

## تأثیر محلول پاشی سولفات آهن و اسید سیتریک بر خواص کمی و کیفی گوجه فرنگی رقم اوربانا

ابراهیم عابدی قشلاقی و عنایت ا... تفضلی

مؤسسه تحقیقات مرکبات کشور، رامسر، آ گروه باغبانی، دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: ۸۲/۹/۱ تاریخ پذیرش: ۸۳/۳/۶

## چکیده

گوجه فرنگی با نام علمی *Lycopersicon esculentum* Mill. یکی از سبزی‌هایی است که کشت و پرورش آنچه در محیط کنترل شده و چه در هوای آزاد در حال گسترش است. کلروز آهن یکی از عوامل محدود کننده رشد این گیاه در خاکهای آهنکی می‌باشد. برای همین منظور پژوهشی مزرعه‌ای برای بررسی اثرات محلول پاشی سولفات آهن و اسید سیتریک روی گوجه فرنگی رقم اوربانا انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل ۴×۴ در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارها شامل ۴ سطح آهن (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و ۴ سطح اسید سیتریک (۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود که محلول پاشی در دو نوبت ۲۵ و ۵۰ روز بعد از انتقال نشا به زمین اصلی انجام گرفت. عملکرد، زودرسی، اسید قابل تیتره شدن، مواد جامد محلول و ویتامین ث میوه، و همچنین کلروفیل، pH و سطح برگ به عنوان پاسخهای گیاهی مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارهای آهن و اسید سیتریک میزان عملکرد، مواد جامد محلول و میانگین وزن میوه را تحت تأثیر قرار نداد. با افزایش مصرف اسید سیتریک تا ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و آهن تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر میزان کلروفیل برگ افزایش یافت و بیشترین میزان کلروفیل در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر آهن مشاهده شد و این نشان دهنده ارتباط آهن با کلروفیل برگ است. محلول پاشی با سولفات آهن اثر معنی‌داری در کاهش pH عصاره برگ نشان نداد در حالیکه تیمار با اسید سیتریک pH عصاره برگ را کاهش داد و کمترین میزان در ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید مشاهده شد. این کاهش pH باعث فعال شدن آهن برگ شده و در نتیجه باعث افزایش سنتز کلروفیل گردید. بنابراین محلول پاشی با اسید سیتریک تا اندازه‌ای می‌تواند از طریق فعال کردن آهن برگ اثر کمبود آهن را تعدیل نماید.

واژه‌های کلیدی: گوجه فرنگی، محلول پاشی، آهن، اسید سیتریک

## مقدمه

گوجه‌فرنگی با نام علمی *Lycopersicon esculentum* Mill. یکی از سبزی‌هایی است که کشت و پرورش آن چه در محیط کنترل شده و چه در هوای آزاد در حال گسترش است. گوجه فرنگی رقم اوربانا نیمه زودرس و پرمحصول بوده که به دلیل داشتن مزه خوب و

خوش رنگ بودن برای تهیه رب مناسب است. این رقم قابلیت حمل و نقل بالایی داشته و برای کشت در مناطق معتدل نسبتاً گرم مناسب می‌باشد (طباطبایی، ۱۳۶۵). مصرف گوجه فرنگی به صورت سبزی از قرن نوزدهم و بعد از جنگ جهانی اول شروع شد. در ایران کاشت و مصرف این سبزی سابقه زیادی ندارد و تقریباً حدود ۱۵۰



معمول در مزرعه برای جبران کردن کلروز ناشی از کمبود آهن است (زرین کفش، ۱۳۷۱).

آهن در حدود ۵ درصد از پوسته زمین را تشکیل می‌دهد و چهارمین عنصر لیتوسفر است. مقدار کل آهن در خاک بین ۲۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است با این وجود بخش کمی از آن به صورت محلول می‌باشد، بنابراین مقدار کل آهن خاک ارزش چندانی در تشخیص کمبود آهن ندارد. حلالیت آهن خاک بسیار کم بوده و حداقل آن  $pH=7-8/5$  می‌باشد. ترکیبات شیمیایی آهن که به صورت محلول به خاک اضافه می‌شود به سرعت به صورت مواد کم محلول در می‌آید (تاگلیاوینی و همکاران، ۱۹۹۵).

آهن یکی از عناصر مهم در واکنش‌های اکسایش-احیا در گیاهان می‌باشد که حدود ۸۵ درصد از آهن یاخته با کلروپلاست در ارتباط است (منگل و کربی، ۱۹۸۷). مهمترین کلات‌های طبیعی که در گیاهان یافت می‌شود کلات‌های "هم" و کلروفیل است. گروه "هم" یک پورفیرین آهن است که در آن اتم مرکزی آهن به چهار حلقه پیرول متصل است در نتیجه ساختار حلقوی بزرگی را تشکیل می‌دهد. گروه "هم" پروستیک تعداد زیادی از آنزیم‌ها مثل کاتالاز، پراکسیداز و سیتوکروم اکسیداز را تشکیل می‌دهد. آهن موجود در گروه "هم" می‌تواند از فرو به فریک تغییر ظرفیت دهد که این انتقال الکترون، وظیفه اصلی گروه پروستیک آنزیم‌ها را ممکن می‌سازد (مجتهدی و لسانی، ۱۳۷۴).

