

واکاوی علل بروز عارضه زوال مرکبات در جنوب کشور و راهکارهای مدیریت خاک و آب

یعقوب حسینی^۱، مجید عسکری سیاهویی و جهان‌شاه صالح

استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. yaaghoob.hosseini@yahoo.com

استادیار پژوهشی بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. askarisey@gmail.com

استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. jsaleh11@yahoo.com

دریافت: خرداد ۱۳۹۸ و پذیرش: دی ۱۳۹۸

چکیده

اهمیت و جایگاه اقتصادی مرکبات در دنیا و همچنین عوامل تأثیر گذار بر تولید آن باعث شده مرکبات از اهمیت خاصی برخوردار گردد. عارضه زوال مرکبات از عامل‌های مهم خسارت‌زا در مرکبات بوده که منجر به غیر اقتصادی شدن و یا از بین رفتن باغ‌های مرکبات زیادی در جنوب کشور شده است. هنوز علت اصلی این عارضه به‌خوبی شناخته شده نیست ولی به نظر می‌رسد مجموعه‌ای از تنش‌های محیطی و تنش‌های زنده که بسته به منطقه مورد ابتلا می‌تواند متفاوت باشد، به عنوان علل این عارضه قابل ذکر است. فارغ از علل اصلی این عارضه، آنچه مسلم است این که در همه درختان دچار این عارضه بخش عمده‌ای از ریشه‌ها، بویژه ریشه‌های مویین (تارهای کشنده) که مسئول جذب آب و مواد غذایی از خاک هستند، از بین می‌روند. با مراجعه به سوابق علمی، بررسی‌های میدانی، آزمایش‌های مشاهده‌ای و تجربیات کارشناسی نویسندگان، راهکارهایی برای پیشگیری و یا تعدیل عارضه زوال مرکبات پیشنهاد شده است. از مهمترین این راهکارها می‌توان به اعمال مدیریت صحیح آبیاری، تغذیه مناسب درختان، کاهش تنش‌های محیطی، رعایت بهداشت باغ و انجام عملیات به‌باغی اشاره کرد. اگرچه ممکن است انجام برخی از راهکارهای ذکر شده مانند کنترل و تعدیل شرایط محیطی به راحتی امکان‌پذیر نباشد، اما بیشتر راهکارهای پیشنهادی مانند مدیریت صحیح آبیاری، مدیریت مناسب تغذیه درختان، رعایت بهداشت باغ و انجام عملیات به‌باغی می‌تواند به‌سهولت توسط باغداران اجرایی شوند.

واژه‌های کلیدی: تغذیه گیاه، زوال مرکبات، مدیریت

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، بندرعباس، ایران.

مقدمه

مرکبات این مناطق مشاهده شده است. این عارضه به دو صورت زوال سریع و تدریجی منجر به از بین رفتن تعداد زیادی از درختان نارنگی سیاهوی هرمزگان و لیموترش در رودان، پرتقال در جیرفت و نارنگی و لیموترش در فارس شده است. زوال درختان مرکبات در منطقه جیرفت و کهنوج و همچنین در بخشهایی از شهرستان جهرم در استان فارس ناگهانی بوده و در طول دو تا سه هفته، درخت کاملاً خشک (به عبارت صحیح‌تر "سبز خشک") می‌شود (شکل ۱)، درحالی که زوال در منطقه هرمزگان، شهرستان داراب و بخش‌هایی از شهرستان جهرم اغلب به صورت تدریجی اتفاق می‌افتد. شکل‌های ۲ تا ۳، روند تدریجی زوال نارنگی سیاهو در استان هرمزگان را نشان می‌دهد. شدت این عارضه بیشتر در درختانی که پایه آنها بکرایی است و ریشه‌های سطحی دارند بیشتر گزارش شده است.

مرکبات در جنوب کشور با سطح زیر کشت بالغ بر دهها هزار هکتار جزو اولین محصولات مهم باغی از نظر درآمد و اشتغال‌زایی در بخش کشاورزی می‌باشد. علائم مشابه زوال مرکبات اولین بار در قرن ۱۹ در هند و پاکستان و پس از آن در مناطق مختلف آمریکای جنوبی مورد توجه و مطالعه قرار گرفت (یاهانی و همکاران، ۲۰۰۵؛ رای چوده‌ری و همکاران، ۱۹۶۹). امروزه این عارضه در مناطق مختلف آسیا، آفریقا و آمریکا حائز اهمیت بوده و مطالعات گسترده‌ای روی آن انجام شده است (یاهانی و همکاران، ۲۰۰۵). عارضه زوال مرکبات (Citrus decline) یکی از عامل‌های مهم خسارت‌زا در مرکبات بوده که تا کنون منجر به غیر اقتصادی شدن و یا از بین رفتن باغ‌های مرکبات زیادی در جنوب کشور شده است. این عارضه بعد از جادوگر مهم‌ترین عامل نابودی مرکبات در جنوب بوده و علائم آن در اکثر باغات



شکل ۱- تصویر درختی که به طور ناگهانی دچار زوال شده است



شکل ۲- تصویر درخت در مرحله آغازین زوال (سمت راست) و پس از آغاز زوال (سمت چپ) در نارنگی سیاهو



شکل ۳- تصویر مرحله پیشرفته زوال در نارنگی سیاهو

سینگ، ۲۰۰۴). نتایج یک بررسی در باغ‌های مرکبات دچار زوال در ایتالیا نشان داد که آسیب اصلی به ریشه‌ها وارد شده است و عامل آن را آلودگی فیتوفترایی و پوسیدگی ریشه گزارش کردند. در این بررسی مشخص شد که برخی از عملیات‌های باغی مثل هرس، آبیاری و شخم می‌توانند سبب تغییر در عارضه شوند. برای مثال عارضه بیشتر در جاهایی مشاهده شد که آبیاری زیادی انجام شده بود بویژه وقتی شخمی هم انجام نشده بود و لایه زیرین خاک دارای لایه سخت (غیر قابل نفوذ) بود. همچنین در جایی که خاک، پای طوقه درخت بود و یا درخت عمیق کاشت شده بود این عارضه بیشتر دیده می‌شد. افزون بر این در باغ‌های مسن این عارضه بیشتر دیده شد (اپولیتو و همکاران، ۱۹۹۰). در حال حاضر این عارضه با روند گسترش و خسارت زیاد اقتصادی، یکی از دغدغه‌های اصلی باغداران جنوب کشور محسوب می‌شود. بررسی عوامل مؤثر در بروز این پدیده می‌تواند امکان اعمال برنامه‌های مدیریتی صحیح جهت کاهش نرخ بروز عارضه و مقابله با موارد ایجادشده در مراحل اولیه را فراهم نماید.

