های برگ (الف: سالم، ب: بیمار، ج: بیمار با ظاهر سالم)

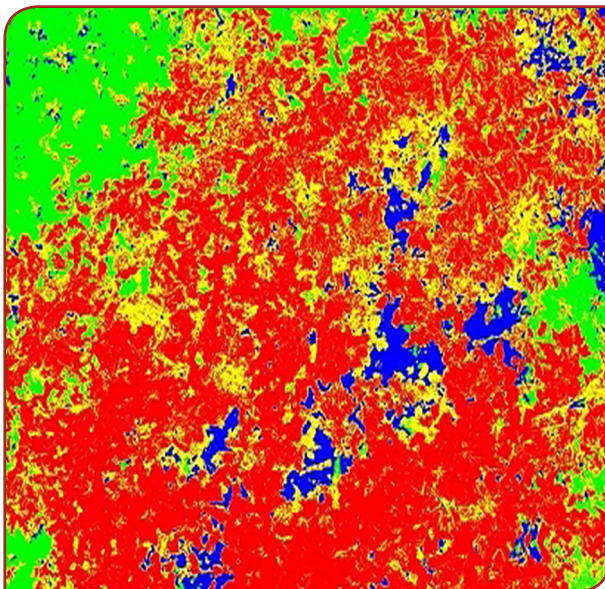
## تصویربرداری هوایی با پهپاد

در چندسال اخیر استفاده از پهپادها برای تصویربرداری هوایی از باغ و تشخیص بیماری‌ها در حال افزایش است. معمولاً برای بازدید هوایی باغ از دوربین‌های مرئی استفاده می‌شود، اما اگر هدف از تصویربرداری تشخیص زودهنگام بیماری پیش از شیوع باشد، از دوربین‌های چندطیفی یا فراطیفی استفاده می‌شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- کاربرد پهپاد برای تصویربرداری چندطیفی هوایی از تاج درختان آلوده به بیماری آتشک

این روش تشخیصی دارای مزایایی از جمله سرعت در تشخیص بیماری، و امکان تشخیص بیماری در سطح وسیع است. اما به علت نوین بودن این روش، تجهیزات و نرم‌افزارهای لازم هنوز محدودیت دارد. در شکل (۱۲)، نقشه هوایی تهیه شده از تاج یک درخت گلابی نشان داده شده است. در این شکل، بخش‌های آلوده درخت قابل تشخیص است.



سالم      سایه      خاک      آلوده به آتشک

شکل ۱۲- تاج درخت گلابی آلوده به بیماری آتشک

## روش‌های کنترل بیماری آتشک

روش‌های کنترل بیماری آتشک به شرح زیر است:

### پیش‌آگاهی

مؤثرترین راه برای کنترل آتشک، پیش‌آگاهی و پیش‌بینی زمان وقوع بیماری و اقدام مناسب برای کنترل آن است. از آنجا که وقوع بیماری و شدت آن در میزبان‌ها، ارقام، مناطق و زمان‌های مختلف متغیر است، در طراحی سیستم‌های پیش‌آگاهی به نقش عوامل آب و هوایی در بروز ناگهانی آتشک توجه زیادی شده است.

در حال حاضر سیستم‌های پیش‌آگاهی براساس ثبت درجه حرارت و رطوبت در دوران شکوفه‌دهی عمل می‌کنند. به عنوان مثال یک سیستم‌های پیش‌آگاهی وجود دارد که بر اساس رابطه بین ظهور باکتری‌ها روی شکوفه‌های گل‌ابی و میانگین درجه حرارت روزانه باغ، زمان بروز بیماری آتشک را پیش‌بینی می‌کند. براساس مدل ارائه‌شده سمپاشی با باکتری‌کش‌ها در سطح باغ از اوایل شکفتن شکوفه‌ها شروع شده و اغلب تا ۱۵ بار در هر فصل تکرار می‌شود. ظهور اولین باکتری‌ها در طول فصل شکوفه‌دهی زمانی اتفاق می‌افتد که میانگین درجه حرارت روزانه از خط مبنای حرارتی بیشتر

