Plant Production Technology/ Volume 24/ Issu 2/ Pages 35-50/ Autumn and Winter 2025
https://doi.org/10.22084/ppt.2024.27301.2090

ORIGINAL RESEARCH PAPER

The Relationship Between Soil Physicochemical Properties and Fruit Quality of Certain Quince Varieties and Genotypes During Postharvest Storage

Mirabdulbaghi[1*], M. and Tavusi[2], S . M.

1 and 2. Associate Professor and MSc Graduated Student, Respectively, Temperate Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Ag. Research Education Extension Org, Karaj, Iran.
*: Corresponding Author Email: m.mirabdulbaghi@areeo.ac.ir
This work was supported by the Ministry of Agriculture and Horticultural Science Research Institute (HSRI), Karaj/Iran. Project-number: 2-72-33-108-990674.

Received: 2024/01/02 Accepted: 2024/08/12

Introduction

A noteworthy aspect of quince trees is their susceptibility to chlorosis caused by iron deficiency in calcareous soils. Most of the quince genotypes identified in Iran are found in central regions (Tehran, Alborz, Isfahan, etc.) (Abdollahi, 2019), where soil lime content varies significantly. In the Tehran province, particularly in Damavand, soil lime content ranges from 10% to 44% (Fallahi, 1977). Unfortunately, there are no precise estimates of iron chlorosis damage in fruit trees in Iran. However, given the widespread distribution of calcareous soils in the country, lime-induced soil issues can potentially affect many fruit orchards. Some sources report up to 70% yield loss in pome fruit trees under calcareous soil conditions in Iran (Pirmoradian, 2019). Moreover, extensive genetic diversity in quince trees has been reported in Iran. Several studies on soil science and agricultural land classification in Iran over the past 40 years, conducted by the Soil and Water Research Institute, have shown that high to very high levels of soil calcium carbonate and alkaline pH are major limiting factors for the productivity of many fruit orchards (Jamshidi *et al.*, 2014). In central regions, soil calcium carbonate levels range between 10% and 44% for soils with medium to heavy textures (Nurbbakhsh, 1999; Fallahi, 1977; Banaei, 2017). The genetic diversity of quince trees and varying levels of soil lime can significantly influence the physicochemical changes in quince fruit during storage (Mirabdulbaghi *et al.*, 2023). Although valuable information is available in scientific literature regarding the appropriate harvest time, storability, and fruit quality of quince varieties/genotypes (Gunes *et al.*, 2012; Radović *et al.*, 2020), there is a lack of documented research in Persian on the relationship between soil physicochemical properties and fruit quality. Therefore, this study aims to investigate the physicochemical properties of soils with varying lime levels in loamy, loamy-clay, and silt-loamy-clay textures, with alkaline pH, and their impact on the quality indices of quince fruit during storage.

Materials and Methods

The research was conducted at the Kamelabad research orchard in Karaj, belonging to the Horticultural Research Institute/Central Research Institute for Temperate Fruits Research Center during the years 2020 and 2021. In 2020, the experiment was conducted on the fruits of the KVD1 genotype (variety 'Vidoja'), KVD3 genotype (variety 'Esfahan Quince'), PH2 genotype (variety 'Behta'), as well as promising genotypes (NB4, NB2, KVD2). In 2021, the genotypes KVD3 (variety 'Esfahan Quince') and PH2 (variety 'Behta'), along with the promising genotypes NB4 and NB2, were subjected to statistical calculations. At the start of the project, the trees were in their ninth year of planting. As per regional practice, the fruits were harvested on November 3rd (in 2020) and November 1st (in 2021), packed in five-fruit packages, and stored at a temperature of 1 to 2°C with 80-90% relative humidity in a cold storage facility for quality testing at storage durations of 0, 60, and 120 days. The study area is classified as having a Mediterranean climate with hot, dry summers and cold winters. Soil physicochemical properties were measured to assess soil lime content (%), total nitrogen (%), available phosphorus and potassium (mg/kg), pH, organic matter (%), and soil texture (%) before the experiment (Table 1). Physicochemical characteristics, i.e., the pH, total acidity (TA, %), total soluble solids (TSS, Brix), fruit flavor index (TSSA/TA) and moisture content (MC, %), , as well as the contents of some fruit mineral elements were measured at harvest and in two-month intervals during cold storage. The experiment was performed in a split-plot arrangement on the basis of the Randomized Complete Block Design (RCBD) with 3 replications, 10 trees per replicate, and 6 seedling quince cultivarsThe main plots were the different levels of soil lime equivalent (10%, 12%, 14%, 16%, and 18%) and the subplot consisted of the seedlings of 6 cultivars/promising genotypes.The SPSS statistical software was utilized to assess the surveyed data.

Results and Discussion

When examining the obtained results and comparing them with domestic and foreign scientific sources, it can be acknowledged that in areas with soils of varying degrees of lime, as well as semi-heavy to heavy texture and alkaline pH, the length of the storage period in cold storage can significantly improve the quality and shelf life of fruits. Accurately adjusting the storage period in these areas can have significant positive effects on maintaining the quality characteristics of fruits. Scientific sources recommend a storage period of up to five months for quince cultivars (Tatari

et al., 2019). However, the results of this research showed that the physicochemical characteristics and nutrient concentrations in the fruit of quince cultivars (Vidoja, Beh Isfahan, Behta) and promising genotypes (NB4, NB2, KVD2) varied during the storage period, influenced by the amount of lime and soil texture.

Conclusion

Our research findings indicated that fruit quality during cold storage is influenced by varying levels of soil calcium carbonate equivalent, cultivar, and storage duration. Although in terms of taste index, the promising genotype NB4 and the cultivar Behta can be considered as genotypes and cultivars tolerant to soils with up to 18% calcium carbonate equivalent. Additionally, this study revealed that at high soil lime levels (18% calcium carbonate equivalent), one cannot expect a suitable ratio of nutritional elements such as Ca/Mg+K, N/Ca, and B×10-3/Ca, which play a crucial role in the manifestation of physiological nutritional disorders. They exhibited (brown spots on the fruit, water-soaked areas, reduced sweetness, discoloration, and tastelessness) during the storage period.

Keywords: Mineral nutrient content, Taste index, Fruit moisture percentage, Fruit-PH.

Citations: Mirabdulbaghi, M. & Tavusi, S . M. (2025). The Relationship Between Soil Physicochemical Properties and Fruit Quality of Certain Quince Varieties and Genotypes During Postharvest Storage. *Plant Production Technology*, *24*(2), 35-50. https://doi.org/10.22084/ppt.2024.27301.2090

© 2022 The Author(s). Bu- Ali Sina University Publication. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Online ISSN: 2476-5651 **Print ISSN:** 2476-6321

فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد بیست و چهارم/ شمارهٔ دوم/ صفحات ۳۵-۵۰/ پاییز و زمستان ۱۴۰۳
https://doi.org/10.22084/ppt.2024.27301.2090

رابطه بین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و کیفیت میوه برخی ارقام و ژنوتیپ‌های "به" طی دوره پس از برداشت

The Relationship Between Soil Physicochemical Properties and Fruit Quality of Certain Quince Varieties and Genotypes During Postharvest Storage

میترا میرعبدالباقی[1*] و سیدمهیار طاووسی[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۲
(مقاله پژوهشی)

