مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۲ شماره ۲ صفحه های ۱۶۵ تا ۱۷۴ (۱۴۰۰)
مقاله پژوهشی

رشد رویشی و میزان عنصرهای معدنی پیوندک لیموشیرین پیوندشده روی پایه‌های مختلف در جنوب ایران[1]

Vegetative Growth and Nutrient Contents of Sweet Lime (*Citrus limetioides* Tan.) Scion Grafted on Different Rootstocks in Southern Iran

عبدالحسین ابوطالبی جهرمی* و حامد حسن‌زاده خانکهدانی[2]

چکیده

به‌منظور بررسی اثر پایه‌های مختلف مرکبات بر رشد رویشی و غلظت عنصرهای معدنی پیوندک لیموشیرین در شرایط خاک‌های آهکی، آزمایشی در خزانه در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی با چهار تکرار و کاربرد ۱۰ پایه مرکبات انجام شد. براساس نتیجه‌ها، بیش‌ترین طول و وزن خشک پیوندک روی پایه‌های لیموشیرین (به‌ترتیب ۳۷/۵ سانتی‌متر و ۱۹/۷ گرم) و ولکامرلمون (به‌ترتیب ۳۳/۹ سانتی‌متر و ۱۹/۱ گرم) و بیش‌ترین وزن تر و خشک ریشه روی پایه بکرایی (به‌ترتیب ۳۹/۰ و ۱۱/۶ گرم) مشاهده شد. پیوندک بیش‌ترین مقدار نیتروژن روی پایه کارا ماندارین (۳/۱۷ درصد)؛ پتاسیم، روی و منگنز روی پایه ولکامرلمون (به‌ترتیب ۲/۶۸ درصد، ۸۸/۵ و ۳۶/۰ میلی‌گرم‌برکیلوگرم)؛ کلسیم روی پایه لیسبون لمون (۴/۹ درصد)؛ منیزیم روی پایه کلمانتین (۱/۱ درصد)؛ آهن روی پایه پرتقال (۱۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و مس روی پایه مکزیکن لایم (۲۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) دارا بود. کمترین بور با پایه‌های بکرایی، نارنج، مکزیکن لایم، لیموشیرین و ولکامرلمون و سدیم با گریپ‌فروت، کاراماندارین و ولکامرلمون ثبت شد. درنهایت، مزیت نسبی پایه‌ها برای ایجاد ترکیب پیوندی با لیموشیرین تعیین شد. پایه‌های ولکامرلمون، لیموشیرین و بکرایی به‌ترتیب بیش‌ترین و پرتقال، کاراماندارین، لیسبون لمون، کلمانتین و گریپ‌فروت به‌ترتیب کم‌ترین امتیاز داشتند. مکزیکن لایم و نارنج به‌عنوان پایه‌های حد واسط قلمداد شدند.

واژه‌های کلیدی: پایه بکرایی، پایه لیموشیرین، پایه ولکامرلمون، خاک‌های آهکی.

مقدمه

دانهال‌های مرکبات به علت دا شتن دوره نونهالی، چندین سال طول می‌ک شد تا وارد مرحله میوه‌دهی شده و اغلب خاردار هستند. به‌طور کلی، بسیاری از رقم‌هایی که برای تولید میوه‌هایی با کیفیت بهینه گزینش می‌شوند، ریشه‌های مناسب ندارند و لازم است که این ارقام، روی پایه‌های دیگر پیوند زده شوند تا از ترکیب پایه و پیوندک، گیاهانی رضایت‌بخش تولید شود. برای بسیاری از گونه‌های گیاهی، پایه‌هایی وجود دارد که گیاهان پیوند شده روی آن‌ها می‌توانند شرایط نامساعد خاک، عوامل بیماری‌زا و آفات خاک‌زی و یا شرایط نامساعد اقلیمی را بهتر از زمانی که روی ریشه خود شان هستند، تحمل نمایند. انتخاب پایه‌های مناسب مقاوم به آفت‌ها و بیماری‌های گیاهی و سازگار با شرایط نامساعد اقلیمی، خاک و آب و نیز پیوندک‌هایی از بهترین ارقام تجارتی سازگار و دارای عملکرد، کیفیت و بازارپسندی مطلوب، یکی از مهم‌ترین چالش‌های صنعت مرکبات‌کاری و علم باغبانی است (۱۳). بررسی‌های انجام گرفته نشان می‌دهد که ویژگی‌های باغبانی یک درخت مرکبات زیر تاثیر برهمکنش اجزای ژنتیکی پایه و پیوندک قرار می‌گیرند. پایه‌های مرکبات روی قدرت پیوندک و اندازه آن‌ها، عملکرد محصول، اندازه میوه،

۱- تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۲۳

۲- به ترتیب دانشیار گروه علوم باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم و پژوهشگر بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (aa84607@gmail.com).

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.4.7]

کیفیت آب میوه، تحمل به سرما، خشکی، حالت غرقابی، شور و قلیایی بودن خاک و میزان عنصرهای معدنی موجود در برگ تأثیر زیادی دارند. همچنین پایه‌های مختلف از لحاظ سازگاری با خاک‌های با بافت‌های مختلف، پراکنش ریشه و وابستگی مایکوریزایی با هم متفاوت‌اند (۷). کمیت و کیفیت میوه، رسیدن میوه و رشد رویشی ارقام پیوندی در شرایط اقلیمی مختلف زیر تاثیر پایه‌های مختلف مرکبات قرار می‌گیرد (۶). سازگاری و کارایی پایه‌های مختلف مرکبات در جذب عنصرهای معدنی متفاوت است، بنابراین انتخاب پایه مناسب یکی از مهم‌ترین عوامل مدیریت تغذیه در باغ‌های مرکبات است (۲۵).

