**محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای**

# نقش مدیریت تغذیه در بهبود عارضه زوال مرکبات

محمد سعید تدین [۱*]، سهراب صادقی [۲]

[۱] دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

[۲] مربی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

## چکیده

عارضه زوال مرکبات در منطقه جنوب کشور در حال گسترش می‌باشد. در این آزمایش اثر مدیریت تغذیه در کنترل عارضه زوال مرکبات در پرتقال والنسیا مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با هفت تیمار در چهار تکرار و هر کرت چهار درخت طی سه سال انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل: - شاهد (تغذیه بر اساس آزمون خاک) - تغذیه مکمل خاکی عناصر کم مصرف کلات آهن، روی، مس و سه برابر حد بهینه کلات منگنز - تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم - تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم - تغذیه برگی عناصر کم مصرف سولفات روی، سولفات منگنز و اسید بوریک ۲ در هزار و سولفات مس ۰/۵ در هزار - تغذیه برگی نیترات پتاسیم ۴ درصد و - تغذیه برگی نیترات منیزیم ۲ درصد بود. نتایج نشان داد که تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم و عناصر کم مصرف موجب افزایش معنی دار تراکم ریشه فیبری و کاهش درصد پوسیدگی ریشه شد. تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم و تغذیه برگی نیترات منیزیم موجب بهبود معنی‌دار شاخص‌های زوال در پرتقال والنسیا از جمله ریزش برگ و خشکیدگی سرشاخه‌ها، وزن و سطح مخصوص برگ، محتوای نسبی آب برگ و عملکرد کمی و کیفی گردید.

**کلمات کلیدی**: پوسیدگی ریشه، نیترات پتاسیم، نیترات کلسیم، نیترات منیزیم، عناصر کم مصرف

## مقدمه

از بین ارقام پرتقال رقم والنسیا حساسیت بیشتری به عارضه زوال دارد. از عمده ترین عوامل عارضه زوال مرکبات می توان به عوامل غیر زنده شامل شرایط فیزیکوشیمیایی بستر کاشت (فشردگی، پ هاش، بیکربنات، شوری) و تغذیه، میزان رطوبت خاک (تنش خشکی و رطوبت بیش از حد با آبیاری کم و یا زیاد) و نارسایی های فیزیولوژیک و عوامل زنده شامل نوع پایه، نماتدها، بیماری گرینینگ، بیماری ویروسی تریستزا، بیماری قارچی فیتوفترا و فوزاریوم ریشه اشاره نمود (Meena و همکاران، ۲۰۱۸). معمولاً زوال سریع و ناگهانی توسط ویروس تریستزا و پوسیدگی خشک ریشه فوزاریومی و فیتوفترایی ریشه اتفاق می‌افتد. برگ‌ها در امتداد رگبرگ میانی به سمت بالا انهنا می‌یابند و قبل از ریزش به رنگ خاکستری کدر در می‌آیند. زوال مرکبات موجب کاهش جذب، انتقال، کارایی و تحرک مجدد عناصر غذایی در مرکبات می‌شود، در این عارضه رشد جدید ریشه متوقف نمی‌شود بلکه مدت زمان زنده بودن ریشه از ۱۲-۹ ماه به ۴ ماه کاهش یافته و پوسیدگی و از دست دادن ریشه[۱] افزایش می‌یابد. توسعه گسترده ریشه ها اغلب در دو زمان اواخر اردیبهشت تا اواسط خرداد و مجدداً در اواخر مرداد تا اوایل مهرماه می‌باشد (Noling، ۲۰۰۳). پهاش و بی‌کربنات بالا و غرقآب شدن ریشه موجب کاهش تراکم ریشه های فیبری مرکبات و افزایش شدت زوال می‌شود (Graham، ۲۰۱۷). افزایش کارایی جذب و طول عمر ریشه با مدیریت تغذیه امکان‌پذیر است (Johnson، ۲۰۱۷ و Dewdney، ۲۰۱۸). کاهش جذب کلسیم، منیزیم، از علائم مشخص زوال مرکبات می‌باشد (Johnson و Graham، ۲۰۱۵). مصرف بیش از حد پتاسیم و نیتروژن موجب کاهش جذب عناصر کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز و روی و نیز افزایش حساسیت گیاه می‌شود. نسبت نیتروژن به کلسیم برگ ارتباط مثبت و معنی‌دار با افزایش غلظت پتاسیم به منیزیم برگ مرکبات دارد و گرسنگی پنهان در مرکبات به دلیل میزان پتاسیم بالا K/Mg >4.0 و یا نسبت زیاد Ca/Mg > 7 خاک ایجاد می‌گردد (Srivastava و Singh، ۲۰۰۹). بیشترین عملکرد پرتقال والنسیا پیوندی بر رانگپورلایم در خاک با مقدار منیزیم تبادلی بیش از ۱۰ درصد کل ظرفیت تبادلی خاک حاصل شد (Pavan و Wutscher، ۱۹۹۳). همچنین بیشترین میزان عملکرد نارنگی ساتسوما با میزان پتاسیم تبادلی ۴۹-۳۱ خاک، منیزیم ۵۴-۵۲ و کلسیم ۲۲۳-۱۹۷ میلی گرم در ۱۰۰ گرم خاک و نسبت کلسیم به منیزیم ۳-۲/۵، منیزیم به پتاسیم ($K_2O$) ۴-۳ و کلسیم به پتاسیم ($K_2O$) ۱۰-۸ خاک به دست آمد (Srivastava و Singh، ۲۰۰۹). نیتریت برای گونه‌های قارچ