چکیده

این پژوهش به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و غلظت عناصر غذایی در میوه "به" رقم‌های ویدوجا، به اصفهان و به‌تا و ژنوتیپ‌های امیدبخش (KVD2، NB2، NB4) تحت‌تأثیر تنش آهک خاک (خاک‌هایی با بافت سیلت-لومی-رسی (۱۳ درصد کربنات کلسیم معادل خاک)، لومی-رسی (۱۴ درصد کربنات کلسیم معادل خاک)، سیلت-لومی-رسی (۱۵ درصد کربنات کلسیم معادل خاک) و لومی (۱۶ و ۱۸ درصد کربنات کلسیم معادل خاک) در زمان برداشت و در طول دوره نگهداری در سردخانه (زمان‌های ۰، ۶۰ و ۱۲۰روز) در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ انجام‌شد. نتایج به‌دست‌آمده از آزمون لاندای ویلکز نشان‌داد که از بین متغیرهای تحقیق، متغیر دوره انبارمانی در سردخانه بیش‌ترین تأثیر بر کیفیت میوه نسبت‌به دو متغیر دیگر (رقم و مقدار کربنات کلسیم معادل خاک) را داشت، هرچندکه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و غلظت عناصر غذایی در میوه رقم‌ها در دوره انبارمانی در مقادیر مختلف کربنات کلسیم معادل خاک متفاوت بود. بیش‌ترین شاخص طعم میوه در ژنوتیپ امیدبخش NB_2 و رقم به تا در خاک‌هایی با بافت لومی و با ۱۸ درصد کربنات کلسیم معادل خاک و تا سه ماه انبارمانی نسبت‌به دیگر رقم‌ها مشاهده گردید. در هیچ‌کدام از رقم‌ها و ژنوتیپ‌های موردمطالعه در سطوح بالای آهک خاک و در سه ماه انبارمانی، نسبت‌های عناصر غذایی (N/Ca ،Ca/Mg+K و $B\times10^{-3}/Ca$) در میوه، که نقش تعیین‌کننده‌ای در بروز عوارض فیزیولوژی تغذیه‌ای در طول دوره انبارمانی در میوه (لکه قهوه‌ای در میوه، آب گزیدگی، شیرینی کم‌تر، بدرنگ و بی‌مزه شدن) دارند، با اعداد مرجع استاندارد مطابقت نداشت.

واژه‌های کلیدی: غلظت عناصر غذایی در میوه، شاخص طعم، درصد رطوبت میوه، pH میوه

ارجاع به مقاله: میرعبدالباقی، م. و نائینی، س. م. (۱۴۰۳). رابطه بین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و کیفیت میوه برخی ارقام و ژنوتیپ‌های "به" طی دوره پس از برداشت، *مجله فنآوری تولیدات گیاهی*، ۲۴(۲)، ۳۵-۵۰. https://doi.org/10.22084/ppt.2024.27301.2090

حق نشر متعلق به نویسنده (گان) است و نویسنده تحت مجوز Commons Creative License Attribution (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) به مجله اجازه می‌دهد مقاله‌ی چاپ شده را در سامانه به اشتراک بگذارد، منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.

شاپا الکترونیکی: ۲۴۷۶-۵۶۵۱ **شاپا چاپی:** ۲۴۷۶-۶۳۲۱

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشیار و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

*: نویسنده مسئول Email: m.mirabdulbaghi@areeo.ac.ir

مقاله مستخرج از پروژه تحقیقاتی به شماره ۹۹۰۶۷۴-۱۰۸-۳۳-۷۲-۲ با مجری مسئول دکتر میترا میرعبدالباقی می‌باشد.

۱. مقدمه

درخت "به" با نام علمی *Cydonia oblonga* Mill. از زیر خانواده مالیده Maloideae و در خانواده گل‌سرخیان Rosaceae است که این خانواده شامل درختان سیب و گلابی نیز می‌شوند. میوه‌های این گروه دارای ۱۷ کروموزوم می‌باشد (Rodger & Campbell, 2002). بیان‌می‌شود که منشاء درختان "به"، ایران، ترکیه و قزاقستان است (Abdollahi, 2019; Yamamoto *et al.*, 2004). درختان "به" دارای تنوع ژنتیکی بالایی هستند. به‌طوری‌که در ایران ۵۵ ژنوتیپ، در ترکیه ٥٦ ژنوتیپ، در یونان ٤٩ ژنوتیپ، درجمهوری چک ٣٦ ژنوتیپ شناسایی شده‌است (Abdollahi, 2019). درخت "به" در میان گونه‌های درختان میوه دانه‌دار از نظر اهمیت تولید بعد از سیب وگلابی رتبه سوم را در جهان به خود اختصاص داده‌است (Faostat, 2016). آنچه‌که درخصوص درختان "به" قابل تأمل است، حساسیت به کلروز ناشی از کمبود آهن در خاک‌های آهکی است. درصد آهک موجود در خاک نقش مهمی در غلظت عناصر غذایی برگ‌ها که توسط ریشه جذب می‌شوند، ایفا می‌نماید. زیادی مقدار کربنات کلسیم معادل خاک (مقدار درصد آهک خاک) جذب عناصر غذایی به‌خصوص عناصر آهن و روی را دچار اشکال می‌کند. این درحالی‌است که عمده ژنوتیپ‌های "به" شناسایی‌شده در کشور، در مناطق مرکزی (تهران، البرز و اصفهان و ..) شناسایی شده‌اند (Abdollahi, 2019). در این مناطق درصد آهک خاک متفاوت است و تنها در استان تهران در منطقه دماوند، درصد آهک خاک در دامنه‌ای بین ۱۰ تا ٤٤ درصد است (Fallahi, 1977). در ایران متاسفانه برآورد دقیقی از میزان خسارت کلروز آهن برای درختان میوه وجود ندارد؛ ولی باتوجه‌به پراکندگی زیاد خاکهای آهکی در کشور، می‌تواند خسارات ناشی از آهکی بودن خاک باغات میوه بسیاری را درگیر این معضل طبیعی نماید. در برخی منابع خسارت۷۰ درصدی به محصول درختان میوه دانه‌دار (سیب) در شرایط خاک آهکی در کشور گزارش شده‌است (Pirmoradian, 2019). همچنین در ایران تنوع ژنتیکی گسترده‌ای از درختان "به" گزارش شده‌است. در این راستا ، بعضی از ژنوتیپ‌های "به" به‌عنوان رقم و یا ارقام امیدبخش توسط محققان مختلف باغبانی معرفی‌شده‌اند (Ismailpour *et al.* ,2019). مطالعات متعددی در خصوص خاک‌شناسی و طبقه‌بندی اراضی کشاورزی کشور در سطوح ملی، منطقه‌ای و محلی توسط موسسه تحقیقات خاک و آب در ٤٠ سال گذشته انجام گرفته‌است که نشان‌می‌دهد مقدار نسبتاً زیاد تا زیاد کربنات کلسیم معادل خاک (مقدار درصد آهک موجود خاک) و همچنین pH خاک، از مهم‌ترین عوامل محدودکننده برای محصول بسیاری از باغات میوه محسوب می‌شود (Jamshidi *et al.*, 2014). در مناطق مرکزی دامنه تغییرات مقدارکربنات کلسیم معادل خاک بین ۱۰ تا ٤٤ درصد برای خاک‌هایی با بافت نیمه سنگین تا سنگین است (Fallahi, 1977; Nurbakhsh, 1999; Banaei, 2017). تنوع ژنتیکی درختان "به" و همچنین مقادیر مختلف آهک خاک می‌تواند به‌طور چشم‌گیری در روند تغییرات فیزیکی و شیمیایی میوه به طی دوره انبارمانی تأثیرگذار باشد (Mirabdulbaghi *et al.*, 2023). در خصوص تعیین زمان برداشت مناسب، قابلیت انبارمانی و خواص کیفی میوه ارقام/ژنوتیپ‌های "به" به‌وفور در منابع علمی داخلی و خارجی مطالب ارزشمند مشاهده می‌گردد (Radović *et al.*, 2020; Gunes *et al.*,2012). مطالعات مدونی درخصوص ارتباط بین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و کیفیت میوه هیچ‌گونه اطلاعات موثقی به زبان فارسی در اختیار نیست. لذا هدف از این تحقیق، بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک شامل سطوح مختلف آهک خاک در خاک‌هایی با بافت لومی، لومی–رسی و سیلت لومی رسی، با pH قلیایی دوره انبارمانی بر روی ارقام امیدبخش از جهت شاخص‌های کیفی میوه "به" می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. مواد گیاهی، زمان و محل اجرای آزمایش

تحقیق حاضر در باغ تحقیقاتی کمال‌آباد کرج متعلق به موسسه تحقیقات باغبانی پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری در طی سال‌های ۱۳۹۹ و ۱٤۰۰ انجام گردید. در سال ۱۳۹۹ آزمایش بر روی میوه‌های ژنوتیپ KVD_1 یا رقم ویدوجا" ؛ ژنوتیپ KVD_3 یا رقم به اصفهان و ژنوتیپ PH_2 و یا رقم به‌تا و همچنین به‌صورت ارقام امیدبخش (KVD_2, NB_4, NB_2) "به" و در سال ۱٤۰۰ آزمایشات برای ژنوتیپ KVD_3 یا رقم به اصفهان و ژنوتیپ PH_2 یا رقم به‌تا و ارقام امیدبخش NB_4 و NB_2 مورد محاسبات آماری قرار گرفتند. در زمان شروع

پروژه درختان در سال نهم کاشت بودند. بر اساس عرف منطقه و در سه ابان (برای سال ۱۳۹۹) و اول آبان (برای سال ۱۴۰۰) میوه‌های ارقام "به" مورد مطالعه جمع‌آوری و در بسته‌های پنج‌تایی بسته بندی و در دمای یک تا دو درجه سانتی گراد دررطوبت نسبی ۹۰-۸۰ درصد و در سردخانه در دوره انبارمانی (۰، ۶۰ و ۱۲۰روز) جهت آزمایشات کیفیت میوه مورد بررسی قرار گرفتند.