اندازه میوه مرکبات، به ویژه ارقام پرتقال وا شنگتن ناول[۱] و والنسیا[۲] به شدت زیر تاثیر نوع پایه قرار می‌گیرد (۱۳). رامین و علیرضانژاد (۱۸) پایه‌های ولکامرلمون[۳] و کلئوپاترا ماندارین[۴] را به عنوان مناسب‌ترین پایه‌ها برای دو رقم گریپ‌فروت رابی رد[۵] و مارش[۶] در منطقه دزفول معرفی کردند. در یک پژوهش، پایه نارنج از نظر میزان جذب عنصرهای کلسیم، روی و سدیم برتر از پایه‌های کاریزو و تروير سیترنج[۷] معرفی شده است (۱۳). در پژوهشی، Forner-Giner و همکاران (۹) بیش‌ترین عملکرد و درشت‌ترین میوه پرتقال ناولیت[۸] را روی پایه ولکامرلمون مشاهده کردند. در گزارشی Ahmed و همکاران (۳) پایه ولکامرلمون را به عنوان یک جایگزین مناسب برای راف لمون[۹] در صنعت مرکبات‌کاری پاکستان به‌ویژه برای نارنگی کینو[۱۰] معرفی کردند. در گزارش Yeşiloğlu و همکاران (۲۴) دو پایه کاریزو و تروير سیترنج را به عنوان پایه‌های امیدبخش برای بهبود کیفیت میوه گریپ‌فروت هندرسون[۱۱] پیشنهاد شده است. در رابطه با اثر پایه‌های مرکبات بر کیفیت میوه ارقام پیوندشده روی آن‌ها، Benjamin و همکاران (۵) گزارش کردند که طعم برخی از رقم‌های مرکبات پیوندشده روی پایه نارنج به دلیل مقادیر بیشتر مواد جامد محلول و اسید کل و نیز میزان بیشتر مواد فرار، بهتر از ارقام پیوندشده روی پایه ولکامرلمون بود.

لیموشیرین یکی از محصول‌های تولیدی شهرستان جهرم است که بخش عمده‌ای از باغ‌های این شهرستان را به خود اختصاص داده است. سطح زیر کشت بارور و میزان تولید آن در ایران به ترتیب بالغ بر ۲۷ هزار هکتار و ۹۱۸ هزار تن است (۲). افزایش این گیاه به‌وسیله بذر، قلمه و یا پیوند روی پایه‌های مختلف صورت می‌گیرد. با توجه به اهمیت این محصول در صنعت پرورش مرکبات جنوب کشور و کمبود اطلاعات کافی در زمینه کارایی پایه‌های مختلف، در ترکیب با پیوندک لیموشیرین در شرایط خاک‌های آهکی، پژوهش حاضر انجام شد. در نهایت، پاسخ‌های رویشی پیوندک لیموشیرین و میزان عنصرهای معدنی آن روی ۱۰ پایه مختلف مطالعه شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی در گلخانه دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم انجام شد. بدین منظور بذرهای ۱۰ رقم مرکبات شامل لیموشیرین (*Citrus limettioides* Tan.)، بکرایی (*C. limettioides* Tan.×*C. jambhiri* Lush.)، ولکامرلمون (*C. volkameriana* Ten. and Pasq.)، نارنج (*C. aurantium* L.)، پرتقال محلی (*C. sinensis* L. Osbeck)، مکزیکن لایم (*C. aurantifolia* Swingle)، گریپ‌فروت (*C. paradisi* Macf.)، نارنگی کارا (Owari Satsuma×King tangor)، نارنگی کلمانتین (*C. clementina* Hort. ex. Tan.) و لیسبون‌لمون (*C. lemon* L. Burm.f)، از میوه‌های به‌طور کامل رسیده به مقدار لازم برای هر رقم تهیه شد. بذرها پس از گندزدایی با قارچ‌کش تیلت به غلظت ۲ در هزار، در گلدان‌های ۵ لیتری حاوی خاک غالب منطقه (خاک آهکی با pH برابر ۷/۹۶ و بافت لومی، جدول ۱) به تعداد ۳۰ عدد در هر گلدان و تعداد ۴ گلدان برای هر رقم کشت شد. آبیاری گلدان‌ها، با آب چاه با هدایت الکتریکی ۸۵۰ میکروموس انجام شد. پس از این که دانهال‌ها به مرحله ۵ برگی رسیدند، یک دانهال از مجموع دانهال‌های به‌طور کامل یکنواخت انتخاب و بقیه حذف شدند. پس از گذشت ۷ ماه از زمان کاشت بذر، عمل کوپیوند با استفاده از پیوندک لیموشیرین، به روش سپری روی دانهال‌ها انجام شد. پس از گذشت ۱۵ روز از زمان انجام کوپیوند، نوارهای دور محل پیوند باز و پایه از بالای محل پیوند خم و پس از آن که پیوندک‌ها مقداری رشد کردند، پایه از ۵ سانتی‌متری بالای محل پیوند قطع شد. در خلال دوره رشد پیوندک‌ها، جوانه‌های رشدکرده پایه، پیوسته حذف شدند. به پیوندک‌ها مدت ۵ ماه اجازه رشد داده شد و پس از آن میزان رشد طولی پیوندک به وسیله متر فلزی، قطر ساقه پیوندک در ۱۰ سانتی‌متری بالای محل پیوند به وسیله کولیس و شاخص سبزینگی در برگ‌های پیوندک به وسیله

۱- Washington Navel ۲- Valencia ۳- Volkamer lemon ۴- Cleopatra mandarin ۵- Ruby Red
۶- Marsh ۷- Carrizo and Troyer citrange ۸- Navelate ۹- Rough lemon ۱۰- Kinnow ۱۱- Henderson

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.4.7]

دستگاه کلروفیل‌سنج (SPAD, Minolta Japon) اندازه‌گیری شد. با اندازه‌گیری غلظت کلروفیل در تعداد ۱۰ نمونه برگ به روش عصاره‌گیری با استون و دستگاه اسپکتروفوتومتر (Shimadzu UV-120-02)، تبدیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری میزان کلروفیل به میلی‌گرم در گرم وزن تازه برگ انجام شد (۴).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده.

Table 1. Physical and chemical properties of the used soil.

ویژگی Parameter (%)	مقدار Value	عناصر Elements (mg/kg)	مقدار Value
شن Sand	50	فسفر P	2.92
سیلت Silt	36	پتاسیم K	190
رس Clay	14	آهن Fe	2.96
کربن آلی O.C	0.64	مس Cu	0.48
درصد مواد خنثی شونده T.N.V	56	روی Zn	0.36
نیتروژن کل Total N	0.061	منگنز Mn	0.31
پی‌اچ pH	7.96	هدایت الکتریکی $EC \times 10^3$	0.71
درصد اشباع S.P	36	-	-

در پایان آزمایش تک‌تک گیاهان از گلدان خود با احتیاط خارج شدند، قسمت‌های هوایی از محل پیوند قطع و ریشه‌ها در آب به‌طور کامل شسته شدند. وزن تر قسمت هوایی و ریشه هر گیاه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک قسمت هوایی و ریشه‌ها، هر بخش به‌طور جداگانه در آون با دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. جهت اندازه‌گیری مقدار عنصرهای معدنی در قسمت هوایی، شاخ و برگ هر گیاه به‌طور جداگانه آسیاب شد. با استفاده از ۰/۳ گرم از پودر گیاهی و به وسیله دستگاه میکروکجدال مقدار نیتروژن کل اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری سایر عنصرها ابتدا نیم گرم پودر گیاهی در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس خاکستر شد و عصاره گیاهی تهیه گردید. سپس با استفاده از عصاره، مقدار پتاسیم و سدیم به روش شعله‌سنجی با دستگاه فلیم‌فتومتر و کلسیم، منیزیم، آهن، روی، مس و منگنز به وسیله دستگاه جذب اتمی و مقدار فسفر و بور به روش Levy و Lifshitz (۱۴) توسط اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. برای بررسی بهینه‌بودن داده‌های ثبت‌شده، از آزمون‌های Kolmogorov-Smirnov و Shapiro-Wilk و نرم‌افزار SPSS 20.0 استفاده شد و پس از اطمینان از بهینه‌بودن داده‌ها، تجزیه و تحلیل آماری توسط نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD انجام شد.

