پاسخ‌های تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی نارنگی انشو با پایه اسموت فلت سویل در شرایط خاک‌های آهکی

علی اسدی کنگرشاهی[1] و نگین اخلاقی امیری

دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران؛ **kangarshahi@gmail.com**

استادیار بخش علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران؛ **neginakhlaghi@yahoo.com**

ص **369 - 388**

دریافت: **1401/9/9** و پذیرش: **1401/12/9**

چکیده

پایه اسموت‌فلت‌سویل(*Citrus* spp.)، به عنوان یکی از پایه‌های متحمل به آهک خاک و همچنین متحمل به بیماری تریستیزای مرکبات گزارش شده است. هدف پژوهش حاضر ارزیابی روند رشد و تحمل پایه اسموت‌فلت‌سویل به خاک‌های آهکی شرق مازندران بود. بدین منظور، آزمایشی به مدت دو سال درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در هفت خاک با دامنه کربنات کلسیم معادل از 2% تا 45% انجام شد. واکنش‌های گیاهی شامل روند رشد رویشی، وزن خشک، شاخص درجه زردی، کلروفیل، غلظت عناصر غذایی در برگ و ریشه بود. نتایج نشان داد که بیشترین میانگین وزن خشک اندام هوایی از خاک‌های با آهک کل 9% حاصل شد. درجه زردی برگ نهال‌های روی این پایه در خاک-های مختلف، تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. میانگین غلظت آهن کل در ریشه‌ها، 11/1 برابر میانگین غلظت آن در برگ‌ها بود که تجمع و رسوب آهن در ریشه‌ها را نشان می‌داد. مقدار منگنز قابل استفاده در بیشتر خاک‌ها برای درختان مرکبات بیش از حد مطلوب بود، اما میانگین غلظت منگنز برگ نهال‌ها در بیشتر خاک‌ها کمتر از حد کفایت بود. میانگین غلظت منگنز در ریشه نهال‌ها، 4/6 برابر میانگین غلظت آن در برگ بود. به طور کلی از عناصر پرمصرف، منیزیم و گوگرد به ترتیب بیشترین وکمترین راندمان انتقال از ریشه به اندام هوایی داشتند و از عناصر کم مصرف، آهن فعال و آهن کل به ترتیب بیشترین و کمترین راندمان انتقال را داشتند. نتایج این پژوهش نشان داد که شاخص زرد برگی نهال‌ها در خاک‌های مختلف تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند و این پایه متحمل به آهک خاک است. بنابراین پایه اسموت فلت سویل می‌تواند جایگزین مناسبی برای پایه نارنج در خاک‌های آهکی (به ویژه خاک‌های با آهک متوسط و زیاد) باشد.

واژه‌های کلیدی: آهن فعال، راندمان انتقال عناصر غذایی، زرد برگی، مرکبات.

---

[1] نویسنده مسئول، آدرس: بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

مقدمه

گزارش‌های مختلف نشان داده است که اسموت فلت سویل یک پایه مشابه نارنج است اما رده‌بندی آن کاملا مشخص نیست (کاستل و همکاران، 1992 ؛ سینگ و همکاران، 2002). هاجسون (1967) گزارش کرد که اسموت فلت سویل ممکن است یک هیبرید طبیعی بین نارنج و پرتقال پورمن (Poorman) باشد که در استرالیا رخ داده است. با این حال، داده های ایزوآنزیم ما و نتایج پژوهش‌های بارت و رودز (1976) نشان داد که به احتمال زیاد والدین دیگر نیز درگیر بوده اند. «پورمن» احتمالاً یک هیبرید پوملو- ماندارین و ویژگی‌های خاصی از پوملو (به ویژه تک جنینی بودن) دارد که منجر به تولید تعداد زیادی نهال‌های زیگوتیک شود که در اسموت فلت سویل نیز وجود دارد. بذرهای اسموت فلت سویل چند جنینی هستند اما نهال‌های زیگوتیک زیادی تولید می‌کنند (کاستل، 1987).

به طور کلی شدت علایم کلروز (زردی) در درختان میوه، عمدتا ناشی از مقدار آهک و تغییرات برخی ویژگی‌های خاک به ویژه در لایه‌های زیرین خاک (منطقه ریشه) به علاوه تغییرات شرایط محیطی گزارش شده است که موجب کاهش تهویه خاک و کاهش توسعه ریشه و در نتیجه کاهش قابلیت استفاده و جذب آهن می‌شود (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1397؛ آلکانترا و همکاران، 2012). یکی از مهمترین ویژگی‌های شیمیایی خاک که در کاهش قابلیت استفاده آهن و شدت کلروز درختان میوه موثر است مقدار کربنات کلسیم خاک است (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1394). کربنات کلسیم در بیش از 30 درصد اراضی جهان وجود دارد (چن و باراک، 1982، لوپرت و همکاران، 1994). در استان مازندران نیز مقدار کربنات کلسیم خاک باغ‌های این منطقه از میانه به طرف شرق به تدریج افزایش می‌یابد به طوری که مقدار کربنات کلسیم خاک‌ها در شرق ساری و نکا به بیش از 40 درصد می‌رسد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1394). آهک کل ممکن است برای پیش بینی توسعه کلروز آهن، مناسب نباشد ولی آهک فعال که قادر به تولید و نگهداری غلظت‌های زیاد بی‌کربنات در خاک است، می‌تواند شاخص مناسب‌تری باشد. آهک فعال، معرف بخشی از آهک خاک است که سطح ویژه بالایی (تقریباً معادل رس خاک) داشته و بسیار واکنش پذیر می‌باشد. این آهک فعال به طور غیر مستقیم مسئول کاهش رشد و ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی مانند عارضه زرد برگی است (کاستل و نونالی، 2009؛ یانگ و همکاران، 2010). بنابراین گونه‌های مختلف درختان میوه بر اساس سطحی از آهک فعال در خاک که شروع به توسعه علائم کلروز می‌کنند، می‌توانند رتبه‌بندی شوند. ژنوتیپ‌های خیلی حساس به آهک ممکن است در سطوح کربنات کلسیم فعال کم‌تر از 0/5 درصد کلروز نشان دهند، اما ژنوتیپ‌ها متحمل یا مقاوم ممکن است بیشتر از 10 تا 15 درصد کربنات کلسیم فعال در خاک را نیز به خوبی تحمل کنند (تگلیاونی و رومبلا، 2001).

تحمل درختان مرکبات به آهک خاک و کلروز، بیشتر به پایه آنها بستگی دارد (لوزدا و همکاران، 2008). پایه‌های ترویرسیترنج، کاریزوسینرنج، سی 35، سوینگل سیترومِلو در سال‌های اخیر به صنعت مرکبات استان مازندران وارد شده است و در این مناطق به شدت در حال گسترش و ترویج است در حالی که مشاهدات میدانی در باغ‌های مرکبات منطقه، پژوهش‌های نگارنده‌گان و همچنین برخی گزارش‌های از منابع علمی نشان داده است که این پایه‌ها در خاک‌های با آهک کل زیاد، اغلب دچار کلروز ناشی از آهک، کاهش رشد، خشکیدگی سرشاخه‌ها و زوال می‌شوند (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1397؛ لوزدا و همکاران، 2008) اما پایه اسموت فلت سویل متحمل به خاک‌های آهکی است و پاسخ آن مشابه نارنج گزارش شده است (کاستل و همکاران، 1992). گزارش‌های زیادی در مورد کلروز آهن درختان مرکبات در خاک‌های آهکی وجود دارد (مارتینز و همکاران، 2017؛ پستانا و همکاران، 2005). کلروز شدید آهن، ممکن است منجر به کاهش یا

توقف کامل باردهی محصول و کاهش سود اقتصادی باغ دار شود. به طور کلی روش‌های معمول برای جلوگیری یا رفع کلروز آهن، غیر قابل اطمینان و گران هستند و مناسب‌ترین روش برای جلوگیری از کلروز آهن، استفاده از پایه مناسب در زمان احداث باغ است (کاستل و همکاران، 2010؛ پستانا و همکاران، 2001؛ مورالیس و همکاران، 1998).

به طور کلی مهمترین علایم کمبود آهن در درختان مرکبات، زردی بین رگبرگ‌ها (ابتدا در برگ‌های جوان‌تر ظاهر می‌شود)، ظاهر شدن و تشکیل برگ‌های نازک (بیشتر در مقابل نور خورشید ظاهر می‌شوند)، خشکیدگی شدید سرشاخه‌ها در پیرامون درختان به ویژه در انتهای درختان، در برخی موارد سفید شدن و سوخته شدن نوک و حاشیه برگ‌ها و همچنین کاهش اندازه و ریزش برگ‌ها است. درختان دارای کمبود، نسبت به درختان طبیعی، گل‌دهی کمتر، تشکیل میوه کمتر و همچنین رنگ میوه ضعیف‌تر دارند. درختان دارای کمبود شدید، سرانجام زوال خواهند یافت، اما بسیاری از آنها قبل از این مرحله، به علت تولید میوه کم و اقتصادی نبودن باغ، توسط باغدار قطع می‌شوند (اسدی کنگرشاهی و همکاران، 1394؛ سریواستاوا و سینک، 2003). همچنین کلروز آهن می‌تواند موجب کاهش عملکرد، کیفیت و تأخیر در رسیدن میوه مرکبات شود (اسدی کنگرشاهی، 1398؛ کوارتیز و همکاران، 2007؛ رامهلد، 2000). به طور کلی آهن در بیوسنتز کلروفیل نقش اساسی دارند. لذا کمبود آهن می‌تواند موجب کاهش غلظت کلروفیل شود (لاربی و همکاران، 2006؛ مولاسیوتیس و همکاران، 2006). نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داده است که از برخی پارامترهای فتوسنتز مانند غلظت کلروفیل و شاخص فلورسنس کلروفیل می‌توان برای انتخاب و غربالگری ژنوتیپ‌های مختلف به تنش‌های محیطی استفاده شود، این پارامترهای فتوسنتزی هر گونه تنش و محدودیت در فرآیندهای فتوسنتزی را به خوبی نشان می دهند و ژنوتیپ‌های متحمل‌تر به تنش، تغییرات کمتری در پارامترهای فتوسنتزی در پاسخ به تنش دارند (بلخوجا و همکاران، 1994، میشرا و همکاران، 2011؛ سالیسبوری و روس، 1992).

