

مدیریت تلفیقی به عنوان یک استراتژی پایدار در کنترل عارضه زوال مرکبات

Integrated Management as a Sustainable Strategy to Control of Citrus Decline

جواد سرحدی^۱، صابر حیدری^{۲*}، مهری شریف^۳

او ۲ به ترتیب اعضای هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران، ۳ کارشناس بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران. آدرس: جیرفت، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، بخش تحقیقات خاک و آب، کد پستی

۰۹۱۱۳۲۷۴۸۵۲ همراه: ۰۳۴۴۳۳۴۶۲۶۱ تلفاکس: ۷۴۸۶۳-۷۸۷۱۱۷

s.heydary@areeo.ac.ir

Javad Sarhadi¹, Saber Heidari^{2*}, Mehri Sharif³

1,2-Faculty Members of Soil and Water Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran.

3- Master of Science, Soil and Water Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran.

*Corresponding Author: email: s.heydary@areeo.ac.ir

مدیریت تلفیقی به عنوان یک استراتژی پایدار در کنترل عارضه زوال مرکبات

چکیده

عارضه زوال مرکبات تا کنون منجر به وارد آمدن صدمات شدید به باغات به ویژه در استان‌های جنوب کشور شده است. پژوهش حاضر در قالب بلوک‌های کامل تصادفی به مدت دو سال در جیرفت اجرا شد. تیمارها شامل ۱. تیمار شاهد، ۲. مدیریت بهینه (آبیاری، کود و به‌باغی)، ۳. مدیریت بهینه بعلاوه سیلیکات پتاسیم، ۴. مدیریت بهینه به همراه سایه‌بان و مالچ، ۵. مدیریت بهینه به همراه قارچ میکوریزا و تریکودرما و سموم قارچ‌کش و نماتدکش، ۶. تیمار ۵ به همراه تزریق نیترات کلسیم و ۷. تیمار ۵ به همراه کود آبیاری نیترات کلسیم و عناصر میکرو به صورت محلول‌پاشی بود. تعداد شاخ و برگ جدید، مساحت برگ، عملکرد، طول و قطر میوه و غلظت برخی عناصر ماکرو و میکرو در برگ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد تیمار شاهد دارای کمترین عملکرد و تیمار چهار (مدیریت بهینه به همراه سایه‌بان و مالچ) بیشترین عملکرد (۵۰/۲ کیلوگرم برای هر درخت) را به خود اختصاص داد. تعداد شاخ و برگ جدید (بهاره و تابستانه) در تیمار چهار، ۱۹۱ عدد و در تیمار شاهد ۷۶ بود. در تیمار چهار میانگین سطح برگ ۴۱/۷۸ و در تیمار شاهد ۲۹/۳۸ سانتیمتر مربع بود که ۴۲/۲ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. مقایسه آماری میانگین سایر پاسخ‌ها نیز نشان داد که تیمار چهار نسبت به سایر تیمارها افزایش معنی‌داری دارد. به نظر می‌رسد عارضه زوال در این منطقه ناشی از مجموعه‌ای از عوامل متعدد تنش‌های زنده و غیرزنده باشد. بنابراین اعمال مدیریت بهینه آبیاری و تغذیه تلفیقی همراه با استفاده از مالچ گیاهی در منطقه سایه‌انداز درختان و بکارگیری توری در اواخر خرداد تا اواسط شهریور ماه می‌تواند به عنوان راهکار مناسب در بهبود عارضه زوال مرکبات در منطقه جنوب استان کرمان مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: زوال مرکبات، سایبان، مالچ، مدیریت تلفیقی تغذیه

مقدمه

عارضه زوال مرکبات (*Citrus decline*) یکی از مهمترین عوامل خسارت‌زا در مرکبات بوده و منجر به غیراقتصادی شدن باغات بسیاری در دنیا و ایران شده است. اولین بار علائم زوال مرکبات در هند، پاکستان و در مناطق مختلف آمریکای جنوبی در قرن ۱۹ مشاهده شد. امروزه این عارضه در مناطق مختلف آسیا، آفریقا و آمریکا حائز اهمیت بوده و مطالعات گسترده‌ای روی آن انجام شده

است [۳۲]. در ایران نیز اولین گزارش مربوط به زوال در استان خوزستان در سال ۱۳۷۹ بود و قارچ *Natrassiamangiferae* به عنوان عامل بیماری گزارش گردید [۳].

بیماری‌های متعددی با علائم ظاهری زوال و ناشی از عوامل زنده و غیرزنده، مرتبط با درختان مرکبات از کشورهای مختلف دنیا گزارش شده است. از مهمترین عوامل مؤثر بر زوال مرکبات تنش‌های محیطی مانند شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک (فسردگی، pH بالا، شوری و وجود بی‌کربنات)، وضعیت تغذیه‌ای خاک [۳۱]، وضعیت رطوبت خاک (تنش آبی به دلیل کمبود یا بیش بود آب) و تنش‌های بیولوژیکی از جمله نماتد، بیماری گرینینگ [۱۹]، بیماری تریترا، عفونت قارچی فیتوفترا و فوزاریم ریشه است [۱۶]. به نظر می‌رسد تنش‌های محیطی مانند کمبود مواد معدنی و تنش آبی از جمله عوامل مؤثر در زوال مرکبات هستند. پژوهش‌هایی در مورد رابطه بین زوال مرکبات و وضعیت تغذیه‌ای خاک و گیاه انجام شده است [۱۲، ۲۱، ۲۶]. زوال مرکبات باعث کاهش جذب، جابجایی، کارایی و انتقال مجدد عناصر غذایی مورد نیاز در مرکبات می‌شود [۱۵]. همچنین در اثر زوال رشد ریشه‌های جدید متوقف نمی‌شود، اما به طور قابل ملاحظه‌ای طول عمر آن از ۹ تا ۱۲ ماه به ۴ ماه کاهش می‌یابد [۹]. مقایسه عناصر غذایی در خاک پای درختان دچار زوال و درختان سالم نشان از تفاوت چشمگیر عناصری نظیر نیتروژن، فسفر، گوگرد، روی و منگنز در درختان سالم و بیمار داشت و سطح این عناصر در درختان سالم به شکل قابل توجهی بالاتر بود [۶]. برخی محققان به نقش عناصر پرمصرف، کلسیم، منیزیم و عناصر کم مصرف شامل روی، آهن و مس در کاهش عارضه زوال مرکبات اشاره داشته‌اند [۸، ۲۹، ۳۰]. از آنجا که بیشتر خاک‌های ایران منشأ آهکی دارند [۲۷] و علائم کمبود عناصر ریز مغذی در اکثر باغات مرکبات مشهود است و با توجه به اینکه بی‌کربنات بالای خاک منجر به کاهش رشد ریشه و جذب و جابجایی عناصر غذایی خصوصاً عناصر ریزمغذی می‌شود، بروز زوال مرکبات در مناطق مختلف در ایران دور از انتظار نخواهد بود [۳۲].

