نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی/ جلد ٦ / شماره ۲ / ۱۳۹۷

DOI:http://dx.doi.org/10.22092/lmj.2019.116861.111

روند رشد، واکنش تغذیه‌ای و تحمل‌ترویرسیترنج به خاک‌های آهکی

علی اسدی کنگرشاهی[۱]

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

دریافت: بهمن ۱۳۹٦ و پذیرش: دی ۱۳۹۷

چکیده

سطح زیر کشت مرکبات استان مازندران بالغ بر ۱۲۰ هزار هکتار می‌باشد. با توجه به وجود آهک در خاک‌های منطقه و روند افزایش آن از میانه به شرق و همچنین حساسیت پایه معمول منطقه (نارنج) به ویروس تریستیزای مرکبات، پایه جایگزین نارنج علاوه بر تحمل یا مقاومت به این بیماری، بایستی به خاک‌های آهکی هم سازگاری داشته باشند. بنابراین در این پژوهش پاسخ‌های رویشی، تغذیه‌ای و همچنین تحمل پایه ترویرسیترنج به خاک‌های با آهک متفاوت (خاکهای منطقه) مورد ارزیابی قرار گرفت.نتایج بررسی پاسخ پایه ترویرسیترنج با پیوندک نارنگی انشو به خاک‌های آهکی شرق مازندران در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی نشان داد که بیشترین میانگین وزن خشک اندام هوایی و ریشه از خاک با مقدار آهک کل و فعال به ترتیب ۱۴ و ۵ درصد حاصل شد. بیشترین درجه زردی برگ از خاک‌هایی با آهک فعال ۱۴ و ۱۶ درصد و آهک کل ۳۰ و ۴۵ درصد به دست آمد. همچنین بیشترین و کمترین میانگین روند افزایشی قطر طوقه به ترتیب از خاک‌هایی با آهک کل ۹ و ۲۵ درصد حاصل شد. خاک‌هایی با آهک کل ۱۴ و ۳۰ درصد، بیشترین غلظت آهن کل در ریشه داشتند. میانگین غلظت آهن کل، منگنز و روی در ریشه به ترتیب حدود ۱۲/۵، ۸ و ۴/۶ برابر میانگین غلظت آن‌ها در برگ بود که تجمع و رسوب آنها به ویژه آهن و منگنز را در ریشه‌ها نشان می‌دهد. میانگین غلظت منگنز برگ در همه خاک‌ها کمتر از حد کفایت بود در حالی که مقدار منگنز قابل استفاده بیشتر خاک‌ها بیش از حد مطلوب برای درختان مرکبات بود. براساس نتایج این پژوهش، از عناصر پرمصرف، کلسیم و منیزیم بیشترین و گوگرد و فسفر کمترین راندمان انتقال از ریشه به برگ را داشتند و از عناصر کم مصرف، آهن و منگنز کمترین راندمان انتقال از ریشه به برگ را نشان دادند. به طور کلی با توجه به نتایج این پژوهش ترویرسیترنج به عنوان پایه نیمه متحمل به خاک‌های آهکی است و استفاده از آن در خاک‌های با آهک کل و فعال به ترتیب بیشتر از ۲۰ و ۱۰ درصد توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: تحمل، عناصر غذایی، کربنات کلسیم، مرکبات، وزن خشک

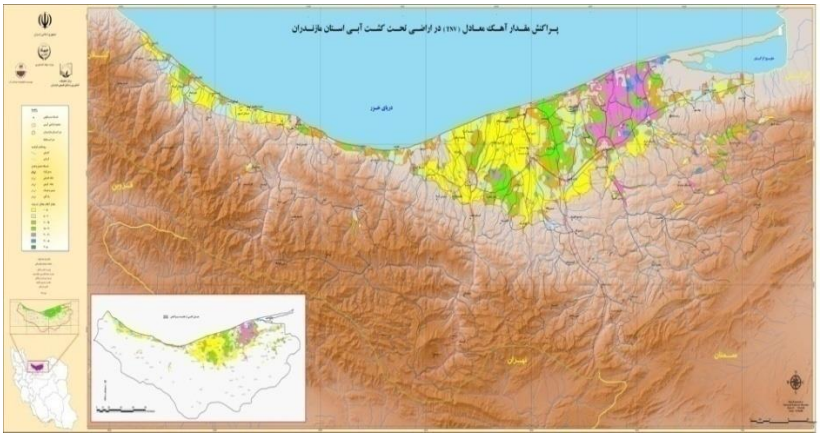
---

۱. آدرس نویسنده مسئول: بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مازندران، ایران.

مقدمه

استان مازندران یکی از قطب‌های مهم باغبانی ایران است که سطح زیر کشت مرکبات آن بالغ بر ۱۲۰ هزار هکتار و میزان تولید آن بیش از دو میلیون تن در سال است (اسدی و همکاران، ۱۳۹٤).در اراضی استان مازندران، مقدار کربنات کلسیم خاک از غرب به طرف شرق به تدریج افزایش می‌یابد (شکل ۱) به طوری که مقدار کربنات کلسیم خاک در شرق ساری و نکا به بیشتر از ٤۰ درصد می‌رسد (طهرانی و همکاران، ۱۳۹۰). انتخاب پایه مناسب در مدیریت تغذیه‌ی درختان بسیار موثر است زیرا راندمان جذب عناصر غذایی درختان بیشتر تحت تأثیر پایه می‌باشد (زامبروسی و همکاران، ۲۰۱۲).

فراهمی کم آهن در خاک‌های آهکی می‌تواند موجب کلروز، کاهش عملکرد و کیفیت میوه در برخی پایه‌ها و ارقام مرکبات حساس به کمبود آهن شود. احداث باغ‌های مرکبات با پایه‌های حساس به کلروز ناشی از آهک در خاک‌های آهکی، معمولا موجب کمبود شدید آهن یا کلروز آهن می‌شود که ناشی از غلظت زیاد کلسیم و بی‌کربنات در محلول خاک است. غلظت زیاد بی‌کربنات در منطقه ریشه معمولا موجب کاهش راندمان جذب آهن و توسعه علائم زردی آهن در برگ‌ها می‌شود (منگل، ۱۹۹۵؛ جایگر و همکاران، ۲۰۰۰). استفاده از پایه‌های پونسیروس، ترویرسیترنج و کلئوپاترا ماندارین برای درختان پرتقال نشان داد که این پایه‌ها تأثیری معنی‌دار بر شاخص انتقال و تجمع نسبی عناصر غذائی در برگ داشتند (گراس و همکاران، ۲۰۱۲).در مطالعه‌ای دیگرتأثیر سه پایه نارنج، کاریزو و ترویرسیترنج بر غلظت عناصر غذایی برگ درختان نارنگی نشان داد که کاریزوسیترنج در جذب نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، منگنز و مسمؤثرتر از دیگر پایه‌ها بود (تاپلو و همکاران، ۲۰۱۲). کلروز آهن درختان مرکبات در خاک‌های آهکی به طور فراوان گزارش شده است (پستانا و همکاران، ۲۰۰۵) کلروز شدید آهن، ممکن است منجر به کاهش یا توقف کامل باردهی محصول و کاهش سود اقتصادی باغ‌دار شود به طور معمول روش‌های 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 (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳؛ کاسگارتن و همکاران، ۱۹۹۹). نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داده است که پایه‌های سی_ ۳۵، کاریزوسیترنج، ترویرسیترنج، سوینگل‌سیترواملو و گوتو در خاک‌های آهکی کلروز آهن نشان می‌دهند کلروز پایه‌های سی–۳۵، کاریزوسیترنج، سوینگل‌سیترواملو به تدریج تشدید شد و از بین رفتند و در مقابل کلروز پایه‌های گوتو و ترویرسیترنج به تدریج کم شد اما روند بهبودی آنها کند بود به طوری‌که بر تولید سال‌های ابتدایی آنها تأثیر گذاشت (لوزدا، ۲۰۰۸).



شکل۱- پراکنش کربنات کلسیم در خاک‌های استان مازندران. مناطق با رنگ زرد، ۵ – ۰ درصد؛ آبی کم‌رنگ،۱۰ – ۵ درصد؛ قهوه‌ای، ۱۵ – ۱۰ درصد؛ سبز، ۲۰ – ۱۵ درصد؛ صورتی، ۳۰- ۲۰ درصد؛ آبی پررنگ، ۵۰ –۳۰ درصد و خاکستری، بیش از ۵۰ درصد کربنات کلسیم معادل را نشان می‌دهند (طهرانی و همکاران، ۱۳۹۰).

