

شاخص‌های عملکردی و کیفی نارنگی انشو میاگاوا روی شش پایه 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: ۱۳۹۷/۹/۱۸ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۲)

چکیده

در این پژوهش، تأثیر شش پایه سوینگل سیتروملو، ترویرسیترنج، کاریزوسیترنج، سیترنج C-35، اسموت‌فلت‌سویل و گوتو بر صفات زایشی نارنگی انشوی میاگاوا طی پنج سال (۱۳۹۶-۱۳۹۲) بررسی شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹۶ اصله درخت انجام شد. نتایج نشان داد که درختان روی پایه سوینگل سیتروملو، در شروع فاز باردهی (۱۳۹۲ و ۱۳۹۳)، با اختلاف معنی‌دار آماری، پرمحصول‌تر از سایر پایه‌ها بودند (به ترتیب ۵۸ و ۴۵ کیلوگرم در درخت). بیشترین عملکرد متوسط سالانه (۵۲ کیلوگرم در درخت)، بیشترین عملکرد تجمعی طی پنج سال (۲۶۱ کیلوگرم در درخت) و کمترین شاخص تناوب باردهی (۲۲/۱ درصد) با اختلاف آماری معنی‌داری نسبت به سایر پایه‌ها، در پایه سیتروملو به دست آمد. تحمل به سرما در سیتروملو به دلیل حفظ گل و میوه و عملکرد نهایی بالا در سال بعد از یخبندان (۱۳۹۳) بیشتر از بقیه پایه‌ها بود. عملکرد متوسط سالانه و تجمعی پنج سال میاگاوا در سیترنج‌های ترویر، کاریزو و C-35 و اسموت‌فلت‌سویل از نظر آماری مشابه بود. ولی راندمان عملکرد C-35، افزایش معنی‌داری نسبت به سایر پایه‌ها نشان داد (۶/۷۲ کیلوگرم بر مترمکعب حجم تاج). با اختلاف آماری معنی‌داری، میوه‌های روی سیتروملو، کروی‌تر (۰/۹۵۳) و پرآب‌تر (۶/۲۲ درصد)، میوه‌های کاریزوسیترنج پخت‌تر (۰/۹۳۹) و پوست نازک‌تر (۲/۲۱ میلی‌متر) و میوه‌های C-35 سنگین‌تر (۱۵۰/۲ گرم) و زودرس‌تر (شاخص برداشت: ۱۱/۲۱) از میوه‌های روی دیگر پایه‌ها بودند. پایه گوتو به‌طور معنی‌داری باعث افزایش ضخامت پوست (۲/۸۳ میلی‌متر)، کاهش آب میوه (۴۱/۶۵ درصد) و دیررسی میوه (شاخص برداشت: ۸/۵۲) در مقایسه با پایه‌های دیگر شد. همچنین درختان پیوندی روی این پایه، بیشترین شاخص تناوب باردهی (۴۲/۴ درصد) را طی پنج سال داشتند.

واژه‌های کلیدی: تناوب باردهی، راندمان عملکرد، شاخص برداشت، عملکرد تجمعی.

Functional and qualitative indexes of Miyagawa Satsuma mandarin on six 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: Dec. 9, 2018 - Accepted: Mar. 3, 2019)

ABSTRACT

In this study, the effects of six citrus rootstocks: Swingle citromelo; Troyer citrange; Carizo citrange, C-35 citrange; Smooth flat seville and Gou tou) on reproductive reactions of Miyagawa Satsuma mandarin was investigated during 5 years (2013-2017). Experiment was done in randomized complete block design with 96 trees. Results showed that trees on Swingle citromelo at the beginning of fruiting phase (2013 and 2014) was more productive (58 and 48 kg/tree respectively) than other rootstocks and they had the most annual mean yield (52 kg/tree), cumulative yield during 5 years (261 kg/tree) and minimum alternate bearing index (22.1%), statistically. Also, cold tolerance in this rootstock was more than others due to maintaining the flower and fruit and high final yield in the year after the frost (2014). Annual mean yield and cumulative yield during five years on Citranges (Troyer, Carizo and C-35) and Smooth flat seville was statistically similar. But, the highest yield efficiency was obtained on C-35 (6.72 kg/m³). Fruits on Swingle citromelo, were more spherical (length/width: 0.953) and juicy (46.22%), on Carizo were more oblate (length/width: 0.939) and thinned peel (2.21 mm) and on C-35 were heavier (150.2 g) and more premature (harvest index: 11.21) than fruits on other rootstocks. Gou tou significantly increased the thickness of the peel (2.83 mm), reduced fruit juice (41.65%) and extended fruit ripening time (harvest index: 8.52). Also, trees on Gou tou had the highest alternate bearing index (42.4%) during five years.

Keywords: Alternate bearing, cumulative yield, harvest index, yield efficiency.

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

مقدمه

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که پایه‌های مرکبات بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو مرکبات از جمله عملکرد و خصوصیات رشدی درخت و بیش از ۱۰ فاکتور کیفی میوه و نیز مقاومت به تنش‌های زنده و غیر زنده تأثیر می‌گذارند (Aviles et al., 2011; Filho et al., 2007; Castle, 1995). به نظر می‌رسد مکانیسم تأثیر پایه در درختان مرکبات با درختان میوه خزان‌دار متفاوت باشد. اعتقاد بر این است که در درختان خزان‌دار، مانند سیب، کیفیت میوه به میزان زیادی وابسته به میزان محصول و مدیریت تاج است در حالی‌که، کیفیت عصاره و میوه مرکبات به میزان زیادی وابسته به اثرات پایه بر روابط آبی گیاه و انتقال ساکارز می‌باشد (Castle, 1995).

رشد، عملکرد و کیفیت پرتقال شموتی روی ۱۴ پایه در مصر مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین عملکرد تجمعی طی نه سال، در پایه ولکاملومون و مورتون سیترنج و کمترین مقدار در پایه ترویر سیترنج ثبت شد (Georgiou & Gregoriou, 1999). بررسی نارنگی نوا با ۱۱ پایه مختلف، نشان داد تاج درختان روی پایه‌های کاریزو و ترویر سیترنج و سوینگل سیتروملو از پایه نارنج و راف لمون کوچکتر بود و کارایی عملکرد در روی پایه کاریزو سیترنج، نسبت به دیگر پایه‌ها حداکثر بود (Georgiou, 2000). عملکرد تجمعی نارنگی انشوی زودرس یاماگاوا روی پایه سیتروملو بیشتر از شش پایه مورد آزمایش دیگر در ژاپن بود و نیز میوه‌های نارنگی روی این پایه بیشترین بریکس عصاره را داشتند (Noda et al., 2001). بررسی چند رقم نارنگی روی پایه‌های مرکبات در شرایط کالیفرنای مرکزی نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در صفات مختلف ارقام، روی پایه‌ها بود. همه ارقام نارنگی روی پایه C-35 عملکرد بیشتری داشتند (Health & Ferguson, 2002). در بررسی اثر ۱۴ پایه بر پرتقال ناولینا در اسپانیا، درختان روی ترویر سیترنج، بیشترین کارایی عملکرد را نشان دادند و مقدار عصاره در آنها نیز از دیگر پایه‌ها بیشتر بود (Forner-Giner et al., 2003). عملکرد پرتقال والنسیا و نیز وزن، حجم و ابعاد میوه روی پایه ترویر سیترنج نسبت به پایه

نارنج بالاتر بود. سایر خصوصیات کیفی میوه‌های والنسیا روی دو پایه تفاوت معنی‌داری نداشت (El.Motty et al., 2006). میوه‌های نارنگی ماریسول روی پایه نارنج در مصر، نسبت به میوه‌های روی پایه‌های کاریزوسیترنج و سوینگل سیتروملو، دیررس‌تر بودند. زودرس‌ترین میوه‌های ماریسول روی پایه کاریزوسیترنج تولید شدند (Bassal, 2009). همه خصوصیات کیفی میوه نارنگی کینو تحت تأثیر پایه‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری نشان دادند. میوه‌های نارنگی کینو روی پایه ترویر سیترنج، کوچک‌ترین اندازه و بهترین کیفیت را به خود اختصاص دادند (Sharma & Saxena, 2004).

