



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات خاک و آب

راهکارهای تغذیه‌ای و مدیریت تنش‌های محیطی به منظور پیشگیری و مقابله با عارضه زوال مرکبات

نگارندگان

یعقوب حسینی عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان
جهانشاه صالح عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان
مجید عسکری عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان
مجید بصیرت استادیار پژوهش و عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب

نشریه فنی: 553

1396

عنوان: راهکارهای تغذیه‌ای و مدیریت تنش‌های محیطی به منظور پیشگیری و مقابله با عارضه

زوال مرکبات

نگارندگان: یعقوب حسینی، جهان‌شاه صالح، مجید عسکری و مجید بصیرت

ناشر: مؤسسه تحقیقات خاک و آب

سال انتشار: 1396

نوبت چاپ: اول

تیراژ: 100 نسخه

ویراستار: آقای دکتر حمید قیومی محمدی

صفحه‌آرایی و حروفچینی: شیرین اسدزاده

کارشناس انتشارات: زهرا محمدی

طراح جلد: سید هرمز سجادی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات سنا

قیمت: 5000 تومان

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

این نشریه با شماره 52359 در تاریخ 96/7/2 در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به

ثبت رسیده است.

نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

کشور ما با تولید حدود چهار میلیون تن و سطح زیر کشت 240 هزار هکتار جزء هفت کشور عمده تولیدکننده مرکبات در دنیا به حساب می‌آید (تاجور و همکاران 1384). توجه به اهمیت این محصول و جایگاه اقتصادی خاص آن در دنیا و همچنین عوامل تأثیرگذار بر مرکبات از اهمیت خاص برخوردار است. یکی از عارضه‌های مهم این محصول که در بسیاری از نقاط دنیا مورد توجه قرار گرفته است، زوال مرکبات (Citrus decline) می‌باشد که در برخی از منابع تحت عنوان سرخشکیدگی مرکبات (Citrus dieback) نیز نام برده شده است (Al-Yahani et al., 2005). علایم مشابه زوال مرکبات اولین بار در قرن 19 در هند و پاکستان و پس از آن در مناطق مختلف آمریکای جنوبی مورد توجه و مطالعه قرار گرفت (et al., 1969). امروزه این عارضه در مناطق مختلف آسیا، آفریقا و آمریکا حائز اهمیت بوده و مطالعات گسترده‌ای روی آن انجام شده است (Al-Yahani et al., 2005).

مرکبات در استان هرمزگان با سطح زیر کشت بالغ بر دهها هزار هکتار، جزء اولین محصولات مهم باغی از نظر درآمد و اشتغال‌زایی در بخش کشاورزی می‌باشد. برای مثال، استان هرمزگان رتبه سوم تولید مرکبات را در کشور دارد و محصولاتی نظیر نارنگی سیاهو و لیمو ترش رودان و میناب هم از نظر پتانسیل تولید و هم از نظر کیفیت محصول در کشور بی‌نظیر می‌باشد و در بازار محصولات کشاورزی کشور جایگاه ویژه و خاص دارد. عارضه زوال مرکبات (Citrus decline) یکی از عوامل مهم و خسارت‌زا در مرکبات بوده که تاکنون منجر به غیراقتصادی شدن و یا از بین رفتن باغ‌های مرکبات زیادی در این استان شده است. این عارضه بعد از جاروی جادوگر، مهمترین عامل نابودی مرکبات در جنوب بوده و اخیراً علایم زوال در اکثر باغات 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 شده است.

این عارضه در برخی از مناطق جیرفت و کهنوج ناگهانی بوده و در طول 2 تا 3 هفته، درخت کاملاً خشک می‌شود (شکل 1). اما زوال در منطقه هرمزگان، اغلب به صورت تدریجی اتفاق می‌افتد. اگرچه فرضیه‌هایی درباره علت این دو نوع زوال وجود دارد، اما هنوز نیاز به بررسی‌های بیشتری وجود دارد. شکل‌های 2 تا 4 روند تدریجی زوال در منطقه هرمزگان در نارنگی سیاهو را نشان می‌دهد. این عارضه در مناطق کوهپایه‌ای جنوب کرمان نیز گزارش شده است و در درختانی که پایه آن‌ها بکرایی با ریشه‌های سطحی است بیشتر دیده شده است.