* ایمیل نویسنده مسئول: m.tadayon@areeo.ac.ir

[۱] - Root dieback

فوزاریوم و فیتوفترا سمی است. نیتریت در فرایند تبدیل آمونیوم به نیترات (نیتریفیکاسیون) توسط باکتری‌های مفید خاکی، تولید می‌شود. کاربرد کودهای آمونیومی موجب افزایش بعضی بیماری‌ها از جمله فوزاریوم و پوسیدگی فیتوفترایی می‌شود، درصورتی که کودهای نیتراتی دارای اثر متضاد می‌باشند. تغذیه مکمل[۲](ENP) به صورت گسترده برای کنترل عارضه زوال مرکبات و تقویت درخت اعمال می‌گردد (Spann و همکاران، ۲۰۱۱) و کاربرد مقادیر بیشتر و مداوم عناصر کم مصرف در تمام طول سال می تواند موجب کاهش عارضه زوال مرکبات گردد (Johnson، ۲۰۱۷). در این آزمایش اثر مدیریت تغذیه از جمله تغذیه مکمل خاکی برای افزایش کارایی جذب عناصر غذایی و توسعه ریشه و تغذیه برگی به منظور کاهش عارضه زوال مرکبات در پرتقال والنسیا بررسی گردید.

**مواد و روش‌ها**

آزمایش در یک باغ تجاری دچار عارضه زوال مرکبات با درختان ۱۲ ساله پرتقال والنسیا پیوندی بر روی پایه لیموترش در منطقه کردیان قطب آباد جهرم با یو تی ام ۷۵۳۶۴۸ و ۳۱۷۶۲۰۵ و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۰۲ متر طی سه سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ انجام شد (شکل ۱). آبیاری به صورت قطره ای و تراکم کشت درخت ۴۱۶ درخت در هکتار با فاصله ۴ متر در ۶ متر بود. تجزیه مرکب نمونه خاک باغ قبل از شروع آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

| بافت خاک | بور (mg/kg) | مس (mg/kg) | منگنز (mg/kg) | روی (mg/kg) | کلسیم ($meq.1^{-1}$) | منیزیم ($meq.1^{-1}$) | پتاسیم (mg/kg) | فسفر (mg/kg) | کربن آلی (٪) | کل مواد خنثی شونده (٪) | پ‌ها ش | هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$) | عمق خاک (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| لومی رسی شنی | ۰/۵ | ۱/۰۸ | ۳/۸۲ | ۰/۴۲ | ۲۱/۲ | ۱۰/۶ | ۳۸۶/۱۲ | ۸/۳۶ | ۰/۸۷ | ۳۲ | ۸/۱ | ۱/۸ | ۰-۳۰ |
| لومی رسی شنی | ۰/۵۳ | ۱ | ۳/۲۹ | ۰/۸۲ | ۲۰/۴ | ۱۱/۸ | ۳۲۶/۹۷ | ۵/۶۴ | ۰/۵۸ | ۲۷/۷ | ۸/۲ | ۱/۶۶ | ۳۰-۶۰ |

آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۶ تیمار در چهار تکرار و هر کرت چهار درخت طی سه سال انجام شد. تغذیه درختان بر اساس آزمون خاک و منبع کودی سولفات آمونیوم، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم (عرف منطقه) به طور یکنواخت برای همه تیمارها انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۱- شاهد (تغذیه بر اساس آزمون خاک بدون محلول پاشی) ۲- تغذیه مکمل (ENP) کاربرد خاکی عناصر کم مصرف محلول هارل (هلنا و داندی، ۲۰۱۵)، ترکیب کلات (EDDHA) آهن، روی، مس و سه برابر حد بهینه کلات منگنز به نسبت ۱- ۰/۲۵- ۰/۶- ۴/۱، ۳- تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم ۴- تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم ۵- تغذیه برگی عناصر کم مصرف (سولفات روی، سولفات منگنز و اسید بوریک ۲ در هزار و سولفات مس ۰/۵ در هزار)، ۶- تغذیه برگی نیترات پتاسیم (۴ درصد)، ۷- تغذیه برگی نیترات منیزیم (۲ درصد) بود. تغذیه مکمل با در نظر گرفتن نسبت کلسیم به منیزیم ۳، منیزیم به پتاسیم ۴/۵ و کلسیم به پتاسیم ۱۰ بر اساس آزمون خاک در هر سال انجام شد. کوددهی به روش کودآبیاری در ۱۰ مرحله یعنی از بهمن‌ماه تا اواخر آبان اعمال شد. تغذیه مکمل (ENP) نیترات کلسیم و سولفات منیزیم در دو زمان توسعه گسترده ریشه‌ها یعنی اواخر اردیبهشت تا اواسط خرداد و مجدداً در اواخر مرداد تا اوایل مهرماه انجام شد. تغذیه برگی عناصر کم مصرف در سه نوبت قبل از باز شدن گل‌ها و در طی رشد رویشی شاخه‌های جدید و نیترات پتاسیم در دو نوبت پس از گلدهی و قبل ریزش خرداد ماه انجام شد. غلظت عناصر غذایی برگ، میزان کلروفیل، رشد شاخه، درصد ریزش برگ و میوه، میزان خشکیدگی سر شاخه ها، محتوای نسبی آب، وزن ($W.A^{-2}$) و سطح ($A.W^{-1}$) مخصوص نمونه برگ در تیرماه، عملکرد کل درخت، اندازه میوه در دو جهت و حجم میوه، رنگ پوست گلگاه با استفاده از دستگاه رنگ سنج[۳]، درصد آب میوه[۴]، اسیدیته میوه و کل مواد جامد قابل حل (بریکس) اندازه گیری شد (Graham، ۲۰۱۷). نمونه برداری ریشه در زیر قطره چکان ها از عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متر توسط آگر (قطر و ارتفاع مته ۹ سانتی متر و ارتفاع ۲۵ سانتی متر) انجام شد. نمونه برداری ریشه در سه فاصله ۱، ۲ و ۳ متر از تنه درخت و عمق ۱۵-۰، ۳۰-۱۵ و ۶۰-۳۰ سانتی متر توسط آگر نمونه برداری ریشه (قطر و ارتفاع مته ۹ سانتی متر و ارتفاع ۲۵ سانتی متر) انجام شد. در این نمونه ها در این نمونه ها تراکم ($mg.cm^{-3}$) و درصد پوسیدگی ریشه های فیبری با قطر کمتر از ۰/۲ سانتی متر (تعداد ریشه های پوسیده به ریشه های سالم) تعیین گردید (Johnson،

[۲] - Enhanced nutritional program or hybrid nutrition programs

[۳] - Minolta Chroma Meter (CR-400, Konica Minolta, Ramsey, New Jersey, USA)

[۴] - Juice wt/total wt ×100

۲۰۱۷؛ Júnior و همکاران، ۲۰۱۲). تجزیه مرکب داده های سه سال آزمایش توسط نرم افزار SAS-9.1 و مقایسه میانگین داده ها توسط روش چند دامنه ای دانکن ($P\leq 0.05$) انجام شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام گردید.

شکل ۱. نمایی از عارضه زوال در درختان و میوه پرتقال والنسیا و سیاه شدن ریشه ها

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان دهنده اثر معنی دار تیمارهای آزمایش بر شاخص‌های اندازه گیری‌شده زوال مرکبات می باشد. نتایج آزمایش نشان داد که تغذیه برگی نیترات منیزیم و تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم و منیزیم بیشترین تأثیر را بر غلظت نیتروژن برگ پرتقال والنسیا داشت (جدول ۳). درختان مرکبات مبتلا به گرینینگ فرم نیتراته نیتروژن را به فرم آمونیومی که موجب مسمومیت می گردد، ترجیح می دهند.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای آزمایش بر صفات اندازه گیری شده درخت پرتقال والنسیا طی سه سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷

| منابع تغییر | درجه آزادی | میزان کلروفیل (mg/g FW) | رشد شاخه (cm) | ریزش برگ (٪) | خشکیدگی سر شاخه (٪) | محتوای نسبی آب برگ (٪) | وزن مخصوص برگ ($mg/cm^2$) | سطح مخصوص برگ ($cm^2/g$) | عملکرد کل درخت (kg) | ارتفاع میوه (mm) | قطر میوه (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سال | ۳ | ۲۶۶/۳۲۱** | ۶۲/۸۵ | ۹۴۶/۰۵** | ۳۶۴/۶۱ | ۰.۰۶۲۵ ns | ۳۴۵.۱۵ ** | ۱۳۴.۳۶ ** | ۰/۰۲۵۴** | ۱۸۵/۳۲** | ۷۱/۳۶ |
| خطا | ۹ | ۲۴.۶۲ | ۶۵.۷۸ | ۶۴۲.۳۱ | ۹۵۰.۳۵۴ | ۰.۰۷۴ | ۶۴۷.۲۴ | ۵۴/۲۵ | ۰/۰۰۰۳ | ۲۷/۱۲ | ۱۴/۶۹ |
| تیمار | ۶ | ۲۷۸/۴۱** | ۲۴۵۶/۲۴** | ۹۶۱/۳۱۲** | ۱۲۸۴/۳۰۱** | ۰/۰۳۸** | ۶۴۷/۴۶** | ۶۲۷/۳۱** | ۰/۰۸۱۴** | ۸۵۴/۱۶** | ۵۴۱/۶۴** |
| سال× تیمار | ۱۸ | ۵۴۳/۹۸ ** | ۱۵۹/۳۱۲ ns | ۶۰۵/۵۶ ** | ۲۸۳/۰۱۵ ns | ۰/۰۱۲۷ ns | ۳۲۰۹/۲۵ ** | ۴۵۸۲/۲۱۳ ** | ۰/۰۵۶۴ * | ۴۷/۲۵ ns | ۴۳/۱۸ ns |
| خطا | ۲۷ | ۵۱/۹۷ | ۱۸۹/۶۴ | ۱۰۲/۳۷۵ | ۱۶۲/۳۳ | ۰/۰۱۹۷ | ۴۲۱/۱۵ | ۲۸۱/۱۲ | ۰/۰۳۱ | ۸۴/۰۱۴ | ۹۱/۷۴ |
| ضریب تغییر (٪) | | ۷/۰۲ | ۶/۵۴ | ۸/۹ | ۷/۳ | ۸/۱۵ | ۷/۸ | ۶/۳ | ۸/۷ | ۵/۶ | ۷/۶ |

ادامه جدول ۲- جدول تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای آزمایش بر صفات اندازه‌گیری شده درخت پرتقال والنسیا طی سه سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷

| منابع تغییر | درجه آزادی | رنگ پوست میوه a*/b ratio | درصد آب میوه | درصد اسیدیته میوه | درصد کل مواد جامد قابل حل | TSS/TA | تراکم ریشه فیبری ($mg/cm^3$) | درصد پوسیدگی ریشه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سال | ۳ | ۲۳۵۴/۱۴۲ ns | ۳۲/۶۲۱** | ۶۰۱۴/۳۲۱ ns | ۶۵/۰۴ ns | ۲۵۴۱/۰۵۱ ns | ۰/۳۶۱** | ۴۶۳/۳۵ ** |
| خطا | ۹ | ۲۵۴۸/۳۵۴ | ۶۴/۲۰۵ | ۸۴۱۲/۳۲۵ | ۵۲/۱۵۴ | ۶۳۱۲/۸۰۱ | ۰/۴۲۱ | ۶۷/۲۹ |
| تیمار | ۶ | ۶۵۶۷/۳۴۱** | ۶۸۴/۳۲۲** | ۳۲۵۴/۶۲۴** | ۵۴۱/۲۰۶** | ۵۲۳۱/۴۵۱** | ۶۴۵۲/۳۱۵** | ۵۸۷/۸۴** |
| سال× تیمار | ۱۸ | ۱۳۴۱/۲۵۴ ns | ۳۱/۰۸۴ ns | ۸۴۱/۳۱۸ ns | ۵۱/۶۷۸ ns | ۲۳۴/۶۱۲ ns | ۱۶۴۱/۹۴* | ۳۴/۴۲ ns |
| خطا | ۲۷ | ۲۲۴۳/۰۲۵ | ۶۴/۲۳۱ | ۱۳۵۲/۳۱ | ۶۲/۹۱۴ | ۵۸۴/۳۰۵ | ۷۱۴/۵۱ | ۶۱/۷۲ |
| ضریب تغییر (٪) | | ۷/۳۲ | ۶/۳۲ | ۷/۴۴ | ۵/۶۱ | ۶/۵۴ | ۷/۲۴ | ۹/۳ |