بررسی راندمان عملکرد و کیفیت عصاره پرتقال والنسیا روی پایه‌های مختلف نشان داد که در پنج سال اول باردهی میوه، راندمان عملکرد تاج و کیفیت میوه با افزایش سن درخت افزایش یافت (Zekri, 2000) ولی در مراحل بعدی، راندمان عملکرد پایه سوینگل سیتروملو بیشتر از بقیه پایه‌ها بود (Zekri, 2008).

بررسی اثر شش پایه مختلف بر خصوصیات نارنگی اونکو در طول هفت سال در برزیل نشان داد که بر اساس عملکرد و کیفیت میوه، پایه‌های سوینگل سیتروملو و ترویر سیترنج، بهترین پایه برای این رقم در جنوب برزیل بودند (Gonzatto et al., 2011). بررسی پرتقال لین لیت ناول روی چهار پایه مختلف نشان داد که این رقم روی پایه گوتو نسبت به پایه‌های دیگر، کمترین عملکرد تجمعی و راندمان عملکرد و بیشترین شاخص تناوب‌باردهی (۵۱/۸۷) را نشان داد (Legua et al., 2011). پژوهشی با پرتقال کویین روی شش پایه مختلف در ایران نشان داد که عملکرد تجمعی این پرتقال روی پایه‌های سوینگل سیتروملو و کلوپاترا ماندارین، کمترین مقدار بود و تولید میوه روی پایه‌های کاریزو سیترنج، ترویر سیترنج و نارنج بیشتر بود. بزرگ‌ترین میوه‌ها روی پایه کاریزو سیترنج تولید شدند. ضخامت پوست میوه در پایه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت (Shafiei Zargar et al., 2012). در آزمایشی در برزیل، درختان نارنگی اوکیتسو روی پایه سوینگل سیتروملو نسبت به هشت پایه دیگر بیشترین عملکرد را نشان دادند ولی

نسبت به پایه نارنج، بالاتر است و 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 تریسترای 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. اخیراً پایه‌هایی مثل اسموت فلت سویل و گوتو هم وارد استان مازندران شده‌اند که از نظر ظاهری مشابهت‌هایی با پایه نارنج دارند ولی بررسی روی کارایی آنها صورت نگرفته است (Asadi Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2014 a,b). بررسی ژنوتیپ‌های ایزوآنزیم پایه‌های مشابه نارنج از جمله اسموت فلت سویل و گوتو بر پایه ۵ سیستم آنزیمی در فلوریدا نشان داد که همه این پایه‌ها در حداقل ۳ مکان با نارنج متفاوت بودند و بر خلاف پایه نارنج، آلودگی با سویه‌های قوی ویروس تریسترا سبب زوال آنها نگردید (Castle et al., 1992).

پژوهش حاضر، برای بررسی پایه‌های مختلف و انتخاب پایه سازگار و کارآمد جایگزین نارنج در شرایط اقلیمی و خاکی شرق مازندران انجام شد و در مدت پنج سال تأثیر برخی پایه‌های مهم مرکبات بر شاخص‌های عملکرد و نیز برخی خصوصیات کیفی میوه نارنجی پیش‌رس انشو میاگوا مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در ایستگاه تحقیقات باغبانی قائم شهر وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش 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 انجام شد. از بهار ۱۳۸۹، درختان نارنجی انشو پیش‌رس میاگوا^۲

میوه‌های روی پایه‌های کاریزو سیترنج و پونسیروس بیشترین درصد عصاره را داشتند. بیشترین شاخص برداشت مربوط به پایه‌های کاریزوسیترنج، سوینگل‌سیتروملو و پونسیروس بود (Tazima et al., 2013). در طول پنج سال تولید، عملکرد جمعی و راندمان عملکرد پرتقال والنسیا لیت روی پایه سیتروملو ۴۴۷۵ بیشترین مقدار بود و پایه‌های کاریزو سیترنج و سیتروملو ۱۴۵۲ کمترین شاخص برداشت و دیررس‌ترین میوه‌ها را داشتند (Benyahia et al., 2017). عملکرد کمی و کیفی نارنجی‌های اوکیتسو و کلوزلینا روی سه پایه نارنج، کاریزو و ترویر سیترنج نشان داد که این ارقام بیشترین عملکرد جمعی را روی پایه کاریزو سیترنج و بیشترین راندمان عملکرد را روی ترویر سیترنج داشتند. ضخامت پوست و بریکس در هیچ‌یک از ارقام تحت تأثیر پایه قرار نگرفت (Yildiz & Kaplankiran, 2018).

همان‌طور که پژوهش‌ها نشان می‌دهند کارایی پایه‌های مرکبات در ارقام و شرایط اقلیمی مختلف، تا حدودی متفاوت است. از این‌رو، مطالعه در شرایط منطقه‌ای، برای توصیه پایه مناسب هر منطقه برای هر رقم، حائز اهمیت است. مطالعات منطقه‌ای در شرق مازندران در طول دهه گذشته، نشان داده است که پایه نارنج مقاومت کمی به سرما دارد؛ به شرایط ماندابی بسیار حساس است و ویروس تریسترا سبب زوال درختان روی این پایه می‌شود. در مقابل، این پایه در خاک‌های سنگین و دارای مقادیر زیاد آهک، عملکرد خوبی دارد. پایه سیتروملو، در خاک‌های سنگین با مقادیر بالای آهک، دچار کلروز ناشی از آهک^۱ شده و رشد رویشی آن کاهش قابل‌توجهی می‌یابد (Asadi Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2018). ارقام مختلف پایه‌های سیترنج هم به خاک‌های با مقادیر بالای آهک حساس‌اند ولی در بیشتر پژوهش‌ها نسبت به پایه سیتروملو حساسیت کمتری نشان داده‌اند (Georgiou & Gregoriou, 1999; Tazima, et al., 2013; Asadi Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2014 a,b; 2018). از طرف دیگر، مقاومت به سرمای پایه‌های سیتروملو و سیترنج،