شکل 1- درخت به طور ناگهانی دچار زوال شده است.

در حال حاضر این عارضه با روند گسترش سریع خود و خسارات اقتصادی فراوانی که بر جای می‌گذارد به عنوان یکی از دغدغه‌های اصلی کشاورزان استان محسوب می‌شود. بررسی عوامل تغذیه‌ای مؤثر در بروز این پدیده، می‌تواند امکان

اعمال برنامه‌های مدیریتی صحیح جهت کاهش نرخ بروز عارضه و مقابله با موارد ایجاد شده در مراحل اولیه را فراهم نماید.



شکل 3- مرحله پس از آغاز زوال در نارنگی سیاهو



شکل 2- آغاز زوال در نارنگی سیاهو



شکل 4- مرحله پیشرفته زوال در نارنگی سیاهو

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 نشان‌دهنده 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 اطراف خارجی تاج درختان، ممکن است ناشی از عواملی باشد که سبب ریزش برگ‌ها می‌شوند. به نظر می‌رسد این عوامل زیاد و متنوع می‌باشند.

به طور کلی عارضه زوال مرکبات، عارضه‌ای است که علت‌های متعددی دارد و نمی‌توان به یک علت اکتفا نمود. اگر بخواهیم از معلول (ظاهر زوال یافته درخت) پی به علت ببریم می‌توان گفت در بین سلسله علل مختلف، نزدیک‌ترین علت زوال در مرکبات از بین رفتن ریشه‌ها بویژه ریشه‌های مویین (تارهای کشنده) است که مسئول جذب آب و مواد غذایی از خاک هستند (شکل 5) و 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 درخت رو به زوال خواهد رفت (شکل 6) و در نهایت نابود خواهد شد. علت از بین رفتن ریشه‌های مویین درخت به خوبی مشخص نشده است؛ اما به نظر می‌رسد عوامل بیماری‌زا و یا عوامل قارچی، که گاهی از ریشه درختان مبتلا جدا شده است، عوامل ثانویه باشند. به این صورت که ابتدا یک سری تغییراتی در محیط ریشه صورت می‌گیرد، که به طور طبیعی بر ریشه تأثیرگذار است و پس از آن شرایط ریشه برای حمله عوامل بیماری‌زا و قارچ‌ها مهیا می‌گردد.



شکل 5- ریشه درخت سالم که دارای رنگ روشن است (سمت راست)، ریشه درخت در مرحله شروع زوال که رنگ ریشه‌های موئین قهوه‌ای شده که حاکی از شروع پوسیدگی در آنها است (سمت چپ)



شکل 6- درخت لیموترش دارای زوال که تقریباً همه ریشه‌های فیبری (نارهای کشته) آن از بین رفته‌اند.

بر اساس بازدیدها 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 که به سبب کمبود آب و خشکسالی، دور آبیاری در سال‌های اخیر به بیش از 12 روز رسیده است. بدیهی است که این امر بویژه در تابستان که دما به نزدیک 50 درجه سانتیگراد می‌رسد به