برخی از عوامل دخیل در عارضه زوال مرکبات

سیستم ریشه درختان مرکبات از عوامل متعددی تأثیر پذیر هستند. یکی از شاخص‌های مهم سلامت درختان مرکبات دارا بودن سیستم ریشه موین مترکم و سالم است. حفظ سلامت ریشه‌های موین در مرکبات به

در تحقیقی در فلوریدا نشان داده شد که بین وقوع زوال و شرایط خاک‌های سطحی یک رابطه معنی‌دار وجود دارد. تنش رطوبتی خاک سطحی، زهکشی نامناسب و حجم ضعیف ریشه به طور غیر مطلوبی رشد ریشه و توسعه آن را در خاک سطحی متأثر می‌سازد. نتایج این تحقیق نشان داد که عامل زوال مرکبات در فلوریدا تلفیقی از فاکتورهای خاکی و مدیریت آنها و قارچ فوزاریوم سولانی می‌باشد. همچنین در این مطالعه نتیجه گرفته شد که کود نیترات آمونیم ریشه را برای آلوده کردن با فوزاریوم مستعد می‌سازد، زیرا فرم‌های آمونیومی نیتروژن برای تولید توکسین توسط قارچ‌ها لازم است. در این مطالعه کنترل شیمیایی مناسبی به دست نیامد، اما توصیه شد که پایه مقاوم، خاک‌های با زهکشی مناسب و مقدار کمتر کود در هر نوبت کوددهی و همچنین تنظیم آبیاری، به صورتی که کمترین تنش رطوبتی ایجاد شود، می‌تواند در کاهش زوال کارساز باشند (برنتا و همکاران، ۱۹۸۲). بر اساس مطالعات انجام شده، پرتقال (*Citrus sinensis*) و نارنگی (*C. reticulata*) به عنوان حساس‌ترین گونه‌های مرکبات معرفی شده‌اند (تیمر و منگ، ۲۰۰۷). از دیگر مصادیق ناسازگاری پایه و پیوندک که منجر به زوال می‌شود، بواسطه پل پیوندی است؛ به این صورت که در پل پیوندی تجمع مواد غذایی که در آوند آبکش جریان دارد، اتفاق می‌افتد و همین امر سبب نرسیدن مواد غذایی به ریشه و در نتیجه باعث مرگ ریشه‌های فرعی (تارهای کشنده) و از بین رفتن درختان خواهد شد (سریوستاوا و

عوامل مختلفی ربط دارد که از آن جمله میتوان سلامت نهال و عدم همراهی پاتوژن‌ها، رعایت بهداشت باغ و ممانعت از انتقال عوامل بیماری‌زا، تغذیه متعادل و به موقع درختان و همچنین ایجاد تعادل و تناسب بین اندام هوایی و زمینی (تاج و ریشه) اشاره نمود. به طور کلی، همواره تعادلی بین اندام‌های زمینی و هوایی درختان وجود دارد که با نسبت اندام هوایی به ریشه بیان می‌شود. معمولاً با افزایش سن درختان، میزان شاخ و برگ و نسبت شاخه به ریشه هم افزایش می‌یابد و سپس به یک حالت تعادل می‌رسد. معمولاً در قسمتی از شاخ و برگ درختانی که در سایه قرار می‌گیرند به تدریج ریزش برگ و مرگ شاخه‌ها و سرشاخه‌ها اتفاق می‌افتد. وجود میزان معینی از این چوب‌های مرده به ویژه در داخل تاج درخت تا حدودی طبیعی است و نشان دهنده حفظ نسبت مناسب شاخه به ریشه است و برای نفوذ بیشتر نور به داخل تاج درخت باید عملیات هرس صورت گیرد. برنامه‌های مناسب هرس در جلوگیری از گسترش عارضه به مناطق داخلی کمک می‌کند. مرگ بیش از حد سرشاخه‌ها در بخش بیرونی تاج درختان، ممکن است ناشی از عواملی باشد که به ریشه‌های موین صدمه می‌زند و سبب ریزش برگ‌ها شده و در نهایت منجر به خشکیدگی شاخه می‌شوند. بررسی منابع سوابق بروز این گونه زوال نشان

میدهد که این عوامل متنوع بوده و در هر منطقه بروز می‌تواند مجموعه‌ای از عوامل مخصوص به خود داشته باشد. به طور کلی عارضه زوال مرکبات، عارضه‌ای است که علت‌های متعددی برای آن ذکر شده است و نمی‌توان به یک علت اکتفا نمود. اگر بخواهیم از معلول (ظاهر زوال یافته درخت) پی به علت ببریم می‌توان گفت هر عاملی که باعث بروز ضعف و از بین رفتن ریشه‌ها بویژه ریشه‌های موین (تارهای کشنده) است که مسئول جذب آب و مواد غذایی از خاک هستند گردد عامل زوال است (شکل ۴). طبیعی است وقتی که جذب آب و مواد غذایی بوسیله درخت با مشکل مواجه گردد، ادامه حیات درخت دچار مشکل خواهد شد و به تدریج رو به زوال خواهد رفت (شکل ۵) و در نهایت نابود خواهد شد. علت از بین رفتن ریشه‌های موین درختان و عامل اصلی شروع کننده تخریب ریشه‌های موین بسیار متفاوت است؛ اما به نظر می‌رسد برخی عوامل بیماری‌زای خاک‌زاد که گاهاً از ریشه درختان مبتلا جدا شده است، گاهاً عوامل ثانویه هستند. به این صورت که ابتدا یک‌سری تغییراتی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک در محیط ریشه صورت می‌گیرد که طبیعتاً بر ریشه تأثیرگذار است و پس از آن، شرایط ریشه برای حمله عوامل بیماری‌زا و قارچ‌ها مهیا می‌گردد.