پیش‌بینی امکان توسعه کلروز آهن درختان میوه، در زمان احداث باغ برای تولیدکنندگان از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است و اشتباه در این مرحله، امکان رسیدن به عملکرد مطلوب، بدون استفاده از روش‌های شیمیایی و مدیریت باغبانی برای بهبود کلروز آهن غیر ممکن و بعید می‌سازد (لوپیرت و همکاران، ١٩٩٤).در استان مازندران، مقدار آهک در خاک‌های منطقه جلگه‌ای و دشت، از میانه به طرف شرق و همچنین در مناطق دامنه‌ای، میان‌بند و حاشیه جنگل‌ها (جنوب) به طرف منطقه جلگه‌ایی و دشت (شمال) به تدریج افزایش می‌یابد و دامنه این تغییرات آهک از صفر تا بیشتر از ٤٠ درصد است (ایزدپناه، ١٣٥٥؛ اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ١٣٩٢)، بنابراین با توجه دامنه تغییرات زیاد آهک در خاک‌های منطقه و همچنین روند توسعه برخی پایه‌ها از جمله ترویرسیترنج به عنوان پایه برای مرکبات در این مناطق (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ١٣٩٣)، بررسی پاسخ این پایه به مقادیر مختلف آهک در خاک‌های این منطقه بسیار ضروری است. بنابراین، پژوهش حاضر به ارزیابی روند رشد، پاسخ‌های تغذیه‌ای و تحمل نارنگی انشو با پایه ترویرسیترنج به کلروز در خاک‌های آهکی شرق مازندران پرداخته است.

مواد و روش‌ها

با توجه نقشه خاک و گزارش‌های خاکشناسی و همچنین مطالعات انجام شده در باغ‌های شرق مازندران (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ١٣٩٣) هفت نمونه خاک به گونه‌ای انتخاب گردید که دارای دامنه وسیعی از کربنات کلسیم (از ٢ تا ٤٥ درصد) باشند و همچنین منطقه وسیعی از نظر جغرافیایی(نواحی عمده کشت مرکبات) در برداشته باشند،خاک‌های آزمایشی از مناطق مختلف شرق مازندران (بابل، قائم‌شهر، ساری و نکا) جمع‌آوری شدند و پس از خشک کردن در هوا، کوبیدن و عبور از الک دو میلی‌متری، برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آنها تعیین شدند:کربنات کلسیم معادل به روش تیتره کردن با اسید (باشور و سایه، ٢٠٠٧)، کربنات کلسیم فعال به روش تیتره کردن با پرمنگنات پتاسیم (باشور و سایه، ٢٠٠٧)، رس، سیلت و شن به روش هیدرومتری (گی و بادر، ١٩٨٦)، واکنش خاک در خمیر اشباع (مکلین، ١٩٨٢)، ماده آلی به روش والکلی – بلک (نلسون و سامر، ١٩٩٠)، پتاسیم به روش استات آمونیوم (ساشنیدر، ١٩٩٧)، فسفر به روش اولسن و سامرز (اولسن و سامر، ١٩٨٢)، منگنز ، آهن، و روی به روش دی تی پی ای (لیندسی و نورول، ١٩٧٨) اندازه‌گیری شد.برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در جدول ٢ نشان داده شده اشت. دامنه آهک معادل خاک‌ها از ٢ تا ٤٥ درصد، آهک فعال از صفر تا ١٦ درصد، رس از ١٣ تا ٤١ درصد، سیلت از ١٨ تا ٣٧ درصد، شن از ٣٤ تا ٥٨ درصد و کربن آلی از ٠/٦٥ تا ١/٨٠ درصد متغییر بود(جدول١).

مقدار ٣٠ کیلوگرم خاک ازنمونه‌های خاک مورد نظر، درسطل‌های پلاستیکی ریخته شد. کود نیتروژنی به میزان ٦٠ میلی‌گرم نیتروژن خالص درکیلوگرم خاک به صورت سولفات آمونیوم اضافه گردید(اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ١٣٩٣جلد اول). قبل از کاشت، کودهای فسفر(سوپر فسفات تریپل) و پتاسیم(سولفات پتاسیم) فقط به خاک‌هایی افزوده شد که به ترتیب کمتر از ١٥ میلی‌گرم درکیلوگرم فسفرقابل استفاده (اولسن و سامر، ١٩٨٢)و ٣٠٠ میلی‌گرم درکیلوگرم پتاسیم قابل استفاده به روش استات آمونیوم (اسچنیدر، ١٩٩٧) داشتند. بنابراین با توجه به نتایج تجزیه خاک(جدول ٢)،٢٠ میلی‌گرم فسفر و ٢٠٠ میلی‌گرم پتاسیم در کیلوگرم به خاک‌هایی با فسفرقابل استفاده ١١/٢٠ میلی‌گرم درکیلوگرم و پتاسیم قابل استفاده٢٢١ میلی‌گرم درکیلوگرم و ٢٥ میلی‌گرم فسفر و ١٠٠ میلی‌گرم پتاسیم در کیلوگرم به خاک‌هایی با فسفرقابل استفاده ٩/٨٧ میلی‌گرم درکیلوگرم و پتاسیم قابل استفاده٢٦٥ میلی‌گرم در کیلوگرم افزوده شد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ١٣٩٣). سپس نهال‌های نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج تقریبا یکسان با ارتفاع حدود ٥٠ سانتی‌متر و قطر حدود یک سانتی‌متر در هر خاک کاشته شد.برخی ویژگی‌های ترویرسیترنج در جدول ٢ آمده است. آزمایش به مدت دو

سال و به شکل گلدانی درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت خاک با دامنه متفاوت کربنات کلسیم معادل از ۲ تا ٤٥ درصد در چهار تکرار با ۲۸ گلدان انجام شد. بعد از کاشت نهال‌ها، درطول دوره رشد، تغذیه به صورت کود آبیاری با کودهای نیترات پتاسیم (۱/٤ میلی‌مول در لیتر)، سولفات پتاسیم (۰/٦ میلی‌مول در لیتر)، سولفات منیزیوم (یک میلی‌مول در لیتر)، مونوآمونیوم فسفات (۰/٦ میلی‌مول در لیتر)، سولفات آمونیم (سه میلی‌مول در لیتر)، مولیبدات آمونیوم (یک میکرومول در لیتر هر دو هفته یک بار انجام شد (بومن و همکاران، ۲۰۰۸) و آبیاری با توزین تصادفی گلدان‌های آزمایشی بر اساس حداکثر تخلیه مجاز آب قابل استفاده درختان جوان مرکبات (۳۵ تا ٤۰ درصد آب قابل استفاده) به طورمنظم انجام شد(فدل و همکاران، ۲۰۰۸؛ اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳ جلد دوم). نمونه‌های برگ در مرداد ماه از برگ‌های میانی سرشاخه‌های فصل جاری در پیرامون هر نهال تهیه شد (امبلتون و همکاران، ۱۹۷۳ و مارشال، ۱۹۸٤).نمونه‌های گیاه ابتدا به روش خشک اکسید شد و سپس غلظت آهن، منگنز، روی و مس توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. 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 (جدول ۳) داده شد (اسدی و همکاران، ۱۳۹٤؛ بایرن و همکاران، ۱۹۹۵).

جدول۱- برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد آزمایش

ویژگی	خاک و منطقه ۱ جنوب بابل	۲ غرب قائم شهر	۳ جنوب ساری	۴ غرب نکا	۵ شمال نکا	۶ غرب ساری	۷ شرق ساری
رس (درصد)	۲۳	۲۹	۱۹	۴۱	۱۳	۳۷	۲۳
سیلت (درصد)	۳۰	۲۶	۳۵	۱۸	۲۹	۲۹	۳۷
شن (درصد)	۴۷	۴۵	۴۶	۴۱	۵۸	۳۴	۴۰
آهک معادل(درصد)	۲	۹	۱۴	۳۰	۴۰	۲۵	۴۵
آهک فعال(درصد)	۰	۳	۵	۱۴	۷	۱۰	۱۶
کربن آلی (درصد)	۱/۱۷	۰/۹۵	۱/۸۰	۱/۶۰	۰/۶۵	۱/۵۲	۱/۱۰
اسیدیته اشباع	۶/۸	۷/۴۵	۷/۸۶	۷/۶۰	۷/۷۷	۷/۷۸	۷/۷۶
فسفر(میلی‌گرم در کیلوگرم)	۲۶	۲۲	۱۵	۱۷	۱۱/۲۰	۱۸/۳۰	۹/۸۷
پتاسیم(میلی‌گرم در کیلوگرم)	۴۰۴	۳۸۰	۳۶۰	۴۶۰	۲۲۱	۳۲۵	۲۶۵
آهن(میلی‌گرم در کیلوگرم)	۷/۲۰	۶/۴۰	۸/۸۰	۸/۹۰	۴/۴۰	۸/۲۲	۶/۸۰
منگنز(میلی‌گرم در کیلوگرم)	۳/۱۰	۴/۲۰	۳/۹۶	۵/۴۰	۳/۲۰	۷/۷۱	۳/۴۰
روی(میلی‌گرم در کیلوگرم)	۲/۴۰	۲/۵۰	۰/۷۰	۰/۶۰	۰/۹۱	۱/۶۰	۱/۵۰