درخت آسیب جدی وارد خواهد کرد. علاوه بر این بافت خاک‌های باغات منطقه اغلب سبک و یا بهتر بگوییم سنگریزه دار 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 پای درختان نیز به سرعت بالا می‌رود و ممکن است به ریشه مرکبات 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 زبان محلی به "لوار" معروف است. بدیهی است وزش این‌گونه بادهای اندک رطوبت خاک را هم از طریق افزایش تبخیر از خاک و هم از طریق افزایش ترقق گیاه تلف می‌کند. از طرف دیگر، وقوع خشکسالی‌های متوالی و طولانی مدت در استان، علاوه بر تأثیر منفی بر کمیت آب، سبب کاهش کیفیت آب آبیاری نیز گردیده است؛ به طوری که در بسیاری از مناطق، شوری آب و به تبع آن خاک را سبب شده است. همچنین غلظت بیش از حد نیاز برخی از عناصر غذایی در آب آبیاری و خاک، سمیت این عناصر را در پی داشته است که نمونه بارز آن سمیت بور 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 اند که نسبت به نارسایی تهویه خاک بسیار حساس می‌باشند. 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 سرشاخه‌ها و در مواردی زوال درختان خواهد شد. معمولاً علائم ظاهری خشکیدگی و زوال مرکبات به طور عمده چند هفته بعد از زهکشی آب اضافی منطقه ریشه و

رفع تنش مانداب ظاهر خواهد شد. گفته شده است که پایه نارنج در مقایسه با برخی از پایه‌های دیگر مرکبات، حساس به تنش مانداب است (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393).

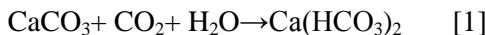
مانداب طولانی مدت منطقه ریشه، موجب به هم ریختن سیستم آوندهای چوبی ریشه شده و با شروع فعالیت درختان در اوایل بهار توانایی هدایت آب و مواد معدنی لازم به اندام هوایی را نداشته و منجر به زردی و ریزش برگ و گل‌ها، خشکیدگی سرشاخه‌ها و زوال درختان خواهد شد.

از طرف دیگر، تنش مانداب و غرقاب موجب افزایش تشکیل رادیکال‌های آزاد در اندام هوایی و برگ‌ها شده و زوال درختان را تشدید می‌کند و صدمه بعد از رفع تنش غرقاب بسیار بیشتر از زمان تنش می‌باشد. بنابراین علائم خشکیدگی سرشاخه‌ها و زوال درختان مرکبات بعد از رفع تنش بیشتر آشکار می‌شود. به علاوه، مدیریت نامناسب تغذیه باغ‌ها در طول فصل رشد به ویژه بعد از برداشت میوه در سال پرمحصول و تاخیر در برداشت میوه، موجب تخلیه کربوهیدرات‌ها و عناصر غذایی ریشه‌ها شده و سپس بارندگی زیاد و مانداب شدن خاک منطقه ریشه به دنبال آن، می‌تواند موجب تشدید این تخلیه و خشکیدگی سرشاخه‌ها و در مواردی نیز زوال مرکبات شود همچنین بارندگی‌های مداوم اواخر فصل زمستان و اوایل بهار منجر به کاهش شدید هدایت هیدرولیکی ریشه‌ها، تخلیه شدید کربوهیدرات‌های ریشه، تخلیه برخی عناصر غذایی از جمله کلسیم، منیزیم و نیتروژن و همچنین تجمع بیش از حد آهن و منگنز (که منجر به سمیت آهن در بافت ریشه می‌شود) در ریشه‌ها می‌گردد که می‌تواند یکی از دلایل اصلی زوال مرکبات در مناطق شمالی باشد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393).

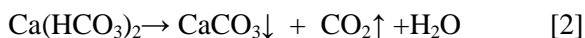
بر اساس آزمایش‌های انجام شده در هرمزگان، نسبت کلسیم به منیزیم در بسیاری از آب‌های مورد استفاده در باغات، از حالت اولیه و طبیعی خارج شده است.