شکل ۴- ریشه درخت سالم (سمت راست)، ریشه درخت در مرحله شروع زوال (سمت چپ)



شکل ۵- درخت لیموترش مبتلا به زوال که تقریباً همه ریشه‌های فیبری (تارهای کشنده) آن از بین رفته است

سبب کاهش کیفیت آب آبیاری نیز گردیده است؛ به طوری که در بسیاری از مناطق سبب تغییر در تعادل املاح آب و به تبع آن خاک شده است. همچنین در مواردی غلظت بیش از حد نیاز برخی از عناصر غذایی در آب آبیاری و خاک، سمیت این عناصر را در پی داشته که نمونه بارز آن سمیت بور است. همچنین بهم خوردن تعادل بین کلسیم و منیزیم به نفع منیزیم، باعث اختلال در جذب عناصری کلیدی نظیر کلسیم که در استحکام دیواره سلولی و مقاومت در مقابل هجوم پاتوژن‌ها دارد گردیده و به دنبال آن حساسیت به پاتوژن‌های خاکزاد را افزایش یافته است.

اگر تنش رطوبتی به مفهوم زیادی آب در خاک در نظر گرفته شود، این امر نیز سبب بروز عارضه زوال مرکبات می‌گردد زیرا مرکبات از جمله درختانی است که نسبت به نارسایی تهویه خاک بسیار حساس می‌باشد. بارندگی‌های مداوم اواخر فصل زمستان و اوایل بهار در شمال کشور منجر به تنش مانداب و موجب از بین رفتن بیشتر ریشه‌های فیبری درختان مرکبات می‌شود. مرگ این ریشه‌های فیبری سبب کاهش شدید پتانسیل ریشه برای جذب آب و مواد معدنی خواهد شد و با شروع رشد اندام هوایی و گل‌دهی، سیستم ریشه صدمه دیده توانایی جذب و انتقال آب، مواد معدنی و تولید مواد هورمونی لازم را نداشته و موجب خشکیدگی شدید سر شاخه‌ها و در مواردی زوال درختان خواهد شد. معمولاً علائم ظاهری خشکیدگی و زوال مرکبات به طور عمده چند هفته بعد از

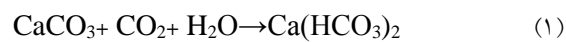
بر اساس بررسی‌های میدانی و آزمایش‌هایی که در باغ‌های مرکبات استان هرمزگان انجام شده است، یکی از این عوامل مهم، تنش رطوبتی است که باغات دچار عارضه زوال با آن دست و پنجه نرم می‌کنند. به طوری کمبود آب و خشکسالی طولانی مدت اخیر، بالا رفتن درجه حرارت‌های بیشینه تابستان و عدم وقوع بارش‌های رگباری تابستانه باعث گردیده که رطوبت خاک به شدت کاهش پیدا کرده و آب محدود آبیاری شده در تشتک درختان به سرعت تبخیر گردد. بدیهی است که این امر بویژه در تابستان که دمای بیشینه گاهاً نزدیک ۵۰ درجه سانتیگراد می‌رسد به درخت آسیب جدی وارد خواهد کرد. علاوه بر این، خاک‌های باغات منطقه اغلب سبک و یا بهتر بگوییم سنگلاخی هستند و قابلیت ذخیره آب کمی دارند و عملاً کمکی به درخت از نظر ذخیره رطوبت و تأمین آب نمی‌کنند. با شرایطی که گفته شد، دمای خاک در محدوده ریشه درختان نیز به سرعت بالا می‌رود و ممکن است به ریشه درختان مخصوصاً پایه‌های مانند بکرانی که ریشه‌ای سطحی دارند صدمه جدی وارد نماید. علاوه بر این، در بیشتر نقاط استان هرمزگان، در مقطعی از فصل گرم شاهد وزش بادهای گرم هستیم که در گویش محلی "لوار" نامیده می‌شود. بدیهی است وزش اینگونه بادهای اندک رطوبت خاک را هم از طریق افزایش تبخیر از خاک و هم از طریق افزایش تعرق گیاه تلف می‌کند. از طرف دیگر، وقوع خشکسالی‌های متوالی و طولانی مدت در استان، علاوه بر تأثیر منفی بر کمیت آب،

زهکشی آب اضافی منطقه ریشه و رفع تنش مانداب ظاهر خواهد شد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳).

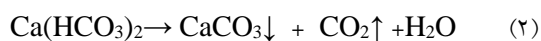
بر اساس آزمایش‌های انجام شده در هرمزگان، نسبت کلسیم به منیزیم در بسیاری از آب‌های مورد استفاده در باغات از حالت اولیه و طبیعی خارج شده است، به طوری که نسبت منیزیم به کلسیم، به دو رسیده است، در حالی که در حالت ایده‌آل، این نسبت بایستی حدود نیم یا یک دوم باشد. گزارش شده است که نسبت کلسیم به منیزیم در آب در حدود ۸۶ درصد از دشت‌های کشور کمتر از یک می‌باشد (قدیر و همکاران، ۲۰۱۸).

