

نشریه پژوهشی:

ویژگی‌های رویشی و زایشی نارنگی انشو میاگاوا با پایه سوینگل سیتروملو در دامنه و دشت شرق مازندران

نگین اخلاقی امیری^{۱*} و علی اسدی کنگرشاهی^۲

۱. استادیار، بخش تحقیقات گیاهان زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

۲. استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش

و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۱۰ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۱۸)

چکیده

امروزه وجود انواع تنش‌های زنده و غیر زنده، تحقیق با پایه‌های مختلف در شرایط اقلیمی و خاکی متفاوت را ضروری کرده است. از این رو، روند رشد و برخی ویژگی‌های زایشی نارنگی انشو میاگاوا روی پایه سوینگل سیتروملو در دو پایلوت دشت و دامنه در شرق استان مازندران طی ۱۰ سال بررسی شد. نتایج نشان داد درختان روی این پایه، پر رشد و دارای عملکرد بالا (۶۲ کیلوگرم در درخت) بودند. تجانس پایه و پیوند در هر دو پایلوت ۰/۸ بود. حجم تاج درختان در پایان آزمایش در دشت به ۱۹/۰۹ و در دامنه به ۱۱/۶۲ مترمکعب رسید، بنابراین توصیه می‌شود تعداد درختان دشت و دامنه به ترتیب به بیش از ۶۰۰ و ۸۰۰ اصله در هکتار افزایش داده شود. با وجود وقوع چندین تنش سرما و یخبندان، بقای این ترکیب پایه و پیوند در هر دو پایلوت ۱۰۰ درصد بود، گرچه درختان دامنه در اثر یخبندان وارد چرخه تناوب باردهی شدند، به طوری که شاخص تناوب باردهی درختان در پایان آزمایش در دشت، ۰/۲۳ درصد و در دامنه ۰/۶۷ درصد بود. زمان مناسب برداشت در هر دو پایلوت، اواسط مهر بود. میوه‌های دشت، وزن و عصاره بیشتر (به ترتیب ۷/۶ گرم و ۵/۸ درصد)، پوست صاف‌تر و شاخص برداشت بالاتری (۱/۶۴ واحد) داشتند، در مقابل، میوه‌های دامنه شکل پخت‌تر، پوست ضخیم‌تر (۰/۳۵ میلی‌متر) و وزن پوست، قند، اسید کل و ویتامین ث بیشتری (به ترتیب ۸/۷، ۲۵، ۶۲ و ۲۸/۶ درصد) داشتند. به طور کلی، درختان دشت، میوه‌های با کیفیت ظاهری بیشتر و عملکرد سالانه منظم‌تر و پایدارتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: تناوب باردهی، زمان برداشت، عملکرد، کیفیت میوه، مقاومت به سرما.

Vegetative and reproductive characteristics of Miyagawa Satsuma mandarin on Swingle citrumelo in alluvial and piedmont-plain of East Mazandaran

Negin Akhlaghi Amiri^{1*} and Ali Asadi Kangarshahi²

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

2. Assistant Professor, Soil and Water Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran

(Received: Aug. 31, 2020- Accepted: Jun. 08, 2021)

ABSTRACT

Today, the existence of various biotic and abiotic stresses has necessitated research with different rootstocks in different climatic and soil conditions. So, the growth trend and some characteristics of Miyagawa Satsuma mandarin on Swingle citrumelo rootstock in alluvial and piedmont plain in East Mazandaran during 10 years were evaluated. The results showed that the trees on this rootstock were vigorous and had high yield (62 kg per tree). The affinity of scion and rootstock in both locations was 0.8. The tree canopy volume at the end of the experiment was 19.09 m³ in alluvial and 11.62 m³ in piedmont plain. So it is recommended to increase the number of alluvial and piedmont plain trees to more than 600 and 800 plants/hectare, respectively. Despite several frost stresses during 10 years, the survival of rootstock and scion compound was 100 % in both locations, however, the piedmont trees entered the alternate bearing cycle as at the end of the experiment, the trees alternate bearing index was 0.23 % in alluvial and 0.67 % in piedmont plain. The best harvest time for both locations was early October. Fruits of the alluvial plain had more weight and extract (7.6 g and 5.8 %), smoother peel, and higher harvest index (1.64 units); In contrast, fruits of the piedmont was more oblate and had thicker peel (0.35 mm) and higher peel weight, sugar, total acid and vitamin C (8.7, 25, 62 and 28.6 %, respectively). In general, the trees in alluvial location had higher visual quality fruits and a more regular and stable annual yield.

Keywords: Alternate bearing, frost resistance, fruit quality, harvest time, yield.

* Corresponding author E-mail: neginakhlaghi@yahoo.com

مقدمه

استفاده از سیستم پایه و پیوند در باغداری مدرن اجتناب ناپذیر است زیرا سبب کاهش دوره نونهالی و کاهش رشد رویشی درخت و نیز افزایش یکنواختی و پایداری باغ در مقایسه با استفاده از درختان بذری می‌شود (Castle, 2010). تصمیم اینکه چه پایه‌ای برای باغ انتخاب شود اثرات مهم طولانی مدتی بر پتانسیل و سودآوری باغ دارد. هیچ پایه خاصی برای همه مناطق یا همه ارقام مناسب نیست. تحقیقات انجام شده در دنیا نشان داده است که پایه‌های مرکبات در شرایط مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک، پاسخ‌های متفاوتی نشان می‌دهند در نتیجه باید دقت زیادی در انتخاب بهترین پایه برای شرایط خاک، محیط و اهداف بازار انجام داد (Akhlaghi Amiri, 2019; Bassal, 2009; Georgiou, 2002). پایه تاثیر زیادی بر بسیاری از جنبه‌های تولید از جمله اندازه تاج، عملکرد، سازگاری با پیوندک و نیز تحمل به شوری و بیماری‌ها دارد. همچنین پایه می‌تواند هم بر زمان برداشت و هم بر کیفیت میوه تاثیر بگذارد و هر دو این فاکتورها تاثیر زیادی بر برگشت سرمایه دارند (Akhlaghi Amiri, 2020; Hardy, 2004; Castle, 1995). بعد از انجام پیوند، یک رابطه همکاری و رقابتی بین پایه و پیوند شکل می‌گیرد. چگونگی رشد‌های بعدی به تجانس (affinity) که نسبت محیط تنه در پیوندک و پایه است بستگی دارد. درجه تجانس وابسته به عکس‌العمل‌های فیزیولوژی 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 به عدد یک نزدیک‌تر باشد تجانس بین پایه و پیوند بالاتر است (Bisio et al., 2003).

نارنگی‌ها به دلیل پوست شدن آسان، عطر و طعم جذاب و همچنین خواص سلامتی و تغذیه‌ای، مناسب بازار تازه‌خوری هستند و سطح بیشتری نسبت به مرکبات دیگر در مناطق کشت مرکبات کالیفرنیا، مدیترانه و آسیا به خود اختصاص داده‌اند. تولید جهانی