استفاده از تورها یا سایه‌بان به منظور کاهش استرس‌های محیطی در مرکبات دارای سوابق محدودی است ولی همین سوابق محدود نشان از ارتقاء قابل توجه شرایط رشد و کیفیت میوه دارد. گزارش شده که پوشاندن درختان مرکبات با توری‌های با سایه‌اندازی ملایم در مراحل حساس تشکیل یا رشد میوه، کیفیت میوه را تا حد زیادی ارتقاء می‌دهد. در این تحقیق پوشش با توری ۵۰ درصد سایه اندازی در مراحل حساس رشدی تا ۳۵٪ کیفیت محصول را ارتقاء داد [۱۴]. در تحقیقی دیگر مشخص شد که پوشش‌های توری می‌تواند مشکلات ناشی از کم آبیاری و تنش‌های تابش و گرما را به شدت کاهش دهد. این تحقیق نشان داد که

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

پوشش توری توانست تمام تنش‌های ناشی از ۵۰٪ کم آبیاری را در مرکبات جبران کند و کاهش محسوسی در محصول حاصل نشود. از طرفی ریزش میوه ناشی از تنش گرما و تابش هم تا ۵۰ درصد کاهش یافت [۲]. همچنین استفاده از مواد منعکس‌کننده نور مانند کائولین نیز می‌تواند بر کاهش آفتاب‌سوختگی شاخه‌ها و میوه‌ها موثر باشد. کاربرد این مواد به علت سهولت استفاده و هزینه کمتر در کشورهای توسعه‌یافته ترجیح داده می‌شود. محلول‌پاشی با کائولین دمای سطح میوه را کاهش می‌دهد و در محصولاتی نظیر انار و سیب اثرات مفیدی داشته است [۱۰]. به‌طورکلی در پژوهش‌های مختلف به نقش عوامل متعدد در بروز عارضه زوال مرکبات اشاره شده است. به‌طورکلی می‌توان گفت که هر عاملی که سبب ایجاد اختلال در جذب آب و سایر مواد مغذی از خاک گردد و موجب ضعف و از بین رفتن ریشه‌های موئین گردد می‌تواند عامل زوال باشد [۱۳].

کلسیم و پتاسیم نقش حیاتی در فیزیولوژی گیاهان ایفا می‌کنند و تأثیر قابل توجهی بر کیفیت و عمر مفید مرکبات دارند. کمبود کلسیم می‌تواند منجر به ضعف دیواره‌های سلول و افزایش حساسیت گیاه به بیماری بویژه زوال شود. از طرف دیگر پتاسیم نیز در فرآیندهای فیزیولوژیک گوناگون گیاهان شامل سنتز پروتئین‌ها، فعال‌سازی آنزیم‌ها، تشکیل نشاسته و قندها، و تنظیم شرایط آب درون گیاه دخالت دارد [۲۵]. اگرچه پژوهش مشخصی در ارتباط با اثر سیلیکات پتاسیم بر زوال مرکبات مشاهده نشد اما برخی پژوهش‌ها نشان داد که استفاده از سیلیکات پتاسیم در نهال‌های پرتقال والنسیا باعث بهبود مقاومت در برابر آفت مینوز و کاهش آلودگی برگ شد [۱] و همچنین کاربرد سوریات پتاسیم اثر مثبتی در کاهش بیماری‌های قارچی در مرکبات داشت. به‌طورکلی، استفاده از کودهای سیلیکات پتاسیم می‌تواند اثرات مثبتی در کاهش آلودگی به آفات و بهبود مقاومت گیاه داشته باشد، اما مکانیسم خاصی به صراحت برای آن ذکر نشده است [۲۳]. همچنین گواگیو و همکاران [۲۴] بیان داشتند که استفاده از نترات کلسیم به‌عنوان منبع نیتروژن نیز می‌تواند منجر به بهبود تعادل یونی، pH بالاتر محلول خاک، و کاهش دسترسی به آمونیوم شود که منجر به افزایش عملکرد میوه و کارایی مصرف نیتروژن در مرکبات شود.

منطقه جیرفت و کهنوج (جنوب استان کرمان) یکی از مهمترین قطب‌های کشاورزی کشور است. این منطقه از نظر تولید مرکبات دارای جایگاه سوم در کشور می‌باشد. متأسفانه با گذشت بیش از سه دهه خشکسالی و کاهش شدید میزان بارندگی، پارامترهای مهمی نظیر رطوبت نسبی، پوشش جنگلی و مرتعی، دبی و ذخیره آب‌های سطحی و زیرزمینی کاهش چشمگیری داشته است. تنش‌های گرما و سرمای منطقه به درجه خسارت‌زایی رسیده‌اند و چند سالی است که شاهد بروز عوارض ناشی از افزایش درجه

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

حرارت نظیر عارضه خشکیدگی خوشه خرما و عارضه زوال مرکبات می‌باشیم. عارضه زوال مرکبات تا کنون سبب صدمه قابل توجهی به مرکبات منطقه شده است به طوری که بخش قابل توجهی از این باغات به دلیل خسارت شدید، ارزش اقتصادی خود را از دست داده‌اند. محصول مرکبات منطقه جنوب کرمان یکی از مهم‌ترین محورهای اقتصادی باغداران این منطقه می‌باشد و هرگونه صدمه به تولید این محصول موجب کاهش درآمد باغداران می‌شود. به دلیل وجود پتانسیل و شرایط مناسب در باغات منطقه، عارضه زوال توانسته است در تمامی باغات منطقه گسترش یابد و در حد قابل توجهی خسارت وارد نماید. اما پژوهشی در مورد کاربرد همزمان تیمارهای مدیریتی و تغذیه‌ای در منطقه انجام نگرفته است. انجام هرگونه پژوهشی در راستای کاهش و تعدیل اثر زوال در مرکبات بسیار ضروری می‌باشد. لذا پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر تیمارهای مدیریتی و تغذیه‌ای در تعدیل تنش‌های زنده و غیرزنده و کاهش عارضه زوال مرکبات انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با هفت تیمار به مدت دو سال در یک باغ از شهرستان جیرفت و منطقه دلفارد بر روی رقم ناول (*Citrus sinensis* cv. Washington Navel) انجام شد. قبل از انجام آزمایش، بافت خاک به روش پیپت [۱۱] و برخی خصوصیات خاک شامل اسیدیته، هدایت الکتریکی (EC)، کربن آلی (OC)، فسفر، پتاسیم و عناصر کم مصرف با روش‌های معمول آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد [۲۸]. همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است، خاک محل مورد آزمایش از نظر عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر کم مصرف دارای محدودیت بود. تیمارها عبارت بودند از:

۱- تیمار شاهد (عرف باغدار) (T1)

۲- مدیریت بهینه آبیاری، کود (شیمیایی و آلی بر اساس آزمون خاک و برگ، به روش چالکود و در زمان کودهی مرسوم هر منطقه) و به باغی متناسب با وضعیت درختان در حال زوال (هرس، تنک میوه و حذف علف‌های هرز) (T2).

۳- مدیریت بهینه آبیاری، کود (شیمیایی و آلی بر اساس آزمون خاک و برگ، به روش چالکود و در زمان کودهی مرسوم هر منطقه) و به باغی متناسب با وضعیت درختان در حال زوال (هرس، تنک میوه و حذف علف‌های هرز). با این تفاوت که به جای مصرف کود سولفات پتاسیم فقط از سیلیکات پتاسیم به صورت کود آبیاری به میزان ۳۰ لیتر در هکتار (با توجه به آزمون خاک) در سه نوبت (قبل از ظهور گل، فندقی شدن میوه، بزرگ شدن میوه) در این تیمار استفاده شد (T3).