با توجه به اینکه کوددهی برگی می‌تواند کمبود مواد غذایی را جبران کند در سراسر دنیا به عنوان یک اقدام پیشگیرانه و علاج کننده استفاده می‌شود (مالیک و ماتوکریشن، ۱۹۹۸). در این ارتباط اثر معنی‌داری از کلات آهن بر میزان تشکیل برگها و در نتیجه مقدار کربوهیدرات گزارش شده است (روتلند و باکاوا، ۱۹۶۸). در یک آزمایش دیگر کلات آهن بکار رفته در غلظت ۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر برای محیط کشت گیاهان گوجه فرنگی که حاوی مقادیر بالای فسفر و آهن بودند به طور

سال پیش برای اولین بار توسط انگلیسی‌ها در مناطقی از ایران به خصوص در جنوب کشور کشت گردید. براساس آمار سازمان خواربار جهانی سطح زیر کشت گوجه فرنگی در جهان ۳/۱۶۹ میلیون هکتار با تولید ۸۹/۸۲۸ میلیون تن می‌باشد که ایران با سطح زیر کشت ۹۲ هزار هکتار در سال ۱۹۹۸ در حدود ۲/۰۰۷ میلیون تن تولید داشته است (فائو، ۱۹۹۸).

از آنجایی که افزایش مقدار تولید، بدون زیاده کردن سطح زیر کشت مورد توجه است از هدف‌های اصلی متخصصان سبزیکاری و مروجان کشاورزی در مرحله اول بالا بردن مقدار محصول در واحد سطح می‌باشد. این هدف زمانی به نتیجه خواهد رسید که بتوان از تمام امکانات موجود استفاده کرده و روش‌های بهتری برای کاشت، داشت و برداشت ارائه نمود. یکی از این موارد تغذیه گیاهان به صورت محلول پاشی است که نقش مؤثری در افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی دارد.

بی‌کربنات که در خاک‌های آهنکی عامل بسیار مهمی در ایجاد زردی آهن می‌باشد به نوعی نیز مسئول غیر مستقیم شدن آهن در بافت‌های گیاهی است. افزایش pH سیتوپلاسم در انگور (کالسک و همکاران، ۱۹۸۷) و آفتابگردان (کالسک و همکاران، ۱۹۸۴) در محیط غنی شده با بی‌کربنات مشاهده شده است. بنابراین بی‌کربنات هم از طریق جلوگیری از جذب آهن کافی و هم از طریق افزایش pH سلول، جذب و انتقال آهن را کاهش می‌دهد. آهن یکی از عناصر ضروری در تغذیه گیاهی بوده و هرگونه اختلال در قابلیت استفاده آن باعث کاهش رشد می‌گردد. زردی ناشی از کمبود آهن یکی از عوامل محدود کننده رشد گیاهان در خاک‌های آهنکی و قلیایی است. همچنین کلروز آهن با تراکم خاک، زهکشی ضعیف بعد از آبیاری و شرایط آب و هوای سرد و مرطوب مرتبط است در چنین شرایطی استفاده مداوم آهن برای گیاهان میسر نیست و آهن بکار رفته در این خاکها تثبیت خواهد شد. بنابراین محلول پاشی آهن یک تیمار



روی نخود فرنگی سبب افزایش کلروفیل و عملکرد نهایی بترتیب ۴۷/۳۳ و ۸۸/۰۲ درصد نسبت به شاهد گردید (سائو و همکاران، ۱۹۸۷). در پژوهشی روی اندام هوایی کیوی (*Actinidia deliciosa*) که دارای درجات مختلفی از کلروز بود، با استفاده از کلات آهن، اسید سیتریک و اسید سولفوریک بترتیب در غلظت‌های ۱۳۰ میلی‌گرم، ۲۰۰۰ و ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و ۳۸ میلی‌گرم در لیتر صورت گرفت. آهن به صورت کلات بیشترین تأثیر را در سبز شدن مجدد برگها داشت بعد از آن اسید سیتریک در هر دو غلظت مصرفی باعث افزایش کلروفیل برگ گردید و pH آپوپلاست را به مقدار ۰/۲ واحد در مقایسه با شاهد کاهش داد. تأثیر اسید سولفوریک در سبز کردن مجدد برگها کمتر از تیمار کلات آهن و اسید سیتریک بود و نیز pH آپوپلاست برگ را تحت تأثیر قرار نداد (تاگلیاوینی و همکاران، ۱۹۹۵).