2. *Citrus unshiu* cv. Miyagawa

1. lime-induced chlorosis

پیوندشده روی شش پایه مختلف: ۱. سوینگل سیتروملو؛ ۲. ترویرسیترنج؛ ۳. کاریزوسیترنج؛ ۴. سیترنج C-35؛ ۵. اسموت‌فلت‌سویل^۴ و ۶. گوتو^۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و چهار درخت در هر تکرار با فواصل کاشت ۵ × ۴ متر بر روی ۹۶ اصله درخت نارنگی انشو میاگوا در این ایستگاه کاشته شدند. مراحل نگهداری درختان مانند مبارزه با علف‌های هرز، محافظت از سرما و باد، مصرف کودهای شیمیایی، هرس، آبیاری، سمپاشی و ... به‌طور یکسان برای همه درختان متناسب با شرایط از زمان کاشت در زمین اصلی و در طول بیش از ۸ سال انجام شد. از زمان کاشت درختان به مدت سه سال (۱۳۹۱-۱۳۸۹) همه گل‌های تشکیل شده روی درختان، برای تحریک رشد رویشی درخت، قبل از تبدیل شدن به میوه‌چه، به‌صورت دستی حذف شدند (Asadi Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2018; 2016; 2014 a,b) و از سال ۱۳۹۲ که درختان وارد فاز زایشی شدند تا سال ۱۳۹۶، عملکرد همه درختان در زمان برداشت ثبت شد. حجم تاج درختان در تابستان هر سال با استفاده از معادله $V = 2/3 \pi R^2 H$ به‌دست آمد که در آن R نصف عرض تاج و H ارتفاع درخت می‌باشد (Stenzel & Neves, 2004). همچنین از سال ۱۳۹۲ تا سال ۱۳۹۵، در اوائل مهر ماه هر سال، قبل از برداشت محصول از هر درخت نمونه میوه برداشت شد و برخی خصوصیات میوه از جمله وزن میوه و پوست (با استفاده از ترازوی دیجیتال)، ابعاد میوه و ضخامت پوست (با استفاده از کولیس دیجیتال)، میزان عصاره (با استفاده از آب‌میوه‌گیر دستی)، میزان مواد جامد محلول^۶ (با استفاده از رفاکتومتر چشمی) و اسیددیده قابل تیتراسیون عصاره^۷ (به وسیله تیتراسیون با سود یک دهم نرمال) اندازه‌گیری شد (Fattahi Moghaddam et al., 2017). راندمان عملکرد^۸ هر درخت با استفاده از نسبت عملکرد (کیلوگرم در

درخت) به حجم تاج (متر مکعب) و عملکرد تجمعی^۹، تجمعی^{۱۰}، با استفاده از مجموع عملکرد هر تیمار از سال ۱۳۹۲ تا سال ۱۳۹۶ به‌دست آمد (Stenzel & Neves, 2004). برای محاسبه شاخص تناوب‌باردهی^{۱۱} از معادله: $I = 1/(n-1) \{ |(a_2-a_1)/(a_2+a_1) + |(a_3-a_2)/(a_3+a_2) + \dots + |(a_n-a_{n-1})/(a_n+a_{n-1})| \}$ استفاده شد که در آن، n برابر با تعداد سال‌های آزمایش و a میزان عملکرد در هر یک از سال‌ها می‌باشد (Monselise & Goldschmidt, 1982; Stenzel & Neves, 2004). شاخص برداشت^{۱۱} با استفاده از نسبت مواد جامد محلول به اسیددیده قابل تیتراسیون عصاره و درصد عصاره میوه با استفاده از نسبت عصاره به وزن میوه محاسبه شد (Tazima et al., 2013). کروییت^{۱۲} میوه نیز از معادله $Q = (LWT^{1/3})/L$ محاسبه شد که در آن L، W و T، طول میوه (فاصله گلگاه تا دم میوه) و عرض میوه از دو جهت می‌باشند و L بزرگترین عدد در بین این سه می‌باشد (Fattahi Moghaddam et al., 2017). در پایان با استفاده از برنامه آماری MSTATC، تجزیه واریانس و از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن، مقایسه میانگین داده‌ها انجام شد و پایه‌ها بر اساس میزان عملکرد، راندمان عملکرد در واحد تاج، عملکرد تجمعی، شاخص تناوب‌باردهی، کیفیت میوه و زمان برداشت مقایسه و بررسی شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های پارامترهای عملکرد نارنگی انشو میاگوا در شش پایه مختلف در مدت پنج سال (۱۳۹۶-۱۳۹۲) به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است. شکل‌های ۱ تا ۵ نیز اثر متقابل پایه‌های مختلف و سال‌های آزمایش را در هر یک از پارامترهای مورد بررسی نشان داده‌اند. همه صفات مورد بررسی به جز تأثیر سال بر شاخص تناوب‌باردهی، تحت تأثیر سال، پایه و اثر متقابل آنها، اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۱).

1. Swingle citromelo
2. Troyer citrange
3. Carizo citrange
4. Smooth flat seville
5. Gou tou
6. Total soluble solid = TSS
7. Total acid = TA
8. Yield efficiency

9. Cumulative yield
10. Alternate bearing index
11. Harvest index
12. Sphericity

جدول ۱. تجزیه واریانس پارامترهای عملکرد نارنگی انشو میاگوا روی شش پایه در مدت پنج سال (۱۳۹۶-۱۳۹۲)

Table 1. Analysis of variance of yield parameters in Miyagawa Satsuma mandarin on 6 rootstocks during 5 years (2013-2017)

Source	df	Yield	Yield efficiency	df	Alternate bearing index	df	Cumulative yield
Year	4	2.910***	2.187***	3	0.074 ^{ns}	-	-
Error	75	0.135	0.188	60	0.250	-	-
Rootstock	5	1.543***	1.246***	5	1.298***	5	22838.773***
Year × Rootstock	20	0.306***	0.180*	15	0.509**	-	-
Error	375	0.076	0.099	300	0.240	75	2374.302
CV%		18	24.19		22.57		22.77

***, **, *, ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰.۰۰۱، ۰.۰۱ و ۰.۰۵ درصد و غیر معنی‌دار از نظر آماری.

***, **, *, ns: Significant differences at 0.001%, 1%, 5% of probability levels and non-significant differences, respectively.

جدول ۲. اثر پایه و سال بر پارامترهای عملکرد نارنگی انشو میاگوا

Table 2. Effect of rootstock and year on yield parameters of Miyagawa Satsuma mandarin

Treatment	Yield (kg/tree)	Yield efficiency (kg/m ³)	Alternate bearing index (%)	Cumulative yield (kg)	
Rootstock	Swingle citromelo	52.24 a	5.32 bc	22.1 d	261.2 a
	Troyer citrange	45.43 b	5.47 b	32.6 bc	227.1 ab
	Carizo citrange	44.71 b	5.44 b	28.2 cd	223.6 b
	C-35 citrange	41.79 b	6.72 a	28.7 cd	208.9 b
	Smooth flat seville	43.42 b	4.09 d	37.6 ab	217.1 b
	Gou tou	29.23 c	4.21 cd	42.4 a	146.1 c
Year	2013	36.03 d	6.58 a	29.9 ab	-
	2014	25.71 e	3.70 c	37.6 a	-
	2015	42.28 c	5.15 b	31.6 ab	-
	2016	57.92 a	7.48 a	28.6 b	-
	2017	52.08 b	3.13 c	-	-

* در هر ستون، اعداد با حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

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

نسبت به دیگر پایه‌ها ثبت شد. سیترونج‌های ترویر و کاریزو و پایه سیتروملو رتبه بعدی را داشتند و کمترین راندمان عملکرد نارنگی روی پایه‌های اسموت فلت‌سویل و گوتو مشاهده شد (جدول ۲). عملکرد متوسط و راندمان عملکرد در طول پنج سال نوسان داشت و از روند ثابتی پیروی نمی‌کرد (جدول ۲). بارش برف سنگین در بهمن‌ماه سال ۱۳۹۲ سبب ریزش گل و میوه‌چه ارقام مختلف مرکبات در بهار ۱۳۹۳ شد و بر همین اساس کمترین عملکرد متوسط تک درخت با حدود ۲۶ کیلوگرم در سال ۱۳۹۳ ثبت شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد متوسط تک درخت در سال چهارم آزمایش، سال ۱۳۹۵، هفت سال بعد از کاشت در زمین اصلی با حدود ۵۸ کیلوگرم و بیشترین راندمان عملکرد نیز در همین سال با ۷/۴۸ کیلوگرم بر متر مکعب ثبت شد (جدول ۲).