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

۴- تیمار دوم (مدیریت بهینه کود، آبیاری) به همراه ایجاد سایه بان (به صورت یکپارچه یا انفرادی با حدود ۲۵ درصد سایه اندازی) در طول فصل گرما (از اواسط اردیبهشت تا اواسط شهریور یا مهر بسته به شرایط منطقه) به همراه مالچ گیاهی (برای مثال برگ خرما) برای درخت (T4)

۵- تیمار دوم (مدیریت بهینه کود، آبیاری) به همراه افزودن قارچ میکوریزا و تریکودرما (به صورت خاکی در اوایل بهمن ماه) و مصرف سموم قارچ‌کش و نمات‌کش به صورت مایع در محدوده ریشه (فقط سال اول) (T5)

۶- تیمار پنجم به همراه تزریق نیترات کلسیم در تنه درخت با غلظت ۳۰ درصد نیترات کلسیم در اوایل فصل رشد و اوایل پاییز هر سال (حجم تزریق به ازای هر بار تزریق ۲۵۰ سی سی سی با pH=6) (T6).

۷- تیمار پنجم به همراه کود آبیاری نیترات کلسیم به میزان ۵۰۰ گرم برای هر درخت در سه نوبت به فاصله هر یک ماه یکبار پس از ریزش گلبرگ‌ها به همراه محلولپاشی کلات کلسیم و عناصر میکرو (شامل روی، منگنز، آهن و مس) در سه نوبت بعد از ریزش گلبرگ‌ها و در مرحله فندق شدن میوه و دو هفته پس از آن (T7).

در این پژوهش باغی انتخاب شد که درختان آن دچار عارضه تدریجی و زودهنگام زوال بود و در هر باغ قسمتی که این عارضه شرایط همگن تر و همه‌گیرتری داشت جهت مطالعه انتخاب شد. خاک مورد استفاده در این پژوهش دارای بافتی سبک و از نظر ماده آلی، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و منگنز ضعیف تا تقریباً ضعیف و فاقد شوری برای مرکبات بود (جدول ۱). درختان انتخابی به دلیل یکسان بودن مدیریت باغ، شرایط خاک و آب، سن، رقم و اقلیم از نظر وضعیت رشدی و شدت زوال تقریباً شرایط مشابهی داشته و همگن بودند. پیش از اجرای پروژه نمونه خاک تهیه شد و مورد آزمایش قرار گرفت و تیمارهای تغذیه تلفیقی بر اساس نتایج تجزیه خاک و مطابق مراحل مختلف رشدی درختان اعمال شد. کودهای مورد استفاده در تیمار تغذیه بهینه برای هر درخت شامل کود گاوی پوسیده به مقدار حدودی ۲۰ کیلوگرم، سولفات آمونیوم به مقدار ۲ کیلوگرم، سولفات پتاسیم به مقدار ۱ کیلوگرم، سوپرفسفات تریپل به میزان ۰/۵ کیلوگرم و سولفات منیزیم به میزان ۰/۴ کیلوگرم بود. همچنین در این تیمارها مقدار ۱۰۰ گرم کود ریزمغذی میکرو میکس در هر درخت نیز استفاده شد. همچنین نسبت به اعمال مدیریت مناسب آبیاری از نظر تعداد قطره‌چکان، محل قرارگیری لوپ آبیاری و بهبود پخشیدگی رطوبت خاک و استفاده از مالچ گیاهی (برگ درخت نخل زیتنی) در تیمارهای مربوطه اقدام شد. توری مناسب (شید) نیز از نیمه دوم خرداد در تیمار مورد نظر استفاده شد.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

در پایان بازه زمانی (آخر مهرماه) اقدام به تهیه نمونه برگ (برگ‌های ۵-۶ ماهه شاخ و برگ‌های جدید در بازه زمانی اجرای پروژه)، شمارش تعداد شاخ و برگ جدید، نمونه‌گیری محصول و اندازه‌گیری عملکرد (در بازه زمانی آبان‌ماه) اقدام و به آزمایشگاه منتقل شد. آنالیز و اندازه‌گیری پاسخ‌هایی که به خوبی تحت تاثیر عارضه زوال بودند و شامل تعداد شاخ و برگ جدید، مساحت برگ (میانگین سطح یک برگ در هر درخت)، عملکرد، طول و قطر میوه و غلظت برخی عناصر ماکرو و میکرو در برگ بود، انجام گردید. برخی از پاسخ‌ها نظیر حجم اندام هوایی، قطر تنه درخت و حجم ریشه به دلیل خطای زیاد در روش اندازه‌گیری مورد ارزیابی قرار نگرفتند. در سال دوم نیز تیمارها بر روی همان درختان سال اول و با همان شرایط خاکی، آبی و مدیریتی اجرا شد. در پایان دو سال اجرای آزمایش، داده‌های خام مربوط به تیمارهای مختلف با نرم‌افزار SAS 9.1 مورد تجزیه آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

جدول ۱- مشخصات خاک محل اجرای پژوهش

عمق خاک	بافت خاک	اسیدیته (گل اشباع)	هدایت الکتریکی (mmohs/cm)	کربن آلی (%)	فسفر	پتاسیم	آهن (mg/kg)	منگنز	روی
۰-۳۰	شنی لومی	۷/۵۰	۳/۲۰	۰/۴۷	۱۳/۵۳	۱۹۵	۳/۱۳	۳/۲۵	۰/۳۸
۳۰-۶۰	لومی سیلتی	۷/۸۰	۲/۱۵	۰/۳۱	۸/۲۲	۸۵	۱/۷۳	۲/۱۵	۰/۱۳

نتایج

نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات تیمارهای مختلف بر صفات مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که اثر تیمارهای اعمال شده بر تعداد شاخ و برگ جدید در درخت، قطر میوه، طول میوه، سطح برگ، عملکرد و غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و منگنز در برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر سال بر تعداد شاخ و برگ جدید در درخت، قطر میوه، طول میوه، سطح برگ، عملکرد در سطح یک درصد و غلظت پتاسیم، روی و منگنز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های مورد اندازه‌گیری در سال‌های اول و دوم وجود دارد ولی اثر متقابل سال با تیمارهای مختلف با صفات مورد نظر معنی‌دار نشده است. دلیل این امر با ثابت بودن روند تغییرات صفات مورد آزمایش در سطوح مختلف هر یک از تیمارها در هر سال بود. اختلاف بین صفات در دو سال آزمایش معنی‌دار بود اما روند تغییرات صفات در هر سال تحت تیمارها، یکسان بود. درختان در سال دوم نسبت به سال اول از شرایط رشد رویشی و زایشی

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

بهتری برخوردار بودند که این برتری نسبی می‌تواند به دلیل بهبودی و فاصله گرفتن از نقطه اوج عارضه زوال باشد که درخت تحت تاثیر فعالیت‌های حیاتی با راندمان بهتری نظیر فتوسنتز، تنفس، جذب آب و مواد غذایی توانسته شرایط رشدی و زایشی مناسب‌تری نسبت به سال اول برسد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارها بر صفات رشدی مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات			
		تعداد شاخ و برگ جدید	قطر میوه	طول میوه	سطح برگ
سال	۱	۱۹۰۶/۸۸**	۱۸۳/۸۳**	۱۲۰/۶۳**	۱۲۸/۶۲**
تکرار/سال	۴	۸۶۲/۳۸**	۳۱/۵۴**	۳۷/۲۲**	۲۱/۸۳**
تیمار	۶	۹۹۰۹/۱۶**	۳۳۸/۴۶**	۳۲۹/۳۴**	۱۲۵/۰۸**
تیمار × سال	۶	۱۳۸/۱۰ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۷۸ ^{ns}	۱/۵۴ ^{ns}
خطا	۲۴	۴۳/۹۹	۲/۶۹	۳/۱۶	۱/۱۴
ضریب تغییرات		۶/۴۲	۲/۰۱	۲/۱۶	۳/۱۱

n.s غیرمعنی‌دار، * در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار و ** در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است