جدول۲- برخی ویژگی‌های پایه* مورد آزمایش

پایه	نام لاتین	ویژگی		
		هیبرید	واکنش به تریستیزا	واکنش به سرما
ترویرسیترنج	Trroyer Citrange	C. sinensis & P. trifoliateL.	محتمل	متحمل

*منبع (سینگ و همکاران، ۲۰۰۲)

جدول ۳- راهنمای تعیین درجه زردی برگ (براساس درجه زردی برگ‌های جدید توسعه یافته و شمارش آن‌ها)

درجه زردی برگ	علائم ظاهری
۱	برگ‌ها سبز و بدون هیچ گونه علائمی
۲	بین رگبرگ‌ها سبز متمایل به زرد و رگبرگ‌ها سبز
۳	بین رگبرگ‌ها زرد متمایل به سبز و رگبرگ‌ها سبز
۴	بین رگبرگ‌ها زرد و رگبرگ‌ها سبز
۵	بین رگبرگ‌ها زرد متمایل به سفید، رگبرگ‌ها سبز رنگ پریده و مقداری ریزش برگ

آهک فعال، معرف بخشی از آهک خاک است که سطح ویژه بالایی داشته و بسیار واکنش‌پذیر می‌باشد. این آهک فعال به طور غیر مستقیم مسئول کاهش رشد و ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی مانند عارضه زرد برگی است (کاستل و نونالی، ۲۰۰۹)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 ۵۱۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (کاتیال و شارما، ۱۹۸۰).ضریب انتقال[2]عناصر غذایی که توانایی گیاهان برای انتقال عناصر از ریشه به برگ‌ها را نشان می‌دهد از طریق رابطه زیر محاسبه شد.

$$TF = C_{NEL} / C_{NE.R} \quad (1)$$

TF=ضریب انتقال

$C_{NE.L}$=غلظت آهن در برگ (میلی‌گرم در کیلوگرم)

$C_{NE.R}$ =غلظت آهن در ریشه (میلی‌گرم در کیلوگرم)

به طور کلی پاسخ‌های گیاهی شامل روند رشد رویشی، وزن خشک، شاخص‌های درجه زردی برگ(بایرن و همکاران، ۱۹۹۵)، رابطه آهک فعال در خاک (باشور و سایه، ۲۰۰۷) با آهن فعال در برگ، غلظت نیتروژن به روش کجلدال (بریمر، ۱۹۹٦)، فسفر به روش مولیبدات وانادات (کیتسون و ملون، ۱۹٤٤)، سولفور به روش کدورت سنجی (جونز و همکاران، ۱۹۹۱)، پتاسیم به روش نشر اتمی، کلسیم، منیزیم، آهن کل، منگنز، روی و مس به روش جذب اتمی (رایت و استوزینکی، ۱۹۹٦)، آهن فعال به روش عصاره‌گیری با محلول فنانترولین (کاتیال و شارما، ۱۹۸۰) در برگ و ریشه (اسدی کنگرشاهی، ۱۳۹۲) بود. در پایان، کلیه داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزارهایSPSS و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین پارامترهای مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند و توصیه‌های لازم ارائه شد.

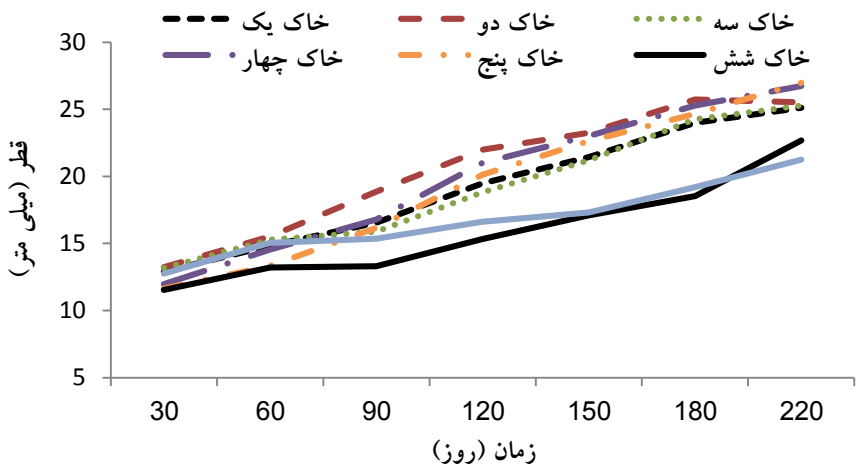
نتایج و بحث

روند رشد رویشی و وزن خشک: نتایج میانگین رشد قطری نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج در خاک‌های مختلف (شکل ۲) نشان داد که در شش ماهه اول رشد بیشترین رشد از خاک دو با آهک کلنه درصد و کمترین رشد از خاک‌های شش و هفت به ترتیب با آهک کل ۲۵ و ٤٥ درصد حاصل شد اما در پایان آزمایش، نهال‌ها در خاک‌های چهار و پنج از بیشترین رشد قطری برخوردار بودند. اما نتایج میانگین وزن خشک اندام هوایی (شکل ۳) نشان داد که بیشترین و کمترین وزن خشک اندام هوایی نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج به ترتیب از خاک سه با آهک کل ١٤ و آهک فعال پنج درصد و از خاک هفت با آهک کل ٤٥ و آهک فعال ١٦ درصد حاصل شد. همچنین بیشترین وزن خشک ریشه نیز از خاک سه با آهک کل ١٤ و آهک فعال پنج درصد حاصل شد اما وزن خشک ریشه در خاک دو با آهک کل نه و آهک فعال سه درصد کمترین مقدار بود.

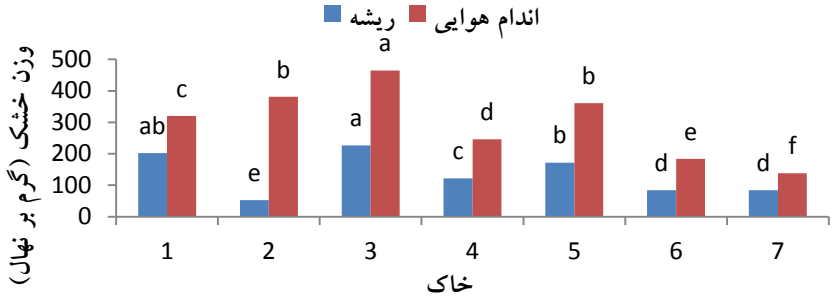
شاخص درجه زردی برگ

نتایج میانگین درجه کلروز نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج در خاک‌های مختلف در شکل ٤ آورده شده است این نتایج نشان می‌دهد که بیشترین درجه کلروز از خاک هفت با آهک ٤٥ درصد حاصل شد. میانگین درجه کلروز در خاک‌های یک، دو، سه، چهار و پنج به ترتیب با آهک‌های کل ۲، ۹، ١٤، ۳۰ و ٤٠ و با آهک فعال صفر، ۳،٥، ١٤ و ۷ درصد از نظر آماری تفاوت معنی‌دای با هم نداشتند. علائم درجه زردی برگی نارنگی انشو با پایه ترویرسیترنج در خاک‌های مختلف در شکل ۸ نشان داد شده است.

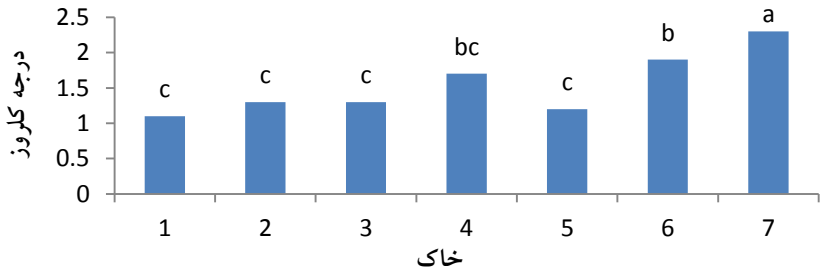
[2]- Translocation Factor



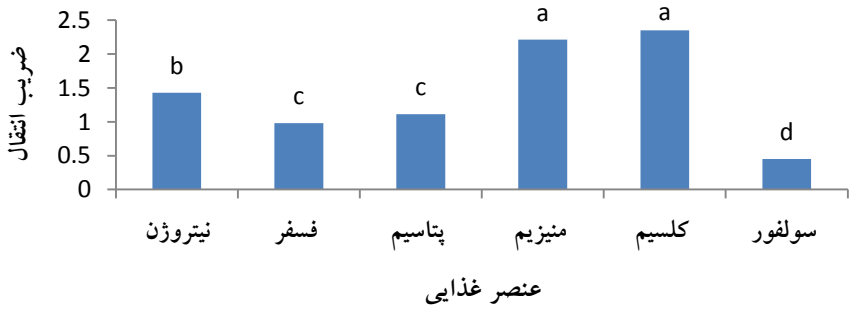
شکل۲- میانگین روند رشد قطری نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج در خاک‌های مختلف



