

## رشد رویشی و میزان عنصرهای معدنی پیوندک لیموشیرین پیوندشده روی

### پایه‌های مختلف در جنوب ایران<sup>۱</sup>

## 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<sup>۲</sup>

### 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 ولکاملمون (به‌ترتیب ۳۳/۹ سانتی‌متر و ۱۹/۱ گرم) و بیش‌ترین وزن تر و خشک ریشه روی پایه بکرای (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 ولکاملمون (به‌ترتیب ۲/۶۸ درصد، ۸۸/۵ و ۳۶/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم)؛ 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 بکرای، نارنج، مکزیکن لایم، لیموشیرین و ولکاملمون و سدیم با گریپ‌فروت، کاراماندارین و ولکاملمون ثبت شد. درنهایت، مزیت نسبی پایه‌ها برای ایجاد ترکیب پیوندی با لیموشیرین تعیین شد. پایه‌های ولکاملمون، لیموشیرین و بکرای 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 بکرای، پایه لیموشیرین، پایه ولکاملمون، خاک‌های آهکی.

### مقدمه

دانهال‌های مرکبات به علت داشتن دوره نونهالی، چندین سال طول می‌کشد 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 خودشان 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 تجاری 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،

تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۲۳

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۲۶

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).

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 تأثیر 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 و شنگتن ناول<sup>۱</sup> و والنسیا<sup>۲</sup> به شدت زیر تأثیر نوع پایه قرار می‌گیرد (۱۳). رامین و علیرضائزاد (۱۸) پایه‌های ولکاملمون<sup>۳</sup> و کلئوپاترا ماندارین<sup>۴</sup> را به عنوان مناسب‌ترین پایه‌ها برای دو رقم گریپ‌فروت رابی<sup>۵</sup> و مارش<sup>۶</sup> در منطقه دزفول معرفی کردند. در یک پژوهش، پایه نارنج از نظر میزان جذب عنصرهای کلسیم، روی و سدیم برتر از پایه‌های کاریزو و ترویر سیترنج<sup>۷</sup> معرفی شده است (۱۳). در پژوهشی، Former-Giner و همکاران (۹) بیش‌ترین عملکرد و درشت‌ترین میوه پرتقال ناولیت<sup>۸</sup> را روی پایه ولکاملمون مشاهده کردند. در گزارش احمدی و همکاران (۳) پایه ولکاملمون را به عنوان یک جایگزین مناسب برای راف لمون<sup>۹</sup> در صنعت مرکبات کاری پاکستان به‌ویژه برای نارنگی کینو<sup>۱۱</sup> معرفی کردند. در گزارش Yeşiloğlu و همکاران (۲۴) دو پایه کاریزو و ترویر سیترنج را به عنوان پایه‌های امیدبخش برای بهبود کیفیت میوه گریپ‌فروت هندرسون<sup>۱۱</sup> 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 ولکاملمون 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.)، بکرابی (*C. limettioides* Tan. × *C. jambhiri* Lush.)، ولکاملمون (*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 کلماتین (*C. clementina* Hort. ex. Tan.) و لیسبون لمون (*C. lemon* L. Burm.f.)، از میوه‌های به‌طور کامل رسیده به مقدار لازم برای هر رقم تهیه شد. بذرهای 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 دانه‌ها 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 سبزینه‌گی 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

دستگاه کلروفیل سنج (SPAD, Minolta Japon) اندازه گیری شد. با اندازه گیری غلظت کلروفیل در تعداد ۱۰ نمونه برگ به روش عصاره گیری با استون و دستگاه اسپکتروفتومتر (Shimadzu UV-120-02)، تبدیل داده های حاصل از اندازه گیری میزان کلروفیل به میلی گرم در گرم وزن تازه برگ انجام شد (۴).

جدول ۱- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده.