۲-۲. مشخصات اقلیمی و جغرافیایی منطقه موردآزمایش

منطقه موردمطالعه از نظر آب‌وهوایی جزء آب‌وهوای مدیترانه‌ای با تابستان‌های گرم‌وخشک و زمستان‌های سرد محسوب‌می‌شود. بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی کرج متوسط بارندگی سالیانه حدود ۲۴۱ میلیمتر، تبخیر سالیانه ۷۹۱/۸ میلی‌متر، میانگین درجه حرارت هوا حدود ۱۴ درجه سانتی‌گراد، کم‌ترین میانگین درجه حرارت در دی ماه (۱/۲درجه) بالاترین متوسط درجه حرارت در تیر ماه (۲۵/۴ درجه) ، حداقل میزان بارندگی در مرداد و شهریور (یک میلیمتر) و بیشترین میزان بارندگی در دی ماه (۲۸ میلیمتر) بوده‌است. رطوبت نسبی بین ۵۵ درصد تا ۶۵ درصد متغیر است. میانگین حداکثر درجه حرارت ۲۰/۳ درجه سانتی‌گراد و حداقل ۷/۲ درجه سانتی‌گراد و متوسط در جه حرارت سالیانه ۱۳/۷ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی ۲۴۵/۵ میلیمتر بود.

۲-۳. صفات مورد اندازه‌گیری

۲-۳-۱. خواص فیزیکی و شیمیایی خاک

خواص فیزیکی وشیمیایی خاک به‌منظور اندازه‌گیری آهک خاک (درصد)، نیتروژن کل (درصد)، فسفر و پتاسیم قابل دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) ، pH، مواد آلی (درصد) و بافت خاک(درصد) قبل از آزمایش اندازه‌گیری گردد (Walky and Black, 1934; Drouneou, 1942; Isaac &Kerber, 1971; Olsen; &Sommers, 1982) (جدول شماره ۱).

۲-۳-۲. صفات کیفی میوه

شاخص‌های کیفی میوه ازقبیل میزان مواد جامد محلول (TSS) توسط رفراکتومتر، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) توسط سود ۰/۱ نرمال و برحسب اسید مالیک، شاخص طعم میوه (TSS/TA) از طریق تقسیم موادجام (TSS) محلول براسید (TA) محاسبه گردید (Azad-Shahraki & Kafashan, 2016). اندازه‌گیری قلیایت میوه با دستگاه pH متر انجام‌گردید. جهت محاسبه درصد مقدار تلفات وزن تازه میوه از فرمول‌های ذیل استفاده شد (Moradi *et al.*, 2017).

درصد تلفات وزن تازه میوه، در W_0-W0-W_1 /W_0*100=جایی که W_0 وزن تازه اولیه میوه و W1 وزن تازه میوه در تیمار زمانی است.

۲-۴. تجزیه شیمیایی نمونه‌های میوه:

عمل عصاره‌گیری نمونه‌های میوه به روش مرطوب و با مخلوطی از اسید سولفوریک غلیظ و اسید سالیسیلیک هضم انجام‌گرفت. اندازه‌گیری ازت کل با دستگاه کجلدال، فسفر با استفاده از روش کالری‌متری (رنگ زرد مولیبدات وانادات)، پتاسیم به‌روش فلم فتومتری، کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری از طریق تیتراسیون با E. D. T. A.، آهن به روش کالری متری با استفاده از اورتوفنانترولین، بور به روش کالری‌متری با استفاده از آزومتین H و بالاخره برای اندازه‌گیری روی از روش کالری‌متری با استفاده از کمپلکس MEDTA استفاده گردید (Imami, 1996).

Table 1.Physic-chemical analyses and mineral substance content of the soil of an experimental orchard

Soil type[x]	K (mg kg^{-1})	P (mg kg-1)	pH	EC (dS/m)	Sand (mm) 2-0.05	Silt (mm) 0.05-0.002	Clay (mm) <0.002	Sp (%)	OC (%)	N (%)	Lime (%)
1	244.10	36.84	7.35	0.94	17	53	30	38	1.60	0.048	13
2	146.18	24.14	7.63	0.41	26	42	32	32	0.84	0.028	14
3	146.18	14.49	7.51	0.33	47	27	26	33	1.63	0.021	15
4	344.90	63.21	7.59	0.40	44	30	26	38	1.89	0.033	16
5	56.90	14.49	7.72	0.62	35	39	26	41	1.49	0.025	18

[x]Soil types: 1, silt-clay-loamy (with 13% calcium carbonate equivalent), 2, clay- loamy (with 14% calcium carbonate equivalent), 3, silt-clay-loamy (with 15% calcium carbonate equivalent), 4, loamy (with 16% calcium carbonate equivalent), 5, -loamy (with 18% calcium carbonate equivalent).

۲-۵. طرح آماری

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در سه تکرار و در هر کرت با چهار اصله درخت به اجرا گذاشته شد. کرت‌های مورد مطالعه شامل کرت فرعی، رقم‌ها/ژنوتیپ‌های ژنوتیپ-های"به" و کرت اصلی، سطوح مختلف معادل) خاک (۱۰، ۱۲، ۱٤، ۱٦ و ۱۸درصد) بودند. آبیاری درختان "به" به‌صورت قطره‌ای انجام گردید. طرح پژوهشی بر روی ۳٦۰ اصله درخت (پنج سطح کربنات کلسیم معادل خاک × شش اصله × سه تکرار و هر تکرار شامل چهار اصله درخت) به اجرا گذاشته شد.