شکل۳- میانگین وزن خشک اندام هوایی و ریشه نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج در خاک‌های مختلف
(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)



شکل ۴- میانگین درجه زردی برگ نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج در خاک‌های مختلف
(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)



شکل ۵- میانگین ضریب انتقال عناصر پرمصرف از ریشه به اندام هوایی نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج
(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

جدول ۴- میانگین غلظت عناصر پر مصرف برگ نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج در خاک‌های مختلف

خاک	غلظت عناصر در برگ (درصد)					
	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	منیزیم	کلسیم	گوگرد
۱	۲/۷۱ a	۰/۱۴۹ b	۱/۴۸ ab	۰/۶۶ b	۲/۷۴ d	۰/۱۶ c
۲	۲/۳۷ c	۰/۱۶۳ a	۰/۸۵ c	۰/۵۵ c	۶/۴۲ a	۰/۳۲ a
۳	۲/۳۸ c	۰/۱۳۱ c	۱/۲۸ b	۰/۵۵ c	۴/۵۹ b	۰/۱۸ bc
۴	۲/۳۰c	۰/۱۲۵ c	۰/۹۲ c	۰/۶۰ bc	۶/۸۴ a	۰/۱۹ bc
۵	۲/۳۴ c	۰/۱۵۴ ab	۱/۶۶ a	۰/۵۷ bc	۳/۴۷ c	۰/۲۱ b
۶	۲/۴۲ b	۰/۱۴۰ b	۱/۳۵ b	۰/۷۸ a	۴/۸۱ b	۰/۲۲ b
۷	۲/۷۹ a	۰/۱۵۵ ab	۱/۴۸ ab	۰/۵۹ bc	۳/۸۶ c	۰/۲۰ bc
میانگین	۲/۴۷	۰/۱۴۵	۱/۲۹	۰/۶۱	۴/۶۷	۰/۲۱

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

جدول ۵- میانگین غلظت عناصر پر مصرف ریشه نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج در خاک‌های مختلف

خاک	غلظت عناصر در ریشه (درصد)					
	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	منیزیم	کلسیم	گوگرد
۱	۱/۶۹ bc	۰/۱۸ a	۱/۵۷ a	۰/۴۰ a	۲/۸۷ a	۰/۷۸ a
۲	۱/۷۷ b	۰/۱۵ b	۰/۹۲ c	۰/۲۱ c	۱/۳۹ b	۰/۴۹ c
۳	۱/۶۰ c	۰/۱۳ c	۱/۲۳ b	۰/۲۵ c	۲/۴۱ b	۰/۵۲ c
۴	۱/۶۴ c	۰/۱۲ c	۰/۵۱ d	۰/۲۳ c	۲/۱۰ c	۰/۳۵ d
۵	۱/۶۱ c	۰/۱۳ c	۱/۳۱ b	۰/۲۴ c	۲/۵۰ b	۰/۳۴ d
۶	۱/۹۲ a	۰/۱۷ a	۱/۵۷ a	۰/۳۰ b	۱/۹۵ c	۰/۵۰ c
۷	۱/۸۹ a	۰/۱۶ ab	۱/۵۷ a	۰/۳۷ a	۱/۹۷ c	۰/۶۵ b
میانگین	۱/۷۳	۰/۱۵	۱/۲۸	۰/۲۸	۲/۱۷	۰/۵۲

(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 ریشه و برگ: نتایج میانگین غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد در ریشه و برگ نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج در جدول‌های ٤ و ٥ نشان داده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که غلظت نیتروژن، منیزیم و کلسیم در ریشه کمتر از غلظت آن‌ها در برگ بود، غلظت فسفر و پتاسیم در ریشه و برگ تقریبا یکسان بود اما در مقابل غلظت گوگرد در ریشه بسیار بیشتر از برگ بود به طوری که میانگین غلظت گوگرد در ریشه‌ها ۰/۵۲ درصد و در برگ‌ها ۰/۲۱ درصد بود که میانگین غلظت ریشه حدود ۲/۵ برابر برگ است. همچنین میانگین ضریب انتقال عناصر پر مصرف (شکل ٥) نشان داد که گوگرد کمترین ضریب انتقال و کلسیم و منیزیم بیشترین ضریب انتقال از ریشه به اندام هوایی را داشتند و عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر به ترتیب پس از کلسیم و منیزیم قرار داشتند و دامنه این میانگین ضرایب انتقال برای عناصر پر مصرف از ۰/٤٥ تا ۲/۳٥ متغیر بود که نشان می‌دهد میانگین غلظت گوگرد در ریشه در خاک‌های مختلف در حدود ۲/۵ برابر غلظت گوگرد برگ می‌باشد. غلظت عناصر کم مصرف در ریشه و برگ: نتایج میانگین غلظت آهن کل، آهن فعال، منگنز، روی و مس در ریشه و برگ نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج در جدول‌های ٦ و ٧ نشان داده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که غلظت آهن کل در ریشه بسیار بیشتر از برگ است به طوری که میانگین غلظت آهن در ریشه‌ها ۱۸۰٤ و در برگ‌ها ١٤٤ میلی‌گرم در کیلوگرم است. همچنین میانگین ضریب انتقال عناصر کم مصرف (شکل ٦) نشان داد که آهن کمترین ضریب انتقال و مس بیشترین ضریب انتقال از ریشه به اندام هوایی را داشت و عناصر منگنز و روی به ترتیب پس از مس قرار داشتند و دامنه این میانگین ضرایب انتقال برای عناصر کم مصرف از ۰/۰۸ تا ۰/۲۹

متغیر بود که نشان می‌دهد میانگین غلظت آهن کل در ریشه در خاک‌های مختلف در حدود ۱۲/۵ برابر غلظت آهن برگ می‌باشد 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(منگل، ۱۹۹۵ و گاسکارتن و همکاران، ۱۹۹۹).

نتایج میانگین غلظت آهن فعال در ریشه و برگ نشان داد که غلظت آهن فعال در برگ و ریشه خاک‌های مختلف متفاوت بود به طوری که کمترین غلظت آهن فعال برگ از خاک‌های با آهک ۲۵ و ٤۰ درصد حاصل شد که حدود ۲۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. اما بیشترین غلظت آهن فعال ریشه از خاک‌های با آهک ٤۵ درصد حاصل شد که حدود ۵۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که نشان می‌دهد غلظت آهن فعال در برگ و ریشه تحت تأثیر ویژگی‌های خاک قرار می‌گیرد. در کل میانگین غلظت آهن فعال در ریشه و برگ در خاک‌های مختلف به ترتیب ۳۳ و ۳۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که اختلاف قابل توجهی بین میانگین‌های غلظت آهن فعال ریشه و برگ وجود نداشت.

نتایج میانگین غلظت منگنز نشان داد که ریشه‌ها در خاک‌های با آهک ۳۰، ٤۰ و ٤۵ درصد بیشترین غلظت منگنز را داشتند و غلظت منگنز آن‌ها به ترتیب ۱۰۳، ۱۰۳ و ۱۱٤ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. اما میانگین غلظت منگنز برگ در همه خاک‌ها پایین بود به طوری که میانگین آن در خاک‌های مختلف از ۷/۷ تا ۱٤/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر بود که بسیار کمتر از غلظت بهینه منگنز در برگ نارنگی‌های انشو می‌باشد (اسدی کنگرشاهی و همکاران، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱). به طور کلی میانگین غلظت منگنز در ریشه نانگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج در خاک‌های مختلف ۸۸ میلی‌گرم در کیلوگرم و در برگ ۱۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که نشان می‌دهد میانگین غلظت منگنز در ریشه هشت برابر میانگین غلظت منگنز برگ است. نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت منگنز در برگ نارنگی انشو با پایه ترویرسیترنج در همه خاک‌های آزمایشی کمتر از حد بهینه بود که با نتایج پژوهش‌های اسدی و همکاران (۱۳۸۱) و همچنین اسدی و محمودی (۱۳۷۹) مطابقت دارد که گزارش کردند بیشتر از ۹۰ درصد از مرکبات شمال کشور کمبود پنهان و آشکار منگنز دارند. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که با وجود این که مقدار منگنز قابل استفاده در همه خاک‌های آزمایشی بیشر از حد مطلوب بود حد مطلوب منگنز قابل استفاده در خاک برای درختان مرکبات حدود ۲/۵ تا ۳ میلی‌گرم در کیلوگرم است (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳جلد اول) اما غلظت منگنز در برگ 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، ۱۳۹۰؛ اسدی و اخلاقی، ۱۳۹۳). نتایج غلظت منگنز در برگ و ریشه نشان داد که غلظت منگنز در ریشه بسیار بیشتر از غلظت آن در برگ است. برخی گزارش‌ها 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 (اسدی کنگرشاهی و محمودی، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰؛ اسدی کنگرشاهی و همکاران، ۱۳۸۵).