پرتقال بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴، به میزان ۱۲/۳ درصد و در همین مدت برای نارنگی‌ها، بیش از ۲۲/۲ درصد افزایش یافته است (FAO, 2016). نارنگی ساتسوما (Satsuma) یا انشو (*Citrus unshiu*) یک گونه بدون بذر و آسان پوست مرکبات است. مبدا آن چین است. در طبقه‌بندی تاناکا یک گونه مجزا است. در طبقه‌بندی سوینگل، یک گروه از گونه نارنگی است. میوه آن یکی از شیرین‌ترین انواع مرکبات با بافتی لطیف و ذوب شونده است. انشوها برای مناطق با زمستان‌های خیلی سرد که برای مرکبات دیگر تحمل پذیر نیست ایده‌آل هستند ولی باید فصل رشد آنها به قدر کافی گرم باشد تا میوه‌های زودرس آنها با کیفیت خوب تولید شوند (Anderson & Ferguson; 2015). میوه‌هایی که در مناطق نیمه گرمسیر مرطوب رشد می‌کنند قبل از این‌که رنگ پوستشان تغییر کند کیفیت خوراکی خوبی دارند. به عبارتی، کیفیت داخلی تجاری در این نارنگی‌ها قبل از سبزدایی بیرونی، کامل می‌شود و مثال خوبی برای اختلاف در بلوغ تجاری و فیزیولوژی محسوب می‌شوند. از این‌رو، نسبت قند به اسید (TSS/TA) در زمان برداشت شاخص معتبرتری نسبت به رنگ پوست است زیرا تغییرات مهمی بسته به شرایط درجه حرارت و رطوبت محیط در توسعه رنگ پوست اتفاق می‌افتد (Iglesias et al., 2007). شاخص‌های بلوغ برای ارقام نارنگی می‌توانند بر طبق منطقه رشد، بازار مقصد و رقم، تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشته باشند. شاخص‌های اصلی بلوغ شامل استانداردهای حداقلی برای کیفیت میوه شامل درصد عصاره، کل مواد جامد محلول (درجه بریکس)، شاخص برداشت (TSS/TA) و بخشی از سطح میوه که رنگ تیپیک رقم را نشان بدهد می‌باشند (Unece standard, 2017). یکی از مشکلات بعضی از ارقام مرکبات از جمله نارنگی‌های انشو، مشکل تناوب‌باردهی است. این درختان در سال‌های متوالی محصول منظمی تولید نمی‌کند. عملکرد بالا در یک سال معمولاً همراه با عملکرد بسیار کم در سال آتی است. در واقع در سال پرمحصول، درخت دارای تعداد زیادی میوه کوچک است و این میوه‌ها به علت فقدان بازارپسندی مناسب، از سود اقتصادی کافی

ژنوتیپ مرکبات به عنوان پایه در شرایط خاک‌های آهکی برای تعیین تحمل آنها به کلرز آهکی در آدانا ترکیه بررسی شدند. بر طبق نتایج، کلروفیل برگ و مقیاس کلرز آهن برگ پایه سوینگل سیتروملو بسیار شدید بود (Meral *et al.*, 2015). 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 روی همه پایه‌ها با افزایش سن درخت افزایش یافت ولی در مراحل بعدی، راندمان عملکرد پایه سوینگل سیتروملو بیشتر از بقیه پایه‌ها بود (Zekri, 2008). در آزمایشی در برزیل، درختان نارنگی انشوی اوکیتسو روی پایه سوینگل سیتروملو نسبت به هشت پایه دیگر بیشترین عملکرد را نشان دادند. بیشترین اختلاف بین قطر تنه در پایه و پیوند در پایه سوینگل سیتروملو دیده شد (Tazima *et al.*, 2013). عملکرد تجمعی (۱۹۹۴ تا ۱۹۹۸) نارنگی انشوی زودرس یامااکاوا 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. در درختان روی سیتروملو نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه ۱/۷۷ بود که نشان دهنده مقدار نامتناسب کل ماده خشک توزیع شده در اندام‌های هوایی درخت است. ولی بر پایه قدرت رشد، عملکرد و کیفیت میوه، این پایه بهترین پایه برای این رقم از بین ۷ پایه آزمایش شده، معرفی شد (Noda *et al.*, 2001). اثر ۱۴ پایه بر فتوسنتز برگ، توزیع تولیدات فتوسنتزی و رشد درختان یک‌ساله انشو سوجی یاما بررسی شد. مقدار پتاسیم در برگ‌های درختان با عملکرد پایین، بیشتر از درختان پرمحصول بود زیرا پتاسیم در میوه تجزیه می‌شود. همبستگی منفی بین عملکرد و پتاسیم برگ وجود داشت. سینک ریشه در پایه‌های با نسبت بالاتر اندام هوایی به ریشه، کاهش می‌یابد و درمقابل عمل سینک قسمت‌های هوایی به نسبت افزایش می‌یابد. چون درختانی که این نسبت در آنها بالاتر است ریشه کمتر و اندام هوایی بیشتری دارند ریشه آنها فعالیت فیزیولوژی بالاتری دارد. بنابراین می‌توان گفت که پایه‌ها بر توزیع محصولات فتوسنتزی موثرند. گزارش

برخوردار نیستند، ازطرف دیگر درسال کم محصول، تعداد میوه تشکیل شده بسیار اندک، اندازه میوه‌ها بیش از حد، درشت و پوست میوه‌ها ضخیم و خشن است بنابراین باز هم فاقد بازارپسندی مناسب هستند (Monselise & Goldschmidt, 1982).

پایه سوینگل سیتروملو از اواخر دهه ۱۹۸۰ به دلیل مقاومت به ویروس تریستزای مرکبات، عملکرد بالا و کیفیت خوب رقم پیوند شده روی آن، در فلوریدا رایج شد. از اواسط دهه ۱۹۹۰ حساسیت این پایه در pH بالا به خصوص در خاک‌های با رطوبت بالا و یا میزان رس زیاد نزدیک سطح خاک مشخص شد. در این نواحی، رقم روی این پایه ابتدا خوب رشد می‌کند ولی بعد از ۷-۵ سال، قدرت و حاصلخیزی آن کاهش یافته و شروع به زوال می‌کند (Stover *et al.*, 2002). سوینگل سیتروملو تحمل به خشکی متوسط و تحمل به سرمای بالایی دارد. درختان روی آن پزرشد، بزرگ، عملکرد متوسط تا بالا (بسته به رقم) دارند. توانایی آن برای نگهداری میوه روی درخت خوب است. در خزانه پایه‌ای قوی با درصد نوسلار بالاست. این پایه میوه‌هایی با عصاره بالا و TSS بالا و اسید متوسط تولید می‌کند. میوه‌ها روی آن میان‌رس تا دیررس می‌شوند. به مقادیر بالای کلراید در خاک و آب آبیاری حساس است ولی تحمل به شوری آن بیشتر از دورگ‌های دیگر پونسیروس مثل ترویر سیترنج و کاریزو سیترنج گزارش شده است. در خاک‌های با آهک بالا، کلروز نشان می‌دهد. در خاک‌های با رس بیشتر از ۳۰-۲۵ درصد، رشد ریشه محدود می‌شود. سیتروملو برای خاک‌های سنگین رسی با آبیاری بیش از حد، نامناسب است. (Hardy, 2004). این پایه در مناطق ساحلی با زهکش ضعیف ناکارآمد است (Castle *et al.*, 2011). در آزمایشی گلدانی، واکنش تغذیه‌ای نارنگی انشو با پایه سوینگل سیتروملو به خاک‌های آهکی شرق مازندران بررسی شد و گزارش شد که این پایه، در خاک‌های با آهک کل بیشتر از ۱۴ و آهک فعال بیشتر از ۵ درصد به دلیل رسوب آهن در آپوپلاست سلول‌های برگ و ریشه و کاهش راندمان فیزیولوژیکی آن قابل توصیه نیست (Asadi Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2017). ۱۵

درخت در هر تکرار در دو پایلوت دشت (ایستگاه تحقیقات باغبانی قائم‌شهر) و دامنه (ایستگاه مهدشت ساری) به مدت ۱۰ سال (۱۳۹۷-۱۳۸۸) انجام شد. تجزیه داده‌ها به صورت تجزیه مرکب زمان صورت گرفت. در پایان، آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن صورت پذیرفت. ایستگاه تحقیقات باغبانی قائم‌شهر با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۴/۷ متر از سطح دریا (اداره کل هواشناسی استان مازندران) با بافت خاک لومی، آهک کل ۱۱٪ و pH حدود ۷/۸ در منطقه دشت مازندران قرار گرفته است. ایستگاه مهدشت ساری با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۳ دقیقه و ارتفاع ۱۱۸ متر از سطح دریا و فاصله ۳۰ کیلومتری از دریای مازندران (اداره کل هواشناسی استان مازندران) با بافت خاک لوم رسی، آهک کل ۶٪ و pH حدود ۶/۲ در دامنه کوهپایه قرار گرفته است. داده‌های هواشناسی نشان می‌دهد در ایستگاه هواشناسی قراخیل قائم‌شهر، میانگین بارش ۷۱۹ میلی‌متر، دمای حداکثر ۲۳/۳، دمای حداقل ۱۲/۵، حداکثر مطلق دما ۴۰/۶ و حداقل مطلق دما -۶ درجه سانتی‌گراد در دوره بلند مدت ۱۵ ساله بوده است (اداره کل هواشناسی استان مازندران).