به منظور محاسبه مزیت نسبی پایه‌ها و انتخاب پایه‌های برتر، گروه‌های آماری حاصل از مقایسه میانگین‌ها امتیازدهی شدند و جمع امتیازهای مربوط به ۱۸ ویژگی مورد مطالعه برای هر پایه به عنوان شاخص مزیت نسبی در نظر گرفته شد. در این رابطه، با توجه به شرایط خاک‌های جنوب ایران و مزیت جذب کمتر عنصرهای بور و سدیم، بیش‌ترین امتیاز مربوط به عنصرهای معدنی بور و سدیم به پایه‌هایی تعلق گرفت که کمترین میزان از این دو عنصر را در پیوندک القاء نمودند. در امتیازدهی، به هر یک از حرف‌های حاصل از مقایسه میانگین اعداد صحیح اختصاص داده شد. به‌طور مثال، در صورتی که حرف‌های حاصل از مقایسه میانگین شامل a، b، c، d، e و f بود، در همه ویژگی‌ها به‌جز عنصرهای بور و سدیم، به آن‌ها به ترتیب اعداد ۶، ۵، ۴، ۳، ۲ و ۱ اختصاص داده شد. در مواردی که میانگین دارای حرف‌های تلفیقی مانند ab بود، میانگین اعداد این دو حرف (در مثال بالا ۵/۵) به‌عنوان امتیاز در نظر گرفته شد.

نتایج

تجزیه واریانس ویژگی‌های مورد بررسی

براساس نتیجه‌های تجزیه واریانس داده‌ها، اثر نوع پایه مورد استفاده بر محتوای فسفر در سطح احتمال ۵٪ و بر بقیه ویژگی‌ها در سطح ۱٪ معنی‌دار بود.

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.4.7]

ویژگی‌های رشدی پیوندک و میزان کلروفیل برگ لیموشیرین روی پایه‌های مختلف

ویژگی‌های رشدی پیوندک لیموشیرین روی پایه‌های مختلف، متفاوت بود. بیشترین طول پیوندک روی پایه‌های لیموشیرین و ولکامرلمون (به‌ترتیب ۳۷/۵ و ۳۳/۹ سانتی‌متر) ثبت شد و از این نظر تفاوت آماری معنی‌داری بین پایه لیموشیرین با تمام پایه‌ها غیر از ولکامرلمون وجود داشت. کمترین طول پیوندک ترکیب‌های پیوندی روی پایه‌های گریپ‌فروت، لیسبون لمون، پرتقال و کلمانتین (به‌ترتیب، ۸/۶، ۹/۵، ۱۱/۰ و ۱۲/۵ سانتی‌متر) مشاهده شد و تفاوت آماری بین پایه‌های بیان‌شده وجود نداشت (جدول ۲). بیشترین قطر پیوندک (۵/۴ میلی‌متر) با تفاوت معنی‌دار روی پایه لیموشیرین و کمترین آن (۳/۰ میلی‌متر) روی پایه لیسبون لمون ثبت شد که تفاوت معنی‌داری بین قطر پیوندک پیوندشده روی این پایه و پایه‌های پرتقال و ولکامرلمون وجود نداشت (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین ویژگی‌های رویشی پیوندک لیموشیرین روی پایه‌های مختلف.

Table 2. Mean comparison of vegetative traits in scion of sweet lime on different rootstocks.

پایه Rootstock	ویژگی Trait: طول پیوندک Scion length (cm)	قطر پیوندک Scion diameter (mm)	وزن تر پیوندک Scion fresh weight (g)	وزن خشک پیوندک Scion dry weight (g)	کلروفیل پیوندک Scion chlorophyll (mg/g)	وزن تر ریشه Root fresh weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)
لیموشیرین Sweet lime	37.5^{a}	5.4^{a}	58.0^{a}	19.7^{a}	5.5^{b}	28.7^{b}	9.9^{b}
ولکامرلمون Volkamer lemon	33.9^{ab}	3.3^{ef}	43.5^{b}	19.1^{b}	5.0^{de}	28.2^{b}	8.9^{b}
بکرایی Bakraei	32.0^{bc}	3.8^{cd}	41.7^{b}	18.4^{c}	5.1^{cd}	39.0^{a}	11.6^{a}
نارنج Sour orange	28.6^{cd}	4.0^{bc}	38.4^{c}	14.2^{d}	5.6^{b}	22.8^{c}	6.1^{c}
مکزیکن لایم Mexican lime	25.6^{d}	3.6^{de}	59.1^{a}	18.1^{c}	5.8^{a}	34.8^{a}	9.4^{b}
کارا ماندارین Kara mandarin	17.0^{e}	4.0^{bc}	10.4^{f}	3.4^{g}	4.7^{f}	10.1^{g}	2.9^{e}
کلمانتین Clementine	12.5^{f}	4.2^{b}	19.7^{e}	7.1^{f}	4.9^{e}	11.7^{fg}	3.9^{de}
پرتقال Sweet orange	11.0^{f}	3.3^{ef}	7.3^{g}	2.4^{h}	5.2^{c}	15.0^{ef}	4.4^{d}
لیسبون لمون Lisbon lemon	9.5^{f}	3.0^{f}	6.3^{g}	1.8^{i}	5.2^{c}	17.0^{de}	4.9^{cd}
گریپ‌فروت Grapefruit	8.6^{f}	4.0^{bc}	22.4^{d}	8.2^{e}	5.2^{c}	19.8^{cd}	6.1^{c}

Means in each column with at least a same letter are not significantly different according to PLSD (P<0.05).

میانگین‌های موجود در هر ستون که دستکم دارای یک حرف مشترک هستند، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون PLSD ندارند.

