

مقایسه صفات رویشی نارنگی انشوی میاگاوا روی ۶ پایه مختلف در شرق مازندران

نگین اخلاقی امیری*

استادیار بخش تحقیقات گیاهان زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۱۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۱۰)

چکیده

تأثیر شش پایه مختلف (سوینگل سیتروملو؛ ترویرسیترنج؛ کاریزوسیترنج؛ سیترنج C-35؛ اسموت فلت سویل و گوتو) بر صفات رویشی نارنگی انشوی پیش‌رس میاگاوا طی ۸ سال (۱۳۹۶-۱۳۸۹) مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و چهار درخت در هر تکرار در ایستگاه تحقیقات باغبانی قائم‌شهر انجام شد. نتایج نشان داد که در پایان فاز رویشی (سال سوم)، درختان با پایه گوتو کمترین ارتفاع و حجم تاج را داشتند اما در سه سال پایانی، کمترین ارتفاع و حجم تاج به درختان با پایه C-35 اختصاص یافت. در مقابل درختان با پایه سوینگل سیتروملو بیشترین حجم تاج را داشتند. همچنین بیشترین محیط و سطح مقطع پایه از سوینگل سیتروملو و بیشترین محیط و سطح مقطع پیوندک از اسموت فلت سویل حاصل شد. نتایج تجانس پایه و پیوندک نیز نشان داد که این نسبت برای اسموت فلت سویل بیشتر از عدد یک، برای سیترنج‌ها، حدود یک و در سیتروملو و گوتو کمتر از یک بود. به طور کلی نتایج نشان داد که سطح مقطع پایه‌ها با حجم تاج و محیط تنه پیوندک با ارتفاع و همچنین عرض تاج بیشترین همبستگی را دارند بنابراین می‌توانند برای تخمین حجم تاج استفاده شوند.

واژه‌های کلیدی: تجانس، حجم تاج، سطح مقطع تنه، محیط تنه، مرکبات.

Vegetative characteristics of Miyagawa Satsuma mandarin on six different rootstocks in East of Mazandaran

Negin Akhlaghi Amiri*

Assistant Professor of Horticulture Crops Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran

(Received: Oct. 11, 2018 - Accepted: Sep. 1, 2018)

ABSTRACT

Vegetative reactions of six citrus different rootstocks (Swingle citromelo; Troyer citrange; Carizo citrange, C-35; Smooth flat seville and Gou tou) and their effect on early mature Miyagawa Satsuma mandarin was evaluated during 8 years (2010-2017). Experiment was done in randomized complete block design with 4 replications and 4 trees in each replication. Results showed that after vegetative phase (third year) trees on Gou tou had the least canopy volume and height but in the last three years, trees on C-35 had minimum volume and height. In contrast, trees on Swingle citromelo rootstock had the most canopy volume. The most rootstock trunk cross-sectional area (TCSA) and girth was related to Swingle citromelo and the most mandarin trunk girth and TCSA was on Smooth flat seville. Results of rootstock and scion affinity showed that in Smooth flat seville it was more than 1, in citranges it was about 1 and in Swingle and Gou tou it was less than 1. Rootstock TCSA had the most correlation with canopy volume and scion trunk girth had the most correlation with canopy height and width; so these can be used to estimate the canopy volume.

Keywords: Affinity, canopy volume, citrus, trunk cross-sectional area, trunk girth.

* Corresponding author E-mail: n.akhlaghi@areeo.ac.ir

مقدمه

هستند که سبب راندمان بالاتر باغ مرکبات می‌شوند. آنها بر صفات مختلف باغبانی تأثیر گذارند و سبب تحمل به آفات و بیماری‌ها و شرایط خاص خاک و اقلیم می‌شوند که بر سودمندی باغ تأثیر معنی‌داری دارد (Castle, 2010). بعد از انجام پیوند، یک رابطه همکاری و رقابتی بین پایه و پیوند شکل می‌گیرد. چگونگی رشدهای بعدی بستگی به تجانس پایه و پیوند دارد. درجه تجانس وابسته به عکس‌العمل‌های فیزیولوژیکی بین پایه و پیوند است که خود به عوامل متعددی از جمله تفاوت در بافت و ساختمان، دوره‌های رشدی پایه و پیوند، شرایط محیطی و فیتوهورمون‌ها بستگی دارد و جنبه‌های هیستولوژی، سیتولوژی و بیوشیمیایی هم در آن دخیل است (Jianhua & Weifu, 2005). هر چه عدد تجانس (نسبت محیط پیوند به محیط پایه) به عدد یک نزدیک‌تر باشد تجانس بین پایه و پیوند بالاتر است (Zheng *et al.*, 2011; Bisio *et al.*, 2000). گزارش شده است که تجانس پایه و پیوند نه تنها تأثیر مهم و معنی‌داری بر رشد درخت پرتقال هاملین (ارتفاع، قطر تاج و حجم درخت) داشت بلکه بر گسترش بیماری لکه روغنی هم تأثیر داشته است و هرچه در پایه‌های مورد بررسی تجانس کمتر بود گسترش این ناهنجاری بیشتر بوده است (Zheng *et al.*, 2011).

تحقیقات مختلف نشان داده است که اندازه سطح مقطع عرضی تنه (TCSA)، با رشد، عملکرد و کیفیت در محصولات میوه‌ای مختلف، رابطه‌ای مستقیم و خطی دارد بنابراین می‌تواند شاخص قابل استفاده‌ای برای تخمین رشد، عملکرد و کیفیت میوه باشد (Kumar *et al.*, 2014; Dalal & Brar, 2012; Westwood & Roberts, 1970). حجم تاج، سطح برگ، عملکرد و راندمان تولید درختان نارنگی کینو با افزایش TCSA افزایش یافت. بیشترین اندازه حجم تاج در درخت با بیشترین اندازه TCSA ثبت شد و همبستگی بین TCSA و عملکرد میوه ۰/۹۵۳ بود (Dalal & Brar, 2012). TCSA پایه درختان زردالو رقم CITH با رشد، عملکرد، کیفیت و میزان عناصر غذایی برگ رابطه مثبت و خطی نشان داد (Kumar *et al.*, 2014).

مرکبات در ایران به ویژه در استان مازندران یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی محسوب می‌شود. شرایط مناسب اقلیمی مازندران، این محصول را به مهم‌ترین منبع درآمد تولیدکنندگان محصولات کشاورزی این منطقه به ویژه باغداران شرق استان، مبدل کرده است. علاوه بر تولیدکنندگان، افراد زیادی در احداث باغ مرکبات، داشت و نگهداری آن تا تولید محصول، رسیدن به بازار مصرف و فروش آن دخیل بوده و قسمتی از درآمد خود را از این طریق تأمین می‌کنند. نظر به اهمیت این محصول در اقتصاد و اشتغال‌زایی منطقه و کشور و نیز تقاضای بالای مصرف‌کنندگان، توجه به کلیه جوانب برای حفظ و پایداری کشت مرکبات، اجتناب‌ناپذیر است (Asadi Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2014 a, b).

با توجه به تأثیر پایه‌های مختلف در رشد، عملکرد و کیفیت رقم محصول و نیز به دلیل تمایل کمتر استفاده از پایه نارنج نسبت به دیگر پایه‌های مرکبات (به‌خاطر شیوع گسترده بیماری تریستزا و حساسیت پایه نارنج به آن و همچنین حساسیت بالای این پایه به مانداب و وجود مشکل مانداب در بسیاری از خاک‌های با بافت سنگین) و به‌علت تنوع شرایط خاک و اقلیم به‌ویژه در شرق مازندران (Asadi Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2018)، تولید کننده برای انتخاب پایه مناسب جایگزین نارنج برای هر رقم و در منطقه مورد نظر دچار سردرگمی است. در حال حاضر پایه سوینگل سیتروملو و ارقام مختلف پایه سیترنج در شرق مازندران به سرعت در حال گسترش می‌باشند و تعدادی از پایه‌های نوید بخش نیز به استان مازندران وارد شده‌اند ولی در مورد سازگاری این پایه‌ها در خاک‌های ایران به خصوص در خاک‌های شرق مازندران تحقیق منسجم و کارآمدی انجام نشده است (Akhlaghi Amiri, 2018).