پیوندک‌های نارنگی انشوی پیش‌رس میاگوا در بهار سال ۱۳۸۸ فراهم و روی سوینگل سیتروملو پیوند شد. مراحل آماده‌سازی بستر آزمایش در دو پایلوت، در پاییز و زمستان ۱۳۸۸ انجام شد و در بهار سال ۱۳۸۹ نهال‌ها در زمین‌های اصلی با فاصله ۴×۵ متر (۵۰۰ درخت در هکتار) کاشته شدند و هم‌زمان سیستم آبیاری قطره‌ای در پایلوت‌های مورد نظر تعبیه شد. نگهداری از نهال‌های جوان و درختان در طول دوره آزمایش از جمله مبارزه با علف‌های هرز، مصرف کودهای شیمیایی، آبیاری و سمپاشی به‌طور تقریباً یکسان در هر دو پایلوت انجام شد (Asadi & Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2014; 2018). از ابتدای کاشت نهال‌ها در زمین اصلی به مدت سه سال (۱۳۸۹-۱۳۹۱) عملیات هرس فرم‌دهی و بعد از شروع

شده که هدایت هیدرولیکی ریشه‌ها همبستگی مستقیمی با مقادیر تبادل CO₂ در برگ‌های مرکبات دارد. بنابراین وظایف ریشه‌ها همچنین بر ظرفیت مواد فتوسنتزی و توزیع آن در درختان موثر است (Morinaga & Ikeda 1990).

سیستم پراکندگی ریشه و سازگاری پایه‌های مختلف مرکبات به خاک‌های با بافت مختلف، متفاوت است. بنابراین کارایی پایه‌ها در شرایط آب و هوایی و خاکی مختلف نیز متفاوت است. با توجه به تاثیر پایه‌ها در رشد، عملکرد و کیفیت رقم محصول و نیز به دلیل تمایل کمتر استفاده از پایه نارنج (به علت 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 مازندران) و به علت تنوع شرایط خاک و اقلیم به‌ویژه در شرق مازندران، تولیدکننده‌های استان برای انتخاب پایه مناسب جایگزین نارنج برای هر رقم و در منطقه مورد نظر دچار سردرگمی هستند (Asadi & Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2018). همچنین، برای استفاده بهینه از زمین، فاصله کاشت درختان باید بر اساس حجم تاج مورد انتظار درخت بالغ روی پایه انتخاب شده در خاک و اقلیم منطقه در نظر گرفته شود. یک باغ متراکم‌تر ممکن است علی‌رغم سرمایه‌گذاری اولیه بالاتر، بازگشت و بازده اقتصادی زودتری نیز فراهم کند. از این رو، مطالعه در شرایط منطقه‌ای، برای توصیه پایه مناسب هر منطقه، حائز اهمیت است. در این تحقیق، تاثیر پایه سوینگل سیتروملو بر ویژگی‌های رویشی و زایشی نارنگی پیش‌رس انشوی میاگوا، در شرایط اقلیمی و خاکی دو منطقه در شرق مازندران (دشت و دامنه) طی ۱۰ سال مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر پایه سوینگل سیتروملو (Swingle citrumelo) بر صفات رویشی و زایشی نارنگی انشوی پیش‌رس میاگوا (Citrus unshiu cv. Miyagawa) در شرق مازندران، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و چهار

معادله $TCSA = Perimeter^2 / 4\pi$ به دست آمد که در آن $TCSA$ سطح مقطع عرضی تنه و $Perimeter$ محیط تنه است (Dalal & Brar, 2012). حجم تاج با استفاده از معادله $V = 2/3 \pi R^2 H$ به دست آمد که در آن R نصف قطر تاج و H ارتفاع درخت می‌باشد. راندمان عملکرد هر درخت با استفاده از نسبت عملکرد (کیلوگرم در درخت) به حجم تاج (متر مکعب در درخت) و عملکرد تجمعی، با استفاده از مجموع عملکرد هر تیمار از سال ۱۳۹۳ تا سال ۱۳۹۷ به دست آمد (Stenzel & Neves, 2004). برای محاسبه شاخص تناوب باردهی از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷ از رابطه (۱) استفاده شد.

$$I = \quad (1)$$

$$I = \frac{1}{(n-1)} \left\{ \frac{(a_2 - a_1)}{(a_2 + a_1)} + \frac{(a_3 - a_2)}{(a_3 + a_2)} + \dots + \frac{(a_n - a_{n-1})}{(a_n + a_{n-1})} \right\}$$

که در آن، n برابر با تعداد سال‌های آزمایش و a میزان عملکرد در هر یک از سال‌ها می‌باشد (Monselise & Goldschmidt, 1982).

مساحت تئوری مورد نیاز درختان بر اساس رابطه (۲) محاسبه شد.

$$E = (D \times 0.75) \times (D + 2.5) \quad (2)$$

که در آن E مساحت تئوری مورد نیاز و D برابر با قطر تاج (میانگین طول و عرض تاج) است و فرض بر این است که شاخه‌های درختان در خطوط کاشت ۲۵٪ همپوشانی و بین خطوط کاشت ۲/۵ متر فضای خالی (برای انجام عملیات زراعی) داشته باشند. تعداد تئوری درختان هم از نسبت مساحت یک هکتار بر مساحت تئوری یک درخت محاسبه شد. عملکرد تئوری محصول بر اساس تعداد تئوری درخت در هکتار و عملکرد درختان محاسبه شد (Tazima et al., 2013).

نتایج و بحث

ویژگی‌های رویشی و زایشی نارنگی انشو میاگاوا با پایه سوینگل سیتروملو

ارتفاع، قطر و حجم تاج درختان از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ روند افزایشی داشت و نیز همواره در درختان منطقه دشت بالاتر از درختان منطقه دامنه‌ای بود. در آخرین سال آزمایش، حجم متوسط تاج در درختان دشت ۱۹/۰۹ و در دامنه ۱۱/۶۲ مترمکعب بود (جدول ۱).

فاز زایشی، عملیات سالانه هرس زمستانه تا پایان آزمایش در هر دو پایلوت انجام شد (Akhlaghi Amiri & Asadi Kangarshahi, 2020). از اولین سال بعد از کاشت درختان در زمین اصلی به مدت سه سال (۱۳۹۰-۱۳۹۲)، همه گل‌های تشکیل شده روی درختان، برای تحریک رشد رویشی درخت، قبل از تبدیل شدن به میوه‌چه، به‌طور مکانیکی حذف شدند. لازم به ذکر است که در بهمن ماه ۱۳۹۲ و نیز در آذر ماه ۱۳۹۵ برف و یخبندان رخ داد. هر سال (۱۳۹۷-۱۳۹۰)، برخی خصوصیات رویشی شامل ارتفاع درخت، طول و عرض تاج، محیط تنه ۱۰ سانتی‌متر پایین و ۱۰ سانتی‌متر بالای محل پیوند اندازه‌گیری شدند. عملکرد هر ۳۲ درخت آزمایش از شروع فاز زایشی (۱۳۹۳) تا پایان آزمایش (۱۳۹۷) در زمان برداشت (اواخر مهر) ثبت شد. از سال ۱۳۹۳ تا سال ۱۳۹۵، هر سال در دو مرحله: دهه سوم شهریور و دهه دوم مهر ماه، قبل از برداشت محصول، از هر درخت ۱۰ میوه از قسمت خارجی تاج و از ارتفاع ۱-۲ متری برداشت شد و برخی خصوصیات آن‌ها از جمله وزن میوه و پوست، ابعاد میوه و ضخامت پوست، رنگ و بافت پوست با استفاده از کددهی با شاخص‌های چشمی (Stuchi et al., 2009)، میزان عصاره، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون عصاره (سیتریک اسید) و میزان اسکوربیک اسید (ویتامین ث) اندازه‌گیری شد. کرویت میوه (Sphericity) نیز از معادله $Q = (LWT^{1/3}/L)$ محاسبه شد که در آن W ، L 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). شاخص برداشت با استفاده از نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون عصاره، درصد عصاره میوه با استفاده از نسبت عصاره به وزن میوه و وزن نسبی پوست با استفاده از نسبت وزن پوست به وزن میوه محاسبه شد (Tazima et al., 2013).