باشد. خط مبنای حرارت خطی است که از دمای ۱۷ درجه سلسیوس در ۱۰ اسفند تا دمای ۱۴ درجه سلسیوس در ۱۰ اردیبهشت کشیده شده است. کاربران این مدل، استفاده از باکتری‌کش‌ها را از زمان فرارسیدن اولین روزی که حرارت متوسط از حرارت این خط پیش‌بینی در روز مربوطه تجاوز کند، شروع نموده و بر اساس یک جدول زمانی منظم سمپاشی را تا موقعی که هنوز شکوفه‌ای در باغ وجود دارد، ادامه می‌دهند. یکی از آسان‌ترین، دقیق‌ترین و جامع‌ترین سیستم‌های پیش‌آگاهی دنیا، سیستم مری‌بلایت است. این مدل به صورت یک برنامه رایانه‌ای طراحی شده است. در مدل مری‌بلایت، مبنای پیش‌بینی روزهای خطر بروز بیماری، دمای تجمعی بالای ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت اندک در طول شکوفه‌دهی است. همچنین، سیستم مری‌بلایت خطر آلودگی را به صورت کیفی و به چهار حالت ضعیف، متوسط، بالا و شدید تعیین می‌کند. سیستم‌های رایانه‌ای متنوع پیش‌آگاهی این مدل قادر به پیشگویی وقوع انواع آلودگی‌های آتشک شامل بلایت شکوفه، شانکر و بلایت شاخه است.



## احداث باغ جدید

در احداث باغ جدید باید موارد زیر را مدنظر داشت:

- از مخلوط کاری ارقام مختلف و نیز کاشت درختان در بین و یا داخل ردیف‌ها در باغ‌های جدید خودداری کنید. کشت مختلط باعث متفاوت شدن زمان گل‌دهی، طولانی شدن مدت دوره فعالیت باکتری و ناقل در باغ، و در شرایط مناسب بیماری، باعث شیوع می‌شود. کاشت علوفه و یا محصولاتی نظیر سبزی و صیفی در بین درختان، باعث افزایش رطوبت نسبی، فعالیت زیاد ناقلین و شدت بیماری می‌شود.
- انتخاب مناطق دارای زهکشی خوب برای احداث باغ، درو گیاهان پوششی زیر درختان برای کاهش جمعیت حشرات، انهدام پاجوش‌های اطراف درختان و جوانه‌های روییده در پایه آن‌ها و حفظ اسیدیته خاک در حد ۵/۶-۵/۵ توصیه می‌شود.

## استفاده از ارقام مقاوم به بیماری آتشک

استفاده از گیاهان مقاوم به بیماری آتشک، یکی از مؤثرترین، کم‌هزینه‌ترین و سالم‌ترین روش‌ها برای مبارزه با بیماری آتشک است. میزان تولید اقتصادی، ذائقه مصرف‌کننده و نوع رقم از محدودیت‌های استفاده از ارقام مقاوم است. ارقام سیب‌رد و گلدن دل‌یشز از مقاومت خوبی برخوردار بوده و نیاز به عملیات کنترلی زیادی ندارند. بیشتر

ارقام گلابی حساس به بیماری هستند و رقم درگزی از تحمل نسبتاً خوبی برخوردار بوده، اما دیررس است. آلودگی درختان پاکوتاه روی پایه‌های با حساسیت بالا ممکن است کل پایه را از بین ببرد. ارقام گلابی که دارای میوه‌های بسیار مرغوب و خوشمزه هستند، بیش‌ترین حساسیت را به این بیماری دارند.

### قرنطینه

راه مطمئن برای جلوگیری و یا به تعویق انداختن انتشار عامل بیماری به مناطق غیر آلوده، اعمال محدودیت و مقررات بهداشت گیاهی در واردات گیاهان و اندام‌های تکثیری به باغ‌ها و نهالستان‌ها است. سازمان حفظ نباتات اروپا واردات گیاهان میزبان را از کشورهای با خطر آلودگی در سال ۱۹۹۰ ممنوع کرد. برای جلوگیری از واردات و انتشار عامل بیماری از یک منطقه آلوده به مناطق عاری از بیماری، قوانینی تحت شرایط قرنطینه داخلی و خارجی به‌کار برده می‌شود. جلوگیری از واردات میوه، پیوندک، نهال و سایر اندام‌های گیاهان خانواده گل سرخیان از کشورها و مناطق آلوده از مؤثرترین مقررات قرنطینه است. در صورت ورود نهال‌های درختان میوه دانه‌دار بدون گواهی بهداشت، باید از کاشتن این نهال‌ها در مجاورت باغ‌های قدیمی جلوگیری کرد. ممکن است میوه سیب و گلابی به باکتری عامل بیماری آلوده باشد