نتایج میانگین غلظت روی در ریشه و برگ نشان می‌دهد که بیشترین غلظت روی ریشه از خاک‌های یک و سه به ترتیب با آهک دو و ۱٤ درصد حاصل شد. غلظت روی ریشه در خاک یک، ۱۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم و در خاک سه ۱۱٤ میلی‌گرم در کیلوگرم است. در برگ، بیشترین غلظت روی از خاک‌های دو و پنج با آهک نه و ٤۰ درصد حاصل شد. میانگین غلظت روی در ریشه و برگ در

خاک‌های مختلف به ترتیب حدود ۹۹/۸ و ۲۱/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که نشان می‌دهد میانگین غلظت روی در ریشه حدود ٤/٦ برابر میانگین غلظت روی در برگ بود. نتایج نشان داد که غلظت روی در برگ نارنگی انشو با پایه ترویرسیترنج کمتر از حد بهینه بود که که با نتایج پژوهش‌های اسدی و محمودی (۱۳۷۹) مطابقت دارد که گزارش کردند علائم کمبود روی در ۱۰ الی ۱۵ درصد باغ‌ها به وضوح مشاهده می‌شود اما غلظت روی در برگ بیش از ۵۰ درصد باغ‌ها زیر حد کفایت است. گزارش‌های مختلف (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳؛ اسدی و ملکوتی، ١٣٨٦؛ مورودت و همکاران، ۱۹۹۱) نشان داده است که با افزایش آهک خاک و pH محلول خاک، روی قابل استفاده درختان کاهش می‌یابد که به طور عمده ناشی از افزایش جذب روی، توسط اجزای ساختمانی خاک، رسوب روی به شکل ترکیبات نامحلول و همچنین کاهش انتقال روی از محلول خاک به سطح ریشه (کاهش ضریب انتشار روی) است. مواد آلی در خاک نیز ممکن است در برخی موارد موجب تشدید کمبود روی یا کاهش کمبود آن شوند زیرا واکنش روی با اسیدهای هیومیک و همچنین هیومین، موجب تشکیل کمپلکس‌های با وزن مولکولی بالا می‌شوند که به طور معمول، حلالیت آن‌ها کم بوده و یا نامحلول هستند و قابلیت استفاده آن‌ها نیز بسیار پایین است. در مقابل،واکنش روی با اسیدهای آلی، آمینواسیدها و اسید فولویک، موجب تشکیل کمپلکس‌های آلی روی محلول با وزن مولکولی کم شده که می‌توانند قابلیت استفاده روی را در خاک افزایش دهند. نتایج میانگین غلظت مس در ریشه و برگ نشان می‌دهد که ریشه‌ها در خاک با آهک ۳۰ درصد بیشترین غلظت مس (۳۱/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) داشتند. کمترین غلظت مس در ریشه حدود ۱۱/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که در خاک با آهک ٤٥ درصد حاصل شد. اما بیشترین و کمترین غلظت مس در برگ به ترتیب ۷/۸ و ۳/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که از خاک‌های با آهک ١٤ و ۹ درصد به دست آمد به طور کلی میانگین غلظت مس در ریشه حدود ۳/۷۹ برابر میانگین غلظت مس در برگ بود.

رابطه آهک فعال خاک با غلظت آهن فعال برگ:نتایج این پژوهش(شکل ۷) نشان داد بین آهک فعال خاک‌ها و غلظت آهن فعال برگ درختان نارنگی انشو، همبستگی منفی معنی‌داری وجود دارد و با افزایش آهک فعال خاک‌ها، غلظت آهن فعال برگ کاهش یافت. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی از خاک‌های با آهک کل ١٤ درصد حاصل شد. همچنین بیشترین علائم زرد برگی (کلروز) در خاک هفت با آهک کل ٤٥ درصد و آهک فعال ١٦ درصد وجود داشت (شکل‌های٤ و ٨) و حد کفایت آهن قابل استفاده در خاک (با عصاره‌گیر DTPA) برای درختان مرکبات حدود چهار تا پنج میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است است (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳، جلد اول). دامنه آهن قابل استفاده خاک‌های آزمایشی از ٤/٤٠ تا ۸/۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود بنابراین مقدار آهن قابل استفاده خاک‌ها بیشتر از حد کفایت است. در خاک‌های یک، دو، سه و پنج که کمترین علائم زرد برگی را داشتند مقدار آهن قابل استفاده آن‌ها به ترتیب ۷/۲۰، ٦/٤٠، ۸/۸۰ و ٤/٤٠ میلی‌گرم در کیلوگرم بود اما در مقابل بیشترین درجه زرد برگی در خاک با آهک ٤٥ درصد مشاهده شد که مقدار آهن قابل استفاده آن حدود ٦/٨٠ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. لذا زرد برگی نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج به عواملی دیگر غیر از مقدار آهن قابل استفاده بستگی دارد. گرچه این علائم زردبرگی، تنها ناشی از کاهش قابلیت استفاده آهن نمی‌باشد بلکه آهک خاک، بی‌کربنات محلول خاک، ویژگی‌های بیولوژیکی و فیزیکی خاک نیز از عوامل اصلی کنترل کننده غلظت آهن در محلول خاک هستند که نقش زیادی در فراهمی آهن برای درختان در خاک‌های آهکی دارند(اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳، جلد دوم).

اما نتایج این تحقیق نشان داد که تنها بین مقدار آهک فعال با غلظت آهن فعال در برگ همبستگی منفی

معنی‌داری (شکل ۷) 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 درجه کلروز برای پایه ترویرسیترنج است. بنابراین در کل نتایج این تحقیق نشان داد که درختان نارنگی انشو با پایه ترویرسیترنج در خاک‌های آهکی با مقدار آهک بیشتر از ۲۰ درصد یا آهک فعال بیشتر از ۱۰ درصد علائم زرد برگی نشان می‌دهند که با نتایج دیگر پژوهشگران مطابقت دارد (سودانو و همکاران، ۱۹۹٤).

آهن به شکل دو ظرفیتی و سه ظرفیتی در محلول خاک وجود دارد و مقدار نسبی آن‌ها به pH و pe محلول خاک بستگی دارد. بخش عمده آهن جذب شده توسط ریشه درختان مرکبات به شکل دو ظرفیتی است. در غشای خارجی (پلاسمالما) نوک ریشه‌ها، آنزیم رداکتاز آهن وجود دارد که امکان کاهش آهن سه ظرفیتی به آهن دو ظرفیتی را فراهم می‌کند و آهن دو ظرفیتی توسط سلول‌های ریشه جذب می‌شود. فعالیت این آنزیم به pH بستگی دارد با افزایشpH، فعالیت آن کاهش می‌یابد(اسدی کنگرشاهی و همکاران، ۱۳۹۲و اماری و منگل، ۲۰۰٦). در خاک‌های آهکی،pH بالای محلول خاک، محلول آپوپلاست ریشه و همچنین قدرت تامپونی زیاد آن موجب کاهش فعالیت آنزیم رداکتاز آهن و رسوب آن در دیواره سلول‌های ریشه می‌شود. در این حالت امکان دارد قابلیت استفاده آهن در خاک، فراهمی و غلظت آن در محلول خاک و همچنین آپوپلاست دیواره سلول‌های ریشه زیاد باشد اما گیاهان از کمبود آهن رنج ببرند (اماری و منگل، ۲۰۰٦). نتایج این پژوهش نیز نشان داد که در خاک‌های با آهک کل بیشتر از ۲۰ درصد، با وجود مقدار آهن قابل استفاده بیش از حد کفایت در خاک، علائم زرد برگی به وضوح در درختان نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج مشاهده شد، همچنین میانگین غلظت آهن کل در ریشه حدود ۱۲/۵ برابر میانگین غلظت آهن کل در برگ بود که نشان دهنده تجمع و رسوب آهن در آپوپلاست سلول‌های ریشه است (کاستل و همکاران، ۲۰۰٤، اماری و منگل، ۲۰۰٦). این نتایج با نتایج دیگر پژوهشگران در خاک‌های آهکی مطابقت دارد (اسدی کنگرشاهی و همکاران، ۱۳۹۲، منگل، ۲۰۰۱ و کاسگارتن و همکاران، ۱۹۹۹). بنابراین در کل نتایج این تحقیق نشان داد که درختان نارنگی انشو با پایه ترویرسیترنج در خاک‌های آهکی با مقدار آهک بیشتر از ۲۰ درصد یا آهک فعال بیشتر از ۱۰ درصد علائم زرد برگی نشان دادند و استفاده از این پایه برای درختان نارنگی انشو در خاک‌های با مقدار آهک بیشتر از ۲۰ درصد توصیه نمی‌شود که با نتایج دونینی و همکاران (۲۰۰۹) و کاستل و نونالی (۲۰۰۹) مطابقت دارد.