از طرفی افزایش آمونیوم در خاک موجب کاهش جذب پتاسیم، کلسیم و منیزیم می گردد (Johnson، ۲۰۱۷). تغذیه برگی نیترات پتاسیم نیز موجب افزایش معنی دار غلظت پتاسیم برگ نسبت به سایر تیمارها شد و با تیمار شاهد (تغذیه بر اساس آزمون خاک) در یک گروه آزمایشی قرار داشتند. بیشترین غلظت منیزیم برگ به ترتیب مربوط به تیمار تغذیه برگی نیترات منیزیم و تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم بود. درختان دارای مقادیر پتاسیم، کلسیم و منیزیم کافی، علائم گرینینگ را علی رغم آلودگی نشان نمی دهند (Johnson، ۲۰۱۷). تغذیه مکمل خاکی عناصر کم مصرف (محلول هارل) موجب افزایش معنی دار غلظت این عناصر در برگ نسبت به شاهد شد، اما اثر تغذیه برگی عناصر کم مصرف بر غلظت منگنز، روی، مس و بور نمونه برگی به مراتب بیشتر بود (جدول ۲). وجود محدودیت خاکی از جمله بالا بودن پ هاش و بی کربنات خاک موجب کاهش جذب کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز و روی می گردد (Johnson و همکاران، ۲۰۱۴).

جدول ۳- مقایسه اثر تیمارهای آزمایشی بر میانگین عناصر غذایی برگ پرتقال والنسیا طی سه سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷

| تیمار | نیتروژن (٪) | فسفر (٪) | پتاسیم (٪) | کلسیم (٪) | منیزیم (٪) | سولفور (٪) | آهن (mg/kg) | منگنز (mg/kg) | روی (mg/kg) | مس (mg/kg) | بور (mg/kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد (بر اساس آزمون خاک) | ۲/۴۶c | ۰/۱۸cd | ۲/۶۸ab | ۱/۹۱b | ۰/۳۵c | ۰/۳۶b | ۲۸۸/۷۵c | ۲۴/۱۵d | ۱۹/۹۵d | ۵/۲۵e | ۵۵c |
| تغذیه مکمل خاکی عناصر کم مصرف | ۲/۲۶de | ۰/۲b | ۲/۲۵c | ۱/۸۳bc | ۰/۳۳c | ۰/۴a | ۳۸۲/۲a | ۵۷/۷۵b | ۳۵/۷a | ۹/۴۵b | ۵۳/۵۵cd |
| تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم | ۳/۰۳ab | ۰/۱۶d | ۲/۱۴d | ۲/۹۸a | ۰/۳۶c | ۰/۳۲b | ۱۸۴/۸e | ۳۴/۶۵cd | ۲۵/۲bc | ۸/۴bc | ۴۴/۱e |
| تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم | ۳/۲۱ab | ۰/۲b | ۲/۱d | ۱/۷۱d | ۰/۵۷b | ۰/۳۸ab | ۳۱۱/۸۵b | ۲۹/۴d | ۲۲/۰۵c | ۷/۱۵d | ۶۵/۱b |
| تغذیه برگی عناصر کم مصرف | ۲/۳۶cd | ۰/۲۴a | ۲/۶۳b | ۱/۷۳d | ۰/۳۷c | ۰/۳۴b | ۳۰۲/۴b | ۷۱/۴a | ۳۷/۸a | ۱۲/۶a | ۸۱/۹a |
| تغذیه برگی نیترات پتاسیم | ۲/۷۸b | ۰/۱۹bc | ۲/۷۵a | ۱/۷۹cd | ۰/۴c | ۰/۳۴b | ۲۳۵/۲d | ۳۹/۹c | ۲۸/۳۵b | ۷/۳۵c | ۴۷/۲۵de |
| تغذیه برگی نیترات منیزیم | ۳/۲۵a | ۰/۲۲ab | ۲/۵۴b | ۱/۸۴bc | ۰/۸۸a | ۰/۳۵b | ۲۱۵/۴d | ۲۸/۶۲d | ۲۶/۲۴b | ۶/۸۴d | ۴۸/۳۲de |

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار ($P \leq 0.05$)

از جمله شاخص های زوال مرکبات پوسیدگی و سیاه شدن ریشه، مرگ سرشاخه ها و توقف رشد، کاهش تاج پوشش، تعداد و اندازه برگ مرکبات می باشد، همچنین درصد کل مواد جامد قابل حل و آب میوه در درختان سالم بیشتر از درختان دچار زوال می باشد (Mauk و Shea، ۲۰۰۲). در این آزمایش تیمارهای تغذیه برگی نیترات منیزیم و تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم موجب افزایش معنی دار میزان کلروفیل برگ شد (جداول ۴). این دو تیمار و تیمار تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم، رشد شاخه ها را بطور معنی دار افزایش داد. تغذیه برگی نیترات منیزیم بیشترین تأثیر را بر کاهش درصد ریزش برگ داشت و تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم، تغذیه برگی عناصر کم مصرف و نیترات پتاسیم از این نظر در گروه دوم آماری قرار داشتند. تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم، تغذیه برگی نیترات منیزیم و تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم بیشترین تأثیر را بر کاهش درصد خشکیدگی سرشاخه ها داشتند. تغذیه برگی بویژه عناصر کم مصرف[۵]، قدرت و باروری درختان دچار زوال را افزایش می دهد (Giles، ۲۰۱۱).