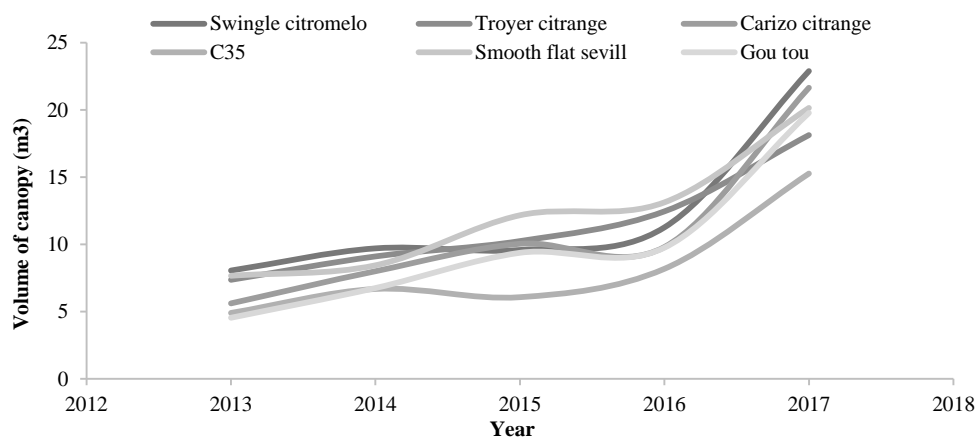
براساس فاصله کاشت درختان در این آزمایش و عملکرد متوسط پنج سال اول فاز زایشی، بیشترین عملکرد متوسط در هکتار متعلق به درختان نارنگی روی پایه سوینگل سیتروملو با حدود ۲۶ تن و

بیشترین میانگین عملکرد نارنگی انشو با اختلاف معنی‌داری نسبت به پنج پایه دیگر، متعلق به پایه سوینگل سیتروملو بود. این پایه بیشترین عملکرد تجمعی پنج سال آزمایش را نیز به خود اختصاص داد (جدول ۲). در نارنگی زودرس یاماگوا (Noda *et al.*, 2001) و پرتقال والنسیا لیت (Benyahia *et al.*, 2001) نیز این نتیجه مشاهده شد، در مقابل، پرتقال کویین کمترین عملکرد تجمعی را روی این پایه نشان داد (Shafiei Zargar *et al.*, 2012). عملکرد متوسط پنج سال و عملکرد تجمعی پنج سال نارنگی انشو میاگوا در پایه‌های سیترونج ترویر، کاریزو و C-35 و پایه اسموت‌فلت‌سویل تفاوت آماری معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۲). در مقابل، پایه گوتو کمترین میانگین عملکرد و کمترین عملکرد تجمعی را با اختلاف معنی‌داری نسبت به دیگر پایه‌ها تولید کرد. در پژوهشی با پرتقال والنسیا در فلوریدا هم گزارش شده که درختان روی پایه گوتو پربار نیستند (Wutscher & Bowman, 1999). بیشترین راندمان عملکرد در پایه سیترونج C-35 با اختلاف معنی‌داری

یخبندان زمستان سال ۱۳۹۲، در سال ۱۳۹۳ هم اختلاف عملکرد بین این پایه و پایه‌های دیگر حفظ شده است (شکل ۲).

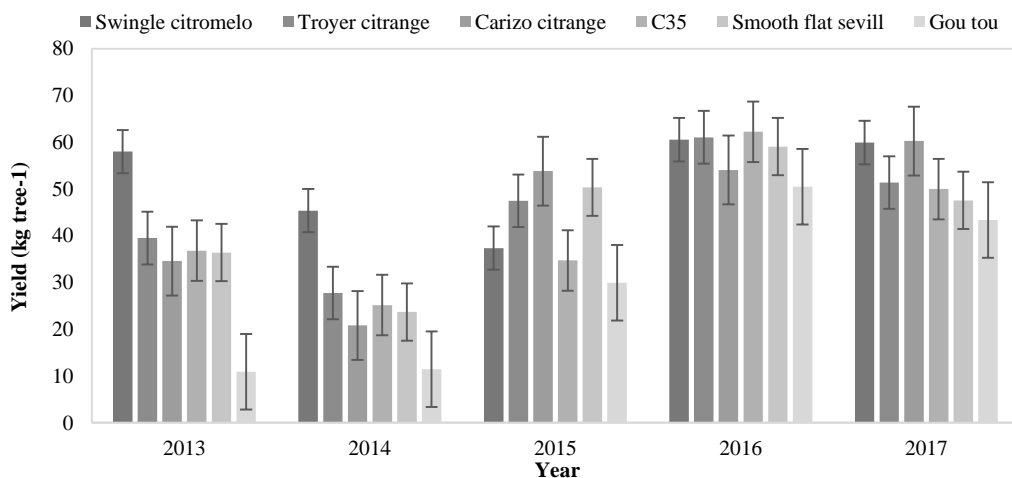
تحمل خوب این پایه نسبت به سرما در منابع متعددی گزارش شده است (Asadi Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2018; Hardy, 2004). در سال ۱۳۹۴ (سه سال بعد از شروع فاز زایشی) عملکرد نارنگی میاگاو روی پایه سوینگل سیتروملو نسبت به برخی پایه‌های آزمایش تا حدودی کاهش یافت ولی در دو سال پایانی آزمایش، عملکرد روی این پایه در بالاترین مقدار ثابت ماند. به‌طور کلی، می‌توان گفت که این پایه در شروع فاز زایشی، قوی‌تر از پایه‌های دیگر عمل کرده است.

کمترین، متعلق به درختان روی پایه گوتو با حدود ۱۴/۵ تن در هکتار بوده است. ولی اگر به حجم تاج (شکل ۱) و راندمان عملکرد (جدول ۲) در درختان روی پایه‌های مختلف توجه شود درختان نارنگی میاگاو روی پایه C-35 به دلیل کوچک بودن حجم تاج (Castle & Baldwin, 1996; Castle & Bowman, 2011) می‌توانند با فواصل کمتر مثلاً ۳×۴ متر در زمین اصلی کاشته شوند و تعداد درخت از ۵۰۰ درخت به بیش از ۸۰۰ درخت در هکتار افزایش یابد. در این حال بهره‌وری از زمین و میزان محصول افزایش خواهد یافت. روند سالانه باردهی (شکل ۲) نشان می‌دهد که عملکرد درختان روی پایه سیتروملو از اولین سال شروع فاز زایشی (۱۳۹۲) اختلاف بسیار زیادی با عملکرد پایه‌های دیگر داشته و با وجود تنش



شکل ۱. حجم تاج درختان نارنگی انشو میاگاو روی پایه‌های مختلف (۱۳۹۲-۱۳۹۶)

Figure 1. Volume of canopy in Miyagawa Satsuma mandarin trees on different rootstocks (2013-2017)



شکل ۲. عملکرد درختان نارنگی انشو میاگاو روی پایه‌های مختلف (۱۳۹۲-۱۳۹۶)