گزارش‌های اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری (۱۳۹۳) نشان می‌دهد که حد کفایت منگنز و روی قابل استفاده در خاک (عصاره‌گیر DTPA) برای درختان مرکبات به ترتیب حدود ۲/۵ و ۱/۵ تا دو میلی‌گرم در کیلوگرم است. از طرفی دامنه منگنز قابل استفاده خاک‌های آزمایشی از ۳/۱۰ تا ۷/۷۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که بیشتر از حد کفایت است. همچنین حد کفایت منگنز و روی در برگ درختان نارنگی انشو به ترتیب ۲۵ تا ۸۰ و ۲۵ تا ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است (اسدی‌کنگرشاهی و اخلاقی‌امیری، ۱۳۹۳ جلد اول، اسدی کنگرشاهی و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج آزمون برگ در این آزمایش نشان داد که دامنه غلظت منگنز برگ در خاک‌های آزمایشی از ۷/۷ تا ۱٤/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. نتایج این پژوهش با یافته‌های پژوهشگرهای دیگر مطابقت دارد که گزارش کردند بیشتر از ۹۰ درصد باغ‌های مرکبات شرق مازندران کمبود منگنز دارند(اسدی کنگرشاهی و محمودی، ۱۳۷۹، ۱۳۸۰). کمبود منگنز در خاک‌های آهکی با ماده آلی زیاد و همچنین خاک‌های رسی سیلتی با آهک و ماده آلی زیاد و زهکشی ضعیف بسیار شایع است (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳؛ اسدی کنگرشاهی و همکاران، ۱۳۸۵؛ مورودت و همکاران، ۱۹۹۱). همچنین اسدی کنگرشاهی و اخلاقی‌امیری (۱۳۹۳) گزارش کردند که کمبود منگنز در خاک‌های با کربنات کلسیم و مواد آلی زیاد مانند اغلب باغ‌های شرق مازندران مشاهده می‌شود.

با توجه به حد کفایت روی قابل استفاده در خاک برای مرکبات(اسدی‌کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳؛ اسدی کنگرشاهی و همکاران، ۱۳۸۵)،در این آزمایش مقدار روی قابل استفاده در خاک‌های با آهک ١٤، ۳۰ و ٤٠ درصد کمتر از حد کفایت، در خاک‌های با آهک ۲۵ و ٤٥ درصد در حد کفایت و در خاک‌های با آهک دو و نه درصد بیش از حد کفایت بود (حد کفایت‌های ذکر شده براساس فصل هفتم و هشتم کتاب تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات است). نتایج این آزمایش نشان داد که غلظت روی برگ در خاک‌های با آهک ١٤و ٤٠ درصد در حد کفایت و در سایر خاک‌ها کمتر از حد کفایت است که نشان می‌دهد ارتباط معنی‌داری بین مقدار روی قابل استفاده و غلظت روی در برگ در این آزمایش وجود ندارد. اما به طور کلی در خاک‌های با مواد آلی زیاد، واکنش روی با اسیدهای هیومیک و هیومین ممکن است موجب تشکیل کمپلکس‌های پایدار روی با وزن مولکول‌های زیاد شوند که می‌تواند موجب کاهش قابلیت استفاده روی می‌شوند (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳؛ اسدی و ملکوتی، ١٣٨٦؛ موررودت و همکاران، ۱۹۹۱). همچنین افزایش آهک فعال خاک و pH محلول خاک به طور کلی موجب افزایش جذب روی توسط اجزای ساختمانی خاک، رسوب و همچنین کاهش انتقال روی از محلول خاک به سطح ریشه می‌شوند که در کل می‌توانند قابلیت استفاده روی را کاهش دهند (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳؛ اسدی و ملکوتی، ۱۳۸۵؛ موررودت و همکاران، ۱۹۹۱).

جدول ۶- میانگین غلظت عناصر کم مصرف در برگ نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج در خاک‌های مختلف

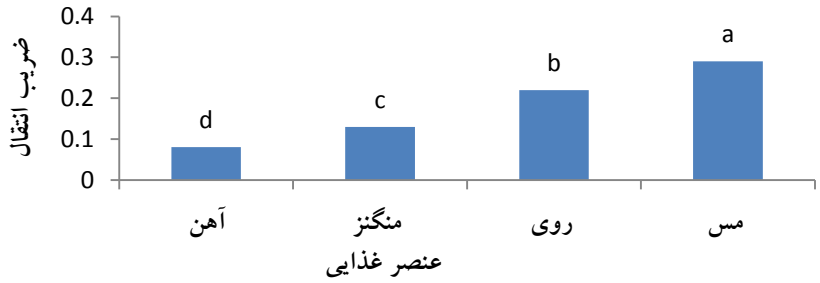
خاک	غلظت عناصر در برگ (میلی‌گرم بر کیلوگرم)				
	آهن کل	آهن فعال	منگنز	روی	مس
۱	۱۲۸ c	۳۰ bc	۱۰/۵ c	۲۱ b	۶/۵ b
۲	۱۶۱ ab	۳۳ b	۷/۷ d	۲۹ a	۳/۹ c
۳	۱۷۰ a	۴۴ a	۹/۵ cd	۱۹ b	۷/۸ a
۴	۱۸۲ a	۳۲ b	۱۲/۱ b	۲۰ b	۶ b
۵	۱۱۴ d	۲۸ c	۱۳/۴ ab	۲۷ a	۶/۷ b
۶	۱۰۹ d	۲۷ c	۱۲ b	۱۹ b	۶/۳ b
۷	۱۴۷ b	۳۴ b	۱۴/۸ a	۱۷ b	۶ b
میانگین	۱۴۴	۳۲	۱۱	۲۱/۷	۶/۱۷

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

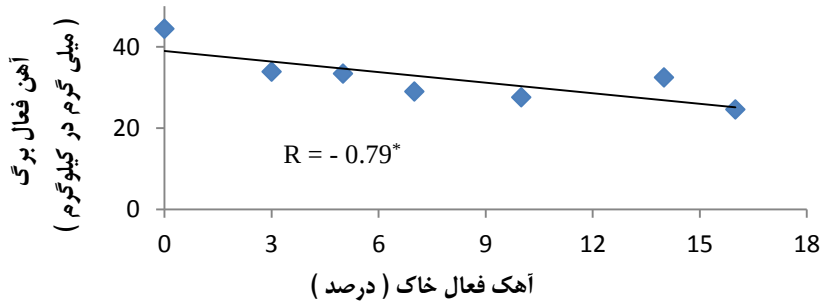
جدول ۷- میانگین غلظت عناصر کم مصرف در ریشه نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج در خاک‌های مختلف

خاک	غلظت عناصر در ریشه (میلی‌گرم بر کیلوگرم)				
	آهن کل	آهن فعال	منگنز	روی	مس
۱	۲۲۰۹ a	۲۶ b	۸۷ b	۱۱۸ a	۲۸/۳ ab
۲	۹۶۰ e	۲۷ b	۴۴ c	۹۰ bc	۲۸/۳ ab
۳	۱۶۱۴ c	۱۴ c	۷۶ bc	۱۱۴ a	۲۰/۸ b
۴	۲۳۲۲ a	۴۷ a	۱۰۳ a	۸۴ c	۲۲/۲ b
۵	۱۴۱۰ d	۴۰ ab	۱۰۳ a	۱۰۷ ab	۲۲/۲ b
۶	۲۰۳۴ b	۲۲ b	۹۲ ab	۱۰۱ b	۳۱/۳ a
۷	۲۰۸۲ ab	۵۳ a	۱۱۴ a	۸۵ c	۱۱/۱ c
میانگین	۱۸۰۴	۳۳	۸۸	۹۹/۸	۲۳/۴

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



شکل ۶- میانگین ضریب انتقال عناصرکم مصرف از ریشه به اندام هوایی نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج (میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)



شکل۷- همبستگی آهک فعال خاک با غلظت آهن فعال برگ نارنگی‌انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج

شکل ۸- علائم زردی برگی نارنگی انشو با پایه ترویرسیترنج در خاک‌های آهکی (ویژگی خاک‌ها در جدول دو تعریف شده است)