و میوه به‌عنوان یک عامل پراکنش بیماری به نواحی عاری از آلودگی محسوب شود. در این خصوص، فرو بردن میوه‌ها در محلول کلرید بنزالکونیوم روشی برای اعمال قرنطینه است.

### تغذیه مناسب درختان

استفاده از کودهایی که باعث افزایش یا کاهش رشد درختان می‌شود روی توسعه بیماری آتشک تأثیرگذار است. هر روش زراعی که باعث رشد رویشی درختان شود، آن‌ها را نسبت به بیماری آتشک حساس و آسیب‌پذیر می‌کند؛ چرا که بافت‌های جوان و با سرعت رشد بیشتر نسبت به بافت‌های با رشد کمتر، به آلودگی حساس‌تر هستند. درختان ضعیف، و درختان پرشاخ و برگ در اثر مصرف زیاد کودهای ازت، به بیماری آتشک حساس‌تر هستند. بنابراین استفاده از مواد تغذیه‌ای باید به‌اندازه و براساس تجزیه خاک و برگ و در زمان مناسب صورت گیرد.

### مبارزه با حشرات ناقل

طیف گسترده‌ای از حشرات بالدار و خزننده همچون مورچه‌ها، شته‌ها، زنجبرک‌های برگ‌گی، سن‌های گیاهی، پسیل گلابی و مگس‌ها به عنوان عامل انتقال اولیه آلودگی شناخته می‌شوند. فرآیند ایجاد آلودگی توسط حشرات ناقل و روش‌های مبارزه با آن‌ها به شرح زیر است:

◀ مگس‌ها و مورچه‌ها به تراوشات باکتریایی چسبیده و بدن آن‌ها به‌عنوان منابع آلودگی عمل می‌کند. مبارزه با حشرات قبل از باز شدن شکوفه‌ها، باعث کاهش احتمال انتقال بیماری می‌شود. پاشیدن روغن در فصل خواب درخت (زمستانه) از عوامل نسبتاً مؤثر در کنترل حشرات خزننده است. با این حال چنین اقدامی باعث ریشه‌کنی کامل حشرات در اوایل فصل و جلوگیری کامل از تلقیح اولیه درخت نمی‌شود؛ چرا که انتشار بیماری می‌تواند توسط باران نیز انجام شود.

◀ زنبورها از اوز باکتری تغذیه نمی‌کنند، اما در طول گرده افشانی می‌توانند آلودگی را از شکوفه آلوده به بخش‌های سالم منتقل کنند. بنابراین، زنبورها به‌عنوان عوامل انتقال اولیه مطرح نیستند، اما در توسعه آلودگی نقش دارند.

◀ حشرات مکند به‌ویژه شته‌ها، سن‌های گیاهی و پسیل گلابی از عوامل انتقال آلودگی‌ها به شاخه‌های رویشی هستند. این حشرات از شاخه‌های جوان و نرم درختان برای تغذیه استفاده می‌نمایند. در مورد کنترل حشرات برای جلوگیری از انتقال آتشک لازم است تا مبارزه مؤثرتر و شدیدتری در مقایسه با حشرات و آفات مضر دیگر درختان انجام شود. بدین معنی که در مبارزه با آفات نیازی به انهدام کامل یا نسبتاً شدید حشرات نیست ولی در مبارزه با ناقلین لازم است تا جمعیت حشرات ناقل بسیار کاهش داده شود تا احتمال بروز خطرات و انتقال بیماری به حداقل برسد.