استفاده از سیستم پایه و پیوند در باغداری مدرن اجتناب‌ناپذیر است زیرا اولاً سبب کاهش دوره نونهالی و کاهش رشد رویشی درخت و نیز افزایش یکنواختی و پایداری باغ در مقایسه با استفاده از درختان بذری می‌شود. ثانیاً، پایه‌ها هر یک دارای خصوصیات ویژه‌ای

آفات و بیماری‌ها در کنار امکان دستیابی به عملکرد و کیفیت بالاتر و زمان برداشت متفاوت، بسیار سودمند است (Toplu *et al.*, 2008). برای یافتن پایه‌های متحمل به تریستزا و با بیشترین مشابهت به نارنج در فلوریدا، علاوه بر آزمایش‌های مزرعه‌ای با پایه‌های مشابه نارنج از جمله اسموت فلت سویل و گوتو، بررسی ژنوتیپ‌های ایزوآنزیم بر پایه ۵ سیستم آنزیمی نشان داد که همه این پایه‌ها در حداقل ۳ مکان با نارنج متفاوت بودند و بر خلاف پایه نارنج، درختان روی پایه‌های مشابه نارنج آلوده شده با سویه‌های قوی ویروس تریستزا در فلوریدا دچار زوال نشدند (Castle *et al.*, 1992). در تحقیقی با نارنگی نوا روی ۱۱ پایه مختلف در مصر گزارش شد که درختان روی پایه‌های نارنج و رافلمون بزرگ‌ترین اندازه را داشتند در مقابل پایه‌های کاریزو سیترنج، سوینگل سیتروملو و رانگ‌پورلایم کوچک‌ترین درخت‌ها بودند. در این تحقیق پایه‌های کاریزو سیترنج و ولکاملومون نویدبخش‌ترین پایه‌ها برای جایگزین شدن با پایه نارنج معرفی شدند (Georgiou, 2000). در تحقیقی دیگر در مصر، بررسی کلماتین ماریسول روی پایه‌های مختلف نشان داد که درختان روی پایه نارنج، پارمترهای رشد رویشی (عرض و حجم تاج، محیط تنه و ...) بالاتری نسبت به درختان روی پایه‌های کاریزو سیترنج، سوینگل سیتروملو و کلوپاترا ماندارین داشتند. بیشترین تجانس پایه و پیوند در نارنج وجود داشت و در رتبه‌های بعدی به ترتیب پایه‌های کلوپاترا، کاریزو سیترنج و سوینگل سیتروملو قرار گرفتند (Bassal, 2009). بررسی رشد رویشی درختان نارنگی انشو اوکیتسو روی پایه‌های مختلف در برزیل نشان داد که بزرگترین تاج، بیشترین رشد رویشی، بیشترین ارتفاع و بیشترین قطر تنه روی پایه کلوپاترا و کوچک‌ترین روی پایه پونسیروس تولید شد. بیشترین اختلاف بین قطر تنه در پایه و پیوند در پایه سوینگل سیتروملو دیده شد (Tazima *et al.*, 2013). در آزمایشی در فلوریدا، ارتفاع درختان پرتقال هاملین روی پایه‌های کاریزو، راسک و ترویر سیترنج ۳/۵ تا ۴ متر بود در حالی که روی پایه C-35 ارتفاع آن به حدود ۲/۵ متر رسید (Castle & Baldwin, 1996). در تحقیقی هفت

تحقیقات انجام شده در دنیا نشان داده است که پایه‌های مرکبات در شرایط مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک، پاسخ‌های متفاوتی نشان می‌دهند. به عنوان مثال پایه نارنج مقاومت به سرمای کمی دارد؛ به شرایط ماندابی بسیار حساس است و ویروس تریستزا سبب زوال درختان روی این پایه می‌شود. در مقابل، این پایه در خاک‌های سنگین و دارای مقادیر زیاد آهک، عملکرد خوبی دارد. از طرف دیگر، مقاومت به سرمای پایه‌های دورگ پونسیروس از جمله سیتروملو و سیترنج، نسبت به پایه نارنج، بالاتر است. در شرایطی که در شمال ایران، آسیب‌های یخبندان و سرمازدگی با دوره‌های کوتاه‌تر نسبت به گذشته رخ می‌دهد استفاده از پایه‌های مقاوم به سرما، اهمیت بیشتری پیدا کرده‌اند (Asadi Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2016). همچنین این پایه‌ها به ویروس تریستزای مرکبات مقاومند و در شرایط آلودگی شدید باغ‌های مرکبات شرق مازندران به این ویروس، مقاومت به این ویروس نیز از مزایای پایه‌های سه‌برگچه‌ای نسبت به پایه نارنج می‌باشد. ولی غالب این پایه‌ها از جمله پایه سیتروملو، در خاک‌های سنگین با مقادیر بالای آهک، دچار کلروز ناشی از آهک (lime-induced chlorosis) شده و رشد رویشی آن‌ها کاهش قابل توجهی می‌یابد (Asadi Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2018). ارقام مختلف پایه‌های سیترنج هم به خاک‌های با مقادیر بالای آهک حساس هستند ولی در بیشتر تحقیقات نسبت به پایه سیتروملو، حساسیت کمتری نشان داده‌اند (Bassal, 2009; Bisio *et al.*, 2003; Georgiou & Gregoriou, 1999; Georgiou, 2002; Tazima *et al.*, 2013; Tuzcu *et al.*, 1994). اخیراً پایه‌هایی مثل اسموت فلت سویل و گوتو هم وارد استان مازندران شده‌اند که از نظر ظاهری مشابهت‌هایی با پایه نارنج دارند ولی تحقیقی روی کارایی آنها صورت نگرفته است (Asadi Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2014 a, b). پایه اصلی مرکبات در ترکیه پایه نارنج بوده است ولی در سال‌های اخیر پایه‌های ترویر و کاریزو سیترنج نیز در حال گسترش هستند (Toplu *et al.*, 2008). استفاده از پایه، برای حل مشکلات ناشی از خاک، آب و هوا،

مواد و روش‌ها

از پاییز سال ۱۳۸۸ مراحل تهیه پایه‌های مورد نظر (سوینگل سیتروملو (Swingle citromelo)؛ ترویر سیترنج (Troyer citrange)؛ کاریزو سیترنج (Carizo citrange)؛ سیترنج C-35؛ اسموت فلت سویل (Smooth flat seville) و گوتو (Gou tou)) و پیوند آن‌ها با پیوندک نارنگی انشوی پیش‌رس میاگوا (Citrus unshiu cv. Miyagawa) انجام شد. در بهار سال ۱۳۸۹ مراحل آماده‌سازی بستر پایلوت آزمایش در ایستگاه تحقیقات باغبانی قائم‌شهر انجام شد. ایستگاه تحقیقات باغبانی قائم‌شهر وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۵۲ دقیقه شرقی با ارتفاع ۵۱/۲ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی سالانه ۵۷۰ میلی‌متر و رطوبت نسبی ۸۲ درصد با بافت خاک لومی و pH حدود ۷/۸ می‌باشد.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش پایه و چهار تکرار و چهار درخت در هر تکرار انجام شد. در ابتدای تابستان ۱۳۸۹ سیستم آبیاری قطره‌ای در پایلوت مورد نظر تعبیه شد. مراحل نگهداری نهال‌های کاشته‌شده مانند مبارزه با علف‌های هرز، محافظت از سرما و باد، مصرف کودهای شیمیایی، هرس، آبیاری، سمپاشی و ... متناسب با شرایط از زمان کاشت در زمین اصلی و در طول بیش از ۸ سال انجام شد. در اواسط تیر ماه هر سال، خصوصیات رویشی شامل ارتفاع درخت و عرض تاج، سطح مقطع عرضی و محیط تنه پایه ۱۰ سانتی‌متر پایین محل پیوند و سطح مقطع عرضی و محیط تنه پیوند ۱۰ سانتی‌متر بالای محل پیوند اندازه‌گیری شدند. نسبت بین محیط پیوند به محیط پایه، تجانس بین پایه و پیوند را تعیین می‌کند (Bisio et al., 2003). با استفاده از معادله (۱) حجم تاج به‌دست آمد (Stenzel & Neves, 2004):

$$V = 2/3 \pi R^2 H \quad (1)$$

که در آن: R نصف عرض تاج و H ارتفاع درخت می‌باشد. از زمان کاشت درختان در زمین اصلی به مدت سه سال، همه گل‌های تشکیل‌شده روی درختان، برای تحریک رشد رویشی درخت، قبل از تبدیل شدن

ساله در فلوریدا برای یافتن پایه جایگزین نارنج برای گریپ فروت مارش، پایه‌های مختلفی بررسی شدند و در نهایت پایه‌های C-35 و یک هیبرید نارنگی سانکی و فلاپینگ دراگون به عنوان پایه‌هایی که ترکیبی از اندازه کوچک درخت و عملکرد و کیفیت خوب عصاره را دارا بودند به عنوان پایه‌های نوید بخش برای مناطق ساحلی فلوریدا معرفی شدند (Castle & Bowman, 2011). نتایج تحقیقی با پایه‌های مختلف مرکبات نشان داد که دلیل اصلی کم‌رشدیدن درخت روی برخی از پایه‌ها دلایل هورمونی نیست بلکه مکانیسم پاکوتاه‌کنندگی پایه با افزایش عملکرد زایشی و رشد میوه اتفاق می‌افتد و سبب کاهش رشد رویشی در تابستان می‌شود. درواقع، سبب تغییری در الگوی توزیع مواد غذایی می‌شود که دلیل اصلی مکانیسم پاکوتاه‌کنندگی یک پایه است (Lliso et al., 2004). پایه‌های پر رشد، مانند رافلمون و ولکامرینا دارای ظرفیت جذب آب و مواد معدنی بالاتری می‌باشند. این پایه‌ها ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتری دارند و مقدار زیادی از کاتیون‌ها و آنیون‌ها را در ریشه و اندام‌های هوایی خود ذخیره می‌کنند که باعث افزایش میزان رشد در آن‌ها می‌شود (Strivastav et al., 1994).