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی ریشه و رشد قطری نارنگی انشو میاگاوا با پایه ترویرسیترنج از خاک با آهک ١٤ درصد حاصل شد. اما بیشترین رشد قطری در مراحل اولیه رشد از خاک دو با آهک کل نه درصد و کمترین رشد از خاک‌های شش و هفت به ترتیب با آهک کل ۲۵ و ٤٥ درصد حاصل شد اما در پایان آزمایش، نهال‌ها در خاک‌های چهار و پنج به ترتیب با آهک ۳۰ و ٤٠ درصد از بیشترین رشد قطری برخوردار بودند.که با نتایج پژوهشگران پژوهشگران بایرن و همکاران (۱۹۹۵) و کاستلو استور (۲۰۰۱) مطابقت دارد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد رابطه رگرسیونی منفی معنی‌داری بین مقدار آهک فعال در خاک با غلظت آهن فعال در برگ نارنگی انشو با پایه ترویرسیترنج وجود دارد و با افزایش آهک فعال در خاک‌ها، غلظت آهن فعال در برگ کاهش نشان داد. بنابراین براساس نتایج این تحقیق، این پایه در خاک‌های با آهک کل بیشتر از ۲۰ درصد یا آهک فعال بیشتر از ۱۰ درصد، زردی و کاهش رشد داشت ولی در خاک‌های با آهک فعال کمتر از ۱۰ درصد اختلاف معنی‌داری در زردی برگ‌ها (درجه کلروز) مشاهده نشد اما در خاک‌های با آهک فعال بیشتر از ۱۰ درصد، به وضوح علائم زردی در برگ‌های سرشاخه‌های جوان آشکار بود.

نتایج این پژوهش نشان داد که رابطه رگرسیونی معنی‌داری بین مقدار آهن قابل استفاده خاک با غلظت آهن ریشه و برگ و همچنین بین غلظت آهن ریشه و برگ وجود ندارد. میانگین غلظت آهن در ریشه حدود ۱۲/۵ برابر غلظت آهن در برگ بود و خاک‌هایی که بیشترین درجه زردی را داشتند از میانگین نسبی غلظت آهن ریشه به برگ کمتری برخوردار بودند. بنابراین اندازه‌گیری مقدار آهن قابل استفاده در خاک (به روش DTPA)، معیار مناسبی برای پیش‌بینی درجه زرد برگی در درختان مرکبات یا حداقل در این پایه و پیوندک نمی‌باشد. 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 خاک‌های آهکی، کاهش اندازه برگ‌ها و ریز بودن آن‌ها از علائم کمبود آهن می‌باشد (کاستل و نونالی، ۲۰۰۹ و کاسگارتن و همکاران، ۱۹۹۹). همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که در خاک‌های آهکی، قابلیت استفاده آهن در خاک، غلظت ناکافی آهن در محلول خاک، کاهش جذب آهن توسط ریشه‌ها و انتقال آن به اندام هوایی، علت کمبود آهن نمی‌باشند بلکه کمبود آهن ناشی از رسوب آن در آپوپلاست سلول‌های برگ، ریشه و کاهش راندمان فیزیولوژیکی آن است به طوری که حدود ۱/۸۳ درصد آهن ریشه و ۲۲ درصد آهن برگ به شکل فعال بود. اما بین قابلیت استفاده منگنز خاک با غلظت آن در ریشه و برگ رابطه رگرسیونی معنی‌داری وجود نداشت همچنین بین غلظت منگنز در ریشه با غلظت آن در برگ رابطه معنی‌داری مشاهده نشد و بر اساس نتایج این تحقیق، 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. این نتایج با گزارش‌های اسدی کنگرشاهی و محمودی (۱۳۷۹)، طهرانی و همکاران (۱۳۹۰) و اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری (۱۳۹۳) مطابقت دارد. به طور کلی با توجه به نتایج این پژوهش، توصیه می‌شود در خاک‌های با آهک کل بیشتر از ۲۰ درصد و آهک فعال بیشتر از ۱۰ درصد از پایه ترویرسیترنج استفاده نشود. همچنین توصیه می‌شود از مصرف خاکی کودهای آهن و منگنز برای رفع کمبود این عناصر در این پایه و پیوندک اجتناب شود و در پایان پیشنهاد می‌شود در مورد روند رشد و پاسخ‌پایه‌های در حال توسعه در شرق مازندران مانند کاریزوسیترنج و سی-۳۵ به خاک‌های این منطقه، پژوهش‌های مشابه‌ای انجام شود.

پیشنهادات ترویجی

براساس نتایج این تحقیق، پایه ترویرسیترنج برای خاک‌های با آهک کل کمتر از ۲۰ درصد یا آهک فعال کمتر از ۱۰ درصد توصیه می‌شود و درخاک‌های با آهک کل بیشتر از ۲۰ درصد یا آهک فعال بیشتر از ۱۰ درصد زردی و کاهش رشد نشان می‌دهد. بنابراین این پایه برای خاک‌های مناطق رامسر، نشتارود، سلمان‌شهر، تازه‌آباد و کلارآباد تنکابن، چالوس، محمودآباد، کلوده، مرائده، چمستان، فریدونکنار، کارکودمحله، کله‌بست بابل، امیرکلا، بخش‌هایی از جویبار، قائم‌شهر، سنگ‌تراشان و اسلام آباد ساری، شرق کتالم، تنکابن، خرم آباد، عباس آباد، علمده، نور، ایزده، جنوب نکا، رستم‌کلا، بهشهر، علمدارمحله و گلوگاه، نوشهر، علمده، نور و ایزده و بخش‌های از مناطق جنوب نکا، رستمکلا، بهشهر، علمدارمحله و گلوگاه، آمل، نجارمحله، کیاکلا، بهنمیر، کوهی‌خیل و گلیرد باآهک کل یا کربنات کلسیم کمتر از ۲۰ درصد توصیه می‌شود اما برای بخش‌های عمده‌ای از ساری و نکا مانند آکند، زردگاه، تازه‌آباد ساری، طوس‌کلا و زاغمرز که آهک کل یا کربنات کلسیم بیشتر از ۲۰ درصد دارند، توصیه نمی‌شود.

فهرست منابع

۱. اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. ۱۳۹٤. بررسی شاخص درجه زردی پایه‌های مختلف مرکبات در خاک‌های آهکی شرق مازندران. چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، کرمان، ایران.

۲. اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. ۱۳۹۳. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات. جلد اول، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. تهران، ایران. صفحه ۳۲۱.

۳. اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. ۱۳۹۲. خشکیدگی سرشاخه‌ها، زوال مرکبات و برخی آسیب‌های محیطی مرکبات شرق مازندران. نشریه فنی ترویجی، سازمان جهاد کشاورزی مازندران. شماره ۹۲/۲۱۷/۰۱.

٤. اسدی کنگرشاهی، ع. ١٣٩٢. پاسخهای تغذیه‌ای، فیزیولوژی و متابولیکی ژنوتیپ‌های مختلف مرکبات به خاک‌های آهکی و غرقابی، رساله دکتری، دانشکده مهندسی و فناوری، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

٥. اسدی کنگرشاهی، علی، غلامرضا ثواقبی و نگین اخلاقی امیری. ١٣٩٢. امکان استفاده از آهن فعال برای غربالگری ژنوتیپ‌های مختلف مرکبات به خاک‌های آهکی. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه شهید چمران اهواز، خوزستان، ایران.

٦. اسدی کنگرشاهی، ع.، غ. ر. ثواقبی، م. سمر و ن. اخلاقی امیری. ١٣٩٢. بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف مرکبات به آهک کل و فعال در خاک‌های آهکی شرق مازندران. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه شهید چمران اهواز، خوزستان، ایران.

٧. اسدی کنگرشاهی، ع.، ن. اخلاقی امیری و م. ج. ملکوتی. ١٣٩٠. تاثیر مصرف چهار ساله روی بر عملکرد و کیفیت پرتقال سانگین. مجله علوم خاک و آب. جلد ٤٢، شماره ١، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

٨. اسدی کنگرشاهی، ع. و م. محمودی. ١٣٧٩. 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 ١٢ شماره ٨، تهران، ایران.

٩. اسدی کنگرشاهی، ع. و م. محمودی. ١٣٨٠. بررسی روند مصرف کودهای شیمیایی و پیامدهای ناشی از آن در استان مازندران. هفتمین کنگره علوم خاک ایران، شهرکرد، ایران..

١٠. اسدی کنگرشاهی، ع.، م. ج. ملکوتی و ع. چراتی. ١٣٨٥. کالیبراسیون منگنز تحت شرایط مزرعه‌ایی و نقش آن در عملکرد سویا. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ٣٧، شماره ٥، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

١١. اسدی کنگرشاهی، ع. و م. ج. ملکوتی. ١٣٨٦. تاثیر مصرف روی در رشد، غلظت و جذب روی توسط سویا. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ٣٨، شماره ٢، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

١٢. اسدی کنگرشاهی، ع.، م. ج. ملکوتی و ع. چراتی. ١٣٨٥. کالیبراسیون روی تحت شرایط مزرعه‌ایی و نقش آن در عملکرد سویا. مجله علوم خاک و آب. جلد ١٧، شماره ٢، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

١٣. ایزدپناه، ب. ١٣٥٥. مطالعات نیمه تفضیلی و اجمالی خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی استان مازندران. نشریه شماره٤٩٢. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران، ایران.