۳. نتایج و بحث

۳-۱. نتایج واریانس آنالیز

نتایج تجزیه واریانس برای سال ۱۳۹۹و ۱٤۰۰ نشان‌داد (جدول ۲) که مقدار کربنات کلسیم معادل خاک، رقم و دوره انبارمانی به‌صورت معنی‌داری تمام صفات اندازه‌گیری‌شده شامل مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، pH، درصد وزنی رطوبت میوه و مقدار عناصر غذایی در میوه (ازت، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن ، روی و بور) اثر معنی‌داری داشته‌است. اثر متقابل دوبدو تیمارها (مقدار کربنات کلسیم معادل خاک × رقم، مقدار کربنات کلسیم معادل خاک × دوره انبارمانی و رقم × دوره انبارمانی) و همچنین اثر متقابل هر سه فاکتور (مقدار کربنات کلسیم معادل خاک × رقم × دوره انبارمانی) برای تمام صفات مورد بررسی(به‌استثناء غلظت فسفر در میوه) معنی‌دار گردید. در سال ۱۳۹۹ بیش‌ترین شاخص طعم در ویدووجا (۸٦/۷۳) و به‌تا (۸۱/۳۳) در دو ماه انبارمانی در سردخانه به‌ترتیب در خاک‌هایی با کمتر از ۱۵ و ۱٤ درصد کربنات کلسیم معادل خاک، در ارقام امیدبخش NB_2 (۸٤/۸۰) و KVD_2 (۸۷/٤٤) در زمان برداشت و در خاک‌هایی با ۱۵ درصدکربنات کلسیم معادل خاک، در رقم اصفهان (۸٤/۸۳) برای سه ماه انبارمانی در خاک‌هایی با ۱٤ درصد کربنات کلسیم معادل خاک مشاهده گردید. این درحالی‌است که بیش-ترین شاخص طعم برای رقم امیدبخش NB_4 (۸٦/۸۲) تا سه ماه انبارمانی حتی تا ۱۸ درصد کربنات کلسیم معادل خاک هم مشاهده گردید. در سال ۱٤۰۰ همچنین بیش‌ترین شاخص طعم در خاک‌هایی تا ۱۸ درصد کربنات کلسیم معادل خاک در رقم امیدبخش NB_2 برای سه ماه انبارمانی مشاهده‌گردید. رقم به اصفهان (KVD3) در دو ماه انبارمانی در خاک‌هایی با ۱٦ درصد کربنات کلسیم معادل خاک، به‌تا (PH2) در سه ماه انبارمانی در سردخانه و هم‌زمان در ۱٦ و ۱۸ درصد کربنات کلسیم معادل خاک و بالاخره در رقم امیدبخش NB_4 در سه ماه انبارمانی و در ۱۸ درصد کربنات کلسیم معادل خاک بیش‌ترین شاخص طعم را نشان دادند. مواد جامد محلول یکی از مهم‌ترین عوامل کیفیت برای تعیین شاخص طعم محسوب می‌شود (Weibel *et al*., 2004). زیرا که سطح قندهای قابل‌حل (ساکارز، فروکتوز وگلوکز) که حاصل هیدرولیز نشاسته طی رسیدن است، با مطالعه صفت مواد جامد محلول تعیین می‌شود (Farooq *et al*., 2012). نقش تعادل مواد غذایی روی انبارمانی و کیفیت میوه درختان دانه‌دار به‌خوبی اثبات شده‌است. گزارش‌شده زمانی‌که مقدار ازت میوه کمتر از ۳۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم میوه تازه باشد، میوه درشت و بزرگ نمی‌شود. در منابع علمی گزارش شده‌است که بین عناصر غذایی اثرگذار در کیفیت میوه نقش عناصر غذایی ازت، کلسیم و پتاسیم و ضریب نسبت آن‌ها به یک‌دیگر بسیار پررنگ‌تر می‌باشد (Rop *et al*., 2011& Casero *et al*., 2004). به‌منظور تفسیر نتایج میانگین غلظت عناصر غذایی در اثر متقابل رقم، سطوح مختلف آهک خاک و مدت نگه‌داری در سردخانه از مقادیر استاندارد و نسبت‌های مهم عناصر غذایی در میوه به‌عنوان مرجع استفاده گردید(Bergmann, 1992). نسبت‌های مناسبی از عناصر غذایی Ca/Mg+K (کمتر یا مساوی ۲۰-۲۵)، N/Ca (کمتر یا مساوی ۱٤-۱۰) و $B\times10^{-3}/Ca$ در میوه می‌تواند احتمال بروز عوارض فیزیولوژی تغذیه‌ای (لکه قهوه‌ای در میوه، آب گزیدگی، شیرینی کمتر، بدرنگ و بی‌مزه شدن) در طول دوره انبارمانی می‌تواند تا حدود یک تا سه درصد کاهش دهد. در سال ۱۳۹۹ تمام ارقام/ژنوتیپ‌های امیدبخش و در تمام سطوح کربنات کلسیم معادل خاک (به استثناء رقم به‌تا (PH2) در ۱٦ درصد کربنات کلسیم معادل خاک) تا دو ماه نگهداری در سردخانه از نسبت‌های مناسبی از $B\times10^{-3}/Ca$ برخوردار بودند. در هیچ‌کدام از ارقام/ژنوتیپ‌های امیدبخش و در تمام سطوح کربنات کلسیم معادل خاک و در زمان برداشت و در دوره‌های نگهداری در سردخانه نسبت مناسبی از N/Ca در میوه مشاهده نگردید. نسبت مناسبی از K+Mg/Ca در میوه در ماه دوم

انبارمانی برای رقم ویدوجا (در خاکی با ۱۳ و ۱۶ درصد کربنات کلسیم معادل خاک) و رقم امیدبخش NB_2 (در خاکی با ۱۴ و ۱۵ درصد کربنات کلسیم معادل خاک) مشاهده گردید، هرچند که در زمان برداشت و در خاکی با ۱۸ درصد کربنات کلسیم معادل خاک نسبت مناسبی از K+Mg/Ca در میوه برای رقم امیدبخش NB_2 مشاهده گردید. در رقم "ویدوجا" در هیچ‌کدام از تیمارها نسبت مناسبی از K+Mg/Ca در میوه مشاهده نگردید. در ارقام امیدبخش NB4 (در خاکی با ۱۳ و ۱۴ درصد کربنات کلسیم معادل خاک) و KVD2 (در خاکی با ۱۳ درصد کربنات کلسیم معادل خاک) و در رقم به اصفهان (در خاکی با ۱۴ درصد کربنات کلسیم معادل خاک) در زمان برداشت و نسبت مناسبی از K+Mg/Ca در میوه مشاهده‌گردید. در سال ۱۴۰۰در تمام ارقام و ارقام امیدبخش نسبت‌های عناصر غذایی K+Mg/Ca و N/Ca مناسب و منطبق با استانداردهای ارائه شده بود. این درحالی‌است که در هیچ‌کدام از ارقام نسبت مناسبی از $B\times10^{-3}/Ca$ در میوه برای سال ۱۴۰۰ مشاهده نگردید. در انطباق با نتایج فوق گزارشاتی درخصوص اثر فاکتورهای آب و هوایی، شرایط فیزیکوشیمیایی خاک (Marschner, 2012; Alae-Carew *et al.*, 2020;) و همچنین اثر رقم برکیفیت و ماندگاری محصول "به" (Moradi *et al.*, 2017) در منابع علمی مشاهده شده‌است.

۳-۲. آزمون تشخیصی (Discriminant analysis) و آزمون لامبدای ویلکز(Wilks' lambda)

به‌منظور ارزیابی میزان اثربخشی سه متغیر موردمطالعه (سطوح مختلف کربنات کلسیم معادل خاک، رقم، و دوره نگهداری در سردخانه)، بر صفات کیفی و غلظت عناصر غذایی میوه ارقام موردمطالعه از آنالیز تشخیصی و مقدار لامبدای ویلکز استفاده گردید.

۳-۲-۱. آزمون لامبدای ویلکز(Wilks' lambda) برای گروه کربنات کلسیم معادل خاک[1]

در گروه کربنات کلسیم معادل خاک در سال ۱۳۹۹ تنها مقدار نهایی لامبـــدای ویلکز برای غلظت نیتروژن در میوه معنی‌دار ($F=4.158$ $df=4$ $p=0.004$) گردید که مقدار آن در محدود صفر تا یک (معادل ۸۳۶/.) قرار گرفت. در سال ۱۴۰۰ مقدار نهایی لامبدای ویلکز تنها برای غلظت کلسیم در میوه معنی‌دار ($F=2.179$ $df=4$ $p=0.083$) که مقدار آن معادل ۸۶۳/. بود. در نهایت مدل آنالیز تشخیصی نشان داد که میزان صحت اثربخشی متغیر مقدار کربنات کلسیم معادل موجود درخاک برای صفات اندازه‌گیری‌شده تا حدود ۴۹/۹ درصد در سال ۱۳۹۹ و حدود ۴۵ درصد برای سال ۱۴۰۰بوده‌است (نمودار ۱).

۳-۲-۲. آزمون لامبدای ویلکز(Wilks' lambda) برای گروه ارقام/ژنوتیپ‌های امیدبخش

در گروه ارقام/ژنوتیپ‌های امیدبخش مقدار نهایی لامبدای ویلکز در سال ۱۳۹۹ برای pH میوه در محدوده صفر تا یک (معادل ۸۸۶/.) و از لحاظ آماری معنی‌دار ($F=2.1156$ $df=5$ $p=0.067$) بود. همچنین مقدار نهایی لامبدای ویلکز برای شاخص طعم ۸۹۴/. و ازلحاظ آماری($F=1.994$ $df=5$ $p=0.088$) معنی‌دار گردید. مقدار نهایی لامبدای ویلکز در سال ۱۴۰۰ برای آب موجود در میوه معادل ۸۰۸/. و از لحاظ آماری معنی‌دار ($F=4.43$ $df=3$ $p=0.07$) بود. همچنین در همین سال مقدار نهایی لامبدای ویلکز برای غلظت عنصر ازت در میوه ۸۶۳/. و از لحاظ آماری ($F=2.96$ $df=3$ $p=0.040$) معنی‌دار گردید.در نهایت مدل آنالیز تشخیصی نشان‌داد که میزان صحت اثربخشی متغیر ارقام/ژنوتیپ‌های امیدبخش برای صفات اندازه‌گیری‌شده تا حدود ۴۵/۶ درصد برای سال ۱۳۹۹ و ۶۰ درصد برای سال ۱۴۰۰ بوده‌است (نمودار ۲).