Yildirim et al. (2010) بیان کردند پایه تأثیر مثبتی بر حجم تاج درختان مرکبات داشته است. در این مطالعه حجم درختان رقم لمون ترزا روی پایه‌های کاریزو و ترویرسیترنج کم‌تر از سایر پایه‌ها بود. همچنین بیشترین نسبت قطر پایه به پیوندک روی پایه‌های کاریزو و ترویرسیترنج مشاهده شد. آزمایشی از سال ۱۳۹۲ با ۷ رقم مختلف پرتقال ناول و ۳ پایه سه‌برگچه‌ای هیبرید پونسیروس برای بررسی رشد رویشی و جذب عناصر غذایی در ایستگاه تحقیقات باغبانی قائم‌شهر در حال انجام است. نتایج این تحقیق گویای اختلاف معنی‌داری میان ارقام و پایه‌ها از جهت صفات رویشی بوده است (Akhlaghi Amiri, 2018).

پژوهش حاضر به بررسی واکنش‌های رویشی پایه‌های رایج و برخی پایه‌های جدید مرکبات در شرایط خاکی شرق مازندران و اثر آنها بر یکی از ارقام مهم منطقه (نارنگی انشوی پیش‌رس میاگوا) طی مدت ۸ سال آزمایش اختصاص یافته است.

به میوه‌چپه، با دست حذف شدند. در پایان آزمایش، همه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات رویشی نارنگی انشوی میاگاو روی ۶ پایه مختلف در مدت ۸ سال آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود تأثیر سال و پایه در همه صفات از نظر آماری در سطح ۰/۰۰۱ درصد معنی‌دار بوده است. اثر متقابل سال و پایه نیز به غیر از صفت حجم تاج، در همه صفات تفاوت آماری معنی‌داری نشان داد. میانگین تأثیر هر پایه بر صفات رویشی نارنگی انشوی میاگاو در طول ۸ سال آزمایش (جدول ۲) نشان داد که درختان نارنگی انشو میاگاو روی پایه‌های C-35 و گوتو، با تفاوت معنی‌داری نسبت به پایه‌های دیگر، کمترین میانگین ارتفاع و حجم تاج را در طول هشت سال به خود

اختصاص دادند. بیشترین میانگین حجم تاج در طول ۸ سال متعلق به پایه سیتروملو بود (جدول ۲). درختان نارنگی میاگاو روی پایه گوتو، کمترین محیط و سطح مقطع تنه و روی پایه اسموت فلت سویل، بیشترین محیط و سطح مقطع تنه را در میانگین هشت سال داشتند. در مقابل، پایه سیترنج C-35 کمترین محیط و سطح مقطع تنه و پایه سوینگل سیتروملو بیشترین محیط و سطح مقطع تنه و کمترین تجانس پایه و پیوند را از میان پایه‌های دیگر در طول هشت سال به خود اختصاص داد (جدول ۲). در پایه‌های مختلف سیترنج (ترویر، کاریزو و C-35) محیط تنه در بالا و پایین محل پیوند، در میانگین هشت سال، تقریباً مساوی بود. در پایه‌های سوینگل سیتروملو و گوتو، محیط پایه بیشتر از محیط رقم بود ولی در پایه اسموت فلت سویل میانگین محیط تنه نارنگی بیشتر از محیط تنه پایه بود. بنابراین بیشترین عدد تجانس پایه و رقم نیز به این پایه تعلق داشت (جدول ۲).

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات رویشی نارنگی انشوی میاگاو روی ۶ پایه مختلف در مدت ۸ سال (۱۳۸۹-۱۳۹۶)

Table 1. Analysis of variance of vegetative characters of Miyagawa Satsuma mandarin on 6 different rootstocks during 8 years (2010-2017)

Source	Freedom degree	Height	Canopy width	Canopy volume	Scion girth	Rootstock girth	Scion TCSA	Rootstock TCSA	Affinity
Year	7	371454.7***	760933.9***	3426.9***	12485.2***	15150.9***	136143.4***	245549.0***	0.866***
Rootstock	5	21284.4***	45607.9***	183.3***	565.6***	1084.0***	8291.88***	22163.453***	0.745***
Year × Rootstock	35	3405.6***	3722.6**	25.0ns	29.4**	46.5**	710.01**	1921.298***	0.034***

***, **: Significant differences at 1% and 0.001% of probability levels.

*** و **: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۰/۰۰۱ درصد.

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های صفات رویشی نارنگی انشوی میاگاو در ۶ پایه مختلف مرکبات در مدت ۸ سال (۱۳۸۹-۱۳۹۶) در ایستگاه تحقیقات باغبانی قائم‌شهر

Table 2. Mean comparison of vegetative characters of Miyagawa Satsuma mandarin on 6 different rootstocks during 8 years (2010-2017)

Treatment	Height (cm)	Canopy width (cm)	Canopy volume (m ³)	Scion girth (cm)	Rootstock girth (cm)	Scion TCSA (cm ²)	Rootstock TCSA (cm ²)	Affinity
Swingle citromelo	210.5 a*	253.5 a	9.156 a	23.87 ab	27.40 a	54.80 b	87.67 a	0.772 e
Troyer citrange	207.1 a	236.5 bc	8.297 ab	23.11 bc	22.60 c	52.76 b	59.57 bc	0.901 bc
Carizo citrange	207.7 a	230.0 c	7.865 b	22.89 c	22.48 c	52.24 b	61.85 b	0.889 c
C-35 citrange	184.3 b	217.6 d	6.174 c	20.83 d	20.67 d	41.90 c	49.96 d	0.921 b
Smooth flat seville	213.7 a	243.1 ab	8.949 ab	24.28 a	21.77 c	59.66 a	60.15 bc	0.980 a
Gou tou	186.2 b	200.6 e	6.737 c	18.76 e	24.83 b	38.64 c	54.71 cd	0.989 d
2010	92.97 f	63.2 f	0.259 f	4.09 h	6.18 h	1.45 g	3.28 h	0.679 d
2011	130.0 e	147.8 e	1.750 e	8.93 g	10.68 g	7.05 g	9.87 g	0.832 c
2012	185.6 d	248.4 c	6.407 d	16.81 f	18.47 f	23.52 f	28.61 f	0.918 b
2013	220.5 c	226.8 d	6.364 d	22.96 e	25.24 e	43.04 e	52.46 e	0.923 b
2014	214.1 c	258.8 c	8.122 c	27.02 d	28.18 d	59.37 d	64.98 d	0.968 a
2015	247.7 b	262.7 bc	9.586 b	30.17 c	31.71 c	74.22 c	81.72 c	0.956 ab
2016	250.0 b	274.9 b	10.770 b	32.79 b	35.87 b	87.67 b	104.2 b	0.919 b
2017	271.8 a	359.9 a	19.650 a	35.54 a	43.15 a	103.7 a	153.4 a	0.835 c

* در هر ستون، اعداد مشخص شده با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

* In each column, numbers with at least one similar letter didn't have any significant difference at 5% level.