جدول ۴- مقایسه اثر تیمارهای آزمایشی بر میانگین شاخص های عارضه زوال مرکبات در پرتقال والنسیا طی سه سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷

| تیمار | میزان کلروفیل (FW) mg/g | رشد شاخه (cm) | ریزش برگ (٪) | خشکیدگی سر شاخه (٪) | محتوای نسبی آب برگ (٪) | وزن مخصوص برگ ($mg/cm^2$) | سطح مخصوص برگ ($cm^2/g$) | عملکرد کل درخت (kg) | ارتفاع میوه (mm) | قطر میوه (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد (بر اساس آزمون خاک) | ۰/۲۶d | ۲۳/۱d | ۳۹/۹a | ۴۴/۱a | ۸۵/۰۵d | ۳/۲۶d | ۱۰۱/۸۵a | ۷۴/۵۵d | ۸/۵۱d | ۶/۶۲c |
| تغذیه مکمل خاکی عناصر کم مصرف | ۰/۴۴b | ۳۵/۷b | ۲۲/۰۵b | ۲۴/۱۵b | ۹۱/۳۵c | ۳/۹۹c | ۹۰/۳c | ۷۸/۷۵d | ۱۱/۱۳c | ۷/۴۶c |
| تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم | ۰/۳۷c | ۵۰/۴a | ۱۴/۷c | ۱۲/۶d | ۹۵/۶۵a | ۴/۶۶a | ۸۸/۲d | ۸۶/۱c | ۱۲/۳۹b | ۸/۴b |
| تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم | ۰/۵۲ab | ۴۹/۴a | ۱۹/۹۵b | ۱۵/۷۵cd | ۹۳/۵۵b | ۴/۰۴c | ۹۵/۵۵b | ۹۵/۵۵a | ۱۱/۸۷bc | ۷/۹۸bc |

[۵] - Boyd's program

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تغذیه برگی عناصر کم مصرف | ۰/۴۳b | ۳۳/۶b | ۱۵/۷۵c | ۲۵/۲b | ۹۱/۴۵c | ۴/۱c | ۹۴/۵b | ۹۰/۳b | ۱۱/۷۶c | ۷/۸۸bc |
| تغذیه برگی نیترات پتاسیم | ۰/۴۷b | ۳۴/۹b | ۱۸/۹bc | ۲۸/۳۵b | ۹۵/۲۵a | ۴/۳۱b | ۸۹/۲۵cd | ۹۲/۴ab | ۱۳/۱۳a | ۹/۲۴ab |
| تغذیه برگی نیترات منیزیم | ۰/۵۸a | ۴۴/۳ab | ۱۲/۳۴d | ۱۳/۶۲d | ۹۴/۳۶ab | ۴/۵۸a | ۸۲/۵۴e | ۹۳/۲۲ab | ۱۳/۲a | ۹/۹۲a |

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار ($P \leq 0.05$)

جدول ۵- مقایسه اثر تیمارهای آزمایشی بر میانگین شاخص های عارضه زوال مرکبات در پرتقال والنسیا طی سه سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷

| تیمار | رنگ پوست میوه a*/b ratio | درصد آب میوه | درصد اسیدیته میوه | درصد کل مواد جامد قابل حل | TSS/TA | تراکم ریشه فیبری ($mg/cm^3$) | درصد پوسیدگی ریشه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد (بر اساس آزمون خاک) | -۰/۲۷e | ۴۴/۱c | ۱/۱۶a | ۹/۵۶d | ۸/۶۹e | ۰/۳۲d | ۶۶/۱۵a |
| تغذیه مکمل خاکی عناصر کم مصرف | -۰/۱۳d | ۵۰/۴c | ۰/۹۴b | ۱۱/۱۳c | ۱۲/۳۷d | ۰/۷۴a | ۳۳/۶c |
| تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم | ۰/۲۱c | ۵۳/۵۵bc | ۰/۹۵b | ۱۱/۸۷b | ۱۳/۱۸c | ۰/۶۳ab | ۲۴/۱۵d |
| تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم | ۰/۲۵bc | ۵۵/۶۵bc | ۰/۸۲c | ۱۲/۲۹a | ۱۵/۳۶b | ۰/۵۳bc | ۳۲/۵۵c |
| تغذیه برگی عناصر کم مصرف | ۰/۲۷b | ۵۷/۷۵ab | ۰/۷۴d | ۱۱/۷۶b | ۱۶/۸a | ۰/۴۲d | ۵۶/۷b |
| تغذیه برگی نیترات پتاسیم | ۰/۲۹ab | ۶۴/۰۵a | ۰/۸۴c | ۱۲/۰۸b | ۱۵/۰۹b | ۰/۴۸cd | ۶۰/۹ab |
| تغذیه برگی نیترات منیزیم | ۰/۳۳a | ۵۸/۲ab | ۰/۸۵c | ۱۲/۱۴ab | ۱۵/۱۸b | ۰/۵۸b | ۳۴/۳c |