بنابراین این پژوهش برای بررسی اثر محلول پاشی اسید و آهن روی کیفیت و کمیت میوه و همچنین برای تأثیر این تیمارها بر تغییرات pH سلول و سنتز کلروفیل انجام گرفت.

### مواد و روش ها

این پژوهش در مزرعه بخش باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز که دارای خاک سری دانشکده می‌باشد (ابطحی و همکاران، ۱۳۷۰) و در منطقه باجگاه واقع در ۱۵ کیلومتری شمال شیراز واقع است در سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸ انجام گرفت. در این پژوهش از گوجه فرنگی رقم اوربانا که مناسب کشت برای مناطق معتدل گرم است استفاده شد. آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی<sup>۱</sup> در سه تکرار انجام شد.

زمین مورد نظر در پاییز سال قبل با گاوآهن خیشی شخم‌زده شد. در بهار بعد از کودپاشی به میزان ۲۰۰ کیلوگرم فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار دیسک زده شد (با توجه به اینکه خاک زراعی از نظر

مؤثری به طرف اندام‌های هوایی گیاه حرکت کرد (اید، ۱۹۷۰). با اضافه کردن کلات آهن به محلول کودی در غلظت ۰/۲۵ یا ۱ میلی‌گرم در لیتر افزایشی در عملکرد به‌دست آمد (جانگ و همکاران، ۱۹۷۲). مقدار ماده خشک و عملکرد گوجه فرنگی با محلول پاشی برگی آهن و منگنز به‌طور معنی‌دار افزایش نشان داد و بیشترین عملکرد در گیاهانی مشاهده شد که دو بار با روی، آهن، منگنز و مس محلول پاشی برگی شده بودند (ال-لبودی و همکاران، ۱۹۷۶). در آزمایشی که برای بررسی اثرات عناصر کم مصرف آهن و منگنز بر کمیت و کیفیت گوجه فرنگی انجام گرفت مشاهده شد که محلول پاشی ۰/۰۵ و ۰/۰۲ درصد آهن سه مرتبه بعد از انتقال نشا میزان کلروفیل برگ را افزایش داد ولی میزان وزن میوه و زودرسی را تحت تأثیر قرار نداد (الابدین و همکاران، ۱۹۸۲). در این آزمایش تیمار ۰/۰۵ درصد آهن عملکرد را افزایش داد ولی تیمار ۰/۰۲ درصد بر عملکرد مؤثر نبود. در مطالعه اثر کاربرد برگی عناصر کم مصرف آهن، روی، بر و منگنز روی گوجه فرنگی رقم پیوساروبی<sup>۱</sup> در گلخانه گزارش گردید که محلول پاشی آهن ۰/۲ درصد در ترکیب با عناصر دیگر باعث افزایش میانگین وزن میوه، تعداد میوه روی گیاه، تعداد کل در هر خوشه و عملکرد محصول شد ولی تیمار آهن به تنهایی موارد فوق را تحت تأثیر قرار نداد (بوس و تری پاتی، ۱۹۹۵). در یک پژوهش مزرعه‌ای دیگر محلول پاشی آهن ۳۰ و ۴۰ روز بعد از انتقال روی گوجه فرنگی قند کل میوه و عملکرد را افزایش داد (رامات و ماتپال، ۱۹۸۴).

بر این نکته تأکید شده است که در محلول پاشی برگی، آهن به آسانی بر روی سطح برگ به صورت هیدروکسید رسوب می‌کند و به دلیل اینکه برگ برخلاف ریشه مکانیزم اسیدی کردن را ندارد محلول پاشی با محلول‌های دارای pH پایین، ترکیبات رسوب کرده آهن را در سطح برگ متحرک ساخته و جذب آنها را تشدید می‌کند (والاس، ۱۹۹۱). محلول پاشی اسید سولفوریک



انگلستان تعیین گردید. میزان کلروفیل به روش اسپکتروفوتومتری<sup>۲</sup> با استفاده از اسپکتروفوتومتر مدل ۲۰ ساخت کارخانه Bausch & Lomb محاسبه شد. pH عصاره حاصل از برگ تیمارهای مختلف با یک pH سنج دیجیتال مدل WTW Microprocessor pH meter ساخت آلمان اندازه گیری شد (روتلند و بوکاواک، ۱۹۶۳). میزان ویتامین ث (اسید اسکوربیک) با روش Iodine titration method طبق روش جاکوبس (پیکن و همکاران، ۱۹۸۵)، مواد جامد محلول بوسیله قند سنج دستی<sup>۳</sup> و میزان اسید قابل تیتره شدن با روش تیتراسیون با سود ۰/۲ نرمال انجام گرفت (راشت، ۱۳۷۴).