به طوری که نسبت منیزیم به کلسیم، به دو رسیده است. در حالی که در حالت نرمال، این نسبت بایستی حدود نیم یا یک دوم باشد. شاید سؤال این باشد که چرا این نسبت تغییر کرده است. یک فرضیه برای این تغییر نسبت، نگهداری نسبتاً طولانی مدت آب آبیاری در استخرهای سر باز می‌باشد که با رواج آبیاری تحت فشار، این نوع ذخیره‌سازی نیز مرسوم گردیده است. با توجه به گرمای شدید هوا در تابستان، بخشی از آب تبخیر می‌شود و غلظت املاح بالا می‌رود. افزایش غلظت املاح تا حد مشخصی ادامه می‌یابد و بیشتر از آن حد شروع به رسوب می‌کنند که ماهیتاً رسوب کلسیم نسبت به منیزیم بیشتر است و بنابراین نسبت کلسیم به منیزیم در آب آبیاری کاهش قابل توجه‌ای می‌یابد. زیرا مقدار حاصلضرب انحلال پذیری برای کربنات کلسیم برابر با 2.8×10^{-9} و مقدار حاصلضرب انحلال پذیری برای کربنات منیزیم برابر با 3.5×10^{-8} است. مقدار حاصلضرب انحلال پذیری (K_{sp}) بیانگر قابلیت حل شدن آن ترکیب می‌باشد و بنابراین، یک مقدار کوچک K_{sp} معرف یک ترکیب نامحلول است.

از طرف دیگر، در صورت موجود نبودن دی‌اکسید کربن در محیط، حلالیت کربنات کلسیم برابر با 14 قسمت در میلیون در 25 درجه سانتی‌گراد است. چنانچه دی‌اکسید کربن در محیط یافت گردد، فعل و انفعالاتی به شرح زیر بین کربنات کلسیم و دی‌اکسید کربن انجام می‌شود که نتیجه آن تشکیل بی‌کربنات کلسیم است. حلالیت بی‌کربنات کلسیم در 25 درجه سانتی‌گراد بین 300 الی 400 قسمت در میلیون می‌باشد که نسبت به آبی که فاقد دی‌اکسید کربن است افزایش فوق‌العاده‌ای دارد (واکنش 1).



باید در نظر داشت چنانچه آبی محتوی بی کربنات کلسیم باشد، در اثر حرارت تبدیل به اجزاء زیر می‌گردد و افزایش رسوب کلسیم به صورت کربنات کلسیم را بدنبال دارد (واکنش 2). می‌دانیم که به هنگام ذخیره آب در استخرهای ویژه این کار، دمای آب به سبب وجود تابیدن نور خورشید، بویژه در تابستان، به شدت بالا می‌رود و در این حالت تمایل خروج گازها (گاز دی‌اکسید 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 2).



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.

بر اساس تجربه کارشناسی به دست آمده در منطقه هرمزگان، سال‌آوری درختان مرکبات بویژه نارنگی به تدریج زمینه زوال درخت را فراهم می‌سازد. زیرا در سال‌آور، درخت محصول زیادی تولید می‌کند و همین امر سبب می‌شود که تمام انرژی درخت صرف تولید میوه گردد و درخت نتواند خود را بازیابی نماید. این امر ضمن این‌که سبب می‌شود در سال بعد درخت محصول چندانی تولید نکند، که این امر نیز خسارت خاص خود را بدنبال دارد، بتدریج آثار ضعف در درخت پدیدار می‌گردد و در نهایت درخت به سمت زوال رفته و از بین خواهد رفت (شکل 7).



شکل 7- تناوب باردهی در دو سال متوالی در درختان نارنگی سیاهو

در برخی از منابع علمی گزارش شده است که پل پیوندی نیز ممکن است در برخی از موارد سبب زوال درخت گردد؛ به این صورت که در پل پیوندی تجمع مواد غذایی در آوند آبکش اتفاق می‌افتد و همین امر سبب نرسیدن مواد غذایی به ریشه می‌شود و در نتیجه ریشه‌ها از بین خواهند رفت (Srivastava and Singh, 2004).

