



## رشد رویشی، عملکرد، کیفیت و زمان برداشت میوه پرتقال لین لیت ناول با پایه‌های مختلف در شمال ایران

نگین اخلاقی امیری<sup>۱\*</sup>، علی اسدی کنگرشاهی<sup>۲</sup> و جواد فتاحی مقدم<sup>۳</sup>

۱- استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.

۲- دانشیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.

۳- استاد، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۱۷

## چکیده

ارقام پرتقال در ایران بالاترین محصول مرکبات کشور را به خود اختصاص داده‌اند. به دلیل افزایش تنش‌های زیستی و غیرزیستی، برای پایدار ماندن این محصول بررسی ارقام و پایه‌های متنوع در شرایط منطقه ضروری است. از این رو، پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با رقم پرتقال لین‌لیت‌ناول و سه پایه مختلف مرکبات با شش تکرار از سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۹ انجام شد و تجزیه آماری داده‌های حاصل از رشد رویشی و عملکرد کمی و کیفی پرتقال روی هریک از پایه‌ها با استفاده از تجزیه مرکب زمان انجام شد. در سال پایانی پژوهش بیشترین حجم درخت روی پایه سوینگل‌سیتروملو (شش متر مکعب) و کمترین حجم روی پایه کاریزوسیترنج (پنج متر مکعب) تولید شد. بیشترین کارایی عملکرد روی پایه کاریزوسیترنج با ۴/۱۱ کیلوگرم بر مترمکعب ثبت شد. متوسط عملکرد پرتقال روی سه پایه مختلف از سال چهارم تا هفتم پس از کاشت حدود ۱۱/۵ تن در هکتار بود ولی نوسان عملکرد در طول چهار سال در پایه‌های سیترنج بیش از پایه سیتروملو بود. در آخرین سال پژوهش کمترین شاخص سازگاری مورفولوژیکی بین رقم و پایه روی پایه سوینگل‌سیتروملو (۰/۶۶) مشاهده شد. بر اساس نتایج، زمان مناسب شروع برداشت این رقم بر اساس استانداردهای برداشت، دهه دوم آذر ماه است که در این زمان وزن میوه حدود ۳۰۰ گرم، ضخامت پوست حدود ۳/۵ میلی‌متر و رنگ پوست نارنجی است و میزان عصاره بیش از ۴۵ درصد از وزن میوه را تشکیل می‌دهد. این تاریخ حدود یک ماه پس از زمان مناسب شروع برداشت در پرتقال تامسون‌ناول، رقم غالب منطقه می‌باشد. برای احداث باغ‌های پرتقال لین‌لیت‌ناول روی پایه‌های سه برگچه‌ای در مازندران و به‌منظور استفاده بهینه از زمین و افزایش عملکرد کل، می‌توان با انجام هرس فرم‌دهی در چهار سال اول و سپس هرس سالانه در اواخر زمستان، از بیش از ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ اصله درخت در هکتار استفاده کرد.

واژگان کلیدی: سیترنج، سیتروملو، رقم جدید پرتقال، زمان برداشت، کاشت متراکم.

## Vegetative growth, yield, quality and Harvest time of Lane late navel Orange on different rootstocks in Northern Iran

Negin Akhlaghi Amiri<sup>1\*</sup>, Ali Asadi Kangarshahi<sup>2</sup>, Javad Fatahi Moghadam<sup>3</sup>

1- Assistant Professor, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran.

2- Associate Professor, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran.

3- Professor, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.

Received: January 2026

Accepted: August 2026

## Abstract

Orange varieties account for the highest citrus crop production in Iran. Due to increasing biotic and abiotic stresses, it is essential to evaluate different cultivars and rootstocks under the local conditions of region. Therefore, a study was conducted using a randomized complete block design with Lane late navel orange on three citrus rootstocks and six replications from 2013 to 2020 and the vegetative growth and quantitative and qualitative yield of oranges on each rootstock were analyzed using combined analysis of variance over years. In the final year of the study, trees on Swingle citrumelo rootstock had the highest tree volume (6 m<sup>3</sup>) and those on Carrizo citrange had the lowest (5 m<sup>3</sup>). The highest yield efficiency was recorded on Carrizo citrange at 4.11 kg/m<sup>3</sup>. The average orange yield on three rootstocks from the fourth to seventh years after planting was approximately 11.5 t ha<sup>-1</sup>, but yield fluctuation during four years was greater on citrange rootstocks than citrumelo. The lowest morphological compatibility index between scion and rootstock was observed on Swingle citrumelo (0.66) in the final year of the experiment. Based on the results, the appropriate harvest period for this cultivar in northern Iran is the second decade of December, at which time the average fruit weight is about 300 g, peel thickness is about 3.5 mm and peel color is orange, and extract content exceeds 45% of fruit weight. This harvest date is approximately one month later than the optimal harvest time for 'Thomson Navel', the dominant cultivar in the region. For establishing new orchards of 'Lane Late' navel orange on trifoliate rootstocks in Mazandaran, and for optimal land use and increasing total yield, it is possible to plant 800-1,000 trees per hectare by conducting training pruning during the first four years followed by annual pruning in late winter.

Keywords: Citrange, Citrumelo, New orange cultivar, Harvest time, Intensive planting.

## ۱- مقدمه

کشور ایران با سطح زیر کشت ۲۸۸ هزار هکتار مرکبات، تولید ۵/۵ میلیون تن و متوسط عملکرد ۲۰ تن در هکتار به ترتیب مقام‌های ششم، هفتم و پنجم در جهان می‌باشد. ارقام پرتقال با حدود ۳/۳ میلیون تن بالاترین محصول مرکبات کشور را به خود اختصاص داده‌اند (Agricultural Statistics, 2022). ارقامی که زودتر یا دیرتر از رقم پرتقال تامسون ناول (رقم غالب پرتقال مازندران) به بلوغ می‌رسند، فصل پرتقال ناول را در بازار میوه داخلی و صادراتی افزایش می‌دهد. رقم دیررس لین لیت ناول<sup>۱</sup> در سال ۱۹۵۰ از جهش جوانه پرتقال واشنگتن ناول از استرالیا منشا گرفته و در سال ۱۹۷۳ به کالیفرنیا معرفی شده است. لین لیت اکنون یک رقم مهم تجاری پرتقال ناول در کالیفرنیا، استرالیا، اسپانیا و سایر مناطق تولید مرکبات جهان است (Kahn et al. 2007). این رقم پرتقال درختان پر رشد و پرباری تولید می‌کند و میوه‌های باکیفیتی برای مصرف تازه دارد. میوه‌ها در ماه دسامبر می‌رسند، اما در اسپانیا از ژانویه تا می، زمانی که سایر پرتقال‌های ناول برداشت شده‌اند، برداشت می‌شوند (Agustí, 2000).

پایه‌های مرکبات نقش تعیین کننده‌ای در اندازه درخت، عملکرد سالانه، اندازه و کیفیت میوه دارند (اخلاقی امیری، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹). پایه‌ها می‌توانند زمان رسیدن میوه را تغییر دهند. پایه‌های سه‌برگچه‌ای معمولاً تحمل به سرما و برخی بیماری‌های مهم ویروسی و قارچی را افزایش می‌دهند در مقابل در خاک‌های قلیایی و آهکی ممکن است جذب آهن را کاهش داده (کلروز آهکی) و یا حساسیت‌های تغذیه‌ای نشان دهند (Asadi Kangarshahi and Akhlaghi Amiri, 2023). از این رو، انتخاب این پایه‌ها در خاک‌های با pH بالا باید با احتیاط و همراه با مدیریت مناسب تغذیه‌ای باشد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۱).

پایه کاریزو سیتروملو<sup>۳</sup>، دو رگ پرتقال واشنگتن ناول و پونسیروس است که در کشورهای مهم تولید کننده مرکبات از جمله اسپانیا، افریقای جنوبی، استرالیا، کالیفرنیا و ایتالیا

بسیار استفاده می‌شود (Morales et al., 2021). این پایه متحمل به بیماری ویروسی تریتزای مرکبات است و عملکرد و کیفیت میوه روی این پایه بسیار خوب گزارش شده است (اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، ۱۴۰۱ الف). بررسی مقدار رشد و ویژگی‌های رویشی و فیزیولوژیکی نارنگی انشو با پایه کاریزو سیتروملو در خاک‌های آهکی میانه و شرق مازندران نشان داد که بافت خاک و مقدار آهک خاک در تحمل این پایه به خاک‌های آهکی بیشترین تأثیر را داشت به طوری که در خاک‌های با بافت سنگین و متوسط و آهک کل بیشتر از ۱۴ درصد، علایم شدید زرد برگ 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).