### نتایج و بحث

همانطوری که در جدول ۱ مشاهده می شود سطوح مختلف تیمارهای آهن بر عملکرد هیچ اختلاف معنی داری را در سطح ۵ درصد نشان نداد، اگرچه در تیمار ۳۰۰ میلی گرم در لیتر آهن بیشترین عملکرد مشاهده شد. این نتایج با آزمایشات الابدین و متوالی (۱۹۸۲)، بوس و تری پاتی (۱۹۹۵) مطابقت دارد که گزارش کردند تیمارهای محلول پاشی ۰/۲ درصد و ۰/۲ درصد آهن عملکرد را تحت تأثیر قرار نداد. عدم معنی دار شدن مصرف آهن در عملکرد در این آزمایش احتمالاً به مصرف زود هنگام آهن بر می گردد زیرا که با تجزیه برگ، ساقه، ریشه و میوه گوجه فرنگی ثابت شده که بیشترین نیاز آن به آهن برای تولید حداکثر عملکرد در موقع خوشه های<sup>۴</sup> هشتم تا دوازدهم می باشد (لثونی و همکاران، ۱۹۸۷). در مقایسه میانگین های سطوح مختلف تیمار اسید، تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سیتریک اختلاف معنی داری را نسبت به شاهد نشان می دهد که دارای کمترین عملکرد می باشد و بیشترین میزان را تیمار شاهد نشان داد. همانطور که در جدول ۱ مشخص است به نظر می رسد دلیل کاهش عملکرد، کاهش کلروفیل و در نتیجه کاهش

پتاس غنی بود از این کود استفاده نشد). مساحت زمین مورد نظر حدود ۱۰۰۰ متر مربع بود که بعد از دیسک خوردن با نهراکن به صورت جوی پشته درآمد عرض پشته ها یک متر و طول آنها ۵ متر و فاصله بلوک ها ۳ متر در نظر گرفته شد. برای تهیه نشا بذور در ۱۵ فروردین ماه ۱۳۷۸ در یک شاسی سرد کشت گردید. نشاهای هم اندازه در مرحله ۴-۶ برگی، یعنی ۴۳ روز بعد از کاشت به زمین اصلی منتقل و در فواصل ۲۰×۱۰۰ سانتی متری در محل داغ آب کشت شدند. عملیات داشت شامل آبیاری (دور آبیاری با استفاده از تانسومتر و در مکش ۰/۳-۰/۴ بار انجام شد)، وجین، کود سرک (از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره که یک سوم آن در مرحله قبل از کاشت همراه کود فسفات به زمین داده شده بود دو سوم بعدی در دو مرحله یعنی یک سوم بعد از محلول پاشی اول و یک سوم نهایی بعد از محلول پاشی دوم به صورت ردیفی پایه بوته ها داده شد)، سمپاشی (سمپاشی علیه تریپس با سم اکامت ۲ در هزار یک ماه بعد از انتقال نشاءها)، محلول پاشی و خاکدهی پای بوته ها به طور کامل و صحیح انجام شد. محلول پاشی در دو نوبت ۲۵ و ۵۰ روز بعد از انتقال تا مرحله آب چک با سمپاش دستی انجام شد و تیمار شاهد با آب خالی محلول پاشی گردید. در این پژوهش از سولفات آهن با ۷ مولکول آب (H<sub>2</sub>O) Feso<sub>4</sub> ساخت شرکت مواد ایران و اسید سیتریک با یک مولکول آب (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub> O<sub>7</sub>. H<sub>2</sub>O) ساخت شرکت مرک آلمان برای محلول پاشی استفاده شد. آهن در غلظت های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر از سولفات آهن و اسید سیتریک در غلظت های ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر و همچنین از ترکیب غلظت های فوق برای محلول پاشی استفاده شد. دو ماه ونیم بعد از انتقال نشاءها اولین برداشت میوه انجام و برداشت های بعدی که در کل ۶ برداشت بود به فواصل ۵ روز انجام شد.

سطح برگ بوسیله دستگاه اندازه گیری سطح برگ<sup>۱</sup> مدل Delta-T Devices ساخت شرکت LTD



2 - Spectrophotometric  
3 - Hand - refract meter  
4 - Trussen

1 - Leaf- area index

تأثیر معنی داری روی زودرسی گوجه فرنگی نداشته است. زودرسی که در گوجه فرنگی با تعداد برگ قبل از اولین گل آذین مشخص است به صورت ژنتیکی کنترل می شود ولی عوامل محیطی نیز این پدیده را تحت تأثیر قرار می دهد. عواملی که مقدار کل مواد فتوسنتزی را افزایش دهند (دماهای پایین تر، شدت نور بالاتر، عناصر غذایی و غیره) و یا پتانسیل رقابت نقطه رشد انتهایی<sup>۱</sup> را افزایش دهند (دماهای پایین تر و برخی از تنظیم کننده ها) باعث زودرسی می شوند (دیلمن و هویلینک، ۱۹۹۲). میانگین وزن میوه، مواد جامد محلول، ویتامین ث و اسید قابل تیتراسیون بوسیله تیمارهای آهن و اسید تحت تأثیر قرار نگرفت.