۱. به علت سال آوری رقم "ویدوجاو رقم امیدبخش KVD2 در سال ۱۴۰۰ مورد محاسبات آماری قرار نگرفتند

Table 2-Results of simple variance analysis variance for the measured traits in quince fruit of promising cultivars/genotypes (2020 and 2021)

Source	DF	Mean square										
		Moisture	TSS/TA	PH	Fruit mineral nutrition							
					N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	B
The year of 2020												
Storage time (a)	2	108.03^{xx}	0.16^{xx}	1.87^{xx}	0.85^{xx}	3.39^{xx}	1.53^{xx}	0.13^{xx}	9.08^{xx}	2866.40^{xx}	43153.02^{xx}	115.71^{xx}
Soil (b)	4	20.26^{xx}	0.08^{xx}	0.38^{xx}	0.56^{xx}	0.0002^{ns}	0.01^{xx}	0.01^{xx}	0.09^{xx}	32.65^{xx}	9.43^{xx}	0.99^{xx}
Cultvr (c)	5	29.81^{xx}	0.99^{xx}	1.029^{xx}	0.16^{xx}	0.0001^{ns}	0.004^{xx}	0.01^{xx}	0.06^{xx}	66.85^{xx}	28.14**	1.76^{xx}
a×b	8	20.51^{xx}	0.44^{xx}	0.30^{xx}	0.06^{xx}	0.001^{ns}	0.002^{x}	0.02^{xx}	0.07**	42.09^{xx}	11.05**	2.03^{xx}
b×c	20	17.99^{xx}	0.25^{xx}	0.30^{xx}	0.17^{xx}	0.0003^{ns}	0.01^{xx}	0.02^{xx}	0.07**	25.96^{xx}	7.76^{xx}	2.02^{xx}
a×c	10	51.73^{xx}	1.71^{xx}	0.97^{xx}	0.12^{xx}	0.0004^{ns}	0.07^{xx}	0.02^{xx}	0.08**	103.79^{xx}	26.73^{xx}	3.74^{xx}
a×b×c	40	19.95^{xx}	15.68^{xx}	0.42^{xx}	0.10^{xx}	0.0003^{ns}	0.004^{xx}	0.03^{xx}	0.09**	29.32^{xx}	7.59^{xx}	2.04^{xx}
Cv (%)		1.77	1.35	0.68	6.98	12.53	20.23	13.83	9.23	8.17	1.21	12.96
The year of 2021												
Storage time (a)	2	0.84^{xx}	108.02^{xx}	0.46^{xx}	0.06^{xx}	0.002^{ns}	0.65^{xx}	0.24^{xx}	0.08^{xx}	4.42^{xx}	1.51^{xx}	3.57^{xx}
Soil (b)	4	0.04^{xx}	3.08^{xx}	0.13^{ns}	0.30^{xx}	0.001^{ns}	0.02^{xx}	0.26^{xx}	0.04^{xx}	2.56^{xx}	5.26^{xx}	6.43^{xx}
Cultvr(c)	3	0.05^{xx}	51.55^{xx}	0.49^{xx}	0.08^{xx}	0.001^{ns}	0.04^{xx}	0.05^{xx}	0.04^{xx}	2.57^{xx}	8.88^{xx}	2.09^{xx}
a×b	6	1.41^{xx}	42.29^{xx}	0.17^{xx}	0.06^{xx}	0.001^{ns}	0.053**	0.03^{xx}	0.04^{xx}	5.28^{xx}	2.28^{xx}	6.40^{xx}
a×c	8	0.06^{xx}	9.39^{xx}	0.25^{xx}	0.01^{x}	0.02^{ns}	0.03^{xx}	0.24^{xx}	0.05^{xx}	2.59^{xx}	6.56^{xx}	3.68^{xx}
b×c	12	0.19^{xx}	42.82^{xx}	0.29^{xx}	0.16^{xx}	0.001^{ns}	0.04^{xx}	0.02^{xx}	0.05^{xx}	1.88^{xx}	3.42^{xx}	3.57^{xx}
a×b×c	24	0.18^{xx}	23.44^{xx}	0.46^{xx}	0.05^{xx}	0.002^{ns}	0.03^{xx}	0.24^{xx}	0.08^{xx}	4.42^{xx}	1.51^{xx}	6.43^{xx}
Cv (%)		9.71	0.60	8.32	14.49	14.43	29	30.08	22.10	5.80	6.15	11.19

*, ** are significantly different at 0.05 and 0.01 levels, respectively. ns: not significant

۳-۲-۳. آزمون لامبدای ویلکز(Wilks' lambda) برای گروه دوره نگهداری در سردخانه

برای گروه دوره نگه‌داری در سردخانه مقدار نهایی لامبدای ویلکزبرای سال آزمایشی ۱۳۹۹ در تمام صفات موردمطالعه، به استثناء صفت شاخص طعم، معنی‌دار بوده‌است. در سال ۱۴۰۰ مقدار نهایی لامبدای ویلکز برای هیچ‌کدام از صفات موردمطالعه معنی‌دار نگردید، به‌استثناء مقدار غلظت کلسیم در میوه که در محدوده صفر تا یک و معادل ۸۴۵/. ($F = 3.030$ $df = 2$ $p = 0.062$) بود. درنهایت مدل آنالیز تشخیصی نشان‌داد که میزان صحت اثربخشی متغیر ارقام/ژنوتیپ‌های امیدبخش برای صفات اندازه‌گیری شده برای سال ۱۳۹۹ تا ۱۰۰ درصد و برای سال ۱۴۰۰ تا ۹۶ درصد معنی‌دار بوده‌است (نمودار ۳).

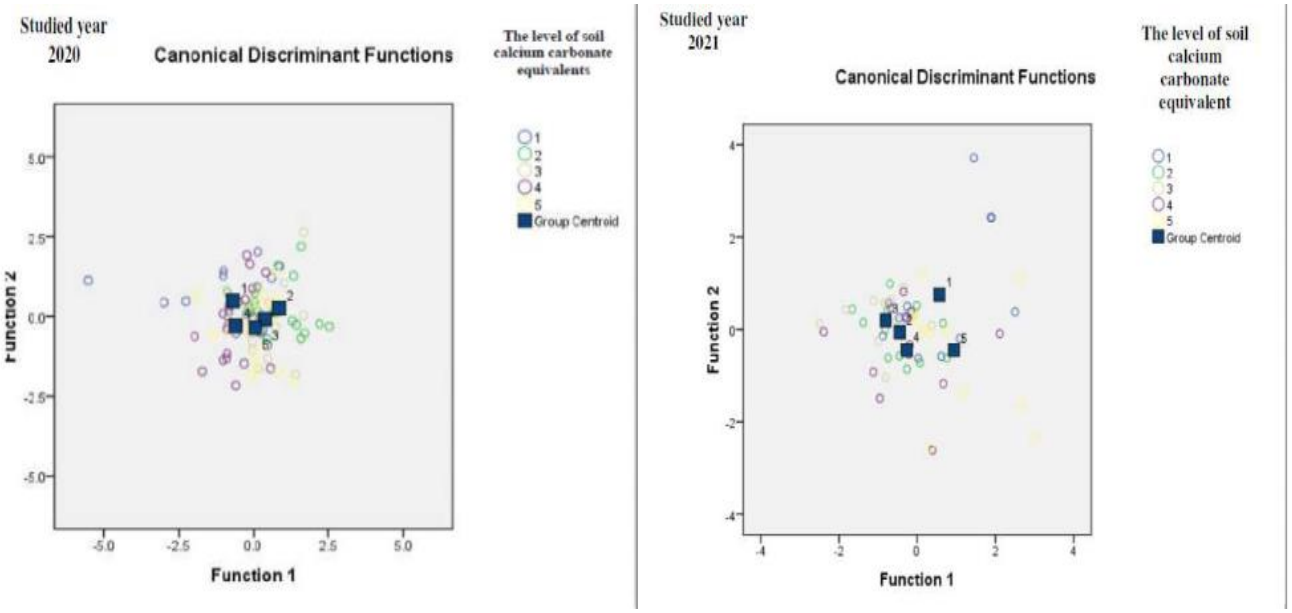

Fig. 1: Canonical Discriminant Functions of Group Means (soil calcium carbonate equivalents) for studied for studied physicochemical properties and mineral contentsin quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars (2020&2021)

