



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

نشریه فنی

مدیریت بیماری گال باکتریایی طوقه

نگارندگان:

فهیمة نظری و ابوالقاسم قاسمی

شماره فروست:

۶۹۲۷۴

۱۴۰۵

وزارت جهاد كشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج كشاورزی
مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی كشور

مدیریت بیماری گال باکتریایی طوقه

نگارندگان:
فهمیه نظری و ابوالقاسم قاسمی

مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی كشور

۱۴۰۵

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

موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، نشریه فنی

مدیریت بیماری گال باکتریایی طوقه

نگارندگان: فهیمه نظری و ابوالقاسم قاسمی

ناشر: موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

سال نشر: ۱۴۰۵

شماره و تاریخ ثبت نشریه: شماره ۶۹۲۷۴ مورخ ۱۴۰۵/۲/۲۰

نشانی مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی:

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

کشاورزی

فهرست مطالب

۵	پیش گفتار.....
۶	مقدمه.....
۷	علائم بیماری.....
۷	همه گیر شناسی بیماری.....
۱۰	عامل بیماری و روش های شناسایی آن.....
۱۱	دامنه میزبانی.....
۱۲	مدیریت بیماری.....
۱۸	فهرست منابع.....

پیش گفتار

بیماری گال باکتریایی طوقه و ریشه، یکی از بیماری‌های مهم باکتریایی در بسیاری از گونه‌های گیاهی است که توسط باکتری *Agrobacterium tumefaciens* ایجاد می‌شود. مهم‌ترین نشانه این بیماری رشد اضافی به شکل غده در طوقه، ریشه و تنه گیاهان مبتلا است. این بیماری در بیش از ۹۰ تیره گیاهی اعم از درختان مثمر و غیرمثمر، گیاهان زراعی و زینتی خسارت اقتصادی ایجاد می‌کند و در سال‌های اخیر در کشور ما نیز گسترش زیادی داشته است.

با توجه به عدم موفقیت آفت‌کش‌های شیمیایی در کنترل بیماری و همچنین فقدان یک دستورالعمل یا نشریه علمی و کاربردی، عملاً در سال‌های گذشته کشاورزان و بهره‌برداران در مدیریت بیماری با یک چالش جدی مواجه بوده‌اند. در مورد برخی از بیماری‌های گیاهی مانند گال باکتریایی طوقه راهکارهای مدیریتی محدودی وجود دارد، ولی با عنایت به اهمیت این بیماری، ارائه برنامه کنترلی با لحاظ کلیه مؤلفه‌های مؤثر، بسیار مهم است. راهکارهای مدیریت مؤثر این بیماری عموماً به یک یا دو فاکتور محدود شده که در برخی موارد نیز منجر به مدیریت کامل بیماری نمی‌شود، ولی ارائه این گونه راهکارهای مدیریتی در قالب دستورالعمل‌ها و نشریات علمی به صورت مرحله‌ای، می‌تواند کمک شایان توجهی نماید. امید است که این نشریه بتواند زمینه آشنایی هر چه بیشتر کشاورزان، کارشناسان مرتبط کلینیک‌های گیاه‌پزشکی و حفظ نباتات را با این بیماری و روش‌های مدیریت آن فراهم سازد.