تیمارهای آهن و اسید به تنهایی میزان کلروفیل برگ را تحت تأثیر قرار نداد. ولی در مقایسه اثر برهمکنش سطوح مختلف آهن و اسید سیتریک میزان کلروفیل تحت تأثیر قرار گرفت و بیشترین میزان در سطح ۳۰۰ میلی گرم آهن مشاهده شد. در بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین های سطوح مختلف آهن اختلاف معنی داری بر میزان سطح برگ مشاهده نشد ولی تیمارهای اسید میزان

فعالیت های فتوسنتزی می باشد. اثر برهمکنش تیمارهای آهن و اسید سیتریک اختلاف معنی داری را در سطح ۵ درصد در آزمون دانکن روی عملکرد نشان داد و بیشترین میزان در تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سیتریک همراه با ۳۰۰ میلی گرم در لیتر آهن بود اگرچه با شاهد اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۱). این نتایج نشان می دهد که در ۳۰۰ میلی گرم در لیتر آهن، احتمالاً pH بالای سلول مانع فعالیت آهن شده و آهن را غیر متحرک ساخته است که با افزایش اسید pH کم شده و آهن قابل جذب می شود (کالسک و همکاران، ۱۹۸۷؛ تاگلیاوبینی و همکاران، ۱۹۹۵).

در بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین های سطوح مختلف آهن اختلاف معنی داری بر میزان زودرسی مشاهده نشد (جدول ۱)، ولی تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید باعث کاهش زودرسی و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر باعث افزایش زودرسی گردید اگرچه با شاهد اختلاف معنی داری را نشان نداد. این نتایج با آزمایشات الابدین و همکاران (۱۹۸۲) مطابقت دارد که گزارش کردند تیمارهای محلول پاشی ۰/۰۲ درصد و ۰/۰۵ درصد آهن

جدول ۱ - اثر برهمکنش اسید سیتریک و آهن بر میزان عملکرد و زودرسی گوجه فرنگی (رقم اوربانا).

میانگین	غلظت آهن (میلی گرم در لیتر)				غلظت اسید سیتریک (میلی گرم در لیتر)
	۳۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۰	
عملکرد (تن در هکتار)					
۹۷/۵۲A	۱۰۴/۷ ab	۹۴/۳۶ ab	۱۰۱ ab	۸۹/۹۸ ab*	۰
۸۳/۳۹AB	۸۹/۵۵ ab	۸۹/۲۳ ab	۷۹/۶۱ ab	۷۵/۱۶ Ab	۵۰۰
۷۸/۱۹B	۶۷/۷۶ A	۸۷/۳۴ ab	۷۱/۶ ab	۸۶/۰۴ Ab	۱۰۰۰
۹۴/۴۸AB	۱۰۸/۸ a	۹۲/۲۲ab	۷۳/۲۱ ab	۱۰۳/۶ ab	۱۵۰۰
	۹۲/۷۱ A	۹۰/۷۹ A	۸۱/۳۷ A	۸۸/۷ A	میانگین
زودرسی (تن در هکتار)					
۲۶/۴۱AB	۲۷/۸bcd	۲۴/۲bcd	۲۷/۲bcd	۲۶/۴bcd	۰
۲۶/۸ AB	۲۷/۲bcd	۲۴/۲bcd	۲۳/۸ bcd	۲۲abc	۵۰۰
۲۲/۳۳B	۱۹/۳d	۲۱/۸cd	۲۵/۲bcd	۲۲/۹Bcd	۱۰۰۰
۳۰/۶۴ A	۲۴/۴bcd	۳۳/۵۲ab	۲۴/۸bcd	۲۹/۷۷A	۱۵۰۰
	۲۴/۷ B	۲۵/۹ AB	۲۵/۲۷ B	۳۰/۲۹A	میانگین

\* میانگین هایی که در هر ردیف در یک حرف مشترک می باشند طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای تفاوت معنی داری نیستند.



جدول ۲- اثر برهمکنش اسید سیتریک و آهن بر میزان کلروفیل و سطح برگ گوجه فرنگی (رقم اوربانا).