بیشترین وزن تر پیوندک روی پایه‌های مکزیکن لایم و لیموشیرین (به‌ترتیب ۵۹/۱ و ۵۸/۰ گرم) مشاهده شد که با هم تفاوت معنی‌داری ندا شتند. کمترین وزن تر پیوندک روی پایه‌های لی سبون لمون و پرتقال (به‌ترتیب ۶/۳ و ۷/۳ گرم) مشاهده شد که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). بیشترین وزن خشک پیوندک (۱۹/۷ گرم) روی پایه لیموشیرین و کمترین آن (۱/۸ گرم) روی پایه لیسبون لمون ثبت شد. در این رابطه بین پایه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت، اما بین بکرایی و مکزیکن لایم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). میزان کلروفیل در برگ پیوندک روی پایه‌های مختلف متفاوت بود. بالاترین میزان کلروفیل (۵/۸ میلی‌گرم در گرم برگ تازه) در برگ‌های پیوندک روی پایه

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.4.7]

مکزیکن لایم و کمترین آن (۴/۷ میلی‌گرم در گرم برگ تازه) در برگ‌های پیوندک روی پایه کارا ماندارین مشاهده شد (جدول ۲). وزن تر و خشک ریشه نیز در پایه‌های مورد بررسی متفاوت بود و بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیشترین وزن تر و خشک ریشه (به‌ترتیب، ۳۹/۰ و ۱۱/۶ گرم) مربوط به پایه بکرایی و کمترین آن (به‌ترتیب، ۱۰/۱ و ۲/۹ گرم) مربوط به کارا ماندارین بود. در رابطه با وزن تر ریشه، پایه مکزیکن لایم اختلاف معنی‌داری با پایه بکرایی نداشت (جدول ۲).

اثر پایه بر میزان عنصرهای پرمصرف در پیوندک لیموشیرین

بسته به نوع پایه میزان عنصرهای پرمصرف در پیوندک لیموشیرین متفاوت بود. پایه‌های مختلف مقادیر متفاوتی نیتروژن را در پیوندک‌های خود داشتند. بالاترین میزان نیتروژن (۳/۱۷ درصد) روی پایه کارا ماندارین و کمترین آن روی پایه‌های گریپ‌فروت و کلمانتین (به‌ترتیب، ۱/۴۷ و ۱/۶۸ درصد) مشاهده شد و تفاوت معنی‌داری بین پایه‌های گریپ‌فروت و کلمانتین وجود نداشت. همچنین تفاوت معنی‌داری بین لیموشیرین و لیسبون لمون مشاهده نشد. در رابطه با میزان نیتروژن پیوندک، بین ترکیب‌های پیوندی روی پایه‌های بکرایی، پرتقال، مکزیکن لایم، نارنج و ولکامرلمون نیز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین میزان عنصرهای معدنی پرمصرف در برگ‌های لیموشیرین زیر تاثیر نوع پایه.

Table 3. Mean comparison of macro-elements content in sweet lime leaves as influenced by rootstock type.

پایه Rootstock	عنصرهای پرمصرف Macro-elements				
	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphorous	پتاسیم Potassium	کلسیم Calcium	منیزیم Magnesium
	%				
لیموشیرین Sweet lime	2.86^{b}	0.181^{ab}	2.31^{ab}	3.54^{de}	0.36^{e}
ولکامرلمون Volkamer lemon	2.07^{c}	0.160^{abc}	2.68^{a}	4.30^{bc}	0.45^{d}
بکرایی Bakraei	2.33^{c}	0.190^{a}	2.31^{ab}	3.96^{cd}	0.36^{e}
نارنج Sour orange	2.07^{c}	0.167^{abc}	1.94^{bc}	3.35^{e}	0.33^{ef}
مکزیکن لایم Mexican lime	2.07^{c}	0.162^{abc}	2.31^{ab}	3.55^{de}	0.27^{f}
کارا ماندارین Kara mandarin	3.17^{a}	0.130^{abc}	1.50^{cd}	4.30^{bc}	0.80^{c}
کلمانتین Clementine	1.68^{d}	0.100^{c}	1.13^{d}	4.20^{bc}	1.10^{a}
پرتقال Sweet orange	2.20^{c}	0.160^{abc}	1.41^{d}	4.70^{ab}	0.80^{c}
لیسبون لمون Lisbon lemon	2.66^{b}	0.110^{bc}	2.10^{b}	4.90^{a}	1.00^{b}
گریپ‌فروت Grapefruit	1.47^{d}	0.150^{abc}	1.40^{d}	4.50^{bc}	0.80^{c}

Means in each column with same letter are not significantly difference according to PLSD ($p<0.05$).

میانگین‌های موجود در هر ستون، که دستکم دارای یک حرف مشترک هستند، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون PLSD ندارند.

میزان فسفر نیز زیر تاثیر نوع پایه قرار داشت. بالاترین میزان فسفر (۰/۱۹ درصد) در پیوندک روی پایه بکرایی مشاهده شد که تنها با پایه‌های کلمانتین و لیسبون لمون تفاوت معنی‌داری داشت. کمترین میزان فسفر پیوندک روی دو پایه کلمانتین و لیسبون لمون (به‌ترتیب، ۰/۱۰ و ۰/۱۱ درصد) ثبت شد که تنها با پایه بکرایی تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳). میزان پتاسیم در پیوندک به شدت زیر تاثیر نوع پایه قرار داشت. بالاترین میزان پتاسیم (۲/۶۸ درصد) در پیوندک روی پایه ولکامرلمون

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.4.7]

ثبت شد که با پایه‌های لیموشیرین، مکزیکن لایم و بکرایی اختلاف معنی‌داری نداشت. در مقابل، کمترین میزان پتاسیم مربوط به پیوندک روی پایه‌های کلمانتین، گریپ‌فروت، پرتقال و کارا ماندارین (به‌ترتیب، ۱/۱۳، ۱/۴۰ و ۱/۴۱، ۱/۵۰ درصد) بود و تفاوت معنی‌داری بین این چهار پایه مشاهده نشد (جدول ۳).

میزان کلسیم نیز زیر تاثیر نوع پایه قرار داشت. بالاترین میزان کلسیم (۴/۹ درصد) در پیوندک روی پایه لیسبون لمون و کمترین آن (۳/۳۵ درصد) در پیوندک روی پایه نارنج ثبت شد. در این رابطه اختلاف معنی‌داری بین لیسبون لمون و پرتقال مشاهده نشد. همچنین اختلاف معنی‌داری بین پایه‌های نارنج، لیموشیرین و مکزیکن لایم وجود نداشت (جدول ۳). بالاترین میزان منیزیم (۱/۱ درصد) در پیوندک روی پایه کلمانتین و کمترین آن (۰/۲۷ درصد) در پیوندک روی پایه مکزیکن لایم وجود داشت. در این رابطه پایه مکزیکن لایم تفاوت معنی‌داری با پایه نارنج نداشت (جدول ۳).