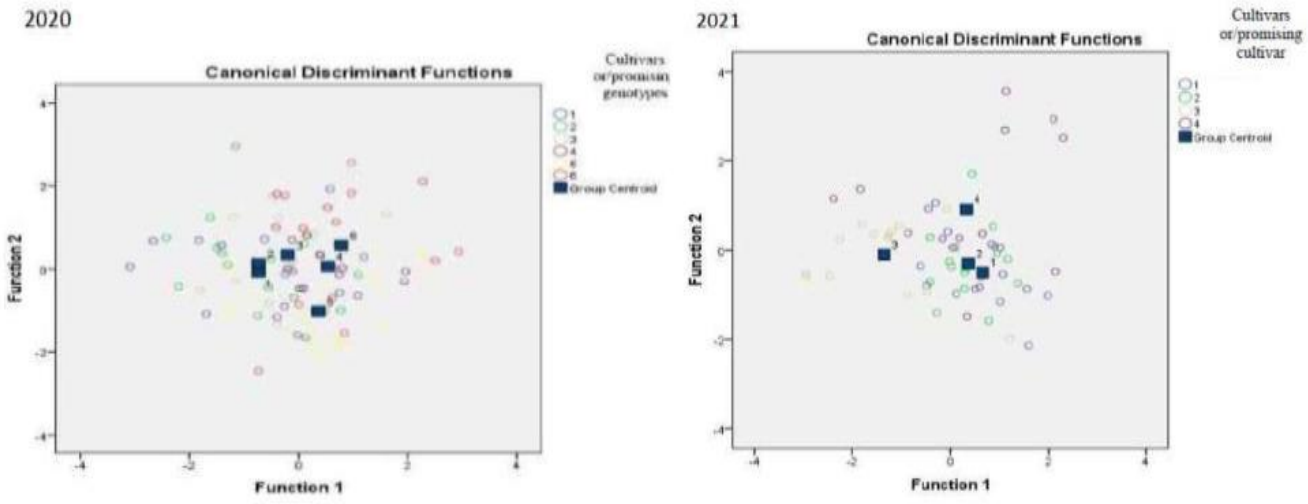

Fig. 2: Canonical Discriminant Functions of Group Means (cultivars or/promising genotypes) for studied for studied physicochemical properties and mineral contents in quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars (2020&2021)

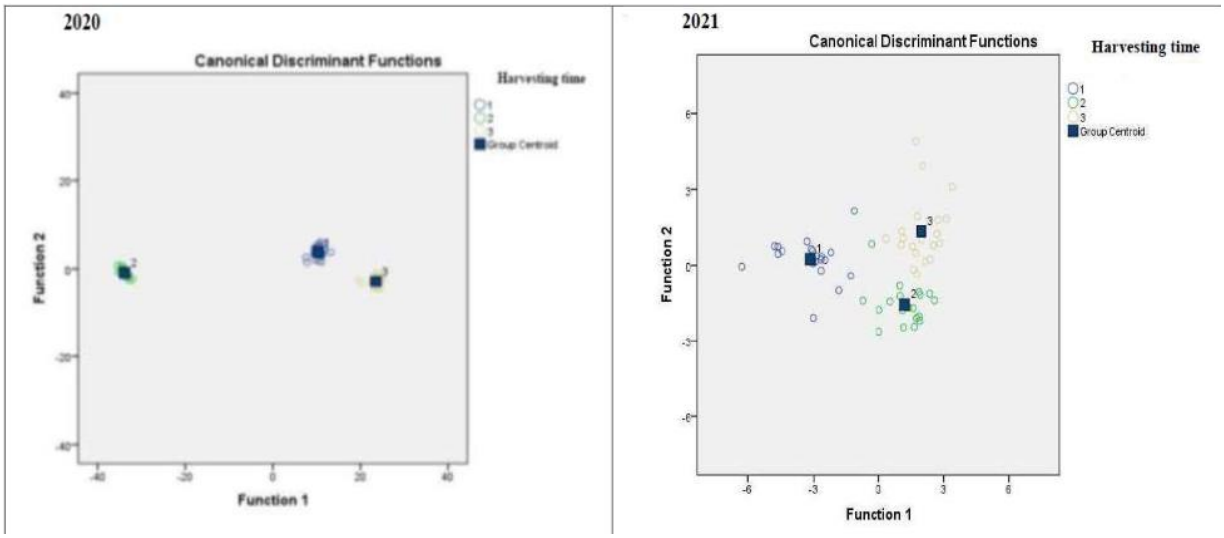

Fig. 3: Canonical Discriminant Functions of Group Means (harvesting time) for studied physicochemical properties and mineral contentsin quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars

آنالیز تشخیصی یا تحلیل ممیزی راهکاری است برای آن‌که متغیرها در قالب گروه‌های مجزا از هم تفکیک شود، به‌صورتی‌که هر گروه در عین اینکه با گروه دیگر شباهت و همبستگی دارد از انسجام لازم نیز برخوردار باشد (Bakhshi, 2009). آنالیز تشخیصی همانند رگرسیون خطی چندگانه است، با این تفاوت که کمیت تنها وابسته به توزیع نرمال نیست، بلکه یک کمیت رتبه‌ای با تعداد گروه‌های محدود است. در حقیقت اگر کمیت وابسته بیش از دو مقدار رسته‌ای را در برگیرد، باید از تحلیل تشخیصی استفاده شود (Graph-Pad Statistics, 2020). در آنالیز تشخیصی جهت آزمودن کارایی تابع تشخیص از آزمون لامبدای ویلکز استفاده می‌شود درحقیقت آزمون لامبدای ویلکز نتیجه محاسبات آماری آنالیز تشخیصی است. لامبدای ویلکز همچنین برای آزمون معنی‌داری تفاوت بین گروه‌ها در هریک از متغیرهای پیش‌بینی به‌کار می‌رود. آزمون F لامبدای ویکلز نشان می‌دهد که کدام متغیرها از نظر آماری معنا دارند. یعنی کدام متغیرها در تفکیک گروه‌ها سهم معناداری را در میزان پیش‌بینی ایفا می‌کنند. متغیرهایی را که بین گروه‌ها تفاوت معنی‌دار آماری نشان نمی‌دهند می‌توان برای حذف از مدل موردتوجه قرار داد. اگر گروه‌های هر یک از متغیرهای پیش‌بین تفاوت نداشته باشند، در این صورت متفاوت‌بودن گروه‌ها در تحلیل تابع تشخیص نامحتمل است (Lekshmi *et al.*, 1998; Stephanie *et al.*, 2015). آماره استانداردی که برای مشخص نمودن معنی‌دار بودن قدرت تفکیک‌کنندگی مدل تابع تشخیص استفاده می‌شود، لامبدا ویلکز است که مقدار آن در محدوده صفر تا یک قرار دارد. هرچه مقدار این شاخص کم‌تر باشد نشان‌دهنده قدرت تفکیک‌کنندگی بیشتر تابع به‌دست آمده‌است (Goldin, 2001). در این تحقیق مدل آنالیز تشخیصی گروه نشان داد که میزان صحت اثربخشی متغیر انبارمانی در سردخانه برای صفات اندازه‌گیری‌شده در هردو سال آزمایشی نسبت به دیگر گروه‌های موردمطالعه بالاتر از ۹۶ درصد بوده‌است (نمودار ۳).

۳-۳. ضریب همبستگی اسپیرمن

از ضریب همبستگی اسپیرمن برای سنجش سطح آماری معنی‌دار بودن اثر کربنات کلسیم معادل خاک و دوره انبارمانی در سردخانه با صفات کیفی میوه به تفکیک هررقم/ژنوتیپ امیدبخش موردمطالعه استفاده گردید.