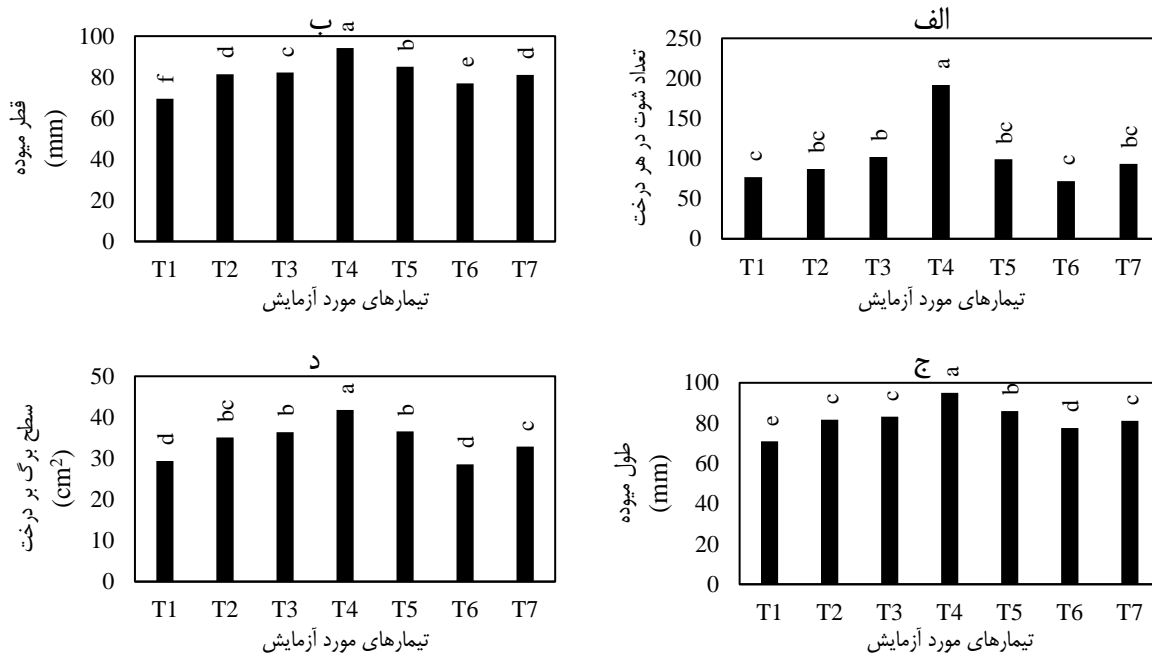
جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارها بر شاخص‌های عناصر در برگ مرکبات

منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات				
		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	روی	منگنز
سال	۱	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۳×۱۰ ^{-۳*}	۰/۰۲۱**	۳۵۹/۱۶**	۳۵۹/۱۷*
تکرار/سال	۴	۰/۱۹۴**	۰/۲×۱۰ ^{-۳**}	۰/۰۱۹**	۸۶/۸۴**	۷۶/۷۴**
تیمار	۶	۰/۶۸۰**	۱×۱۰ ^{-۳**}	۰/۱۶۰**	۷۳۹/۳۴**	۶۶۲/۹۲**
تیمار × سال	۶	۰/۰۲۴ ^{ns}	۰/۰۶×۱۰ ^{-۴^{ns}}	۰/۳×۱۰ ^{-۲^{ns}}	۱۰/۵۰ ^{ns}	۲/۶۵ ^{ns}
خطا	۲۴	۰/۰۳۹	۰/۰۵×۱۰ ^{-۳}	۰/۰۰۱	۱۵/۳۲	۹/۴۱
ضریب تغییرات		۹/۶۵	۵/۴۸	۳/۰۵	۹/۱۰	۷/۷۴

n.s غیرمعنی‌دار، * در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار و ** در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف در بهبود عارضه زوال، در شکل ۱ اثر این تیمارها در تعداد شاخ و برگ جدید در هر درخت، قطر میوه، طول میوه و عملکرد نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۱(الف) نشان داده شده است، متوسط تعداد شاخ و برگ جدید در هر درخت که نسبت عکس با شدت زوال دارد در تیمار چهار ۱۹۱/۸ و در تیمار یک (شاهد) ۷۶/۸ عدد در هر درخت می‌باشد که یک افزایش ۱۵۰ درصدی در تیمار چهار نسبت به تیمار یک مشاهده می‌شود. همچنین اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای یک و شش و همچنین بین تیمارهای دو، پنج و هفت در تعداد شاخ و برگ جدید در هر درخت مشاهده نشد. در شکل ۱(ب و ج) اثر تیمارها در قطر و طول میوه نشان داده شده است. در تیمار چهار بیشترین افزایش در قطر و طول میوه مشاهده شد که نسبت به تیمار یک (شاهد)، به ترتیب ۳۵/۵ و ۳۳/۹ درصد افزایش در قطر میوه و طول میوه داشت. سطح برگ نیز می‌تواند شاخص خوبی برای تشخیص درختان درگیر زوال و درختان بهبودیافته باشد. در تیمار چهار که در تمام آزمایشات بهترین و موثرترین تیمار در بهبود زوال بود، میانگین سطح برگ ۴۱/۷۸ و در تیمار شاهد ۲۹/۳۸ سانتیمتر مربع می‌باشد که از این نظر تیمار چهار ۴۲/۲ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان می‌دهد. ترتیب تیمارها در افزایش سطح برگ به صورت $T1 \sim T6 < T7 < T2 < T3 \sim T5 < T4$ بود.



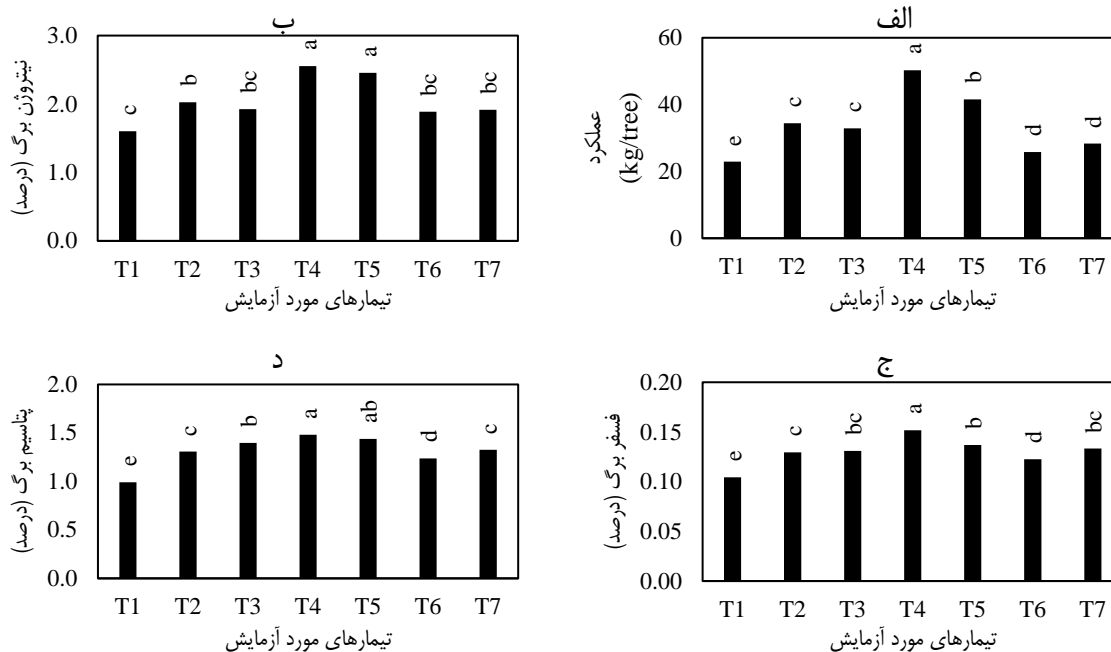
شکل ۱- اثر تیمارها بر (الف) تعداد شاخ و برگ جدید در هر درخت، (ب) قطر میوه، (ج) طول میوه و (د) سطح برگ (میانگین سطح یک برگ در هر درخت). وجود حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در احتمال ۵ درصد است