اثر پایه بر غلظت عنصرهای کم‌مصرف و سدیم در پیوندک لیموشیرین

میزان آهن در پیوندک زیر تاثیر نوع پایه به‌طور معنی‌داری متفاوت بود. در این رابطه بالاترین میزان آهن (۱۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مربوط به پیوندک روی پایه پرتقال و کمترین آن (۴۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) روی پایه مکزیکن لایم بود. بین دو پایه مکزیکن لایم و نارنج اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). بالاترین میزان عنصر روی (۸۸/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در پیوندک روی پایه ولکامر لمون و کمترین آن در پیوندک روی پایه‌های لیسبون لمون، پرتقال و کارا ماندارین (به‌ترتیب، ۳۵/۰، ۴۰/۰ و ۴۱/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. در این رابطه بین پیوندک‌ها روی پایه‌های لیموشیرین و بکرایی از نظر میزان عنصر روی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین بین پایه‌های لیسبون لمون، پرتقال و کارا ماندارین تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

پایه‌های مختلف بر میزان مس موجود در پیوندک نیز تأثیر معنی‌داری داشتند. بالاترین میزان مس در پیوندک روی دو پایه مکزیکن لایم و نارنج (به‌ترتیب، ۲۰/۵ و ۱۸/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) ثبت شد که با پایه بکرایی اختلاف معنی‌داری نداشتند. کمترین میزان مس در پیوندک روی پایه‌های گریپ‌فروت، پرتقال، لیسبون لمون، کارا ماندارین و کلمانتین (به‌ترتیب، ۷/۵، ۸/۰، ۸/۰، ۸/۱ و ۸/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) وجود داشت و تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. در این رابطه بین پیوندک‌ها روی پایه‌های ولکامرلمون، لیموشیرین و بکرایی نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

نوع پایه بر میزان منگنز در پیوندک تأثیر معنی‌داری داشت. بالاترین میزان منگنز (۳۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در پیوندک روی پایه ولکامرلمون و کمترین آن (۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در پیوندک روی پایه کارا ماندارین ثبت شد به طوری که بین پایه‌های کارا ماندارین، گریپ‌فروت، کلمانتین و پرتقال اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در رابطه با میزان منگنز بین پیوندک‌ها روی پایه‌های لیموشیرین، مکزیکن لایم، بکرایی، نارنج و لیسبون لمون اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

میزان بور در پیوندک به میزان کمتری نسبت به بقیه عنصرهای کم‌مصرف زیر تاثیر نوع پایه قرار گرفت. در این رابطه بالاترین میزان بور در پیوندک روی پایه لیسبون لمون (۲۳/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد که با پایه‌های پرتقال، گریپ‌فروت، کارا ماندارین و کلمانتین تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین میزان بور مربوط به پیوندک روی پایه بکرایی (۹/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود که با پایه‌های نارنج، مکزیکن لایم، لیموشیرین و ولکامرلمون اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴).

آخرین عنصر اندازه‌گیری‌شده سدیم بود که بالاترین میزان سدیم (۰/۱۵۰ درصد) در پیوندک روی پایه نارنج و کمترین آن (۰/۰۲۱ درصد) در پیوندک روی پایه گریپ‌فروت به دست آمد به طوری که اختلاف معنی‌داری بین پایه گریپ‌فروت با پایه‌های کارا ماندارین، ولکامرلمون، کلمانتین و بکرایی مشاهده نشد. همچنین تفاوت معنی‌داری بین پایه‌های پرتقال، مکزیکن لایم و لیموشیرین وجود نداشت (جدول ۴).

با توجه به شاخص مزیت نسبی، پایه‌های ولکامرلمون، لیموشیرین و بکرایی با کسب امتیاز بیش از ۷۰، به‌ترتیب به عنوان سه پایه برتر برای پیوندک لیموشیرین در شرایط این آزمایش معرفی شدند (شکل ۱). پایه‌های مکزیکن لایم و نارنج به ترتیب با کسب امتیاز ۶۵ و ۶۰، در رده‌های بعدی قرار داشتند. در مقابل، پایه‌های گری‌فروت، کلمانتین، لیسبون لمون، کارا ماندارین و پرتقال با کسب امتیازهای کمتر به‌ترتیب در رده‌های بعدی قرار داشتند.

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.4.7]

جدول ۴- مقایسه میانگین میزان عنصرهای معدنی کم‌مصرف و سدیم در برگ‌های لیموشیرین زیر تاثیر نوع پایه.

Table 4. Mean comparison of micro-elements and sodium content in sweet lime leaves as influenced by rootstock type.

Rootstock پایه	عنصرهای کم‌مصرف micro-elements					سدیم Sodium (%)
	آهن Iron	روی Zinc	مس Copper	منگنز Manganese	بور Boron	
	mg/kg					
لیموشیرین Sweet lime	51^{f}	75.8^{b}	14.5^{b}	24^{b}	10.06^{b}	0.075^{bc}
ولکامرلمون Volkamer lemon	86^{c}	88.5^{a}	14.0^{b}	36^{a}	11.31^{b}	0.040^{de}
بکرایی Bakraei	55^{f}	75.2^{b}	17.0^{ab}	23^{b}	9.03^{b}	0.048^{de}
نارنج Sour orange	48^{fg}	62.2^{c}	18.5^{a}	21^{bc}	9.48^{b}	0.150^{a}
مکزیکن لایم Mexican lime	420^{g}	54.0^{cd}	20.5^{a}	24^{b}	9.48^{b}	0.094^{b}
کارا ماندارین Kara mandarin	81^{c}	41.0^{ef}	8.1^{c}	11^{e}	21.70^{a}	0.032^{de}
کلمانتین Clementine	107^{b}	53.0^{d}	8.6^{c}	14de	21.20^{a}	0.046^{de}
پرتقال Sweet orange	126^{a}	40.0^{f}	8.0^{c}	16^{cde}	22.70^{a}	0.100^{b}
لیسبون لمون Lisbon lemon	73^{d}	35.0^{f}	8.0^{c}	19^{bcd}	23.70^{a}	0.060^{cd}
گریپ‌فروت Grapefruit	64^{e}	49.0^{de}	7.5^{c}	14de	21.90^{a}	0.021^{e}

Means in each column with same letter are not significantly difference according to PLSD ($p<0.05$).