بنابراین در باغداری، پیش‌بینی امکان توسعه کلروز آهن در زمان احداث باغ از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است و اشتباه در این مرحله، موجب کاهش رشد، عملکرد و کیفیت میوه، افزایش هزینه‌های مدیریت باغ می‌شود و در کل موجب کاهش سود اقتصادی باغدار خواهد شد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1397؛ لوپرت و همکاران، 1994). در استان مازندران با توجه به گسترش بیماری تریستیزا و حساسیت نارنج به عنوان پایه معمول منطقه به این بیماری، دامنه تغییرات زیاد آهک کل در خاک‌های منطقه (از صفر تا بیشتر از 40 درصد)، روند افزایش تدریجی آهک کل در مناطق جلگه‌ای و دشت، از میانه به طرف شرق و در مناطق دامنه‌ای، میان‌بند و حاشیه جنگل‌ها (جنوب) به طرف منطقه جلگه‌ایی و دشت (شمال) و کلروز سیترنج‌ها در خاک‌های با آهک کل متوسط و زیاد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری،1394،1393، 1398؛ طهرانی و همکاران، 1390)، ورود پایه اسموت فلت سویل(*Citrus* spp. hybrid of uncertain origin) در منطقه، بررسی پاسخ آن به مقادیر مختلف آهک کل در خاک‌های منطقه ضروری است. پایه اسموت فلت سویل متحمل به تریستیزای مرکبات است و همچنین عملکرد و کیفیت میوه روی این پایه خوب گزارش شده است (اخلاقی امیری، 1399؛ سینگ و همکاران، 2002). بنابراین، پژوهش حاضر به ارزیابی روند رشد، پاسخ‌های تغذیه‌ای و تحمل پایه اسموت فلت سویل به کلروز در خاک‌های آهکی شرق مازندران اختصاص داده شد.

مواد و روش‌ها

با توجه نقشه خاک و گزارش‌های خاکشناسی و همچنین مطالعات انجام شده در باغ‌های شرق مازندران (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393)، در سال زراعی 93-1392 هفت نمونه خاک به گونه‌ای انتخاب

گردید که دارای بافت متفاوت و دامنه وسیعی از کربنات کلسیم (از 2 تا 45 درصد) بودند و همچنین منطقه وسیعی از نظر جغرافیایی (نواحی عمده کشت مرکبات) در برداشتند. خاک‌های آزمایشی از باغ‌های مناطق مختلف شرق مازندران(بابل، قائم‌شهر، ساری و نکا) جمع‌آوری شدند و پس از خشک کردن درهوا، کوبیدن و عبور از الک دو میلی‌متری، برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها از جمله کربنات کلسیم معادل (آهک کل) به روش تیتراسیون با اسید (باشور و سایه، 2007)، کربنات کلسیم فعال (آهک فعال) به روش تیتراسیون با پرمنگنات پتاسیم (باشور و سایه، 2007)، رس، سیلت و شن به روش هیدرومتری (گی و بادر، 1986)، واکنش خاک در خمیر اشباع (مکلین، 1982)، ماده آلی به روش والکلی – بلک (نلسون و سامر، 1982)، پتاسیم به روش استات آمونیوم (اسچنیدر، 1997)، فسفر به روش اولسن و سامرز (اولسون و سامرز، 1982)، منگنز ، آهن، و روی به روش دی تی پی ای (لیندسی و نورول، 1978) اندازه گیری شد. دامنه آهک کل خاک‌ها از 2 تا 45 درصد، آهک فعال از صفر تا 16 درصد، رس از 13 تا 41 درصد، سیلت از 18 تا 37 درصد، شن از 34 تا 58 درصد و کربن آلی از 0/65 تا 1/80 درصد متغییر بود (جدول1).

مقدار 30 کیلوگرم خاک ازنمونه‌های خاک مورد نظر، درسطل‌های پلاستیکی زهکش‌دار ریخته شد. کود نیتروژنی به میزان 60 میلی‌گرم نیتروژن خالص درکیلوگرم خاک به صورت سولفات آمونیوم اضافه گردید (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1397). قبل از کاشت، کودهای فسفر (سوپر فسفات تریپل) و پتاسیم (سولفات پتاسیم) فقط به خاک‌هایی افزوده شد که به ترتیب کمتر از 15 میلی‌گرم درکیلوگرم فسفر قابل استفاده (اولسن و سامرز، 1982) و کمتر از 300 میلی‌گرم درکیلوگرم پتاسیم قابل استفاده به روش استات آمونیوم داشتند. 20میلی‌گرم فسفر و 200 میلی‌گرم پتاسیم در کیلوگرم به خاک شماره 5 و 25 میلی‌گرم فسفر و 100 میلی‌گرم پتاسیم در کیلوگرم به خاک شماره هفت افزوده شد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1397). سپس نهال‌های یک ساله نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت‌فلت‌سویل (جدول 2) تقریبا یکسان با ارتفاع حدود 50 سانتی‌متر و قطر حدود یک سانتی‌متر در هر خاک کاشته شد. آزمایش به مدت دو سال و به شکل گلدانی درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت خاک با دامنه متفاوت کربنات کلسیم معادل در چهار تکرار با 28 گلدان انجام شد. بعد از کاشت نهال‌ها، درطول دوره رشد، تغذیه به صورت کود آبیاری با کودهای نیترات پتاسیم (141 میلی-گرم در لیتر)، سولفات پتاسیم (63 میلی‌گرم در لیتر)، سولفات منیزیم (120 میلی‌گرم در لیتر)، مونوآمونیوم فسفات (69 میلی‌گرم در لیتر)، سولفات آمونیم (396 میلی‌گرم در لیتر)، مولیبدات آمونیوم (196 میکروگرم در لیتر) هر دو هفته یک بار انجام شد (بومن و همکاران، 2008) و آبیاری با توزین تصادفی گلدان‌های آزمایشی (فدی و همکاران، 2008) به طور منظم (ضریب تخلیه رطوبت حدود 35 درصد) انجام شد. نمونه‌های برگ در مرداد ماه از برگ‌های میانی سرشاخه‌های فصل جاری در پیرامون هر نهال تهیه شد (اسدی کنگرشاهی و همکاران، 1397). نمونه‌های گیاه ابتدا به روش خشک هضم شد و سپس غلظت عناصر غذایی در این برگ‌ها اندازه‌گیری شد. در برگ‌های نمونه برداری شده، آهن فعال در برگ، غلظت نیتروژن به روش کجلدال (بریمر، 1996)، فسفر به روش مولیبدات وانادات (کیتسون و ملون، 1944)، سولفور به روش کدورت سنجی (جونس و همکاران، 1991)، پتاسیم به روش نشر اتمی (باشور و سایه، 2007)، کلسیم، منیزیم، آهن کل، منگنز، روی و مس به روش جذب اتمی (رایت و استوزنکی، 1996) اندازه گیری شد. هم‌چنین، آهن فعال به روش عصاره‌گیری با محلول فنانترولین (باسار، 2003) در برگ و ریشه (اسدی کنگرشاهی و همکاران، 1392) مطابق روش آورده شده شده در ادامه اندازه گیری شد.

آهن فعال

اندازه‌گیری آهن فعال به روش عصاره‌گیری با محلول فنانترولین 1/5 درصد و قرائت با دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد (باسر، 2003). آهن فعال در برگ و ریشه، معرف بخشی از آهن است که به شکل دو ظرفیتی و از نظر متابولیکی فعال است که با محلول فنانترولین عصاره‌گیری و در طول موج 510 نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد (باسر، 2003؛ نیامن و آگاری، 2007).

شاخص درجه زردی

برای تعیین درجه زردی برگ‌ها، در سال دوم رشد بر اساس درجه زردی برگ‌های جدید توسعه یافته و شمارش آن‌ها، به هر نهال در هر خاک به طور میانگین درجه‌ای از یک تا پنج (1: برگ‌ها سبز و بدون هیچ گونه علائمی، 2: بین رگبرگ‌ها سبز متمایل به زرد و رگبرگ‌ها سبز، 3: بین رگبرگ‌ها زرد متمایل به سبز و رگبرگ‌ها سبز، 4: بین رگبرگ‌ها زرد و رگبرگ‌ها سبز، 5: بین رگبرگ‌ها زرد متمایل به سفید، رگبرگ‌ها سبز رنگ پریده و مقداری ریزش برگ) داده شد. (اسدی کنگرشاهی، 1397؛ بایرن و همکاران، 1995).