پایه سوینگل سیتروملو<sup>۳</sup> دو رگ گریپ‌فروت دانکن و پونسیروس است که از اواخر دهه ۱۹۸۰ به دلیل مقاومت به ویروس تریتزای مرکبات، عملکرد بالا و کیفیت خوب رقم پیوند شده روی آن، در فلوریدا رایج شد. 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. سوینگل سیتروملو تحمل به خشکی متوسط و تحمل به سرمای بالایی دارد و در خاک‌های با آهک زیاد، 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 (Louzada et al., 2008). واکنش تغذیه‌ای نارنگی انشو روی پایه سوینگل سیتروملو در خاک‌های آهکی شرق مازندران بررسی و گزارش شد که این پایه در خاک‌های با آهک کل بیشتر از ۱۴ درصد و آهک فعال بیشتر از پنج درصد به دلیل رسوب آهن در آپوپلاست سلول‌های برگ و ریشه و کاهش راندمان فیزیولوژیکی آن قابل توصیه نیست (Asadi Kangarshahi and Akhlaghi Amiri, 2023). روند رشد و برخی ویژگی‌های زایشی نارنگی انشو میاگاوا روی پایه سوینگل سیتروملو در دو قطعه آزمایشی دشت و دامنه در شرق استان مازندران طی ۱۰ سال نشان داد

<sup>3</sup> Swingle citrumelo<sup>1</sup> Lane Late navel<sup>2</sup> Carrizo citrange

پایین‌تری داشتند. در مقابل، روی پایه کاریزو سیترنج و سایر پایه‌های دورگ سه‌برگچه‌ای، درختان کوچک‌تر شدند که برای سیستم کاشت متراکم و پایداری عملکرد، مناسب است. علاوه بر این که عملکرد و کیفیت میوه روی این پایه‌ها مناسب گزارش شده است. همچنین پرتقال لین لیت ناول روی پایه‌های کلئوپاترا ماندارین و فورمرآلکائید از نظر کیفیت داخلی و ارگانولپتیک، خوب گزارش شده است (Hervalejo *et al.*, 2017; Emmanouilidou and Kyriacou, 2020).

شاخص سازگاری<sup>۱</sup> (نسبت محیط تنه در پیوندک به محیط تنه در پایه) نیز تحت تأثیر ژنوتیپ‌های پایه قرار می‌گیرد. هرچه پایه رابطه ژنتیکی نزدیک‌تری با رقم پیوندک داشته باشد، شاخص سازگاری بالاتر است (Nito *et al.*, 2005). سوینگل سیتروملو و پونسیروس در سه رقم پرتقال ناول دیررس، شاخص سازگاری کمتری نسبت به سایر پایه‌ها نشان دادند که نشان می‌دهد تنه‌های سوینگل سیتروملو و پونسیروس به دلیل سازگاری کمتر ناشی از رابطه ژنتیکی دور از ارقام پیوندک، سریع‌تر از پرتقال‌های ناول رشد کردند (Shi-ping *et al.*, 2020).

در پژوهش حاضر، تأثیر سه پایه دورگ مهم و در حال توسعه مرکبات (سوینگل سیتروملو، کاریزو سیترنج و سیترنج C-35) بر رشد رویشی، عملکرد کمی و کیفی و زمان برداشت رقم پرتقال لین لیت ناول که به تازگی وارد ایران شده است طی هفت سال در منطقه شرق مازندران بررسی شده است.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- شرایط اقلیمی محل پژوهش

پژوهش حاضر طی هفت سال از پاییز سال ۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقات باغبانی قائم‌شهر وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران انجام شد. این ایستگاه دارای عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۴/۷ متر از سطح دریا، متوسط بارندگی سالانه ۷۱۹ میلی‌متر و

درختان روی این پایه، پر رشد و دارای عملکرد بالا بودند. با وجود وقوع چندین تنش سرما و یخبندان، بقای این ترکیب پایه و پیوند در هر دو قطعه آزمایشی ۱۰۰ درصد بود، گرچه برخی از درختان در اثر یخبندان وارد چرخه تناوب باردهی شدند (اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، ۱۴۰۱ ب).

پایه سیترنج C-35، دو رگ پرتقال خونی و پونسیروس است که ابتدا در کالیفرنیا آمریکا تولید شد. این پایه مقاومت خوبی به بیماری‌های شبه قارچی فیتوفتورا، ویروسی تریتستزا و نماتد مرکبات نشان داده است و معمولاً موجب کاهش اندازه تاج درختان می‌شود. عملکرد و کیفیت میوه روی این پایه بسیار خوب گزارش شده است (Morales *et al.*, 2021). درختان نارنگی انشو میاگوا 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، اگر چه درختان کوهپایه در اثر تنش سرما، وارد چرخه تناوب باردهی شدند (اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، ۱۴۰۱ الف). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که پایه‌های سیترنج 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 ویژگی‌های رویشی و فیزیولوژیکی نارنگی انشو با پایه سیترنج 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 نسبتاً سنگین و آهک کل بیش از ۹ تا ۱۴ درصد، این پایه علائم شدید زرد برگی و کاهش رشد نشان می‌دهد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۹).

آزمایشات میدانی با پرتقال رقم لین لیت ناول نشان داده که اختلاف قابل توجهی بین پایه‌ها در رشد درخت، زمان رسیدن و کیفیت نهایی میوه دیده شده است (Legua *et al.*, 2011a). به عنوان مثال این درختان روی پایه ماکروفیلایا میوه‌های بزرگ‌تر ولی کیفیت ارگانولپتیک (عطر و طعم)

<sup>1</sup> compatibility index (CI)

رطوبت نسبی ۷۹ درصد می‌باشد (هواشناسی استان مازندران).

## ۲-۲- آماده‌سازی مواد گیاهی و اجرای طرح پژوهشی

پژوهش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با رقم پرتقال دیررس لین لیت ناول و سه پایه مختلف سه برگچه‌ای مرکبات: ۱. کاریزو سیترنج؛ ۲. سونگل سیتروملو و ۳. سیترنج C-35 با شش تکرار و با فواصل کاشت  $3 \times 5$  متر انجام شد. آبیاری با سیستم نواری قطره‌ای از زمان کاشت نهال‌ها (۱۳۹۲) به‌طور یکسان برای همه درختان پژوهش انجام شد. از ابتدای کاشت نهال‌ها در زمین اصلی به مدت چهار سال (۱۳۹۲-۱۳۹۵) هرس فرم‌دهی انجام شد و در این مدت همه گل‌های تشکیل شده روی درختان، برای تحریک رشد رویشی درخت حذف شدند و بعد از شروع فاز زایشی، هرس زمستانه سالانه تا پایان پژوهش در همه درختان انجام شد.

## ۲-۳- اندازه‌گیری ویژگی‌های رویشی درختان

از سال ۱۳۹۴ تا سال ۱۳۹۹، برخی خصوصیات رویشی شامل ارتفاع درخت با استفاده از متر فلزی، محیط تنه ۱۰ سانتی‌متر پایین و ۱۰ سانتی‌متر بالای محل پیوند با استفاده از متر نواری اندازه‌گیری شدند. همچنین پهنای تاج با استفاده از متر فلزی از سال ۱۳۹۵ تا پایان پژوهش اندازه‌گیری گردید. با استفاده از نسبت بین محیط تنه در پیوندک به محیط تنه در پایه، شاخص سازگاری مورفولوژیکی (تجانس) بین آن‌ها محاسبه شد (Ziogas et al., 2023) و با استفاده از معادله  $V (m^3) = 2/3\pi R^2 H$  حجم درختان به‌دست آمد که در آن R نصف پهنای تاج و H ارتفاع درخت می‌باشد. مساحت تئوری مورد نیاز درختان بر اساس معادله  $E = (D \times 0.75) \times (D + 2.5)$  محاسبه شد که در آن، D برابر با پهنای تاج و E مساحت تئوری مورد نیاز درختان است. این معادله بر این اساس تنظیم شده است که شاخه‌های درختان در خطوط کاشت ۲۵ درصد هم‌پوشانی داشته باشند و بین خطوط کاشت ۲/۵ متر فضای خالی (برای انجام عملیات زراعی) وجود داشته باشد (Tazima et al., 2013).

## ۲-۴- اندازه‌گیری ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی میوه‌ها

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 شد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی میوه شامل وزن میوه و پوست (با استفاده از ترازوی دیجیتالی)، ضخامت پوست (با استفاده از کولیس دیجیتالی)، میزان عصاره (با استفاده از آب‌میوه‌گیر دستی)، میزان مواد جامد محلول (با استفاده از قندسنج چشمی) و اسید قابل تیتراسیون عصاره (به وسیله تیتراسیون با سود یک دهم نرمال) اندازه‌گیری شد. شاخص طعم با استفاده از نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون عصاره، درصد عصاره میوه با استفاده از نسبت عصاره به وزن میوه و درصد پوست میوه با استفاده از نسبت وزن پوست به وزن میوه محاسبه شد (Ziogas et al., 2023). رنگ پوست از راه مقایسه چشمی با استفاده از جدول رنگی که برای دسته‌بندی میوه‌ها، درجات مختلف رنگ پوست را تعریف می‌کند (سطح ۸: سبز تیره، تا سطح ۱: نارنجی تیره) تعیین شد (Stuchi et al., 2009). در سال ۱۳۹۷، برای ارزیابی روند تغییرات خصوصیات میوه، نمونه‌برداری میوه در چهار مرحله: (۱) ۱۵ مهر؛ (۲) ۱۵ آبان؛ (۳) ۲۵ آبان و (۴) ۲۵ آذر ماه انجام شد و برخی از صفات میوه از جمله شاخص طعم و وزن میوه، در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران اندازه‌گیری شد.

## ۲-۵- محاسبه شاخص‌های مرتبط با عملکرد

عملکرد درختان با برداشت همه میوه‌ها و توزین آن‌ها در هر درخت ثبت شد و عملکرد در هکتار با توجه به تعداد درختان در هکتار با فواصل کاشته شده (۶۶۰ درخت در هکتار با فواصل  $3 \times 5$  متر) محاسبه شد. با استفاده از نسبت عملکرد (کیلوگرم در درخت) و حجم هر درخت (متر مکعب در درخت)، کارایی عملکرد درختان (کیلوگرم بر متر مکعب) محاسبه شد. تعداد تئوری درختان از نسبت مساحت یک هکتار بر مساحت تئوری یک درخت و عملکرد تئوری درختان بر اساس تعداد تئوری درخت در هکتار و عملکرد درختان محاسبه شد (Tazima et al., 2013). در پایان پژوهش، 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 و مقایسه

میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن (DMRT) در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- اندازه‌گیری صفات رویشی

مقایسه میانگین‌های صفات رویشی درختان از سال ۱۳۹۴ تا سال ۱۳۹۹ (جدول ۱) نشان داد که محیط پایه و محیط پیوندک از سال اول تا سال ششم به‌طور منظم افزایش آماری معنی‌داری داشتند. متوسط محیط پایه روی پایه سیتروملو نسبت به سیترنج C-35 و روی این پایه هم نسبت به کاریزو سیترنج افزایش آماری معنی‌داری نشان داد (به ترتیب ۳۰/۲۱، ۲۶/۵۹ و ۲۴/۸۷ سانتی‌متر) و در آخرین سال پژوهش (۱۳۹۹) بیشترین محیط پایه روی پایه سیتروملو با ۴۰/۵۰ سانتی‌متر ثبت شد که اختلاف زیادی با همین شاخص در سیترنج‌ها داشت. درمقابل، سیترنج‌ها تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (۳۳/۳ و ۳۴/۸). متوسط محیط پیوندک لین لیت ناول روی پایه سیتروملو ۲۰/۵۳ سانتی‌متر بود که نسبت به این شاخص روی پایه کاریزوسیترنج با ۱۸/۶۴ سانتی‌متر، به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. بیشترین محیط پیوندک پرتقال لین لیت ناول در سال پایانی پژوهش ۲۷ سانتی‌متر بود که روی پایه سیتروملو ثبت شد. شاخص سازگاری مورفولوژیک (تجانس) که با نسبت بین محیط پیوندک و محیط پایه اندازه‌گیری شد، طی سال‌های آزمایش روند کاهشی نشان داد و از ۰/۸۰ در سال ۱۳۹۴ به ۰/۷۰ در سال ۱۳۹۹ رسید. متوسط شاخص سازگاری مورفولوژیک روی پایه‌های سیترنج C-35 و کاریزو سیترنج، در یک گروه آماری قرار گرفت ولی روی پایه سیتروملو به‌طور معنی‌داری نسبت به سیترنج‌ها کمتر بود. کمترین سازگاری مورفولوژیک در سال پایانی پژوهش روی پایه سیتروملو با ۰/۶۷ ثبت شد. این شاخص روی پایه‌های سیترنج مشابه هم و ۰/۷۳ بود. کمتر بودن تجانس ارقام مختلف مرکبات روی پایه سیتروملو نسبت به ارقام سیترنج در پژوهش‌های متعددی گزارش شده است (اخلاقی امیری، ۱۳۹۸، اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، ۱۴۰۳ و ۱۴۰۴ و ۱۴۰۵).

گیاهانی که از نظر ژنتیکی خویشاوندی نزدیک‌تری با هم داشته باشند واحد پیوند سازگارتی نیز خواهند داشت. پیوند

میان جنس‌های مختلف در یک خانواده گاهی پایدار است همانند پیوند سازگار جنس پونسیروس و ارقام مرکبات که از آن‌ها به‌صورت تجاری استفاده می‌شود (Habibi et al., 2022). در این نوع پیوند محیط پایه و پیوندک به علت خویشاوندی دور، گاهی اختلاف زیادی دارند ولی در بسیاری از موارد درخت پیوندی، سال‌های زیادی پربار و سالم باقی می‌ماند (اخلاقی امیری، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹). ارتفاع درختان و پهنای تاج در طول شش سال اندازه‌گیری به‌طور منظم افزایش داشت البته چون درختان سالانه در زمستان هرس می‌شدند روند افزایشی این شاخص‌ها کند و کنترل شده بود به‌طوری‌که در سال پایانی پژوهش (۱۳۹۹) متوسط ارتفاع درختان به ۲۰۳ و متوسط پهنای تاج به ۲۲۶ سانتی‌متر رسید. حجم تاج هم که با شاخص‌های ارتفاع درخت و پهنای تاج محاسبه می‌شود با افزایش این شاخص‌ها افزایش منظم سالانه نشان داد و از ۳/۸۲ مترمکعب در سال ۱۳۹۵ به ۵/۴۸ مترمکعب در سال ۱۳۹۹ رسید. ارتفاع درختان روی پایه‌های مختلف در سال پایانی تفاوت معنی‌داری نداشت ولی پهنای تاج روی پایه سیتروملو با ۲۳۷ سانتی‌متر نسبت به سیترنج‌ها بالاتر بود.

حجم تاج در سال پایانی پژوهش روی پایه سیتروملو، شش متر مکعب، روی پایه C-35، ۵/۵ و روی پایه کاریزو سیترنج، ۴/۹ مترمکعب بود که در سطح پنج درصد تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. در پژوهشی با پرتقال کاراکارا در مازندران بیشترین حجم درخت روی پایه سوینگل سیتروملو (۵/۴ متر مکعب) و کمترین حجم روی پایه کاریزو سیترنج (۴/۲ متر مکعب) ثبت شد (اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، ۱۴۰۴). همچنین در پژوهشی با پرتقال ناولینا در مازندران حجم متوسط درختان در سال هفتم از حداقل ۴/۴۸ مترمکعب روی پایه سوینگل سیتروملو تا حداکثر ۵/۲۴ مترمکعب روی پایه سیترنج C-35 متغیر بود (اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، ۱۴۰۵). در پژوهشی دیگر در اسپانیا، درختان پرتقال رقم لین لیت ناول روی پایه کاریزو سیترنج بعد از گذشت یازده سال از کاشت، بدون انجام هرس سالانه، ارتفاع ۲/۴ متر و پهنای تاج ۳/۴ متر داشتند (Legua et al., 2011b). بر اساس دسته‌بندی انجام شده، پایه‌های استاندارد، درختانی با ارتفاعی بیشتر از شش متر تولید می‌کنند و پایه‌های پاکوتاه، درختانی کمتر از ۲/۵ متر ارتفاع در ترکیب با هر یک از ارقام درخت و

بدون توجه به شرایط محیطی تولید می‌کنند (Girardi *et al.*, 2021). بنابراین در پژوهش حاضر، همه ترکیبات پایه و پیوندک از نظر ارتفاع در دسته پاکوتاه قرار می‌گیرند.

جدول ۱- برخی صفات رویشی پرتقال لین لیت ناول روی پایه‌های مختلف طی شش سال (۱۳۹۹-۱۳۹۴).

| منابع تغییرات                  | محیط پایه<br>(cm) | محیط پیوندک<br>(cm) | شاخص<br>سازگاری     | ارتفاع درخت<br>(cm) | پهنای تاج<br>(cm)   | حجم تاج<br>(m <sup>3</sup> ) |
|--------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|
| سال                            | ۱۳۹۴ (A1)         | ۱۷/۸۲ f             | ۱۴/۱۷ f             | ۰/۸۰ a              | ۱۵۷/۲ d             | --                           |
|                                | ۱۳۹۵ (A2)         | ۲۱/۶۵ e             | ۱۶/۵۴ e             | ۰/۷۷ ab             | ۱۸۵/۰ c             | ۳/۸۲ d                       |
|                                | ۱۳۹۶ (A3)         | ۲۵/۲۸ d             | ۱۸/۶۴ d             | ۰/۷۴ a-c            | ۱۸۹/۴ bc            | ۴/۲۰ cd                      |
|                                | ۱۳۹۷ (A4)         | ۲۹/۷۲ c             | ۲۱/۱۴ c             | ۰/۷۲ bc             | ۱۹۱/۷ bc            | ۴/۵۳ bc                      |
|                                | ۱۳۹۸ (A5)         | ۳۲/۶۴ b             | ۲۳/۰۳ b             | ۰/۷۱ bc             | ۱۹۴/۴ ab            | ۴/۹۰ b                       |
|                                | ۱۳۹۹ (A6)         | ۳۶/۲۲ a             | ۲۵/۳۹ a             | ۰/۷۰ c              | ۲۰۳/۱ a             | ۵/۴۸ a                       |
| مقایسه میانگین و سطح معنی‌داری | ۸۶۳/۷**           | ۳۱۳/۷**             | ۰/۲۵ **             | ۴۴۳۳/۲**            | ۸۵۴۴/۴**            | ۷/۳۵**                       |
| پایه                           | Carizo (B1)       | ۲۴/۸۷ c             | ۱۸/۶۴ b             | ۰/۷۶ a              | ۱۸۰/۳ b             | ۴/۱۵ b                       |
|                                | Swingle (B2)      | ۳۰/۲۱ a             | ۲۰/۵۳ a             | ۰/۶۹ b              | ۱۸۶/۳ ab            | ۵/۰۵ a                       |
|                                | C-35 (B3)         | ۲۶/۵۹ b             | ۲۰/۲۸ ab            | ۰/۷۷ a              | ۱۹۳/۹ a             | ۴/۵۶ ab                      |
| مقایسه میانگین و سطح معنی‌داری | ۲۶۷/۴**           | ۳۷/۷ *              | ۰/۰۷ **             | ۱۶۷۵/۷ *            | ۵۰۰۶/۷**            | ۶/۰۱**                       |
| سال × پایه                     | A1 B1             | ۱۶/۵۳ l             | ۱۳/۴۲ h             | ۰/۸۱ ab             | ۱۵۱/۷ d             | --                           |
|                                | A1 B2             | ۱۹/۲۵ i-l           | ۱۴/۱۹ h             | ۰/۷۴ b-f            | ۱۵۳/۳ d             | --                           |
|                                | A1 B3             | ۱۷/۶۸ kl            | ۱۴/۹۰ gh            | ۰/۸۴ a              | ۱۶۶/۷ cd            | --                           |
|                                | A2 B1             | ۱۹/۷۶ j-l           | ۱۵/۴۴ gh            | ۰/۷۹ a-c            | ۱۷۸/۳ bc            | ۳/۳۲ e                       |
|                                | A2 B2             | ۲۳/۷۴ g-j           | ۱۶/۸۸ f-h           | ۰/۷۲ c-f            | ۱۸۳/۳ bc            | ۴/۲۲ c-e                     |
|                                | A2 B3             | ۲۱/۴۴ i-k           | ۱۷/۲۸ e-h           | ۰/۸۰ a-c            | ۱۹۳/۳ a-c           | ۳/۹۲ de                      |
|                                | A3 B1             | ۲۲/۸۳ h-i           | ۱۷/۵۸ e-h           | ۰/۷۷ a-d            | ۱۸۱/۷ bc            | ۳/۷۵ de                      |
|                                | A3 B2             | ۲۸/۰ e-g            | ۱۹/۱۷ d-g           | ۰/۶۹ d-f            | ۱۸۸/۳ a-c           | ۴/۷۰ a-d                     |
|                                | A3 B3             | ۲۵/۰۰ f-i           | ۱۹/۱۷ d-g           | ۰/۷۷ a-e            | ۱۹۸/۳ ab            | ۴/۱۶ c-e                     |
|                                | A4 B1             | ۲۷/۰ e-h            | ۲۰/۱۷ c-f           | ۰/۷۵ a-f            | ۱۸۵/۰ a-c           | ۴/۲۴ b-e                     |
|                                | A4 B2             | ۳۳/۰ b-d            | ۲۱/۶۷ b-e           | ۰/۶۶ f              | ۱۹۳/۳ a-c           | ۴/۹۳ a-d                     |
|                                | A4 B3             | ۲۹/۱۷ d-f           | ۲۱/۵۸ b-e           | ۰/۷۴ b-f            | ۱۹۶/۷ ab            | ۴/۴۰ b-e                     |
|                                | A5 B1             | ۲۹/۷۵ de            | ۲۱/۴۲ b-f           | ۰/۷۲ b-f            | ۱۹۰/۰ a-c           | ۴/۵۳ b-e                     |
|                                | A5 B2             | ۳۶/۷۵ ab            | ۲۴/۲۵ a-c           | ۰/۶۶ f              | ۱۹۶/۷ ab            | ۵/۴۰ a-c                     |
|                                | A5 B3             | ۳۱/۴۲ c-e           | ۲۳/۴۲ a-d           | ۰/۷۴ b-f            | ۱۹۶/۷ ab            | ۴/۷۸ a-d                     |
|                                | A6 B1             | ۳۳/۳۳ b-d           | ۲۳/۸۳ a-c           | ۰/۷۳ b-f            | ۱۹۵/۰ ab            | ۴/۹۱ a-d                     |
|                                | A6 B2             | ۴۰/۵۰ a             | ۲۷/۰۰ a             | ۰/۶۷ ef             | ۲۰۲/۵ ab            | ۵/۹۸ a                       |
|                                | A6 B3             | ۳۴/۸۳ bc            | ۲۵/۳۳ ab            | ۰/۷۳ b-f            | ۲۱۱/۷ a             | ۵/۵۵ ab                      |
| مقایسه میانگین و سطح معنی‌داری | ۵/۹ <sup>ns</sup> | ۱/۶۵ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۰۱ <sup>ns</sup> | ۴۵/۱ *              | ۲۴۸/۹ <sup>ns</sup> | ۰/۰۸ <sup>ns</sup>           |

در هر ستون، میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند در سطح احتمال پنج درصد از مون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. ns، \* و \*\*: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

### ۳-۲- اندازه‌گیری صفات زایشی

جدول ۲، مقایسه میانگین‌های صفات کمی و کیفی میوه را در دهه دوم آبان ماه در سه سال متوالی (۱۳۹۶-۱۳۹۸) روی سه پایه مختلف نشان داده است. متوسط وزن میوه از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ روند افزایشی نشان داد. همچنین متوسط وزن میوه از ۲۴۵ گرم (روی پایه‌های کاریزو سیترنج و سونگل سیتروملو) تا ۲۷۵ گرم روی پایه C-35 متفاوت بود. نتایج اثر متقابل سال و پایه در همین جدول نشان می‌دهد

که تنها روی پایه C-35 وزن میوه در سال‌های متوالی روندی افزایشی داشته است. ضخامت متوسط پوست میوه روی پایه سیتروملو (۴/۳۵ میلی‌متر) بالاتر از سیترنج‌ها (۴/۱ میلی‌متر) بود البته نتایج این شاخص در اثر متقابل سال و پایه، از روند منظمی پیروی نمی‌کرد. در پژوهشی در اسپانیا، متوسط وزن میوه لین لیت ناول در طول سه سال متوالی روی پایه کاریزو سیترنج ۲۲۹ گرم و متوسط ضخامت پوست ۴/۱ میلی‌متر بود (Legua *et al.*, 2011b).

جدول ۲- برخی صفات کمی کیفی میوه پرتقال لین لیت ناول در دهه دوم آبان ماه طی سه سال (۱۳۹۶-۱۳۹۸).

| منابع تغییرات                  | وزن میوه<br>(g) | ضخامت<br>پوست<br>(mm) | عصاره<br>(%)       | مواد جامد<br>محلول<br>(%) | اسید قابل<br>تیتراسیون<br>(%) | شاخص<br>طعم        |
|--------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------|
| سال                            |                 |                       |                    |                           |                               |                    |
| ۱۳۹۶ (A1)                      | ۲۳۸/۹ b         | ۳/۹۸ b                | ۴۲/۵ a             | ۱۰/۵ a                    | ۱/۲۳ b                        | ۸/۶۳ a             |
| ۱۳۹۷ (A2)                      | ۲۵۹/۲ ab        | ۴/۰۱ b                | ۴۰/۵ a             | ۹/۸ ab                    | ۱/۶۷ a                        | ۶/۰۴ b             |
| ۱۳۹۸ (A3)                      | ۲۶۶/۷ a         | ۴/۶۱ a                | ۴۳/۴ a             | ۹/۵ b                     | ۱/۱۸ b                        | ۸/۲۰ a             |
| مقایسه میانگین و سطح معنی‌داری | ۲۴۷۳ *          | ۱/۵۰ *                | ۲۷/۱ <sup>ns</sup> | ۳/۰۲ <sup>ns</sup>        | ۰/۸۸ <sup>**</sup>            | ۲۳/۲ <sup>**</sup> |
| پایه                           |                 |                       |                    |                           |                               |                    |
| Carizo(B1)                     | ۲۴۵/۰ b         | ۴/۱۳ b                | ۴۳/۲ a             | ۹/۸ a                     | ۱/۲۶ a                        | ۷/۹۹ a             |
| Swingle(B2)                    | ۲۴۵/۲ b         | ۴/۳۵ a                | ۴۱/۷ a             | ۹/۸ a                     | ۱/۳۷ a                        | ۷/۴۷ a             |
| C-35 (B3)                      | ۲۷۴/۶ a         | ۴/۱۲ b                | ۴۲/۲a              | ۱۰/۲ a                    | ۱/۴۵ a                        | ۷/۴۱ a             |
| مقایسه میانگین و سطح معنی‌داری | ۳۴۸۱ *          | ۰/۲۱ <sup>ns</sup>    | ۳۴/۶ <sup>ns</sup> | ۰/۷۳ <sup>ns</sup>        | ۰/۱۱ <sup>ns</sup>            | ۱/۲۳ <sup>ns</sup> |
| سال × پایه                     |                 |                       |                    |                           |                               |                    |
| A1 B1                          | ۲۳۲/۰ b         | ۴/۴۶ ab               | ۴۱/۴ ab            | ۱۱/۱ a                    | ۱/۱۷ cd                       | ۹/۵۱ a             |
| A1 B2                          | ۲۴۵/۸ b         | ۳/۷۰ c                | ۴۱/۱ ab            | ۱۰/۰ ab                   | ۱/۱۷ cd                       | ۸/۶۷ a-c           |
| A1 B3                          | ۲۳۹/۰ b         | ۳/۷۸ c                | ۴۴/۹ a             | ۱۰/۴ ab                   | ۱/۳۵ b-d                      | ۷/۷۱ cd            |
| A2 B1                          | ۲۵۲/۳ ab        | ۳/۷۰ c                | ۴۴/۱ ab            | ۹/۵ bc                    | ۱/۵۰ a-c                      | ۶/۳۸ ef            |
| A2 B2                          | ۲۳۶/۳ b         | ۴/۶۲ ab               | ۴۲/۳ ab            | ۱۰/۰ ab                   | ۱/۶۵ ab                       | ۶/۳۱ ef            |
| A2 B3                          | ۲۸۹/۰ a         | ۳/۷۳ c                | ۳۵/۰ b             | ۱۰/۰ ab                   | ۱/۸۶ a                        | ۵/۴۳ f             |
| A3 B1                          | ۲۵۰/۸ ab        | ۴/۲۲ b                | ۴۴/۰ ab            | ۸/۷ c                     | ۱/۱۰ d                        | ۸/۰۸ b-d           |
| A3 B2                          | ۲۵۳/۵ ab        | ۴/۷۵ a                | ۴۵/۶ a             | ۹/۵ bc                    | ۱/۲۹ b-d                      | ۷/۴۳ de            |
| A3 B3                          | ۲۹۵/۸ a         | ۴/۸۶ a                | ۴۰/۶ ab            | ۱۰/۳ ab                   | ۱/۱۴ cd                       | ۹/۰۹ ab            |
| مقایسه میانگین و سطح معنی‌داری | ۱۰۸۹ *          | ۱/۰۳ *                | ۵۱/۵ <sup>ns</sup> | ۱/۷۴ *                    | ۰/۰۵ <sup>ns</sup>            | ۲/۹۸ <sup>**</sup> |

در هر ستون، میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. ns، \* و \*\*: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

میزان عصاره میوه، مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون و شاخص طعم میوه روی پایه‌های مختلف تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. در مقابل، به جز میزان عصاره، این شاخص‌ها در سال‌های مختلف تفاوت آماری نشان دادند. میزان اسید قابل تیتراسیون در سال ۱۳۹۷ بالاتر از سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸ بود از این رو، نسبت قند به اسید (شاخص طعم) در سال ۱۳۹۷ کاهش معنی‌داری نسبت به دو سال دیگر نشان داد به طوری که این شاخص در این سال بر خلاف سال‌های قبل و بعد از خود در زمان اندازه‌گیری (دهه دوم آبان) پایین‌تر از استاندارد برداشت بود. این نتایج با نتایج پژوهش‌های دیگری در مازندران با ارقام پرتقال فوکوموتو (اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، ۱۴۰۳) و پرتقال کاراکارا (اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، ۱۴۰۴) مطابقت داشته است.

برای بررسی روند تغییرات کیفی میوه و نیز تعیین بهترین زمان شروع برداشت پرتقال لین لیت ناول روی پایه‌های این پژوهش، از ۱۰ مهر تا ۲۵ آذر ماه سال ۱۳۹۷ میوه‌ها در چهار مرحله برداشت شدند و برخی از صفات آن‌ها در هر مرحله با هم مقایسه شدند (جدول ۳). تغییرات متوسط وزن میوه روی سه پایه مختلف از ۱۰ مهر (۲۴۵ گرم) تا ۲۵ آذر (۳۱۵ گرم) روند افزایشی منظم میوه را نشان داد. ضخامت پوست میوه از اولین مرحله تا آخرین مرحله برداشت حدود ۰/۴ میلی‌متر کاهش یافت. وزن پوست نسبت به وزن میوه از حدود ۷۱ درصد در ۱۵ مهر به ۴۲ درصد در ۲۵ آذر رسید. در مقابل، وزن عصاره نسبت به میوه با روند منظمی افزایش نشان داد و از حدود ۲۳ درصد در اولین مرحله برداشت به حدود ۴۸ درصد در آخرین مرحله برداشت رسید. وزن متوسط میوه در چهار مرحله برداشت روی پایه C-35 با ۳۲۰ گرم نسبت به دو

پایه دیگر از نظر آماری بالاتر بود. ضخامت پوست روی سه پایه تفاوت آماری معنی‌داری نداشت. وزن پوست به وزن میوه روی پایه C-35 با افزایش آماری معنی‌داری نسبت به دو پایه دیگر ۵۵/۴ درصد بود ولی درصد عصاره پرتقال روی سه پایه مختلف از نظر آماری تفاوت نداشت.

مواد جامد محلول از ۹/۲ درصد در اولین مرحله با روند منظمی افزایش یافت و به ۱۰/۶ درصد در ۲۵ آذر رسید. در مقابل، اسید قابل تیتراسیون با روند کاهشی از متوسط ۲/۱۶ درصد در برداشت اول به ۱/۱۸ در برداشت آخر رسید. نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون (شاخص طعم) از ۴/۳۶ در ۱۰ مهر به ۹/۱۱ در ۲۵ آذر رسید که این افزایش از ۲۵ آبان تا ۲۵ آذر شدیدتر و سریع‌تر بود. متوسط اعداد شاخص‌های قند و اسید و شاخص طعم (نسبت قند به اسید) در چهار مرحله برداشت روی سه پایه مختلف تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد. مقایسه اثر متقابل زمان برداشت و پایه‌های مختلف نیز نشان می‌دهد در هر مرحله برداشت، صفات مورد اندازه‌گیری روی پایه‌های مختلف تفاوت بارزی با هم نداشتند و فاکتور تعیین کننده رسیدن میوه، زمان برداشت بود.

با توجه به ماهیت امتیازی صفات رنگ و بافت پوست میوه، داده‌ها با استفاده از آزمون‌های ناپارامتریک فریدمن تجزیه شدند. نتایج نشان داد که زمان برداشت اثر معنی‌داری بر رنگ و بافت پوست در هر سه پایه داشت که نشان دهنده تغییر تدریجی ویژگی‌های پوست طی دوره ارزیابی است در حالی که اثر پایه و همچنین برهم‌کنش زمان برداشت و پایه برای این صفات در هیچ‌یک از زمان‌های ارزیابی معنی‌دار نبود بنابراین اختلاف بین پایه‌ها کمتر از تغییرات ناشی از زمان برداشت بود.

جدول ۳- روند تغییرات برخی صفات کمی و کیفی میوه پرتقال لین لیت ناول در چهار مرحله برداشت میوه طی سال ۱۳۹۷.

| منابع تغییرات                  | وزن میوه (g)       | ضخامت پوست (mm)    | وزن پوست (%)       | عصاره (%)          | مواد جامد محلول (%) | اسید قابل تیتراسیون (%) | شاخص طعم           |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|
| A1: ۹۷/۷/۱۰                    | ۲۴۵ b              | ۳/۹ a              | ۷۰/۵ a             | ۲۲/۸ c             | ۹/۲ b               | ۲/۱۶ a                  | ۴/۳۶ c             |
| A2: ۹۷/۸/۱۰                    | ۲۵۹ b              | ۴/۱ a              | ۵۰/۲ b             | ۴۰/۵ b             | ۹/۸ ab              | ۱/۶۷ b                  | ۶/۰۴ b             |
| A3: ۹۷/۸/۲۵                    | ۲۹۹ a              | ۳/۶ ab             | ۴۶/۸ b             | ۴۵/۱ a             | ۹/۸ ab              | ۱/۶۹ b                  | ۶/۰۰ b             |
| A4: ۹۷/۹/۲۵                    | ۳۱۵ a              | ۳/۵ b              | ۴۲/۰ c             | ۴۸/۴ a             | ۱۰/۶ a              | ۱/۱۸ c                  | ۹/۱۱ a             |
| مقایسه میانگین و سطح معنی‌داری | ۱۲۹۲۹**            | ۰/۷۸ <sup>ns</sup> | ۱۸۹۵**             | ۱۵۶۳**             | ۳/۸۰ *              | ۱/۹۴**                  | ۴۷/۳۷**            |
| Carizo(B1)                     | ۲۷۲ b              | ۳/۸ a              | ۵۰/۸ b             | ۳۹/۹ a             | ۹/۵ a               | ۱/۶۱ a                  | ۶/۴۴ a             |
| Swingle(B2)                    | ۲۴۶ b              | ۳/۸ a              | ۵۱/۰ b             | ۴۰/۳ a             | ۹/۹ a               | ۱/۶۶ a                  | ۶/۴۵ a             |
| C-35 (B3)                      | ۳۲۰ a              | ۳/۶ a              | ۵۵/۴ a             | ۳۷/۴ a             | ۱۰/۲ a              | ۱/۷۶ a                  | ۶/۲۴ a             |
| مقایسه میانگین و سطح معنی‌داری | ۲۲۵۰۹ **           | ۰/۳۰ <sup>ns</sup> | ۱۰۷/۴ *            | ۳۹/۷ <sup>ns</sup> | ۲/۴۴ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۹ <sup>ns</sup>      | ۰/۲۴ <sup>ns</sup> |
| A1 B1                          | ۲۵۰ b-d            | ۴/۱ ab             | ۷۰/۸ a             | ۲۲/۵ d             | ۸/۶ b               | ۱/۹۴ ab                 | ۴/۶۱ c             |
| A1 B2                          | ۲۱۸ d              | ۳/۷ ab             | ۶۷/۸ a             | ۲۵/۵ d             | ۹/۳ ab              | ۲/۲۸ a                  | ۴/۱۲ c             |
| A1 B3                          | ۲۶۹ b-d            | ۳/۸ ab             | ۷۳/۰ a             | ۲۰/۴ d             | ۹/۸ ab              | ۲/۲۷ a                  | ۴/۳۴ c             |
| A2 B1                          | ۲۵۲ b-d            | ۳/۷ ab             | ۴۵/۳ cd            | ۴۴/۱ ab            | ۹/۵ ab              | ۱/۵۰ bc                 | ۶/۳۸ b             |
| A2 B2                          | ۲۳۶ cd             | ۴/۶ a              | ۴۷/۸ cd            | ۴۲/۳ b             | ۱۰/۰ ab             | ۱/۶۵ bc                 | ۶/۳۱ b             |
| A2 B3                          | ۲۸۹ b-d            | ۳/۷ ab             | ۵۷/۶ b             | ۳۵/۰ c             | ۱۰/۰ ab             | ۱/۸۶ ab                 | ۵/۴۳ bc            |
| A3 B1                          | ۲۶۷ b-d            | ۳/۷ ab             | ۴۳/۹ cd            | ۴۶/۳ ab            | ۹/۳ ab              | ۱/۹۱ ab                 | ۵/۱۳ bc            |
| A3 B2                          | ۲۳۸ cd             | ۳/۶ ab             | ۴۶/۰ cd            | ۴۵/۳ ab            | ۹/۸ ab              | ۱/۵۳ bc                 | ۶/۴۵ b             |
| A3 B3                          | ۳۹۱ a              | ۳/۵ b              | ۵۰/۷ bc            | ۴۳/۶ ab            | ۱۰/۴ ab             | ۱/۶۵ bc                 | ۶/۴۱ b             |
| A4 B1                          | ۳۲۰ a-c            | ۳/۷ ab             | ۴۳/۵ cd            | ۴۶/۵ ab            | ۱۰/۵ ab             | ۱/۱ c                   | ۹/۶۴ a             |
| A4 B2                          | ۲۹۳ b-d            | ۳/۴ b              | ۴۲/۲ cd            | ۴۸/۱ ab            | ۱۰/۵ ab             | ۱/۲ c                   | ۸/۹۴ a             |
| A4 B3                          | ۳۳۳ ab             | ۳/۲ b              | ۴۰/۲ d             | ۵۰/۵ a             | ۱۰/۸ a              | ۱/۲ c                   | ۸/۷۷ a             |
| مقایسه میانگین و سطح معنی‌داری | ۳۶۲۵ <sup>ns</sup> | ۰/۴۱ <sup>ns</sup> | ۵۰/۰ <sup>ns</sup> | ۳۴/۸ <sup>ns</sup> | ۰/۲۲ <sup>ns</sup>  | ۰/۱۲ <sup>ns</sup>      | ۱/۴۱ <sup>ns</sup> |

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

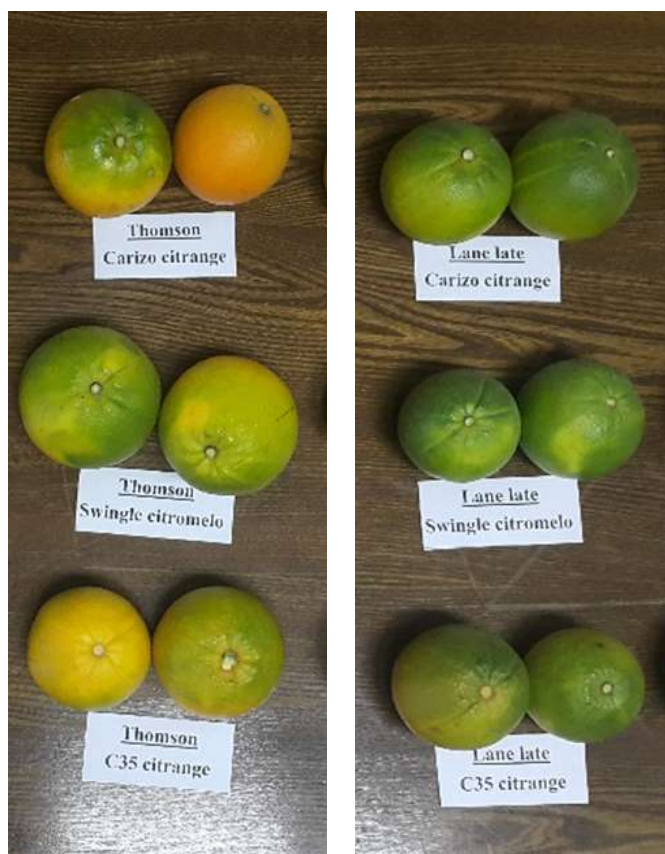
ns، \* و \*\*: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

در بازار تازه‌خوری پذیرفته شده‌تر هستند و میوه‌هایی که میزان عصاره آنها از ۳۵ درصد کمتر باشد استاندارد مناسب برداشت را ندارند (Ziogas *et al.*, 2023). زمان مناسب شروع برداشت پرتقال‌ها وقتی است که شاخص طعم به عدد هفت و درصد عصاره میوه به ۳۵ درصد رسیده باشد و تغییر رنگ نیمی از سطح پوست از سبز به زرد اتفاق افتاده باشد (Lado *et al.*, 2018). با توجه به شاخص‌های استاندارد برداشت، اواخر آبان ماه برای برداشت پرتقال‌های لین لیت روی هیچ یک از پایه‌های این پژوهش مناسب نیست و دهه

رنگ میوه، میزان عصاره، قند، اسید و نسبت قند به اسید (شاخص طعم)، از مهم‌ترین شاخص‌های تشخیص بلوغ میوه و مرحله رسیدن هستند. این یافته‌ها به تولیدکنندگان مرکبات کمک می‌کنند تا محصول خود را در زمان مناسب، برای مصرف تازه در بازار برداشت کنند و نیز میزان میوه‌های با کیفیت پایین را کاهش دهند. علاوه بر این به منظور به حداقل رساندن ضایعات میوه، برداشت در زمان مناسب بسیار مهم است (Manzoor *et al.*, 2023). میزان عصاره یکی از فاکتورهای کیفی مهم برای مرکبات است و میوه‌های آبدارتر

برداشت دهه دوم آبان گزارش شد (اخلاقی امیری و همکاران، ۱۴۰۲) (شکل ۱).

دوم آذر برای شروع برداشت این رقم پرتقال قابل توصیه است. در پژوهشی با رقم غالب مازندران، تامسون ناول، زمان مناسب



شکل ۱- مقایسه میوه پرتقال‌های لین لیت ناول و تامسون ناول (رقم غالب منطقه) روی سه پایه مختلف کاریزو سیترنج، سوینگل سیتروملو و سیترنج C-35 در اول آبان ماه.

۱۳۹۹ ثبت شد. در پژوهشی در اسپانیا، یازده سال بعد از کاشت، حجم متوسط درختان لین لیت ناول روی پایه کاریزو سیترنج ۱۴ مترمکعب، بیشترین عملکرد ۸۰ کیلوگرم به ازای هر درخت و یکنواخت‌ترین عملکرد با شاخص تناوب باردهی ۲۱ درصد روی پایه کاریزو سیترنج ثبت شد (Legua et al., 2011b).

جدول ۴، مقایسه میانگین‌های شاخص‌های مختلف عملکرد را در طول سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۹ نشان داده است. متوسط عملکرد درختان پرتقال لین لیت ناول روی پایه‌های مختلف بررسی شده در پژوهش حاضر، تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد ولی این شاخص در سال‌های مختلف نوسان نشان داد به طوری که عملکرد هکتاری در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ دو تن کمتر از سال ۱۳۹۶ و سه تن کمتر از سال

جدول ۴- عملکرد و کارایی عملکرد پرتقال لین لیت ناول روی سه پایه مختلف طی چهار سال (۱۳۹۶-۱۳۹۹).

| منابع تغییرات                  | عملکرد                         | حجم تاج  | کارایی عملکرد     | فضای تثوری      | تعداد تثوری   | عملکرد      |
|--------------------------------|--------------------------------|----------|-------------------|-----------------|---------------|-------------|
|                                | تن در هکتار                    | متر مکعب | کیلوگرم / مترمکعب | متر مربع / درخت | درخت در هکتار | تن در هکتار |
| سال                            | ۱۳۹۶ (A1)                      | ۱۲/۱۲b   | ۴/۲۰ c            | ۴/۴۱ a          | ۷/۰۱ c        | ۱۴۳۸ a      |
|                                | ۱۳۹۷ (A2)                      | ۱۰/۳۲c   | ۴/۵۳ bc           | ۳/۵۲ ab         | ۷/۳۴ bc       | ۱۳۷۱ ab     |
|                                | ۱۳۹۸ (A3)                      | ۱۰/۴۳c   | ۴/۹۰ b            | ۳/۲۷ b          | ۷/۶۹ ab       | ۱۳۱۵ ab     |
|                                | ۱۳۹۹ (A4)                      | ۱۳/۳۲a   | ۵/۴۸ a            | ۳/۷۷ ab         | ۸/۰۸ a        | ۱۲۶۳ b      |
| مقایسه میانگین و سطح معنی‌داری | ۳۷/۲ *                         | ۵/۴۲ **  | ۴/۳۵ *            | ۳/۸۴ **         | ۱۰۱۰۲۳ **     | ۱۲۹/۶۸ *    |
| پایه                           | Carizo(B1)                     | ۱۱/۵۹a   | ۴/۳۶ b            | ۴/۱۱ a          | ۷/۲۱ b        | ۱۴۰۶ a      |
|                                | Swingle(B2)                    | ۱۱/۳۴a   | ۵/۲۵ a            | ۳/۲۶ b          | ۸/۰۷ a        | ۱۲۵۹ b      |
|                                | C-35 (B3)                      | ۱۱/۷۲ a  | ۴/۷۲ ab           | ۳/۸۵ ab         | ۷/۳۲ b        | ۱۳۷۵ a      |
|                                | مقایسه میانگین و سطح معنی‌داری | ۰/۹ ns   | ۴/۸۴ **           | ۴/۵۵ *          | ۵/۲۳ **       | ۱۴۵۷۵۱ **   |
| سال × پایه                     | A1 B1                          | ۱۰/۰۵ bc | ۳/۷۵ d            | ۴/۰۰ a-c        | ۶/۶۷ c        | ۱۵۰۲ a      |
|                                | A1 B2                          | ۱۲/۷۶ ab | ۴/۷۰ a-d          | ۴/۲۸ ab         | ۷/۶۰ a-c      | ۱۳۲۸ a-c    |
|                                | A1 B3                          | ۱۳/۵۴ ab | ۴/۱۶ cd           | ۴/۹۵ a          | ۶/۷۵ c        | ۱۴۸۳ a      |
|                                | A2 B1                          | ۹/۴۴ bc  | ۴/۲۴ b-d          | ۳/۵۰ b          | ۷/۱۷ bc       | ۱۴۰۲ ab     |
|                                | A2 B2                          | ۹/۷۷ bc  | ۴/۹۳ a-d          | ۳/۰۲ bc         | ۷/۷۷ a-c      | ۱۲۹۴ bc     |
|                                | A2 B3                          | ۱۱/۷۷ b  | ۴/۴۰ b-d          | ۴/۰۳ a-c        | ۷/۰۹ bc       | ۱۴۱۶ ab     |
|                                | A3 B1                          | ۱۱/۸۸ b  | ۴/۵۲ b-d          | ۴/۱۲ ab         | ۷/۳۵ bc       | ۱۳۷۷ ab     |
|                                | A3 B2                          | ۱۱/۳۸ b  | ۵/۴۰ a-c          | ۳/۰۸ bc         | ۸/۲۱ ab       | ۱۲۳۱ bc     |
|                                | A3 B3                          | ۸/۰۵ c   | ۴/۷۸ a-d          | ۲/۶۰ c          | ۷/۵۱ bc       | ۱۳۳۸ a-c    |
|                                | A4 B1                          | ۱۴/۹۸ a  | ۴/۹۱ a-d          | ۴/۸۳ a          | ۷/۶۳ a-c      | ۱۳۴۵ a-c    |
|                                | A4 B2                          | ۱۱/۴۳ b  | ۵/۹۸ a            | ۲/۶۷ c          | ۸/۶۹ a        | ۱۱۸۱ c      |
|                                | A4 B3                          | ۱۳/۵۴ ab | ۵/۵۵ ab           | ۳/۸۲ a-c        | ۷/۹۴ ab       | ۱۲۶۴ bc     |
| مقایسه میانگین و سطح معنی‌داری | ۲۴/۷ *                         | ۰/۰۷ *   | ۳/۰۳ **           | ۰/۰۷ ns         | ۳۳۶۰ ns       | ۱۱۵/۷۴ **   |

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

ns, \* و \*\*: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

عملکرد با ۴/۱۱ کیلوگرم بر مترمکعب روی پایه کاریزو سیترنج و کمترین مقدار با ۳/۲۶ کیلوگرم بر مترمکعب روی پایه سونگل سیتروملو ثبت شد. در آخرین سال پژوهش، با در نظر گرفتن ۲/۵ متر فضای خالی بین ردیف‌های درختان و ۲۵ درصد هم‌پوشانی در بین شاخه‌های درختان در خطوط کاشت (Tazima et al., 2013) بیشترین فضای تثوری مورد

حجم تاج با وجود هرس سالانه، با روندی منظم افزایش یافت و از ۴/۲۰ متر مکعب در سال ۱۳۹۶ به ۵/۴۸ متر مکعب در سال ۱۳۹۹ رسید. بیشترین حجم متوسط تاج درختان پرتقال روی پایه سونگل سیتروملو با ۵/۲۵ مترمکعب و کمترین روی پایه کاریزو سیترنج با ۴/۳۶ متر مکعب به دست آمد. در مقابل، بیشترین متوسط کارایی

هرس سالانه، ارتفاع کمتر از ۲۱۵ سانتی متر، حجم تاج کمتر از ۶ متر مکعب و فضای تثوری حدود نه متر مربع داشتند. بنابراین ترکیب این رقم و پایه‌های سه برگچه‌ای این پژوهش درختانی پاکوتاه تولید می‌کند که برای سیستم کاشت متراکم در احداث باغ‌های جدید مناسب می‌باشند. زمان مناسب شروع برداشت این رقم بر اساس استانداردهای برداشت شامل میزان عصاره، رنگ پوست و شاخص طعم دهه دوم آذر ماه است که در این زمان وزن میوه حدود ۳۰۰ گرم، ضخامت پوست حدود ۳/۵ میلی‌متر و میزان عصاره بیش از ۴۵ درصد از وزن میوه را تشکیل می‌دهد.

نیاز برای درختان لین لیت ناول روی پایه سوینگل سیتروملو حدود نه مترمربع به دست آمد. البته به علت ادامه روند کند افزایش فضای مورد نیاز در سال پایانی پژوهش، برای احداث باغ جدید، لازم است فضای مورد نیاز درختان را کمی بیشتر از اعداد به دست آمده در سال هفتم آزمایش در نظر گرفت.

#### ۴- نتیجه‌گیری کلی

درختان پرتقال لین لیت ناول روی پایه‌های دورگ کاریزو سیترنج، سوینگل سیتروملو و سیترنج C-35 بعد از گذشت هفت سال از کاشت در زمین اصلی و انجام هرس فرم‌دهی و

**تضاد و تعارض منافع** - نویسنده (نویسندگان) هر گونه 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 می‌نماید.

**تشکر و قدردانی** - از کارشناسان و همکاران محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران که در امور میدانی و آزمایشگاهی این پژوهش صمیمانه همکاری داشتند، قدردانی و سپاسگزاری می‌شود. در این مقاله از نتایج به دست آمده از دو پروژه مصوب پنج و سه ساله با شماره‌های ۹۲۱۰۲ - ۱۷ - ۱۷ و ۲ - ۱۷ - ۳۶۹ - ۹۷۰ - ۴۳ - ۳۳ - ۶۰ - ۰ استفاده شده است.

#### منابع

- اخلاقی امیری، ن. (۱۳۹۸). مقایسه صفات رویشی نارنگی انشو میاگاو روی ۶ پایه مختلف در شرق مازندران. *مجله علوم باغبانی ایران*، ۵۰ (۳)، ۶۸۳-۶۹۵.
- اخلاقی امیری، ن. (۱۳۹۹). شاخص‌های عملکردی نارنگی انشو میاگاو روی شش پایه در شرق مازندران. *مجله علوم باغبانی ایران*، ۵۱ (۱)، ۵۵ - ۶۵.
- اخلاقی امیری، ن. و ع. اسدی کنگرشاهی. (۱۳۹۹). هرس درختان مرکبات. *انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی*. تهران. ۱۲۸ ص.
- اخلاقی امیری، نگین و اسدی کنگرشاهی، علی (۱۴۰۱ الف). تاثیر پایه سیترنج C-35 بر ویژگی‌های رویشی و زایشی نارنگی انشو میاگاو در کوهپایه و دشت شرق مازندران. *مجله علوم و فنون باغبانی ایران*، ۲۳ (۱)، ۷۹-۸۸.
- اخلاقی امیری، نگین و اسدی کنگرشاهی، علی (۱۴۰۱ ب). ویژگی‌های رویشی و زایشی نارنگی انشو میاگاو با پایه سوینگل سیتروملو در دامنه و دشت شرق مازندران. *مجله علوم باغبانی ایران*، ۵۳ (۱)، ۱۱۷-۱۲۸.
- اخلاقی امیری، ن. و ع. اسدی کنگرشاهی. (۱۴۰۳). بررسی رشد رویشی، عملکرد و زمان برداشت پرتقال فوکوموتو (*Citrus sinensis* cv. Fukumoto) با برخی پایه‌های مرکبات. *مجله علوم و فنون باغبانی ایران*، ۲۵ (۴)، ۵۰۱-۵۱۸.
- اخلاقی امیری، ن. و ع. اسدی کنگرشاهی. (۱۴۰۴). ارزیابی صفات رویشی و زایشی پرتقال کاراکارا روی برخی پایه‌های سه برگچه‌ای در شمال ایران. *مجله علوم باغبانی ایران*، ۵۶ (۳)، ۴۴۱-۴۲۳.
- اخلاقی امیری، ن. و ع. اسدی کنگرشاهی. (۱۴۰۵). عملکرد و کیفیت پرتقال ناولینا (*Citrus sinensis* cv. Navelina) روی پایه‌های مختلف مرکبات در شمال ایران. *مجله علوم باغبانی ایران*، ۴۰ (۱)، ۱-۱۸.
- اخلاقی امیری، ن.، اسدی کنگرشاهی، ع. و ج. فتاحی مقدم. (۱۴۰۲). بررسی رشد رویشی، عملکرد کمی و کیفی و زمان برداشت پرتقال تامسون ناول با پایه‌های مختلف در شرق مازندران. *مجله پژوهش در علوم باغبانی ایران*، ۲ (۲)، ۲۰۹-۲۲۶.
- بی‌نام. (۱۳۹۹). اداره کل هواشناسی استان مازندران، ایستگاه‌های هواشناسی استان. <http://www.mazmet.ir/>

- اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. (۱۳۹۹). بررسی مقدار رشد و ویژگی‌های رویشی و فیزیولوژیکی نارنگی انشو با پایه C-35 در چند خاک آهکی. *نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)*، ۳۴ (۲)، ۲۱۵-۲۳۴.
- اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. (۱۴۰۱). 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)، ۴۷-۶۷.
- Agricultural Statistics, (2022). Third volume: Horticultural and greenhouse products, Ministry of Agricultural Jihad, Planning and Economic Deputy of Information and Communications Technology Center, 328 p.
- Agustí, M. (2000). Citriculture. Mundi Prensa Press, Madrid, Spain.
- Asadi Kangarshahi, A., & Akhlaghi Amiri, N. (2023). Performance of 'Miyagawa satsuma' mandarin raised on 'Swingle' citrumelo in calcareous soils. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 10(3), 161-172.
- Emmanouilidou, M.G., & Kyriacou, M.C. (2017). Rootstock modulated yield performance, fruit maturation and phytochemical quality of Lane late and Delta sweet orange on navel/late varieties. *Scientia Horticulturae*, 225, 112-121.
- Girardi, E. A., Sola, J. G. P., Scapin, M. D. S., Moreira, A. S., Bassanezi, R. B., Ayres, A. J., & Peña, L. (2021). The perfect match: adjusting high tree density to rootstock vigor for improving cropping and land use efficiency of sweet orange. *Agronomy*, 11(12), 2569.
- Habibi, F., Liu, T., Folta, K., & Sarkhosh, A. (2022). Physiological, biochemical, and molecular aspects of grafting in fruit trees. *Horticulture Research*, 9, 1-18.
- Hervalejo, A., Suarez, M. P., Moreno-Rojas, J. M., & Arenas-Arenas, F. J. (2020). Overall fruit quality of 'Lane Late' orange on sub-standard and semi-dwarfing rootstocks. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(1), 235-246.
- Kahn, T.L., Bier, O.J., & Beaver, R.J. (2007). New late-season navel orange varieties evaluated for quality characteristics. *California Agriculture*, 61(3), 138-143.
- Lado, J., Gambetta, G., & Zacarias, L. (2018). Key determinants of citrus fruit quality: Metabolites and main changes during maturation. *Scientia Horticulturae*, 233, 238-248.
- Legua, P., Bellver, R., Forner, J.B., & Forner-Giner, M.A. (2011a). Plant growth, yield and fruit quality of Lane late navel orange on four citrus rootstocks. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(1), 271-279.
- Legua, P., Bellver, R., Forner, J.B., & Forner-Giner, M.A. (2011b). Trifoliata hybrids rootstocks for 'Lane Late' navel orange in Spain. *Scientia Agricola*, 68(5), 548-553.
- 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. *Euphytica*, 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). *Agronomy*, 13(3), 802.
- Morales, J., Bermejo, A., Navarro, P., Quiñones, A., & Salvador, A. (2021). Effect of rootstock on citrus fruit quality. *Food Reviews International*, 19 pp.
- Nito, N., Han, S.H., & Katayama, Y. (2005). Evaluation of graft compatibility for taxonomic relationships among species of the orange subfamily. *Acta Horticulturae*, 692, 85-89.
- Shi-ping, Z., Tao-jiang, H., Xin, Y., Qi-bin, H., Jin-song, X., An-zhong, Z., Gui-zhi, G., & Xiao-chun, Z. (2020). The effects of rootstocks on performances of three late-ripening navel orange varieties. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(7), 1802-1812.
- 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 Fruticultura*, 31(2), 454-460.
- 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*, 70(6), 422-427.
- Ziogas, V., Kokkinos, E., Karagianni, A., Ntamposi, E., Voulgarakis, A. S., & Hussain, S. B. (2023). Effect of rootstock selection on tree growth, yield, and fruit quality of lemon varieties cultivated in Greece. *Agronomy*, 13(9), 2265.