میانگین‌های موجود در هر ستون، که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون PLSD ندارند.

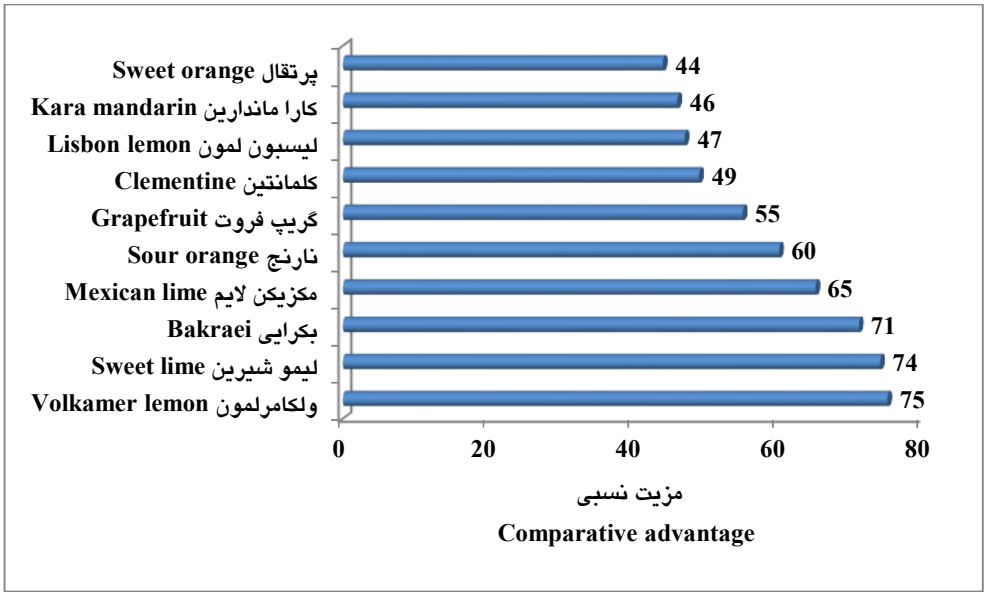

Fig. 1. Comparative advantage of the studied rootstocks based on the 18 evaluated attributes for sweet lime scion.

شکل ۱- مزیت نسبی پایه‌های مورد بررسی براساس ۱۸ ویژگی ارزیابی شده برای پیوندک لیموشیرین.

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.4.7]

بحث

بر اساس نتیجه‌های این پژوهش پایه تأثیر زیادی بر میزان رشد رویشی پیوندک لیموشیرین داشت که با گزارش سایر پژوهشگران (۷، ۸) در مورد رقم‌های مختلف مرکبات، همسویی دارد. بر اساس نتیجه‌های حاصل از ویژگی‌های رویشی در پژوهش حاضر، پایه‌های لیموشیرین، بکرایی، مکزیکن لایم و ولکامرلمون در یک دوره زمانی مشخص، رشد رویشی خیلی بیشتری نسبت به سایر پایه‌ها در پیوندک لیمو شیرین القا کردند. همانند این نتیجه‌ها، نتیجه‌های به‌دست آمده توسط سایر پژوهشگران (۱۰، ۲۳) نیز حاکی از تفاوت وزن خشک پیوندک بسته به نوع پایه بوده است. اختلاف در مقدار کلروفیل پیوندک در ترکیب‌های مختلف پیوندی بین پایه‌ها را می‌توان به اختلاف پایه‌ها در جذب و ارسال عنصرهای معدنی به پیوندک نسبت داد. این موضوع توسط دیگر پژوهشگران (۱۱، ۲۲)، در سایر رقم‌های پیوندی مرکبات نیز گزارش شده است. در پژوهش حاضر میزان کلروفیل در برگ پیوندک لیمو شیرین روی پایه ولکامرلمون در سطح بالایی قرار نداشت. تدین و معاف‌پوریان (۱۹) نیز کمترین میزان کلروفیل را در پیوندک ارقام پرتقال روی پایه ولکامرلمون گزارش نمودند. در مقابل، Cimen و همکاران (۶) بیش‌ترین غلظت کلروفیل را در برگ پرتقال ناولینا پیوندشده روی پایه ولکامرلمون ثبت کردند. با وجود بالا بودن میزان کلروفیل در برگ پیوندک لیمو شیرین روی پایه مکزیکن لایم، میزان عنصرهای معدنی مرتبط با کلروفیل مانند آهن و نیتروژن در پیوندک روی پایه بیان‌شده در سطح بالایی قرار نداشت، اما میزان عنصرهایی مانند فسفر، پتاسیم، مس و منگنز در پیوندک روی پایه مکزیکن لایم در سطح بالایی قرار داشت. ابوطالبی (۱) نشان داد که با وجود بالا بودن میزان عنصرهای منیزیم، آهن و روی در برگ پیوندک اورلاندو تانجلو[1] روی پایه مکزیکن لایم، میزان کلروفیل در پیوندک روی این پایه در سطح بالایی قرار نداشت.

در پژوهش حاضر، میزان رشد رویشی پیوندک لیمو شیرین روی پایه نارنج در سطح متوسطی قرار داشت. به طور مشابه Dubey و Sharma (۷) گزارش کردند که استفاده از پایه نارنج میزان رشد درختان لمون کاگزی‌کالان[2] را محدود کرد. در مقابل، بسیاری از پژوهشگران گزارش نمودند که درختان پیوندشده روی پایه ولکامرلمون قوی و زودبارده بودند (۶، ۸، ۱۵). تولیدکنندگان نهال بیشتر پایه‌هایی را انتخاب می‌کنند که رشد رویشی مناسبی داشته و سریع آماده پیوند می‌شوند. قطر مناسب پایه در زمان پیوند، یکی از مهم‌ترین پارامترهای انتخاب پایه است.