تجانس بین پایه و پیوند از طریق محاسبه نسبت بین محیط پیوند به محیط پایه تعیین شد (Bisio et al., 2003). سطح مقطع عرضی تنه (Trunk cross sectional area) در پایه و پیوند با استفاده از

ششم بیشتر بود. اثر متقابل سال و مکان نشان می‌دهد که اختلاف ارتفاع و عرض تاج و نیز محیط تنه پایه و پیوندک در درختان دشت و دامنه نسبت به هم در سال‌های اول آزمایش بیشتر بوده و به تدریج در طی سال‌های آزمایش کمتر شد (جدول ۱). درصد بقای درختان نارنگی انشو میاگاو روی پایه سوینگل سیتروملو برای درختان هر دو پایلوت صد در صد بود و هیچ‌یک از درختان در طی مدت ۱۰ سال آزمایش، با وجود عوامل نامساعد محیطی از جمله وقوع چند یخبندان از بین نرفتند. بالا بودن مقاومت به سرمای پایه سوینگل سیتروملو نسبت به دیگر پایه‌های سه‌برگه‌ای و نیز پایه نارنج در تحقیقات محققان متعددی از جمله Hardy, 2004 گزارش شده است. همچنین تحمل خوب نارنگی انشو به زمستان‌های سرد در گزارش‌های تحقیقاتی ذکر شده است (Anderson & Ferguson; 2015) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. شکل ۱، درختان ۱۰ ساله نارنگی میاگاو با پایه سیتروملو و محل پیوند آنها را در دو پایلوت نشان داده است.

به‌طور کلی، منطقه جلگه‌ای دشت از عمق خاک بیشتری نسبت به منطقه دامنه‌ای برخوردار است و عمق بیشتر خاک سبب گسترش بهتر و بیشتر درختان و افزایش حجم تاج آنها می‌شود (Asadi Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2018; 2020). در درختان پایلوت دشت، ارتفاع، قطر و حجم تاج در دو سال پایانی تغییر معنی‌داری نداشت و در واقع اندازه درختان تا حدودی ثابت ماند در مقابل حجم تاج درختان پایلوت دامنه تا سال ۱۳۹۷ همچنان به روند افزایشی خود ادامه داد. متوسط محیط تنه پایه و پیوندک در طول ۸ سال در درختان پایلوت دامنه نسبت به دشت به‌طور معنی‌داری کمتر بود (به ترتیب، ۲۷ و ۲۱ سانتی‌متر نسبت به ۳۶ و ۲۸ سانتی‌متر) ولی نسبت محیط تنه پیوندک به محیط تنه پایه (تجانس)، تفاوت معنی‌داری در دو پایلوت نداشت و تقریباً یکسان بود (۰/۸). تجانس پایه و پیوند طی هشت سال حالت زنگوله‌ای داشت به‌طوری‌که در دو سال اول و دو سال آخر آزمایش کمترین مقدار و در سال‌های سوم تا



شکل ۱. درختان ۱۰ ساله نارنگی انشو میاگاو با پایه سوینگل سیتروملو و محل پیوند آنها در دشت (بالا) و دامنه (پایین).
Figure 1. 10 years tree of Miyagawa Satsuma mandarin on Swingle citrumelo rootstock and their graft union in alluvial plain (top) and piedmont plain (below).

جدول ۱. برخی صفات رویشی درختان نارنگی انشو میاگاوا روی پایه سوینگل سیتروملو در دامنه و دشت در سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۰.
Table 1. Some vegetative characteristics of Miyagawa Satsuma mandarin trees on Swingle citrumelo rootstock in alluvial plain and piedmont plain at September 2011-2018.

		Plant height (cm)	Rootstock perimeter (cm)	Scion perimeter (cm)	Affinity	Crown width (cm)	Volume (m ³)
Location	L1 (alluvial plain)	226.6 a	36.45 a	28.23 a	0.78 a	286.0 a	10.86 a
	L2 (piedmont plain)	192.6 b	26.97 b	21.02 b	0.77 a	196.5 b	5.20 b
	Prob. (5%)	0.000	0.000	0.000	0.283	0.000	0.000
Year	2011 (Y1)	124.1 g	10.03 h	7.42 h	0.72 c	148.6 e	1.74 f
	2012 (Y2)	164.7 f	17.97 g	13.89 g	0.76 bc	206.3 d	4.65 e
	2013 (Y3)	181.3 e	25.51 f	20.33 f	0.80 ab	210.1 d	4.83 e
	2014 (Y4)	197.7 d	29.57 e	24.42 e	0.83 a	220.6 d	5.87 e
	2015 (Y5)	225.0 c	33.60 d	27.80 d	0.83 a	245.3 c	7.71 d
	2016 (Y6)	253.8 b	37.94 c	30.60 c	0.81 a	270.0 b	10.15 c
	2017 (Y7)	259.4 ab	46.00 b	33.94 b	0.74 c	306.6 a	13.93 b
	2018 (Y8)	271.1 a	53.09 a	38.59 a	0.73 c	322.8 a	15.35 a
	Prob. (5%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Year × location	Y1L1	151.9 jk	15.31 h	11.63 h	0.76 c-f	188.8 d	2.86 f
	Y1L2	96.4 l	4.75 j	3.219 j	0.68 g	108.4 f	0.62 f
	Y2L1	200.0 gh	25.06 f	19.81 f	0.79 a-e	270.6 bc	7.77 de
	Y2L2	129.4 k	10.88 i	7.97 i	0.73 e-g	141.9 e	1.54 f
	Y3L1	200.6 gh	31.11 e	24.49 e	0.79 a-e	260.0 bc	7.36 de
	Y3L2	161.9 ij	19.91 g	16.16 g	0.81 a-d	160.2 e	2.30 f
	Y4L1	210.0 f-h	33.97 d	28.06 d	0.83 ab	286.9 b	9.25 cd
	Y4L2	185.3 hi	25.16 f	20.79 f	0.83 ab	154.4 e	2.49 f
	Y5L1	230.6 ef	36.92 d	31.53 c	0.86 a	278.8 bc	9.66 b-d
	Y5L2	219.4 fg	30.27 e	24.06 e	0.80 a-d	211.9 d	5.77 e
	Y6L1	256.9 b-d	41.24 c	33.83 c	0.82 a-c	284.4 bc	11.41 bc
	Y6L2	250.6 c-e	34.63 d	27.38 d	0.80 a-d	255.6 bc	8.88 d
	Y7L1	283.1 a	51.34 b	36.56 b	0.71 fg	359.4 a	19.47 a
	Y7L2	235.6 d-f	40.66 c	31.31 c	0.77 b-f	253.8 c	8.39 d
	Y8L1	279.7 ab	56.66 a	39.94 a	0.71 fg	359.4 a	19.09 a
	Y8L2	262.5 a-c	49.53 b	37.25 b	0.75 d-f	286.3 b	11.62 b
Prob. (5%)	0.002	0.002	0.001	0.006	0.000	0.000	

در هر ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In each column, means with similar letters are not significantly difference at 5% probability level.