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

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

در پایان آزمایش تک تک گیاهان از گلدان خود با احتیاط خارج شدند، قسمت های هوایی از محل پیوند قطع و ریشه ها در آب به طور کامل شسته شدند. وزن تر قسمت هوایی و ریشه هر گیاه اندازه گیری شد. برای اندازه گیری وزن خشک قسمت هوایی و ریشه ها، هر بخش به طور جداگانه در آون با دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. جهت اندازه گیری مقدار عنصرهای معدنی در قسمت هوایی، شاخ و برگ هر گیاه به طور جداگانه آسیاب شد. با استفاده از ۰/۳ گرم از پودر گیاهی و به وسیله دستگاه میکروکجدال مقدار نیتروژن کل اندازه گیری شد. جهت اندازه گیری سایر عناصر 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 شعله سنجی با دستگاه فلیمتومتر 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 اندازه گیری شد. برای بررسی بهینه بودن داده های ثبت شده، از آزمون های Kolmogorov-Smirnov و Shapiro-Wilk و نرم افزار SPSS 20.0 استفاده شد و پس از اطمینان از بهینه بودن داده ها، تجزیه و تحلیل آماری توسط نرم افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین ها با آزمون LSD انجام شد. به منظور محاسبه مزیت نسبی پایه ها و انتخاب پایه های برتر، گروه های آماری حاصل از مقایسه میانگین ها 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 خاک های جنوب ایران و مزیت جذب کمتر عنصرهای بور و سدیم، بیشترین امتیاز مربوط به عنصرهای معدنی بور و سدیم به پایه هایی تعلق گرفت که کمترین میزان از این دو عنصر را در پیوندک القاء نمودند. در امتیازدهی، به هر یک از حرف های حاصل از مقایسه میانگین اعداد صحیح اختصاص داده شد. به طور مثال، در صورتی که حرف های حاصل از مقایسه میانگین شامل a, b, c, d, e و f بود، در همه ویژگی ها به جز عنصرهای بور و سدیم، به آن ها به ترتیب اعداد ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ اختصاص داده شد. در مواردی که میانگین دارای حرف های تلفیقی مانند ab بود، میانگین اعداد این دو حرف (در مثال بالا ۵/۵) به عنوان امتیاز در نظر گرفته شد.

## نتایج

### تجزیه واریانس ویژگی های مورد بررسی

براساس نتیجه های تجزیه واریانس داده ها، اثر نوع پایه مورد استفاده بر محتوای فسفر در سطح احتمال ۵/۰ و بر بقیه ویژگی ها در سطح ۱/۰ معنی دار بود.