مقدمه

بیماری گال باکتریایی طوقه یکی از مخرب ترین بیماری های باکتریایی در باغ های (درختان میوه دانه دار و هسته دار)، گلخانه های پرورش گیاهان زینتی (به ویژه رز)، نهالستان ها و قلمستان ها است که توسط باکتری *Agrobacterium tumefaciens* (Smith and Townsend 1907) Conn 1942 ایجاد می شود. بیماری فوق به واسطه خشک کردن تدریجی درختان و غیرقابل فروش بودن نهال های آلوده، خسارت اقتصادی فراوانی به نهال کاران و باغ داران وارد می سازد. به عنوان مثال، در سال ۱۹۷۶، ۲۳ میلیون دلار در کالیفرنیا خسارت وارد کرد و به عنوان خسارت زاترین بیماری باکتریایی ایالات متحده در سال های ۷۷-۱۹۷۵ شناخته شد. در سال ۲۰۰۰، ۳۰ درصد درختان گردوی کالیفرنیا دارای گال طوقه بودند و محصول ۹۵ درصد باغ های گردو افت شدیدی داشت. این آلودگی در خزانه های گردوی کالیفرنیا نیز شایع بود و چون درختان دارای گال غیرقابل فروش بودند، خسارت اقتصادی بیماری بسیار بالا بود (Epstein et al., 2008). بررسی های صورت گرفته نشان داده است که درصد آلودگی باغ های جوان و تازه تأسیس در کشت های روسیمی تاک بین ۵ تا ۳۰ درصد و در کشت های سنتی می تواند تا ۱۰۰ درصد باشد. از طرفی موهای آلوده خصوصاً در کشت های روسیمی نسبت به سرمای زمستان حساسیت بالاتری داشته و متقابلاً محل های خسارت دیده از سرما مستعد آلودگی و ایجاد علائم بیماری هستند (محمدی پور و قاسمی، ۱۳۸۶).

هر چند انتظار مدیریت بیماری با روش های غیرشیمیایی باید کاملاً واقع بینانه باشد، ولی به نظر می رسد با انجام تحقیقات منسجم و کارآمد، دستیابی به روش های مؤثر مدیریت غیرشیمیایی بیماری هر روز بیشتر

خواهد شد. در مواردی که استفاده مکرر از ترکیبات شیمیایی قادر به کنترل مناسب بیماری نباشد، عملاً استفاده از روش‌های غیرشیمیایی و بیولوژیک به عنوان تنها راهکار مدیریت بیماری در قالب سیستم‌های مدیریت یکپارچه آفات (IPM) مطرح است. در بین روش‌های مدیریت یکپارچه آفات، محصولات مهار زیستی و اسانس‌های گیاهی به واسطه اینکه محصولاتی با منبع زیستی هستند، بیشتر مورد توجه قرار گرفتند (Lamichhane *et al.*, 2016).

علائم بیماری

مهم‌ترین ویژگی شناسایی بیماری گال باکتریایی، بروز توده‌های متورم نامنظم به نام گال در قسمت طوقه یا در برخی مواقع در قسمت‌های هوایی و ریشه گیاه است (شکل ۱- الف). گال‌های جوان در ابتدا سفید تا کرم‌رنگ هستند که با بالاتر رفتن سن آن‌ها، به رنگ قهوه‌ای در می‌آیند (Bobeú, *et al.*, 1972؛ نظری و همکاران، ۱۴۰۳) (شکل ۱- ب). سایر علائم بیماری که به واسطه نرسیدن مواد غذایی از ریشه به سایر اندام‌های گیاهی اتفاق می‌افتند، شامل کوتولگی، ضعف و زردی برگ‌ها و در نهایت مرگ گیاه هستند (Kazempour *et al.*, 2007).

همه گیر شناسی بیماری

عامل بیماری گال طوقه یک باکتری خاک‌زاد است و می‌تواند تا دو سال در خاک (متراکم و مرطوب) و مجاورت ریشه گیاهان حساس تکثیر یافته و زنده بماند. باکتری در صورت مجاورت با گیاهان میزبان و در صورت بروز