غلظت کلروفیل برگ

در سال دوم آزمایش، نمونه‌های برگ از هر تیمار تهیه شد (اسدی کنگرشاهی و همکاران، 1398). مقدار 0/2 گرم از نمونه برگ‌های هر تیمار به دقت وزن، در هاون چینی ساییده و استون 80 درصد به آن اضافه شد. سپس محلول حاوی کلروفیل نمونه‌ها استخراج و میزان جذب آن‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. برای این منظور، ابتدا قرائت اسپکتروفتومتر برای استون روی صفر تنظیم شد و میزان جذب محلول در طول موج‌های 645 نانومتر و 663 نانومتر قرائت شد. سپس غلظت کلروفیل محاسبه شد (آبادیا و آبادیا، 1993).

ضریب انتقال

ضریب انتقال[1] عناصر غذایی که توانایی گیاهان برای انتقال عناصر از ریشه به برگ‌ها را نشان می‌دهد از طریق رابطه زیر محاسبه شد (اسدی کنگرشاهی، 1397).

$$TF = C_{NEL} / C_{NE.R}$$

TF= ضریب انتقال

$C_{NE.L}$= غلظت عنصر در برگ

$C_{NE.R}$ = غلظت عنصر در ریشه

علاوه بر صفات ذکر شده پاسخ‌های گیاهی شامل روند رشد رویشی، وزن خشک، رابطه آهک فعال در خاک با آهن فعال در برگ، غلظت نیتروژن ، فسفر، سولفور، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن کل، منگنز، روی و مس بررسی شد. کلیه داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین پارامترهای مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند و توصیه‌های لازم ارائه شد.

نتایج و بحث

روند رشد رویشی و وزن خشک: نتایج میانگین روند رشد قطری نهال‌های نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت فلت سویل در خاک‌های مختلف در طول دوره رشد نشان داد که بیشترین رشد قطری در پایان دوره از خاک هفت با بافت متوسط (لوم)، آهک کل 45 درصد و آهک فعال 16 درصد و کمترین رشد از خاک چهار با بافت رسی، آهک کل 30 درصد و آهک فعال14 درصد حاصل شد (شکل1). تأثیر خاک‌های مختلف بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار بود به طوری که نتایج میانگین وزن خشک اندام هوایی و ریشه نشان داد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی و ریشه از خاک دو با آهک کل نه درصد حاصل شد. در مقابل کمترین وزن خشک اندام هوایی و ریشه از خاک سه با آهک کل 14 و آهک فعال 5 درصد بود (شکل2).

[1] Translocation Factor

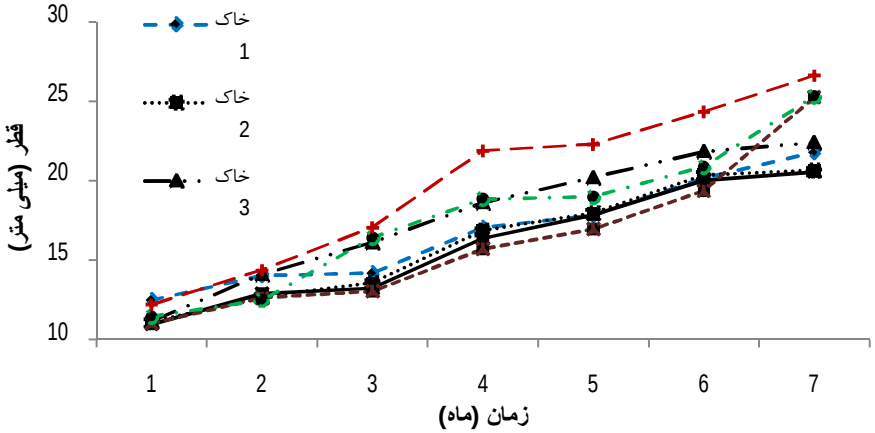
جدول 1- برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد آزمایش

ویژگی	خاک و منطقه						
	1	2	3	4	5	6	7
	جنوب بابل	غرب قائم شهر	جنوب ساری	غرب نکا	شمال نکا	غرب ساری	شرق ساری
رس (درصد)	23	29	19	41	13	37	23
سیلت (درصد)	30	26	35	18	29	29	37
شن (درصد)	47	45	46	41	58	34	40
کلاس بافتی خاک	لوم	لوم رسی‌شنی	لوم	رسی	لوم شنی	لوم رسی	لوم
آهک کل(درصد)	2	9	14	30	40	25	45
آهک فعال(درصد)	0	3	5	14	7	10	16
کربن آلی (درصد)	1/17	0/95	1/80	1/60	0/65	1/52	1/10
واکنش گل اشباع	6/81	7/45	7/86	7/60	7/77	7/78	7/76
فسفر(میلی‌گرم در کیلوگرم)	26/3	22/2	15/1	17/1	11/2	18/3	9/9
پتاسیم(میلی‌گرم در کیلوگرم)	404	380	360	460	221	325	265
آهن(میلی‌گرم در کیلوگرم)	7/20	6/40	8/80	8/90	4/40	8/22	6/80
منگنز(میلی‌گرم در کیلوگرم)	3/10	4/20	3/96	5/40	3/20	7/71	3/40
روی(میلی‌گرم در کیلوگرم)	2/40	2/50	0/70	0/60	0/91	1/60	1/50

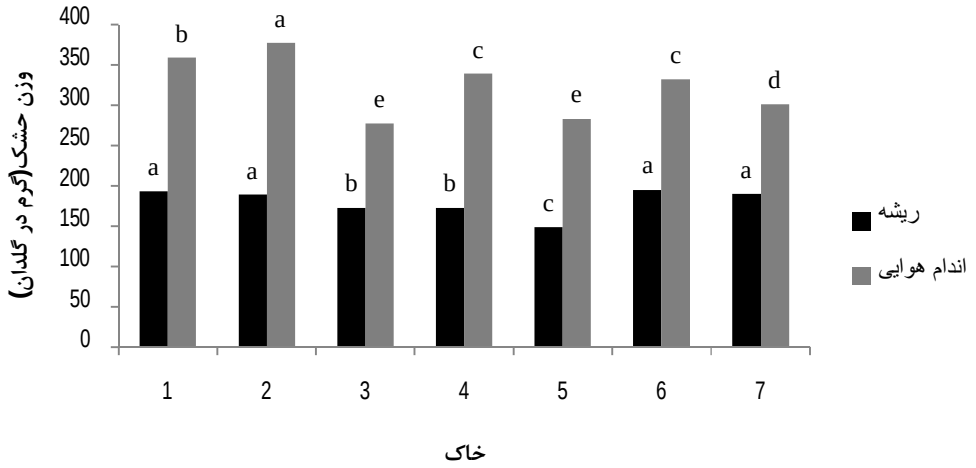
جدول 2- برخی ویژگی‌های پایه‌ی* مورد آزمایش

نام	نام لاتین	نام علمی	ویژگی	
اسموت‌فلت‌سویل	Smooth Flat Seville	*Citrus* spp. hybrid of uncertain origin	واکنش به تریستیزا	واکنش به سرما
			نسبتا متحمل	نسبتاً متحمل

*منبع (سینگ و همکاران، 2002)



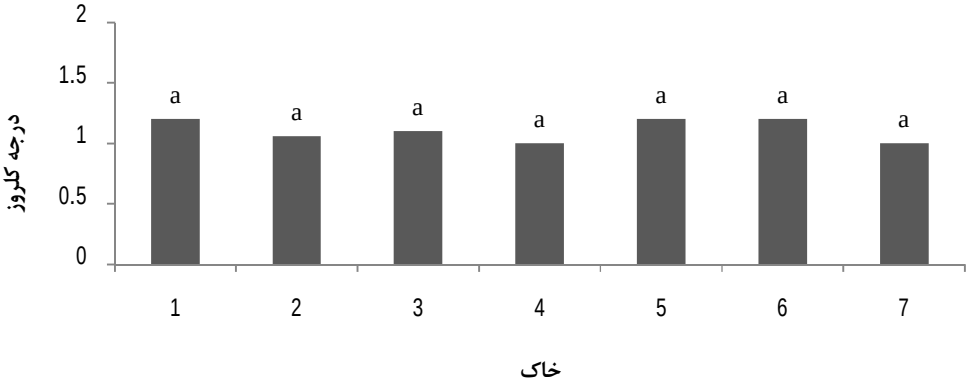
شکل 1- میانگین روند رشد قطری نهال‌های نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت‌فلت‌سویل در خاک‌های مختلف



شکل 2- میانگین وزن خشک اندام هوایی و ریشه نهال‌های نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت‌فلت‌سویل در خاک‌های مختلف
(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

شاخص درجه زردی برگ

نتایج میانگین درجه کلروز نهال‌های نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت فلت سویل در خاک‌های مختلف نشان داد که اختلاف معنی‌داری در درجه زرد برگی در خاک‌های مختلف وجود ندارد. علائم درجه زردی برگی نارنگی انشو با پایه اسموت فلت سویل در خاک‌های مختلف در شکل 3 نشان داد شده است. اگرچه آهک کل اغلب در بیان خصوصیات شیمیایی خاک استفاده می‌شود، اما ارتباط معنی‌داری بین مقدار آهک کل و کاهش رشد و زردی ناشی از کمبود آهن در این نهال‌ها مشاهده نشد. نتایج برخی پژوهش‌های دیگر نشان داده است که همیشه یک ارتباط خوبی بین مقدار آهک کل و کاهش رشد و زردی ناشی از کمبود آهن در درختان مشاهده نشده است (کاستل و نونالی، 2009).