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد هر درخت معنی دار بود (جدول ۲). همانطور که در شکل ۲(الف) نشان داده شده است، کمترین میزان عملکرد با مقدار $22/9$ کیلوگرم پرتقال در هر درخت مربوط به تیمار یک (شاهد یا عرف باغدار) بود. در تیمار شش و هفت با مدیریت بهینه آبیاری، کود و استفاده از نیترات کلسیم به صورت تزریق (تیمار شش) یا کود آبیاری (تیمار هفت) به ترتیب به میزان $25/7$ و $28/3$ کیلوگرم در هر درخت میزان عملکرد افزایش یافت به طوری که نسبت به تیمار یک یا شاهد، به ترتیب افزایش $12/2$ و $23/5$ درصدی در عملکرد مشاهده شد. با استفاده از مدیریت بهینه آبیاری و کود به تنهایی (تیمار دو) و مدیریت بهینه آب و کود به همراه کاربرد سیلیکات پتاسیم (تیمار سه) میزان عملکرد باز هم نسبت به تیمارهای قبلی افزایش داشته و به ترتیب به مقدار $34/4$ و $32/9$ کیلوگرم در هر درخت رسید. در تیمار پنج که با مدیریت بهینه کود-آبیاری و افزودن قارچ میکوریزا و تریکودرما و مصرف سموم قارچ کش و نماتدکش همراه بود، میزان عملکرد نسبت به تیمارهای قبلی افزایش یافته و به مقدار $41/5$ رسید. بیشترین مقدار عملکرد ($50/2$ کیلوگرم در هر درخت) در تیمار چهار (مدیریت بهینه کود-آبیاری به همراه ایجاد سایه بان و مالچ گیاهی) به دست آمد که نسبت به تیمار یک، دو، سه، پنج، شش و هفت به ترتیب $119/2$ ، $45/9$ ، $52/5$ ، $2/1$ ، $95/3$ و $77/4$ درصد افزایش عملکرد را نشان داد.

همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است، نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارها بر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. کمترین درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ به ترتیب با مقادیر $1/6$ ، $0/1$ و $0/9$ مربوط به تیمار یک (شاهد یا عرف باغدار) بود. بیشترین درصد نیتروژن در برگ در تیمارهای چهار (مدیریت بهینه کود-آبیاری به همراه ایجاد سایه بان و مالچ گیاهی) و پنج (مدیریت بهینه کود-آبیاری و افزودن قارچ میکوریزا و تریکودرما و مصرف سموم قارچ کش و نماتدکش) به ترتیب با مقادیر $2/5$ و $2/4$ بود که افزایش $56/2$ و $0/5$ درصدی نسبت به تیمار شاهد را نشان دادند (شکل ۲(ب)). همانطور که در شکل ۲ (ج و د) نشان داده شده است، میانگین غلظت فسفر و پتاسیم برگ در تیمار چهار $0/15$ و $1/5$ درصد می باشد که این غلظت در تیمار چهار نسبت به تیمار شاهد به ترتیب 50 و $66/6$ درصد افزایش نشان می دهد. از نظر غلظت فسفر و پتاسیم در برگ نیز تیمار پنج پس از تیمار چهار دارای بیشترین مقدار بود.

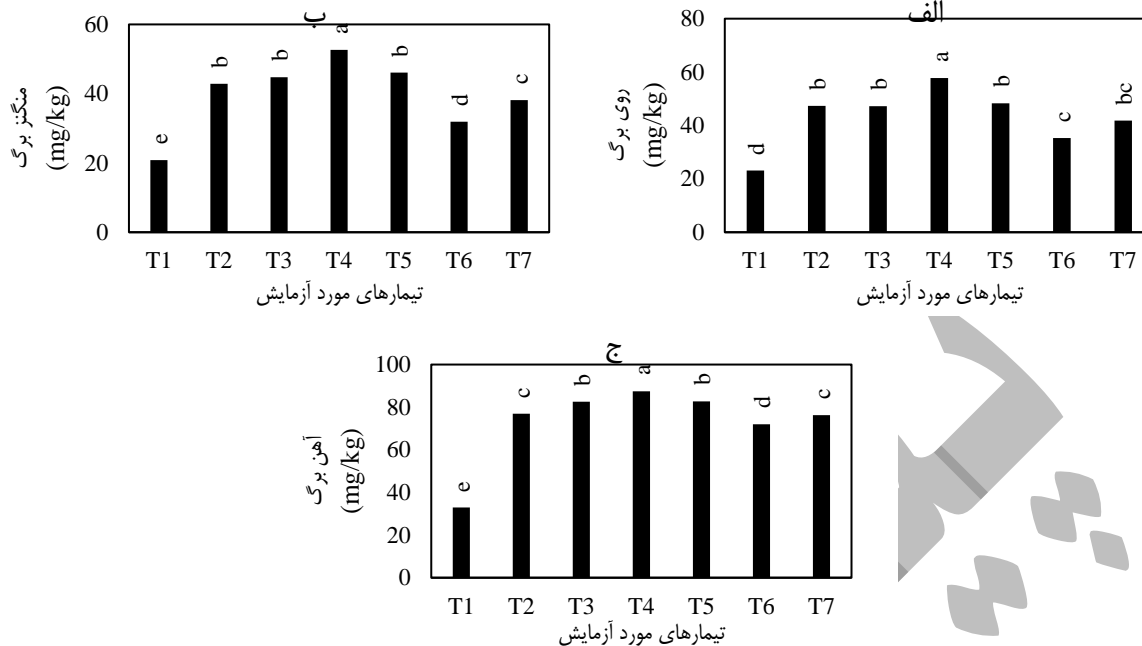
نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی



شکل ۲- اثر تیمارها بر الف) عملکرد (کیلوگرم در هر درخت)، ب) نیترژن (%، ج) فسفر (%، د) پتاسیم (%، در برگ. وجود حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر غلظت عناصر کم مصرف (آهن، روی و منگنز) معنی دار بود (جدول ۳). همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، کمترین میزان غلظت عناصر روی، منگنز و آهن با مقدار ۲۳/۱، ۲۰/۸ و ۳۲/۹ میلی گرم بر کیلوگرم مربوط به تیمار یک (شاهد یا عرف باغدار) بود. همچنین بیشترین مقدار غلظت عناصر روی، منگنز و آهن با مقادیر ۵۷/۸، ۵۲/۶ و ۸۷/۴ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمار چهار (مدیریت بهینه کود-آبیاری به همراه ایجاد سایه بان و مالچ گیاهی) مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۵۰/۲، ۱۵۲/۸ و ۱۶۵/۶ درصد افزایش را نشان داد. همچنین نتایج نشان داد که بعد از تیمار چهار، تیمار پنج که علاوه بر شرایط بهینه آبیاری و تغذیه دارای قارچ‌های مایکوریزا و تریکودرما می‌باشد، بر شرایط رشدی درخت اثر مثبت داشته و موجب افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش غلظت این عناصر در برگ گیاه و در نهایت موجب تحمل درخت در برابر عارضه زوال شده است. ترتیب تیمارها در افزایش غلظت عناصر روی، منگنز و آهن در برگ به صورت $T1 < T6 < T7 < T2 \sim T3 \sim T5 < T4$ بود.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی



شکل ۳- اثر تیمارها بر الف) روی (میلی گرم بر کیلوگرم)، ب) منگنز (میلی گرم بر کیلوگرم) و ج) آهن (میلی گرم بر کیلوگرم) برگ. وجود حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است

بحث

بررسی نتایج نشان می‌دهد که تیمار چهار نسبت به شاهد و سایر تیمارها دارای برتری قابل قبول و معنی‌داری می‌باشد که اگر به ترکیب این تیمار توجه شود ملاحظه می‌گردد وجود توری و مالچ علاوه بر داشتن اجزای مشترک با تیمارهای دیگر سبب این برتری شده است. توری موجب ایجاد سایه و کاهش تابش نور و بالاخره کاهش گرما، سوختگی، و کاهش تبخیر و تعرق آب از اندام هوایی درخت می‌گردد. این کمک حفاظتی توری به‌طور کلی موجب کاهش تنش گرمایی و کم‌آبی می‌شود که هر دو تنش از علل افزایش عارضه زوال مرکبات می‌باشند. در تنش گرمایی بخش قابل توجهی از برگ‌ها سوخته و از مدار انجام عمل فتوسنتز خارج می‌شوند در صورتی که با وجود توری، سوختگی بسیار ناچیز است و این یعنی فتوسنتز و تولید گلوکز بیشتر که نقش مهمی در افزایش مقاومت گیاه در برابر عامل یا عوامل دخیل در بروز زوال دارد [۳۳]. باقریان و همکاران [۵] در بررسی مهمترین عامل غیرزنده موثر بر زوال بیان داشتند که همبستگی معنی‌دار و بالایی بین سایه انداز و کاهش درصد وقوع زوال وجود دارد که بیان‌کننده کاهش میزان شدت نور آفتاب و حرارت ناشی از آن و در نتیجه کاهش وقوع زوال است. افزایش دما یکی از اصلی‌ترین عوامل در شیوع زوال مرکبات است که به صورت غیر مستقیم سبب بالا رفتن اثر سایر عوامل تشدید کننده زوال می‌باشد. یکی دیگر از علائم زوال، کوچک و تیره شدن برگ‌هاست که حاکی از توقف رشد درخت و عدم ایجاد جوانه و شاخ و برگ جدید می‌باشد.

در چنین وضعیتی برگ‌ها دارای سطح کمی هستند ولی در شرایطی که درخت از حالت زوال خارج می‌گردد اولین علامت آن ایجاد شاخ و برگ جدید و جوانه است که نهایتاً درخت دارای برگ‌های جدید و بزرگ می‌شود که همین شاخ و برگ جدید در بهار حامل جوانه‌های گل و میوه می‌شوند [۵]. مزیت دیگر تیمار چهار نسبت به سایر تیمارها استفاده از مالچ گیاهی در سطح خاک منطقه سایه‌انداز درخت می‌باشد که این مالچ مانع تابش آفتاب و تبخیر رطوبت خاک می‌شود و لذا موجب کاهش تنش کم‌آبی، بهبود فعالیت بیولوژیکی خاک و قابلیت جذب عناصر می‌گردد که این شرایط مناسب موجب بهبود شرایط رشدی گیاه و مقاومت آن در برابر تنش گرمایی می‌گردد [۳۵].

برخی از محققین مجموعه‌ای از عوامل عفونی مثل قارچ‌ها، نماتدها و باکتری‌ها و ویروس‌ها را در بروز علائم زوال در درختان مرکبات را معرفی کردند. تاکنون گونه‌های قارچی شامل: *Phytophthora citrophthora*, *Diplodia natalensis*, *Colletotrichum gloeosporioides* و *Curvularia tuberculata* و دو گونه نماتد شامل *Tylenchulus semipenetrans* و *Radopholus similes* به عنوان عوامل زوال درختان مرکبات معرفی شده‌اند [۷, ۲۰]. آزادوار و همکاران [۴] در سبب شناسی بیماری زوال درختان مرکبات بیان داشتند که وجود تنش‌های خشکی و دمایی و آلودگی همزمان درختان به بیمارگرهای قارچی، شبه قارچی و نماتدی می‌تواند منجر به تشدید بیماری و تسریع زوال در درختان شود. بنابراین استفاده از قارچ‌کش‌ها و نماتدکش‌ها می‌تواند در موارد زیادی روند زوال در درخت را کند و متوقف کند. البته زمانی می‌تواند موفق‌تر عمل کند که شرایط درخت از نظر سایر عوامل غیرزنده موثر بر زوال اصلاح گردد.

در تیمار چهار، علاوه بر کاربرد سایه‌بان و مالچ گیاهی، وضعیت تغذیه گیاه با عناصر ماکرو و میکرو نیز در بهینه‌ترین حالت و با توجه به وضعیت آزمون خاک بود. اوبرزا و مورگان [۲۲] بیان داشتند که بین ریزش میوه ناشی از زوال و غلظت نیتروژن برگ در پرتقال والنسیا همبستگی منفی و معناداری وجود داشت. در موارد کمبود نیتروژن، ریزش برگ و میوه و مرگ ساقه‌ها می‌تواند رخ دهد و با افزایش عرضه نیتروژن تا نرخ بهینه نیتروژن، رشد و عملکرد اندام هوایی افزایش می‌یابد. افزایش غلظت نیتروژن برگ باعث بهبود محتوای کلروفیل برگ، محتوای نسبی آب برگ، وزن مخصوص برگ، عملکرد کل درخت، کیفیت، اندازه و رنگ میوه شد. علاوه بر این، افزایش غلظت نیتروژن برگ باعث کاهش پژمردگی اندام هوایی، ریزش برگ و میوه و پوسیدگی ریشه شد. تدین و همکاران [۳۲] نیز بیان داشتند که غلظت پتاسیم برگ با تراکم ریشه، افزایش پوسیدگی ریشه و پژمردگی اندام هوایی همبستگی