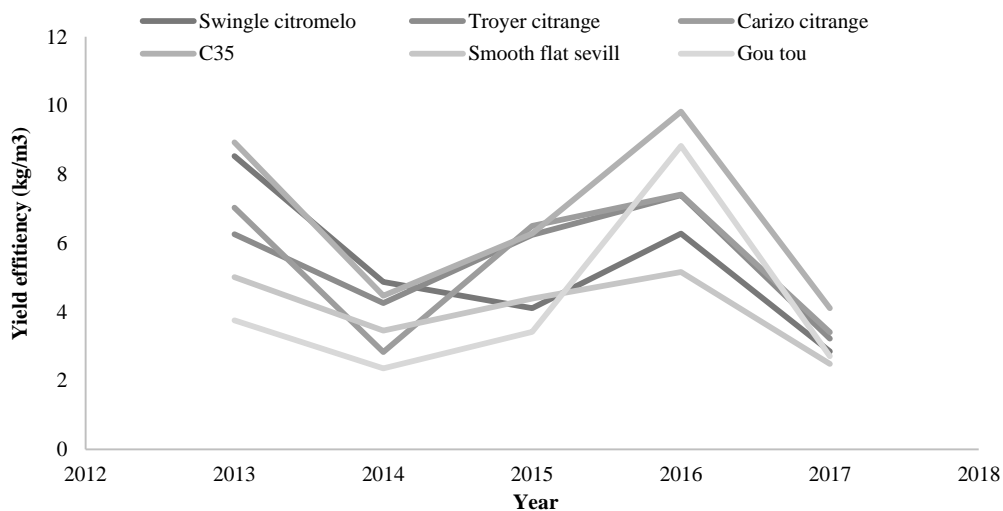
Figure 2. Yield of Miyagawa Satsuma mandarin trees on different rootstocks (2013-2017)

پایه‌های دیگر داشتند (شکل ۳). درختان روی همه پایه‌ها به غیر از سوینگل سیتروملو، بیشترین راندمان عملکرد خود را در چهارمین سال فاز زایشی (۱۳۹۵) داشتند. درمقابل، درختان روی پایه سیتروملو، بیشترین راندمان عملکرد خود را در اولین سال فاز زایشی (۱۳۹۲) و کمترین راندمان عملکرد را در سال پایانی آزمایش (۱۳۹۶) نشان دادند (شکل ۳). میانگین شاخص تناوب‌باردهی در همه پایه‌ها طی پنج سال و طی هر دو سال متوالی (جدول ۲) کمتر از ۰/۵۰ بوده است بنابراین هیچ یک از پایه‌ها و هیچ دو سال متوالی سبب قرار گرفتن درختان نارنگی انشو میاگاوا در طبقه‌بندی درختان دارای تناوب‌باردهی شدید نشدند (Legua *et al.*, 2011).

به‌هرحال جدول ۲ نشان می‌دهد که این شاخص در پایه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری داشته است. درختان روی پایه گوتو بیشترین و روی پایه سیتروملو کمترین شاخص تناوب‌باردهی را با اختلاف معنی‌داری نسبت به پایه‌های دیگر به خود اختصاص دادند. ادامه ثبت عملکرد روی این پایه‌ها و نوسانات سالانه عملکرد درختان روی آنها، می‌تواند میانگین شاخص تناوب‌باردهی را تغییر دهد زیرا می‌توان قسمت عمده‌ای از شاخص‌های به‌دست آمده را ناشی از دوران انتقالی فاز زایشی به فاز زایشی و عکس‌العمل متفاوت پایه‌ها به این دوره دانست.

نقطه مقابل این پایه، درختان روی پایه گوتو بودند که در سال‌های شروع فاز زایشی عملکرد بسیار کمتری نسبت به درختان روی پایه‌های دیگر داشتند و با مسن‌تر شدن درخت، عملکرد درختان روی این پایه روند صعودی سریع‌تری نسبت به درختان روی پایه‌های دیگر نشان داد. شروع ضعیف درختان روی این پایه، در فاز زایشی هم مشاهده شد و درختان روی این پایه در سال‌های ابتدایی رشد زایشی بسیار کندتری نسبت به درختان روی پایه‌های دیگر این آزمایش داشتند ولی در ادامه روند صعودی رشد زایشی در این پایه نسبت به پایه‌های دیگر شتاب بیشتری گرفت و در سال چهارم بعد از کاشت در زمین اصلی، رشد زایشی درختان روی پایه گوتو مشابه درختان روی پایه‌های دیگر شد (Akhlaghi Amiri, 2018). روند سالانه راندمان عملکرد در پایه‌های مختلف (شکل ۳) نشان می‌دهد که این شاخص در پایه‌های مختلف در طول پنج سال آزمایش، دارای نوسان بوده ولی تا حدودی از روند مشابهی پیروی کرده است گرچه مقادیر آن در پایه‌های مختلف، متفاوت بوده است.

در سه سال اول آزمایش، کمترین راندمان عملکرد مربوط به پایه گوتو و در دو سال پایانی آزمایش مربوط به پایه اسموت فلت سویل بوده است. درختان روی پایه C-35 در سال اول و دو سال پایانی آزمایش، راندمان عملکرد بالاتری نسبت به درختان روی

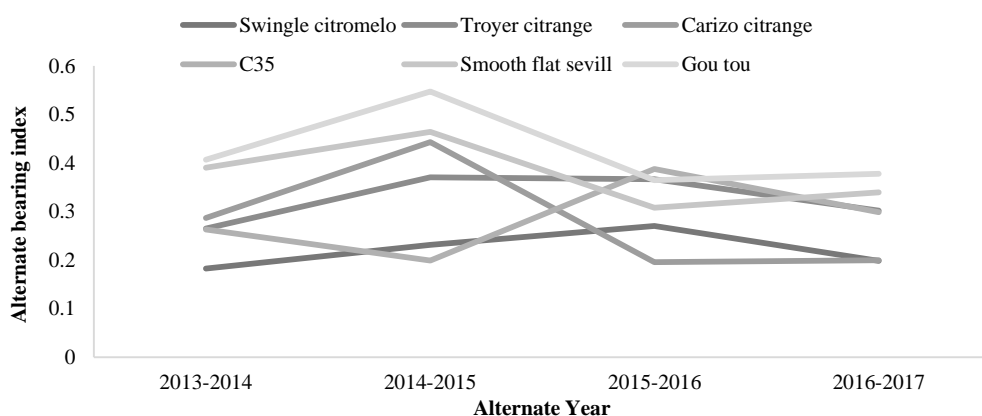


شکل ۳. راندمان عملکرد درختان نارنگی انشو میاگاوا روی پایه‌های مختلف (۱۳۹۲-۱۳۹۶)
Figure 3. Yield efficiency in Miyagawa Satsuma mandarin trees on different rootstocks (2013-2017)

آن مواجه‌اند (Akhlaghi Amiri & Asadi Kangarshahi, 2010; Asadi Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2011).