پرسش کلیدی و مهم می‌تواند این باشد که چرا این نسبت تغییر کرده است. یک فرضیه برای این تغییر، نگهداری نسبتاً طولانی مدت آب آبیاری در استخرهای سر باز می‌باشد که با بروز خشکسالی‌های اخیر ذخیره آب به این شکل بیشتر رواج پیدا کرده و در مواردی آبیاری تحت فشار نیز به این نوع ذخیره‌سازی آب دامن زده است. در این نوع ذخیره‌سازی آب با توجه به گرمای شدید هوا در تابستان بخشی از آب تبخیر شده و غلظت املاح بالا می‌رود. افزایش غلظت املاح تا حد مشخصی ادامه می‌یابد و بیشتر از آن حد شروع به رسوب می‌کنند که ماهیتا رسوب کلسیم نسبت به منیزیم بیشتر است و بنابراین نسبت کلسیم به منیزیم در آب آبیاری کاهش قابل توجهی می‌یابد. بررسی رسوبات جمع‌آوری شده از کف استخرها در بخش شمالی استان هرمزگان و مخصوصاً دهستان سیاهو نشان داد که بخش اعظم این رسوبات ترکیبات کلسیمی می‌باشد. با توجه به نقش ساختمانی کلسیم در دیواره سلولی گیاهان و ضرورت این عنصر در استحکام بخشی به دیواره سلولی، بدیهی است کم شدن غلظت کلسیم در آب آبیاری و محیط رشد گیاه سبب می‌شود تا سلولهای ریشه استحکام کافی نداشته باشند و در نتیجه عوامل بیماری‌زا که تا قبل از این نمی‌توانستند وارد ریشه شوند، راحت‌تر نفوذ نمایند و موجب پوسیدگی ریشه شوند. علت رسوب بیشتر کلسیم به منیزیم، مقدار کمتر حاصلضرب انحلال‌پذیری برای کربنات کلسیم (برابر با^۹

۱۰ × ۲/۸) در مقایسه با مقدار حاصلضرب انحلال‌پذیری برای کربنات منیزیم (برابر با^۸ ۱۰ × ۳/۵) است. مقدار حاصلضرب انحلال‌پذیری (K_{sp}) بیانگر قابلیت حل شدن آن ترکیب می‌باشد و بنابراین، مقدار کوچک K_{sp} معرف یک ترکیب نامحلول است. از طرف دیگر، حلالیت کربنات کلسیم در صورت موجود نبودن دی‌اکسیدکربن در محیط برابر با ۱۴ قسمت در میلیون در ۲۵ درجه سانتی‌گراد است. چنانچه دی‌اکسیدکربن در محیط یافت گردد، فعل و انفعالاتی به شرح زیر بین کربنات کلسیم و دی‌اکسیدکربن انجام می‌شود که نتیجه آن تشکیل بی‌کربنات کلسیم است. حلالیت بی‌کربنات کلسیم در ۲۵ درجه سانتی‌گراد، بین ۳۰۰ الی ۴۰۰ قسمت در میلیون می‌باشد که نسبت به آبی که فاقد دی‌اکسید کربن است افزایش فوق‌العاده‌ای دارد (واکنش ۱).



باید در نظر داشت چنانچه آبی محتوی بی-کربنات کلسیم باشد، در اثر حرارت تبدیل به اجزای زیر می‌گردد و افزایش رسوب کلسیم به صورت کربنات کلسیم را بدنبال دارد (واکنش ۲). می‌دانیم که به هنگام ذخیره آب در استخرهای ویژه این کار، دمای آب به سبب وجود تابیدن نور خورشید، بویژه در تابستان، شدت بالا می‌رود و در این حالت تمایل خروج گازها (گاز دی-اکسید کربن) از آب ذخیره شده در استخر افزایش می‌یابد و با کم شدن مقدار دی‌اکسید کربن، مقدار کلسیم محلول در آب آبیاری ذخیره در استخر کاهش قابل توجهی پیدا می‌کند (واکنش ۲).



با توجه به نقش ساختمانی کلسیم و ضرورت این عنصر در استحکام دیواره سلولی، بدیهی است کم شدن غلظت کلسیم در آب آبیاری و محیط رشد گیاه سبب می‌شود سلولهای ریشه استحکام کافی نداشته باشند و در نتیجه عوامل بیماری‌زا که تا قبل از این نمی‌توانستند وارد ریشه شوند، راحت‌تر نفوذ نمایند و موجب پوسیدگی ریشه شوند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۶). بر اساس تجربه کارشناسی بدست آمده در استان هرمزگان،

سبب میشود در سال بعد درخت محصول چندانی تولید نکند، بلکه خسارت محسوسی در باز تولید ریشه‌های مویین بدنال دارد که میتواند زمینه ساز زوال باشد، در نتیجه بتدریج آثار ضعف در درخت پدیدار می‌گردد و در نهایت درخت به سمت زوال رفته و از بین خواهد رفت (شکل ۶).

سال‌آوری درختان مرکبات بویژه نارنگی به تدریج زمینه زوال درخت را فراهم می‌سازد. علت این پدیده را می‌توان چنان تفسیر نمود که در سال‌آور، درخت محصول زیادی را تولید می‌کند و همین امر سبب می‌شود که بخش اعظم انرژی ذخیره خود را صرف تولید میوه نماید و درخت قادر نباشد توان خود را بازیابی نماید. این امر ضمن اینکه



شکل ۶- تصویر تناوب باردهی در دو سال متوالی در درختان نارنگی سیاهو

روی با هم تفاوت معنی‌دار نداشتند. مقدار عنصر روی در برگ درختان دارای زوال کاهش و در بافت آوند آبکش افزایش یافته بود (حدود ۲/۵۷ برابر بر اساس وزن خشک). مقدار کلسیم و مس بدون تغییر بودند اما مقدار منیزیم، آهن و منگنز اندکی در برگ‌های درختان دارای زوال کمتر بودند؛ اما در آوند آبکش دارای تفاوت چندانی نبودند. مقدار روی در عصاره تازه آوند آبکش در درخت دارای زوال نسبت به درخت سالم ۲/۴ برابر بود (تیلور و گیتزنوئر، ۱۹۹۸). مطالعه‌ای دیگر نیز نقش روی در ایجاد زوال مرکبات را مورد تأکید قرار داده است (سریوستاوا و سینگ، ۲۰۰۴؛ ۲۰۰۵a & b؛ ۲۰۰۹).