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

منفی معنی داری داشت. عوامل محدود کننده در خاک آهکی منطقه مانند pH بالا، بی کربنات و مواد آلی کم و همچنین مصرف بیش از حد کودهای پتاسیم در خاک بر جذب کلسیم، منیزیم و ریزمغذی‌ها تأثیر گذاشت و در نتیجه زوال مرکبات را افزایش داد. شریواستاوا و سینگ [۲۹] نیز در بررسی خود به این نتیجه رسیدند که غلظت بالای پتاسیم در ریزوسفر باعث کاهش جذب کلسیم، منیزیم، آهن، روی و منگنز توسط ریشه شد. شریواستاوا و سینگ [۳۱] بیان داشتند زمانی که وضعیت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، مس و روی در درختان سالم و در حال زوال مقایسه شد، این عناصر تغییرات قابل توجهی نشان دادند. درشت مغذی‌ها و ریز مغذی‌های برگ در درختان سالم به طور قابل توجهی بالاتر از درختان در حال زوال بودند. به طور معمول، کمبود نیتروژن در درخت با علائمی مانند رنگ سبز روشن، نازک و شکننده شدن برگ‌ها همراه است و سطوح بالای نیتروژن در برگ می‌تواند منجر به کاهش دیگر عناصر خصوصاً فسفر، پتاسیم و عناصر ریز مغذی شود و منجر به تشدید علائم زوال گردد. در بررسی شریواستاوا و سینگ [۲۹] مشاهده گردید که غلظت پایین فسفر برگ رابطه مستقیمی با علائم زوال دارد. در این درختان علاوه بر مناسب بودن سطح فسفر خاک، گیاه در جذب فسفر ناتوان بوده و دچار عارضه می‌گردد. همچنین در این درختان غلظت پتاسیم اختلاف معنی‌داری با درختان بدون عارضه داشتند.

به طور معمول همبستگی بالایی بین محتوای آهن در برگ گیاه و مقدار کلروفیل و در نتیجه فتوسنتز گیاه وجود دارد. کاهش قابلیت دسترسی آهن در خاک ارتباط مستقیمی با زوال دارد. اگرچه وجود آهن بالا در خاک نیز می‌تواند تشدید کننده علائم زوال باشد. ایجاد شرایط ماندابی یا کاهشی در خاک اگرچه سبب افزایش آهن قابل دسترس خاک می‌شود اما با برهم زدن تعادل تغذیه‌ای و ایجاد آسیب در ریشه می‌تواند تشدید کننده زوال در درختان باشد [۱۸]. یک بررسی بر روی پرتقال والنسیا نشان داد که کاربرد نیترات کلسیم طی دوره رشد و در اواخر اردیبهشت تا اواسط خرداد و مجدداً در اواخر مرداد تا اوایل مهر و همچنین کوددهی تکمیلی خاک با عناصر آهن، روی، مس و منگنز در سه نوبت در طی دوره رشد، در رشد اندام‌های هوایی بسیار مهم بوده و برای رشد ریشه، کاهش درصد ریزش برگ و میوه ناشی از عارضه زوال مفید می‌باشد [۳۲]. مطالعات دیگری روی زوال نارنگی کینو نشان داد که میزان ماده آلی خاک، نیتروژن، روی و منگنز می‌توانند در بروز عارضه زوال نقش داشته باشند [۱۷]. 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 مقدار عنصر روی در برگ درختان دارای زوال کاهش و در بافت آوند آبکش افزایش یافته بود (حدود ۲/۵۷ برابر بر

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

اساس وزن خشک). همچنین مقدار منیزیم، آهن و منگنز اندکی در برگ های درختان دارای زوال کمتر بودند [۳۴]. تغذیه نامناسب درختان نیز می تواند از علل بروز زوال در درختان مرکبات باشد و هرچقدر بتوانیم شرایط را به گونه ای محیا کنیم که عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در اختیار آن باشد و یا شرایط محیطی مثل دما و رطوبت مورد نیاز گیاه خصوصا ریشه گیاه را به گونه ای تنظیم شود که در جذب عناصر اختلال ایجاد نشود، می تواند در کاهش عارضه زوال موثر باشد [۳۱].

نتیجه گیری

با توجه به شرایط اقلیمی منطقه جنوب استان کرمان، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک باغات مرکبات، جاری بودن مدیریت نامناسب در زمینه احداث، تغذیه و آبیاری باغات به نظر می رسد عارضه زوال در این منطقه ناشی از مجموعه ای از تنش های زنده و غیرزنده باشد. بنابراین راهکارهایی که صرفا در جهت رفع یکی از این تنش ها می پردازد به عنوان مثال کنترل شیمیایی پاتوژن های موثر در زوال، نمی تواند به عنوان راهکار پایدار برای عارضه زوال مورد استفاده قرار گیرد. انجام هر کدام از اقدامات گفته شده در قالب تیمارهای این پژوهش ممکن است سهم کمی در بهبود وضعیت درخت داشته باشند اما انجام مجموع این اقدامات به عنوان مثال در تیمار چهار می تواند سهم موثری در پیشرفت عارضه زوال در درختان مرکبات منطقه ایجاد کند. بنابراین اعمال مدیریت مناسب و بهینه آبیاری و تغذیه تلفیقی عناصر ماکرو و میکرو همراه با استفاده از مالچ گیاهی در منطقه سایه انداز درختان و بکارگیری توری به عنوان شید (سایبان) در محدوده زمانی اواخر خرداد تا اواسط شهریور ماه می تواند به عنوان راهکار مناسب در بهبود عارضه زوال مرکبات در منطقه جنوب استان کرمان مورد توجه و استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از تمامی حمایت ها و مساعدت های بخش تغذیه و حاصلخیزی موسسه تحقیقات خاک و آب و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان به جهت فراهم نمودن امکانات مورد نیاز و همکاری لازم در اجرای پروژه تشکر و قدردانی به عمل می آید.

منابع

1. Abo El-Enien, M., et al. 2017. Effect of silicon, potassium and calcium compounds on growth and increase the efficiency of citrus seedlings to resist citrus leafminer (phyllocnistis citrella). *Journal of Productivity and Development* 22(3): 729-749.
2. Abouatallah, A., et al. 2012. Shading nets usefulness for water saving on citrus orchards under different irrigation doses. *Current world environment* 7(1): 13-22.