ناسازگاری پایه و پیوندک نیز یکی دیگر از مواردی است که در موارد حاد ممکن است منجر به زوال و نابودی درختان مرکبات گردد. مطالعات انجام شده حاکی از تفاوت چشمگیر در بروز و شدت عارضه زوال در گریپ فروت روی پایه‌های مختلف دارد که به ناسازگاری پایه و پیوندک نسبت داده شده است (Arora et al., 2006). از نظر میزبانی، تقریباً همه گونه‌ها و ارقام مرکبات نسبت به این عارضه حساس‌اند ولی از نظر میزان حساسیت متفاوت هستند. بر اساس مطالعات انجام شده، پرتقال (*Citrus sinensis*) و نارنگی (*C. reticulata*) به عنوان حساس‌ترین گونه‌های مرکبات معرفی شده‌اند (Timmer and Menge, 2007).

تغذیه نامناسب درختان نیز می‌تواند از علل بروز زوال در درختان مرکبات باشد. بررسی و مقایسه پایه ماکروفیلائی دارای زوال با ماکروفیلائی 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 روی با هم تفاوت معنی‌دار نداشتند. مقدار عنصر روی در برگ درختان دارای زوال کاهش و در بافت آوند آبکش افزایش یافته بود (حدود 2/57 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 2/4 برابر بود (Taylor and Geitzenauer, 1998). مطالعه‌ای دیگر نیز نقش روی در ایجاد زوال مرکبات را مورد تأکید قرار داده است (Srivastava and Singh, 2004, 2005a, b, 2009). تحقیقی در فلوریدا نشان داد 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 غیرمطلوبی 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، بر روی خاک‌های با زهکشی مناسب و مقدار کمتر کود در هر نوبت کودی و همچنین تنظیم آبیاری، به صورتی که کمترین تنش رطوبتی ایجاد شود، می‌توانند در کاهش زوال کارساز باشند (Burnetta et al., 1982).

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.

از دیگر عوامل زوال درختان مرکبات، بیماری‌هایی مانند جاروک لیموترش، گرینینگ و ... می‌باشد. همچنین وجود بیماری ویروسی تریس‌تزا که یک تنش زنده‌ی عمده برای مرکبات مناطق شمالی است و برهم‌کنش آن با تنش‌های غیرزنده‌ی محیطی مانند مانداب و غرقاب خاک منطقه ریشه، که هر دو از عوامل محدودکننده انتقال کربوهیدرات‌ها از اندام هوایی به ریشه می‌باشند، نقش اساسی در خشکیدگی سرشاخه‌ها و زوال مرکبات این منطقه دارند.

برخی راهکارهای پیشگیری و یا کاهش خشکیدگی سرشاخه‌ها و زوال مرکبات

همان‌گونه که گفته شد در عارضه زوال مرکبات، به احتمال زیاد عوامل زنده همچون قارچ‌های بیماری‌زا، عوامل ثانویه هستند و فقط زوال درخت را سرعت می‌دهند. بنابراین، استفاده از سموم و قارچ‌کش‌ها روند و سرعت زوال درختان را کند می‌کند و معمولاً علاج و برگشت درخت را به‌همراه خواهد داشت. در نتیجه، استفاده از سموم و قارچ‌کش‌ها 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 مفید است که حداکثر 30 تا 40 درصد زوال دارند. نکته سوم این‌که هرکدام 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:

- 1- کاشت به صورت سیستم جوی - پشت‌های در اراضی دشت با بافت سنگین، زمین‌های شالیزاری (که به باغ تبدیل می‌شوند و همچنین زمین‌هایی که قبلاً شالیزار بوده‌اند) و اراضی در معرض مانداب موقت.
- 2- 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.
- 3- حذف یا شکستن هر نوع لایه فشرده خاک منطقه ریشه در شروع احداث باغ و همچنین در باغ‌های احداث شده (که معمولاً در فاصله 40 الی 50 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.
- 4- ایجاد زهکشی مناسب در باغ‌های احداث شده جهت خروج سریع آب‌های سطحی و جلوگیری از تجمع آب در منطقه ریشه.
- 5- مصرف کودهای آلی در باغ‌های با بافت سنگین جهت بهبود وضعیت فیزیکی خاک.
- 6- مدیریت مناسب تغذیه در طول فصل رشد، متناسب با فنولوژی رشد و عملکرد درختان مرکبات با تاکید بر کوددهی بعد از برداشت میوه.
- 7- مدیریت مناسب آبیاری در طول فصل رشد و بعد از برداشت میوه و ممانعت از تنش خشکی و تنش مانداب در منطقه ریشه.
- 8- 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.