* نسبت رنگ red(+)/green(−) به yellow(+)/blue(−)  میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار ($P \leq 0.05$)

تیمارهای تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم، تغذیه برگی نیترات پتاسیم و منیزیم بیشترین افزایش درصد محتوای نسبی آب برگ را به خود اختصاص دادند. تغذیه مکمل خاکی و برگی نیترات منیزیم بیشترین افزایش شاخص وزن مخصوص برگ و کاهش سطح مخصوص برگ را داشتند. تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم، تغذیه برگی نیترات پتاسیم و منیزیم موجب افزایش معنی دار عملکرد کل درخت شدند. تغذیه برگی نیترات پتاسیم و منیزیم بیشترین تأثیر را بر افزایش کیفیت میوه از جمله اندازه، درصد آب میوه و رنگ میوه داشتند. همچنین تغذیه برگی عناصر کم مصرف موجب افزایش درصد آب میوه، کاهش معنی دار اسیدیته و افزایش نسبت کل مواد جامد قابل حل به اسید شد. تیمارهای تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم و تغذیه برگی نیترات منیزیم بطور معنی دار موجب افزایش درصد کل مواد جامد قابل حل میوه شدند. بیشترین میزان تراکم ریشه فیبری متعلق به تیمارهای تغذیه مکمل خاکی عناصر کم مصرف و نیترات کلسیم بود. کمترین درصد پوسیدگی ریشه مربوط به تیمارهای تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم و منیزیم، تغذیه مکمل خاکی عناصر کم مصرف و تغذیه برگی نیترات منیزیم بود (جداول ۴ و ۵). کلسیم برای جلوگیری از پوسیدگی ریشه فیتوفترایی مهم می‌باشد. همچنین کاربرد نیترات کلسیم نسبت به سولفات آمونیوم و اوره توصیه می گردد. نیتروژن آمونیومی سریعاً پس از جذب به آسپاراژین و گلوتامین تبدیل می شود که مواد مغذی برای جذب زئوسپورهای فیتوفترا می باشد (Menge و Nemec ، ۱۹۹۷). از طرفی دیگر غلظت بالای پتاسیم خاک در ریزوسفر موجب کاهش جذب کلسیم، منیزیم، آهن، روی و منگنز توسط ریشه می گردد (Srivastava و Singh، ۲۰۰۹). تغذیه مکمل برگی اوره (Albrigo، ۲۰۰۰) و یا نیترات پتاسیم در پرتقال والنسیا (Koo و همکاران، ۱۹۸۴) می تواند عوارض ناشی از کاربرد خاکی آنها در خاک های آهکی برای مرکبات را کاهش دهد.

## نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که بیشترین تأثیر بر افزایش تراکم ریشه فیبری و کاهش درصد پوسیدگی ریشه و بهبود زوال ریشه در پرتقال والنسیا مربوط به کاربرد تیمارهای تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم و عناصر کم مصرف (محلول هارل) بود. کیفیت میوه و عملکرد کل درخت بیشتر تحت تأثیر تیمارهای تغذیه برگی نیترات منیزیم و پتاسیم و تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم قرار گرفت. تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم و تغذیه برگی نیترات منیزیم بیشترین تأثیر را بر بهبود شاخص های وزن و سطح مخصوص برگ و نیز محتوای نسبی آب برگ داشتند. همچنین محتوای نسبی آب برگ با تغذیه برگی نیترات پتاسیم بهبود یافت. با توجه به نتایج آزمایش تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم و نیترات منیزیم در اواخر اردیبهشت تا اواسط خرداد و مجدداً در اواخر مرداد تا اوایل مهرماه و نیز تغذیه برگی نیترات پتاسیم و نیترات منیزیم (در دو نوبت پس از گلدهی و قبل ریزش خرداد ماه) و عناصر کم مصرف (سه نوبت قبل از باز شدن گل ها و در طی رشد رویشی شاخه های جدید)، جهت کاهش پوسیدگی ریشه، درصد ریزش برگ و خشکیدگی سرشاخه ها و بهبود شاخص های زوال پرتقال والنسیا توصیه می گردد.