بر اساس نتیجه‌های حاصل از اندازه‌گیری عنصرهای پرمصرف در پیوندک و با استفاده از مقادیر بهینه این عنصرها در پیوندک مرکبات گزارش شده توسط Tomas و همکاران (۲۰)، مقدار نیتروژن برگ پیوندک لیموشیرین روی پایه‌های لیموشیرین، لیسبون لمون و کارا ماندارین در حد بهینه، روی بقیه پایه‌ها زیر حد بهینه و روی پایه‌های کلمانتین و گریپ‌فروت در حد کمبود بود. میزان فسفر پیوندک روی همه پایه‌ها به جز لیسبون لمون و کلمانتین، میزان پتاسیم پیوندک روی همه پایه‌ها به جز کلمانتین، میزان کلسیم پیوندک روی همه پایه‌ها و میزان منیزیم پیوندک روی همه پایه‌ها به جز مکزیکن لایم در حد بهینه بود. اختلاف در مقدار عنصرهای پرمصرف در پیوندک زیر تاثیر نوع پایه توسط سایر پژوهشگران (۱۷، ۱۲، ۷، ۲۱) در مورد دیگر ترکیب‌های پایه و پیوندک مرکبات گزارش شده است. در رابطه با ۵ عنصر پرمصرف اندازه‌گیری شده در پژوهش حاضر، پایه‌های لیسبون لمون، کارا ماندارین و ولکامرلمون بیش‌ترین مقدار این عنصرها را به پیوندک انتقال دادند. کمترین انتقال عنصرهای پرمصرف در پایه‌های نارنج، مکزیکن لایم، گریپ‌فروت و کلمانتین مشاهده شد.

بر اساس نتیجه‌های تجزیه عنصرهای کم‌مصرف در پژوهش حاضر، پایه‌ها اثر بسیار معنی‌داری بر میزان عنصرهای کم‌مصرف در پیوندک لیموشیرین داشتند که با نتیجه‌های دیگر پژوهشگران در رقم‌های مختلف مرکبات همخوانی دارد. در پژوهش حاضر، بیش‌ترین مقدار روی و منگنز در پیوندک لیمو شیرین روی پایه ولکامرلمون مشاهده شد. با مقایسه میزان عنصرهای معدنی کم‌مصرف اندازه‌گیری شده با مقادیر بهینه گزارش شده توسط Tomas و همکاران (۲۰) مشخص شد که مقدار عنصرهای روی و مس در پیوندک روی همه پایه‌ها، مقدار منگنز در پیوندک روی پایه ولکامرلمون و میزان آهن در پیوندک روی همه پایه‌ها به جز لیموشیرین، مکزیکن لایم، نارنج و بکرایی در حد بهینه بود. میزان بور در پیوندک روی همه پایه‌ها کمتر از حد بهینه و در پیوندک روی پایه‌های لیمو شیرین، مکزیکن لایم، نارنج، بکرایی و ولکامرلمون در حد کمبود بود. مقدار سدیم

۱- Orlando tangelo

۲- Kagzi Kalan

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.4.7]

تنها در پیوندک روی پایه نارنج بیشتر از حد بهینه بود. با توجه به پایین بودن مقدار سدیم در پیوندک لیموشیرین روی پایه ولکامرلمون می‌توان امیدوار بود که این پایه بتواند نمک را در ریشه خود نگهداشته و در شرایط شور آن را به پیوندک ارسال نکند. تفاوت در مقدار سدیم در برگ پیوندک روی پایه‌های مختلف ناشی از تفاوت پایه‌ها در جذب و ارسال سدیم به پیوندک است. گزارش شده است که برخی از پایه‌های مرکبات از ارسال سدیم به پیوندک ممانعت به عمل می‌آورند (۳).

مقادیر پایین بور در پیوندک لیموشیرین روی پایه‌های بکرایی، نارنج، مکزیکن لایم، لیموشیرین و ولکامرلمون نشانه امیدوارکننده‌ای از مناسب بودن این پایه‌ها برای مناطق جنوبی ایران است که در برابر سمیت بور قرار دارند. تدین و معافپوریان (۱۹) گزارش کردند که مکانیسم تحمل در برابر سمیت بور مربوط به نوع پیوندک و تأثیر آن در جذب بور از خاک است و بر این اساس گزارش نمودند ولکامرلمون بیش‌ترین جذب بور را در ترکیب‌های پیوندی با ارقام مختلف پرتقال داشته است. با توجه به شاخص مزیت نسبی و برتری پایه ولکامرلمون در بسیاری از ویژگی‌های مورد بررسی، نتیجه‌های به‌دست آمده در پژوهش حاضر، با یافته‌های دیگر پژوهشگران در استفاده از این پایه برای دیگر رقم‌های مرکبات مانند پرشین‌لایم (۱۶)، رقم‌های رابی رد و مارش گریپ‌فروت (۱۸) و پرتقال ناولیت (۱۹) همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی می‌توان گفت نوع پایه تأثیر زیادی بر رشد رویشی و میزان مواد معدنی موجود در پیوندک دارد و این نوع پژوهش‌ها می‌تواند راهنمای خوبی برای انتخاب نوع پایه باشد. براساس نتیجه‌های این آزمایش، می‌توان توصیه کرد که چگونگی مصرف عنصرهای معدنی در مرحله تولید نهال مرکبات بر اساس نوع پایه و پیوندک و همچنین شرایط خاک صورت گیرد. از یافته‌های این آزمایش، می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به شرایط این آزمایش، پایه‌های ولکامرلمون، لیموشیرین و بکرایی برای تولید درختان پیوندی لیموشیرین مناسب هستند.

References منابع

1. Aboutalebi, A. 2010. Effect of different citrus rootstocks on Orlando Tangelo leaf chlorophyll content and mineral element concentrations. J. Plant Prod. 17(3): 81-88.
2. Ahmadi, K., H.R. Ebadzadeh, F. Hatami, R. Hoseinpoor and H. Abdeshah. 2019. Agricultural Statistics, Vol. 3: Horticultural Products. Information Technology Center, Deputy of Planning and Economy, Ministry of Jihad Agriculture.
3. Ahmed, W., M.A. Nawaz, M.A. Iqbal and M.M. Khan. 2007. Effect of different rootstocks on plant nutrient status and yield in Kinnow mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). Pak. J. Bot. 39(5): 1779-1786.
4. Arnon, D.I. 1956. Photosynthesis by isolated chloroplast. IV. General concept and comparison of three photochemical reactions. Biochem. Biophys. Acta. 20: 440-461.
5. Benjamin, G., Z. Tietel and R. Porat. 2013. Effects of rootstock/scion combinations on the flavor of citrus fruit. J. Agri. Food Chem. 61: 11286-11294. http://doi:10.1021/jf402892p.
6. Cimen, B., T. Yesiloglu, M. Incesu and B. Yilmaz. 2014. Growth and photosynthetic response of young 'Navelina' trees budded on to eight citrus rootstocks in response to iron deficiency. N. Z. J. Crop Hort. Sci. 42: 170-182. http://doi:10.1080/01140671. 2014.885064.
7. Dubey, A.K. and R.M. Sharma. 2016. Effect of rootstocks on tree growth, yield, quality and leaf mineral composition of lemon (*Citrus limon* (L.) Burm. Sci. Hort. 200: 131-136. http://doi:10.1016/j.scienta.2016.01.013.
8. Forner-Giner, M.A., J.J. Hueso, J.M. Agüera and J.B. Forner. 2010. Performance of 'Clausellina' mandarin on four rootstocks. J. Food Agric. Environ. 8: 328-331. http://doi:hdl. handle.net/20.500.11939/4239.
9. Forner-Giner, M.A., J. Hueso, J. Agüera, P. Legua and J. Forner. 2011. Effects of citrus rootstocks on growth, yield and fruit quality of Navelate orange. J. Food Agric. Environ. 9(2): 400-403.
10. Georgio, A. 2001. Evaluation of rootstocks for Clemantine mandarin in Cyprus. Sci. Hort. 93: 29-38.
11. Garcia-Sanchez, F., J.L. Jifon, M. Carrajal and J.P. Syvertsen. 2002. Gas exchange, Chlorophyll and nutrient content in relation to Na and Cl accumulation in "Sunburst" mandarin grafted on different rootstocks. Plant Sci. 162: 705-712. http://doi:10.1016/ S0168-9452(02)00010-9.
12. Hadizadeh Firouzjani, H., H. Sadeghi and A. Sabourouh Monfared. 2015. Effect of citrange, citrumelo and sour orange rootstocks on chlorophyll content and uptake of mineral elements of Limequate. In the 1st Iranian Research-Scientific Conference of Biology and Horticultural Science, Tehran, Scientific Society of Development and Extension of Fundamental Science and Technology, p. 98.