اختلاف آن‌ها نسبت به درختان روی پایه‌های دیگر افزایش یافت. ارتفاع درختان روی پایه سوبینگل سیتروملو، از سال ۱۳۹۳ و بعد از دو سال عدم تغییر، تا سال آخر آزمایش از سیر صعودی برخوردار بود. در بقیه پایه‌ها ارتفاع درختان از نوسانات مشابهی پیروی می‌کرد. نوسانات مختصر ارتفاع تاج در سال‌های متوالی به خاطر هرس زمستانه سالانه بوده است. در آخرین سال آزمایش، همه پایه‌ها با وجود هرس سالانه زمستانه، از بیشترین ارتفاع در طول ۸ سال برخوردار بودند (شکل ۳). شکل ۴، عرض تاج درختان نارنگی انشو میاگوا را روی هر یک از پایه‌های آزمایش از سال ۱۳۸۹ تا سال ۱۳۹۶ نشان داده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود عرض تاج در سه سال اول آزمایش، روند صعودی داشت البته در درختان روی پایه گوتو در سه سال اول، با وجود روند صعودی مشابه درختان روی پایه‌های دیگر، اختلاف زیادی نسبت به پایه‌های دیگر نشان داد. ولی در سال چهارم به بعد اختلاف آن با درختان روی پایه‌های دیگر کمتر شد و در سال آخر آزمایش، عرض تاج درختان روی این پایه به متوسط عرض تاج پایه‌های دیگر رسید. نوسانات مختصر عرض تاج در سال‌های متوالی به خاطر هرس زمستانه سالانه بوده است. از سال ۱۳۹۲ که درختان وارد فاز زایشی شدند در همه پایه‌ها تا پایان آزمایش، روند افزایشی عرض تاج بسیار کند شد (شکل ۴). به‌هرحال، در آخرین سال آزمایش، همه پایه‌ها با وجود هرس سالانه زمستانه، از بیشترین عرض تاج در طول ۸ سال برخوردار بودند (شکل ۴). شکل ۵، حجم تاج درختان نارنگی انشو میاگوا را روی هر یک از پایه‌های آزمایش از سال ۱۳۸۹ تا سال ۱۳۹۶ نشان داده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود حجم تاج از برابری روند تغییرات ارتفاع درخت و عرض تاج پیروی می‌کند. به‌طوری‌که از سال ۱۳۹۲ (شروع فاز زایشی) روند افزایشی حجم تاج در همه پایه‌ها، نسبت به سه سال اول آزمایش، کندتر شد. درختان روی پایه گوتو در چهار سال اول آزمایش و درختان روی پایه C-35 از سال ۱۳۹۳ تا پایان آزمایش کمترین حجم تاج را نشان دادند (شکل ۵). کوچک بودن اندازه درختان روی پایه C-35 توسط محققان دیگری نیز گزارش

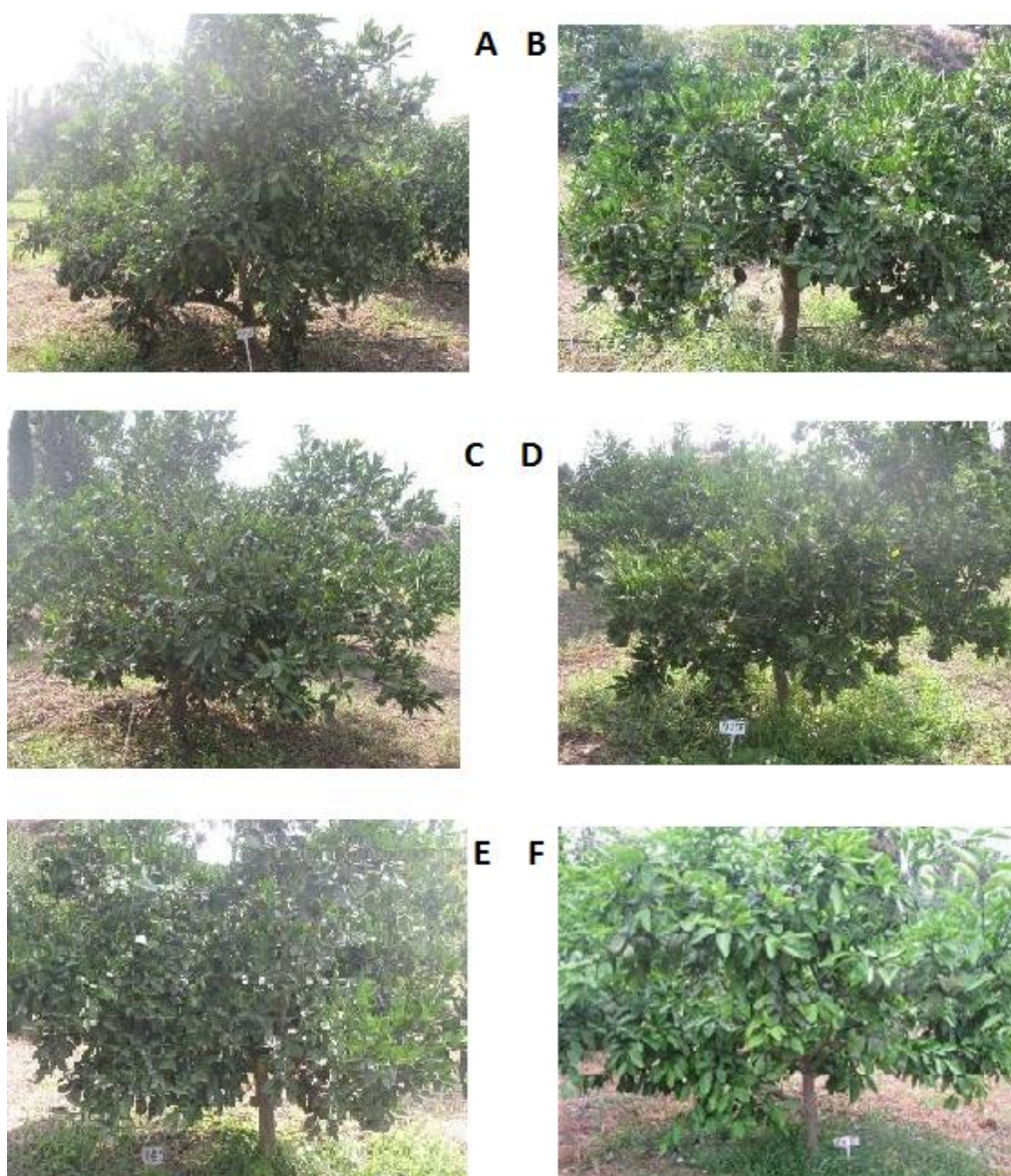
میانگین اثر هر سال بر صفات رویشی نارنگی انشوی میاگوا در مجموع پایه‌های آزمایش (جدول ۲) نشان داد که صفات رویشی ارتفاع درخت، عرض تاج و حجم تاج، با وجود هرس سنگین زمستان هر سال، روندی صعودی داشته‌اند. همچنین محیط و سطح مقطع تنه پایه و رقم در ۸ سال در ۸ گروه آماری متفاوت صعودی قرار گرفته‌اند. در مقابل، اندازه‌گیری نسبت محیط رقم پیوند به محیط پایه نشان داد که کمترین تجانس در سال اول آزمایش (سال ۱۳۸۹) بین پایه و پیوند وجود داشت و این تجانس در سال‌های بعد بیشتر شد و در سال پنجم آزمایش (سال ۱۳۹۳) به حداکثر رسید و در سه سال پایانی آزمایش مجدداً سیر نزولی پیدا کرد. با مقایسه شیب تغییرات محیط پایه و رقم در هر سال، مشاهده می‌شود که شیب افزایش اندازه محیط رقم پیوند از سال اول تا سال آخر، سیر نزولی داشته ولی در مورد پایه، از سال چهارم به بعد، ثابت مانده است و به این علت تجانس پایه و پیوند نیز سیر نزولی پیدا کرده است.