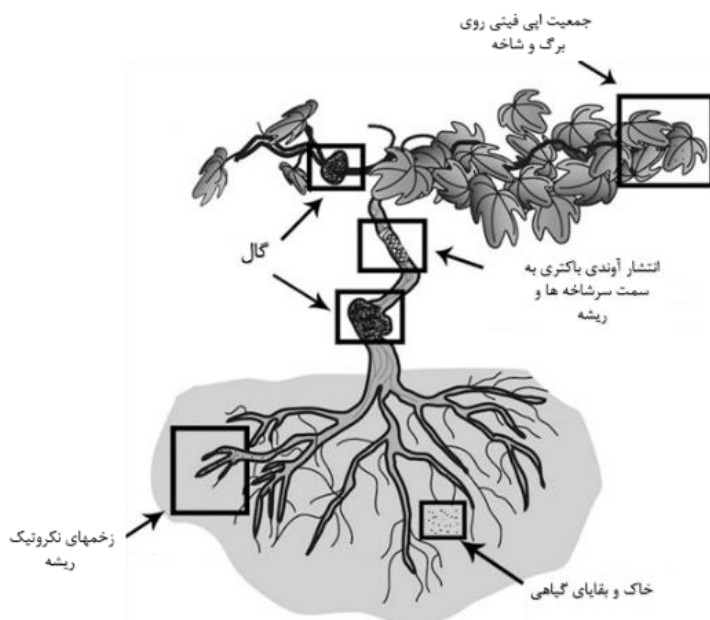
هر گونه زخم در محل ریشه یا قسمت‌های طوقه، منجر به آلودگی گیاه می‌شود (شکل ۲). بسیاری از گیاهان نهالستان‌ها از طریق پیوند و زخم‌های حاصل از جوانه‌زنی و عملیات زراعی آلوده می‌شوند. همچنین، این باکتری می‌تواند از طریق آسیب مکانیکی به طوقه یا ریشه وارد گیاه شود. چنین صدماتی ممکن است توسط تجهیزات کشت، حشرات یا حیوانات نیز ایجاد شوند (Severin & Dejeu, 1994).



شکل ۱- علایم بیماری گال باکتریایی طوقه در میزبان‌های مختلف. الف) توده‌هایی در ریشه یا شاخه نزدیک سطح خاک در نهال‌های رز، **ب)** گال‌های جوان در رز، **پ)** بافت‌های گره‌مانند در شاخه مو، **ت)** گال در پسته (برگرفته از نظری، ۱۴۰۲).

باکتری پس از ورود به گیاه با استفاده از پلازمید بیمارگر خود (Ti) در گیاه گال ایجاد می‌کند که منجر به تولید هورمون‌های رشد گیاهی اکسین و

سیتو کینین می شود و این امر موجب تقسیم غیرطبیعی سلول‌ها (گال) می شود (Miranda *et al.*, 1992). عامل بیماری در داخل گال‌ها و تاک‌هایی که به طور سیستمیک آلوده شده باشند و نیز درون خاک زمستان‌گذرانی می کند، در تاکستان‌ها و نهالستان‌ها باقی می ماند و در سال‌های بعد موجب ایجاد آلودگی‌های جدید و یا گسترش بیماری می شود. باکتری می تواند سال‌های متمادی به صورت نهفته و غیرفعال در خاک و بقایای گیاهی باقی بماند، همچنین می تواند به صورت اپی فیتی روی شاخه و برگ‌های گیاه میزبان باشد (Severin & Dejeu, 1994).



شکل ۲- مکان‌های بقای باکتری *A. tumefaciens* (بر گرفته از Kuzmanovic *et al.*, 2018).

طول دوره نهفتگی برای سلول‌های باکتریایی در بافت‌های گیاهی متفاوت است که وابسته به سن گیاه و شرایط محیطی است. این دوره در دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس ۱۴-۱۳ روز است. در حالی که در دمای پایین‌تر از ۱۵-۱۰ درجه سلسیوس، ۲۸-۲۷ روز لازم است تا علائم بیماری آشکار شوند. پتانسیل بیماری‌زایی با افزایش رطوبت نسبی به میزان ۹۰-۸۰ درصد افزایش یافته و با زیاد شدن نور کم می‌شود (Severin & Dejeu, 1994).

عامل بیماری و روش‌های شناسایی آن

عامل بیماری، باکتری *Agrobacterium tumefactions* (Smith and Conn 1942 (Approved Lists 1980) Townsend 1907) است. باکتری فوق گرم منفی، میله‌ای شکل، هوازی، فاقد اسپور، و دارای قابلیت حرکت با ۶-۱ تاژک محیطی است. برای شناسایی باکتری عامل بیماری، می‌توان از روش‌های سنتی بر اساس آزمون‌های معمول باکتری‌شناسی (فوتوبی و بیوشیمیایی) و همچنین از روش‌های مولکولی نظیر PCR بهره برد.