- 9- محلول‌پاشی کودهای فسفیت پتاسیم یا دی‌پتاسیم فسفات، پس از برداشت میوه جهت افزایش سیستم دفاعی ریشه درختان مرکبات به ویژه در مناطقی که احتمال مانداب سطحی وجود دارد.
- 10- محلول‌پاشی درختان با سولفات روی یا کلات‌های روی و نیترات منیزیم در پاییز جهت افزایش توانایی درخت در برابر تنش‌ها.
- 11- احتیاط در عملیات زراعی برای ممانعت از حذف زیاد ریشه‌ها
- 12- در صورت امکان استفاده از سایه‌بان در مناطق جنوبی کشور برای مقابله با تنش گرمایی و تعدیل تنش خشکی و شوری در محیط ریشه (شکل 8)



شکل 8- نمونه‌ای از سایه‌بان استفاده شده در باغات مرکبات

- 13- کاشت مخلوط مرکبات با درختانی که سایه برای مرکبات در طول فصل گرما ایجاد می‌کنند مانند نخل (شکل 9).



شکل 9- کاشت مخلوط مرکبات با نخل

14- محلول‌پاشی درخت با کائولین (یک نوع رس)، با غلظت 2 تا 3 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 (شکل 10).



شکل 10 - درختان محلول‌پاشی شده با کائولین

15- آبشویی برنامه ریزی شده املاح تجمع یافته در منطقه ریشه برای مناطقی که کیفیت آب مطلوب نیست و همچنین از سیستم آبیاری تحت فشار استفاده می‌کنند.

16- استفاده از سیستم آبیاری زیرسطحی در مناطق جنوبی کشور به منظور کاهش اثرات تنش کم آبی و کاهش تبخیر و تجمع نمک در منطقه ریشه (شکل 11).



شکل 11- نمایی از استفاده از آبیاری زیرسطحی

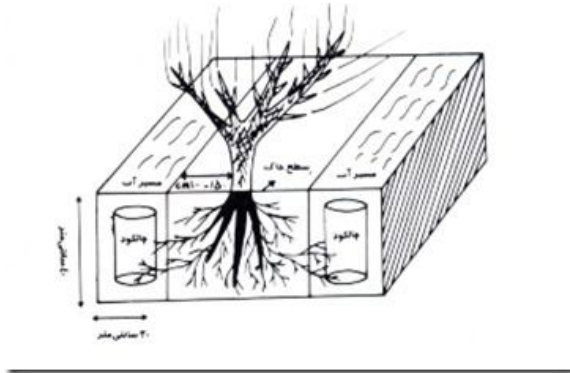
17- استفاده از مالچ‌های گیاهی مانند برگ‌های درختان خرما و یا مالچ‌های پلاستیکی به منظور حفظ رطوبت خاک، تجمع و کاهش تبخیر و تجمع نمک در منطقه ریشه و حفظ تارهای کشنده از گرمای شدید. شکل 12 این موضوع را نشان می‌دهد.



شکل 12- استفاده از برگ خشک شده خرما به عنوان مالچ

18- 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 پایین-تر هدایت شده و از تنش گرمایی مصون می‌ماند (شکل 13). این شیوه حفظ ریشه

از گرما، بویژه در مناطقی مانند هرمزگان که اغلب دارای بافت خاک سبک و سنگریزه دار هستند، مشکلی از نظر تهویه در باغ‌های مرکبات ایجاد نخواهد کرد.