شکل 3- میانگین درجه زردی برگ نهال‌های نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت‌فلت‌سویل در خاک‌های مختلف
(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

غلظت عناصر پر مصرف در برگ و ریشه

نتایج میانگین غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد در ریشه و برگ نهال‌های نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت فلت سویل به ترتیب در جدول‌های سه و چهار نشان داده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که غلظت پتاسیم در ریشه و برگ تقریبا یکسان است اما غلظت گوگرد در ریشه بیشتر از غلظت آن در برگ است به طوری که میانگین غلظت گوگرد در ریشه 0/31 درصد و در برگ‌ها 0/20 درصد بود که نشان داد میانگین غلظت آن در ریشه حدود 1/55 برابر غلظت در برگ است. میانگین غلظت نیتروژن، فسفر، منیزیم و کلسیم در ریشه کمتر از غلظت این عناصر در برگ بود به طوری که میانگین غلظت آن‌ها در برگ به ترتیب حدود 1/34، 1/10، 2/57، 1/79 برابر غلظت آن‌ها در ریشه بود. نتایج نشان داد که منیزیم از بیشترین اختلاف غلظت بین ریشه و برگ برخوردار بود. میانگین ضریب انتقال عناصر پر مصرف نشان داد که گوگرد به علت تحرک پایین در درختان مرکبات، کمترین ضریب انتقال و منیزیم بیشترین ضریب انتقال از ریشه به اندام هوایی را داشتند و عناصر کلسیم، نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب پس از منیزیم قرار داشتند (اسدی کنگرشاهی، 1398). به طور کلی دامنه این میانگین ضرایب انتقال برای عناصر پر مصرف از 0/64 تا 2/57 متغیر بود که نشان دهنده تفاوت در روند تجمع و تخلیه عناصر در ریشه است (شکل 4).

جدول 3- میانگین غلظت عناصر پر مصرف (درصد) در برگ نهال‌های نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت‌فلت‌سویل در خاک‌های مختلف

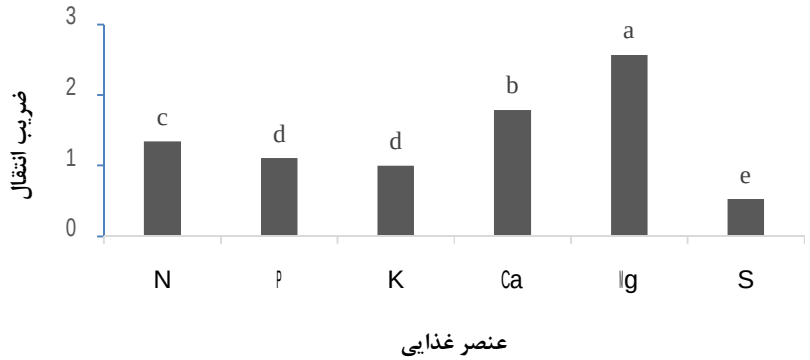
خاک	غلظت عناصر پرمصرف در برگ (درصد بر اساس وزن خشک)*					
	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	سولفور
1	2/51a	0/135a	0/74c	4/45b	0/61a	0/26a
2	2/38ab	0/136a	1/29a	4/48b	0/65a	0/13d
3	2/29b	0/134ab	1/14ab	5/02a	0/53b	0/17c
4	2/30b	0/124b	0/65d	4/80a	0/52b	0/20b
5	2/29b	0/140a	1/01b	3/04c	0/43c	0/22b
6	2/47a	0/135a	1/17ab	2/79d	0/54b	0/21b
7	2/45a	0/129ab	1/18ab	4/88a	0/47bc	0/21b
میانگین	2/38	0/133	0/90	4/12	0/54	0/20

*. میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول 4- میانگین غلظت عناصر پر مصرف (درصد) ریشه نهال‌های نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت‌فلت‌سویل در خاک‌های مختلف

خاک	غلظت عناصر پرمصرف در ریشه (درصد بر اساس وزن خشک)*					
	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	سولفور
1	1/63ab	0/13ab	0/67c	2/7a	0/14d	0/60a
2	1/29d	0/09c	1/28a	2/4b	0/35a	0/14d
3	1/69a	0/14a	0/81b	1/8c	0/20b	0/31c
4	1/73a	0/12b	0/57d	2/8a	0/18c	0/36c
5	1/51c	0/12b	0/88b	1/9c	0/18c	0/36c
6	1/75a	0/13ab	0/88b	2/9a	0/20b	0/46b
7	1/63ab	0/12b	0/23e	1/4d	0/18c	0/44b
میانگین	1/78	0/12	0/90	2/3	0/21	0/38

*. میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.



شکل 4- میانگین ضریب انتقال عناصر پرمصرف از ریشه به اندام هوایی نهال‌های نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت‌فلت‌سویل (میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

غلظت عناصر کم مصرف در برگ و ریشه

نتایج میانگین غلظت آهن کل، آهن فعال، منگنز، روی و مس در ریشه و برگ نهال‌های نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت فلت سویل در جدول‌های پنج و شش نشان داده شده است. نتایج میانگین غلظت آهن فعال در ریشه و برگ نشان داد که غلظت آهن فعال در برگ و ریشه در خاک‌های مختلف متفاوت بود به طوری که کمترین غلظت آهن فعال ریشه از خاک شش با آهک 25 درصد حاصل شد که حدود 18 میلی‌گرم در کیلوگرم بود. اما بیشترین غلظت آهن فعال ریشه از خاک یک با بافت لوم و آهک 2درصد حاصل شد که 54 میلی‌گرم در کیلوگرم بود که نشان می‌دهد غلظت آهن فعال در برگ و ریشه تحت تأثیر ویژگی‌های خاک قرار می‌گیرد. به طور کلی میانگین غلظت آهن فعال در ریشه حدود 32/30 و در برگ حدود 38/00 میلی‌گرم در کیلوگرم بود. میانگین غلظت آهن کل در ریشه‌ها 1425 و در برگ‌ها 128 میلی‌گرم در کیلوگرم بود که نشان می‌دهد غلظت آهن کل در ریشه، بسیار بیشتر از غلظت آن در برگ است. همچنین میانگین ضریب انتقال آهن کل و فعال نشان داد که آهن کل کمترین ضریب انتقال و آهن فعال بیشترین ضریب انتقال از ریشه به اندام هوایی را دارد. میانگین غلظت آهن کل در ریشه در خاک‌های مختلف در حدود 11/13 برابر غلظت آهن برگ بود که نشان می‌دهد بیشتر آهن جذب شده از خاک‌ها در ریشه‌ها تجمع و رسوب کرده است که با نتایج دیگر پژوهشگران در خاک‌های آهکی مطابقت دارد که گزارش کردند بیشتر آهن جذب شده در آپوپلاست سلول‌های ریشه رسوب و ذخیره می‌شود (مارتینز و همکاران، 2017؛ مورالس و همکاران، 1998). نتایج این پژوهش نشان داد که رابطه معنی‌داری بین مقدار آهن قابل استفاده خاک با غلظت آهن در ریشه و برگ وجود نداشت همچنین بین غلظت آهن در ریشه با غلظت آهن در برگ رابطه معنی‌داری وجود نداشت که نشان داد که غلظت آهن کل نمی‌تواند شاخص مناسبی برای تشخیص کلروز آهن در این پایه باشد و این نتایج با گزارش‌های مارتینز و همکاران (2017) و اسدی کنگرشاهی (1397) مطابقت دارد. بنابراین اندازه‌گیری مقدار آهن قابل استفاده در خاک (به روش DTPA)، شاخص مناسبی برای پیش‌بینی درجه زرد برگی در درختان مرکبات یا حداقل در این پایه و پیوندک نمی‌باشد. ناهنجاری کلروز آهن در برگ‌ها، عمدتا به علت اختلال در جذب آهن توسط ریشه‌ها و انتقال آن از ریشه به برگ‌ها است (مارتینز و همکاران، 2017). برگ‌های دارای کلروز در خاک‌های آهکی ممکن است دارای غلظت بیشتری از آهن نسبت به برگ‌های بدون علائم کلروز باشند، بنابراین کلروز آهن تنها به علت اختلال در جذب آهن توسط ریشه‌ها و انتقال آن از ریشه به اندام هوایی نیست بلکه به راندمان آهن در برگ‌ها نیز بستگی دارد و آهن ممکن است در برگ‌ها غیرمتحرک شود به طوری که

نتایج این پژوهش نشان داد که حدود 2/27 درصد آهن ریشه و 29/68 درصد آهن برگ به شکل فعال بود و حدود 98 درصد آهن در ریشه و 70 درصد آن در برگ‌ها از نظر فیزیولوژی و بیوشیمیایی به شکل غیر قابل استفاده هستند که اصطلاحا تضاد آهن نامیده می‌شود (آربنا و همکاران، 2009؛ سالیبوری و روس، 1992). کمبود آهن در اوایل رشد در هنگام ظاهر شدن فلش‌های بهاره، منجر به کند شدن رشد برگ‌های جدید و کاهش اندازه برگ‌ها می‌شود اما اگر کمبود آهن در هنگام توسعه برگ‌ها رخ دهد موجب کاهش غلظت کلروفیل و زردی می‌شود بنابراین در خاک‌های آهکی، کاهش اندازه برگ‌ها و ریز بودن آن‌ها از علائم کمبود آهن می‌باشد (کاستل و نونالی، 2009؛ مارتینز و همکاران، 2017).