محیط کشت اختصاصی DIM بهترین گزینه برای جداسازی اولیه باکتری عامل بیماری از خاک و گیاه است. یکی دیگر از روش‌های شناسایی، استفاده از دیسک هویج (Schaad *et al.*, 2001) و انجام آزمون بیماری‌زایی روی ساقه گیاهان غیرمیزبان از جمله گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum* Mill.)، داتوره (*Datura stramonium* L.)، توتون (*Nicotiana tabacum* L.)، آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) و ساقه خود گیاه میزبان است (Tolba & Zaki, 2011). همچنین، در روش‌های مبتنی بر PCR، استفاده از آغازگرهای اختصاصی VirD2A/VirD2E و

VirD2A/VirD2C، با قطعات تکثیری ۳۳۸ جفت بازی و ۲۲۴ جفت بازی، کارکرد بهتری را بین سایر آغازگرهای مورد استفاده در شناسایی عامل بیماری گال باکتریایی، از خود نشان دادند (Schaad *et al.*, 2001؛ نظری و همکاران ۱۴۰۳).

دامنه میزبانی

بیماری گال طوقه انتشار جهانی دارد. این باکتری با تنوع میزبانی زیاد (بیش از ۹۰ تیره گیاهی)، منجر به وارد آمدن خسارت‌های اقتصادی زیادی شده است (Xie *et al.*, 2021). در ایران گزارش‌های متعددی از وجود این بیماری در باغ‌ها، نهالستان‌ها و گلخانه‌های پرورش گیاهان زینتی از جمله در تاکستان‌های آذربایجان غربی، کهگیلویه و بویراحمد، قزوین (Amani, 1966؛ Ardekani *et al.*, 2000؛ Irany and Ghasemi, 2004)، نهال‌های هلو، شلیل و آلو از منطقه مغان، نهال‌های سیب و گلابی در کلاردشت و دماوند (Marefat & Hassanzadeh, 2000)، مرکبات و شمشاد طلایی در تهران و مازندران (Ganjeh, 2021)، انجیر برگ‌ریز یا فیکوس بنجامین^۱ در اصفهان و فارس (Aeini *et al.*, 2014) و چغندرقد در اقلید فارس (Mafakheri *et al.*, 2017) شده است. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده توسط نگارندگان، مهم‌ترین میزبان‌های گیاهی بیماری گال طوقه از نظر اهمیت اقتصادی در ایران عبارت‌اند از:

- درختان میوه دانه‌دار به‌ویژه سیب
- درختان میوه دانه‌ریز به‌ویژه انگور

^۱ *Ficus benjamina*

- درختان میوه هسته‌دار به‌ویژه گیلاس و آلو
- درختان میوه آجیلی (خشکباری) به‌ویژه پسته
- سایر درختان میوه به‌ویژه سنجد
- گیاهان زینتی به‌ویژه درختچه‌های رز
- گیاهان زراعی به‌ویژه چغندر قند

مدیریت بیماری

تاکنون روش مؤثر و مطمئنی برای مبارزه شیمیایی با عامل بیماری گال باکتریایی طوقه وجود نداشته است (Kado, 2002). لذا، اصلی‌ترین راهکار مدیریتی بیماری را می‌توان در دو روش بهداشت زراعی و استفاده از عوامل مهار زیستی دانست.

الف- بهداشت زراعی

روش‌های بهداشت زراعی شامل روش‌های پیش‌گیرانه به‌منظور جلوگیری از ورود عامل بیمارگر به نهالستان‌ها و باغ‌های تازه تأسیس و روش‌های مؤثر بعد از بروز بیماری هستند.

- روش‌های پیشگیرانه

(۱) استفاده از اندام‌های تکثیری سالم و گواهی شده به‌ویژه در نهالستان‌ها و قلمستان‌ها (Kado, 2002).

(۲) خزانه‌گیری در خاک‌های سالم و عاری از باکتری به‌ویژه در نهالستان‌ها (برای محصولات چوبی و درختان میوه هسته‌دار مانند آلو و درختان میوه دانه‌دار مانند سیب)، گلخانه‌های پرورش گیاهان زینتی به‌ویژه در

رز و بسترهای کشت به‌ویژه در پسته که آلودگی در این محصولات خسارت اقتصادی زیادی به‌بار می‌آورد (Agrius, 2005).