۳-۳-۱. ضریب همبستگی اسپیرمن بین پارامتر کربنات کلسیم معادل خاک و صفات کیفی میوه

در محاسبات ضرایب همبستگی اسپیرمن بین پارامتر افزایشی مقدار کربنات کلسیم معادل خاک و صفات کیفی میوه تنها در رقم اصفهان و در سال ۱۳۹۹ برای قلیایت میوه (Y=-0.143X+5.781 R2=0.480^{xx}) همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده گردید. در سال ۱۴۰۰ در رقم به تا برای غلظت نیتروژن در میوه (Y=-0.0448X+0.9709 R2=0.3918^{xx}) و برای غلظت فسفر (Y=-0.0066X+0.4604 R2=0.3308^{xx}) و در رقم امیدبخش NB_4 درغلظت کلسیم میوه (Y=-0.114X+2.0878 R2=0.4843^{xx}) همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده گردید.

۳-۳-۲. ضریب همبستگی اسپیرمن بین پارامتر دوره انبارمانی در سردخانه و صفات کیفی میوه

محاسبات معنی‌دار (مثبت و یا منفی) ضرایب همبستگی اسپیرمن بین پارامتر افزایشی دوره نگه‌داری میوه‌ها در سردخانه و صفات کیفی میوه به تفکیک رقم برای سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ به شرح ذیل کسب گردید:

ضریب همبستگی بسیار قوی و منفی (r <-0.90 ≥ -0.645) بین پارامتر افزایشی دوره نگه‌داری میوه‌ها در سردخانه با مقدار غلظت روی در رقم به‌تا و با مقدار قلیایت میوه در ارقام ویدوجا و به‌تا در سال ۱۳۹۹ مشاهده گردید. در سال ۱۴۰۰ این شدت همبستگی در بین پارامتر افزایشی دوره نگهداری میوه‌ها در سردخانه با مقدار غلظت پتاسیم و منیزیم میوه در ارقام به اصفهان و به‌تا و در ژنوتیپ امیدبخش NB2 مثبت و معنی‌دار بود. همچنین در سال ۱۴۰۰ و در ارقام به اصفهان و به‌تا و در ژنوتیپ امیدبخش NB_4 قلیایت میوه در ضریب همبستگی مثبت و معنی‌داری با دوره نگهداری میوه‌ها در سردخانه بود. در سال دوم آزمایش بین پارامتر افزایشی دوره نگهداری میوه‌ها در سردخانه با غلظت بور در میوه (در رقم به‌تا) و با مقدار رطوبت میوه (در ژنوتیپ امیدبخش NB4 ضریب همبستگی بسیار قوی و مثبت معنی‌دار گردید.

ضریب همبستگی قوی و منفی (r <-0.645 ≥ -0.530) در سال ۱۳۹۹ بین پارامتر افزایشی دوره نگه‌داری میوه‌ها در سردخانه با غلظت عنصر Fe میوه در رقم به‌تا با مقدار رطوبت میوه؛ درژنوتیپ امیدبخش NB_2 ، با مقدار قلیایت میوه در ژنوتیپ امیدبخشش KVD_2 ، با مقدار غلظت نیتروژن در میوه ژنوتیپ امیدبخش KVD_2 و ارقام به‌تا و به اصفهان مشاهده گردید. این درحالی‌است که این شدت همبستگی بین پارامتر افزایشی دوره نگه‌داری با شاخص طعم و با مقدار غلظت نیتروژن در رقم ویدوجا و در ژنوتیپ، امیدبخش NB2 مثبت و معنی‌دار بود. در سال ۱۴۰۰ این شدت همبستگی در بین پارامتر افزایشی دوره نگهداری میوه‌ها در سردخانه با مقدار غلظت نیتروژن در میوه رقم به‌اصفهان و با غلظت روی در میوه رقم به‌تامنفی و معنی‌دار بود. در سال دوم آزمایش بین پارامتر افزایشی دوره نگهداری میوه‌ها در سردخانه با مقدار قلیایت میوه و با مقدار غلظت اهن در میوه در ژنوتیپ‌های امیدبخش NB2 و NB4 مثبت و معنی‌دار بود.

ضریب همبستگی ضعیفی منفی (r <0.530 ≥ -0.359) در سال ۱۳۹۹بین پارامتر افزایشی دوره نگه‌داری میوه‌ها در سردخانه با مقدار قلیایت میوه در ژنوتیپ امیدبخش NB2 مشاهده گردید. این درحالی‌است که در سال ۱۴۰۰ ضریب همبستگی ضعیف و مثبتی بین غلظت آهن در میوه با دوره نگه‌داری میوه‌ها در سردخانه در ژنوتیپ امیدبخش NB2 مشاهده گردید.

همبستگی اسپیرمن یک روش مبتنی بر آمار ناپارامتریک است (Habibi, 2017) که در این پژوهش شدت و جهت رابطه دو متغیر افزایشی دوره نگه‌داری میوه‌ها در سردخانه و کربنات کلسیم معادل خاک را با بعضی صفات کیفی میوه ارقام/ ژنوتیپ‌های امیدبخش "به"مشخص گردید. تعیین میزان همبستگی صفات با درجات مختلف آهک خاک از آن‌جهت مهم و اساسی است که قسمت بزرگی از خاک‌های ایران، و همچنین در بعضی از کشورهای خاورمیانه (مانند پاکستان، عراق، اردن، لبنان و مصر) و همچنین کشورهای حوضه مدیترانه (ازجمله پرتقال، اسپانیا، ایتالیا و یونان) متشکل از خاک‌های آهکی است (Fao stat, 1997) و مضافا که درخت "به" بسیار حساس به کلروز آهن ناشی از خاک‌های آهکی هست و زردی در برگ‌های جوان‌تر و به‌خصوص در فصل تابستان یک عارضه متداول برای این‌گونه محسوب می‌شود (Alcántara *et al.*, 2012). مشاهده شده‌است که ارقام این‌گونه از درختان درزمانی که در خاک‌های آهکی کاشت و پرورش می‌یابند از کیفیت میوه مطلوبی در دوره انبارمانی در سردخانه برخوردار نیستند. عوامل متعددی در کیفیت و انبارمانی درختان میوه تأثیر گزار هستند، که از آن‌جمله می‌توان به عامل رقم اشاره نمود. اولین برنامه جمع‌آوری ارقام وژنوتیپ‌های "به" کشور توسط (Ghasemi, 2001) در اصفهان انجام و ۱۵ ژنوتیپ شناسایی و جمع‌آوری شد. تعدادی از این ژنوتیپ‌ها در سال‌های بعد به‌صورت رقم و یا ارقام امیدبخش معرفی شدند (Haj-Najari, 2017). درکتابی با عنوان "اطلس ارقام درختان میوه ایران" مشروح به آن‌ها اشاره نموده‌است. ارقام ویدوجا، به اصفهان و رقم به‌تا و ژنوتیپ‌های امیدبخش NB4، NB_2 و KVD_2 ازجمله این ارقام و زنوتیپ‌ها هستند. با توجه‌به اینکه این ارقام در ایران عمدتا در خاک‌هایی با درجات مختلف آهک تولید می‌شوند، رویکرد جدید و متفاوت نتایج این

تحقیق در تطبیق با نتایج مطالعات (Aruani and Behmer, 2004; Draghi *et al.*, 2005 & Aruani *et al.*, 2011) بوده‌است و نشان داد که کیفیت میوه ارقام/ژنوتیپ‌های امیدبخش موردمطالعه متاثر از دوره انبارمانی و مقادیر مختلف کربنات کلسیم معادل خاک بوده‌است.