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.4.7]

13. Hartmann, H.T., D.E. Kester and F.T. Davis. 2002. Plant propagation, principles and practices. 7th Ed. Pearson Education, Inc., Publishing as Prentice Hall, One Lake Street, Upper Saddle River, NJ 07458.
14. Levy, Y. and J. Lifshitz. 1994. Alemow, compared with six other rootstocks for nucellar Minneola Tangelo. Agricultural Research Organization, Israel.
15. Martínez-Cuenca, M.R., A. Primo-Capella and M.A. Forner-Giner. 2016. Influence of Rootstock on Citrus Tree Growth: Effects on Photosynthesis and Carbohydrate Distribution, Plant Size, yYield, Fruit Quality, and Dwarfing Genotypes. Plant Growth 107-129. http://doi:10. 5772/64825.
16. Raddatz-Mota, D., O. Franco-Mora, J.A. Mendoza-Espinoza, L.L. Rodríguez-Verástegui, F.D.
17. Raeisi, T., A. Asadikangashahi and M. Golmohamadi. 2018. Evaluation of nutrient accumulation and translocation indices in three citrus rootstocks. J. Land Manag. 5(2): 137-150.

Ramin, A.A. and A. Alirezanezhad. 2005. Effect of citrus rootstocks on fruit yield and quality of Ruby Red and Marsh grapefruit. Fruits, 60(5): 311-317. http://doi:10.1051/fruits: 2005037.
18. Tadaion, M. and G. Moafpourian. 2009. Effect of citrus rootstocks and scions on boron uptake. J. Crop Prod. Proces. 13 (47): 335-348.
19. Thomas, A.O., M. Zekri, E.A. Hanlon, K. Morgan, A. Schumann and R. Rouse. 2015. Soil and leaf tissue testing for commercial citrus production. Soil and Water Science Department, UF/IFAS Extension. https://edis.ifas.ufl.edu/ss531.
20. 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. J. Plant Nutr. 35: 1329-1340. http://doi:10.1080/01904167. 2012.684125.
21. Wright, G.C. and M.A. Pena. 1999. Results of scion and rootstock trials for citrus in Arizona. Department of Plant Sciences. Yuma Mesa Agriculture center, Yuma. Az.
22. Wutscher, H.K. 1988. Performance of Hamlin orange on 30 citrus rootstocks in southern Florida. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 493-497
23. Yeşiloğlu, T., B. Yılmaz, B. Cimen and M. İncesu. 2014. Influences of rootstocks on fruit quality of 'Henderson' grapefruit. Turk. J. Agr. Nat. Sci. Special Issue 1: 1322-1325. http://doi:10.1080/01904167.2012.684125.
24. Zambrosi, F.B., D.M. Jr, R.M. Boaretto, J.A. Quaggio, T. Muraoka and J.P. Syvertsen. 2012. Contribution of phosphorus (32P) absorption and remobilization for citrus growth. Plant and Soil, 355: 353-362. http://doi:10.1007/s11104-011-1107-1.

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.4.7]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 22 (2): 165- 174 (2021)
Research article

Vegetative Growth and Nutrient Contents of Sweet Lime (*Citrus limetioides* Tan.) Scion Grafted on Different Rootstocks in Southern Iran

A. Aboutalebi Jahromi* and H. Hassanzadeh Khankahdani[1]

In order to investigate the effects of different rootstocks on vegetative growth parameters and the concentration of mineral elements in sweet lime scion under the calcareous soil conditions, an experiment was conducted. This experiment was designed in a completely randomized design with 4 replicates and 10 citrus rootstocks under nursery conditions. Based on the results, the greatest scion length and dry weight were recorded on sweet lime (37.5 cm and 19.7 g, respectively) and Volkamer lemon (33.9 cm and 19.1 g, respectively) rootstocks and the highest root fresh and dry weights were observed using Bakraei rootstock (39.0 and 11.6 g). The scion had the highest contents of nitrogen on Kara mandarin (3.17%); potassium, zinc and manganese on Volkamer lemon (2.68%, 88.5 and 36.0 mg kg^{-1}); calcium on Lisbon lemon (4.9%); magnesium on Clementine (1.1%); iron on local sweet orange (126 mg kg^{-1}) and copper on Mexican lime (20.5 mg kg^{-1}). The lowest contents of boron was detected by using Bakraei, sour orange, Mexican lime, sweet lime and Volkamer lemon rootstocks. The least sodium was recorded by using grapefruit, Kara mandarin and Volkamer lemon rootstocks. Finally, comparative advantage of the rootstocks to creat graft combinations with sweet lime was determined. The highest scores were assigned to Volkamer lemon, sweet lime and Bakraei rootstocks; and local sweet orange, Kara mandarin, Lisbon lemon, Clementine and grapefruit rootstocks had the lowest scores. Mexican lime and sour orange were considered as intermediate rootstocks.

Keywords: Bakraei rootstock, Calcareous soil, Sweet lime rootstock, Volkamer lemon.

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.4.7]

1. Associate Professor of Horticultural Scienec, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, and Researcher of Horticulture Crops Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran, respectively.
* Corresponding Author, Email: (aa84607@gmail.com).