۳) با توجه به اینکه استفاده از سموم شیمیایی باعث آلودگی در محیط‌زیست می‌شوند و ترکیبات توصیه شده شامل متیل پروماید و متام سدیم برای ضدعفونی خاک و بستر کشت ممنوع یا محدود شده‌اند، یکی از روش‌های ساده و بدون آلودگی آفتاب‌دهی برای ضدعفونی و پاستوریزاسیون بستر کشت در گلخانه‌ها و نهالستان‌ها است. این روش در طول یک بازه زمانی (معمولاً تا هشت هفته) در روزهای گرم تابستان انجام می‌شود. در این روش بستر مرطوب شده کشت، با پلاستیک پلی‌اتیلنی پوشیده می‌شود. در این فرآیند دمای بستر کشت به اندازه کافی برای حذف عوامل بیماری‌زا بالا می‌رود و ساختار فیزیکی شیمیایی خاک حفظ می‌شود (آزادوار، ۱۳۹۹).

۴) بازرسی خزانه‌ها و تشخیص به‌موقع بیماری در نهالستان‌ها و جلوگیری از انتشار آن (Agrius, 2005; Kado, 2002).

۵) حفظ تعادل میکروبی خاک با استفاده بهینه از آفت‌کش‌ها، زیرا تجمع برخی از آفت‌کش‌ها در خاک برای استقرار عوامل مهار زیستی، نامطلوب است (Kado, 2002).

۶) کاشت نهال‌ها در زمین‌هایی که حداقل سه سال سابقه بیماری فوق در آن‌ها وجود ندارد (Kado, 2002; Schaad *et al.*, 2001).

۷) کاشت در زمین‌هایی که زه‌کشی خوبی داشته باشند (یک راهکار مؤثر برای بهبود زه‌کشی، اضافه کردن مواد آلی مانند کمپوست یا بقایای گیاهی در خاک است) (Kado, 2002).

- ۸) بهتر است وسایل پیوند یا هرس روی زمین قرار داده نشوند، زیرا در صورت آلوده بودن خاک به آگروباکتریوم، ابزارهای مورد استفاده برای پیوند وسیله‌ای برای انتشار و آلوده سازی گیاهان سالم می‌شوند (Agrius, 2005).
- ۹) بهتر است زمان بین خارج کردن نهال‌ها از نهالستان‌ها و کاشت در باغ‌ها کوتاه شود و نهال‌ها تا زمان کاشت در شرایط دمایی مناسب (چهار درجه سلسیوس) نگهداری شوند (Kado, 2002).
- ۱۰) تا جایی که امکان دارد از زخمی شدن نهال‌ها به‌ویژه در نزدیکی سطح زمین به‌هنگام کاشت جلوگیری شود، زیرا بروز زخم مهم‌ترین راه برای آلودگی است (Agrius, 2005).
- ۱۱) از کاشت خیلی عمیق نهال‌ها خودداری شود. طوری که طوقه نهال بیرون از خاک باشد (Kado, 2002).
- ۱۲) از ریختن خاک بیش از اندازه روی طوقه نهال‌های تازه کاشته شده خودداری شود، زیرا در صورت آلوده بودن خاک زمینه برای آلودگی طوقه فراهم می‌شود (Kado, 2002).
- ۱۳) طوقه نهال‌ها تا حد امکان خشک نگه‌داشته شوند (نور کافی به طوقه برسد)، زیرا باکتری عامل بیماری گال طوقه در شرایط مرطوب زیست بهتری دارد (Severin & Dejeu, 1994).
- ۱۴) آبیاری مناسب (آبیاری بیش از نیاز گیاه نباشد) و اطمینان از رسیدن نور کافی به خاک به‌منظور توازن رطوبت خاک دو عامل مهم هستند، زیرا می‌توانند از جذب برخی حشرات (به‌عنوان یکی از عوامل ایجاد زخم در گیاه) به‌طرف گیاه جلوگیری کنند (Agrius, 2005; Kado, 2002).