نشان دادند که احتمالاً علاوه بر چرخه تناوب باردهی، به سرمازدگی هم مربوط بوده است. متوسط شاخص تناوب باردهی که در درختان نارنگی انشو یک شاخص بسیار مهم است در طول ۵ سال در دامنه بسیار بالاتر از دشت بود (۰/۶۷ نسبت به ۰/۲۳) و با توجه به عدد آستانه تناوب باردهی که ۰/۵۰ است (Monselise & Goldschmidt, 1982) می‌توان گفت که باردهی در درختان دشت، منظم و در درختان دامنه نامنظم بوده است. محدوده تغییرات این شاخص‌ها در سال‌های مختلف در درختان دشت بین ۰/۲۲ تا ۰/۲۵ و در درختان دامنه بین ۰/۵۸ تا ۰/۸۷ بود (جدول ۲). راندمان عملکرد در واحد حجم تاج به دلیل حجم کوچک‌تر در درختان پایلوت دامنه بیشتر از دشت بود (به ترتیب ۶/۲۸ و ۴/۶۲ کیلوگرم بر متر مکعب حجم تاج). عملکرد جمعی درختان در طول ۴ سال پایانی (۱۳۹۷-۱۳۹۴) و بدون در نظر گرفتن سالی که به علت تنش سرما و یخبندان، ریزش گل و میوه‌چه در دامنه اتفاق افتاد (سال ۱۳۹۳)، در درختان پایلوت دشت حدود ۲۲۳ و در دامنه حدود ۲۳۲ کیلوگرم بوده است.

ویژگی‌های زایشی نارنگی انشو میاگاوا با پایه سوینگل سیتروملو

شاخص‌های عملکردی درختان دو پایلوت در طول ۵ سال (۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷) که مطابق با اولین ۵ سال مرحله زایشی درختان بود اندازه‌گیری و محاسبه شد (جدول ۲). همان‌طور که قبلاً اشاره شد در بهمن ماه ۱۳۹۲ و آذر ماه ۱۳۹۵ سرما و یخبندان اتفاق افتاد که در سال ۱۳۹۳ سبب تعداد کم گل و ریزش میوه‌چه‌های تشکیل شده به‌ویژه در پایلوت دامنه شد به‌طوری‌که متوسط عملکرد در سال ۹۳ در پایلوت دامنه برای هر درخت کمی بیشتر از یک کیلوگرم ثبت شد. ولی در همان سال، عملکرد متوسط درختان پایلوت دشت حدود ۴۵ کیلوگرم بود. همین تنش اولیه موجب شد که درختان پایلوت دامنه وارد چرخه تناوب باردهی شدیدی شوند. سرمازدگی آذر ماه ۱۳۹۵ به نظر می‌رسید که باید تاثیر کمتری بر عملکرد درختان داشته باشد چون میوه‌ها برداشت شده بودند و گل‌انگیزی نیز هنوز آغاز نشده بود ولی باز هم درختان پایلوت دامنه در سال ۱۳۹۶ کاهش عملکرد

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر سال و اثر متقابل سال و مکان بر برخی صفات رویشی و زایشی درختان نارنگی انشو میاگوا با پایه سوینگل سیتروملو .

Table 2. Mean comparison effect of year and interaction effect of year and location on some vegetative and generative characteristics of Miyagawa Satsuma mandarin trees on Swingle citrumelo.

		Yield (kg/tree)	Volume (m ³)	Rootstock TC/SA (cm ²)	Scion TC/SA (cm ²)	Yield efficiency (kg/m ³)	Cumulative yield (kg/tree)	Alternate bearing Index (%)	Theoretical space (m ² /tree)	Theoretical number	Theoretical yield (ton/hectar)
Location	L1 (alluvial plain)	53.71 a	13.78 a	161.54 a	95.15 a	4.62 b	148.62 a	0.233 b	13.46 a	795 b	43.70
	L2 (piedmont plain)	46.84 a	7.43 b	111.29 b	67.09 b	6.28 a	104.58 b	0.668 a	8.71 b	1421 a	49.22
	Prob. (5%)	0.075	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.162
Year	2014 (Y1)	23.18 d	5.87 d	71.89 e	49.17 d	2.76 b	23.18 e	---	8.26 d	1692 a	20.64 d
	2015 (Y2)	37.74 c	7.71 c	91.60 d	63.62 c	7.21 a	60.92 d	0.552 a	9.37 c	1234 b	47.09 b
	2016 (Y3)	66.19 b	10.15 b	116.9 c	76.56 c	7.33 a	126.6 c	0.445 b	10.66 b	993 c	63.85 a
	2017 (Y4)	44.81 c	13.93 a	172.6 b	94.37 b	3.44 b	171.4 b	0.409 b	17.11 a	866 cd	33.12 c
	2018 (Y5)	79.45 a	15.35 a	229.0 a	121.9 a	6.52 a	250.9 a	0.398 b	14.03 a	755 d	67.59 a
	Prob. (5%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Year × location	Y1L1	45.36 cd	9.25 bc	92.41 de	63.28 ef	4.94 cd	45.36 ef	---	11.64 b	892 cd	38.79 d-f
	Y1L2	1.02 e	2.49 e	51.37 f	35.07 g	0.59 e	1.02 g	---	4.87 f	2493 a	2.49 g
	Y2L1	37.35 d	9.66 bc	109.2 d	80.47 de	4.00 d	82.71 de	0.231 c	11.17 b-d	937 cd	33.78 f
	Y2L2	38.13 d	5.77 d	74.02 ef	46.77 fg	10.43 a	39.13 fg	0.873 a	7.57 e	1530 b	60.40 bc
	Y3L1	60.56 bc	11.41 b	136.1 c	92.58 cd	6.02 b-d	143.3 c	0.251 c	11.51 bc	914 cd	53.05 c-e
	Y3L2	71.81 b	8.88 bc	97.68 de	60.55 f	8.65 ab	109.9 cd	0.638 b	9.79 cd	1071 c	74.66 ab
	Y4L1	59.94 bc	19.47 a	211.1 b	109.0 bc	3.24 de	203.2 b	0.233 c	16.50 a	619 d	36.99 ef
	Y4L2	29.69 d	8.38 c	134.1 c	79.74 de	3.63 de	139.6 c	0.585 b	9.72 d	1114 c	29.25 f
	Y5L1	65.34 b	19.09 a	258.9 a	130.4 a	4.91 cd	268.6 a	0.217 c	16.47 a	615 d	55.90 cd
	Y5L2	93.56 a	11.62 b	199.2 b	113.3 b	8.13 a-c	233.2 ab	0.578 b	11.60 b	896 cd	79.29 a
	Prob. (5%)	0.000	0.000	0.065	---	0.000	---	0.010	0.000	0.000	0.000

در هر ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In each column, means with similar letters are not significantly difference at 5% probability level.

باید کمی کمتر از تعداد محاسبه شده در نظر گرفت. نتایج تجزیه میوه در شهریور ماه و نیز مهر ماه سه سال متوالی در دو منطقه دشت و دامنه (جدول‌های ۳ و ۴) نشان داد که میوه‌های دشت، وزن و عصاره بیشتر (به ترتیب ۷/۶ گرم و ۵/۸٪)، پوست صاف‌تر و شاخص برداشت بالاتری (۱/۶۴ واحد) و میوه‌های دامنه پوست ضخیم‌تر (۰/۳۵ میلی‌متر) و وزن پوست، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و اسکوربیک اسید (ویتامین ث) بیشتری (به ترتیب ۸/۷٪، ۲۵٪، ۶۲٪ و ۲۸/۶٪) داشتند. مطالعه‌های متعدد نشان داده‌اند که اختلاف دمای روز و شب سبب بهتر شدن رنگ میوه و تجمع قند می‌شود. همچنین تغییرات رنگ به نوسان دمای خاک بستگی دارد (Lado *et al.*, 2018; Mesejo *et al.*, 2012). در دامنه، دما در شب‌ها همیشه کمتر از دشت می‌باشد بنابراین نوسانات دمای روز و شب، بیشتر و دمای خاک در دامنه کمتر است. این تحقیقات با نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر مطابقت دارد که در آن میوه‌های دامنه، در همه سال‌های اندازه‌گیری خصوصیات میوه، TSS، TA و AA بیشتری داشتند. نسبت ابعاد طول به عرض میوه در شهریور ماه در میوه‌های پایلوت دشت به‌طور معنی