### 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 ولکاملمون (به ترتیب ۳۷/۵ و ۳۳/۹ سانتی‌متر) ثبت شد و از این نظر تفاوت آماری معنی‌داری بین پایه لیموشیرین با تمام پایه‌ها غیر از ولکاملمون وجود داشت. کمترین طول پیوندک ترکیب‌های پیوندی روی پایه‌های گریپ‌فروت، لیسبون لمون، پرتقال و کلمانتین (به ترتیب، 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 ولکاملمون 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<br>Scion length<br>(cm) | قطر پیوندک<br>Scion diameter<br>(mm) | وزن تر<br>پیوندک<br>Scion fresh<br>weight (g) | وزن خشک<br>پیوندک<br>Scion dry<br>weight (g) | کلروفیل<br>پیوندک<br>Scion<br>chlorophyll<br>(mg/g) | وزن تر ریشه<br>Root fresh<br>weight (g) | وزن خشک<br>ریشه<br>Root dry<br>weight (g) |
| لیموشیرین<br>Sweet lime        | 37.5 <sup>a</sup>                  | 5.4 <sup>a</sup>                     | 58.0 <sup>a</sup>                             | 19.7 <sup>a</sup>                            | 5.5 <sup>b</sup>                                    | 28.7 <sup>b</sup>                       | 9.9 <sup>b</sup>                          |
| ولکاملمون<br>Volkamer lemon    | 33.9 <sup>ab</sup>                 | 3.3 <sup>ef</sup>                    | 43.5 <sup>b</sup>                             | 19.1 <sup>b</sup>                            | 5.0 <sup>de</sup>                                   | 28.2 <sup>b</sup>                       | 8.9 <sup>b</sup>                          |
| بکرای<br>Bakraei               | 32.0 <sup>bc</sup>                 | 3.8 <sup>cd</sup>                    | 41.7 <sup>b</sup>                             | 18.4 <sup>c</sup>                            | 5.1 <sup>cd</sup>                                   | 39.0 <sup>a</sup>                       | 11.6 <sup>a</sup>                         |
| نارنج<br>Sour orange           | 28.6 <sup>cd</sup>                 | 4.0 <sup>bc</sup>                    | 38.4 <sup>c</sup>                             | 14.2 <sup>d</sup>                            | 5.6 <sup>b</sup>                                    | 22.8 <sup>c</sup>                       | 6.1 <sup>c</sup>                          |
| مکزیکن لایم<br>Mexican lime    | 25.6 <sup>d</sup>                  | 3.6 <sup>de</sup>                    | 59.1 <sup>a</sup>                             | 18.1 <sup>c</sup>                            | 5.8 <sup>a</sup>                                    | 34.8 <sup>a</sup>                       | 9.4 <sup>b</sup>                          |
| کارا ماندارین<br>Kara mandarin | 17.0 <sup>e</sup>                  | 4.0 <sup>bc</sup>                    | 10.4 <sup>f</sup>                             | 3.4 <sup>g</sup>                             | 4.7 <sup>f</sup>                                    | 10.1 <sup>g</sup>                       | 2.9 <sup>e</sup>                          |
| کلمانتین<br>Clementine         | 12.5 <sup>f</sup>                  | 4.2 <sup>b</sup>                     | 19.7 <sup>e</sup>                             | 7.1 <sup>f</sup>                             | 4.9 <sup>e</sup>                                    | 11.7 <sup>fg</sup>                      | 3.9 <sup>de</sup>                         |
| پرتقال<br>Sweet orange         | 11.0 <sup>f</sup>                  | 3.3 <sup>ef</sup>                    | 7.3 <sup>g</sup>                              | 2.4 <sup>h</sup>                             | 5.2 <sup>c</sup>                                    | 15.0 <sup>ef</sup>                      | 4.4 <sup>d</sup>                          |
| لیسبون لمون<br>Lisbon lemon    | 9.5 <sup>f</sup>                   | 3.0 <sup>f</sup>                     | 6.3 <sup>g</sup>                              | 1.8 <sup>i</sup>                             | 5.2 <sup>c</sup>                                    | 17.0 <sup>de</sup>                      | 4.9 <sup>cd</sup>                         |
| گریپ‌فروت<br>Grapefruit        | 8.6 <sup>f</sup>                   | 4.0 <sup>bc</sup>                    | 22.4 <sup>d</sup>                             | 8.2 <sup>e</sup>                             | 5.2 <sup>c</sup>                                    | 19.8 <sup>cd</sup>                      | 6.1 <sup>c</sup>                          |

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 (به ترتیب ۵۹/۱ و ۵۸/۰ گرم) مشاهده شد که با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند. کمترین وزن تر پیوندک روی پایه‌های لیسبون لمون و پرتقال (به ترتیب 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 بکرای 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

مکزیکن لایم و کمترین آن (۴/۷ میلی گرم 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 (به ترتیب، ۳۹/۰ و ۱۱/۶ گرم) مربوط به پایه بکرایی و کمترین آن (به ترتیب، 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 (به ترتیب، 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 ولکاملمون 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<br>Macro-elements |                      |                     |                    |                     |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                                | نیتروژن<br>Nitrogen              | فسفر<br>Phosphorous  | پتاسیم<br>Potassium | کلسیم<br>Calcium   | منیزیم<br>Magnesium |
|                                | %                                |                      |                     |                    |                     |
| لیموشیرین<br>Sweet lime        | 2.86 <sup>b</sup>                | 0.181 <sup>ab</sup>  | 2.31 <sup>ab</sup>  | 3.54 <sup>de</sup> | 0.36 <sup>e</sup>   |
| ولکاملمون<br>Volkamer lemon    | 2.07 <sup>c</sup>                | 0.160 <sup>abc</sup> | 2.68 <sup>a</sup>   | 4.30 <sup>bc</sup> | 0.45 <sup>d</sup>   |
| بکرایی<br>Bakraei              | 2.33 <sup>c</sup>                | 0.190 <sup>a</sup>   | 2.31 <sup>ab</sup>  | 3.96 <sup>cd</sup> | 0.36 <sup>e</sup>   |
| نارنج<br>Sour orange           | 2.07 <sup>c</sup>                | 0.167 <sup>abc</sup> | 1.94 <sup>bc</sup>  | 3.35 <sup>e</sup>  | 0.33 <sup>ef</sup>  |
| مکزیکن لایم<br>Mexican lime    | 2.07 <sup>c</sup>                | 0.162 <sup>abc</sup> | 2.31 <sup>ab</sup>  | 3.55 <sup>de</sup> | 0.27 <sup>f</sup>   |
| کارا ماندارین<br>Kara mandarin | 3.17 <sup>a</sup>                | 0.130 <sup>abc</sup> | 1.50 <sup>cd</sup>  | 4.30 <sup>bc</sup> | 0.80 <sup>c</sup>   |
| کلمانتین<br>Clementine         | 1.68 <sup>d</sup>                | 0.100 <sup>c</sup>   | 1.13 <sup>d</sup>   | 4.20 <sup>bc</sup> | 1.10 <sup>a</sup>   |
| پرتقال<br>Sweet orange         | 2.20 <sup>c</sup>                | 0.160 <sup>abc</sup> | 1.41 <sup>d</sup>   | 4.70 <sup>ab</sup> | 0.80 <sup>c</sup>   |
| لیسبون لمون<br>Lisbon lemon    | 2.66 <sup>b</sup>                | 0.110 <sup>bc</sup>  | 2.10 <sup>b</sup>   | 4.90 <sup>a</sup>  | 1.00 <sup>b</sup>   |
| گریپفروت<br>Grapefruit         | 1.47 <sup>d</sup>                | 0.150 <sup>abc</sup> | 1.40 <sup>d</sup>   | 4.50 <sup>bc</sup> | 0.80 <sup>c</sup>   |