3. Alizadeh, A., A. Heidarian, and R. Farokhinejad. 2000. Branch wilt disease, decline and death of citrus trees caused by the fungus *Nattrassia magniferae* (h.and.p.sydow) sutton and dyko and its other hosts in Khuzestan province. *Iranian Journal of Plant Pathology* 36(1-2): 77-98. (In Farsi).
4. Azadvar, M., H. Alizadeh, M.R. Safarnejad, M. Najafinia and P.A. Bianco. 2019. Etiology of quick decline disease of citrus on Bakraee (*Citrus* sp.) rootstock in southern Kerman. *Iranian Journal of Plant Protection Science* 50(1): 87-97. (In Farsi).
5. Bagherian, S.A.A., A. Ghani, and A.R. Sanie Khatam. 2021. The Most Important Abiotic Factors Affecting the Occurrence of Citrus Decline in Citrus limon cv. 'Lisbon'. *Journal Of Horticultural Science* 35(1): 39-53. (In Farsi).
6. Bande, M.S., S.P. Wagh, M.V. Kadu, M.P. Gajbhiye, and S.B. Selgaonkar. 2010. Soil characteristics of some typical healthy and declined orange gardens in Warud tahsil of Amravati District (MS). *Journal of Soils and Crops* 20(1): 149-154.
7. Banihashemi, Z. 2004. A method to monitor the activity of Phytophthora spp. in the root zone of Pistacia spp. *Phytopathologia Mediterranea* 43(3): 411-414.
8. Burnett, H., S. Nemeč, and M. Patterson. 1982. A review of Florida citrus blight and its association with soil edaphic factors, nutrition and Fusarium solani. *International Journal of Pest Management* 28(4): 416-422.
9. Dewdney, M.M. and E. Johnson. 2021. 2021–2022 Florida Citrus Production Guide :Phytophthora Foot Rot, Crown Rot, and Root Rot: CG009/PP-156, rev. 3/2021. EDIS.
10. Ehteshami, S., H. Sarikhani, and A. Ershadi. 2012. Effect of Kaolin and Gibberellic Acid Application on Some Qualitative Characteristics and Reducing the Sunburn in Pomegranate Fruits (*Punica granatum*) cv. 'Rabab Neiriz'. *Plant Production Technology* 3(1): 15-24. (In Farsi).
11. Gee, G. and J. Bauder. 1986. Particle-size analysis 1: Soil science society of America. American Society of Agronomy Madison, WI.
12. Gottwald, T., et al. 2012. Inconsequential effect of nutritional treatments on Huanglongbing control, fruit quality, bacterial titer and disease progress. *Crop Protection* 36: 73-82.
13. Hosseini, Y., M. Askari syahooae, and J. Saleh. 2021. Evaluation of the causes of citrus decline in southern Iran and the required soil and water management strategies. *Land Management Journal* 8(2): 129-140. (In Farsi).
14. Jifon, J. and J.P. Syvertsen. 2001. Effects of moderate shade on citrus leaf gas exchange, fruit yield, and quality. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 114: 177-181.
15. Koh, E.-J., et al. 2012. Callose deposition in the phloem plasmodesmata and inhibition of phloem transport in citrus leaves infected with "Candidatus Liberibacter asiaticus". *Protoplasma* 249(3): 687-697.
16. Kumar, K.K. and A. Das. 2019. Diversity and community analysis of plant parasitic nematodes associated with citrus at citrus research station, Tinsukia, Assam. *J. Entomol. Zool. Stud* 7: 187-189.
17. Kumar, P., S. Sharma, S.S. Dhankhar, and P.S. Partap. 2011. Studies on 'Kinnow' (*Citrus reticulata* Blanco.) Decline in Relation to Soil-Plant Nutritional Status. *Notulae Scientia Biologicae* 3(3): 109-112.
18. Kumar, P., S.K. Sharma, and R.P.S. Dalal. 2012. Citrus Decline in Relation to Soil-Plant Nutritional Status - A Review. *Agricultural Reviews* 33: 62-69.
19. Li, X., H. Ruan, . Zhou, X. Meng, and W. Chen. 2021. Controlling Citrus Huanglongbing: Green Sustainable Development Route Is the Future. *Frontiers in Plant Science* 12: 760481.
20. Naqvi, S.A.M.H., Diagnosis and Management of Certain Important Fungal Diseases of Citrus, in Diseases of Fruits and Vegetables Volume I: Diagnosis and Management, S.A.M.H. Naqvi, Editor. 2004, Springer Netherlands: Dordrecht. p. 247-290.
21. Nwugo, C.C., H. Lin, Y. Duan, and E.L. Civerolo. 2013. The effect of 'Candidatus Liberibacter asiaticus' infection on the proteomic profiles and nutritional status of pre-symptomatic and symptomatic grapefruit (*Citrus paradisi*) plants. *BMC plant biology* 13(1): 1-24.
22. Obreza, T. and K. Morgan. 2008. Nutrition of Florida citrus trees 2nd Ed Univ. Fla. Coop. Ext. Publ. SL-253.
23. Parra, J., G. Ripoll, and B. Orihuel-Iranzo. 2014. Potassium sorbate effects on citrus weight loss and decay control. *Postharvest Biology and Technology* 96: 7-13.
24. Quaggio, J.A., T.R. Souza, F.C. Bachiega Zambrosi, R. Marcelli Boaretto, and D. Mattos Jr. 2014. Nitrogen-fertilizer forms affect the nitrogen-use efficiency in fertigated citrus groves. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 177(3): 404-411.
25. Ramirez-Godoy, A., G. Puentes-Perez, and H. Restrepo-Diaz. 2018. An evaluation of the use of calcium, potassium and silicon for the management of Diaphorina citri populations in Tahiti lime trees. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 46(2): 546-552.
26. Razi, M., I.A. Khan, and M.J. Jaskani. 2011. Citrus plant nutritional profile in relation to Huanglongbing prevalence in Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 48(4): 299-304.

27. Roozitalab, M.H., H. Siadat, and A. Farshad. 2018. The soils of Iran. *Springer*.
28. Sparks, D., et al. 1996. Methods of soil analysis, parts 2 and 3 chemical analysis. Soil Science Society of America Inc., Madison.
29. Srivastava, A. and S. Singh. 2004. Soil and plant nutritional constraints contributing to citrus decline in Marathwada region, India. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 35(17-18): 2537-2550.
30. Srivastava, A. and S. Singh. 2004. Zinc nutrition and citrus decline—A review. *Agricultural Reviews* 25(3): 173-188.
31. Srivastava, A.K. and S. Singh. 2009. Citrus decline: Soil fertility and plant nutrition. *Journal of Plant Nutrition* 32(2): 197-245.
32. Tadayon, M.S. 2020. The role of nutritional management in improving the symptoms of citrus decline. *Journal of plant nutrition* 43(10): 1555-1570.
33. Tanny, J. and S. Cohen. 2003. The Effect of a Small Shade Net on the Properties of Wind and Selected Boundary Layer Parameters above and within a Citrus Orchard. *Biosystems Engineering* 84(1): 57-67.
34. Taylor, K.C. and H.L. Geitzenauer. 1998. 5-kD Zinc-binding Protein Accumulation in Macrophylla-decline-affected Citrus. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 123(3): 357-360.
35. Tu, A., et al. 2021. Long-term effects of living grass mulching on soil and water conservation and fruit yield of citrus orchard in south China. *Agricultural Water Management* 252: 106897.

Integrated Nutrient Management as a Sustainable Strategy to Control of Citrus Decline

Abstract

Citrus decline has inflicted considerable damage on orchards, particularly in the southern provinces of the country. The current study utilized a randomized complete block design for two years in Jiroft, incorporating the following treatments: 1. control treatment, 2. optimal management (irrigation, fertilizer and gardening), 3. optimal management with potassium silicate, 4. optimal management with shade and mulch, 5. optimal management with Mycorrhizal and Trichoderma fungi and fungicides and nematicides, 6. the fifth treatment with calcium nitrate injection and 7. the fifth treatment with calcium nitrate irrigation fertilizer and micro elements in the form of foliar spraying. Measurements were taken for the number of shoots, leaf area, yield, fruit length and diameter, as well as the concentration of certain macro and micro elements in leaves. The results indicated that the control treatment had the lowest yield whereas the fourth treatment had the highest yield (50.2 kg per tree). Additionally, the number of final shoots (spring and summer production) was 191 in the fourth treatment and 76 in the control treatment. In the four treatments, the average leaf area was 41.78, compared to 29.38 square centimeters in the control treatment, demonstrating an increase of 42.2%. Statistical comparisons of other responses also indicated a significant increase in treatment four compared to the others. It is believed that the citrus decline in this area is caused by a combination of living and non-living stresses. Therefore, implementing optimal irrigation and combined nutrition management, using plant mulch in the shaded area of the trees, and employing netting as a canopy from the end of June to the middle of September can be a suitable solution the citrus decline in the southern region of Kerman province.

Keywords: *Citrus Decline, Integrated Nutrient Management, Mulch, Optimum irrigation, Shade*