میوه زیاد بر روی درخت، به تشدید عارضه زوال کمک می‌کند؛ زیرا بخشی از مواد غذایی که می‌توانست برای تغذیه ریشه‌ی درخت مورد استفاده قرار گیرد به سمت میوه می‌رود؛ بنابراین ریشه گرسنه مانده و به تدریج ضعیف شده و از بین خواهد رفت. بدیهی است این امر به زوال درخت منجر خواهد شد.

ناسازگاری پایه و پیوندک نیز از مواردی است که ممکن است منجر به زوال و نابودی درختان مرکبات گردد. مطالعات انجام شده پیرامون ناسازگاری، حاکی از تفاوت چشمگیر در بروز و شدت عارضه زوال در گریپ فروت روی پایه‌های مختلف دارد (آرورا و همکاران، ۲۰۰۶). از نظر میزبانی، تقریباً همه گونه‌ها و ارقام مرکبات نسبت به این عارضه حساسند ولی از نظر میزان حساسیت متفاوت هستند. بررسی میدانی عارضه زوال مرکبات نشان می‌دهد که درختان نارنگی که پایه آنها بکرایی می‌باشد در مقایسه با درختانی که بر روی پایه‌های دیگر از قبیل نارنج و لیمو ترش رشد کرده‌اند، به عارضه زوال حساس‌تر و عارضه در این باغات شیوع و گستردگی بیشتری دارد.

تغذیه نامناسب درختان نیز می‌تواند از علل بروز زوال در درختان مرکبات باشد. بررسی و مقایسه پایه ماکروفیلا دارای زوال با ماکروفیلا سالم از نظر عناصر کلسیم، مس، آهن، منیزیم، منگنز و روی در برگ و بافت آوند آبکش نشان داد که عناصر ذکر شده به جز عنصر

از دیگر عوامل زوال درختان مرکبات می‌توان به بیماری‌هایی مانند میوه سبزی یا گرینینگ اشاره نمود. این بیماری را اصطلاحاً HLB هم می‌نامند. بر اساس شواهد میدانی، این بیماری در مناطقی از استان هرمزگان و جیرفت نقش پررنگی در زوال مرکبات دارد، بیماری‌های دیگری نظیر آلودگی‌های چندگانه به برخی از ویروئیدها نیز در پیشبرد زوال مرکبات در جنوب کشور نقش بازی می‌کنند و مطالعات و ردیابی‌های اخیر موارد متعددی از آلودگی چندگانه ویروئیدی را در برخی از استان‌های جنوبی کشور نشان داده است (بنی هاشمیان و همکاران، ۲۰۱۳). بیماری ویروسی ترستیزا نیز یکی دیگر از عوامل زنده دخیل در زوال مرکبات است که در بسیاری از کشورهای دنیا به عنوان عامل زوال آبی مرکبات معرفی شده است (مورینو و همکاران، ۲۰۰۸). این بیماری نیز از برخی از مناطق کشت مرکبات در شمال کشور گزارش شده است و بیم آن می‌رود در جنوب کشور هم وجود داشته باشد ولی اطلاعات موثقی در خصوص وجود و پراکنش این بیماری در جنوب کشور وجود ندارد. برهمکنش بسیاری از این عوامل زنده با تنش‌های غیرزنده محیطی مانند مانداب و غرقاب شدن خاک ناحیه ریشه که هر دو از عوامل محدودکننده انتقال کربوهیدرات‌ها از اندام هوایی به ریشه می‌باشند و یا تنش‌های محیطی و گرمایی و برهمکنش مثبت آن با بیماری‌های ویروئیدی می‌تواند در بروز زوال مرکبات نقش اساسی ایفا نماید که مواردی از زوال مرتبط با این عوامل در منطقه دیده می‌شود.

برخی از راه‌کارها جهت پیشگیری و یا تعدیل خسارت عارضه زوال مرکبات

همان‌گونه که گفته شد، علی‌رغم همراهی پاتوژن‌های مختلف با عارضه زوال این عارضه فقط یک بیماری نیست. بلکه زوال مرکبات یک عارضه است که مجموعه‌ای از عوامل زنده همچون قارچ‌های خاکزی و عوامل متعدد بیماری‌زای دیگر نظیر ویروئیدها، ویروس‌ها،

برخی باکتری‌ها و حتی فایتوپلاسماها ممکن است همراه با این عارضه باشند و در فرایند زوال دخالت نمایند؛ ولی آن چیزی که مسلم است عارضه زوال در بسیاری موارد، بجز موارد مربوط به آلودگی گرینینگ و ویروس ترستیزا با یک تنش غیر زنده شروع می‌شود و در فرایند پیشرفت عوامل زنده و پاتوژن‌ها مانند عوامل بیماری‌زای خاکزاد کمک به پیشرفت این عارضه می‌نمایند؛ بنابراین، استفاده از قارچ‌کش‌ها ممکن است در موارد زیادی روند و سرعت زوال درختان را کند کند ولی معمولاً علاج قطعی نیست و تا زمانی که شرایط اصلاح نشود برگشت درخت را به‌همراه نخواهد داشت. در نتیجه، استفاده از قارچ‌کش‌ها در مواردی لازم است اما شرط کافی برای برگشت درخت نیستند و باید اقدامات دیگری انجام شود که در زیر آورده شده است. نکته دیگر اینکه، هنگام استفاده از راهکارهای زیر، درجه زوال درخت در برگشت درخت مهم است. بدین معنی که درختانی که درصد زوال آنها بالاست معمولاً برگشتی ندارند و راهکارهایی که در زیر گفته شده است، معمولاً برای درختانی می‌تواند مفید باشد که حداکثر ۳۰ تا ۴۰ درصد تاج دچار زوال شده باشد. نکته سوم اینکه هر کدام از راهکارهای زیر به‌تنهایی، ممکن است نقشی پررنگ در پیشگیری یا درمان عارضه زوال نداشته باشند، اما اثرات مجموع آنها می‌تواند سهم چشمگیر و قابل ملاحظه‌ای در پیشگیری یا درمان عارضه داشته باشند. با در نظر گرفتن نکات فوق راهکارهای پیشگیری و یا کاهش اثرات زوال به شرح زیر می‌باشند: استفاده از نهال کاملاً سالم و گواهی شده از منابع مطمئن که صحت سلامت نهال تضمین شده باشد. توصیه می‌گردد و نهال مرکبات در بستر ضدعفونی شده غیر از خاک (ترکیبی پیت ماس و پرلیت) تولید شده باشد تا امکان انتقال عوامل بیماری‌زای خاکزاد همراه نهال نباشد. متأسفانه تا این لحظه، به‌رغم تلاش‌های وزارت جهاد کشاورزی و زیر مجموعه‌های تخصصی مربوطه هنوز نهال‌های سالم و مطمئن مرکبات در اختیار باغداران قرار نمی‌گیرد.