شکل ۱، نارنگی انشوی میاگوا را روی ۶ پایه مختلف در ایستگاه تحقیقات باغبانی قائم‌شهر در مرداد ۱۳۹۴ (ششمین سال آزمایش و پنج سال بعد از کاشت در زمین اصلی) نشان می‌دهد. شکل ۲، شکل، اندازه و رنگ محل پیوند تنه رقم نارنگی انشو میاگوا روی ۶ پایه مختلف آزمایش را نشان داده است. شکل ۳، روند تغییرات ارتفاع درختان نارنگی انشو میاگوا را روی هر یک از پایه‌های آزمایش از سال ۱۳۸۹ تا سال ۱۳۹۶ نشان داده است. روند افزایش ارتفاع در همه پایه‌ها تا سه سال اول آزمایش صعودی بوده است و از سال چهارم که درختان به فاز زایشی وارد شدند این روند کند شد و در برخی پایه‌ها مثل C-35 تا حدودی ثابت ماند. درختان نارنگی روی پایه گوتو از سال اول (۱۳۸۹) تا سال چهارم (۱۳۹۲) کمترین ارتفاع را نسبت به درختان روی پایه‌های دیگر داشتند ولی این تفاوت هر سال کمتر شد و از سال پنجم تا سال هشتم، درختان روی این پایه از ارتفاعی مشابه درختان روی پایه‌های دیگر برخوردار بودند. در مقابل، درختان با پایه C-35 در چهار سال آخر، نسبت به پایه‌های دیگر، کمترین ارتفاع را داشتند و هر سال

پاکوتاه کنندگی گزارش نموده است (Lliso *et al.*, 2004). بررسی پرتقال والنسیا لیت روی ۱۸ پایه مختلف نشان داد که بیشترین عرض و حجم تاج از درختان روی پایه کاریزو سیترنج به دست آمد (Benyahia *et al.*, 2017). همچنین بزرگترین حجم تاج پرتقال ناولینا روی پایه کاریزو سیترنج (Forner *et al.*, 2003) و در نارنگی پونکن، روی پایه سوینگل سیتروملو (Gonzatto *et al.*, 2011) مشاهده شد. نتایج این تحقیقات با نتایجی که در هشتمین سال تحقیق حاضر به دست آمده است مطابقت دارد.

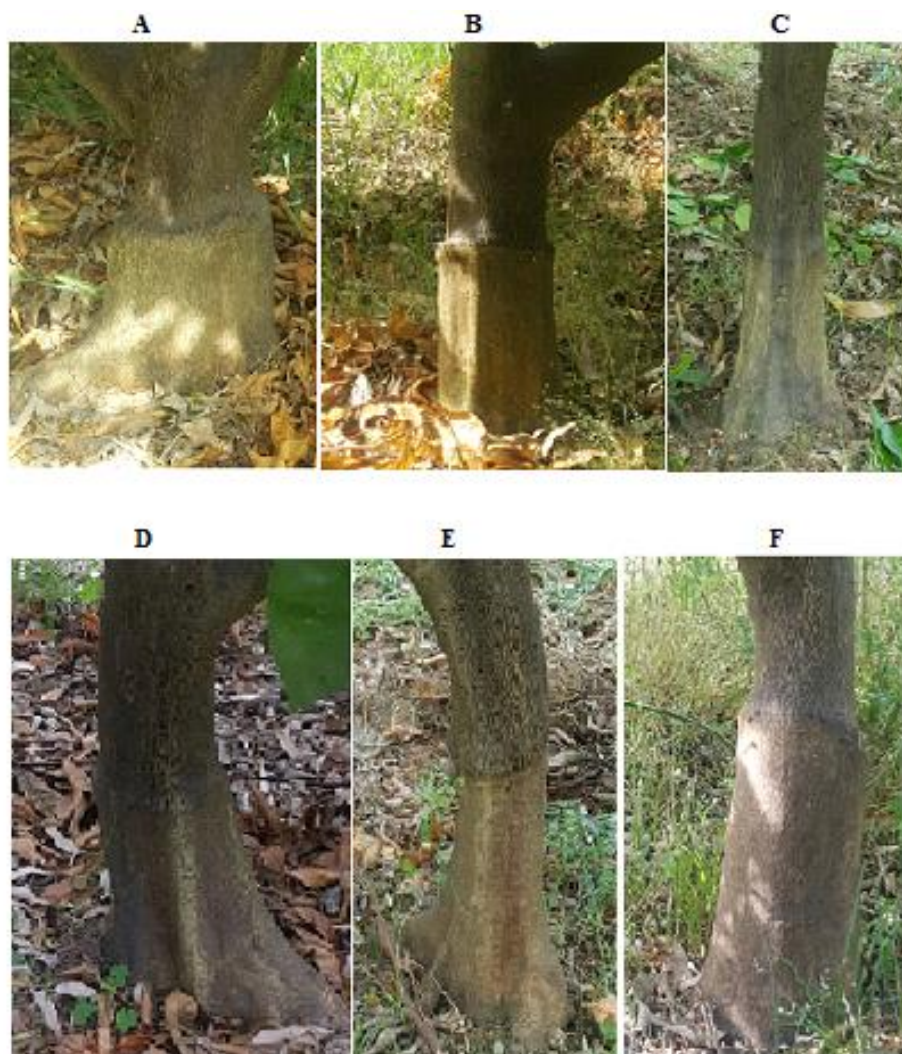
شده است (Castle & Baldwin, 1996; Castle *et al.*, 2011). نتایج تحقیقی با پرتقال هاملین روی ارقام مختلف سیترنج از جمله کاریزو، ترویر، راسک و C-35 نشان داد که درختان روی پایه C-35 بسیار کوتاه تر از درختان روی ارقام دیگر سیترنج بودند (Castle & Baldwin, 1996) که با نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر مطابقت دارد.

همچنین، نتایج تحقیق حاضر مطابق است با نتایج تحقیقی که رقابت بین رشد زایشی و رویشی و تغییر در الگوی توزیع مواد غذایی را دلیل اصلی مکانیسم

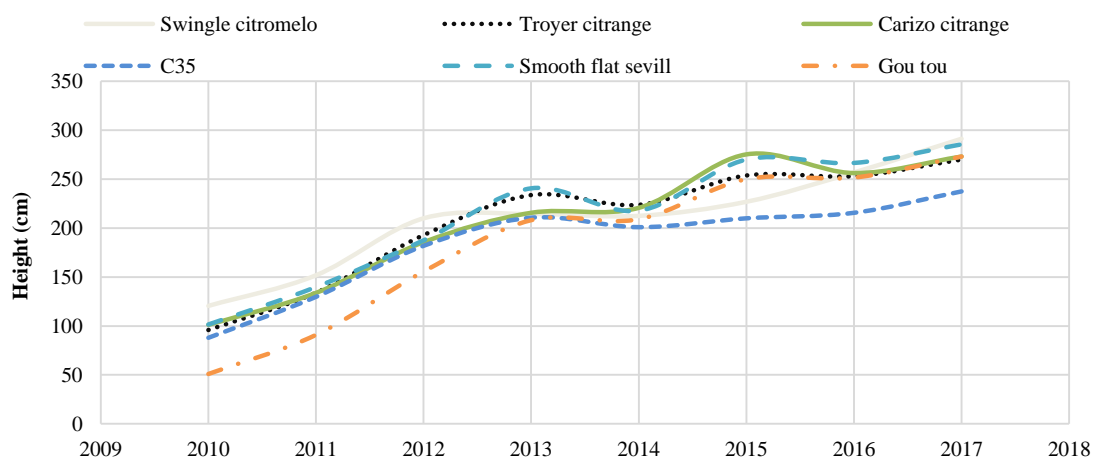


شکل ۱. نارنگی انشوی میاگوا روی ۶ پایه مختلف در ایستگاه تحقیقات باغبانی قائمشهر، مرداد ۱۳۹۴

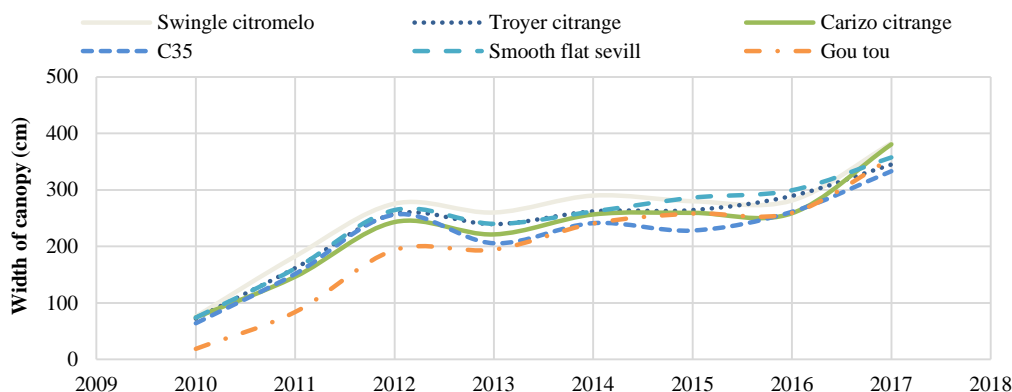
Figure 1. Miyagawa Satsuma mandarin on 6 different rootstocks in GhaemShahr horticultural research station, July of 2015 (A: Swingle citromelo; B: Troyer citrange; C: Carizo citrange; D: C-35; E: Smooth flat seville; F: Gou tou)