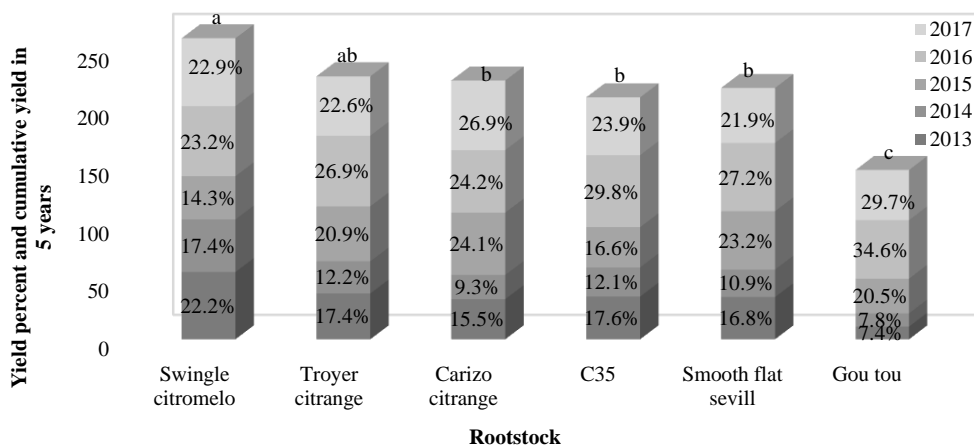
شکل ۵، درصد باردهی درختان نارنگی میاگاو را روی پایه‌های مختلف در هر یک از پنج سال آزمایش و عملکرد کل را طی این پنج سال نشان داده است. درصد متوسط باردهی در این پنج سال ۲۰ درصد است. اگر درصد باردهی ۱۵-۲۵ درصد را در هر سال، باردهی متعادل فرض کنیم (Akhlaghi Amiri & Asadi Kangarshahi, 2011)، درختان روی پایه سیتروملو تنها یک سال کم محصول با ۱۴/۳ درصد باردهی در سومین سال آزمایش داشتند و چهار سال دیگر، باردهی منظم و قابل قبول بود.

روند سالانه تناوب باردهی نشان می‌دهد که عملکرد درختان روی پایه سوینگل سیتروملو از کمترین نوسان و کمترین تناوب باردهی سالانه برخوردار بوده‌اند (شکل ۴). در مقابل، درختان روی پایه‌های گوتو و اسموت‌فلت سویل، به ترتیب بیشترین تناوب باردهی سالانه را نشان داده‌اند به طوری که شاخص تناوب باردهی درختان روی پایه گوتو در سال‌های ۹۳-۹۴ به حدود ۵۵ درصد رسید که بیشترین عدد شاخص تناوب باردهی در همه پایه‌ها در طول پنج سال آزمایش بوده است (شکل ۴). نارنگی انشو (*Citrus unshiu*) یکی از مهمترین و بازاری‌پسندترین مرکبات در شرق مازندران است. بررسی‌های میدانی دو دهه گذشته در شرق مازندران نشان داده است که تناوب باردهی به خصوص در درختان بالغ، یکی از مهمترین مشکلاتی است که ارقام مختلف نارنگی انشو با



شکل ۴. تناوب باردهی درختان نارنگی انشو میاگاو روی پایه‌های مختلف (۳-۱۳۹۲ تا ۶-۱۳۹۵)

Figure 4. Alternate bearing in Miyagawa Satsuma mandarin trees on different rootstocks (2013-4/2016-7)



شکل ۵. درصد باردهی درختان نارنگی انشو میاگاو روی پایه‌های مختلف (۱۳۹۶-۱۳۹۲)

Figure 5. Yield percent in Miyagawa Satsuma mandarin trees on different rootstocks (2013-2017)

هم پایه‌های مختلف تأثیر معنی‌داری بر وزن میوه نداشتند (Stenzel et al., 2003). درمقابل، سبک‌ترین میوه‌ها در سال ۱۳۹۲ و سنگین‌ترین میوه‌ها در سال ۱۳۹۴ تولید شدند. البته با مقایسه درصد عصاره و ضخامت و وزن پوست میوه، می‌توان به این نتیجه رسید که وزن میوه، بیشتر در اثر افزایش وزن پوست ایجاد شده تا درصد عصاره گوشت (جدول ۴). میوه‌های نارنگی روی پایه سیتروملو، کروی‌ترین و پرآب‌ترین میوه‌ها بودند. میوه‌های روی پایه کاریزو سیترنج پخت‌تر و پوست نازک‌تر از میوه‌های روی دیگر پایه‌ها بودند. میوه‌های روی پایه C-35 سنگین‌تر از میوه‌های دیگر بودند و نیز بلوغ فیزیولوژیک آنها زودتر از بقیه میوه‌ها اتفاق افتاد. به عبارتی، میوه‌های روی این پایه زودرس‌تر از بقیه پایه‌ها بودند. ضخیم‌ترین پوست و کم‌آب‌ترین و دیررس‌ترین میوه هم متعلق به میوه‌های روی پایه گوتو بود (جدول ۴). در پژوهشی با پرتقال والنسیا هم کیفیت میوه روی پایه گوتو، ضعیف گزارش شده است (Wutscher & Bowman, 1999). شرایط محیطی، بر شکل و زمان رسیدن میوه نیز تأثیر معنی‌داری داشت. کروی‌ترین و دیررس‌ترین میوه‌ها در سال ۱۳۹۴ تولید شدند (جدول ۴). اثر متقابل فاکتورهای سال و پایه (جدول ۵) نشان داد که در اولین سال شروع فاز زایشی (۱۳۹۲)، میوه‌ها روی همه پایه‌ها، پخت‌ترین شکل را داشتند و در سال دوم (۱۳۹۳) کمی گردتر شدند و در سال سوم (۱۳۹۴) گردترین شکل را در همه پایه‌ها و در بین چهار سال اندازه‌گیری نشان دادند. میوه‌های روی پایه‌های مختلف در سال اول کمترین وزن و ضخامت پوست را نشان دادند (جدول ۵).

درختان روی پایه ترویر سیترنج در سال دوم با ۱۲/۲ درصد باردهی، کم محصول و در سال چهارم با ۲۶/۹ درصد باردهی، پر محصول بودند و سه سال با باردهی منظم داشتند. همین روند در درختان روی پایه کاریزو سیترنج دیده شد با این تفاوت که درصد باردهی آنها در سال کم محصول کمتر از سال کم محصول در ترویر سیترنج و برابر با ۹/۳ درصد بود. درختان روی پایه C-35 هم یک سال کم محصول و یک سال پرمحصول و سه سال با باردهی منظم داشتند با این تفاوت که در سال پرمحصول این پایه، باردهی به ۲۹/۸ درصد رسید که بیشتر از دو رقم سیترنج دیگر بود. روند باردهی نارنگی میاگوا روی پایه اسموت فلت سویل هم مانند سه پایه سیترنج بود و یک سال پر محصول، یک سال کم محصول و سه سال با باردهی متعادل داشت. در مقابل، درختان روی پایه گوتو، تنها یک سال با باردهی متعادل داشتند و دو سال پر محصول شدید و دو سال کم محصول شدید داشتند (شکل ۵).

جدول تجزیه واریانس برخی صفات نارنگی انشو میاگوا (جدول ۳) نشان می‌دهد که فاکتور سال بر همه صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال بالای تأثیر گذاشته است در حالی که پایه از نظر آماری بر صفات ضخامت پوست، کروییت، درصد عصاره و شاخص برداشت میوه تأثیر معنی‌داری داشته است و اثر متقابل سال و پایه تنها بر وزن میوه اختلاف معنی‌دار نشان داده است.