شکل 13- شکل شماتیک استفاده از چالکود برای تغذیه درخت

19- جوان‌سازی باغ‌های دارای درختان مسن؛ حتی در صورت عدم امکان کشت نهال‌های جدید، می‌توان با هرس کلی و شدید درختان مسن در یک برنامه منظم تا حدودی به جوان‌سازی باغ کمک کرد.

20- از آنجا که در عارضه زوال مرکبات، بویژه زوالی که در هرمزگان مشاهده می‌شود، در ابتدا ریشه‌های درخت زوال پیدا می‌کنند و سپس آثار آن در اندام‌های هوایی مشاهده می‌گردد، باید برنامه هرس 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 بازسازی خود را پیدا نماید.

21- 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 بهسازی و بازیابی تارکشنده ریشه درخت کمک شایانی خواهد شد.

22- همان طور که اشاره شد علت اصلی زوال درختان مرکبات، بویژه در هرمزگان، از بین رفتن تدریجی ریشه می‌باشد. لذا 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 (شکل 14) و محلول‌پاشی (شکل 15) صورت پذیرد.



شکل 14- تزریق کلسیم و دیگر مواد غذایی به تنه اصلی درخت



شکل 15- تغذیه درخت از طریق محلول‌پاشی

شکل‌های 16 و 17 تأثیر تزریق کلسیم و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در درختان نارنگی سیاه‌پوستی دارای زوال را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، درختان تا حد قابل قبولی از زوال نجات پیدا کرده‌اند.



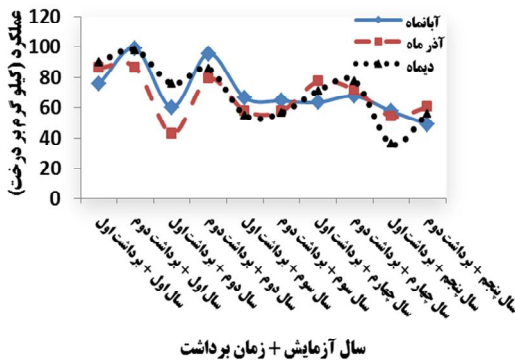
شکل 16- تأثیر کلسیم و عناصر کم مصرف بر برگشت درختان نارنگی سیاهو دچار زوال؛ شکل سمت راست در بهار و شکل سمت چپ در اواخر پاییز همان سال گرفته شده‌اند.



شکل 17- تأثیر کلسیم و عناصر کم مصرف بر برگشت درختان نارنگی سیاهو دچار زوال

23- پوشاندن استخرهای ذخیره آب به منظور کاهش تبخیر و جلوگیری از رسوب کلسیم و به هم خوردن نسبت کلسیم به منیزیم.

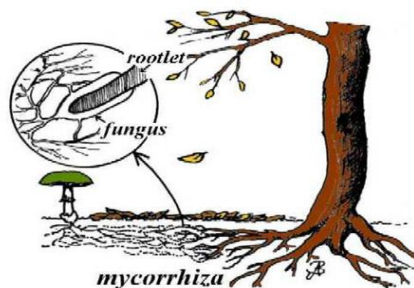
24- تعدیل سال‌آوری در درختان میوه از طریق تغذیه مناسب و یا راهکارهایی مانند حلقه‌برداری و یا ترکیبات تنک‌کننده میوه. در آزمایشی که بر روی نارنگی سیاهو انجام گرفت، مشخص شد که محلول پاشی سولفات منیزیم با غلظت 3 در هزار سولفات منیزیم و محلول پاشی سولفات روی با غلظت 2 در هزار سولفات روی می‌توانند شاخص سال‌آوری را کاهش دهند. بهترین زمان محلول پاشی سولفات منیزیم برای تعدیل سال‌آوری در اوایل آذرماه و برای سولفات روی در اواسط اسفندماه توصیه گردید (حسینی، 1393 ب). در آزمایشی دیگر به منظور تعدیل سال‌آوری نارنگی سیاهو، نشان داده شد که محلول پاشی اوره با غلظت نیم درصد در اواخر آبان‌ماه به همراه محلول پاشی 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 سال‌های مختلف را متعادل می‌نماید (حسینی، 1393 الف).