عملکرد خوب ارقام مختلف مرکبات روی پایه سوینگل سیتروملو و نیز عملکرد تجمعی بالا نسبت به پایه‌های دیگر در نتایج محققان متعددی گزارش شده است (Tazima *et al.*, 2013; Zekri, 2008; Noda *et al.*, 2001)، که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابقت دارد. برای محاسبه عملکرد درختان در هکتار، متوسط عملکرد دو سال پایانی (یک سال کم محصول و یک سال پرمحصول) در هر منطقه در تعداد درختان در هکتار (۵۰۰ درخت) با فواصل کاشته شده (۳×۴ متر) ضرب شد که در دشت حدود ۳۱/۳ و در دامنه ۳۰/۸ تن در هکتار بود. محاسبه مساحت تئوری مورد نیاز با توجه به فاکتورهای رویشی درختان در سال پایانی (سال ۱۳۹۷) برای درختان دشت ۱۶/۴۷ و برای درختان دامنه ۱۱/۶۰ متر مربع به دست آمد (جدول ۲). در واقع مساحت مورد نیاز برای درختان ۱۰ ساله نارنگی انشو میاگوا با پایه سیتروملو در دشت حدود ۴۲ درصد بیشتر از دامنه بود؛ بنابراین با در نظر گرفتن این مساحت، تعداد تئوری درختان در هکتار در دشت ۶۱۵ و در دامنه ۸۹۶ اصله است ولی با توجه به اینکه رشد در پایلوت دامنه مانند دشت پایدار نشده بود و روند افزایشی کندی داشت تعداد درختان دامنه را

میوه‌های پایلوت دشت به‌طور معنی‌داری بالاتر از دامنه بود. نسبت طول به عرض میوه در طول سال‌های مختلف در دو مکان آزمایش به‌طور مشابهی تغییر کرد و روند تغییرات آن افزایشی بود یعنی میوه‌های هر دو پایلوت در ابتدا پخت‌تر و به تدریج با گذشت سال‌ها گردتر شدند (جدول‌های ۳ و ۴).

داری بالاتر از دامنه بود. با در نظر گرفتن ابعاد میوه از سه جهت، میوه‌های پایلوت دشت در مهر ماه کروی‌تر و میوه‌های دامنه پخت‌تر بودند. شاخص برداشت (نسبت مواد جامد محلول به اسید)، هم در شهریور ماه، هم در مهر ماه، درصد عصاره میوه (نسبت میزان عصاره به وزن میوه) در شهریور ماه و pH عصاره در مهر ماه در

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر سال و اثر متقابل سال و مکان بر برخی صفات کمی و کیفی میوه نارنگی انشو میاگوا روی پایه سوینگل سیتروملو.

Table 3. Mean comparison effect of year and interaction effect of year and location on some quality and quantity characteristics of Miyagawa Satsuma mandarin on Swingle citrumelo rootstock.

September 10		Fruit weight (g)	Juice (%)	Peel weight/ fruit weight (%)	Peel diameter (mm)	D2/D1*	Peel color**	Peel texture**	TSS (%)	TA (%)	TSS/TA	Vit. C (mg/100g)	
Location	L1(alluvial plain)	125.9 a	43.91 a	46.11 b	2.59 b	0.95 a	10.63 b	2.21	7.88 b	1.485 b	5.315 a	38.28 b	
	L2(piedmont plain)	120.2 a	40.07 b	50.05 a	3.48 a	0.90 b	11.06 a	2.52	10.16 a	2.320 a	4.501b	51.92 a	
Prob. (5%)		---	0.011	0.020	0.000	0.000	0.013	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000	
Year	2014 (Y1)	140.9 a	42.73 b	49.35 a	3.29 a	0.89 b	10.50 b	2.22 b	8.94 ab	1.98 a	4.70 b	47.74 a	
	2015 (Y2)	124.4 b	37.37 c	50.57 a	3.20 a	0.87 b	11.25 a	2.81 a	8.49 b	1.90a	4.66 b	45.98 a	
	2016 (Y3)	103.8 c	45.87 a	44.31 b	2.62 b	1.02 a	10.78 b	2.06 b	9.63 a	1.83a	5.36 a	41.58 b	
	Prob. (5%)	0.000	0.000	0.013	0.002	0.000	0.001	0.005	0.017	---	0.017	0.002	
Year × location	Y1L1	120.7 bc	47.25 a	44.64 bc	2.33 c	0.92 b	9.81 d	1.88 b	8.63 b	1.56 c	5.53 a	46.20 b	
	Y1L2	161.0 a	38.21 b	54.06 a	4.25 a	0.87 c	11.19 ab	2.56 a	9.25 b	2.40 ab	3.87 b	49.28 b	
	Y2L1	140.4 b	37.43 b	49.92 ab	2.84 c	0.93 b	11.63 a	2.88 a	6.38 c	1.28 c	5.03 a	34.76 c	
	Y2L2	108.5 cd	37.31 b	51.22 a	3.56 b	0.82 d	10.88 bc	2.75 a	10.60 a	2.52 a	4.30 b	57.20 a	
	Y3L1	116.6 c	47.04 a	43.76 c	2.61 c	1.02 a	10.44 c	1.88 b	8.63 b	1.62 c	5.39 a	33.88 c	
	Y3L2	91.0 d	44.70 a	44.87 bc	2.64 c	1.02 a	11.13 ab	2.25 ab	10.63 a	2.04 b	5.34 a	49.28 b	
	Prob. (5%)		0.000	0.036	0.0611	0.000	0.000	0.000	0.176	0.001	0.019	0.003	0.006

*: Fruit longitudinal diameter / Fruit transverse diameter

** قطر طولی میوه / قطر عرضی میوه

***: Coding with optical indexes (Stuchi *et al.*, 2009)

***: کددهی با شاخص‌های چشمی (Stuchi *et al.*, 2009)

در هر ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In each column, means with similar letters are not significantly difference at 5% probability level.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر سال و اثر متقابل سال و مکان بر برخی صفات کمی و کیفی میوه نارنگی انشو میاگوا با پایه سوینگل سیتروملو.

Table 4. Mean comparison effect of year and interaction effect of year and location on some quality and quantity characteristics of Miyagawa Satsuma mandarin on Swingle citrumelo rootstock.

October 1		Fruit weight (g)	Juice (%)	Peel weight/ fruit weight (%)	Peel diameter (mm)	D2/D1*	Sphericity	Peel color**	Peel texture**	TSS (%)	TA (%)	TSS/TA	Vit. C (mg/100 g)	pH	
Location	L1(alluvial plain)	142.5a	45.01a	45.31 b	2.53b	0.96	0.95a	10.08 b	1.85 b	8.21 b	0.95 b	9.28 a	53.83 b	3.45 a	
	L2(piedmont plain)	134.9a	42.53a	49.26 a	2.88a	0.97	0.90b	10.56 a	2.25 a	10.29 a	1.54 a	7.64 b	69.23 a	2.95 b	
Prob. (5%)		0.225	0.119	0.029	0.010	---	0.000	0.017	0.041	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000	
Year	2014 (Y1)	149.4a	43.21 b	48.9 a	2.92 a	0.88b	---	10.38 a	1.94 b	9.38 ab	1.49 a	6.58 b	53.68 b	3.36 a	
	2015 (Y2)	154.4a	40.97 b	47.0 a	2.69 ab	1.01a	0.94a	10.56 a	2.38 a	8.63 b	1.43 a	6.34 b	51.26 b	3.23 b	
	2016 (Y3)	112.4b	47.12 a	45.9 a	2.50 b	1.00 a	0.91b	10.03 a	1.84 b	9.75 a	0.80 b	12.45a	79.64 a	3.02 c	
	Prob. (5%)	0.000	0.011	0.297	0.100	0.002	0.001	0.249	0.013	0.040	0.000	0.000	0.000	0.000	
Year × location	Y1L1	118.4b	45.72ab	46.17ab	2.67 ab	0.88 b	---	9.81 bc	1.88 ab	9.25 bc	1.23 b	7.61 b	50.16 d	3.68 a	
	Y1L2	180.4a	40.70 b	51.59 a	3.16 a	0.88 b	---	10.94 a	2.00 ab	9.50 a-c	1.74 a	5.55 c	57.20 c	3.04 c	
	Y2L1	177.6a	40.83 b	45.36ab	2.67 ab	1.01 a	0.96 a	10.81 a	2.38 a	6.88 d	0.95 c	7.31 b	40.92 e	3.55 b	
	Y2L2	131.2b	41.11 b	48.71ab	2.71 ab	1.02 a	0.92 b	10.3a-c	2.38 a	10.38ab	1.92 a	5.38 c	61.60 c	2.91 d	
	Y3L1	131.7b	48.47 a	44.40 b	2.24 b	0.99 a	0.94 ab	9.63 c	1.31 b	8.50 c	0.66 d	12.91a	70.40 b	3.12 c	
	Y3L2	93.2 c	45.76ab	47.47ab	2.75 a	1.0 a	0.88 c	10.44ab	2.38 a	11.00 a	0.95 c	11.99a	88.88 a	2.92 d	
	Prob. (5%)		0.000	0.365	---	0.259	---	0.231	0.003	0.052	0.028	0.004	---	0.011	0.000