شکل ۲. شکل، اندازه و رنگ محل پیوند نارنگی انشوی میاگوا روی ۶ پایه مختلف در ایستگاه قائم شهر، اردیبهشت ۱۳۹۶
 Figure 2. Form, size and color of grafting site in Miyagawa Satsuma mandarin on 6 different rootstocks in GhaemShahr horticultural research station, May of 2017 (A: Swingle citromelo; B: Troyer citrange; C: Carizo citrange; D: C-35; E: Smooth flat seville; F: Gou tou)

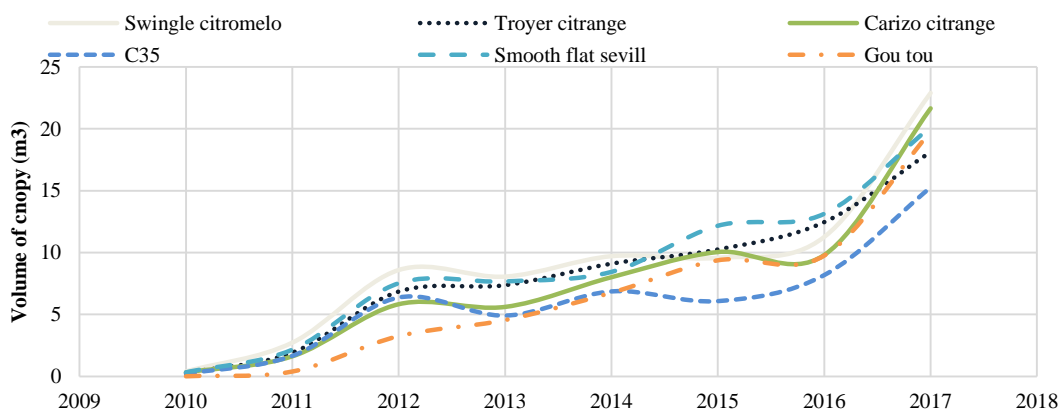


شکل ۳. ارتفاع درختان نارنگی انشو میاگوا روی پایه‌های مختلف آزمایش (۱۳۸۹-۱۳۹۶)
 Figure 3. Height of tree in Miyagawa Satsuma mandarin trees on different rootstocks (2010-2017)



شکل ۴. عرض تاج درختان نارنگی انشو میاگوا روی پایه‌های مختلف آزمایش (۱۳۸۹-۱۳۹۶)

Figure 4. Width of canopy in Miyagawa Satsuma mandarin trees on different rootstocks (2010-2017)

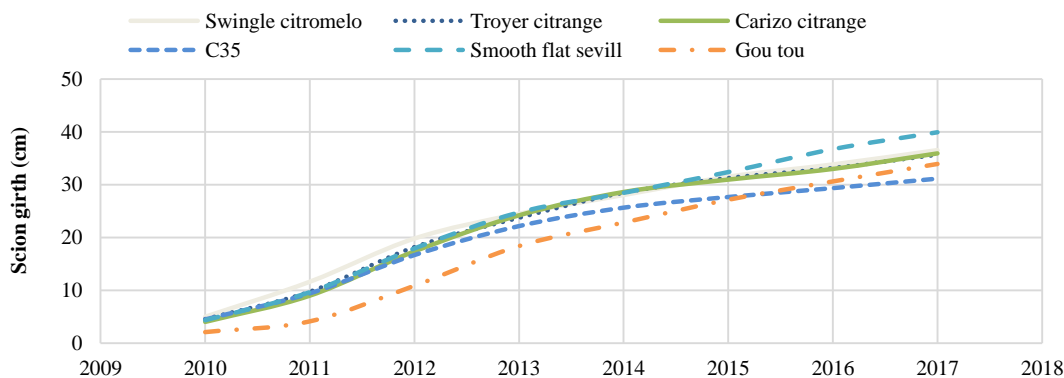


شکل ۵. حجم تاج درختان نارنگی انشو میاگوا روی پایه‌های مختلف آزمایش (۱۳۸۹-۱۳۹۶)

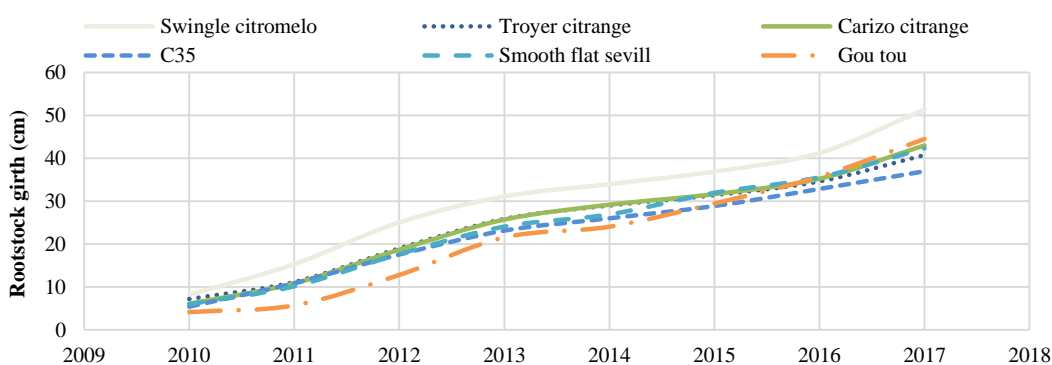
Figure 5. Volume of Canopy in Miyagawa Satsuma mandarin trees on different rootstocks (2010-2017)

شکل ۶، روند تغییرات محیط تنه در بالای محل پیوند درختان نارنگی انشو میاگوا روی هر یک از پایه‌های آزمایش را از زمان کاشت در زمین اصلی طی مدت هشت سال آزمایش نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود تغییرات محیط تنه درختان نارنگی میاگوا در بالای محل پیوند روی پایه‌های مختلف به غیر از درختان روی پایه گوتو، از اولین سال کاشت در زمین اصلی تا سال چهارم (۱۳۹۲) با اختلاف اندکی، از مقدار و روند مشابهی برخوردار بوده ولی از سال پنجم تا آخرین سال، درختان نارنگی روی پایه C-35 به تدریج اختلاف خود را نسبت به درختان نارنگی روی پایه‌های دیگر زیاد کردند و در سال آخر (۱۳۹۶)، کمترین محیط تنه در بالای محل پیوند را با اختلاف زیادی نسبت به پایه‌های دیگر به خود اختصاص دادند. در مقابل، محیط تنه درختان نارنگی روی پایه اسموت

فالت سویل از سال ششم آزمایش (۱۳۹۴) به بعد نسبت به پایه‌های دیگر افزایش یافت و در آخرین سال آزمایش، با اختلاف زیادی نسبت به درختان روی پایه‌های دیگر، بیشترین مقدار محیط تنه نارنگی در بالای محل پیوند را تولید کردند (شکل ۶). از طرف دیگر، درختان روی پایه گوتو، از سال اول آزمایش با اختلاف زیادی نسبت به درختان روی پایه‌های دیگر تا سال پنجم، کمترین محیط تنه را تولید کردند. در سال ششم با درختان روی پایه C-35 یکسان شدند و در دو سال پایانی آزمایش، از این پایه پیشی گرفته و در مکان دوم، از نظر کمترین محیط پیوند قرار گرفتند (شکل ۶). شکل ۷، روند تغییرات محیط پایه در پایین محل پیوند درختان نارنگی انشو میاگوا روی هر یک از پایه‌های آزمایش را از زمان کاشت در زمین اصلی طی مدت هشت سال آزمایش نشان می‌دهد.