نتایج میانگین غلظت روی در ریشه و برگ نشان می‌دهد که بیشترین غلظت روی در برگ و ریشه از خاک پنج با آهک کل 40 درصد حاصل شد به طوری که غلظت روی در برگ و ریشه در این خاک به ترتیب 42 و 109 میلی‌گرم در کیلوگرم بود. میانگین غلظت روی در ریشه و برگ در خاک‌های مختلف به ترتیب حدود 79 و 26 میلی‌گرم در کیلوگرم بود که نشان می‌دهد میانگین غلظت روی در ریشه حدود 3/04 برابر میانگین غلظت روی در برگ بود. نتایج میانگین غلظت منگنز نشان داد که ریشه‌ها در خاک سه، چهار و پنج بیشترین غلظت منگنز را داشتند و غلظت منگنز آن‌ها 62 تا 66 میلی‌گرم در کیلوگرم بود. اما میانگین غلظت منگنز برگ در همه خاک‌ها پایین بود به طوری که میانگین آن در خاک‌های مختلف از 10/6 تا 13/5 میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر بود که کمتر از غلظت بهینه منگنز در برگ نارنگی‌های انشو می‌باشد (اسدی کنگرشاهی، 1398). به طور کلی میانگین غلظت منگنز در ریشه نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت فلت سویل در خاک‌های مختلف 53/30 میلی‌گرم در کیلوگرم و در برگ 11/54 میلی‌گرم در کیلوگرم بود که نشان می‌دهد میانگین غلظت منگنز در ریشه 4/62 برابر میانگین غلظت منگنز برگ است. نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت منگنز در برگ نارنگی انشو با پایه اسموت فلت سویل در همه خاک‌های آزمایشی کمتر از حد بهینه بود. نتایج میانگین غلظت مس در ریشه و برگ نشان می‌دهد که ریشه‌ها در خاک با آهک کل 14 درصد بیشترین غلظت مس (23/2میلی‌گرم در کیلوگرم) داشتند. کمترین غلظت مس در ریشه حدود 11 میلی‌گرم در کیلوگرم بود که در خاک با آهک کل 9 درصد حاصل شد. اما بیشترین و کمترین غلظت مس در برگ به ترتیب 8 و 4/1 میلی‌گرم در کیلوگرم بود که از خاک‌های با آهک کل 45 و 14 درصد به دست آمد به طور کلی میانگین غلظت مس در ریشه حدود 3 برابر میانگین غلظت مس در برگ بود. میانگین ضرایب انتقال عناصر کم مصرف در خاک‌های مختلف نشان داد که ضریب انتقال عناصر روی، مس، منگنز و آهن کل به ترتیب پس از آهن فعال قرار داشتند و دامنه این میانگین ضرایب انتقال برای عناصر کم مصرف از 0/09 تا 1/18 متغیر بود (شکل6).

بر اساس نتایج این پژوهش، بین قابلیت استفاده منگنز در خاک با غلظت آن در ریشه و برگ و همچنین بین غلظت منگنز در ریشه با غلظت آن در برگ رابطه معنی‌داری وجود ندارد و بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کمبود منگنز در برگ درختان مرکبات شمال کشور، به علت کمبود منگنز در خاک نیست بلکه ناشی از انتقال منگنز از ریشه به اندام هوایی است که با وجود غلظت زیاد منگنز در خاک و ریشه، غلظت منگنز برگ در همه خاک‌ها در دامنه کمبود قرار داشت که با گزارش‌های اسدی کنگرشاهی (1398) و اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری (1399) مطابقت دارد. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های اسدی و همکاران (1381)، اسدی و محمودی (1379)، خویی (1360) و بی نام (1353) مطابقت دارد که گزارش کردند اغلب مرکبات منطقه شرق مازندران کمبود پنهان و آشکار منگنز دارند. نتایج پژوهش‌های اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری (1396) نشان داد که با وجود این که مقدار منگنز قابل استفاده در همه خاک‌های آزمایشی بیشتر از حد مطلوب

بود اما غلظت منگنز در برگ اغلب درختان کمتر از حد بهینه بود، این شرایط در مطالعات میدانی در خاک‌های تحت کشت مرکبات در شرق مازندران نیز گزارش شده است (طهرانی و همکاران، 1390؛ اسدی و اخلاقی، 1393). همچنین نتایج این آزمایش با نتایج گزارش‌های اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری (1396) مطابقت دارد که اظهار داشتند میانگین غلظت منگنز در ریشه نانگی انشو میاگاوا با پایه سوینگل‌سیترومیلو در خاک‌های مختلف حدود 3/2 برابر غلظت آن در برگ است. برخی گزارش‌ها (سریواستاوا و سینک، 2002؛ اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393) نشان داده است که کمبود منگنز اغلب در خاک‌های کم عمق با مواد آلی زیاد که بالای خاک‌های آهکی قرار دارند (مانند برخی خاک‌های مناطق جنگلی شرق مازندران در شیب تپه‌ها که تبدیل به باغ شده‌اند). خاک‌های رسی و سیلتی رسوبی و همچنین خاک‌های باتلاقی با آهک زیاد (مانند برخی خاک‌های مناطق میانه و شرق مازندران و همچنین خاک‌هایی که زمانی آب‌بندان بوده‌اند) و خاک‌های آهکی با مواد آلی زیاد و زهکشی ضعیف (بیشتر خاک‌های شرق مازندران) مشاهده می‌شود. نتایج مطالعات شبکه‌ای خاک‌های مازندران نیز نشان می‌دهد مقدار منگنز قابل استفاده، در خاک بیشتر باغ‌های مرکبات بیش از حد کفایت است. ولی در مقابل، غلظت منگنز در برگ اکثر این باغ‌ها کمتر از حد کفایت می‌باشد و علائم کمبود آن در اکثر باغ‌ها به وضوح مشاهده می‌شود. همچنین اسدی کنگرشاهی و محمودی (1379) گزارش کردند که غلظت منگنز در برگ حدود 60 درصد باغ‌های مرکبات منطقه شرق مازندران در دامنه کمبود قرار دارد و آن را به عنوان یکی از عوامل محدود کننده تولید در منطقه ذکر کردند.

قابلیت فراهمی روی در خاک تحت تأثیر خواص شیمیایی خاک است در خاک‌های با pهاش بالا رابطه بین مقدار روی خاک با روی برگ درختان بسیار ضعیف است (سلاتو و همکاران، 2018). با توجه به حد کفایت روی قابل استفاده برای مرکبات (اسدی کنگرشاهی، 1398؛ اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393)، در این آزمایش مقدار روی قابل استفاده در خاک‌های 3، 4و 5 به ترتیب با آهک کل 14، 30 و 40 درصد کمتر از حد کفایت، در خاک‌های 6 و 7 به ترتیب با آهک کل 25 و 45 درصد در حد کفایت و در خاک‌های 1 و 2 به ترتیب با آهک کل 2 و 9 درصد بیش از حد کفایت بود (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1394). نتایج این آزمایش نشان داد که غلظت روی برگ در خاک 5 با بافت سبک و آهک کل 40 درصد و خاک 7 با بافت لوم و آهک کل 45 درصد در حد کفایت و در سایر خاک‌ها کمتر از حد کفایت است که نشان می‌دهد ارتباط معنی‌داری بین مقدار روی قابل استفاده خاک و غلظت روی در برگ درختان در این آزمایش وجود ندارد.

جدول 5- میانگین غلظت عناصر کم مصرف (میلی‌گرم برکیلوگرم) در برگ نهال‌های نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت‌فلت-سویل در خاک‌های مختلف

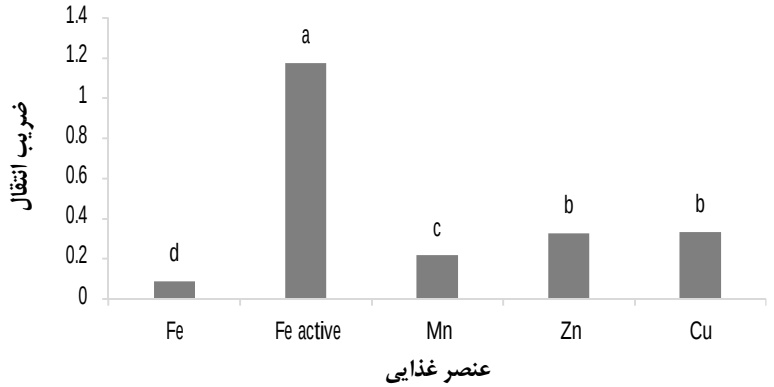
خاک	غلظت عناصر کم مصرف در برگ (میلی‌گرم برکیلوگرم بر اساس وزن خشک)*				
	آهن	آهن فعال	منگنز	روی	مس
1	93c	31b	11a	24b	5/6b
2	219a	43a	10/6a	24b	6/2ab
3	137b	33b	11/4a	21b	4/1c
4	137b	40a	13/5a	23b	5/2b
5	104c	40a	12a	42a	7/0a
6	106c	40a	10/9a	20b	8/0a
7	100c	39a	11/4a	28b	6/8a
میانگین	128	38	11/54	26	6/13

*. میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول 6- میانگین غلظت عناصر کم مصرف (میلی‌گرم برکیلوگرم) در ریشه نهال‌های نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت‌فلت‌سویل در خاک‌های مختلف

خاک	غلظت عناصر کم مصرف در ریشه (میلی‌گرم در کیلوگرم بر اساس وزن خشک)*				
	آهن	آهن فعال	منگنز	روی	مس
1	1323b	54a	53b	47/7e	12/11c
2	1119c	48a	39c	58d	11/00c
3	2049a	19c	66a	91b	23/20a
4	1639b	30b	63a	101a	19/10b
5	1604b	21c	62a	109a	19/20b
6	895d	18c	43bc	71c	20/20ab
7	1349c	36b	47bc	78c	22/20a
میانگین	1425	32/3	53/3	79	18/4

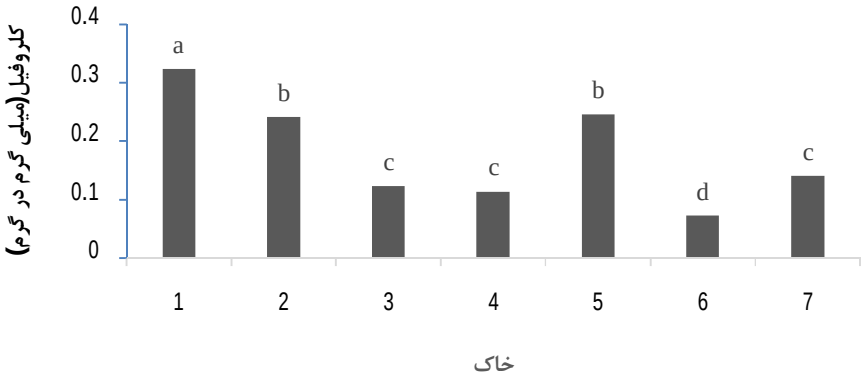
*. میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.