مقایسه میانگین‌های این صفات (جدول ۴) نشان می‌دهد که پایه بر وزن متوسط میوه تأثیر معنی‌داری نداشته است. در پژوهشی در برزیل با نارنگی پونکن

جدول ۳. تجزیه واریانس برخی صفات میوه نارنگی انشو میاگوا روی شش پایه مختلف در مدت چهار سال (۱۳۹۲-۱۳۹۵)

Table 3. Analysis of variance of some fruit characteristics of Miyagawa Satsuma mandarin on 6 different rootstocks during 4 years (2013-2016)

Source	df	Fruit weight	Length/width	Peel diameter	df	Sphericity	df	Peel weight	Harvest index	Juice percent
Year	3	11827.8***	1.067***	5.24***	1	0.014***	3	1038.3*	285.7***	146.9***
Error	60	1296.5	0.002	0.63	30	0.000	12	207.8	4.4	7.3
Rootstock	5	1274.1 ^{ns}	0.002 ^{ns}	2.93***	5	0.001*	5	261.5 ^{ns}	15.6**	41.0**
Year × Rootstock	15	22.59.3*	0.002 ^{ns}	0.28 ^{ns}	5	0.000 ^{ns}	15	209.1 ^{ns}	2.7 ^{ns}	10.7
Error	300	1268.4	0.003	0.50	150	0.000	60	190.0	4.4	10.1
CV%		19.9	5.5	18.3		2.0		18.5	19.4	7.2

***, **, *, ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰.۰۰۱، ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار از نظر آماری.

***, **, *, ns: Significant differences at 0.001%, 1%, 5% of probability levels and non-significant differences, respectively.

جدول ۴. اثر پایه و سال بر برخی صفات مختلف میوه نارنگی انشو میاگاو

Table 4. Effect of year and rootstock on some fruit characteristics of Miyagawa Satsuma

	Treatment	Code	Fruit weight (g)	Length/width	Sphericity	Peel weight (g)	Peel diameter (mm)	Harvest index	Juice percent
Rootstock	Swingle citromelo	R1	138.7	0.916	0.953 a	61.92	2.39 bc	9.71 abc	46.22 a
	Troyer citrange	R2	141.9	0.909	0.942 cd	65.77	2.44 bc	10.65 ab	43.48 bc
	Carizo citrange	R3	138.1	0.906	0.939 d	63.36	2.21 c	9.62 abc	45.05 ab
	C-35 citrange	R4	150.2	0.921	0.950 ab	69.93	2.49 b	11.21 a	44.49 ab
	Smooth flat seville	R5	144.8	0.915	0.945 bc	70.23	2.65 ab	9.10 bc	43.13 bc
	Gou tou	R6	143.3	0.915	0.947 bc	71.71	2.83 a	8.52 c	41.65 c
Year	2013	Y1	133.5 c	0.780 c	-	59.34 b	2.24 b	9.94 b	46.16 a
	2014	Y2	145.2 b	0.878 b	-	73.45 a	2.66 a	7.40 c	41.91 b
	2015	Y3	157.6 a	1.00 a	0.955 a	71.65 a	2.73 a	7.24 c	41.81 b
	2016	Y4	135.2 bc	0.995 a	0.937 b	64.17 ab	2.38 b	14.63 a	46.13 a

* در هر ستون، اعداد با حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

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

جدول ۵. اثر متقابل پایه و سال بر برخی صفات مختلف میوه نارنگی انشو میاگاو

Table 5. Interaction of rootstock and year on some fruit characteristics of Miyagawa Satsuma mandarin

	Code	Fruit weight (g)	Length/Width	Sphericity	Peel weight (g)	Peel diameter (mm)	Harvest index	Juice percent
Year × Rootstock	Y1R1	127.08 ef	0.785 c	-	53.03 c	1.98 g	11.00 cd	49.84 a
	Y1R2	134.85 c-f	0.764 c	-	61.24 a-c	2.09 fg	10.84 cd	44.34 b-g
	Y1R3	131.88 c-f	0.778 c	-	55.38 c	1.90 g	9.57 c-e	48.32 a-c
	Y1R4	128.16 d-f	0.799 c	-	53.87 c	2.23 d-g	11.06 cd	46.95 a-d
	Y1R5	136.50 c-f	0.768 c	-	59.20 bc	2.41 b-g	9.28 de	45.99 a-f
	Y1R6	142.33 b-f	0.788 c	-	73.33 a-c	2.82 a-d	7.86 de	41.52 e-g
	Y2R1	118.35 f	0.884 b	-	54.95 c	2.67 a-f	7.61 de	45.72 a-f
	Y2R2	142.94 b-f	0.858 b	-	72.19 a-c	2.57 a-f	8.59 de	41.19 fg
	Y2R3	135.23 c-f	0.856 b	-	67.58 a-c	2.36 b-g	6.31 e	43.37 b-g
	Y2R4	161.87 a-c	0.884 b	-	83.73 a	2.65 a-f	8.36 de	41.34 fg
	Y2R5	157.96 a-d	0.899 b	-	82.28 ab	2.83 a-d	6.36 e	40.89 fg
	Y2R6	154.69 a-e	0.887 b	-	79.98 ab	2.89 a-c	7.14 e	38.93 g
	Y3R1	177.56 a	1.005 a	0.964 a	80.66 ab	2.67 a-f	7.31 e	40.84 fg
	Y3R2	150.31 a-e	1.001 a	0.951 cd	64.95 a-c	2.62 a-f	7.66 de	43.04 c-g
	Y3R3	153.81 a-e	1.007 a	0.945 d	68.28 a-c	2.38 b-g	7.81 de	41.21 fg
	Y3R4	169.50 ab	1.004 a	0.954 bc	76.15 a-c	2.73 a-e	8.22 de	42.90 d-g
	Y3R5	153.25 a-e	0.991 a	0.955 bc	72.43 a-c	3.04 a	6.27 e	42.06 d-g
	Y3R6	141.00 b-f	0.999 a	0.959 ab	67.42 a-c	2.93 ab	6.16 e	40.84 fg
	Y4R1	131.69 c-f	0.992 a	0.943 d	59.03 bc	2.24 d-g	12.92 bc	48.48 ab
	Y4R2	139.56 c-f	1.010 a	0.933 e	64.70 a-c	2.47 a-g	15.52 ab	45.36 a-f
	Y4R3	131.50 c-f	0.982 a	0.933 e	62.20 a-c	2.21 e-g	14.78 ab	47.29 a-d
	Y4R4	141.38 b-f	0.998 a	0.945 d	65.97 a-c	2.35 b-g	17.19 a	46.76 a-e
	Y4R5	131.63 c-f	1.000 a	0.936 e	67.02 a-c	2.31 c-g	14.50 ab	43.59 b-g
	Y4R6	135.19 c-f	0.988 a	0.934 e	66.13 a-c	2.68 a-f	12.91 bc	45.32 a-f

* در هر ستون، اعداد با حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

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

(Y1: 2013; Y2: 2014; Y3: 2015; Y4: 2016; R1: Swingle citromelo; R2: Troyer citrange; R3: Carizo citrange; R4: C-35 citrange; R5: Smooth flat seville; R6: Gou tou)

پایه‌ها بود. عملکرد متوسط سالانه و عملکرد تجمعی پنج سال نارنگی انشو میاگاو در پایه‌های سیترنج ترویر، کاریزو و C-35 و پایه اسموت‌فلت‌سویل از نظر آماری مشابه بود. ولی بیشترین راندمان عملکرد روی پایه سیترنج C-35 به‌دست آمد. میوه‌های روی پایه سیتروملو، کروی‌تر و پرآب‌تر، روی پایه کاریزو سیترنج پخت‌تر و پوست نازک‌تر و روی پایه C-35 سنگین‌تر و زودرس‌تر از میوه‌های روی دیگر پایه‌ها بودند. ضخیم‌ترین پوست و کم‌آب‌ترین و دیررس‌ترین میوه هم متعلق به میوه‌های روی پایه گوتو بود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج بررسی پایه‌های مختلف در پنج سال اول شروع فاز زایشی نارنگی انشو میاگاو نشان داد که درختان روی پایه سوینگل سیتروملو، در شروع فاز باردهی، قوی‌تر از بقیه پایه‌ها بودند و نیز بیشترین عملکرد متوسط سالانه، بیشترین عملکرد تجمعی طی پنج سال، کمترین نوسان سالانه و کمترین شاخص تناوب‌باردهی را به خود اختصاص دادند. همچنین مقاومت این پایه نسبت به برف سنگین سال ۱۳۹۲ بیشتر از بقیه پایه‌ها بود و کاهش عملکرد سال بعد از یخبندان، در این پایه کمتر از بقیه