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 (به ترتیب، 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 ولکاملمون

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 ولکاملر 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 تاثیر 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، ۸/۱ و ۸/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) وجود داشت و تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. در این رابطه بین پیوندک‌ها روی پایه‌های ولکاملر لمون، لیموشیرین و بکرایی نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

نوع پایه بر میزان منگنز در پیوندک تاثیر معنی‌داری داشت. بالاترین میزان منگنز (۳۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در پیوندک روی پایه ولکاملر لمون 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 ولکاملر لمون 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، ولکاملر لمون، 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 ولکاملر لمون، 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.

جدول ۴- مقایسه میانگین میزان عنصرهای معدنی کم مصرف 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.

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

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.

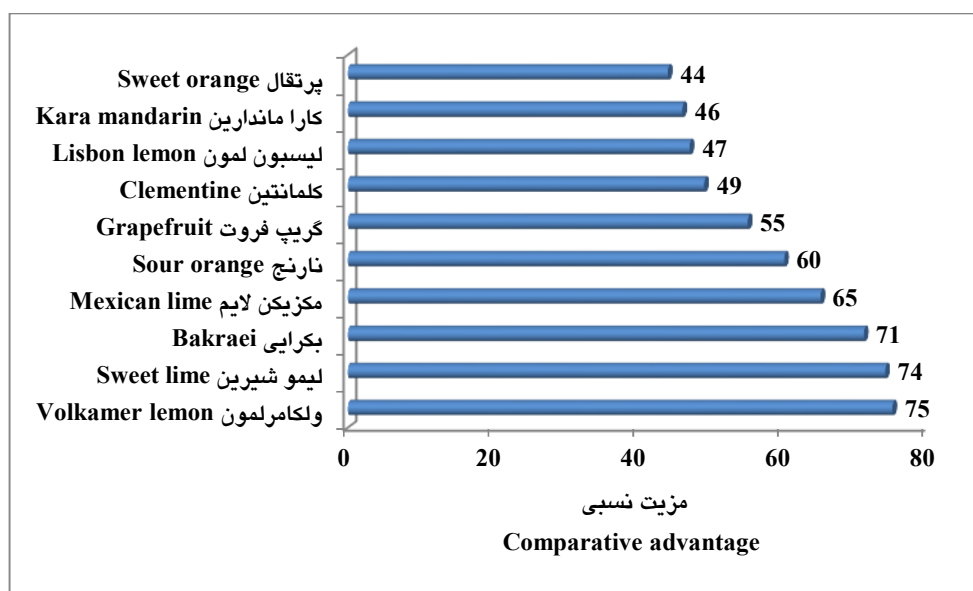


Fig. 1. Comparative advantage of the studied rootstocks based on the 18 evaluated attributes for sweet lime scion.