شکل 5- میانگین ضریب انتقال عناصرکم مصرف از ریشه به اندام هوایی نهال‌های نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت‌فلت‌سویل (میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

کلروفیل برگ

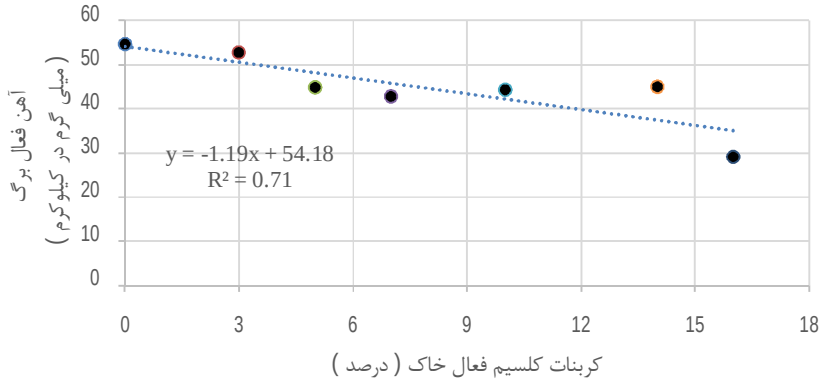
نتایج اثر خاک‌های مختلف بر میانگین غلظت کلروفیل برگ نشان داد که بیشترین میانگین غلظت کلروفیل از خاک یک حاصل شد و کمترین میانگین غلظت کلروفیل از خاک شش به دست آمد. میانگین غلظت کلروفیل در خاک‌های دو و پنج یکسان بود و پس از خاک یک قرار گرفتند. خاک‌های سه و چهار نیز در کلاس پس از خاک‌های دو و پنج قرار گرفتند (شکل6). به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که بین کربنات کلسیم معادل خاک و غلظت آهن فعال در برگ ارتباط معنی‌داری وجود نداشت و همچنین بین غلظت آهن فعال در برگ با غلظت کلروفیل در برگ نیز ارتباط معنی‌داری وجود نداشت. نتایج پژوهش‌های گذشته نشان داد است که کمبود آهن بر بیوشیمی، مورفولوژی و فیزیولوژی برگ درختان مرکبات تاثیر دارد، زیرا آهن یک کوفاکتور مهم برای بسیاری از آنزیم‌ها است که برخی از این آنزیم‌ها در بیوسنتز کلروفیل نقش اساسی دارند، بنابراین کمبود آهن می‌تواند موجب کاهش غلظت کلروفیل برگ می‌شود و با کمبود آهن، غلظت کلروفیل کاهش می‌یابد (مارتینز و همکاران، 2013 و 2017). مهمترین علت کمبود آهن در خاک‌های آهکی، زیادی یون بی‌کربنات می‌باشد که موجب افزایش پ‌هاش خاک و کاهش قابلیت استفاده آهن می‌شود که به زردی ناشی از آهک معروف است (پستانا و همکاران، 2011 و 2005). درختان مرکبات با پایه اسموت فلت سویل که در این خاک‌های با آهک زیاد کشت شدند تقریباً علائم کمبود آهن یا زردی ناشی از کمبود آهن مشخصی نداشتند که نشان می‌دهد این پایه به قابلیت استفاده کم آهن در این خاک‌ها سازگاری دارد . این نتایج با گزارش‌های کاستل و همکاران (1992) مطابقت دارد. آهن یک کوفاکتور مهم برای بسیاری از آنزیم‌ها می‌باشد که برخی از این آنزیم‌ها در بیوسنتز کلروفیل نقش اساسی دارند، بنابراین کمبود آهن موجب کاهش غلظت کلروفیل می‌شود (لاربی و همکاران، 2006؛ منگل، 1995). کمبود آهن همچنین موجب چندین خسارت بیوشیمیایی و ریزساختاری می‌شود که مانند دیگر تنش‌های زنده و غیر زنده، تولید گونه‌های فعال اکسیژن را افزایش می‌دهد. تولید این گونه‌های اکسیژن فعال پیامد تغییر در زنجیره انتقال الکترون، خسارت فراساختاری به کلروپلاست‌ها و کاهش بیوسنتز کاروتنوئیدها می‌شود که درختان را حساس به تنش‌های محیطی از جمله تنش سرما و یخبندان می‌شود (ماتینز و همکاران، 2017؛ منگل، 2001).



شکل 6- میانگین غلظت کلروفیل کل برگ نهال‌های نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت‌فلت‌سویل
(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

رابطه آهک فعال خاک با غلظت آهن فعال برگ

نتایج این پژوهش نشان داد بین آهک فعال خاک‌ها و غلظت آهن فعال برگ نهال‌های نارنگی انشو با پایه اسموت فلت سویل، همبستگی منفی معنی‌داری وجود دارد و با افزایش آهک فعال خاک‌ها، غلظت آهن فعال برگ کاهش یافت (شکل 7). به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که با وجود کاهش غلظت آهن فعال برگ در نهال‌ها، علائم زرد برگی (کلروز) در خاک‌های مختلف وجود نداشت (شکل3). حد کفایت آهن قابل استفاده در خاک (با عصاره‌گیر DTPA) برای درختان مرکبات حدود 4 تا 5 میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1397). دامنه آهن قابل استفاده خاک‌های آزمایشی از 4/40 تا 8/90 میلی‌گرم در کیلوگرم بود بنابراین مقدار آهن قابل استفاده در همه خاک‌ها بیشتر از حد کفایت است. در خاک‌های یک و دو که آهن قابل استفاده آن‌ها به ترتیب 7/20 و 6/40 میلی‌گرم در کیلوگرم بود، غلظت آهن فعال در برگ آنها به ترتیب 54 و 48 میلی‌گرم در کیلوگرم بود اما در خاک‌های سه که آهن قابل استفاده آن8/80 میلی‌گرم در کیلوگرم بود غلظت آهن فعال در برگ 19 میلی‌گرم در کیلوگرم بود. لذا غلظت آهن فعال در برگ نارنگی انشو میاگاوا با پایه اسموت فلت سویل به عواملی دیگر غیر از مقدار آهن قابل استفاده خاک بستگی دارد. بافت خاک، آهک خاک، بی‌کربنات محلول خاک، ویژگی‌های بیولوژیکی و فیزیکی خاک نیز از عوامل اصلی کنترل کننده غلظت آهن در محلول خاک و غلظت آهن فعال در برگ هستند که نقش زیادی در فراهمی آهن برای درختان در خاک‌های آهکی دارند (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1399). اما نتایج این تحقیق نشان داد که تنها بین مقدار آهک فعال با غلظت آهن فعال در برگ همبستگی منفی معنی‌داری (شکل7) وجود داشت و بین سایر ویژگی خاک‌ها و غلظت آهن فعال برگ رابطه معنی‌داری حاصل نشد. لذا مقدار آهک فعال مهمترین ویژگی خاکی برای پیش‌بینی غلظت آهن فعال برای پایه اسموت فلت سویل است. بنابراین در کل نتایج این تحقیق نشان داد که درختان نارنگی انشو با پایه اسموت فلت سویل در خاک‌های آهکی با دامنه آهک کل از 2 تا 45 درصد علائم زرد برگی نشان نداشتند اما غلظت آهن فعال آنها تحت تاثیر ویژگی‌های خاک قرار گرفت به طوری که با افزایش آهک فعال خاک، غلظت آهن فعال برگها نیز کاهش یافت (شکل 8). گزارش‌های قبلی نشان داد که پایه سوینگل‌سیترومیلو در خاک‌های با آهک کل بیشتر از 14 و آهک فعال بیشتر از 5 درصد علائم زردبرگی دارند (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1396). پایه سی 35 و کاریزوسیترنج در خاک‌هایی با بافت نسبتا سنگین و سنگین و با آهک کل بیشتر از 14 درصد علائم شدید زرد برگی و کاهش رشد نشان دادند (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری،1399 و 1401).