REFERENCES

1. Akhlaghi Amiri, N. & Asadi Kangarshahi, A. (2010). Evaluation of auxin, sucrose and nutrition effect on alternate bearing cycle in Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*). *Journal of Plant Production*, 17 (3), 39-52. (in Farsi)
2. Akhlaghi Amiri, N. & Asadi Kangarshahi, A. (2011). Effect of different nutritional treatments on adjusting alternate bearing in Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*). *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 12(1), 53-64. (in Farsi)
3. Akhlaghi Amiri, N. (is being published). Vegetative characteristics of Miyagawa Satsuma mandarin on 6 different rootstocks in East of Mazandaran. *Iranian Journal of Horticultural Science*. (In Farsi)
4. Asadi Kangarshahi, A., Savaghebi, Gh.R. & Akhlaghi Amiri, N. (2011). Reducing of citrus alternate bearing by managing of nitrogen using and pruning in East of Mazandaran, *Iranian Journal of Horticultural Science*, 42(3), 217-225. (in Farsi)
5. Asadi Kangarshahi, A. & Akhlaghi Amiri, N. (2014 a). *Advanced and Applied Citrus Nutrition* (1th ed). Agricultural Extension and Education Publications. 317. (in Farsi)
6. Asadi Kangarshahi, A. & Akhlaghi Amiri, N. (2014 b). *Advanced and Applied Citrus Nutrition* (1th ed). Agricultural Extension and Education Publications. 276. (In Farsi)
7. Asadi Kangarshahi, A. & Akhlaghi Amiri, N. (2016). *Frost in Fruit Trees* (1th ed). Agricultural Extension and Education Publications. 204. (In Farsi)
8. Asadi Kangarshahi, A. & Akhlaghi Amiri, N. (2018). *Establishment of Sustainable Citrus Orchard* (1th ed). Agricultural Extension and Education Publications. 190. (In Farsi)
9. Aviles, T.C., Filho, F.A., Stuchi, E.S., Silva, S.R. & Espinoza, E. (2011). Horticultural performance of Folha Murcha sweet orange on to twelve rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 129 (2), 259-265.
10. Bassal, M.A. (2009). Growth, Yield and Fruit Quality of 'Marisol' Clementine Grown on Four Rootstocks in Egypt. *Scientia Horticulturae*, 119 (2), 132-137.
11. 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.
12. 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.
13. Castle, W. E. (1995). Rootstock as a fruit quality factor in citrus and deciduous tree crops. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 23 (4), 383-394.
14. Castle, W. S. & Baldwin, J. C. (1996). Interplant competition and rootstock affect the growth and yield of Hamlin orange trees used for replanting. In: *Proceeding of Florida State for Horticultural Science*, 109 (1), 115-117.
15. Castle, W.S. & Bowman, K.D. (2011). Rootstocks affect tree growth, yield and quality of Marsh grapefruit. *HortScience*, 46 (6), 841-848.
16. El Motty, E. Z. A., Shahin, M. F. M. & Hagagg, L. F. (2006). Response of Valencia orange trees budded on Troyer citrange and sour orange to foliar application of some macro and micro nutrients. *Journal of Applied Sciences Research*, 2 (11), 952-965.
17. Fattahi Moghaddam, J., Seyed-Ghasemi, S.E. & Madani, S. (2017). Effect of 5 rootstocks on physical, mechanical and chemical characteristics of new mandarin cultivar "Yashar" during maturing. *Journal of Plant Production Research*, 24 (2), 109-124.
18. Filho, F.A.A., Nunes, E.E., Stuchi, E.S. & Ortega, E.M.M. (2007). Plant growth, yield and fruit quality of Fallglo and Sunburst mandarins on four rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 114 (1), 45-49.
19. Forner-Giner, M.A., Alcaide, A., Primo-Millo, E. & Forner, J.B. (2003). Performance of "Navelina" orange on 14 rootstocks in Northern Valencia (Spain). *Scientia Horticulturae*, 98 (3), 223-232.
20. Georgiou, A. (2000). Performance of "Nova" mandarin on eleven rootstocks in Cyprus. *Scientia Horticulturae*, 84 (1-2), 115-126.
21. 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.
22. 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.
23. Hardy, S. (2004). Growing lemons in Australia, a production manual. Department of Primary Industries. www.australiancitrusgrowers.com.au.
24. Health, Z. & Ferguson, L. (2002). Evaluation of mandarin cultivars for central California production. In: *26th International Horticultural Congress*, 15-18 Aug., Toronto, Canada.
25. Legua, P., Bellver, R., Forner, J. & Forner Giner, M.A. (2011). Plant growth, yield and fruit quality of Lane late navel orange on four citrus rootstocks. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9 (1), 271-279.

26. Monselise, S.P. & Goldschmidt, E.E. (1982). Alternate bearing in fruit trees. In: J. Janic (Ed), *Horticultural Reviews*. (pp. 128-166.) AVI Publishing Company, INC Westport, USA.
27. Noda, K., Okuda, H., Kihara, T., Iwagaki, I. & Kawase, K. (2001). Effect of rootstocks on tree growth and fruit quality in very early ripening Satsuma mandarin Yamakawa. *Journal of Japan Society for Horticultural Science*, 70 (1), 78-82.
28. Shafeizargar, A., Awang, Y., Juraimi, A.Sh. & Othman, R. (2012). Yield and fruit quality of Queen orange grafted on different rootstocks in Iran. *Australian Journal of crop Science AJCS*, 6 (5), 777-783.
29. Sharma, R.R. & Saxena, S.K. (2004). Rootstocks influence granulation in Kinnow mandarin. *Scientia Horticulturae*, 101 (3), 235-242.
30. Stenzel, N., Neves, C., Gomes, J. & Medina, C. (2003). Performance of Ponkan mandarin on seven rootstocks in Southern Brazil. *HortScience*, 38 (2), 176-178.
31. Stenzel, N.M.C. & Neves, C.S.V.J. (2004). Rootstocks for Tahiti lime. *Scientia Agricola*, 61 (2), 151-155.
32. Tazima, Z. H., Neves, C. S., Yada, I. F. & Junior, R. P. (2013). Performance of Okitsu Satsuma mandarin on nine rootstocks. *Scientia Agricola*, 70 (6), 422-427.
33. Yildiz, E. & Kaplankiran, M. (2018). Performances of Okitsu and Clausellina Satsuma mandarins on different rootstocks in Eastern Mediterranean of Turkey. *Ege Journal of Agricultural Research*, 55 (2), 139-145.
34. Wutscher, T. M. & Bowman, K. D. (1999). Performance of Valencia orange on 21 rootstocks in central Florida. *HortScience*, 34 (4), 622-624.
35. Zekri, M. (2000). Citrus rootstocks affect scion nutrition, fruit quality, growth, yield and economical return. *Fruits*, 55 (4), 231-239.
36. Zekri, M. (2008). Performance of Valencia trees on four rootstocks at high density planting. In: *Proceeding of the 11th International Citrus Congress*, 26-30 Oct., Wuhan, China, pp. 512-519.