- روش های مدیریتی بعد از بروز بیماری

- ۱) حذف و از بین بردن (سوزاندن) گیاهان آلوده (Agrius, 2005).
- ۲) تناوب زراعی در خاک های آلوده با گیاهان غیرمیزبان مانند سیب زمینی (به استثنای چغندر قند که مستعد است) به مدت بیش از دو سال قابل توصیه است. زیرا باکتری می تواند تا دو سال پس از حذف گیاه آلوده، در خاک باقی بماند. بنابراین، از کاشت هر گونه گیاه حساس دیگر در منطقه خودداری شود تا زمانی که باکتری عامل بیماری به دلیل فقدان گیاه میزبان از بین برود؛ و یا در صورت امکان به مدت دو سال، زمین زیر کشت گیاهان پوششی و علوفه باریک برگ مانند غلات برود (Agrius, 2005; Kado, 2002).
- ۳) زمانی که باغ داران متوجه بروز علائم گال در باغ ها شدند، لازم است در اولین فرصت تمامی ابزارهای هرس و کاشت مانند دست کش باغبانی، چاقو، قیچی باغبانی و ... با مواد ضد عفونی کننده از قبیل ایزوپروپیل الکل (۷۰ درصد) یا وایتکس رقیق شده (یک قسمت وایتکس تجاری در نه قسمت آب) به مدت ۳۰-۱۵ دقیقه خیسانده شوند، پس از شستشو، خشک کرده و سپس استفاده شوند (Agrius, 2005).
- ۴) در صورت بروز بیماری، برای جلوگیری از انتشار آن از درختان آلوده به درختان سالم، بهتر است به جای استفاده از سیستم آبیاری کرتی یا غرقابی، از سیستم آبیاری قطره ای یا نواری استفاده شود (Kado, 2002).
- ۵) در مواردی دیده شده است که ترکیب تیمارهای حرارتی و شیمیایی به ویژه در قلمه های مو یعنی استفاده از تیمار ۵۰ درجه سلسیوس به مدت

۳۰ دقیقه به همراه ترکیب شیمیایی اریتروماکسین سولفات یک در هزار، منجر به کاهش ۹۰ درصدی جمعیت باکتری با زنده مانی ۷۲ درصدی جوانه‌ها شده و تاثیر بسزایی در کاهش آلودگی داشته است (محمودزاده و داودی، ۱۳۸۶).

۶) عدم استفاده از کود ازته اضافی که منبع تغذیه‌ای خوبی برای باکتری محسوب می‌شود (Agrius, 2005).

۷) با توجه به اینکه جداسازی گال منجر به سلامت نهال آلوده نمی‌شود (چراکه باکتری در فضاهای بین سلولی قسمت‌های زنده گیاه وجود دارد)، در احداث باغ‌های جدید نباید به هیچ عنوان از نهال‌های فوق استفاده شود (Kado, 2002).

۸) در صورت امکان، استفاده از پایه‌های مقاوم به بیماری به‌ویژه در درختان سیب و پایه‌های رز (Kado, 2002).

ب- عوامل مهار زیستی

به دلیل عدم موفقیت آفت‌کش‌های شیمیایی در مهار بیماری و نیز خطرات زیست محیطی آن‌ها، عملاً مهار زیستی بیماری‌های گیاهی جایگاه ویژه‌ای دارد (Kado, 2002). تاکنون تنها محصول زیستی موفق به کار رفته در مدیریت غیرشیمیایی گال باکتریایی طوقه در سطح دنیا، محصولی به نام تجاری گالتروال -A^۱ حاوی جدایه K1026 می‌باشد. محصول فوق در مورد تمامی میزبان‌های حساس به جز درختان مو کاربرد دارد (Kerr, 1980). از آنجایی که ترکیب فوق در مورد گال طوقه مو مؤثر نبود، سایر باکتری‌های