شکل ۶. محیط تنه بالای محل پیوند درختان نارنگی انشو میاگوا در پایه‌های مختلف آزمایش (۱۳۸۹-۱۳۹۶)
Figure 6. Scion girth over bud union in Miyagawa mandarin trees on different rootstocks (2010-2017)



شکل ۷. محیط پایه پایین محل پیوند درختان نارنگی انشو میاگوا در پایه‌های مختلف آزمایش (۱۳۸۹-۱۳۹۶)
Figure 7. Scion girth under bud union in Miyagawa mandarin trees on different rootstocks (2010-2017)

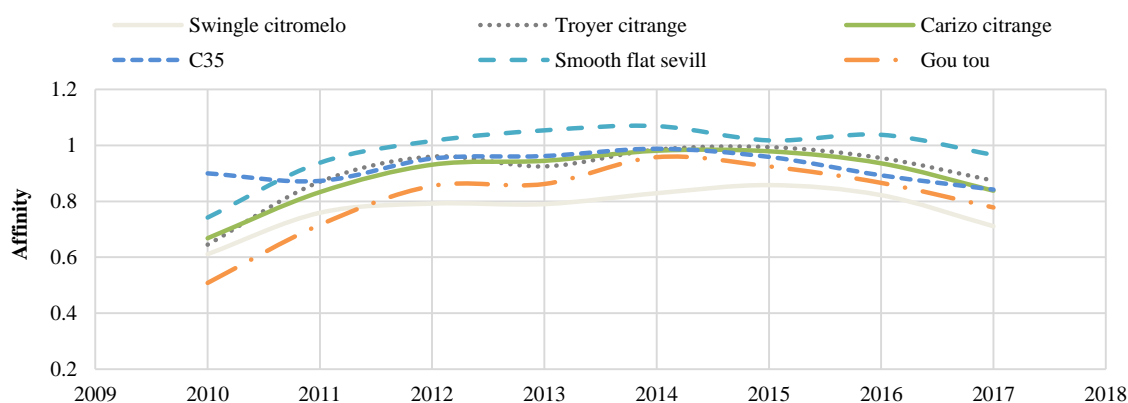
عدد یک ادامه یافت و در پایه اسموت فلت سویل با گذشت زمان، محیط تنه نارنگی از محیط پایه بیشتر شد. بنابراین نسبت تجانس در این پایه از سال ۱۳۹۱ تا آخرین سال آزمایش همواره بیش از یک بود ولی در سال آخر آزمایش به کمی کمتر از ۱ کاهش پیدا کرد. تجانس در همه پایه‌ها در سال آخر، نسبت به سال ششم آزمایش کاهش یافت. در دو سال اول آزمایش درختان روی پایه گوتو کمترین تجانس پایه و رقم را نشان دادند ولی از سال سوم (۱۳۹۱) تا پایان آزمایش (۱۳۹۶) کمترین مقدار تجانس مربوط به پایه سوینگل سیتروملو بود. نوسانات تجانس در پایه C-35 نسبت به پایه‌های دیگر کمتر بود (شکل ۸). پایه نارنج، بر خلاف پایه‌های سه برگچه‌ای که دورگ جنس سیتروس (مرکبات حقیقی) و جنس پونسیروس هستند، از اعضای اصلی جنس سیتروس است بنابراین از تجانس بالایی با ارقام مرکبات حقیقی پیوند شده روی آن برخوردار است و محل پیوند و پوست اطراف پایه صاف است و رنگ پایه آن نیز تفاوت

همان‌طور که ملاحظه می‌شود اندازه محیط پایه در پایین محل پیوند، در پایه سوینگل سیتروملو از سال اول تا سال آخر آزمایش بیشتر از پایه‌های دیگر بود. پایه گوتو در پنج سال اول آزمایش، کمترین محیط تنه در پایین محل پیوند را داشت ولی در سه سال آخر، افزایش محیط تنه در این پایه نسبت به پایه‌های دیگر شتاب بیشتری گرفت. به‌طوری‌که در آخرین سال آزمایش، بعد از سیتروملو و در گروه دوم قرار گرفت. در مقابل، افزایش محیط تنه در پایه C-35 در سه سال آخر آزمایش نسبت به پایه‌های دیگر، شتاب کمتری پیدا کرد و در آخرین سال (۱۳۹۶) کمترین مقدار را نسبت به پایه‌های دیگر به خود اختصاص داد (شکل ۷). شکل ۸، تجانس محل پیوند درختان نارنگی انشو میاگوا در هر یک از پایه‌های آزمایش از سال ۱۳۸۹ تا سال ۱۳۹۶ را نشان داده است. به جز پایه C-35 در بقیه پایه‌ها کمترین تجانس پایه و پیوند در اولین سال آزمایش وجود داشت. سپس تجانس در این پایه‌ها به سمت بیشتر شدن و نزدیک شدن به

نشان‌دهنده سازگاری خوب آنها با رقم پیوند شده روی آن است (Castle & Gmitter, 1999). در تحقیق مذکور (Benyahia *et al.*, 2017) کمترین تجانس در پایه گوتو (۰/۶۲) و سپس در پایه‌های سیتروملو ۴۴۷۵ (۰/۷۲) و سیتروملو ۱۴۵۲ (۰/۷۷) مشاهده شد. در تحقیق حاضر نیز بعد از گذشت هشت سال از کاشت در زمین اصلی، تجانس با نارنگی انشو میاگوا در پایه سیتروملو، ۰/۷۱ و در پایه گوتو، ۰/۷۸ بود که نسبت به سایر پایه‌های مورد آزمایش در آخرین گروه قرار داشت (شکل ۸).

ماتریس همبستگی صفات مختلف رویشی درختان نارنگی انشو میاگوا با پایه‌های مختلف (جدول ۳) نشان داد که اندازه محیط و سطح مقطع عرضی تنه (TCSA) در پایه و رقم، همبستگی بالایی با حجم تاج، ارتفاع و عرض آن دارند. ارتباط مثبت و بالای TCSA با صفات مختلف رویشی و زایشی درخت توسط محققان مختلف در درختان میوه گزارش شده است (Kumar *et al.*, 2014; Dalal & Brar, 2012; Westwood & Roberts, 1970). همبستگی TCSA رقم و پایه با حجم تاج بیشتر از همبستگی محیط تنه رقم و پایه با حجم تاج بود و همچنین همبستگی TCSA و محیط تنه پایه با حجم تاج بیشتر از همبستگی TCSA و محیط تنه رقم با حجم تاج بود (جدول ۳). در مقابل، همبستگی محیط تنه رقم و پایه با صفات ارتفاع و عرض تاج بیشتر از همبستگی TCSA رقم و پایه با این صفات بود و نیز همبستگی رقم بیشتر از همبستگی پایه با ارتفاع و عرض تاج بود (جدول ۳).

چندانی با رنگ ارقام مرکبات تجاری پیوند شده روی آن ندارد. در فلوریدا پایه‌های اسموت فلت سویل و گوتو به عنوان پایه‌هایی که از نظر ظاهری مشابهت زیادی با نارنج دارند محسوب می‌شوند (Castle *et al.*, 1992). در تحقیق حاضر، تجانس پایه و رقم در این دو پایه با پایه نارنج متفاوت بود ولی صاف بودن پوست پایه و بدون شیار بودن آن، شبیه پیوندهای درختان نارنگی روی پایه نارنج بود. در پایه گوتو، رنگ پوست پایه مانند پایه نارنج با رقم پیوند مشابهت داشت (شکل ۲). تحقیقات مختلف نشان داده است که پایه‌های دورگ سه‌برگچه‌ای مانند ترور و کاریزو سیترنج و سوینگل سیتروملو نسبت به پایه نارنج از تجانس کمتری با ارقام مختلف مرکبات از جمله نارنگی انشو، نارنگی کلمانتین ماریسول، پرتقال شموتی و گریپ‌فروت ردبلاش برخوردارند. سیتروملوها حاصل تلاقی گریپ‌فروت با پونسیروس و سیترنج‌ها حاصل تلاقی پرتقال و پونسیروس می‌باشند. تجانس پایین پایه‌های هیبرید سه‌برگچه‌ای در مقایسه با پایه‌های جنس سیتروس مانند نارنج در نتایج تحقیقات محققان مشاهده شده است (Tuzcu *et al.*, 1994; Bassal, 2009; Bisio *et al.*, 2003; Georgiou, 2002; Georgiou & Gregoriou, 1999). در بررسی پایه‌های مختلف، بیشترین اختلاف بین قطر تنه در پایه و رقم در پایه سوینگل سیتروملو دیده شد (Tazima *et al.*, 2013; Bassal, 2009)، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. بررسی رقم والنسیا لیت روی ۱۴ پایه مختلف در موروکو نشان داد که تجانس پایه‌های کاریزو سیترنج و نارنج خیلی نزدیک به یک شد (Benyahia *et al.*, 2017)، که



شکل ۸. تجانس محل پیوند درختان نارنگی انشو میاگوا در پایه‌های مختلف آزمایش (۱۳۸۹-۱۳۹۶)
Figure 8. Affinity of union bud in Miyagawa mandarin trees on different rootstocks (2010-2017)

جدول ۳. ماتریس همبستگی صفات مختلف رویشی درختان نارنگی انشو میاگوا با پایه‌های مختلف

	Canopy volume	Rootstock girth	Scion girth	Rootstock TCSA	Scion TCSA	Canopy height	Canopy width
Canopy volume	1						
Rootstock girth	0.827	1					
Scion girth	0.792	0.947	1				
Rootstock TCSA	0.857	0.962	0.869	1			
Scion TCSA	0.824	0.909	0.961	0.891	1		
Canopy height	0.827	0.840	0.856	0.771	0.805	1	
Canopy width	0.890	0.865	0.862	0.798	0.799	0.822	1

نتیجه‌گیری کلی

به پایه سوینگل سیتروملو بود. کمترین عدد تجانس پایه و رقم در پایه سوینگل سیتروملو و در رتبه بعد در پایه گوتو وجود داشت. در ارقام سیترنج، تجانس تقریباً در یک محدوده و نزدیک‌تر به عدد یک قرار داشت. در پایه اسموت فلت سویل نسبت محیط رقم به پایه در غالب سال‌ها بیشتر از عدد یک و در بقیه پایه‌ها کمتر از عدد یک بود. سطح مقطع عرضی (TCSA) پایه بیشترین همبستگی را با حجم تاج داشت و محیط تنه رقم در نارنگی میاگوا بیشترین همبستگی را با ارتفاع و عرض تاج نشان داد. بنابراین، این شاخص‌ها می‌توانند برای تخمین حجم تاج استفاده شوند.