## هرس درختان آلوده

با توجه به اینکه باکتری عامل بیماری آتشک در قسمت‌های آلوده درخت زمستان‌گذرانی می‌کند و شانکرها و شاخه‌های دارای علائم بلایت به عنوان منبع انتشار آلودگی در سال بعد است، بنابراین باید شانکرها حذف و درختان هرس شوند. دو نوع هرس برای کنترل بیماری آتشک وجود دارد: هرس زمستانه و هرس تابستانه. هرس در فصل زمستان کارایی بیشتری دارد، زیرا در فصل زمستان درختان در حال خواب هستند، بنابراین نیازی به ضدعفونی ابزار هرس نیست. این کار بهتر است در اواخر زمستان انجام شود. در صورتی که آلودگی در تعداد و سطح کمی از درختان باشد، هرس بهاره فقط برای جلوگیری از انتشار عامل بیماری توصیه می‌شود. محل هرس باید با چسب باغبانی پوشانده شود. قیچی هرس باید با الکل با غلظت ۱ به ۱۹ یا وایتکس با غلظت ۱ به ۹ ضدعفونی شود. در هرس لازم است تا شاخه‌ها از فاصله ۱۵-۱۰ سانتی‌متر پایین‌تر از محل آلودگی قطع شوند. بخش‌های هرس شده درخت حتماً سوزانده شوند.

## ریشه‌کنی درختان آلوده

ممکن است عامل بیماری به یک منطقه عاری از بیماری وارد شود، در این صورت برای جلوگیری از شیوع، تمام گیاهان میزبان آلوده یا مشکوک به آلودگی، باید از ریشه درآورده و سوزانده شود. درختانی که شدت آلودگی آنها زیاد است باید حذف شوند. جوانه‌ها و ساقه‌های آبدار و نرم از روی تنه اصلی حذف شوند، چون این بافت‌های نرم و در حال رشد به آسانی آلوده می‌شوند. تنه‌های دارای شانکر در اواخر پاییز، زمستان یا اوایل بهار جمع‌آوری و سوزانده شوند. در صورت امکان، ۳۰ تا ۴۵ سانتی‌متری تنه بریده شود تا به چوب سالم برسید. ریشه‌کنی بیماری آتشک زمانی که بیماری آتشک به‌طور طغیانی فقط درختان یک منطقه را آلوده می‌کند، یا حالت طغیانی بیماری در ابتدای فصل (پیش از اینکه شرایط برای گسترش بیماری مساعد شود) امکان‌پذیر است.

## کنترل شیمیایی بیماری آتشک

مواد شیمیایی مورد استفاده برای کنترل آتشک به چهار گروه ترکیبات مسی، آنتی‌بیوتیک‌ها، کربامات‌ها و ترکیبات متفرقه طبقه‌بندی شده است. دو گروه مواد شیمیایی ترکیبات مسی و آنتی‌بیوتیک‌ها نقش مهمی در کنترل آتشک سیب و گلابی دارند. از جمله باکتری‌کش‌های مؤثر بر بیماری

آتشک، ترکیبات مسی به‌ویژه مخلوط بردو است. مس به عنوان عنصر فعال این ترکیبات، برای گیاه سمی است. سموم مسی که برای کاهش آلودگی‌های ناشی از بیماری آتشک توصیه شده دارای معایبی به شرح زیر است:

◀ جنبه تماسی و غیر اختصاصی سموم (این سموم تنها در صورت تماس مستقیم با پاتوژن موجب کشته شدن باکتری می‌شوند).

◀ ناپایداری سموم مسی در برابر عوامل محیطی چون باران، اشعه آفتاب و ...

◀ پیدایش گیاه‌سوزی

◀ آلوده کردن محیط زیست

از دیگر ترکیبات مؤثر علیه بیماری می‌توان به آنتی‌بیوتیک‌ها اشاره کرد. این ترکیبات توسط سایر میکروارگانیسم‌ها تولید می‌شوند و از رشد موجودات دیگر جلوگیری می‌کنند. ترکیبات مختلفی از آنتی‌بیوتیک‌ها از جمله آرومایسین، نئومایسین، استرپتومایسین در شرایط آزمایشگاهی ضد آتشک استفاده شده است. گرچه اکثر این ترکیبات در شرایط آزمایشگاهی بر ضد آتشک مؤثر هستند، اما تنها تعداد کمی در شرایط مزرعه‌ای کاربرد دارند. از دلایل عدم کاربرد این ترکیبات سمی برای گیاهان، فقدان فعالیت سیستمیک و دوام کوتاه مدت تحت شرایط مزرعه‌ای است.

استرپتومایسین، اکسی‌تتراسایکلین و کازوگامایسین تحت شرایط مزرعه‌ای بر ضد آتشک مؤثر هستند. همچنین، آنتی‌بیوتیک جنتامایسین می‌تواند بیماری را در حد استرپتومایسین کنترل کند.

استرپتومایسین یکی از پرکاربردترین و مؤثرترین آنتی‌بیوتیک‌ها است. این ترکیب به‌طور مؤثری آتشک را بدون ایجاد گیاه‌سوزی روی برگ‌ها کنترل می‌کند. اما کاربرد این ترکیب در اکثر کشورها به دلیل مقاوم شدن بیماری به آن ممنوع شده است. این آنتی‌بیوتیک فقط در فصل گل‌دهی و برای پیشگیری از بیماری قابل استفاده است. میزان مصرف آن 100ppm (قسمت در میلیون) و زمان مصرف آن از زمان باز شدن ۲۰ درصد شکوفه‌ها تا زمان ریزش گلبرگ‌ها است. این آنتی‌بیوتیک تقریباً هر ۴ روز یکبار تا ۴ مرحله قابل استفاده است. در مرحله شکوفه‌دهی که حساس‌ترین فاز زندگی گیاه است، چنانچه پیش از نفوذ پاتوژن، استرپتومایسین پاشیده شود سطح بالایی از کنترل به دست می‌آید و مطالعات نشان داده که حتی اگر ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از نفوذ پاتوژن نیز پاشیده شود ۹۰ درصد آلودگی را کنترل می‌کند. بعد از ریزش گلبرگ‌ها تحت هیچ شرایطی نباید از این ترکیب برای درمان یا پیشگیری از ایجاد شانکر



و بلایت سرشاخه‌ها استفاده کرد. بعد از سمپاشی با مخلوط بردو بهتر است از آنتی‌بیوتیک استرپتومایسین استفاده نشود زیرا مخلوط بردو باعث شکستن آنتی‌بیوتیک می‌شود. استرپتومایسین در غلظت‌های بالا باعث گیاه‌سوزی می‌شود. از عیب‌های آنتی‌بیوتیک در کنترل بیماری آتشک می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

◀ داشتن حفاظت کوتاه مدت و ضرورت به‌کارگیری در

زمان خاص

◀ ایجاد مقاومت در عوامل بیماری‌زا

◀ نیاز به تکرار سمپاشی

تاکنون استرین‌های مقاوم به استرپتومایسین ردیابی شده است، ولی استرینی مقاوم به تتراسیکلین مشاهده نشده است. کاسوگامایسین آنتی‌بیوتیک دیگری است که در برخی کشورها برای مبارزه با آتشک استفاده می‌شود. از این مواد آنتی‌بیوتیک تاکنون از سوی سازمان بهداشت جهانی برای کنترل بیماری‌های گیاهی مورد توجه و توصیه قرار نگرفته است و مصرف آن در کنترل بیماری آتشک، تحت مقررات شدید بهداشتی انجام می‌گیرد. همچنین در کشورهای اروپایی مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها در مصارف غیرپزشکی اکیداً ممنوع است. کاربامات‌ها نیز تا حدودی در کنترل بیماری

آتشک اثر دارند، اما در شرایط بلایت شدید اثر کاربامات‌ها از آنتی‌بیوتیک استرپتوما‌سیسین کم‌تر است.

کنترل بیماری آتشک به علت شیوع سریع آن سخت است. بدین ترتیب زمان دقیق سمپاشی مهم است. لازم است یک سیستم پیش‌آگاهی دقیق و مطمئن برای تعیین زمان سمپاشی به کار برده شود. برای سمپاشی باید به موارد زیر توجه داشت:

- ◀ برای مؤثر بودن باکتری‌کش‌ها، باید آن‌ها در سه زمان مشخص چرخه زندگی میزبان یعنی درمانت، شکوفه‌دهی و بعد از شکوفه‌دهی به کار برده شوند.