١٤. طهرانی، م. م.، م. پسندیده و م. ح. داودی. ١٣٩٠. تعیین پراکنش و توصیه عناصر کم مصرف در اراضی تحت کشت آبی استان‌های 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 ١٦١٨. ٣٠ صفحه. ایران.

15. Ammari, T. and K. Mengel. 2006. Total soluble Fe in soil solution of chemically different soils. Geoderma.136: 876 – 885.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. Byrne, D.H., R.E. Rouse and F. Sudahono. 1995. Tolerance to citrus rootstocks to lime-induced iron chlorosis. Subtrop. Plant Science. 47: 7 – 11.
20. 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.
21. Castle, W.S., J.W. Grosser, F.G. Gmitter, R.J. Schnell, T. Ayala – Silva, J.H. Crane and K.D. Bowman. 2004. Evaluation of new citrus rootstocks for Tahiti lime production in Southern Florida. Proc. Fla. State. Hort. Soc. 117: 174 -181.
22. Castle, B. and E. Stover. 2001. Update on use of swingle citromelo rootstock. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences.
23. Donnini, S., A. Castagna, A. Ranieri, and G. Zocchi. 2009. Differential responses in pear and quince genotypes induced by Fe deficiency and bicarbonate. Journal of Plant Physiology. 166: 1181-1193.
24. Embleton, T.W., W.W. Jones, , C.K. Labanauskas and W. Reuther. 1973. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization (W. Reuther, Ed.). The Citrus Industry, Vol.3, pp. 183 – 210. Div. Agri. Sci., Berkeley, Calif, USA.
25. Fadl, A., M. El-Otmani, M.C. Benismail, A. Abouatallah and El-Jaouhari. 2008. Optimizing irrigation water supply in a young citrus orchard. Proceeding of The 11th International Society of Citriculture. pp. 573 – 578.
26. 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.
27. Grace, J.K., K.L. Sharma , K.V. Seshadri, C. Ranganayakulu, K.V. Subramanyam, G. Bhupal Raj, S.H.K. Sharma, G. Ramesh, P.N. Gajbhiye and M. Madhavi. 2012. Evaluation of Sweet Orange (Citrus sinensis L. Osbeck) cv. Sathgudi Budded on Five Rootstocks for Differential Behavior in Relation to Nutrient Utilization in Alfisol. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 43: 985-1014.
28. Jaegger, B., H. Goldbach and K. Sommer. 2000. Release from lime induced iron chorosis by CULTAN in fruit trees and its characterization by analysis. Acta Hort. 531: 107 – 113.
29. 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.
30. Katyal, J.C. and B.D. Sharma. 1980. A new technique of plant analysis to resolve iron chlorosis. Plant and Soil. 55: 105- 119.
31. 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
32. Kosegarten, H., B. Hoffmann and K. Mengel. 1999. Apoplastic pH and Fe^{3+} reduction in intact sunflower leaves. Plant Physiology. 121: 1069 – 1079.
33. Levy, Y. and J. Shalheret. 1990. Ranking the salt tolerance of citrus rootstocks by juice analysis. Scientia Horticulturae. 45: 89-98.
34. 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.
35. 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.
36. Louzada, E.S., H.S. Del 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.
37. Manthey, J.A., D.L. McCoy and D.E. Crowley. 1994. Stimulation of rhizosphere iron reduction and uptake in response to iron deficiency in citrus rootstocks. Plant Physiol. Biochem. 32: 211- 215.
38. Marchal, J. 1984. Citrus. In: P. Martin et al., (Eds.), Plant Analysis as Aguide to the Nutrient Requirements of Temperate and Tropical Crops,(pp. 320 – 354). Lavoisier Publishing INC. New York.
39. 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.

40. 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, the Netherlands. 389-397.
41. Mengel, K. and E. Kirkby. 2001. Principles of plant nutrition. 5th edition, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands.
42. Mohammad, M.J., H. Najim and S. Khresat. 1998. Nitric acid– and O-Phenanthroline-extractable iron for diagnosis of iron chlorosis in citrus lemon trees. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 29: 1035 – 1043.
43. Mortvedt, J.J., F.R. Cox, L.M. Shuman and R.M. Welch. 1991. Micronutrients in Agriculture. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA.
44. 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.
45. Olsen, S.R. and, L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. In: A.L. Page et al.,(Ed.) Methodsof Soil Analysis. Part 2. Monograph no 9. (pp. 403-430). Am. Agron., Madison, WI.
46. 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.
47. 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.
48. Singh, A., S. Naqvi and S. Singh. 2002. Citrus Germplasm Cultivar and Rootstocks. Natural Research Centre for Citrus, Kalyani publishers. New Delhi, India.
49. Sudahono, F., D.H. Byrne and R.E. Rouse. 1994. Greenhouse screening of citrus rootstocks for tolerance to bicarbonate-induced iron chlorosis. HortScience. 29: 113 – 116.
50. Toplu, C., V. Uygur, M. Kaplankıran, T.H. Demirkeser and E. Yıldız. 2012. Effect of citrus rootstocks on leaf mineral composition of ‘okitsu’, ‘clausellina’, and ‘silverhill’ mandarin cultivars. Journal of Plant Nutrition. 35: 1329–1340.
51. 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.
52. Wright, G.C., P.A. Tilt and M.A. Pena. 1999. Results of scion and rootstock trials for citrus in Arizona. Final report for project 98-12. University of Arizona, College of Agriculture.
53. Wutscher, H.K., N.P. Maxwell and A.V. Shull. 1975. Performance of nucellar grapefruit (Citrus Paradisi Macf.) on 13 rootstocks in south Texas. Journal of the American Society for Horticultural Science. 100: 48 - 51.
54. Zambosi F.B., D. Mattos Jr., J.A. Quaggio, H. Cantarella and R.M. Boaretto. 2013. Phosphorus Uptake by Young Citrus Trees in Low- P Soil Depends on Rootstock Varieties and Nutrient Management. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 44: 2107-2117.

Growth Trend, Nutritional Response, and Tolerace of Teroyer Citrange in Calcareous Soils

A. Asadi Kangarshahi [1]

Assistant professor, Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultuarl and Nutural Resources Research and Education, AREEO, Mazandaran, Iran. **kangarshahi@gmail.com**

Received: January 2018, Accepted: January 2019

Abstract

The area under citrus cultivation in Mazandaran Province amounts to 120,000 ha. The soils in the area contain calcium carbonate (lime) that increases as we move from the central to the eastern stretches of the province. Moreover, the citrus rootstock in the region (sour orange) is sensitive to the CTV disease. These considerations require a substitute rootstock that is not only tolerant or resistant to the disease but is also adaptable to calcareous soils. The present study was conducted to evaluate the vegetative and nutritional responses as well as tolerance of Troyer citrange to different levels of calcium carbonate (lime) in the soils in this region. More specifically, the study was conducted in a randomized complete block design to determine the response of Satsuma mandarin on Teroyer Citrange rootstock to the calcareous soils in eastern Mazandaran. The highest average dry shoot and root weights were obtained for soils with total and active lime contents of 14% and 5%, respectively. The highest leaf chlorosis levels were recorded for soils with active lime contents of 14% and 16% and total lime contents of 30 and 45%, respectively. Also, the highest and lowest increments in diameter were obtained with soils containing 9% and 25% lime, respectively. Soils with total lime contents of 14% and 30% yielded the highest total iron concentrations in the root. Mean total iron, manganese, and zinc concentrations, respectively, in the root were about 12.5, 8, and 4.6 times their concentrations in the leaves, indicating their accumulation and precipitation, especially iron and manganese, in the roots. Average leaf Mn concentrations were less than adequate in all the plants grown in all the soils, while available manganese in most soils was higher than optimal for citrus trees. Based on the results obtained, calcium and magnesium from among the high consumption elements recorded the highest while sulfur and phosphorus exhibited the least root to leaf transfer efficiencies. From among the low consumption elements, iron and manganese exhibited the least root to leaf transfer efficiency. In general, Teroyer Citrange is a semi-tolerant rootstock for calcareous soils and may not be recommended for cultivation in soils with total and active lime contents beyond 20% and 10%, respectively.

Keywords: Calcium carbonate, Citrus, Dry weight, Nutrients, Tolerance

1- Corresponding author: Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultuarl and Nutural Resources Research and Education, AREEO, Mazandaran, Iran.