شکل 18- تأثیر زمان‌های مختلف محلول پاشی نیتروژن (اوره) و زمان برداشت محصول بر میانگین عملکرد نارنگی سیاهو در طی سال‌های آزمایش

25- استفاده از موجودات زنده مانند قارچ‌های میکوریزی. چنانچه گفته شد، از بین رفتن ریشه درختان سبب زوال درختان می‌گردد. بدیهی است همزیستی ریشه

قارچ‌های میکوریزایی با ریشه درخت، به مثابه ریشه‌های فیبری و تارهای کشنده درخت عمل می‌کند و کمبود جذب آب و مواد غذایی در گیاه را جبران خواهد کرد (شکل 19).



شکل 19- شکل شماتیک مشارکت و کمک ریشه‌های قارچ میکوریزا در جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه

منابع مورد استفاده

- 1- اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. 1393. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد اول و دوم. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
- 2- تاجور، ی.، س. نعمت‌اللهی، ف. رفعت زاده و ب. دادش‌زاده. 1384. کشت و پرورش مرکبات. نشریه ترویجی و آموزشی موسسه تحقیقات مرکبات کشور.
- 3- حسینی، ی. 1393 الف. بررسی امکان تعدیل سال آوری نارنگی سیاهو با استفاده از زمان‌های مختلف محلول‌پاشی با ترکیبات نیتروژن‌دار و زمان برداشت محصول در حاجی‌آباد. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، موسسه تحقیقات مرکبات کشور.
- 4- حسینی، ی. 1393 ب. بررسی امکان کنترل باردهی نارنگی سیاهو با استفاده از محلول‌پاشی سولفات منیزیم و روی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، موسسه تحقیقات مرکبات کشور.

- 5- Al-Yahani, R., I. A. Khan and M. Deadman. 2005. Citrus and mango. Int'I tropical Fruits workshop. Chronic Horticulturacae. 45: 42-43.
- 6- Arora, R. K., Daulta, B. S., and Priya, M. M. 2006. Studies on the possible causes of citrus decline in various stionic combinations of grapefruit (*Citrus paradisi*Macf.). Indian Journal of Citriculture 29: 138-142.
- 7- Burnetta, H. C., S. Nemecab and M. Patterson. 1982. A review of Florida citrus blight and its association with soil edaphic factors, nutrition and *Fusariumsolani*. Tropical Pest Management 28(4): 416-422.
- 8- Raychudhuri, S. P., Nariani, T. K., and Lele, V. C. 1969. Citrus dieback problem in India. Citrus Symposium 3: 1433-1437.
- 9- Srivastava, A. K. and S. Singh. 2005. Zinc nutrition, a global concern for sustainable citrus production. Journal of Sustainable Agriculture 25(3): 5-42.
- 10- Srivastava, A. K. and Singh, S. 2004. Zinc nutrition and citrus decline – a review. Agri. Rev. 25 (3): 173-188.
- 11- Srivastava, A. K., and Singh, S. 2005. Soil and Plant Nutritional Constraints Contributing to Citrus Decline in Marathwada Region, India. Soil Science and Plant Analysis 35: 2537 – 2550.
- 12- Srivastava, A. K., and Singh, S. 2009. Citrus Decline: Soil Fertility and Plant Nutrition. Journal of Plant Nutrition 32: 197-245.
- 13- Taylor, K. C. and H. L. Geitzenauer. 1998. 5 KD Zinc-binding protein accumulation in macrophylla-decline-affected citrus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(3): 357-360.
- 14- Timmer, L. W., and Menge, J. A. 2007. Diseases of Citrus (*Citrus* spp.). <http://plantpath.ifas.ufl.edu/takextpub/Fact Sheets/pp0023.pdf>.