میانگین	غلظت آهن (میلی گرم در لیتر)				غلظت اسید سیتریک (میلی گرم در لیتر)
	۳۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۰	
	کلروفیل (میلی گرم در گرم وزن تازه برگ)				
۱/۵۱ A	۲ a	۱/۳۴ bc	۱/۵۱ Abc	۱/۲۰*	.
۱/۵۸ A	۱/۶۱ abc	۱/۶۶ abc	۱/۵۶ abc	۱/۴۸ abc	۵۰۰
۱/۵۱ A	۱/۶۷ abc	۱/۵ abc	۱/۳ bc	۱/۵۹ abc	۱۰۰۰
۱/۷ A	۱/۶۶ abc	۱/۶۵ abc	۱/۶۳ abc	۱/۸۳ ab	۱۵۰۰
	۱/۷۴ A	۱/۵۴ A	۱/۵۱ A	۱/۵۳A	میانگین
	سطح برگ (سانتی متر مربع)				
۱۰۲ A	۱۳۲/۴a	۸۰/۰۳f	۱۱۱abcd	۸۴/۲ef	.
۱۰۳/۱ A	۱۲۰/۸ab	۹۳cdef	۱۰۴bcdf	۹۳/۸cdef	۵۰۰
۱۰۶/۲ A	۱۲۱/۵ab	۹۸/۶bcdef	۱۱۵/۸abc	۸۸/۸۱def	۱۰۰۰
۱۰۴/۱ A	۱۱۲/۸abc	۱۰۵/۷bcd	۹۴/۹cdef	۱۰۳/۷cdef	۱۵۰۰
	۱۲۱/۹ A	۹۴/۱۹ C	۱۰۶/۷ B	۹۲/۶۲ C	میانگین

\* میانگین‌هایی که در هر ردیف در یک حرف مشترک می‌باشند طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.



داده‌های آزمایشات انجام شده بر روی کیوی (تاگلیاویونی و همکاران، ۱۹۹۵) مطابقت دارد. محلول پاشی اسید سیتریک در غلظت‌های ۲۰۰۰ و ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسید سولفوریک با غلظت ۳۸ میلی‌گرم و سکوسترن آهن (Fe-EDTA) با غلظت ۱۳۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش کلروفیل برگ کیوی گردید. از مقایسه کلروفیل و سطح برگ می‌توان به این نکته پی برد که افزایش کلروفیل باعث افزایش سطح برگ شده است (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف تیمار آهن بر pH برگ اثر معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن نشان نداد ولی تیمارهای اسید سیتریک باعث کاهش pH عصاره سلول شده و کمترین میزان در تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. در مقایسه اثر برهمکنش سطوح مختلف آهن و اسید سیتریک میزان pH عصاره سلول را تحت تأثیر قرار داد و بین تیمارها و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد که کمترین میزان در تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سیتریک و بیشترین در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۳).

سطح برگ را تحت تأثیر قرار داد و تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش سطح برگ شد (جدول ۲). اثر برهمکنش تیمارهای آهن و اسید سیتریک اختلاف معنی‌داری را در سطح ۵ درصد در آزمون دانکن روی سطح برگ نشان داد و بیشترین میزان در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر آهن مشاهده شد و کمترین میزان در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آهن مشاهده شد که نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲).

افزایش کلروفیل می‌تواند با اثر مستقیم سیترات از طریق فعال ساختن آنزیم آهن-ریدکتاز<sup>۱</sup> غشا پلاسمایی برگ، یا با توجه به این حقیقت که اسید سیتریک به عنوان کلات کننده<sup>۲</sup> طبیعی آهن سبب افزایش حرکت آهن شده و از غیر متحرک شدن آن جلوگیری می‌کند انجام شود (براون<sup>۳</sup>، ۱۹۶۱). همچنین اسید سیتریک می‌تواند مقدار آهن فعال برگ را نیز افزایش دهد (سینگ، ۱۹۷۰) و علاوه بر این کاهش pH سلول گیاهی در اثر تیمارهای اعمال شده نیز در این مورد نقش دارد. این نتایج با

1 - Fe-reductase  
2 - Chlelor

جدول ۳- اثر برهمکنش اسید سیتریک و آهن بر میزان pH برگ گوجه فرنگی (رقم اوربانا).

میانگین	غلظت آهن (میلی گرم در لیتر)				میانگین
	۳۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۰	
	PH				
۵/۹۹A	۵/۹۵abcd	۶/۰۱ab	۵/۹۷ ab	۶/۰۴a	۰
۵/۹۱B	۵/۹۲bcde	۵/۸۷efgh	۵/۹Cdef	۵/۹۵abcd	۵۰۰
۵/۹۴B	۵/۸۹defg	۶Abcd	۵/۹۸abcd	۵/۹Cdef	۱۰۰۰
۵/۸۳C	۵/۸۴gh	۵/۸۵fgh	۵/۸rgh	۵/۸h	۱۵۰۰
	۵/۹۰A	۵/۹۲A	۵/۹۲A	۵/۹۲A	میانگین

\* میانگین هایی که در هر ردیف در یک حرف مشترک می باشند طبق آزمون دانکن در سطح ۵٪ دارای تفاوت معنی داری نیستند.

آنجایی که بین ارقام گوجه فرنگی اختلاف زیادی در جذب آهن وجود دارد و برخی از ارقام مانند مارگلوب<sup>۱</sup> و ارلی فیرل<sup>۲</sup> در جذب آهن کارایی<sup>۳</sup> زیادی دارند (شفشاک و همکاران، ۱۹۸۴) و با توجه به اینکه تجزیه خاک مقدار آهن خاک مزرعه تحت کشت را در حد متوسط نشان داد احتمال می رود که رقم اوربانا در جذب آهن کارآ باشد که توانسته در این خاک آهکی تا حدی مقدار آهن مورد نیاز خود را جذب کند. با توجه به اینکه در این پژوهش هیچ علائم زردی ناشی از کمبود آهن مشاهده نشد، بنابراین می توان گفت که تیمارهای آهن و اسید تأثیر چندانی روی عملکرد و خصوصیات شیمیایی میوه نداشته است با این وجود، برای اثبات دقیق کارآ یا ناکارآ<sup>۴</sup> بودن در جذب آهن نیاز آزمایشات دیگر بخصوص در سیستم های آبکشت ضروری می باشد.

این نتایج با داده های آزمایشات انجام شده در این مورد بر روی کیوی (تاگلیاوبنی و همکاران، ۱۹۹۵)، مطابقت دارد. محلول پاشی اسید سیتریک و سکوسترن آهن و اسید سولفوریک باعث کاهش pH عصاره سلول شدند که البته اثر اسید سولفوریک کمتر از بقیه بود. اسید سیتریک از طریق کاهش pH عصاره سلول برگ باعث افزایش آهن فعال برگ شده و میزان کلروفیل برگ را افزایش می دهد. محلول پاشی سولفات آهن میزان pH عصاره سلول را به طور معنی دار تحت تأثیر قرار نمی دهد ولی در برهمکنش با اسید در کاهش pH عصاره سلول نقش دارد. اثر سولفات آهن را در کاهش pH عصاره سلول برگ، به گوگرد می توان نسبت داد که از طریق تشکیل اسید سولفوریک نقش خود را ایفا کند (سینگ، ۱۹۷۰).

با توجه به نتایج بالا می توان نتیجه گیری کرد از

### منابع

۱. ابطی، ع.، ن.ع. کریمیان و م. صلحی. ۱۳۷۰. گزارش مطالعات خاکشناسی نیمه تفضیلی اراضی باجگاه، استان فارس. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. ۷۵ص.
۲. ارث، ا. ۱۳۷۴. اثرات زمان و میزان مصرف پاکلوبوترازول بر خواص کمی و کیفی انگور (*Vitis vinifera* L) رقم سیاه شیراز. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز. ۹۷ص.
۳. زرین کفش، م. ۱۳۷۱. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۴۰ص.

- 1 - Marglob
- 2 - Earlygil
- 3 - Fe-efficient
- 4 - Fe- inefficient



۴. طباطبایی، م. ۱۳۶۵. گیاه‌شناسی کاربردی برای کشاورزی و منابع طبیعی. انتشارات فوق برنامه بخش فرهنگی دفتر مرکزی جهاددانشگاهی. ۱۸۴ ص.

۵. مجتهدی، م.، ح. لسانی، ۱۳۷۴. زندگی گیاه سبز. (ترجمه) انتشارات دانشگاه تهران. ۵۸۷ ص.