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

## 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 ولکاملمون در یک دوره زمانی مشخص، رشد رویشی خیلی بیشتری نسبت به سایر پایه‌ها در پیوندک لیموشیرین القا کردند. همانند این نتیجه‌ها، نتیجه‌های به دست 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 لیموشیرین روی پایه ولکاملمون در سطح بالایی قرار نداشت. تدین و معاف‌پوریان (۱۹) نیز کمترین میزان کلروفیل را در پیوندک ارقام پرتقال روی پایه ولکاملمون گزارش نمودند. در مقابل، Cimen و همکاران (۶) بیش‌ترین غلظت کلروفیل را در برگ پرتقال ناولینا پیوندشده روی پایه ولکاملمون ثبت کردند. با وجود بالا بودن میزان کلروفیل در برگ پیوندک لیموشیرین روی پایه مکزیکن لایم، میزان عنصرهای معدنی مرتبط با کلروفیل مانند آهن و نیتروژن در پیوندک روی پایه بیان شده 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 روی پایه مکزیکن لایم، میزان کلروفیل در پیوندک روی این پایه در سطح بالایی قرار نداشت.

در پژوهش حاضر، میزان رشد رویشی پیوندک لیموشیرین روی پایه نارنج در سطح متوسطی قرار داشت. به طور مشابه Sharma و Dubey (۷) گزارش کردند که استفاده از پایه نارنج میزان رشد درختان لمون کاکازی کالان<sup>۲</sup> را محدود کرد. در مقابل، بسیاری از پژوهشگران گزارش نمودند که درختان پیوندشده روی پایه ولکاملمون 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 تأثیر 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 ولکاملمون 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 لیموشیرین روی پایه ولکاملمون 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 ولکاملمون 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 لیموشیرین، مکزیکن لایم، نارنج، بکرایی و ولکاملمون در حد کمبود بود. مقدار سدیم

تنها در پیوندک روی پایه نارنج بیشتر از حد بهینه بود. با توجه به پایین بودن مقدار سدیم در پیوندک لیموشیرین روی پایه ولکاملمون 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 ولکاملمون نشانه امیدوارکننده‌ای از مناسب بودن این پایه‌ها برای مناطق جنوبی ایران است که در برابر سمیت بور قرار دارند. تدین و معافوریان (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 ولکاملمون بیش‌ترین جذب بور را در ترکیب‌های پیوندی با ارقام مختلف پرتقال داشته است. با توجه به شاخص مزیت نسبی و برتری پایه ولکاملمون در بسیاری از ویژگی‌های مورد بررسی، نتیجه‌های به دست آمده در پژوهش حاضر، با یافته‌های دیگر پژوهشگران در استفاده از این پایه برای دیگر رقم‌های مرکبات مانند پرتقال لایم (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 ولکاملمون، لیموشیرین و بکرایی برای تولید درختان پیوندی لیموشیرین مناسب هستند.

### References

### منابع

- 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.
- Ahmadi, K., H.R. Ebadzadeh, F. Hatami, R. Hoseinpoor and H. Abdeslah. 2019. Agricultural Statistics, Vol. 3: Horticultural Products. Information Technology Center, Deputy of Planning and Economy, Ministry of Jihad Agriculture.
- 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.
- Arnon, D.I. 1956. Photosynthesis by isolated chloroplast. IV. General concept and comparison of three photochemical reactions. Biochem. Biophys. Acta. 20: 440-461.
- 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>.
- 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>.
- 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>.
- 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>.
- 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.
- Georgio, A. 2001. Evaluation of rootstocks for Clementine mandarin in Cyprus. Sci. Hort. 93: 29-38.
- 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](http://doi:10.1016/S0168-9452(02)00010-9).
- 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 Limequat. In the 1<sup>st</sup> Iranian Research-Scientific Conference of Biology and Horticultural Science, Tehran, Scientific Society of Development and Extension of Fundamental Science and Technology, p. 98.

13. Hartmann, H.T., D.E. Kester and F.T. Davis. 2002. Plant propagation, principles and practices. 7<sup>th</sup> 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, Yield, 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. Demirkese 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>.

## 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<sup>1</sup>

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<sup>-1</sup>); calcium on Lisbon lemon (4.9%); magnesium on Clementine (1.1%); iron on local sweet orange (126 mg kg<sup>-1</sup>) and copper on Mexican lime (20.5 mg kg<sup>-1</sup>). 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.

1. Associate Professor of Horticultural Scienc, 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).