شکل 7- رابطه بین کربنات کلسیم فعال خاک با غلظت آهن فعال در برگ نهال‌های نارنگی انشو با پایه اسموت‌فلت‌سویل

شکل 8- علائم زردی برگی نارنگی انشو با پایه اسموت‌فلت‌سویل در خاک‌های آهکی (ویژگی خاک‌ها در جدول 1 تعریف شده است)

به طور کلی گزارش‌های مختلف نشان داده است که نارنج و اسموت فلت سویل در بسیاری از جهات مشابه و با هم قابل مقایسه هستند. داده‌های باغبانی از آزمایش‌های میدانی نشان داده است که پایه اسموت فلت سویل کاملا مشابه نارنج نیست اما پایه‌ای مناسب برای بیشتر ارقام مرکبات از جمله پرتقال‌ها ناول، نارنگی‌های انشو و گریپ‌فروت در خاک‌های آهکی است به طوری که تقریبا متحمل به تنش سرما و یخبندان و همچنین سازگار با طیف وسیعی از شرایط خاکی از جمله خاک-های آهکی است (اخلاقی امیری، 1399؛ هاچیسون و

بیسلاین، 1981؛ بیونگتون و کولیس، 1990؛ وتسچر، 1977). با توجه به ویژگی‌های باغبانی قابل قبول این پایه، از نظر مقاومت به بیماری ویروسی تریستیزا برخی گزارش‌ها نشان داده است که این پایه تحت تاثیر سویه-های شدید این بیماری قرار می‌گیرد و به اندازه کاریزوستیرنج به این بیماری مقاوم نیست بنابراین در مناطقی که سویه‌های شدید این بیماری وجود دارد نیاز به بررسی بیشتر است اما برای مناطقی با سویه خفیف و متوسط این بیماری، قابل توصیه است (گریم و گارنسی، 1968؛ کاستلو همکاران، 1992). به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، تاثیر زیادی در پاسخ‌های تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی پایه اسموت فلت سویل دارد. به طوری که بیشترین میانگین وزن خشک اندام هوایی از خاک‌های با آهک کل نه درصد حاصل شد. نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش آهک فعال در خاک‌ها، غلظت آهن فعال در برگ نهال‌ها کاهش یافت اما درجه زردی برگ نهال‌های روی این پایه در خاک‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند و علایم زرد برگی در نهال‌های روی این پایه در خاک‌های مختلف مشاهده نشد. نتایج این پژوهش با گزارش‌های کاستل و همکاران (1992) مطابقت دارد که نشان دادند درختان مرکبات با پایه اسموت فلت سویل به خوبی در خاک‌های آهکی رشد کردند و علائم کلروز در خاک‌های با آهک مختلف نداشتند. بنابراین با توجه به نتایج این پژوهش، که شاخص زرد برگی نهال‌ها در خاک‌های مختلف تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند این پایه متحمل به آهک خاک است و به باغداران توصیه می-شود در خاک‌های آهکی (به ویژه خاک‌های با آهک کل متوسط و زیاد) از این پایه به عنوان پایه جایگزین برای نارنج در احداث باغ استفاده کنند.

فهرست منابع:

1. اخلاقی امیری، ن. 1399. شاخص‌های عملکردی و کیفی نارنگی انشو میاگاوا روی شش پایه در شرق مازندران. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
2. اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. 1401. بررسی ویژگی‌های رویشی، فیزیولوژی و زردبرگی نارنگی انشو با پایه کاریزوسیترنج در برخی خاک‌های آهکی. مجله پژوهش‌های خاک، جلد 36، شماره 1، موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ایران.
3. اسدی کنگرشاهی، ع. 1398. مدیریت کوددهی درختان بارده مرکبات. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. تهران، ایران.
4. اسدی کنگرشاهی، ع. 1398. بررسی وضعیت مدیریت منگنز متناسب با مراحل رشد و تاثیر آن بر عملکرد و کیفیت مرکبات شرق مازندران. مجله پژوهش‌های خاک، جلد 9 شماره 5، موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ایران.
5. اسدی کنگرشاهی، ع. 1397. روند رشد، واکنش تغذیه‌ای و تحمل ترویرسیترنج به خاک‌های آهکی. نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی، جلد 9 شماره 2، موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ایران.
6. اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. 1399. بررسی مقدار رشد و ویژگی‌های رویشی و فیزیولوژیکی نارنگی انشو با پایه سی -35 در چند خاک آهکی . مجله پژوهش‌های خاک، جلد 32، شماره 2، موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ایران.
7. اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. 1397. مدیریت احداث باغ پایدار مرکبات. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. تهران، ایران.
8. اسدی کنگرشاهی، ع.، ن. اخلاقی امیری و علیرضا فلاح. 1397. راهنمای نمونه‌برداری و تفسیر نتایج تجزیه خاک و برگ برای درختان مرکبات. نشریه فنی 561، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

9. اسدی کنگرشاهی، ع. و ن اخلاقی امیری. 1396. روند رشد، واکنش تغذیه‌ای و درجه زرد برگی نارنگی انشو به پایه سوینگل سیترومِلو در در برخی خاک‌های آهکی مازندران. مجله پژوهش‌های خاک، جلد 31، شماره 2، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

10. اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. 1394. بررسی شاخص درجه زردی پایه‌های مختلف مرکبات در خاک‌های آهکی شرق مازندران. چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، کرمان، ایران.

11. اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. 1393. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات. جلد اول، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

12. اسدی کنگرشاهی، ع.، ن. اخلاقی امیری و م. ج. ملکوتی. 1390. تاثیر مصرف چهار ساله روی بر عملکرد و کیفیت پرتقال سانگین. مجله علوم خاک و آب. جلد 42، شماره 1، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

13. اسدی کنگرشاهی، ع. و م. محمودی. 1379. ضرورت مصرف عناصر روی و منگنز در باغ‌های مرکبات شرق مازندران. مجله علمی پژوهش خاک و آب (ویژه نامه باغبانی)، موسسه تحقیقات خاک و آب. جلد 12 شماره 8، تهران، ایران.

14. اسدی کنگرشاهی، ع، ن. اخلاقی امیری، م. محمودی و م. جعفر ملکوتی. 1381. شناخت ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در مرکبات مازندران (محدودیت‌ها و توصیه‌ها): قسمت دوم ـ عناصر ریزمغذی. نشریه فنی شماره 269. نشر آموزش کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.

15. اسدی کنگرشاهی، علی، ن. اخلاقی امیری و م. سمر . 1394. شاخص درجه زردی و آهن فعال برای ارزیابی تحمل برخی پایه‌های مرکبات به آهک خاک. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، کرج، ایران.

16. بی نام. 1353. گزارش های پژوهشی اداره حاصلخیزی و خاکشناسی مازندران. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

17. خویی، س. 1360. بررسی وضعیت تغذیه گیاهی مرکبات شرق مازندران. نشریه شماره 648، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

18. طهرانی، م. م.، م. پسندیده و م. ح. داودی. 1390. تعیین پراکنش و توصیه عناصر کم مصرف در اراضی تحت کشت آبی استان های گیلان، مازندران، همدان، کرمانشاه، آذربایجان غربی و اصفهان. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. نشریه شماره 1618. 30 صفحه. ایران.

19. Abadia, J. and A. Abadia. 1993. Iron and plant pigments. In: Barton, L.L. & Hemming, B.C., eds. Iron chelation in plants and soil microorganisms. New York, Academic Press, 327-343.
20. Alcantara, E., I. Montilla, P. Ramirez, P. Garcia-Molina and F.J. Romera. 2012. Evaluation of quince clones for tolerance to iron chlorosis on calcareous soil under field conditions. Scientia Horti. 138: 50 – 54.
21. Basar, H. 2003. Analytical methods for evaluating chlorosis in peach trees. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 34: 327-341.
22. Bashour, I. and A.A. Sayegh. 2007. Methods of Analysis for Soils of Arid and Semi-Arid Regions. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. P. 49-53.
23. Barrett, H.C. and A.M. Rhodes. 1976. A numerical taxonomic study of affinity relationships in cultivated citrus and its close relatives. System. Bot. 1(2): 105-136.
24. Belkhodja, R., F. Morales, A. Abadia, J. Gomes and J. Abadia. 1994. Chlorophyll fluorescence as a possible tool for salinity tolerance screening in Barley (Hordeum vulgare L.). Plant Physiol. 104: 667-673.