- ◀ تمام مواد شیمیایی مورد استفاده، فقط در صورت به‌کارگیری در طول یک دوره زمانی محدود مرتبط با توسعه بیماری، می‌توانند مؤثر باشند.

- ◀ اگر مبارزه شیمیایی ظرف ۲۴ ساعت قبل (بهترین حالت) یا ۲۴ ساعت بعد (اولویت دوم) از یک آلودگی انجام نگیرد، کنترل بسیار کم و اگر بیش از ۴۸ ساعت قبل یا بعد از آلودگی انجام شود، کنترل بسیار ضعیف خواهد بود.

- ◀ باکتری‌ها می‌توانند روی گل‌هایی که به‌تازگی باز شده و محلول‌پاشی نشده‌اند، مستقر شوند به همین دلیل لازم است که گل‌ها در طول مدت یک تا دو روز بعد از باز شدن دوباره محلول‌پاشی شوند. بنابراین کاربردهای متوالی مواد

شیمیایی برای حفاظت از قسمت‌هایی که تازه رشد می‌کنند، به‌ویژه زمانی که شرایط محیطی برای بروز بیماری مساعد است، الزامی است.

◀ زمان و میزان مصرف هر یک از ترکیبات در حال حاضر یا با استفاده از سیستم مری‌بلایت و براساس داده‌های فنولوژی درختان و یا استفاده از داده‌های هواشناسی شامل دمای بیشینه، کمینه و میزان بارندگی روزانه قابل انجام است. براساس اخطار سیستم پیش‌آگاهی با یکی از ترکیبات زیر می‌توان محلول‌پاشی را انجام داد. در صورت عدم استفاده از سیستم پیش‌آگاهی لازم است محلول‌پاشی‌های متناوب زیر انجام شود:

◀ در فصل بهار از مخلوط بوردو به میزان ۵۰ گرم ماده مؤثره مس در ۱۰۰ لیتر آب استفاده شود و یا محلول پاشی با استفاده از ترکیب مسی نوردوکس به میزان یک در هزار انجام شود. این ترکیب قابل اختلاط با سموم دیگر نیست. بعد از سمپاشی با مخلوط بردو لازم است تانک سمپاشی شسته شود تا از خوردگی تانک‌های فلزی و افشانک‌ها جلوگیری شود.

◀ در بهار با شروع گل‌دهی و در زمان گل، چهار مرحله سمپاشی با اکسی کلرور مس یک در هزار ماده مؤثره (سه در هزار/فرم تجارتي ۳۷ درصد) انجام شود. برای جلوگیری از

مقاومت به آنتی بیوتیک می‌توان به تناوب از اکسی کلرور مس و آنتی‌بیوتیک استفاده کرد. بعد از گل‌دهی در صورت گرم و مرطوب بودن شرایط آب و هوایی می‌توان عملیات را تکرار نمود. همچنین از ترکیب مسی نوردوکس به میزان نیم تا یک در هزار می‌توان استفاده نمود. لازم به ذکر است که در استفاده از اکسی کلرور مس در درختان سیب دقت شود که برخی از ارقام نسبت به این ترکیب حساس بوده و باعث گری میوه می‌شود. مخلوط بر دو نیم درصد در بهار اثر گیاه‌سوزی کمتری نسبت به اکسی کلرور مس دارد. نحوه تزریق اکسی کلرور مس به شرح زیر است:

◀ استفاده از اکسی کلرور مس به میزان ۳ در هزار و یا ترکیب بردو به نسبت ۱ درصد قبل از گلدهی (تورم جوانه‌ها). برای بالا بردن کارایی محلول سمی اکسی کلرور مس می‌توان کود سولفات روی را نیز به نسبت ۲ در هزار به محلول اضافه نمود.

◀ استفاده از اکسی کلرور مس به میزان ۳ در هزار و یا ترکیب بردو به نسبت ۰/۵ درصد در زمانی که ۵۰ درصد شکوفه‌ها باز شده‌اند.