*: Fruit longitudinal diameter / Fruit transverse diameter

** قطر طولی میوه / قطر عرضی میوه

***: Coding with optical indexes (Stuchi *et al.*, 2009)

***: کددهی با شاخص‌های چشمی (Stuchi *et al.*, 2009)

در هر ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In each column, means with similar letters are not significantly difference at 5% probability level.

وزن میوه، وزن پوست و قطر پوست میوه‌ها از سال اول تجزیه میوه (۱۳۹۳) تا سال سوم تجزیه میوه (۱۳۹۵) روند کاهشی نشان داد به عبارتی در شروع مرحله زایشی درخت، میوه‌ها درشت‌تر و پوست کلفت‌تر بودند و به تدریج و با گذار از مرحله رویشی به زایشی، میوه‌ها کوچک‌تر و پوست نازک‌تر شدند. به طور کلی وزن متوسط میوه در پایلوت دشت در شهریور ماه سه سال متوالی بین ۱۱۷ تا ۱۴۰ گرم و در پایلوت دامنه از ۹۱ تا ۱۶۱ گرم متغیر بوده است. همین صفت در مهر ماه در پایلوت دشت بین ۱۱۸ تا ۱۷۸ گرم و در پایلوت دامنه بین ۹۳ تا ۱۸۰ گرم متغیر بوده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود دامنه تغییرات اندازه متوسط میوه در سال‌های مختلف در پایلوت دشت، کمتر و اندازه میوه‌ها متوسط و استانداردتر بوده است در مقابل در پایلوت دامنه، تغییرات اندازه متوسط میوه در سال‌های مختلف، بیشتر و اندازه میوه‌ها خیلی کوچک یا خیلی درشت بوده که از بازارپسندی کمتری برخوردارند. وزن پوست میوه در سال‌های مختلف در مهر ماه در پایلوت دشت از ۴۴/۴۰ تا ۴۸/۷۱ و در پایلوت دامنه از ۴۷/۴۷ تا ۵۱/۵۹ درصد از وزن میوه را به خود اختصاص داد. همچنین، درصد وزن پوست میوه در مهر نسبت به شهریور ماه در میوه‌های دشت حدود یک درصد و در دامنه حدود سه درصد کاهش یافت. قطر پوست میوه نیز بین ۲/۲ تا ۲/۷ میلی‌متر در پایلوت دشت و بین ۲/۸ تا ۳/۲ میلی‌متر در مهر ماه سه سال متوالی متغیر بوده است (میوه‌های دامنه همواره پوست ضخیم‌تری از میوه‌های دشت داشتند). کوچک‌ترین متوسط وزن میوه طی سه سال در سال ۱۳۹۵ در پایلوت دامنه تولید شد ولی قطر پوست آن در گروه بیشترین قطر قرار داشت. تفاوت زیاد اندازه و وزن میوه و نیز ضخامت و وزن پوست میوه در سال‌های مختلف در میوه‌های پایلوت دامنه به دلیل ورود درختان این پایلوت به چرخه تناوب‌باردهی است (Monselise & Goldschmidt, 1982).

اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول (TSS) و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) در شهریور ماه و نیز در مهر ماه هر سال نشان داد که مقدار TSS در طول سه

سال اندکی افزایش و مقدار TA کاهش غیرمعنی‌داری داشته است. اثر متقابل سال و مکان نشان می‌دهد که این مقادیر در سه سال متوالی در هریک از مکان‌ها تقریباً ثابت بوده است و تفاوت اصلی از پایلوت‌های آزمایش ناشی شده است و در هر سه سال آزمایش، این مقادیر در پایلوت دامنه بالاتر بوده است. نسبت TSS به TA (شاخص برداشت) طی سه سال نشان داد که این نسبت در سال سوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو سال اول بوده است و بر خلاف روند قند و اسید، در هر سه سال، شاخص برداشت میوه هم در شهریور ماه و هم در مهر ماه در پایلوت دشت بالاتر از پایلوت دامنه بوده است. به‌طور کلی میزان شاخص برداشت در پایلوت دشت در شهریور ماه سه سال متوالی بین ۵ تا ۵/۵ و در پایلوت دامنه بین ۳/۹ تا ۵/۳ متغیر بوده است. با توجه به استانداردهای تقریبی بلوغ میوه و میزان قابل قبول شاخص برداشت که در نارنگی‌های انشو باید ۶/۵ باشد (Unece standard, 2017) می‌توان نتیجه‌گیری کرد که شهریور ماه زمان مناسب برداشت نارنگی انشو میاگاوا روی پایه سوینگل سیتروملو در دشت و در دامنه شرق مازندران نیست. این شاخص در مهر ماه سه سال متوالی در پایلوت دشت بین ۷/۳ تا ۱۲/۹ و در پایلوت دامنه بین ۵/۴ تا ۱۲ متغیر بوده است. در واقع می‌توان گفت که دامنه تغییرات در سال‌های متوالی در دامنه بیشتر از دشت بوده و بالا رفتن مقدار شاخص در مهر ماه بسیار سریع‌تر از شهریور ماه اتفاق افتاده و نیز تفاوت عمده شاخص برداشت در سال‌های متوالی در مهر ماه روی داده است (جدول‌های ۳ و ۴). تاثیر پایه سیتروملو بر زمان رسیدن میوه و تاخیر شاخص برداشت روی این پایه نسبت به خویشاوندان سه برگچه‌ای خود، گزارش شده است (Hardy, 2004) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. رنگ و بافت پوست میوه که بر اساس کد مشاهده‌ای تعیین شد طی سال‌های متوالی روند منظمی نداشت. اثر متقابل مکان و سال نشان می‌دهد که در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۵ مراحل رنگ‌گیری پوست در پایلوت دشت نسبت به دامنه پیش‌روتر بوده ولی در سال ۱۳۹۴، میوه‌های دامنه اندکی جلوتر از دشت بوده‌اند. مقایسه مکان‌ها نیز نشان می‌دهد به‌طور کلی

در دشت و دامنه، حدود ۱۶/۵ و ۱۲ متر مربع محاسبه شد کاشت حدود ۶۵۰-۶۰۰ درخت در هکتار در دشت با فاصله حدود ۳/۵×۴/۵ متر و ۸۵۰-۸۰۰ درخت در هکتار در دامنه با فاصله حدود ۳×۴ متر برای استفاده اقتصادی بهینه از زمین پیشنهاد می‌شود (این فواصل پیشنهادی با رعایت مدیریت باغبانی از جمله هرس فرم‌دهی نهال و هرس درخت جوان در سه تا چهار سال اول پس از کاشت در زمین اصلی و همچنین هرس باردهی یا هرس زمستانه سالانه توصیه می‌شود). با توجه به متوسط عملکرد دو سال پایانی این آزمایش و تراکم پیشنهادی برای درختان منطقه دشت و دامنه، عملکرد تئوری در دشت حدود ۳۹ تن و در دامنه حدود ۵۱ تن در هکتار در اواخر دهه اول عمر درخت خواهد بود که برای منطقه دشت و دامنه به ترتیب حدود ۲۶ و ۶۴ درصد بیشتر از عملکرد به دست آمده با تراکم ۵۰۰ درخت در هکتار است که از نظر درآمد خالص برای باغداران منطقه بسیار قابل توجه است. البته با توجه به نتایج این آزمایش، میوه‌های منطقه دشت به دلیل اندازه مناسب‌تر و یکنواخت‌تر و پوست نازک‌تر، کیفیت ظاهری بالاتری دارند و نیز به دلیل عملکرد منظم سالانه در پایلوت دشت، باردهی سالانه باغ مرکبات در این منطقه نیز منظم‌تر و پایدارتر از منطقه دامنه خواهد بود.