25. Bevington, K.B. and B.R. Cullis. 1990. Evaluation of rootstocks for Marsh and Davis grapefruit in the Murray Region of New South Wales. Aust. J. Expt. Agr. 30: 405-411.
26. Boman, B.J., T.A. Obreza and K.T. Morgan. 2008. Citrus Best Management practices: Fertilizer rate recommendation and precision application in Florida. Proceeding of The 11th International Society of Citriculture. pp. 573 – 578.
27. Bremmer, J.M. 1996. Total Nitrogen. P.1085-1122. In: D. L. Sparks et al. (eds.) Methods of soil analysis. American Society of Agronomy, Madison, WI.
28. Byrne, D.H., R.E. Rouse and J. Sudahono. 1995. Tolerance to citrus rootstocks to lime-induced iron chlorosis. Subtrop. Plant Science. 47: 7 – 11.
29. Castle, W.S. 1987. Citrus rootstocks. P. 361-399. In: R.C. Rom and R. F. Carlson (eds.). Rootstocks for fruit crops. J.Wiley and Sons, NY.
30. Castle, W.S, R.R. Pelos, C.O. Youtsey, F.G. Gmitter, R.F. Lee, C.A. Pwell and X. Hu. 1992. Rootstocks similar to Sour orange for Florida citrus trees. Proc. Fla. State Hort. Soc. 105: 56-60.
31. Castle, W.S. and J. Nunnallee. 2009. Screening citrus rootstocks and related selections in soil and solution culture for tolerance to low-iron stress. HortScience. 44: 638-645.
32. Castle, W.S., J.C. Baldwin and R.P. Muraro. 2010. Rootstocks and the performance and economic returns of' 'Hamlin' sweet orange trees. HortScience. 45: 875-881.
33. Fadl, A., M. El-Otmani, M.C. Benismail, A. Abouatallah and E. Jaouhari. 2008. Optimizing irrigation water supply in a young citrus orchard. Proceeding of The 11th International Society of Citriculture. pp. 573 – 578.
34. Gee, G.W. and J.W. Bauder. 1986. Particle size analysis. P. 383 – 411. In: A. Klute, (ed.) Methods of Soil Analysis. Part1. SSSA, Madison, WI.
35. Grimm, G.R. and S.M. Garnsey. 1968. Foot rot and tristeza tolerance of Smooth Seville orange from two sources. Proc. Fla. State Hort. Soc. 81: 84-90.
36. Hodgson, R.W. 1967. Horticultural varieties of citrus. P. 431-591. In: W. Reuther, H.J. Webber, and L. D. Batchelor (eds.). The citrus industry, vol. I. University of California Press, Berkeley.
37. Hutchison, D.J. and F.W. Bistline. 1981. Preliminary performance of 7-yr-old "Valencia" orange trees on 21 rootstocks. Proc. Fla. State Hort. Soc. 94: 31-33
38. Jones, J.B., B. Wolf and H.A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook: A Practical Sampling, Preparation, Analysis and Interpretation Guide. Macro-Micro Pub. Inc., Athens, GA.
39. Kitson, R.E. and M.G. Mellon. 1944. Colorimetric determination of P as a molybdovanadate phosphoric acid. Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 16: 379-383.
40. Larbi, A., A. Abadia, J. Abadia and M. Morales. 2006. Down co-regulation of light absorption, photochemistry and carboxylation in Fe-deficient plants growing in different environment. Photosynth. Res. 89: 113-126.
41. Lindsay, W.L. and W.A. Norvel. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of America Journal. 42: 421-428.
42. Loeppert, R.H., L.C. Wei and W.R. Ocumpaugh. 1994. Soil factors influencing the mobilization of iron in calcareous soils. In: Manthey, J.A., Crowley, D.A., Luster, D.G. (Eds.), Biochemistry of Metal Micronutrients in the Rhizosphere. Lewis Publishers. Boca Raton. PP. 343 – 360.
43. Louzada, E.S., H.S. Rio, M. Setamou, J.W. Watson and D.M. Swietlik. 2008. Evaluation of citrus rootstocks for the high pH, calcareous soils of South Texas. Euhytica. 164: 13 – 18.
44. Martinez-Cuenca, M.R., M.A. Forner-Giner, D.J. Iglesias, E. Primo-Millo and F. Legaz. 2013. StrategyI responses to Fe-deficiency of two citrus rootstocks differing in their tolerance to ironchlorosis. Scientia Horticulturae 153:56–63.

45. Martinez-Guenca, M.R., A. Primo-Capella, A. Quinones, A. Bermejo and M.A. Froner-Giner. 2017. Rootstock influence on iron uptake responses in citrus leaves and their regulation under the Fe paradox effect. Peer J. 5:e3553 https://doi.org/10.7717/peerj.3553
46. Mclean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. P. 199- 224. In: A.L. Page et al. (ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2. SSSA. Madison, WI.
47. Mengel, K. and E. Kirkby. 2001. Principles of plant nutrition. 5th edition, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands.
48. Mengel, K. 1995. Iron availability in plant tissues-iron chlorosis in calcareous soils, In: J. Abadia (Ed.), *Iron Nutrition in Soils and Plant*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. 389-397.
49. Mishra, A., K.B. Mishra, H. Hoermiller, A.G. Heyer and L. Nedbal. 2011. Chlorophyll fluorescence emission as a reporter on cold tolerance in Arabidopis thaliana accession. Plant Signaling and Behavior. 6: 301-310.
50. Molassiotis, A., G. Tanoa, G. Diamantidis, A. Patakas and I. Therios. 2006. Effect of 4-month Fe deficiency exposure on Fe reduction mechanism, photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and antioxidant defense in two peach rootstocks differing in Fe deficiency tolerance. J. Plant Physiol. 163: 176-186.
51. Morales, F., R. Grasa, A. Abadia and J. Abadia. 1998. Iron chlorosis paradox in fruit trees, Journal of Plant Nutrition. 24: 815-825.
52. Neaman, A. and L. Aguirre. 2007. Comparison of different methods for diagnosis of iron deficiency in avocado. Journal of Plant Nutrition. 30: 1098 – 1108.
53. Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total cabon, organic carbon, and organic matter.P. 539 – 579. In: A.L. Page et al. (eds.), Methods of Soil Analysis. Part II. 2th ed. ASA, SSSA, Madison, WI.
54. Olsen, S.R. and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. In: A.L. Page et al., (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Monograph no 9. (pp. 403-430). Amrican Agronomy, Madison, WI.
55. Pestana, M., P.J. Correia, M. David, A. Abadia, J. Abadia and A. Varennes. 2011. Response of five citrus rootstocks to iron deficiency. Journal of Plant Nutrition.and Soil Science. 174: 837 – 846.
56. Pestana, M., M. David, A. de Varennes, J. Abadia and E. A. Faria. 2001. Responses of Newhall orange trees to iron deficiency in hydroponics: effects on leaf chlorophyll, photosynthetic efficiency and root ferric chelate reductase activity. Jounal of Plant Nutrition. 24: 1609-1620.
57. Pestana, M., A. de Varrnnes, J. Abadia and E. Araujo Faria. 2005. Differential tolerance to iron deficiency of citrus rootstocks grown in nutrient solution. Scientia Horticulturae. 104: 25 – 36.
58. Qrtiz, P.R., B.J.C. Meza, F.R. Garza Requena, G.M. Flores and J.D. Etchevers Barra. 2007. Evaluation of different iron compound in chlorotic Italian lemon. Plant Physiology and Biochemistry. 45: 330-334.
59. Romheld, V. 2000. The chlorosis paradox: Fe inactivation in leaves as a secondary eventin Fe deficiency chlorosis. Journal of Plant Nutrition. 23:1629–1643.
60. Salisbury, F.B. and C.W Ross. 1992. Plant Physiology. Wadsworth Publishing Company, Belmont, California. 682 pp.
61. Sallato, B., T. DuPont and D. Granatstein. 2018. Tree fruit soil fertility and plant nutrition in cropping orchards in central Washington. WSU Extension.
62. Schneider, A.1997. Release and fixation of potassium by a loamy soil as affected by initial water content and potassium status of soil samoles. European Journal of Soil Science. 48: 263 – 271.
63. Singh. A., S. Naqvi and S. Singh. 2002. Citrus Germplasm Cultivar and Rootstocks. Natural Research Centre for Citrus, Kalyani publishers. New Delhi, India.

64. Srivastava, A.K. and S. Singh. 2003. Citrus nutrition. International Book Distributing Co. (IBDC). India.
65. Tagliavini, M. and A.D. Rombola. 2001. Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems. Eur. J. Agron. 15: 71– 92.
66. Wutscher, H.K. 1977. The influence of rootstocks on yield and quality of red grapefruit in Texas. Proc. Intern. Soc. Citriculture. 2: 526-529.
67. Wright, R.J. and T.I. Stuczynski. 1996. Atomic absorption and flame emission spectroscopy. In: Methods of Soil Analysis. Sparks, D.L. (Ed.), Part III, Chemical Methods, SSSA Book Series No.5, SSSA, Madison, WI. P. 65–91.
68. Yang, L., G. Li, Q. Lin and X. Zhao. 2010. Active carbonate of chestnut soils in different lands. Ecology Environmental Science. 19: 428 – 432.

Physiological and Nutritional Responses of Satsuma Mandarin on Smooth Flat Seville Rootstock in Some Calcareous Soils

A. Asadi Kangarshahi[1] and N. Akhlaghi Amiri

Associate Professor of Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran; E-mail: kangarshahi@gmail.com

Assistant Professor of Agronomy and Horticultural Science Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran;
E-mail: neginakhlaghi@yahoo.com

Received: November, 2022, and Accepted: February, 2023

Abstract

The Smooth Flat Seville (*Citrus* spp. hybrid of uncertain origin) has been reported as one of the rootstocks tolerant to soil lime and Tristeza disease. Therefore, the present study aimed to evaluate the growth trend and tolerance of this rootstock to the calcareous soils of east Mazandaran Province, Iran. An experiment was conducted for two years in a randomized complete block design in seven soils with calcium carbonate equivalent ranging from 2% to 45%. Measurements included vegetative growth trend, dry weight, chlorosis rate, fluorescence index (Fv/Fm), chlorophyll and nutrient concentration in leaves and roots. The results showed that the highest average dry weight of aerial parts was obtained from soils with total lime of 9%. There was no significant difference in the chlorosis rate of the leaves of seedlings on this rootstock in different soils. The average of Fe concentration in the roots was 11.1 times the average concentration in the leaves, indicating accumulation and deposition of iron in the roots. In most soils, the amount of manganese available for citrus trees was excessive, but the mean concentration of leaf was less than adequate. The overall mean Mn concentration in the roots was about 4.6 times more than its mean concentration in the leaf. From macroelements, magnesium and sulfur had the highest and lowest transfer efficiency and, from microelements, active Fe and total Fe had the highest and lowest transfer efficiency, respectively. According to the results of this research, chlorosis rate of the seedlings in different soils did not differ significantly, which shows this rootstock is tolerant to soil lime. Therefore, Smooth Flat Seville can be a good substitute for orange rootstock in calcareous soils (especially with medium and high lime).

Keywords: Active iron, Chlorosis rate, Citrus, Nutrients transfer efficiency**.**

[1]. Corresponding author: Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran.