پژوهش در علوم باغبانی
Journal of Reserch in Horticultural Science
جلد۲، شماره۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲ (ص۲۲۶-۲۰۹)
Vol. 2, No.2 Autumn and Winter 2023 (209-226)
تارنمای مجله: https://rhsj.areeo.ac.ir
مقاله علمی پژوهشی
10.22092/RHSJ.2024.362581.1063

بررسی رشد رویشی، عملکرد کمی و کیفی و زمان برداشت پرتقال تامسون ناول با پایه‌های مختلف در شرق مازندران

نگین اخلاقی امیری[1*]، علی اسدی کنگرشاهی[2]، جواد فتاحی مقدم[3]

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- دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
۳- دانشیار، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۶

چکیده

امروزه وجود انواع تنش‌های زیستی و غیرزیستی، بررسی پایه‌های مختلف در شرایط اقلیمی و خاکی متفاوت را ضروری کرده است. در پژوهش حاضر، تاثیر سه پایه مهم مرکبات منطقه بر رشد رویشی، عملکرد کمی و کیفی و زمان برداشت پرتقال تامسون ناول طی هفت سال بررسی شد. نتایج نشان داد که تجانس بین پایه و پیوندک طی دوره آزمایش، در هر سه پایه کاهش پیدا کرد. با فرم‌دهی درختان جوان و هرس سالانه، حداکثر حجم تاج درختان در پایان آزمایش به حدود پنج متر مکعب رسید و ارتفاع درختان نیز در حدود ۲ متر حفظ شد. ویژگی‌های مختلف میوه پرتقال روی سه پایه مختلف آزمایش، تفاوت معنی‌داری با هم نشان ندادند. حجم تاج درختان روی پایه سیترومِلو نسبت به دو پایه سیترنج بالاتر بود ولی کارایی عملکرد درختان روی سه پایه مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت. شاخص برداشت میوه در از اواخر دهه اول آبان به بیش از حد قابل قبول استاندارد رسید. وزن میوه تا اواخر آذر روند افزایشی داشت. درصد پوسیدگی میوه‌ها در انبار معمولی، در زمان برداشت آبان ماه، کمترین مقدار و در زمان برداشت آذر و دی بیشترین مقدار بود. با توجه به نتایج، با انجام عملیات هرس، می‌توان فواصل کاشت رقم پرتقال تامسون ناول را به نصف فواصل باغ‌های سنتی کاهش داد. همچنین برای ممانعت از بزرگ شدن بیش از اندازه و کاهش بازارپسندی میوه و برای کم شدن ریزش قبل از برداشت و پوسیدگی میوه در انبار، زمان برداشت میوه را بر خلاف روند معمول در منطقه، می‌توان از اواسط آبان ماه شروع کرد.

واژگان کلیدی: سوینگل سیترومِلو، کاریزو سیترنج، سیترنج C-35، باغداری نوین.

Investigating the vegetative growth, quantitative and qualitative yield and harvesting time of Thomson navel orange with different rootstocks in east of Mazandaran

Negin Akhlaghi Amiri [1]*, Ali Asadi Kangarshahi[2] , Javad Fatahi Moghadam[3]

1- Assistant Professor of Horticulture Crops Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran
2- Associate Professor of Soil and Water Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran,
3- Associate Professor, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran,

Received :March 2024 Accepted:June 2023

Abstract

Existence of various types of biotic and abiotic stresses has made necessary to investigate different rootstocks in different climatic and soil conditions. In this study, the effect of three important citrus rootstocks of the region on vegetative growth, quantitative and qualitative yield and harvest time of Thomson navel orange was investigated during seven years. The results showed that the affinity between the rootstock and scion decreased in all three rootstock during experiment. With the training of young trees and annual pruning, the maximum volume of canopy was about five m^3 and the height of the trees maintained at about 2 m. The characteristics of orange fruit on three rootstocks did not show any significant difference. The canopy of trees on citrumelo rootstock was higher than the two citrange, but the yield efficiency of trees on rootstocks was not significantly different. The fruit harvest index reached more than the acceptable standard level in early November. The weight of the fruit increased until the end of December. The percentage of fruit decay in normal storage was the lowest during early November harvest and the highest during the late November and December harvest. By performing annual pruning, the planting intervals of Thomson orange can be reduced to half the intervals of traditional gardens. Also, to prevent the fruit from growing too large, and reducing fruits marketability, and to reduce the drop before harvesting and the rotting of the fruit in the store, the time of fruit harvesting can be started from early November.

Keywords: : Swingle citrumelo; Carrizo citrange; C-35 citrange; modern gardening.

نویسنده مسئول: n.akhlaghi@areeo.ac.ir

۱- مقدمه

مرکبات یکی از مهمترین و پر مصرف‌ترین محصولات باغی در سراسر جهان است. طبق آمار تولید جهانی مرکبات، در سال زراعی ۲۲-۲۰۲۱ میلادی، میزان تولید مرکبات ۱۵۸/۵ میلیون تن و میزان تولید پرتقال ۷۶/۱ میلیون تن بوده است. کشور ایران مقام نهم تولید مرکبات در جهان را به خود اختصاص داده است که میزان آن بیش از چهار میلیون تن تولید در سال ۲۰۲۱ میلادی بوده است (Citrus Word Statistics, 2022). پنج استان کشور شامل: مازندران با ۶۹/۹، فارس با ۹/۲، کرمان با ۷/۷، گیلان با ۶/۷ و گلستان با ۲/۲ درصد حدود ۹۵/۷ درصد از کل تولید پرتقال کشور را تامین نموده‌اند (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۱). حدود ۷۰ درصد از محصول پرتقال مازندران به رقم تامسون ناول اختصاص دارد بنابراین حفظ پایداری این محصول برای باغداران این منطقه، راهبردی است و با توجه به حساسیت شدید و زوال این رقم روی پایه نارنج در خاک‌های ماندابی و در زمان آلودگی به بیماری ویروسی تریستزا، ارزیابی پایه‌های مناسب جایگزین نارنج که مقاوم به ویروس تریستزا هم باشند، اهمیت زیادی دارد (اخلاقی امیری، ۱۳۹۸).

ویژگی‌های کیفی خارجی و داخلی میوه بستگی به گونه، رقم و خصوصیات ژنتیکی آنها، ترکیب پایه و پیوندک، موقعیت میوه روی تاج درخت، مرحله بلوغ میوه، شرایط رشد و عملیات باغداری دارد. برداشت میوه در مرحله و زمان مناسب نیز برای افزایش راندمان محصول و کیفیت خوب میوه ضروری است و برداشت زودهنگام و دیرهنگام می‌تواند معایب متعددی از جمله کاهش کیفیت و انبارمانی محصول را موجب شود. تحقیقات محدودی در مورد زمان بلوغ و زمان برداشت میوه ارقام مرکبات روی پایه‌های مختلف گزارش شده است (Manzoor *et al.*, 2023). پژوهش‌های محققان نشان داده است که تفاوت درجه حرارت در عرض‌های جغرافیایی مختلف می‌تواند سبب تغییراتی در ویژگی‌های کیفی میوه از جمله زمان بلوغ و شروع زمان برداشت شود و نیز بر اثرمتقابل ارقام و پایه‌ها تاثیر بگذارد (Domingues *et al.*, 2021). روند تغییرات کیفی و ارزش غذایی میوه نیز حین رسیدن و تحت تاثیر نوع پایه اهمیت دارد.

استفاده از سیستم پایه و پیوند در باغداری مدرن اجتناب ناپذیر است زیرا سبب کاهش دوره نونهالی،کاهش رشد رویشی درخت و افزایش یکنواختی و پایداری باغ در مقایسه با استفاده از درختان بذری می‌شود. پایه‌ها هر یک دارای خصوصیات ویژه‌ای هستند که بر صفات مختلف باغبانی از جمله میزان تحمل به بیماری‌ها و شرایط خاص خاک و اقلیم تاثیر گذارند که بر سودمندی باغ تأثیر معنی‌داری دارند (Castle, 2010). پایه‌های مختلف بر بسیاری از ویژگی‌های میوه از جمله مواد جامد محلول، شاخص برداشت، شاخص رنگ پذیری و ... تاثیر متفاوت و معنی‌داری می‌گذارند. در میوه‌هایی که قرار است به عنوان میوه تازه مصرف شوند، اندازه میوه، میزان آب و نسبت TSS/TA از اهمیت بیشتری برخوردار است. گزارش شده است که پایه‌ها به طور قابل توجهی بر متغیرهای کیفی خارجی میوه (اندازه، ضخامت پوست، رنگ پوست و غیره) و ویژگی‌های داخلی میوه (محتوای آب میوه و رنگ، pH، مواد جامد محلول و غیره) و بر عملکرد مرکبات تأثیر می‌گذارند (Martinez-Cuenca *et al.*, 2016). توانایی پایه‌ها در جذب و انتقال عناصر مختلف، متفاوت است. تحقیقات نشان داده است که پایه‌هایی با کارایی جذب بالای N، K، Fe و Mn تاثیر مثبتی بر عملکرد و کیفیت می‌گذارند (Nawaz Khan *et al.*, 2020). تحقیقات انجام شده در دنیا نشان داده

است که پایه‌های مرکبات در شرایط مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک، پاسخ‌های متفاوتی نشان می‌دهند. همچنین پایه‌های مرکبات بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو مرکبات از جمله ویژگی‌های رشدی درخت و نیز تحمل به تنش‌های زنده و غیر زنده تأثیر می‌گذارند (Aviles *et al.,* 2011 ،Hayat *et al.,* 2022). به عنان مثال تحمل پایه‌های مختلف به تنش سرما که مهمترین محدودیت اقلیمی کاشت مرکبات است، با هم متفاوت است. پونسیروس و دورگ‌های آن از جمله سیترومولوها و سیترنج‌ها، نسبت به تنش سرما متحمل‌تر از پایه نارنج هستند (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۵). بنابراین برای داشتن یک سیستم تولید ایده‌آل، لازم است در انتخاب پایه و رقم مناسب با شرایط اکولوژیک هر منطقه، دقت کافی به خرج داد.

پایه نارنج سال‌های طولانی به عنوان پایه تجاری مرکبات در ایران و جهان استفاده می‌شده است ولی در سال‌های اخیر استفاده از پایه نارنج نسبت به دیگر پایه‌های مرکبات به خاطر شیوع گسترده بیماری تریستزا و حساسیت پایه نارنج به آن و همچنین حساسیت بالای این پایه به ماناب محدود شده است. در حال حاضر پایه سوینگل سیترومولو و ارقام مختلف پایه سیترنج در شرق مازندران به سرعت در حال گسترش میباشند (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۷).

پایه کاریزوسیترنج، دورگ پرتقال و پونسیروس است که متحمل به ویروس تریستزای مرکبات است. عملکرد و کیفیت میوه روی این پایه بسیار خوب گزارش شده است (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۷ ؛ Singh *et al*, 2002). بررسی مقدار رشد و ویژگی‌های رویشی و فیزیولوژیکی نارنگی انشو با پایه کاریزو سیترنج در چند خاک آهکی در میانه و شرق مازندران نشان داد که بافت خاک و مقدار آهک خاک در تحمل این پایه به خاک‌های آهکی بیشترین تاثیر را دارد به طوری که در خاک‌های با بافت سنگین و متوسط و آهک کل بیشتر از ۱۴ درصد علائم شدید زرد برگی و کاهش رشد نشان داد اما در خاک‌های با بافت سبک و آهک کل ۴۰ درصد، علایم کلروز ظاهر نشد یا بسیار خفیف بود (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۴۰۱ الف).

پایه سوینگل سیترومولو 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 ولی این پایه در pH بالا به خصوص در خاک‌های با رطوبت بالا و یا میزان رس زیاد نزدیک سطح خاک به تدریج دچار زوال می‌شود (Asadi Kangarshahi and Akhlaghi Amiri, 2023). سوینگل سیترومولو تحمل به خشکی متوسط و تحمل به سرمای بالایی دارد. درختان روی آن پررشد، بزرگ، عملکرد متوسط تا بالا (بسته به رقم) دارند. در خاک‌های با آهک بالا، کلروز نشان می‌دهد. در خاک‌های با رس بیشتر از ۳۰-۲۵ درصد، رشد ریشه محدود می‌شود. سیترومولو برای خاک‌های سنگین رسی با آبیاری بیش از حد، نامناسب است (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۴۰۱ ب). در آزمایشی گلدانی، واکنش تغذیه‌ای نارنگی انشو با پایه سوینگل سیترومولو 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 (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۶). روند رشد و برخی ویژگی‌های زایشی نارنگی انشو میاگاوا روی پایه سوینگل‌سیترومولو در دو پایلوت دشت و دامنه در شرق استان مازندران طی ۱۰ سال نشان داد درختان روی این پایه، پر رشد و دارای عملکرد بالا بودند. تجانس پایه و پیوند در هر دو پایلوت ۰/۸ بود. با وجود وقوع چندین تنش سرما و یخبندان،

درصد بود، گرچه درختان دامنه در اثر یخبندان وارد چرخه تناوب‌باردهی شدند (اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، ۱۴۰۱ ب).

پایه C-35 دورگ پرتقال خونی و پونسیروس است که ابتدا در کالیفرنیای آمریکا تولید شد و مقاومت خوبی به فیتوفترا، تریستزا و نماتد مرکبات دارد. این پایه معمولا موجب کاهش اندازه تاج درختان تا حدود ۲۵ درصد می‌شود هم‌چنین عملکرد و کیفیت میوه روی این پایه بسیار خوب گزارش شده است (Singh *et al*., 2002 ؛ اخلاقی امیری، ۱۳۹۹). درختان نارنگی انشو میاگاوا روی پایه سیترنج C-35 در دشت قائم‌شهر و کوهپایه ساری در شرق مازندران طی ۱۰ سال آزمایش، تاج کم رشد و عملکرد متوسطی داشتند. با وجود چندین تنش سرما، بقای درختان در هر دو منطقه ۱۰۰ درصد بود، گرچه درختان کوهپایه در اثر تنش وارد چرخه تناوب باردهی شدند (اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، ۱۴۰۱ الف). پژوهش‌ها نشان داده است که پایه‌های C-35 در خاک‌های آهکی کلروز آهن نشان می‌دهند و شدت کلروز به تدریج با افزایش سن درختان تشدید و موجب زوال درختان می‌شود (Louzada *et al.,* 2008). بررسی مقدار رشد و ویژگی های رویشی و فیزیولوژیکی نارنگی انشو با پایه C-35 در چند خاک آهکی در میانه و شرق مازندران نشان داد که بافت خاک در تحمل پایه C-35 به خاک‌های آهکی تأثیر دارد و در خاک‌هایی با بافت نسبتا سنگین و سنگین و آهک کل بیش از دامنه ۹ تا ۱۴ درصد، این پایه علائم شدید زرد برگی و کاهش رشد نشان می‌دهد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۹).

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 سرمایه گذاری 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 (اخلاقی امیری، ۱۳۹۸؛ Tazima *et al*., 2013). باغداری مرکبات به‌ویژه در شرق مازندران در دو دهه اخیر پیشرفت‌های زیادی داشته است البته هنوز هم تا رسیدن به شرایط بهینه راه زیادی باقی است. در پژوهش حاضر، تاثیر سه پایه رایج و مهم دورگ پونسیروس (سوینگل سیترومل‌و، کاریزو سیترنج و سیترنج C-35) بر رشد رویشی، عملکرد کمی و کیفی و زمان برداشت رقم پرتقال تامسون ناول (که بیشترین سطح زیر کشت را در بین ارقام مرکبات شمال ایران دارد) بررسی شده است.

۲-مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر طی هفت سال از بهار سال ۱۳۹۳ به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با رقم پرتقال تامسون ناول (Thomson navel) و سه پایه مختلف مرکبات ۱. کاریزو سیترنج (Carrizo citrange)؛ ۲. سوینگل سیترومل‌و (Swingle citrumelo) و ۳. سیترنج C-35 با شش تکرار و با فواصل کاشت ۳ × ۵ متر در ایستگاه تحقیقات باغبانی قائم‌شهر انجام شد. این ایستگاه دارای خاک لومی با آهک کل ۱۱ درصد و pH ۷/۸ می‌باشد. عملیات باغ‌داری مانند مصرف کودهای شیمیایی، آبیاری، سم‌پاشی و ... به‌طور یکسان برای همه درختان آزمایش انجام شد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۷). از ابتدای کاشت نهال‌ها در زمین اصلی به مدت سه سال (۱۳۹۵-۱۳۹۳) هرس فرم‌دهی انجام شد و در این مدت همه گل‌های تشکیل شده روی درختان، برای تحریک رشد رویشی درخت، به طور دستی حذف شدند (اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، ۱۳۹۹) و بعد از شروع فاز زایشی، هرس زمستانه سالانه برای حذف

انشعابات نابجا تا پایان آزمایش در همه درختان انجام شد. از سال ۱۳۹۴ تا سال ۱۳۹۹، برخی خصوصیات رویشی شامل ارتفاع درخت، طول و عرض تاج، محیط تنه ۱۰ سانتی‌متر پایین و ۱۰ سانتی‌متر بالای محل پیوند اندازه‌گیری شدند. با استفاده از نسبت بین محیط تنه در رقم به محیط تنه در پایه، تجانس بین آنها اندازه‌گیری شد (Kunwar *et al.*, 2021) و با استفاده از معادله $V\ (m3) = 2/3\pi R^2H$ حجم درختان به‌دست آمد که در آن R نصف میانگین طول و عرض تاج و H ارتفاع درخت می‌باشد (Cruz et al., 2019). مساحت تئوری مورد نیاز درختان بر اساس معادله $E = (D \times 0.75) \times (D + 2.5)$ محاسبه شد 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 درصد همپوشانی و بین خطوط کاشت ۲/۵ متر فضای خالی (برای انجام عملیات زراعی) داشته باشند(Tazima *et al.*, 2013) . در اواسط تیر ماه سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸، نمونه‌های برگ جهت بررسی توانایی پایه‌ها در جذب عناصر غذایی از درختان تهیه شد و در آزمایشگاه خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران تجزیه شد.

در اواخر آبان ماه سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۹، ۱۰ نمونه میوه از هر درخت به آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران منتقل شدند و برخی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی میوه شامل: 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 (با استفاده از رفراکتومتر چشمی) و اسیدیته قابل تیتراسیون عصاره (به وسیله تیتراسیون با سود یک دهم نرمال) اندازه‌گیری شد (فتاحی مقدم و همکاران، ۱۳۹۶). سپس عملکرد همه درختان در زمان برداشت ثبت شد و عملکرد در هکتار با توجه به فاصله کاشت درختان محاسبه شد و نیز با استفاده از عملکرد و حجم هر درخت، کارایی عملکرد درختان محاسبه گردید. در سال ۱۳۹۷، برای ارزیابی روند تغییرات خصوصیات میوه، نمونه‌برداری میوه در چهار مرحله انجام شد و برخی از صفات میوه از جمله شاخص برداشت و وزن میوه، در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت با استفاده از نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون عصاره و درصد عصاره میوه با استفاده از نسبت عصاره به وزن میوه محاسبه شد (Tazima *et al.*, 2013). در پایان آزمایش، تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از مدل آزمایشی شماره ۱۵ نرم‌افزار MSTAT-C (تجزیه مرکب زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی یک عاملی) انجام شد.

۳- نتایج و بحث

جدول یک، تجزیه واریانس اثر سال، پایه و اثرات متقابل بین آنها بر برخی ویژگی‌های رویشی رقم پرتقال تامسون ناول را نشان داده است. عامل سال بر همه ویژگی‌های رویشی درختان با سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار نشان داد. پایه‌های مختلف نیز به غیر از تجانس پایه و پیوند و ارتفاع درختان، بر بقیه صفات اندازه‌گیری شده، تاثیر متفاوتی گذاشتند. جدول مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های رویشی (جدول۲) نشان می‌دهد که محیط پایه و پیوندک طی شش سال، بیش از دو برابر شد و پایه سیترومِلو بیشترین مقادیر را به خود اختصاص داد. پایه‌های کاریزو سیترنج و سیترنج C-35 تفاوت معنی‌داری در محیط پایه و پیوندک نداشتند. تجانس بین پایه و پیوندک طی دوره آزمایش، کاهش پیدا کرد ولی این نسبت در سه پایه آزمایش، تفاوت معنی‌داری نشان نداد. ارزیابی

تاثیر پایه بر رشد رقم پیوندک در درختان بالغ، مشکل و پیچیده است. یکی از موارد خوب برای ارزیابی رشد نسبی بین هر دو بخش درخت، نسبت رشد تنه رقم پیوندک به رقم پایه است. که منعکس کننده تفاوت در نرخ رشد هر بخش درخت است و به عنوان شاخص تجانس پیوندک به پایه استفاده می شود. هر چه این نسبت به مقدار یک نزدیک‌تر باشد، پیوند بهتری بین رقم پیوندک و رقم پایه مشاهده می‌شود و در نتیجه تداخل کم‌تری در رشد درختان ایجاد می‌شود (Bassal, 2009; Kunwar *et al.,* 2021). در تحقیقی ده ساله با بررسی نارنگی انشو میاگاوا روی ۶ پایه مختلف در مازندران بیشترین محیط پایه و کمترین تجانس پایه و پیوند به پایه سوینگل سیترومِلو اختصاص داشت (اخلاقی امیری، ۱۳۹۸). ارتفاع، عرض و حجم تاج هم از ابتدای کاشت تا آخرین سال آزمایش، روند افزایشی داشت (جدول ۲) ولی به دلیل این‌که هرس فرم‌دهی و هرس سالانه حذف انشعابات نابه‌جا از ابتدای کاشت نهال، جزو عملیات سالانه مدیریتی انجام شد (اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، ۱۳۹۹)، شاخص‌های رویشی این درختان کنترل شد و حداکثر حجم تاج در پایان آزمایش به حدود پنج متر مکعب رسید و ارتفاع درختان نیز در حداکثر ۲ متر حفظ شد (شکل ۱). فواصل کاشت بر اساس سیستم نیمه متراکم و ۵×۳ طراحی شده بود. فضای تئوری درختان آزمایش در سال هفتم بعد از کاشت نهال در زمین اصلی به حداکثر هشت متر مربع رسید. بنابراین حتی در صورت ادامه روند تدریجی افزایش حجم تاج، مشکلی با این فواصل طراحی شده ایجاد نمی‌شود و باغ به آسانی قابل مدیریت می‌باشد.

جدول سه، تجزیه واریانس تاثیر سال و پایه را بر عناصر معدنی برگ نشان داده است. عناصر معدنی برگ در سال‌های مختلف تفاوت نشان دادند ولی در پایه‌های مختلف، میزان این عناصر در برگ درختان، به غیر از منگنز و روی، تفاوت آماری معنی‌داری با هم نشان ندادند. جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان می‌دهد که بین عناصر اندازه‌گیری شده، میزان پتاسیم برگ از سال ۱۳۹۶ با شروع مرحله زایشی درختان نسبت به مرحله رویشی (۱۳۹۵-۱۳۹۴) کاهش نشان داد. پایه‌های مختلف در جذب عناصر با هم تفاوت آماری معنی‌داری نشان ندادند. فقط میزان عنصر روی در برگ درختان روی پایه سیترومِلو نسبت به سیترنج‌ها از نظر آماری بالاتر بود و میزان منگنز برگ، در پایه سیترنج C-35 نسبت به کاریزوسیترنج از نظر آماری بالاتر بود (جدول ۴).

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر سال، پایه و اثرات متقابل بین آنها بر برخی ویژگی‌های رویشی رقم پرتقال تامسون ناول

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				درجه آزادی	میانگین مربعات		
		محیط پایه	محیط پیوندک	تجانس	ارتفاع درخت		عرض تاج	حجم تاج	فضای تئوری
سال	۵	۹۶۳/۳**	۳۵۳/۲**	۰/۰۲۷**	۶۹۱۴/۳**	۴	۴۲۴۲/۸**	۹/۱۹**	۹/۵۴**
خطا	۳۵	۳۳/۰	۲۸/۷	۰/۰۰۴	۳۲۵/۰	۲۵	۵۰۰/۲	۱/۰۲	۱/۱۳
پایه	۲	۱۰۰۰/۶**	۵۲۶/۳**	۰/۰۱۱ns	۷۰۰/۹ns	۲	۸۲۹۰/۰**	۱۴/۸۷**	۱۹/۰۱**
سال×پایه	۱۰	۲۳/۷*	۵/۵*	۰/۰۰۲ns	۲۱۳/۱*	۸	۱۷۶/۱*	۰/۳۶*	۰/۴۳*
خطا	۶۰	۱۱/۹	۱۴/۱	۰/۰۱۳	۵۶۰/۰	۵۰	۹۲۲/۹	۱/۸۲	۲/۰۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۳/۲۲	۱۹/۵۱	۱۵/۴۶	۱۳/۱۹		۱۵/۶۳	۲۴/۸۶	۲۰/۶۸

ns، * و **: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

پرتقال تامسون ناول با پایه کاریزو سیترنج

پرتقال تامسون ناول با پایه سوینگل سیترومِلو

پرتقال تامسون ناول با پایه سیترنج C-35

شکل ۱- درختان پرتقال تامسون ناول روی سه پایه مختلف، آبان ماه ۱۳۹۹

جدول ۲- برخی صفات رویشی پرتقال تامسون روی پایه‌های مختلف طی شش سال (۱۳۹۹-۱۳۹٤).

منابع تغییرات		محیط پایه (cm)	محیط پیوندک (cm)	تجانس	ارتفاع درخت (cm)	عرض تاج (cm)	حجم تاج (m^3)	فضای تئوری (m^2)
سال	۱۳۹۴ (A1)	۱۶/۵۴ e	۱۳/۲۹ e	۰/۸۱a	۱۴۱/۱ c	--	--	--
	۱۳۹۵ (A2)	۲۰/۳۷d	۱۵/۷۹ de	۰/۷۷ ab	۱۷۹/۴ b	۱۷۳/۹ c	۲/۹۹ c	۵/c ۶۱c
	۱۳۹۶ (A3)	۲۳/۷۸cd	۱۷/۷۲ cd	۰/۷۵ bc	۱۸۴/۴ ab	۱۸۷/۲ bc	۳/۵۵ bc	۶/۲۲bc
	۱۳۹۷ (A4)	۲۸/۳۳ bc	۲۰/۹۲ bc	۰/۷۴ b-d	۱۸۴/۴ ab	۱۹۶/۱ b	۳/۸۱ b	۶/۶۱ b
	۱۳۹۸ (A5)	۳۱/۳۱b	۲۲/۵۸ ab	۰/۷۲ cd	۱۹۰/۶ ab	۱۹۸/۹ b	۴/۰۵ b	۶/۷۵ b
	۱۳۹۹ (A6)	۳۶/۳۹ a	۲۵/۱۱ a	۰/۷۰ d	۱۹۶/۱ a	۲۱۵/۶ a	۴/۹۳ a	۷/۶۰ a
پایه	Carizo (B1)	۲۳/۱۳ b	۱۷/۴۹ b	۰/۷۷ a	۱۷۶/۷ a	۱۷۹/۰ b	۳/۱۶ b	۵/۸۰ b
	Swingle (B۲)	۳۲/۲۱ a	۲۳/۶۲ a	۰/۷۵ a	۱۸۴/۴ a	۲۱۲/۰ a	۴/۵۶ a	۷/۳۹ a
	C-35 (B3)	۲۳/۰۲ b	۱۶/۵۹ b	۰/۷۳ a	۱۷۶/۹ a	۱۹۲/۰ b	۳/۸۸ a	۶/۴۸ b
سال × پایه	A1 B1	۱۵/۸۰ jk	۱۲/۵۱ i	۰/۸۰ a	۱۴۵/۰ c	--	--	--
	A1 B2	۱۹/۹۱ ij	۱۶/۰۹ e-i	۰/۸۲ a	۱۵۳/۳ bc	--	--	--
	A1 B3	۱۳/۹۲ k	۱۱/۲۸ i	۰/۸۱ a	۱۲۵/۰ c	--	--	--
	A2 B1	۱۸/۷۳ ij	۱۴/۶۱ g-i	۰/۷۹ a	۱۷۵/۰ ab	۱۵۸/۳ c	۲/۳۸ d	۴/۹۰ d
	A2 B2	۲۴/۷۵f-h	۱۹/۳۸ d-g	۰/۷۸ a	۱۸۳/۳ ab	۱۸۵/۰ bc	۳/۳۵ b-d	۶/۰۸ b-d
	A2 B3	۱۷/۶۲ i-k	۱۳/۳۷ hi	۰/۷۶ a	۱۸۰/۰ ab	۱۷۸/۳ bc	۳/۲۴ b-d	۵/۸۶ b-d
	A3 B1	۲۱/۲۵ g-i	۱۶/۱۷ e-i	۰/۷۷ a	۱۸۰/۰ ab	۱۷۶/۷ bc	۳/۰۰ cd	۵/۶۸ cd
	A3 B2	۲۹/۲۵d-f	۲۱/۹۲ cd	۰/۷۵ a	۱۸۶/۷ a	۲۰۸/۳ ab	۴/۲۷ a-c	۷/۱۹ a-c
	A3 B3	۲۰/۸۳ hi	۱۵/۰۸ f-i	۰/۷۳ a	۱۸۶/۷ a	۱۷۶/۷ bc	۳/۳۸ b-d	۵/۸۰ b-d
	A4 B1	۲۴/۸۳ f-h	۱۹/۰۰ d-g	۰/۷۷ a	۱۸۱/۷ ab	۱۸۰/۰ bc	۳/۱۴ b-d	۵/۸۴ b-d
	A4 B2	۳۴/۸۳ bc	۲۵/۶۷ bc	۰/۷۴ a	۱۸۶/۷ a	۲۱۱/۷ ab	۴/۳۹ a-c	۷/۳۴ a-c
	A4 B3	۲۵/۳۳fg	۱۸/۰۸ d-h	۰/۷۱ a	۱۸۵/۰ a	۱۹۶/۷ bc	۳/۹۱ b-d	۶/۶۴ b-d
	A5 B1	۲۷/۰۰ ef	۲۰/۱۷ de	۰/۷۵ a	۱۸۶/۷ a	۱۸۳/۳ bc	۳/۳۴ b-d	۵/۹۹ b-d
	A5 B2	۳۸/۶۷ b	۲۷/۸۳ ab	۰/۷۲ a	۱۹۵/۰ a	۲۱۸/۳ ab	۴/۸۶ ab	۷/۶۸ ab
	A5 B3	۲۸/۲۵ d-f	۱۹/۷۵ d-f	۰/۷۰ a	۱۹۰/۰ a	۱۹۵/۰ bc	۳/۹۶ b-d	۶/۵۷ b-d
	A6 B1	۳۱/۱۷ c-e	۲۲/۵۰ cd	۰/۷۳ a	۱۹۱/۷ a	۱۹۶/۷ bc	۳/۹۳ b-d	۶/۶۲ b-d
	A6 B2	۴۵/۸۳ a	۳۰/۸۳ a	۰/۶۷ a	۲۰۱/۷ a	۲۳۶/۷ a	۵/۹۵ a	۸/۶۷ a
	A6 B3	۳۲/۰۲ cd	۲۲/۰۰ cd	۰/۶۹ a	۱۹۵/۰a	۲۱۳/۳ ab	۴/۹۱ ab	۷/۵۱ a-c

در هر ستون، میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند درسطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر سال، پایه و اثرات متقابل بین آنها بر برخی عناصر معدنی برگ رقم پرتقال تامسون ناول

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			درجه آزادی	میانگین مربعات					
		نیتروژن	فسفر	پتاسیم		کلسیم	منیزیم	آهن	منگنز	روی	مس
سال	۴	۰/۰۵ ns	۰/۰۲۷ *	۰/۴۹**	۲	۲/۰۴ ns	۰/۰۹۴**	۹۸۳۴*	۱۲۸*	۷/۲ns	۰/۴۰ns
خطا	۱۰	۰/۱۱	۰/۰۰۶	۰/۰۵	۶	۰/۶۳	۰/۰۰۳	۱۹۴۲	۵۸/۸	۱۵/۲	۴/۹۸
پایه	۲	۰/۰۰ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۶ ns	۲	۰/۷۹ ns	۰/۰۰۳ns	۱۷۲ns	۲۶۶**	۶۷/۸*	۲/۰۲ns
سال×پایه	۸	۰/۱۲ **	۰/۰۹*	۰/۰۸*	۴	۰/۰۷ns	۰/۰۹*	۳۷۰ns	۳۵ *	۱۸/۲*	۲/۵۲ns
خطا	۲۰	۰/۰۳	۰/۰۰۵	۰/۱۱	۱۲	۰/۶۰	۰/۰۰۲	۱۸۹۹	۲۱/۴	۱۴/۲	۱/۹۵
ضریب تغییرات	(%)	۶/۴۱	۲۰/۸۳	۱۷/۸۰		۱۹/۲۳	۱۲/۰۵	۲۰/۷۴	۱۸/۲۳	۱۸/۰۰	۱۸/۱۱

ns، * و **: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ٤- غلظت برخی عناصر غذایی برگ درختان پرتقال تامسون با پایه‌های مختلف طی پنج سال (۱۳۹۸-۱۳۹٤)

منابع تغییرات		نیتروژن	فسفر (%)	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن (mg/l)	منگنز	روی	مس
	۱۳۹۴ (A1)	۲/۶۷a	۰/۲۵a	۲/۱۵a	۴/۵۶a	۰/۳۵b	۱۷۲/۳ ab	۲۲/۳ b	۲۰/۶ a	۷/۴۷a
	۱۳۹۵ (A2)	۲/۴۹a	۰/۱۴b	۱/۹۹a	۳/۸۲a	۰/۴۴a	۱۵۷/۷ b	۲۹/۶ a	۲۲/۰ a	۷/۸۴a
سال	۱۳۹۶ (A3)	۲/۶۳a	۰/۲۸a	۱/۶۱b	۳/۶۷a	۰/۲۴c	۲۲۰/۸ a	۲۴/۲ ab	۲۰/۳ a	۷/۸۴a
	۱۳۹۷ (A4)	۲/۶۸a	۰/۲۱ab	۱/۶۸b	--	--	--	--	--	--
	۱۳۹۸ (A5)	۲/۶۲a	۰/۲۵a	۱/۶۹b	--	--	--	--	--	--
	Carizo (B1)	۲/۶۲a	۰/۲۵a	۱/۷۷a	۴/۰۰a	۰/۳۶a	۱۸۲/۵ a	۱۹/۶ b	۱۹/۹ b	۷/۸۷a
پایه	Swingle (B2)	۲/۶۱a	۰/۲۰a	۱/۸۲a	۴/۳۲a	۰/۳۳a	۱۷۹/۹ a	۲۶/۲ ab	۲۴/۱ a	۷/۱۸a
	C-35 (B3)	۲/۶۲a	۰/۲۳a	۱/۸۹a	۳/۷۳a	۰/۳۳a	۱۸۸/۴ a	۳۰/۴ a	۱۸/۹ b	۸/۰۹a
	A1 B1	۲/۶۲a-c	۰/۲۵a-c	۲/۱۹a	۴/۷۴a	۰/۳۹ab	۱۶۸/۶ a	۱۵/۹ c	۲۱/۰ ab	۸/۱۶a
	A1 B2	۲/۸۲a	۰/۲۱a-c	۲/۱۰a	۴/۷۹a	۰/۳۱bc	۱۶۳/۸ a	۲۵/۹ ab	۲۰/۷ ab	۶/۴۶a
	A1 B3	۲/۵۶a-c	۰/۲۸ab	۲/۱۷a	۴/۱۴a	۰/۳۴b	۱۸۴/۵ a	۲۵/۱ ab	۲۰/۰ b	۷/۸۱a
	A2 B1	۲/۳۵cd	۰/۱۵bc	۱/۹۰ab	۳/۶۹a	۰/۴۵a	۱۶۳/۵ a	۲۴/۲ ab	۱۹/۳ b	۷/۰۲a
	A2 B2	۲/۶۶a-c	۰/۱۴c	۲/۰۲a	۴/۱۴a	۰/۴۵a	۱۶۱/۸ a	۳۱/۶ a	۲۷/۷ a	۸/۴۲a
	A2 B3	۲/۴۷b-d	۰/۱۳c	۲/۰۴a	۳/۶۴a	۰/۴۳a	۱۴۷/۷ a	۳۳/۰ a	۱۹/۰ b	۸/۰۷a
سال	A3 B1	۲/۶۶a-c	۰/۳۰a	۱/۲۷b	۳/۵۷a	۰/۲۵cd	۲۱۵/۴ a	۱۸/۶ bc	۱۹/۳ b	۸/۴۳a
×	A3 B2	۲/۶۶a-c	۰/۲۴a-c	۱/۶۶ab	۴/۰۲a	۰/۲۳d	۲۱۴/۰ a	۲۱/۰ b	۲۳/۹ ab	۶/۶۷a
پایه	A3 B3	۲/۵۷a-c	۰/۳۰a	۱/۹۱ab	۳/۴۰a	۰/۲۳d	۲۳۳/۰ a	۳۳/۰ a	۱۷/۹ b	۸/۴۱a
	A4 B1	۲/۶۲a-c	۰/۲۴a-c	۱/۷۷ab	--	--	--	--	--	--
	A4 B2	۲/۶۹ab	۰/۱۶bc	۱/۵۹ab	--	--	--	--	--	--
	A4 B3	۲/۷۲ab	۰/۲۲a-c	۱/۶۹ab	--	--	--	--	--	--
	A5 B1	۲/۸۵a	۰/۲۹ab	۱/۶۹ab	--	--	--	--	--	--
	A5 B2	۲/۲۳d	۰/۲۲a-c	۱/۷۳ab	--	--	--	--	--	--
	A5 B3	۲/۷۹ab	۰/۲۳a-c	۱/۶۴ab	--	--	--	--	--	--

در هر ستون، میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند درسطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

جدول پنج، تجزیه واریانس اثر سال، پایه و اثرات متقابل بین آنها بر برخی صفات کمی و کیفی میوه پرتقال تامسون در زمان برداشت را نشان داده است. عامل سال بر خلاف عامل پایه، بر غالب ویژگی‌های مورد اندازه‌گیری، تاثیر آماری معنی‌داری نشان داد. مقایسه میانگین‌های خصوصیات کمی و کیفی میوه در زمان برداشت طی چهار سال نشان می‌دهد که ویژگی‌های مختلف میوه پرتقال تامسون روی سه پایه مختلف، تفاوت معنی‌داری با هم نشان ندادند. در سال ۱۳۹۹ وزن میوه بیشترین مقدار بود و ضخامت پوست و وزن پوست نسبت به وزن میوه کمتر از سه سال گذشته بود (جدول ۶).

جدول ۵. تجزیه واریانس اثر سال، پایه و اثرات متقابل بین آنها بر برخی صفات کمی کیفی میوه پرتقال تامسون در زمان برداشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					درجه آزادی	میانگین مربعات		
		وزن میوه	شکل میوه	ضخامت پوست	وزن پوست	عصاره		رنگ پوست	موادجامد محلول	اسیدقابل تیتراسیون	شاخص برداشت
سال	۳	۱۷۳۳۶**	۰/۰۰۱^{ns}	۵/۱۰**	۴۹/۵^{ns}	۵۹/۸^{ns}	۲	۱۳/۴**	۲/۵۴*	۰/۵۸**	۴۷/۲**
خطا	۱۲	۲۷۱۲	۰/۰۰۳	۰/۶۰	۵۵/۵	۲۹/۶	۹	۰/۷۷	۰/۴۸	۰/۰۲	۰/۶۵
پایه	۲	۳۱۵^{ns}	۰/۰۱۴*	۰/۶۶^{ns}	۱۰۸/۶^{ns}	۱/۵^{ns}	۲	۰/۱۹^{ns}	۰/۵۱^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۱/۰۵^{ns}
سال×پایه	۶	۲۱۹۳*	۰/۰۰۲*	۱/۰۰*	۳۴/۹^{ns}	۴/۲^{ns}	۴	۰/۱۵^{ns}	۰/۰۴*	۰/۰۲*	۱/۵۷*
خطا	۲۴	۳۴۴۵	۰/۰۰۲	۰/۵۲	۳۵/۳	۲۳/۵	۱۸	۰/۹۱	۰/۳۵	۰/۰۲	۱/۷۹
CV (%)		۲۰/۴۳	۵/۰۹	۱۷/۴۲	۱۱/۹۰	۱۱/۵۹		۱۸/۹۵	۵/۴۸	۱۲/۶۴	۱۳/۷۹

ns، * و **: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ٦- برخی صفات کمی کیفی میوه پرتقال تامسون در زمان برداشت طی چهار سال (۱۳۹۹-۱۳۹٦)

	منابع تغییرات	وزن میوه (g)	شکل میوه	ضخامت پوست (mm)	وزن پوست (%)	عصاره (%)	رنگ پوست	موادجامد محلول (%)	اسیدقابل تیتراسیون (%)	شاخص برداشت
سال	۱۳۹۶ (A1)	۲۵۳/۸ b	۰/۹۷a	۴/۴۲a	۵۰/۶ a	۴۱/۵ a	۵/۸۳a	۱۱/۳ a	۱/۰۹b	۱۰/۵ a
	۱۳۹۷ (A2)	۲۷۳/۲ b	۰/۹۵a	۳/۷۰b	۵۰/۶ a	۴۰/۵ a	۳/۸۳b	۱۰/۳ b	۱/۴۰a	۷/۴ b
	۱۳۹۸ (A3)	۲۸۰/۷ b	۰/۹۸a	۴/۹۴a	۵۱/۶ a	۴۵/۱ a	۵/۴۲a	۱۰/۷ ab	۰/۹۷b	۱۱/۲ a
	۱۳۹۹ (A4)	۳۴۱/۸ a	۰/۹۷a	۳/۵۴b	۴۷/۰ a	۴۰/۲ a	--	--	--	--
پایه	Carizo(B1)	۲۸۷/۹ a	۰/۹۹a	۴/۰۳a	۵۲/۹ a	۴۱/۶ a	۴/۹۲a	۱۰/۹ a	۱/۱۷a	۱۰/۰ a
	Swingle(B2)	۲۹۱/۴ a	۰/۹۳b	۴/۰۳a	۴۹/۱ a	۴۱/۷ a	۵/۱۷a	۱۰/۵ a	۱/۱۶a	۹/۴ a
	C-35 (B3)	۲۸۲/۶ a	۰/۹۸a	۴/۳۸a	۴۷/۸ a	۴۲/۲a	۵/۰۰a	۱۰/۹ a	۱/ ۱۳ a	۹/۸ a
سال × پایه	A1 B1	۲۶۴/۰ b	۰/۹۶a-c	۴/۴۷a-d	۵۴/۱ ab	۴۲/۱a	۵/۰۰a	۱۱/۵ a	۱/۰۵c	۱۱/۳ a
	A1 B2	۲۴۸/۵ b	۰/۹۶a-c	۳/۵۴cd	۵۰/۶ ab	۴۱/۵a	۵/۰۰a	۱۱/۰ ac	۱/۱۴bc	۹/۷ ab
	A1 B3	۲۴۸/۸ b	۱/۰۰a	۵/۲۵a	۴۷/۲ b	۴۰/۹a	۵/۰۰a	۱۱/۳ ab	۱/۰۸c	۱۰/۵ a
	A2 B1	۲۴۶/۳ b	۱/۰۱a	۳/۴۱d	۵۱/۵ ab	۳۹/۲a	۵/۰۰a	۱۰/۴ bc	۱/۵۰a	۶/۹ c
	A2 B2	۲۷۸/۳ ab	۰/۹۰c	۳/۸۲bd	۴۹/۹ ab	۴۱/۳a	۵/۰۰a	۱۰/۱ c	۱/۳۸a	۷/۴ c
	A2 B3	۲۹۵/۰ ab	۰/۹۶a-c	۳/۸۶bd	۵۰/۴ ab	۴۱/۱a	۵/۰۰a	۱۰/۵ bc	۱/۳۲ab	۸/۰ bc
	A3 B1	۲۷۱/۰ b	۰/۹۹ab	۴/۷۲a-c	۵۸/۹ a	۴۵/۴a	۵/۰۰a	۱۰/۹ ac	۰/۹۶c	۱۱/۷ a
	A3 B2	۲۹۹/۰ ab	۰/۹۶a-c	۴/۹۵ab	۴۸/۸ b	۴۳/۶a	۵/۰۰a	۱۰/۵ bc	۰/۹۶c	۱۱/۰ a
	A3 B3	۲۷۲/۰ b	۰/۹۸ab	۵/۱۵a	۴۷/۰ b	۴۶/۲a	۵/۰۰a	۱۰/۸ ac	۱/۰۰c	۱۰/۹ a
	A4 B1	۳۷۰/۵ a	۰/۹۹ab	۳/۵۳cd	۴۷/۰ b	۳۹/۷a	--	--	--	--
	A4 B2	۳۴۰/۰ ab	۰/۹۳bc	۳/۸۲bd	۴۷/۲ b	۴۰/۴a	--	--	--	--
	A4 B3	۳۱۴/۸ ab	۰/۹۸ab	۳/۲۸d	۴۶/۷ b	۴۰/۵a	--	--	--	--

در هر ستون، میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند درسطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول هفت، تجزیه واریانس اثر سال، پایه و اثرات متقابل بین آنها بر عملکرد و کارایی عملکرد پرتقال تامسون را طی چهار سال فاز زایشی نشان داده است. این نتایج نشان داد که تاثیر عوامل سال و پایه بر عملکرد و حجم تاج در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود ولی این دو عامل بر کارایی عملکرد تاثیر آماری معنی‌داری نشان ندادند. در واقع، افزایش حجم درختان با افزایش عملکرد متناسب بود و کارایی عملکرد تفاوت معنی‌داری بین پایه‌ها نشان نداد. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸) نشان داد که عملکرد و حجم تاج طی این چهار سال روند افزایشی داشت. کارایی عملکرد درختان در سال آخر آزمایش بالاتر از بقیه سال‌ها بود ولی این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. عملکرد پرتقال تامسون ناول روی پایه کاریزو سیترنج کمتر از پایه سیترنج C-35 و این پایه هم کمتر از پایه سوینگل سیترواملو بود. حجم تاج درختان پرتقال روی پایه سیترواملو نسبت به دو پایه سیترنج از نظر آماری بالاتر بود ولی کارایی عملکرد درختان روی سه پایه مختلف تفاوت معنی‌داری با هم نداشت (جدول ۸).

در سال ۱۳۹۷، میوه‌ها در چهار مرحله از ۱۵ مهر ماه تا ۲۰ دی ماه برداشت شدند و ویژگی‌های میوه‌ها در هر مرحله با هم مقایسه شدند. جدول ۹، آنالیز واریانس و جدول ۱۰، مقایسه میانگین‌های این صفات را نشان داده است. رنگ میوه، میزان عصاره، قند، اسید و شاخص رسیدن، شاخص‌های مهم بلوغ میوه و مرحله رسیدن هستند. این یافته‌ها به تولیدکنندگان مرکبات کمک می‌کند تا محصول خود را در زمان مناسب، برای مصرف تازه در بازار، برداشت کنند و همچنین به صنایع فرآوری آب مرکبات برای تصمیم‌گیری در زمان برداشت میوه کمک خواهد کرد. علاوه بر این، با برداشت در زمان مناسب، می‌توان حجم میوه‌های بی‌کیفیت را کاهش داد (Manzoor *et al*., 2023). پایه‌های مختلف تفاوتی در هیچ یک از صفات اندازه‌گیری شده در طول چهار مرحله برداشت میوه با هم نداشتند. تنها ضخامت پوست در پرتقال روی پایه سیترواملو بیشتر از پرتقال روی پایه کاریزو سیترنج بود. وزن میوه در چهار مرحله برداشت روند افزایشی منظمی داشت. ضخامت پوست در این مراحل تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد. درصد وزن پوست به وزن میوه، تنها در اولین مرحله برداشت (۱۵ مهر) نسبت به سه مرحله بعدی برداشت بالاتر بود. بافت پوست هم تنها در مرحله اول نسبت به سه مرحله بعد از صافی کمتری برخوردار بود. میزان عصاره، تنها در مرحله اول برداشت از مقدار استاندارد پایین‌تر بود و در دو مرحله آخر، تفاوت معنی‌داری با هم نداشت. رنگ پوست در هر مرحله نسبت به مرحله قبل تغییر کرد. مواد جامد محلول در آخرین مرحله بیشترین مقدار و اسید قابل تیتراسیون در همین مرحله، کمترین مقدار را نشان داد. شاخص برداشت میوه (نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون) در هر مرحله نسبت به مرحله قبل، افزایش آماری نشان داد ولی از مرحله دوم (۱۰ آبان) به بیش از حد قابل قبول استاندارد و قابل برداشت (۷/۴۴) رسید (جدول ۵) (Lado *et al*., 2018). بنابراین شروع برداشت پرتقال تامسون ناول در شرق مازندران را می‌توان از ابتدای دهه دوم آبان در نظر گرفت. ولی برای مصارف صنعتی، چون روند افزایش میزان بریکس ادامه دارد می‌توان برداشت را تا اواخر آذر ماه انجام داد. به تاخیر انداختن بیشتر زمان برداشت، خطر وقوع سرمازدگی و از بین رفتن میوه را به همراه دارد. به ویژه میوه رقم تامسون که بعد از رسیدن، ماندگاری خوبی روی درخت ندارد و به سرما بسیار حساس است (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۵). همچنین، با وجود این‌که رقم تامسون ناول از نظر ژنتیکی، تناوب باردهی ندارد درختانی که برداشت محصول آنها به اواخر سال موکول می‌شود معمولا در سال آتی، محصول زیادی تولید نمی‌کنند و عملکرد کمی و کیفی میوه‌ها از حالت پایدار خارج می‌شود (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۷و ۱۴۰۰). میوه‌های کینو ماندارین و فیورل ارلی از ماه

جدول ۷. تجزیه واریانس اثر سال، پایه و اثرات متقابل بین آنها بر عملکرد و کارایی عملکرد پرتقال تامسون

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد	حجم تاج	کارایی عملکرد
سال	۳	۱۶۹/۱**	۶/۴۵ **	۱/۴۴ ns
خطا	۲۰	۱۵/۰	۱/۰۸	۲/۰۲
پایه	۲	۱۴۲/۳**	۱۳/۸۴ **	۱/۳۲ ns
سال×پایه	۶	۱۸/۴*	۰/۲۵ *	۱/۵۲*
خطا	۴۰	۱۸/۹	۱/۸۴	۰/۸۱
CV (%)		۲۱/۲۶	۲۲/۱۵	۲۰/۷۷

ns، * و **: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول۸- عملکرد و کارایی عملکرد پرتقال تامسون روی سه پایه مختلف طی چهار سال (۱۳۹۹-۱۳۹۶)

	منابع تغییرات	عملکرد (ton/ha)	حجم تاج (m^3)	کارایی عملکرد (kg/m^3)
سال	۱۳۹۶ (A1)	۸/۴۴ c	۳/۵۵ b	۳/۷۰ a
	۱۳۹۷ (A2)	۸/۹۴ bc	۳/۸۱ b	۳/۶۹ a
	۱۳۹۸ (A3)	۹/۳۲ b	۴/۰۵ b	۳/۵۵ a
	۱۳۹۹ (A4)	۱۲/۹۳ a	۴/۹۳ a	۴/۲۰ a
پایه	Carizo(B1)	۸/۲۵ c	۳/۳۵ b	۳/۷۴ a
	Swingle(B2)	۱۱/۵۰ a	۴/۸۷ a	۳/۵۷ a
	C-35 (B3)	۹/۹۷ b	۴/۰۴ b	۴/۰۴ a
سال × پایه	A1 B1	۱۰/۵۸ de	۳/۰۰ c	۳/۶۹ a-c
	A1 B2	۱۶/۷۷ a-c	۴/۲۷ a-c	۴/۰۰ a-c
	A1 B3	۱۰/۶۰ de	۳/۳۸ bc	۳/۴۰ bc
	A2 B1	۱۱/۰۷ c-e	۳/۱۴ bc	۳/۵۹ a-c
	A2 B2	۱۴/۷۳ b-e	۴/۳۹ a-c	۳/۳۸ bc
	A2 B3	۱۴/۴۳ b-e	۳/۹۱ bc	۴/۱۰ a-c
	A3 B1	۹/۹۵ e	۳/۳۴ bc	۳/۰۴ c
	A3 B2	۱۵/۸۲ b-d	۴/۸۶ ab	۳/۲۳ bc
	A3 B3	۱۶/۱۳ a-d	۳/۹۶ bc	۴/۳۷ ab
	A4 B1	۱۷/۸۸ ab	۳/۹۳ bc	۴/۶۴ a
	A4 B2	۲۱/۶۳ a	۵/۹۵ a	۳/۶۸ a-c
	A4 B3	۱۸/۶۲ ab	۴/۹۱ ab	۴/۲۷ a-c

در هر ستون، میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند درسطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۹. تجزیه واریانس اثر سال، پایه و اثرات متقابل بین آنها بر برخی صفات کمی و کیفی میوه پرتقال تامسون در چهار مرحله برداشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		وزن میوه	ضخامت پوست	وزن پوست	عصاره	بافت پوست	رنگ پوست	مواد جامد محلول	اسیدقابل تیتراسیون	شاخص برداشت
سال	۳	۲۵۳۵۱**	۰/۵۸^{ns}	۸۹۹**	۶۷۴**	۳/۳۵**	۵۶/۷۵**	۷/۷**	۱/۱۰**	۱۰۲**
خطا	۱۲	۳۹۱۳	۱/۳۶	۳۱/۴	۲۱/۰	۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۶۵	۰/۰۶	۱/۳۱
پایه	۲	۴۶۷۵^{ns}	۱/۴۲^{ns}	۱۴/۷^{ns}	۹/۱^{ns}	۰/۷۷^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۱/۳۹^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۴^{ns}
سال×پایه	۶	۲۵۰۰^{ns}	۰/۷۱*	۳۶/۲*	۲۷/۶*	۰/۷۷*	۰/۴۸*	۰/۷۵*	۰/۰۴*	۲/۱۴**
خطا	۲۴	۶۱۲۷	۰/۵۱	۲۸/۳	۲۱/۹	۰/۴۱	۰/۵۱	۰/۵۳	۰/۰۵	۱/۹۱
CV (%)		۱۹/۳۲	۱۸/۸۶	۱۰/۱۵	۱۱/۷۷	۲۲/۴۲	۲۰/۵۹	۷/۱۹	۱۸/۰۵	۱۵/۹۰

ns، * و **: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۱۰- روند تغییرات برخی صفات کمی و کیفی میوه پرتقال تامسون در چهار مرحله برداشت میوه طی سال ۱۳۹۷

	منابع تغییرات	وزن میوه (g)	ضخامت پوست (mm)	وزن پوست (%)	عصاره (%)	بافت پوست	رنگ پوست	موادجامد محلول (%)	اسیدقابل تیتراسیون (%)	شاخص برداشت
زمان برداشت	A1: ۹۷/۷/۱۵	۲۵۷ d	۳/۹a	۶۵/۰ a	۲۸/۹ c	۲/۸ a	۶/۳ a	۹/۱ c	۱/۵۹ a	۵/۸۵ d
	A2: ۹۷/۸/۱۰	۲۷۳ c	۳/۷a	۵۰/۶ b	۴۰/۵ b	۱/۹ b	۳/۸ b	۱۰/۳ b	۱/۴۰ a	۷/۴۴ c
	A3: ۹۷/۸/۲۵	۲۹۶ b	۳/۵a	۴۸/۴ b	۴۴/۴ab	۱/۶ b	۲/۳ c	۱۰/۱ b	۱/۱۸ b	۸/۷۹ b
	A4: ۹۷/۹/۲۵	۳۶۱ a	۴/۰a	۴۵/۵ b	۴۵/۲ a	۲/۱ ab	۱/۳ d	۱۱/۰ a	۰/۸۹ c	۱۲/۶۹ a
پایه	Carizo(B1)	۲۷۷ a	۳/۴b	۵۱/۴ a	۴۰/۵ a	۱/۹ a	۳/۶ a	۱۰/۵ a	۱/۳۲ a	۸/۷۴ a
	Swingle(B2)	۳۰۵ a	۴/۰a	۵۳/۴ a	۳۹/۰ a	۲/۱ a	۳/۴ a	۱۰/۰ a	۱/۲۷ a	۸/۶۴ a
	C-35 (B3)	۳۰۸ a	۳/۹ab	۵۲/۳ a	۳۹/۸ a	۲/۳ a	۳/۴ a	۱۰/۰ a	۱/۲۰ a	۸/۷۰ a
زمان برداشت × پایه	A1 B1	۲۳۵ b	۳/۵ b	۶۰/۲ b	۳۳/۴bc	۲/۸ ab	۶/۸ a	۹/۶ cd	۱/۷ a	۵/۸ e
	A1 B2	۲۶۱ b	۴/۱ab	۶۹/۰ a	۲۴/۹d	۲/۵ ac	۶/۰ a	۹/۴ d	۱/۷ a	۵/۸ e
	A1 B3	۲۷۷ ab	۴/۰ab	۶۵/۶ab	۲۸/۵cd	۳/۳ a	۶/۳ a	۸/۳ e	۱/۴ ab	۶/۰ e
	A2 B1	۲۴۶ b	۳/۴ b	۵۱/۵ c	۳۹/۲ab	۱/۳ d	۳/۸ bc	۱۰/۴a-d	۱/۵ ab	۶/۹ de
	A2 B2	۲۷۸ ab	۳/۸ab	۴۹/۹ c	۴۱/۳ a	۲/۳ ad	۴/۰ b	۱۰/۱b-d	۱/۴ ab	۷/۴ c-e
	A2 B3	۲۹۵ ab	۳/۹ab	۵۰/۴ c	۴۱/۱ a	۲/۳ ad	۳/۸ bc	۱۰/۵a-d	۱/۳ a-c	۸/۰ c-e
	A3 B1	۲۷۳ ab	۳/۱ b	۴۹/۰ c	۴۴/۴ a	۱/۵ cd	۲/۳ de	۱۰/۴a-d	۱/۲ bc	۸/۵ cd
	A3 B2	۲۸۷ ab	۳/۴ b	۴۶/۲ c	۴۵/۸ a	۱/۳ d	۲/۸ cd	۹/۷b-d	۱/۲ b-d	۸/۶ cd
	A3 B3	۳۳۱ ab	۴/۱ab	۵۰/۰ c	۴۳/۱ a	۲/۰ bd	۲/۰ df	۱۰/۳b-d	۱/۱ b-d	۹/۳ c
	A4 B1	۳۵۷ ab	۳/۸ab	۴۵/۱ c	۴۵/۰ a	۲/۰ bd	۱/۵ ef	۱۱/۵ a	۰/۹ d	۱۳/۷ a
	A4 B2	۳۹۷ a	۴/۸ a	۴۸/۲ c	۴۴/۰ a	۲/۵ ac	۱/۰ f	۱۰/۶a-c	۰/۸ d	۱۲/۸ ab
	A4 B3	۳۳۲ ab	۳/۵ b	۴۳/۱ c	۴۶/۵ a	۱/۸ bd	۱/۵ ef	۱۰/۹ab	۱/۰ cd	۱۱/۶ b

در هر ستون، میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند درسطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

سپتامبر تا فوریه با فواصل یک ماه برداشت شدند. در هر دو رقم هر چه میوه‌ها بالغ‌تر شدند وزن میوه، میزان عصاره، میزان مواد جامد محلول، شاخص برداشت، محتوای قند کل و pH عصاره افزایش یافت در حالیکه اسیدیته عصاره، میزان آنتی‌اکسیدان، فنل کل و ویتامین C هر چه میوه بالغ‌تر شد کاهش یافت. روند تغییرات دو رقم مشابه بود ولی میزان تغییرات در آنها بسیار متفاوت بود. بیشترین عملکرد و کیفیت میوه نارنگی کینو از اواسط ژانویه تا فوریه بود در حالی‌که در فیورل ارلی اواسط دسامبر تا اواسط ژانویه بود. بنابراین زمان برداشت یک نقش کلیدی در کنترل کیفیت میوه و عملکرد ارقام نارنگی بازی می‌کند و در عمل، لازم است مورد توجه جدی برای بازار مصرف تازه و صنایع تبدیلی قرار گیرد.

در سال ۱۳۹۷، برای بررسی تاثیر زمان برداشت بر کاهش وزن میوه و درصد ضایعات میوه در اثر پوسیدگی، از ۳۰ مهر ماه تا ۱۵ دی ماه، در پنج مرحله، برداشت نمونه میوه انجام شد و میوه‌ها تا ۲۵ اسفند در انبار معمولی بدون هیچ پوشش یا افزودن قارچ‌کش نگهداری شدند. در این مدت، به فواصل ۱۵ تا ۲۰ روز، میوه‌های سالم مجددا توزین شدند و هر بار میوه‌های پوسیده شده از جعبه‌ها خارج شدند و در صد ضایعات و کاهش وزن میوه‌های هر مرحله از برداشت، در هر بار توزین، محاسبه شد (جدول ۱۱). کمترین درصد ضایعات میوه (۱۲ درصد) در برداشت ۳۰ آبان و بیشترین درصد ضایعات (۳۳/۲ درصد) در دو مرحله برداشت آخر (۲۰ آذر و ۱۵ دی ماه) با بیش از ۳۰ و ۳۳ درصد ضایعات اتفاق افتاد (جدول ۱۱). بنابراین به منظور به حداقل رسانیدن ضایعات میوه هم برداشت در زمان مناسب بسیار مهم است (Manzoor *et al.*, 2023).

٤-نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که با فرم‌دهی درختان جوان و هرس سالانه باردهی، کاشت نیمه متراکم با فواصل ۳×۵ و حتی کمتر برای استفاده بهتر از زمین کاملا امکان‌پذیر است. این در حالی است که در گذشته و در برخی موارد در باغ‌های جدید، کاشت ارقام مختلف مرکبات با فواصل ۶×۵ انجام می‌شد. به هر حال در شرایط امروز که ارزش زمین نسبت به گذشته بسیار بیشتر است این فواصل سبب هدر رفت نیمی از زمین مورد استفاده می‌گردد. کشت نیمه متراکم موجب افزایش کارایی عملکرد در واحد سطح می‌شود و امروزه باغداری نوین در جهان استفاده از

جدول ۱۱- روند کاهش وزن و پوسیدگی میوه (متوسط هشت میوه) در انبار معمولی در زمان‌های مختلف برداشت در سال ۱۳۹۷

زمان (توزین در انبار)	زمان (برداشت میوه)									
	۳۰ مهر		۱۵ آبان		۳۰ آبان		۲۰ آذر		۱۵ دی	
	وزن (گرم)	ضایعات (٪)	وزن (گرم)	ضایعات (٪)	وزن (گرم)	ضایعات (٪)	وزن (گرم)	ضایعات (٪)	وزن (گرم)	ضایعات (٪)
۳۰ مهر	۲۷۰/۰	صفر	--	--	--	--	--	--	--	--
۱۵ آبان	۲۵۸/٦	٤/۲	۲٥٤/۸	صفر	--	--	--	--	--	--
۳۰ آبان	۲٥۳/٥	٦/۱	۲٤٥/۷	۳/٦	۲۹۷/۲	صفر	--	--	--	--
۲۰ آذر	۲٤۸/۰	۸/۱	۲۳۸/۲	٦/٥	۲۸٦/۰	۳/۸	۲۸۹/٥	صفر	--	--
۱۵ دی	۲٤۳/۰	۱۰/۰	۲۳۱/۷	۹/۱	۲۷۷/۸	٦/٥	۲۷۸/۲	۳/۹	۲۸۹/۹	صفر
۳۰ دی	۲٤۰/۷	۱۰/۸	۲۲۸/۹	۱۰/۲	۲۷٤/٤	۷/۷	۲۷٤/۱	٥/۳	۲۸۳/۸	۲/۱
۲۵ اسفند	۲۳۳/۳	۱۳/٦	۲۱۸/۸	۲۸/۹	۲٦۱/٦	۱۲/۰	۲٦۲/۰	۳۰/۰	۲٦۷/٤	۳۳/۲

سیستم‌های کشت متراکم و نیمه متراکم را توصیه می‌کند (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۷ ;Hayat *et al,* 2022). عملکرد پرتقال تامسون ناول روی پایه کاریزو سیترنج کمتر از پایه سیترنج C-35 و این پایه هم کمتر از پایه سوینگل سیترومِلو بود ولی کارایی عملکرد درختان روی سه پایه مختلف تفاوت معنی‌داری با هم نداشت. از اواخر دهه اول آبان شاخص برداشت میوه به بیش از حد قابل قبول استاندارد رسید و وزن میوه تا اواخر آذر روند افزایشی داشت. درصد پوسیدگی میوه‌ها در انبار معمولی، در زمان برداشت آذر و دی بیشترین مقدار بود. بنابراین برای ممانعت از بزرگ شدن بیش از اندازه میوه که موجب کاهش بازارپسندی آن می‌شود و برای کم شدن ریزش قبل از برداشت و پوسیدگی میوه در انبار، همچنین برای کم کردن خطر آسیب سرمازدگی و کاهش تناوب باردهی، زمان برداشت میوه را می‌توان بسیار زودتر از زمان برداشت رایج در منطقه شرق مازندران و از اواسط آبان ماه شروع کرد.

تضاد و تعارض منافع

نویسنده هرگونه تعارض و تضاد منافع اعم از تجاری و غیر تجاری و شخصی را که در ارتباط مستقیم یا غیر مستقیم با اثر منتشر شده است رد می‌کند.

منابع

آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۱. جلد سوم: محصولات باغبانی و گلخانه‌ای ۱۴۰۰. وزارت جهادکشاورزی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

اخلاقی امیری، ن. و ع. اسدی کنگرشاهی. (۱۳۹۹). هرس درختان مرکبات. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. تهران.

اخلاقی امیری، ن. و ع. اسدی کنگرشاهی. (۱۴۰۱ الف). تأثیر پایه سیترنج C-35 بر ویژگی‌های رویشی و زایشی نارنگی انشو میاگاوا در کوهپایه و دشت شرق مازندران. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۲۳ (۱)، ۸۸-۷۹.

اخلاقی امیری، ن. و ع. اسدی کنگرشاهی. (۱۴۰۱ ب). ویژگی‌های رویشی و زایشی نارنگی انشو میاگاوا با پایه سوینگل سیترومِلو در دامنه و دشت شرق مازندران. مجله علوم باغبانی ایران، ۵۳ (۱)، ۱۲۸-۱۱۷.

اخلاقی امیری، ن. (۱۳۹۸). مقایسه صفات رویشی نارنگی انشو میاگاوا روی شش پایه مختلف در شرق مازندران. مجله علوم باغبانی ایران، ۵۰ (۳)، ۶۹۵-۶۸۳.

اخلاقی امیری، ن. (۱۳۹۹). شاخص‌های عملکردی نارنگی انشو میاگاوا روی شش پایه در شرق مازندران. مجله علوم باغبانی ایران، ۵۱ (۱)، ۶۵-۵۵.

اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. (۱۳۹۵). سرمازدگی درختان میوه (مبانی، اصول و راهکارهای عملی کاهش خسارت)، جلد اول. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. (۱۳۹۶). روند رشد، واکنش تغذیه‌ای و درجه زرد برگی نارنگی انشو با پایه سوینگل سیترومِلو در برخی خاک‌های آهکی مازندران.نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۳۱ (۲)، ۱۹۵-۱۷۷.

اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. (۱۳۹۷). مدیریت احداث باغ پایدار مرکبات. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. تهران.

اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. (۱۳۹۹). بررسی مقدار رشد و ویژگی های رویشی و فیزیولوژیکی نارنگی انشو با پایه C-35 در چند خاک آهکی. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۳۴ (۲)، ۲۳۴-۲۱۵.

اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. (۱۴۰۰). تأثیر محلول پاشی اوره متناسب با فنولوژی رشد بر عملکرد و تناوب باردهی

نارنگی ساتسوما (Citrus unshiu). مجله علوم باغبانی ایران، ۵۲ (۱)، ۱۱۱-۹۹.

اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. (۱۴۰۱ الف). بررسی ویژگی‌های رویشی، فیزیولوژی و زرد برگی نارنگی انشو با پایه کاریزوسیترنج در برخی خاک‌های آهکی مازندران. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۳۶ (۱)، ۶۷-۴۷.

اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. (۱۴۰۱ ب). پایه سوینگل سیترومِلو (مرکبات) در خاک های آهکی استان مازندران (حساسیت، تحمل و بسترسازی). نشریه فنی ۶۱۴، موسسه تحقیقات خاک و آب، انتشارات سنا، کرج.

فتاحی مقدم، ج.، سیدقاسمی، س. ا.، و ک. نجفی. (۱۳۹۶). ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه‌ی نارنگی‌های جدید نوشین و شاهین طی زمان‌های مختلف برداشت. مجله تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، ۴۰، ۹۰-۷۷.

Asadi Kangarshahi, A. & Akhlaghi Amiri, N. (2023). Growth trend and tolerance of Swingle citrumelo in Mazandaran calcareous soils, Iran. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 4, 35-48.

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.

Bassal, M. A. (2009). Growth, yield and fruit quality of 'Marisol' clementine grown on four rootstocks in Egypt. *Scientia Horticulturae*, 119 (2), 132-137.

Castle, W. S. 2010. A career perspective on citrus rootstocks, their development and commercialization. *HortScience*, 45 (1), 11-15.

Citrus World Statistics (2022 Edition). Word Citrus Organization. Sumer 2021-Winter 2021-22. http://c1e39d912d21c91dce811d6da9929ae8.cdn.ilink247.com/ClientFiles/cga/CitrusGowersAssociation/Company/Documents/Citrus%20World%20Statistics%202022%20Edition%20-%2021-22.pdf

Cruz, M.A., Neves, C.S.V., Carvalho, D.U., Colombo, R.C., Junior, R.P. & Tazima, Z.H. (2019). Navelina sweet orange trees on five rootstocks in Northern Parana state. *Brazil. Revista Brasileira de Fruticultura,* 41 (3), 1-9.

Domingues, A.R., Marcolini, C.D.M., Silva Gonçalves, C.H., Azeredo Gonçalves, L.S., Roberto, S.R., & Carlos, E.F. (2021). Fruit Ripening Development of 'Valencia' Orange Trees Grafted on Different 'Trifoliata' Hybrid Rootstocks. *Horticulturae*, 7(1), 3: 1-19.

Hayat, F., Li, J., Iqal, Sh., Peng, Y, Hong, L, Balal, R.M., Nawaz Khan, M., Khan, U., Farhan, M.A., Li, C., Song, W., Tu, P. & Chen, J. (2022). A Mini Review of Citrus Rootstocks and Their Role in High-Density Orchards. *Plants*, 11, 2876. https://doi.org/10.3390/plants11212876.

Kunwar, S., Grosser, J., Gmitter, F.G., Castle, W.S., and Albrecht, U. (2021). Field performance of 'Hamlin' orange trees grown on various rootstocks in huanglongbing-endemic conditions. *HortScience*, 56 (2), 163-172.

Lado, J., Gambetta, G., Zacarias, L. (2018). Key determinants of citrus fruit quality: Metabolites and main changes during maturation. *Scientia Horticulturae*, 233: 238-248.

Louzada, E.S., Rio, H.S., Setamou, M., Watson, J.W. & Swietlik, D.M. (2008). Evaluation of citrus rootstocks for the high pH, calcareous soils of South Texas. *Euhytica*, 164, 13-18.

Manzoor, M., Hussain, S.B., Anjum, M.A., Naseer, M., Ahmad, R. & Ziogas, V. (2023). Effects of Harvest Time on the Fruit Quality of Kinnow and Feutrell's Early Mandarins (Citrus reticulata Blanco). MDPI Agronomy, 13 (3), 802. https://doi.org/10.3390/agronomy13030802.

Martinez-Cuenca, M.R., Primo-Capella, A. & Forner-Giner, M.J. (2016). Influence of Rootstock on Citrus Tree Growth Effects on Photosynthesis and Carbohydrate Distribution, Plant Size, Yield, Fruit Quality, and Dwarfing Genotypes. In: Plant Growth, Chapter 8. http://dx.doi.org/10.5772/64825.

Nawaz Khan, M., Hayat, F, Asim, M, Iqal, Sh., Ashraf, T. & Asghar, S. (2020). Influence of citrus rootstocks on growth performance and leaf mineral nutrition of 'Salustiana' sweet orange (Citrus sinensis (L). obsek). *Journal of Pure and Applied Agriculture*, 5 (1), 46-53. http://jpaa.aiou.edu.pk.

Singh, A., Naqvi, S. & Singh, S. (2002). Citrus Germplasm Cultivar and Rootstocks. Natural Research Centre for Citrus, Kalyani publishers. New Delhi, India.

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.