در پایلوت دشت، تغییر رنگ پوست هم در شهرپور هم در مهر ماه زودتر از دامنه رخ داده است (Lado *et al.*, 2018; Mesejo *et al.*, 2012). همچنین به‌طور کلی بافت پوست میوه در دشت صاف‌تر از دامنه بوده است (Monselise & Goldschmidt, 1982). در صد عصاره میوه در سال‌های مختلف از روند منظمی پیروی نکرده است ولی به‌طور کلی درصد عصاره در شهرپور ماه سه سال متوالی و دو پایلوت آزمایش بین ۳۷ تا ۴۷ درصد و در مهر ماه بین ۴۱ تا ۴۸ درصد بوده است (جدول‌های ۳ و ۴).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که درختان نارنگی انشو میاگاوا روی پایه سوینگل سیتروملو در پایلوت دشت نسبت به درختان پایلوت دامنه حجم تاج بیشتری داشتند. با در نظر گرفتن فواصل کاشته شده در این آزمایش (۴×۵ متر) و میانگین عملکرد دو سال پایانی آزمایش (سال‌های هشتم و نهم بعد از کاشت در زمین اصلی: یک سال کم محصول و یک سال پرمحصول) که در هر دو پایلوت حدود ۶۲ کیلوگرم در درخت بود عملکرد هکتاری حدود ۳۱ تن در هکتار بوده است. با توجه به مساحت تئوری مورد نیاز تاج درختان در سال پایانی آزمایش که به ترتیب

REFERENCES

1. Akhlaghi Amiri, N. (2019). Vegetative characteristics of Miyagawa Satsuma mandarin on 6 different rootstocks in East of Mazandaran. *Iranian Journal of Horticultural Sciences*, 50 (3), 683-69. (in Farsi).
2. Akhlaghi Amiri, N. (2020). Functional and qualitative indexes of Miyagawa Satsuma mandarin on six rootstocks in East of Mazandaran. *Iranian Journal of Horticultural Sciences*, 51 (1), 55-66. (in Farsi).
3. Akhlaghi Amiri, N., & Asadi Kangarshahi, A. (2020). *Pruning Citrus Trees*. (1st ed.). Agricultural Extension and Education Publications. (in Farsi).
4. Anderson P. C., & Ferguson. J. J. (2015). *The Satsuma mandarin*. UF IFAS Extension. University of Florida, HS 195.
5. Asadi Kangarshahi, A., & Akhlaghi Amiri, N. (2014). *Advanced and Applied Citrus Nutrition* (1th ed.). Agricultural Extension and Education Publications. (in Farsi).
6. Asadi Kangarshahi, A., & Akhlaghi Amiri, N. (2017). Growth trend, nutritional responses, and chlorosis degree of Satsuma mandarin in calcareous soils of East Mazandaran. *Iranian Journal of Soil Research*, 31 (2), 177-195. (in Farsi).
7. Asadi Kangarshahi, A., & Akhlaghi Amiri, N. (2018). *Establishment of sustainable citrus orchard* (1th ed.). Agricultural Extension and Education Publications. (in Farsi).
8. Asadi Kangarshahi, A., & Akhlaghi Amiri, N. (2020). Evaluation of growth rate and vegetative and physiological characteristics of satsuma mandarin on C-35 rootstock in some calcareous soils. *Iranian Journal of Soil Research*, 34 (2), 215-234. (In Farsi).
9. Bassal, M. A. (2009). Growth, yield and fruit quality of 'Marisol' clementine grown on four rootstocks in Egypt. *Scientia Horticulturae*, 119 (2), 132-137.

10. Bisio, L., Vignale, B., Carrau, F., & Diez, D. J. (2003). Evaluation of Nine Rootstocks for 'Owari' Satsuma Mandarin in Uruguay. In: *Proceedings of 9th International Society of Citriculture*, 3-7 Dec., Orlando, Florida, USA, pp. 479-481.
11. Castle, W. S. (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.
12. Castle, W. S. (2010). A career perspective on citrus rootstocks, their development and commercialization. *HortScience*, 45 (1), 11-15.
13. 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.
14. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). *Citrus Fruit Statistics, 2015*, Market and policy analyses of raw materials.
15. 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.
16. 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.
17. General Department of Meteorology of Mazandaran Province. (2020). *Provincial climatological stations*, from <http://www.mazmet.ir/>.
18. Georgiou, A. (2002). Evaluation of rootstocks for 'Clementine' Mandarin in Cyprus. *Scientia Horticulturae*, 93, 29-38.
19. Hardy, S. (2004). *Growing lemons in Australia, a production manual*. Department of Primary Industries, from www.australiancitrusgrowers.com.au.
20. Iglesias, D. J., Cercos, M., Colmenero-Flores, J. M., Naranjo, M. A., Rios, G., Carrera, E., Ruiz-River, O., Liso, I., Morillon, R., Tadeo F. R., & Talon, M. (2007). Physiology of citrus fruiting. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 9(4), 333-362.
21. Jianhua, C., & Weifu, L. (2005). Studies of affinity between rootstock and scion. *Chinese Journal of Tropical Agriculture*, 2005 (4), 339-345.
22. Lado, J., Gambetta, G., & Zacarias, L. (2018). Key determinants of citrus fruit quality: Metabolites and main changes during maturation. *Scientia Horticulturae*, 233, 238-248.
23. Mesejo, C., Gambetta, G., Gravina, A., Martinez-Fuentes, A., Reig, C., & Agusti, M. (2012). Relationship between soil temperature and fruit color development of Clemenpons Clementine mandarin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92, 520-525.
24. Meral, I., Turgut, Y., Tuzcu, O., & Cimen, B. (2015). Differential tolerance to Iron deficiency of citrus rootstocks grown in calcareous soil. *Acta Horticulturae*, 1065 (181), 1431-1436.
25. 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.
26. Morinaga, K., & Ikeda, F. (1990). The effect of several rootstocks on photosynthesis, distribution of photosynthetic product and growth of young Satsuma mandarin trees. *Journal of Japan Society for Horticultural Science*, 59 (1), 29-34.
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. Stenzel, N. M. C., & Neves, C. S. V. J. (2004). Rootstocks for Tahiti lime. *Scientia Agricola*, 61(2), 151-155.
29. Stover, B., Castle, W., & Hebb, J. (2002). *Citrus rootstock usage in the Indian region*. University of Florida, IFAS, HS 852.
30. Stuchi, E. S., Martins, A. B. G., Lemo, R. R., & Aviles, T. C. (2009). Fruit quality of Tahiti lime (*Citrus latifolia* Tanaka) grafted on 12 different rootstocks. *Revista Brasileira de Fruticulturae*, 31(2), 454-460.
31. 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.
32. Unece Standard FFV-14. (2017). *Citrus fruit, concerning the marketing and commercial quality control*. United Nations, New York and Geneva.
33. Zekri, M. (2008). Performance of Valencia trees on four rootstocks at high density planting. In: *Proceeding of 11th International Citrus Congress*, 26-30 Oct., Wuhan, China, pp. 512-519.