مدیریت مناسب تغذیه در طول فصل رشد متناسب با فنولوژی رشد و عملکرد درختان مرکبات با تاکید بر کوددهی بعد از برداشت میوه (بوژه برای درختان در شروع زوال)؛ انجام آزمایش دوره‌ای گیاه قبل از کود دهی توصیه می‌گردد.

مدیریت مناسب آبیاری در طول فصل رشد و بعد از برداشت میوه و ممانعت از تنش خشکی و تنش مانداب در منطقه ریشه.

محلول‌پاشی کودهای نیتروژنی و پتاسیمی مناسب در فاز دوم رشد میوه، جهت بهبود تغذیه درختان و ساخت مواد فتوسنتزی و تسریع در انتقال مواد فتوسنتزی به منطقه ریشه و بهبود توانایی درختان در مقابل تنش مانداب، سرما و غیره.

احتیاط در عملیات به‌باغی برای جلوگیری از حذف زیاد ریشه‌ها.

در صورت امکان، استفاده از سایه‌بان در مناطق جنوبی کشور برای مقابله با تنش گرمایی و تعدیل تنش خشکی و شوری در محیط ریشه. استفاده از سایبان باید متناسب با نیاز نوری درختان و حذف برخی از تابش‌های مازاد تابستان که همراه با تنش هستند، باشد. در صورتی که این توصیه اجرایی نباشد، باید درختان را در اوج گرما آبیاری نمود تا دمای درونی گیاه افزایش بیش از حد پیدا نکند و گیاه خنک شود.

کاشت مخلوط مرکبات با درختانی با ارتفاع بیشتر مانند نخل که می‌تواند در مواردی سایه اندازی محدودی برای تاج مرکبات در طول فصل گرما داشته باشد می‌تواند موثر باشد (شکل ۷).

رعایت اصول بهداشت باغ، عدم جابجائی ابزار خاک ورزی و هرس از باغ‌های مجاور و یا در صورت استفاده از ابزار حتما ضد عفونی سطحی به روش‌های مناسب (کلراکس ۲۰ درصد یا شتسوی ابزار و در شعله قرار دادن برای مدت چند ثانیه). برای جلوگیری از گسترش سریع عارضه رعایت این توصیه ضروری است. در صورت ارتباط مستمر و مداوم باغداران با مراکز جهاد کشاورزی، رعایت بهداشت باغ به‌سهولت امکانپذیر است.

بستر سازی مناسب تعدیل بافت خاک منطقه ریشه؛ در خاک‌های بافت سنگین با مصرف کودهای آلی یا حیوانی پوسیده و ماسه به نسبت مناسب و در خاک‌های سبک افزودن مواد آلی و در صورت امکان غنی‌سازی خاک منطقه ریشه حاصل می‌شود.

حذف یا شکستن لایه فشرده خاک منطقه ریشه در شروع احداث باغ و همچنین در باغ‌های احداث شده (که معمولا در فاصله ۴۰ الی ۵۰ سانتی‌متری از سطح خاک وجود دارد). این لایه موجب کاهش تهویه منطقه ریشه، کاهش نفوذ آب، کاهش راندمان جذب آب و عناصر غذایی شده و زوال درختان مرکبات را تشدید می‌کند.

ایجاد زهکشی مناسب در باغ‌های احداث شده جهت خروج سریع آب‌های سطحی و جلوگیری از تجمع آب در منطقه ریشه. ایجاد زهکش ممکن است در مواردی هزینه‌های زیادی داشته باشد. برای جلوگیری از تجمع آب در منطقه ریشه می‌توان کاشت درختان بر روی پشته انجام داد.



شکل ۷- کاشت مخلوط مرکبات با نخل

درختان مرکبات و هرس سرشاخه‌های خشکیده را جدی گرفت تا از این طریق بتوان نسبت ریشه به اندام هوایی را تا حدی به نفع ریشه اصلاح کرد تا ریشه فرصت باز-سازی خود را پیدا نماید.

تنک کردن میوه درختانی که در شروع زوال قرار دارند، فشار بر ریشه درخت را کمتر می‌کند و اجازه می‌دهد تا درخت بتواند بخش بیشتری از مواد غذایی تولید شده را در اختیار ریشه قرار دهد و از این طریق به بازیابی تارکشنده ریشه درخت کمک شایانی خواهد شد (آزادوار و همکاران، ۱۳۹۷).

همان طور که اشاره شد علت اصلی زوال درختان مرکبات، بویژه در هرمزگان، از بین رفتن تدریجی ریشه می‌باشد و ریشه نمی‌تواند وظیفه خود که عمل جذب است را انجام دهد. به منظور کاهش فشار بر ریشه درخت و فراهم کردن فرصت برای بازسازی ریشه و جلوگیری از زوال بخش هوایی درخت به هنگام زوال لازم است تا تغذیه درخت از طریق تزریق و محلول‌پاشی با نظر کارشناسان مطلع صورت پذیرد.