◀ مقدار نیم در هزار نوردوکس برای کنترل بلایت شکوفه در فصل گل‌دهی با توجه به اینکه نسبت به ترکیب استاندارد و رایج در کشور ( اکسی کلرور مس) بهتر عمل نموده و مقدار

یک در هزار آن در حفاظت از سرشاخه‌ها برای درختان میوه دانه‌دار برای پیشگیری و کنترل بیماری به باغداران توصیه می‌شود. همچنین، در سمپاشی‌های پیش بهاره و قبل از باز شدن برگ‌ها و گل‌ها می‌توان تا غلظت یک و نیم در هزار نیز استفاده نمود.

برای اینکه کنترل بیماری آتشک از طریق کنترل بیولوژیک به موفقیت برسد رعایت نکات زیر لازم است:

- ◀ تعیین زمان دقیق سمپاشی بسیار مهم و ضروری است. لازم است ۷۲ ساعت قبل از شروع آلودگی‌ها، این باکتری‌ها در سطح درختان سمپاشی شوند. همچنین می‌توان آن‌ها را در مرحله ۳۰-۲۰ درصد گل‌دهی استفاده نمود. همچنین یک‌بار در آخر گل‌دهی نیز محلول‌پاشی شود. تأخیر یا هم‌زمانی در سم‌پاشی‌ها باعث بی‌اثر بودن نتیجه می‌شود.
- ◀ برای تأثیر بهتر سم‌پاشی توصیه می‌شود عملیات سم‌پاشی در هوای نسبتاً گرم (۱۲-۱۱ درجه) انجام شود، زیرا در شرایط آب و هوای خشک، جمعیت باکتری به سرعت خشک شده و می‌میرد و در نتیجه باکتری فرصت تکثیر پیدا نمی‌کند.
- ◀ یکی از توصیه‌های اخیر برای کارایی بیشتر سموم، محلول‌پاشی درختان با سموم بیولوژیک ۲-۳ روز قبل از اعلام خطر سیستم‌های پیش‌آگاهی است.

◀ در طول مدت شکوفه‌دهی نباید از حشره‌کش‌ها استفاده کرد. ولی در فصل رشد، کنترل حشرات به‌ویژه حشرات مکنده (مثل شته‌ها، پسیل‌ها، زنجره سفید و سن‌های نباتی) ضروری است.

## کنترل بیولوژیکی بیماری آتشک

کنترل بیولوژیکی بیماری آتشک از همان اوائل معرفی بیماری مطرح و نزدیک به ۷۰ سال پیش نتایج اولیه آن گزارش شده است. از جمله روش‌های بیولوژیکی کنترل بیماری آتشک می‌توان به استفاده از باکتری‌های آنتاگونیست اشاره کرد. مؤثر بودن این باکتری‌ها در شرایط مزرعه‌ای تست شده است.

## مدیریت تلفیقی بیماری

مدیریت آتشک در مناطقی که بیماری آتشک بومی شده سخت است. به خاطر اینکه مبارزه با بیماری معمولاً به هرس تنه‌های آلوده و کاربرد سم یا آنتی‌بیوتیک محدود می‌شود. در چنین مواردی بیماری با کاربرد اقدامات تلفیقی بهتر کنترل می‌شود. بنابراین بیماری آتشک را نمی‌توان فقط با به‌کارگیری یک روش کنترل نمود. مدیریت تلفیقی بیماری به معنی به‌کارگیری هم‌زمان بیش از یک روش برای کنترل بیماری آتشک است. این روش، تلفیقی از اقدامات

زراعی، بیولوژیکی و شیمیایی در زمان دقیق همراه با کاربرد سیستم‌های پیش‌آگاهی است. تجربیات نشان می‌دهد که در صورت به کارگیری یک برنامه تلفیقی از جمله کنترل شیمیایی، کنترل بیولوژیک به همراه اقدامات بهداشتی، هرس، ریشه‌کنی، تغذیه درختان و مبارزه با حشرات، بهترین کنترل حاصل خواهد شد.