^۱ Galltrol-A

آنتاگونیست متعلق به جنس‌های باکتری‌های *Pseudomonas Migula*، *Bacillus Cohn* و *Enterobacter Hormaeche & Edwards* مورد توجه محققین قرار گرفته‌اند. استفاده از باکتری آنتاگونیست *Bacillus subtilis* (Ehrenberg 1835) در کنترل بیماری گال طوقه توسط نظری و همکاران در سال ۲۰۱۷ پیشنهاد شد (Nazari et al., 2017). در این تحقیق مکانیسم مولکولی عامل مهار زیستی *B. subtilis* روی آگروباکتریوم مولد بیماری گال طوقه بررسی شد. همچنین نتایج این تحقیقات بیانگر تأثیر مثبت جدایه مورد استفاده در کنترل بیماری (نسبت به شاهد) به واسطه القای مقاومت در گیاه میزبان (توتون به عنوان گیاه مدل) بود (Nazari et al., 2017, 2018, 2020). تحقیقات تکمیلی نشان داد که این جدایه باسیلوس دارای اثر ضد میکروبی علیه باکتری آگروباکتریوم، به واسطه تولید آنتی بیوتیکی به نام سورفکتین^۱ است که می‌تواند بر میزان کارایی انتقال باکتری به گیاه اثر کاهشی داشته باشد (Nazari et al., 2016, 2021). اخیراً تحقیقات زیادی پیرامون عوامل مهار زیستی مورد استفاده در مدیریت بیماری گال باکتریایی مو و سازوکار عمل آن‌ها صورت گرفته است و تلاش‌ها برای تجاری‌سازی این ترکیبات در حال انجام است (نظری، ۱۳۹۹).

فهرست منابع

- آزادوار، م. (۱۳۹۹) ضد عفونی خاک بستر گلخانه به روش آفتاب دهی تابستانه . سبزیجات گلخانه ای، (۱)، ۳۶-۲۹.
- محمود زاده، ح. و داودی، ع. (۱۳۸۶) جداسازی عامل بیماری سرطان طوقه از قلمه های آلوده و اثر تیمارهای حرارتی و شیمیایی بر رفع آلودگی از آنها. فصلنامه بیماری های گیاهی، ۴ (۴۳)، ص. ۴۱۰.
- نظری، ف.، قاسمی، ا. و اسمعیل زاده حسینی، ع. (۱۴۰۳) شناسایی عامل بیماری گال باکتریایی در نهالستان های پسته مهریز استان یزد. گزارش علمی - فنی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، شماره فروست ۶۷۰۱۲، ص. ۲۲.
- محمدی پور، م. و قاسمی، ا. (۱۳۸۶) بررسی وضعیت آلودگی و خصوصیات باکتری عامل بیماری گال طوقه در تاکست آن های آذربایجان شرقی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، ۳۶ ص.
- نظری، ف. (۱۳۹۹) کاربرد کنترل زیستی در مدیریت بیماری گال باکتریایی طوقه. مجله مهار زیستی در گیاهپزشکی، ۲ (۸)، ۹۳-۱۰۵.
- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology*. 5th ed. Burlington: Elsevier Academic Press, Amsterdam, 26-27, 398-401.
- Aeini, M., Mirzaee, H., Taghavi & et al. (2014) Occurrence of crown gall disease on *Ficus benjamina* in Fars and Isfahan provinces of Iran, *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 47(18), 2257-2262.
- Amani, B. (1966) Stem and root gall of grapevine. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 3, 12-18.
- Ardekani, S., Taghavi, S. M., & Banihashemi, Z. (2000) Distribution and identification of strains of the causal agent of crown gall of grapevine in Fars and Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad provinces. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 36: 313-328.
- Bobeú, I., Comes, I., Drăcea, A. & Lazăr, A. (1972) Fitopatologie. *Editura Didactică și Pedagogică, București*, p. 408.
- Cleene, M. D. E. (1979) Crown gall: economic importance and control. *Zb l. Bakt. II. Abt.* 134, 551-554.
- Conn, H. J. (1942). Validity of the genus *Alcaligenes*. *Journal of Bacteriology*. 44 (3), 353-360.