پوشاندن استخرهای ذخیره آب به منظور کاهش تبخیر و جلوگیری از رسوب کلسیم و به هم خوردن نسبت کلسیم به منیزیم. تعدیل سال‌آوری در درختان میوه از طریق تغذیه مناسب و یا راهکارهایی مانند حلقه‌برداری و یا ترکیبات تنک کننده میوه. در آزمایشی که بر روی نارنگی سیاهو انجام گرفت، مشخص شد که محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت دو در هزار می‌تواند شاخص سال‌آوری را کاهش دهد. بهترین زمان محلول‌پاشی برای سولفات روی در اواسط اسفند ماه توصیه گردید (حسینی، ۱۳۹۳). در آزمایشی دیگر به منظور تعدیل سال‌آوری نارنگی سیاهو، نشان داده شد که محلول‌پاشی اوره با غلظت نیم درصد در اواخر آبان‌ماه به همراه محلول‌پاشی بهاره (طی دو مرحله، مرحله اول در زمان تمام گل و مرحله بعدی یک تا سه هفته بعد از ریزش گلبرگ) می‌تواند سبب کاهش نوسان‌های باردهی گردد و عملکرد در

محلول‌پاشی درخت با کائولین (یک نوع رس) با غلظت دو تا پنج درصد در فصل گرما به منظور تعدیل تنش گرمایی در تابستان و همچنین کاهش خسارت تنش خشکی (از طریق انعکاس نور)؛ البته نیاز به بررسی بیشتری در این مورد وجود دارد.

آبشویی برنامه‌ریزی شده املاح تجمع یافته در منطقه ریشه برای مناطقی که کیفیت آب مطلوب نیست و همچنین از سیستم آبیاری تحت فشار استفاده می‌کنند. برای تعدیل اثرات تجمع نمک در منطقه ریشه استفاده از کودهای مناسب با این شرایط نظیر سولفات پتاسیم توصیه می‌گردد.

استفاده از سیستم آبیاری زیر سطحی در مناطق جنوبی کشور به منظور کاهش اثرات تنش کم آبی و کاهش تبخیر و تجمع نمک در منطقه ریشه.

استفاده از مالچ‌های گیاهی مانند برگ‌های درختان خرما و یا مالچ‌های پلاستیکی به منظور حفظ رطوبت خاک، تجمع و کاهش تبخیر و تجمع نمک در منطقه ریشه و حفظ تارهای کشنده از گرمای شدید. شکل ۱۲ این موضوع را نشان می‌دهد.

کاربرد کود به روش چالکود به صورتی که عمق چاله بیشتر از حد معمول باشد برای مناطقی که تنش گرمایی وجود دارد؛ با این کار ریشه به عمق‌های پایین‌تر هدایت شده و از تنش گرمایی مصون می‌ماند. این شیوه حفظ ریشه از گرما بویژه در مناطقی مانند هرمزگان که خاک اغلب باغ‌های مرکبات درشت بافت و سنگلاخی هستند مشکلی از نظر تهویه ایجاد نخواهد کرد.

جوان‌سازی درختان مسن؛ حتی در صورت عدم امکان کشت نهال‌های جدید، میتوان با هرس سنگین درختان مسن را در یک برنامه منظم تا حدودی جوان‌سازی نمود و ایجاد تعادل بین ریشه و اندام هوایی برقرار نمود که مانع از زوال می‌گردد.

عارضه زوال مرکبات در استان هرمزگان معمولاً با زوال ریشه‌های درخت شروع میشود و سپس آثار آن در اندام‌های هوایی مشاهده می‌گردد، باید برنامه هرس

سال‌های مختلف را متعادل می‌نماید (حسینی و رضازاده، ۱۳۹۴).

تعدیل فلور میکروبی خاک به نفع موجودات همزیست مفید نظیر قارچ‌های میکوریزا و یا آنتاگونیست‌هایی که با احاطه ریشه مانع از حمله قارچ‌های پاتوژن می‌گردند مانند قارچ تریکودرما که می‌تواند سبب بهبود جذب عناصر غذایی و حفظ سلامت ریشه در درختان گردند.

پیشنهاد‌های ترویجی

زوال عارضه‌ای است که مجموعه‌ای از عوامل در آن نقش ایفا می‌کنند و به‌نظر می‌رسد عوامل دخیل در عارضه زوال متعدد می‌باشند؛ بنابراین، راهکارهای کنترل شیمیایی پاتوژن نمی‌تواند به عنوان راهکاری پایدار برای مدیریت این عارضه توصیه گردد. یکی از عوامل مهم در برگشت یا عدم برگشت درخت دچار عارضه زوال، مدیریت کلی باغ و درجه ابتلا به زوال است. به این ترتیب که تیمارهای بهبوددهنده درخت در صورتی می‌تواند مؤثر باشند که درخت در ابتدای ابتلا به زوال و

درجه یا پیشرفت زوال، به صورت تقریبی کمتر از ۳۰ تا ۴۰ درصد باشد. نکته‌ای که باید به آن توجه شود این است که مدیریت این عارضه نسخه واحدی ندارد و برای هر منطقه باید متناسب با شرایط خاص آن می‌توان توصیه نمود. هر کدام از اقدامات گفته شده ممکن است سهم کمی در بهبود وضعیت درخت داشته باشند، اما انجام مجموع آنها می‌تواند سهم بسزایی در برگشت وضعیت درخت به وضعیت عادی داشته باشد. به طور کلی از مهمترین راهکارهای کنترل عرضه زوال مرکبات می‌توان به اعمال مدیریت صحیح آبیاری، تغذیه مناسب درختان، کاهش تنشهای محیطی (در خاک، آب و اقلیم)، رعایت بهداشت باغ و انجام عملیات به‌باغی اشاره کرد. اگرچه ممکن است اجرای برخی از راهکارهای گفته شده همچون کنترل و تعدیل شرایط محیطی براحتی امکان‌پذیر نباشد، اما بیشتر راهکارهای پیشنهادی مانند مدیریت صحیح آبیاری، مدیریت مناسب تغذیه درختان، رعایت بهداشت باغ و انجام عملیات به‌باغی می‌تواند به‌سهولت توسط باغداران اجرایی شوند.