6. Ayed, I.A. 1970. A study of the mobilization of iron in tomato roots by chelate treatments. *Plant Soil*. 32: 18-26.
7. Bose, U.S., and S.K. Tripathi. 1996. Effect of micronutrients on growth, yield and quality of tomato cv. Pusa Ruby. *Crop Res.* 12 (1): 61-64.
8. Brown, J. C. 1961. Iron chlorosis in plants. *Adv. Agron.* 13: 329-369.
9. Dieleman, J.A., and E. Heuvelink. 1992. Factors affecting the number of leaves preceding the first inflorescence in the tomato. *J. Hort. Sci.* 67 (1) 1-10.
10. Elabdeen, A.Z., and A.M. Metwally. 1982. Effect of foliar spraying with Mn, Fe, Zn and Cu on the quality of tomato and pepper. *Agr. Res. Rev.* 60: 143-164.
11. El-Lebodi, A., A.M. El-Gala, and A.A. Sakr. 1976. Growth and nutritional status of tomato subjected to foliar spray with certain nutrient solution. *Agr. Res. Rev.* 54 (4): 109-127
12. FAO Yearbook Production. 1998. Food and Agriculture Organization of United Nation Rome. Vol. 52: 139.
13. Jungh, A., E. Kramarovski, and D. Markel. 1973. Effect of iron on some physiological properties of tomato plants. *Hort. Abst.* 43: 759
14. Kolesck, H., W. Hofer, and K. Schaller. 1987. Effects of bicarbonate and phosphate on iron chlorosis of grape vines with special regard to the susceptibility of two rootstocks. part II: Pot experiments. *J. Plant Nutr.* 10: 231-249.
15. Kolesck, H., M. Oktay, and W. Hofner. 1984. Effect of iron chlorosis-inducing factors on the pH of the cytoplasm of sunflower (*Helianthus annuus*). *Plant Soil.* 82: 215-221.
16. Leoni, S., M.G. Carletti, and R. Grudina. 1987. Trace elements in glasshouse tomatoes. The course of uptake in Vemone, Erlidor and Earlypack. *Colture Protette.* 16: 83-88.
17. Mallick, M.F.R., and C.R. Muthukrishnan. 1980. Effect of micronutrient on quality of tomato. *Vegetable Sci.* 7: 6-13
18. Marsh Jr., H.V., H.J. Evans, and G. Matrone. 1963. Investigations of the role of iron in chlorophyll metabolism. I. Effect of iron deficiency on chlorophyll and heme content and on the activity of certain enzymes in leaves. *Plant Physiol.* 38: 632-638.
19. Mengel, K., and E. A. Kirby. 1987. Principles of Plant Nutrition. International Potash, Inst. 320 p.
20. Picken, A.J.F., R.G. Hurd, and D. Vince-Pure. 1985. *Lycopersicon esculentum*. In: A. H. Halevy (ed.) CRC Handbook of Flowering. CRC Press, Inc. Florida. Vol III. Pp: 330-346.
21. Ramat, P.S., and K.N. Mathpal. 1984. Effect of micronutrients on yield and sugar metabolism of some of the vegetables under Kumam Hill conditions. *Sci. Cult.* 50 (8): 243-244.
22. Rutland, R.B., and J. Bokovac. 1963. Foliar absorption of iron by *chrysanthemum* influenced by lime induced chlorosis. *Proc. of the Amer. Soc.* 93: 115-117.
23. Shafshak, S.a., I.M.A. Alla, M.R. Gabal, T.A. Abed, and A.A. Gabal. 1984. Effect of some micronutrients and commercial folifertilizers on tomato yield and fruit quality. *Ann. Agri. Sci.* 21 (3): 855-867.
24. Sharma, C.B., and H.S. Mann. 1971. Effect of phosphatic fertilizers at varying levels of nitrogen and phosphate on the quality of tomato fruits. *Indian J. Hort.* 28: 228-233.
25. Singh, G.H. 1970. Effect of sulphur in preventing the occurrence of chlorosis in peas. *Agron. J.* 62: 708-711.
26. Tagliavini, M., D. Scudellani., B. Marangani., and M. Toselli. 1995. Acid-spray regreening of kiwifruit leaves affected by lime-induced iron chlorosis. In: J. Abadia (ed.) Iron Nutrition in Soil Plant. Kluwer Acad. Pub. 191-195.
27. Wallace, A. 1991. Rational approaches to iron deficiency other plant breeding and the choice of resistant cultivars. *Plant Soil.* 130: 281-28



---

---

## Effect of FeSO<sub>4</sub> and citric acid spray on fruit characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Urbana.

<sup>1</sup>E. A. Gheshlaghi and <sup>2</sup>E. Tafazoli

<sup>1</sup>Citrus Research Institute of Iran, Ramsar, <sup>2</sup>Department of Horticulture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

---

---

### Abstract

Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) is one of the leading vegetables grown extensively both in controlled environment and open field. Iron chlorosis is one of the limiting factors in tomato production in calcareous soils. This experiment was therefore conducted in the field of the experiment station of college of agriculture Shiraz University to study the effect of FeSO<sub>4</sub> and citric acid on Urbana cultivar. The design of the experiment was a 4×4 factorial in a complete randomized block design with 3 replications. Treatments include: 4 levels of Fe (0, 100, 200 and 300) mg/l and citric acid (0, 500, 1000 and 1500) mg/l, sprayed twice (25 and 50 days) after transplanting. Yield, acidity, TSS, vitamin C, chlorophyll, and pH and leaf area were measured and analyzed statistically. Yield, mean weight of fruit, TSS and acidity of the juice were not affected by the treatments. FeSO<sub>4</sub> and citric acid treatments increased chlorophyll content of leaf and leaf area, and the highest chlorophyll and leaf area were observed with 300mg/l Fe. FeSO<sub>4</sub> spray did not reduce the pH of the leaf extract, whereas the citric acid did reduce it. Lowest pH obtained with 300mg/l Fe plus 1500 mg/l citric acid. It can be concluded that citric acid spray may increase leaf chlorophyll, via activation of Fe present in the leaf.

**Keywords:** Tomato; Foliar application; Iron; Citric acid