**منابع:**

Albrigo, L.G. 2000. Effect of foliar application of urea or nutriphite on flowering and yields of Valencia orange trees. Proceedings of Florida State Horticulture Society, 112, 1–4.

Dewdney, M.M., Johnson, E.G. and Graham, J.H. 2018. Florida citrus production guide: Phytophthora foot rot and root rot. Plant Pathology Department, UF/IFAS Extension, PP-156.

Giles, F., 2011. Daring to be different. Fla. Grow. 104 (6), 8e10.

Graham, J. 2017. Horticultural factors that contribute to tolerance of citrus to Huanglongbing (HLB). Fruticultura 2017 Symposium, October 18, 2017, Univ. Florida Citrus Research and Education Center.

Johnson, E.G. 2017. Citrus Root Health Management. August 17, 2017, Univ. Florida Citrus Research and Education Center.

Johnson, E.G., and Graham, J.H. 2015. Root health in the age of HLB. Citrus Industry, 14-18.

Johnson, E.G., Wu, J., Bright, D.B., and Graham, J.H. 2014. Association of 'Candidatus Liberibacter asiaticus' root infection, but not phloem plugging with root loss on huanglongbing-affected trees prior to appearance of foliar symptoms. Plant Pathology, 63, 290–298.

Júnior J.A., W. B. Aranayake, L.R. Parsons, A.W.P. Evangelista. 2012. Citrus root distribution under water stress grown in sandy soil of central Florida. Eng. Agríc., Jaboticabal, 32, 1109-115.

Koo, R.C.J., Anderson, C.A., Stewart, I., Tucker, D.P.H., Calvert, P.V., and Wutscher, H.K. 1984. Recommended fertilizers and nutritional sprays of citrus. Florida Agricultural Experimental Station Bulletin 536D:30. Gainesville.

Mauk, P.A., and Shea, T. 2002. Questions and answers to citrus management (Third Edition). University of California, County of Riverside and U.S. Department of Agriculture Cooperating.

Meena, A.K., Dutta, F., Marak, M.C. and Meena, R.K. 2018. Citrus Decline. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 7, 2807-2815.

Menge, J.A. and Nemec, S. 1997. Citrus. In: Soil borne diseases of tropical crops. Hillocks, R. J. and Waller, J. M., eds. CAB International, Wallingford, UK, 185-227.

Noling, J.W. 2003. Citrus root growth and soil pest management practices. Gainesville: University of Florida, 6p.

Pavan, M.A., and Wutscher, H.K. 1993. Accumulation of nutrients at the surface of roots of blight affected orange trees. Communications in Soil Science & Plant Analysis 24, 979–987.

Spann, T.M., Schumann, A.W., Rouse, R., Ebel, R. 2011. Foliar nutrition for HLB. Citrus Ind. 92 (6), 6-10.

Srivastava A.K., and Singh, S. 2009. Citrus decline: Soil fertility and plant nutrition. Journal of Plant Nutrition, 32, 197-245.

**Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation**

# Effect of nutrition management on the amelioration of citrus decline

Tadayon*[1], M.S., Sadeghi[2], S.

1 Associate Prof., Soil and Water Research Department, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

[2] Instructor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

## Abstract

Citrus decline is spreading over south region of Iran. In this experiment the effect of nutrition management on citrus decline in Valencia orange were investigated. Trial was conducted in a randomized complete block design with seven treatments and four replications and four trees per plot in three years. Experimental treatments contain – Control (fertilization based on soil analysis), - Enhanced soil application of micronutrient iron, zinc, copper and three times over soil critical levels of manganese EDDHA chelates - Enhanced soil application of calcium nitrate - Enhanced soil application of magnesium nitrate – Foliar nutrition of micronutrients 2 $gl^{-1}$ zinc sulfate, manganese sulfate, boric acid and 0.5 $gl^{-1}$ copper sulfate - Foliar nutrition of 4 percent potassium nitrate and - Foliar nutrition of 2 percent magnesium nitrate. The results showed that Enhanced soil application of calcium nitrate and micronutrient significantly increased the root density ($mg.cm^{-3}$) and decreased root rot percentage. Enhanced soil application of calcium nitrate and foliar nutrition of magnesium nitrate significantly improved citrus decline indices of Valencia orange such as the percentage of leaf drop, shoot dieback, special leaf weight and area, leaf water content and quantitative and qualitative characters of yield.

**Keywords:** Calcium nitrate, Magnesium nitrate, Micronutrient, Potassium nitrate, Root rot

* Corresponding author, Email: m.tadayon@areeo.ac.ir