فهرست منابع

۱. آزادوار، م. م. گل محمدی، م. بصیرت، م. عسکری، ب. گل‌عین و ح. حاج‌نجاری. ۱۳۹۷. مدیریت عرضه زوال مرکبات در جنوب ایران. دستورالعمل فنی شماره ۵۴۴۲۸. مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
۲. آمارنامه کشاورزی، جلد سوم: محصولات باغبانی. ۱۳۹۷. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
۳. اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. ۱۳۹۳. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد اول و دوم. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
۴. حسینی، ی. و ر. رضازاده. ۱۳۹۴. بررسی امکان تعدیل سال آوری نارنگی سیاهو با استفاده از تغییر زمان محلول‌پاشی نیتروژن و زمان برداشت در حاجی‌آباد (هرمزگان). پژوهش‌های خاک، ۲۹ (۳): ۳۹۵-۴۰۶.
۵. حسینی، ی. ۱۳۹۳. بررسی امکان کنترل باردهی نارنگی سیاهو با استفاده از محلول‌پاشی سولفات منیزیم و روی. گزارش نهایی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

۶. حسینی، ی.، ج. صالح، م. عسکری و م. بصیرت. ۱۳۹۶. راهکارهای تغذیه‌ای و مدیریت تنش‌های محیطی به منظور پیشگیری و مقابله با عارضه زوال مرکبات. نشریه فنی شماره ۵۵۳، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
7. Al-Yahani, R., I. A. Khan and M. Deadman. 2005. Citrus and mango. *Chronic Horticulturae* 45: 42-43.
 8. Arora, R. K., B. S. Daulta, and M. M. Priya. 2006. Studies on the possible causes of citrus decline in various stionic combinations of grapefruit (*Citrus paradise* Macf.). *Indian Journal of Citriculture* 29: 138-142.
 9. Burnetta, H. C., S. Nemecab, and M. Patterson. 1982. A review of Florida citrus blight and its association with soil edaphic factors, nutrition and *Fusarium solani*. *Tropical Pest Management*. 28(4): 416-422.
 10. Ippolito, A., V. DE Cicco and M. Salerno. 1990. Role of *Phytophthora* spp. in citrus decline in Apulia and Basilicata, Italy. *Bulletin OEPP* 20: 91-94.
 11. Raychudhuri, S. P., T. K. Nariani, and V. C. Lele. 1969. Citrus dieback problem in India. *Citrus Symposium*. 3: 1433-1437.
 12. Srivastava, A. K., and S. Singh. 2004. Zinc nutrition and citrus decline – A review. *Agricultural Reviews*. 25 (3): 173-188.
 13. Srivastava, A. K., and S. Singh. 2005. Zinc nutrition, a global concern for sustainable citrus production. *Journal of Sustainable Agriculture*. 25(3): 5-42.
 14. Srivastava, A. K., and S. Singh. 2005. Soil and Plant Nutritional Constraints Contributing to Citrus Decline in Marathwada Region, India. *Soil Science and Plant Analysis*. 35: 2537–2550.
 15. Srivastava, A. K., and S. Singh. 2009. Citrus Decline: Soil Fertility and Plant Nutrition. *Journal of Plant Nutrition*. 32: 197-245.
 16. Qadir, M., S. Schubert, J. D. Oster, G. Sposito, P. S. Minhas, S A. M. Cheraghi, G. Murtaza, A. Mirzabaev, M. Saqib. 2018. High magnesium waters and soils: Emerging environmental and food security constraints. *Science of the Total Environment*. 642:1108–1117.
 17. Taylor, K. C., and H. L. Geitzenauer. 1998. 5KD Zinc-binding protein accumulation in macrophylla-decline-affected citrus. *Journal of American Society of Horticultural Science*. 123(3): 357-360.
 18. Timmer, L. W., and J. A. Menge. 2007. Diseases of Citrus (*Citrus spp.*) [Online]. Available at <http://plantpath.ifas.ufl.edu/takextpub/Fact Sheets/pp0023.pdf>.
 19. Bani Hashemian, S. M., H. Taheri, Y. Mohammad Alian, J. M. Bové, and N. Duran-Vila. 2013. Complex mixtures of viroids indentified in the two main citrus growing areas of Iran. *Journal of Plant Pathology*. 95:3 647-654.
 20. Moreno, P. I., S. Ambrós, M. R. Albiach-Martí, J. Guerri, and L. Peña. 2008. Citrus tristeza virus: a pathogen that changed the course of the citrus industry. *Molecular plant pathology*. 9(2) 251-68.

Evaluation of the causes of citrus decline in southern Iran and the required soil and water management strategies

Y. Hosseini¹, M. Askari Syahooaee, and J. Saleh

Soil and Water Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO¹, Bandar Abbas, Iran. yaaghoob.hosseini@yahoo.com

Plant Protection Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bandar Abbas, Iran. askarisey@gmail.com

Soil and Water Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bandar Abbas, Iran. jsaleh11@yahoo.com

Received: June 2019 and Accepted: January 2020

Abstract

Citrus fruits are of special economic importance; hence, the factors affecting their production need special attention. The citrus decline disorder is the cause of serious losses to the citrus industry due to the economic failure or total degradation of citrus orchards in the south of Iran. Even though the causal agents of the disorder in these regions are not yet fully known, a combination of environmental stresses and biological agents, depending on the affected region, seem to play roles in the spread of the disorder. Whatever the major causal agents, it is well established that the affected trees lose their hairy roots that are responsible for water and nutrient uptake. Drawing upon literature reports, field investigations, observational experiments, and the past experience of the present authors, the present paper proposes a number of remedial and preventive practices to mitigate, or even eradicate, the citrus decline disorder. Some of the most important strategies proposed include well managed irrigation regimes, timely application of proper fertilizers, reducing environmental stresses, orchard sanitation, and proper horticultural practices. Although such recommended practices as reducing environmental stresses may not be easily applicable under certain conditions, most seem readily practical.

Keywords: Citrus decline, Citrus Management, Plant nutrition

¹. Corresponding author: Soil and Water Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Bandar Abbas, Iran.

² Agricultural Research, Education, and Extension Organization