در پایان فاز رویشی (سال سوم) درختان روی پایه گوتو و در پایان آزمایش (سال هشتم) درختان روی پایه C-35 کمترین ارتفاع و حجم تاج را داشتند. در مقابل، بیشترین حجم تاج در پایان هر دو مرحله به درختان روی پایه سوینگل سیتروملو اختصاص داشت. پایه C-35 به دلیل کوچک‌تر بودن حجم تاج درخت نارنگی پیوند شده روی آن نسبت به بقیه پایه‌ها، پایه مناسبی برای فواصل کاشت کمتر و کاشت متراکم در رقم نارنگی انشو میاگوا می‌باشد. بیشترین محیط پایه از ابتدا تا انتهای آزمایش مربوط

REFERENCES

- Akhlaghi Amiri, N. (2018). *Investigation of adaptability and quantitative and qualitative yield of navel orange cultivars on some rootstocks* (first phase). (Final report 2013-2017). Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. 40. (in Farsi)
- Asadi Kangarshahi, A. & Akhlaghi Amiri, N. (2014 a). *Advanced and Applied Citrus Nutrition* (1th ed). Agricultural Extension and Education Publications. (in Farsi)
- Asadi Kangarshahi, A. & Akhlaghi Amiri, N. (2014 b). *Advanced and Applied Citrus Nutrition* (1th ed). Agricultural Extension and Education Publications. (in Farsi)
- Asadi Kangarshahi, A. & Akhlaghi Amiri, N. (2016). *Frost in fruit trees*. (1st ed.). Agricultural Extension and Education Publications. (in Farsi)
- Asadi Kangarshahi, A. & Akhlaghi Amiri, N. (2018). *Establishment of sustainable citrus orchard*. (1st ed.). Agricultural Extension and Education Publications. (in Farsi)
- Bassal, M. A. (2009). Growth, Yield & Fruit Quality of 'Marisol' Clementine Grown on Four Rootstocks in Egypt. *Scientia Horticulturae*, 119, 132-137.
- Benyahia, H., Talha, A., Fadli, A., Chetto, O., Omari, F. E. & Beniken, L. (2017). Performance of Valencia late sweet orange (*C. sinensis*) on different rootstocks in the Gharb region. *Annual Research & Review in Biology*, 20(4), 1-11.
- Bisio, L., Vignale, B., Carrau, F. & Diez, D. J. (2003). Evaluation of Nine Rootstocks for 'Owari' Satsuma Mandarin in Uruguay. In: *Proceedings of the 9th International Society of Citriculture*. 3-7 Dec., Orlando, Florida-USA, pp. 479-481.
- Castle, W. S., Pelosi, R. R. & Youtsey, C. O. (1992). Rootstocks similar to sour orange for Florida citrus trees. *Proceeding of Florida State of Horticultural Science*, 105, 56-60.
- Castle, W. S. & Baldwin, J. C. (1996). Interplant competition and rootstock affect the growth and yield of Hamlin orange trees used for replanting. *Proceeding of Florida State of Horticultural Science*, 109, 115-117.
- Castle, W. S. (2010). A career perspective on citrus rootstocks, their development and commercialization. *HortScience*, 45 (1), 11-15.
- Castle, W. S. & Bowman, K. D., Baldwin, J. C., Grosser, J. W. & Gmitter, F. G. (2011). Rootstocks affect tree growth, yield and juice quality of Marsh grapefruit. *HortScience*, 46 (6), 841-848.

13. Dalal, R. P. S. & Brar, J. S. (2012). Relationship of trunk cross-sectional area with growth, yield, quality and leaf nutrient status in Kinnow mandarin. *Indian Journal of Horticulture*, 69 (1), 111-113.
14. Forner-Giner, M. A., Alcaide, A., Primo-Millo, E. & Forner, J. B. (2003). Performance of Navelina orange on 14 rootstocks in Northern Valencia. *Scientia Horticulturae*, 98, 223-232.
15. Georgiou, A. & Gregoriou, C. (1999). Growth, yield and fruit quality of "Shamouti" orange on fourteen rootstocks in Cyprus. *Scientia Horticulturae*, 80 (1-2), 113-121.
16. Georgiou, A. (2000). Performance of Nova mandarin on eleven rootstocks in Cyprus. *Scientia Horticulturae*, 84 (1-2), 115-126.
17. Georgiou, A. (2002). Evaluation of Rootstocks for 'Clementine' Mandarin in Cyprus. *Scientia Horticulturae*, 93, 29-38.
18. Gonzatto, M. P., Kovaleski, A. P., Brugnara, E. C., Weiler, R. L., Sartori, I. A., Lima, J. G., Bender, R. J. & Schwarz, S. F. (2011). Performance of Oneco mandarin on six rootstocks in South Brazil. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 46 (4), 406-411.
19. Jianhua, C. & Weifu, L. (2005). Studies of affinity between rootstock and scion. *Chinese Journal of Tropical Agriculture*, 4/2005.
20. Kumar, D., Ahmed, N., Srivastava, K.K. & Dar, T.A. (2014). Effect of trunk cross sectional area of rootstock on growth, yield, quality and leaf nutrient status in apricot (*prunus armenica*) cv. CITH-Apricot-2. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 84 (2), 236-240.
21. LLiso, I., Forner, J. B. & Talon, M. (2004). The dwarfing mechanism of citrus rootstocks F & A 418 and #23 is related to competition between vegetative and reproductive growth. *Tree Physiology*, 24, 225-232.
22. Tazima, Z. H., Neves, C. S. V. J., Yada, I. F. U. & Junior, R. P. L. (2013). Performance of 'Okitsu' Satsuma Mandarin on nine rootstocks. *Scientia Agricola*, 7(6), 422-427.
23. Toplu, C., Kaplankiran, M., Demirkeser, T. H. & Yildiz, E. (2008). The effects of citrus rootstocks on Valencia late and Rhode red Valencia oranges for some plant nutrient elements. *African Journal of Biotechnology*, 7 (24), 4441-4445.
24. Tuzcu, O., Kaplankiran, M., Ozbey, H. & Yesiloglu, T. (1994). The Effects of Different Citrus Rootstocks on Fruit Yield, Fruit Quality and Scion/Rootstocks Relationships of Redblush Grapefruit. *Turkish Journal of the Agriculture and Forestry*, 18, 45-51.
25. Stenzel, N. M. C. & Neves, C. S. V. J. (2004). Rootstocks for Tahiti lime. *Scientia Agricola*, 61(2), 151-155.
26. Srivastava, A. K., Singh, S. & Huchche, A. D. (2000). An analysis on citrus flowering- a review. *National Research Center for Citrus*, 21(1), 1-15.
27. Westwood, M. N. & Roberts, A. N. (1970). The relationship between trunk cross-sectional area and weight of apple trees. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 95, 28-30.
28. Yildirim B., Yesiloglu, T., Kamiloglu, M. U., Incesu, M., Tuzcu, O. & Cimen, B. (2010). Fruit yield and quality of Santa Teresa lemon on seven rootstocks in Adan Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 5, 1077-1081.
29. Zheng, Y., Deng, L., He, Sh., Zhou, Zh., Yi, Sh., Zhao, X. & Wang, L. (2011). Rootstocks influence fruit oleocellosis in Hamlin sweet orange (*C. sinensis* L. Osbeck). *Scientia Horticulturae*, 128, 108-114.