- Epstein, L., Kaur, S., McKenna, J. R. & *et al.* (2008) Crown gall can spread between walnut trees in nurseries and reduce future fields. *California Agriculture*, 62, 111–115.
- Ganjeh, A., Rahimian, H. & Basavand, E. (2020) *Agrobacterium tumefaciens* causing crown and stem gall disease of citrus propagation nursery in Iran. *Journal of Plant Pathology*, 103, 355.
- Irany, H. & Ghasemi, A. (2004) Isolation of *Agrobacterium tumefaciens* biovar 3 crown gall disease agent and study on population in sap and infected vineyards soil. *Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress*. University of Tabriz, p. 358.
- Kado, C. I. (2002) Crown gall. *The Plant Health Instructor*. 2, 1-7. <http://doi.org/10.1094/PHI-I-2002-1118-01>.
- Kazempour, N., Roustaci, A. & Rezaei, M. (2007) Isolation of *Agrobacterium tumefaciens*, the causal agent of crown gall disease, from cypress in Kashan. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 43, 398–409.
- Kerr, A. (1980) Biological control of crown gall through production of Agrocin 84. *Plant Disease*, 64, 25–30.
- Kuzmanović, N., Puławska, J., Hao, L. & *et al.* (2018) The Ecology of *Agrobacterium vitis* and Management of Crown Gall Disease in Vineyards. *Current topics in microbiology and immunology*, 418, 15–53. http://doi.org/10.1007/82_2018_85. PMID: 29556824.
- Lamichhane, J.R., Dachbrodt-Saaydeh, S., Kudsk, P. & Messéan, A. (2016) Toward a Reduced Reliance on Conventional Pesticides in European Agriculture. *Plant Disease*, 100, 10–24.
- Mafakheri, H., Taghavi, S. M., Banihashemi, Z. & *et al.* (2017) Pathogenicity, host range and phylogenetic position of *Agrobacterium* species associated with sugar beet crown gall outbreaks in Southern Iran. *European Journal of Plant Pathology*, 147 (3), 721–730.
- Marefat, A. S. & Hassanzadeh, N. (2000) Bacterial crown gall in imported cherry and apple seedling. *Proceedings of the 13th Iranian Plant Protection Congress*. University of Tehran, 254–254.
- Miranda, A., Janssen, G., Hodges, L. & *et al.* (1992) *Agrobacterium tumefaciens* transfers extremely long T-DNAs by a unidirectional mechanism. *Journal of Bacteriology*, 174, 2288–2297.
- Nazari, F., Safaie, N., Soltani, B. M., Shams-Bakhsh, M. & Sharifi, M. (2016) The effect of *Bacillus subtilis* producing Surfactin in ROS production and transformation efficiency of tobacco cells. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 50 (1–2), 24–32.
- Nazari, F., Safaie, N., Soltani, B. M., Shams-Bakhsh, M. & Sharifi, M. (2017) *Bacillus subtilis* affects miRNAs and Flavanoids production in *Agrobacterium*-Tobacco interaction, *Plant Physiology and Biochemistry*. 118, 98–106.

- Nazari, F., Safaie, N., Soltani, B. M., Shams-Bakhsh, M. & Sharifi, M. (2018) Effect of Surfactin on inducing tobacco resistance against *Agrobacterium*. *Iranian Journal of Plant Protection Science*. 49 (2), 255–262.
- Nazari, F. & Safaie, N. (2020) Using of auxin signaling pathway to investigate the contrast between two different strains of *Bacillus* against *Agrobacterium*. *Biocontrol in Plant Protection*, 8 (1), 1–9.
- Nazari, F., Safaie, N. & Momeni, H. (2021) Evaluation of fluorescence-activated cell sorting technology in *Agrobacterium* biocontrol. *Journal of Crop Protection*, 10 (2), 391–399.
- Schaad, N. W., Jones, J. B. & Chun, W. (2001) *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. 3rd Ed. APS Press, St Paul, USA: American Phytopathological Society Press. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2001.00635.x>
- Severin, V. & Dejeu, L. (1994) *Bolile și dăunătorii viței de vie*. Editura Ceres, Bucuresti, p. 124.
- Smith, E. F., & Townsend, C.O. (1907) A plant-tumor of bacterial origin. *Science*. 25(643), 671–673. <http://do.org/10.1126/science.25.643.671>.
- Xie, Y., Peng, Q., Ji, Y., Xie, A., Yang, L., Mu, S., Li, Z., He, T., Xiao, Y., Zhao, J. & *et al.* (2021) Isolation and Identification of Antibacterial Bioactive Compounds from *Bacillus megaterium* L2. *Frontiers in Microbiology*, 12, 645484.



Iranian Research Institute of Plant Protection

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

Applied Instruction

Management of bacterial Crown Gall disease

Fahimeh Nazari, Abolghasem Ghasemi

Iranian Research Institute of Plant Protection

**Registration No.
69274**

2025