۳-۳-۳. ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات کیفی با غلظت عناصر غذایی در میوه به تفکیک رقم/ژنوتیپ امیدبخش

از همبستگی بین صفات برای بررسی رابطه منطقی بین صفات کیفی و غلظت عناصر غذایی متاثر از افزایش مقدار کربنات کلسیم معادل خاک و دوره انبارمانی میوه‌ها در سردخانه به تفکیک رقم/ژنوتیپ امیدبخش استفاده گردید. همبستگی بین چند صفت می‌تواند راه را برای بررسی صفاتی که اندازه‌گیری آن‌ها ممکن است دشوار باشد هموار می‌کند. در سال ۱۳۹۹ همبستگی منفی و معنی‌داری بین رطوبت میوه و شاخص طعم ($Y=-0.092X+8.520$ $R^2=0.284^{*}$) در رقم ویدوجا و ژنوتیپ امیدبخش KVD2 ($Y=-0.082X+7.894$ $R^2=0.458^{xx}$) مشاهده گردید. از سوی دیگر رطوبت میوه رقم ویدوجا در همبستگی منفی و معنی‌داری با منیزیم ($Y=-0.078X+6.651$ $R^2=0.415^{xx}$)؛ با بور میوه ($Y=-0.4.226X+360.1$ $R^2=0.598^{**}$) و در همبستگی مثبت و معنی‌داری با فسفر ($Y=0.041X-3.126$ $R^2=0.627^{xx}$) و با پتاسیم میوه ($Y=0.020X-1.499$ $R^2=0.339^{x}$) همبستگی منفی و معنی‌داری بین رطوبت میوه با غلظت پتاسیم ($Y=-0.049X+4.084$ $R^2=0.446^{xx}$)؛ با آهن ($Y=-1.840X+150.0$ $R^2=0.505^{xx}$) و با روی ($Y=-0.408X+36.54$ $R^2=0.319^{x}$) میوه مشاهده گردید. قلیایت میوه با شاخص طعم و با غلظت آهن میوه ارقام امیدبخش KVD2 ($Y=7.484X-22.88$ $R^2=0.312^{x}$) و NB_2 ($Y=8.781X-25.38$ $R^2=0.31^{x}$) در همبستگی مثبت و معنی داری بود. در سال ۱۴۰۰ در رقم بهتا همبستگی منفی و معنی‌داری بین قلیایت میوه با غلظت روی ($Y=-1.574X+9.307$ $R^2=0.382^{x}$) باکلسیم ($Y=-0.054X+0.328$ $R^2=0.332^{x}$) میوه مشاهده گردید، درحالی‌که در رقم بهتا، همچنین در همین سال همبستگی مثبت و معنی‌داری بین قلیایت میوه با غلظت فسفر ($Y=0.16X+0.303$ $R^2=0.297^{x}$)، با پتاسیم ($Y=0.119Xx-0.255$ $R^2=0.521^{xx}$)، با منیزیم ($Y=0.067X-0.048$ $R^2=0.311^{x}$) و با بور ($Y=1.931X-2.372$ $R^2=0.354^{x}$) مشاهده گردید. در رقم امیدبخش NB2 قلیایت میوه با غلظت منیزیم ($Y=0.179X-0.391$ $R^2=0.561^{xx}$) و باغلظت بور میوه ($Y=1.854X-2.70$ $R^2=0.349^{x}$) در همبستگی مثبت و معنی‌داری بود. همچنین قلیایت میوه در رقم اصفهان با غلظت منیزیم ($Y=0.086X-0.075$ $R^2=0.624^{xx}$) و با غلظت بور ($Y=1.094X+.250$ $R^2=0.624^{x}$) در همبستگی مثبت و معنی‌داری بود. این درحالی‌است که قلیایت میوه در رقم اصفهان با غلظت نیتروژن میوه ($Y=-0.165X+0.978$ $R^2=0.483^{xx}$) در همبستگی منفی و معنی‌دار و با شاخص طعم ($Y=2.904X+68.04$ $R^2=0.289^{x}$) در همبستگی مثبت و معنی‌داری بود. همچنین در سال ۱۴۰۰ و در رقم امیدبخش NB_2 بین شاخص طعم با غلظت فسفر ($Y=0.01X+0.323$ $R^2=0331^{x}$) و در رقم اصفهان بین شاخص طعم با غلظت منیزیم ($Y=0.013X+0.783$ $R^2=0.41^{xx}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده گردید. درسال ۱۴۰۰ تنها در رقم امیدبخش NB_4 بین رطوبت میوه با غلظت پتاسیم ($Y=0.479X-0.528$ $R^2=0.537^{xx}$) و با غلظت آهن ($Y=2.186X-1.247$ $R^2=0.517^{xx}$) در میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده گردید. درخصوص همبستگی صفات کیفی با غلظت عناصر غذایی در میوه "به" گزارشات علمی متعددی در منابع علمی مشاهده می‌شود (Moradi *et al.*, 2017; Rasheed *et al.*, 2018). نتایج این تحقیق نشان‌داد که ارقام/ژنوتیپ‌های امیدبخش موردمطالعه ازنظر اکثر صفات کیفی و غلظت عناصر غذایی با یکدیگر متفاوت هستند با استفاده از این نتایج به‌خوبی می‌توان در زمان برداشت کیفیت میوه از لحاظ صفاتی نظیر شاخص طعم و یا غلظت عناصر غذایی در میوه را در دوره نگه‌داری در سردخانه را میوه پیش‌بینی و پیش‌گویی نمود. دانش به مقدار غلظت عناصر غذایی در میوه از آن جهت حائز اهمیت است که نسبت‌های بعضی از عناصر غذایی، نظیر $B^{x}10^{-3}/Ca$ و Mg+K/Ca و N/Ca نقش مهمی را در عارضه‌های فیزیولوزی-تغذیه میوه درختان در دوره انبارمانی دارند. به‌طوری‌که گزارش شده‌است عدم توازن در نسبت عناصر غذایی Mg+K/Ca (کمتر یا مساوی ۲۰-۲۵)، N/Ca (کمتر یا مساوی ۱۰-۱۴) و $B^{x}10^{-3}/Ca$ احتمال بروز عارضه لکه قهوه‌ای در میوه، آب گزیدگی،

شیرینی کمتر، بدرنگ و بی‌مزه شدن، در طول دوره انبارمانی را می‌تواند تا حدود یک تا سه درصد افزایش دهد (Bergmann, 1992).

در بررسی نتایج به‌دست‌آمده و مقایسه آن‌ها با منابع علمی داخلی و خارجی، می‌توان اذعان داشت که در مناطق دارای خاک‌هایی با درجات مختلف آهک و همچنین با بافت نیمه‌سنگین تا سنگین و pH قلیایی، طول دوره نگهداری در سردخانه می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی کیفیت و ماندگاری میوه‌ها را تحت تاثیر قرار دهد. تنظیم دقیق دوره انبارمانی در این مناطق می‌تواند تأثیرات مثبت قابل‌ملاحظه‌ای برحفظ ویژگی‌های کیفی میوه‌ها داشته‌باشد. به‌طوری‌که در منابع علمی، دوره انبارمانی تا پنج ماه برای ارقام "به" توصیه شده‌است (Tatari *et al.*, 2019). اما نتایج این تحقیق نشان داد که ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و غلظت عناصر غذایی در میوه "به" ارقام ویدوجا، به اصفهان، به‌تا و ژنوتیپ‌های امیدبخش (NB_4, KVD_2) در دوره انبارمانی تحت تأثیر مقدار آهک و بافت خاک متفاوت بود.

٤. نتیجه‌گیری کلی

نتایج تحقیقات ما نشان داد که کیفیت میوه در دوره انبارمانی در سردخانه متأثر از مقادیر مختلف کربنات کلسیم معادل خاک، رقم و مدت زمان انبارمانی در سردخانه است. هرچند که از لحاظ شاخص طـــعم ژنوتیپ امیدبخش NB_4 و رقم به‌تا را می‌توان به‌عنوان ژنوتیپ و رقم متحمل به خاک‌هایی تا ۱۸ درصد کربنات کلسیم معادل خاک معرفی نمود. هم‌چنین در این پژوهش مشخص‌گردید که نمی‌توان در سطوح بالای آهک خاک (۱۸ درصد کربنات کلسیم معادل خاک) انتظار نسبت مناسبی از عناصر غذایی N/Ca, Ca/Mg+K و B^x10^{-3}/Ca که نقش تعیین‌کننده‌ای در بروز عوارض فیزیولوژی تغذیه‌ای (لکه قهوه‌ای در میوه، آب گزیدگی، شیرینی کمتر، بد رنگ و بی‌مزه شدن) در طول دوره انبارمانی دارند، را داشت.

٥. منابع

Abdollahi, H. (2019). A review on history, domestication and germplasm collections of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) in the world. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 66(5), 1041-1058. https://doi.org/10.22092/spij.2017.110836

Alae-Carew, C., Nicoleau, S., Bird, F. A., Hawkins, P., Tuomisto, H. L., Haines, A., Dangour AD, Scheelbeek PF (2020). The impact of environmental changes on the yield and nutritional quality of fruits, nuts and seeds: a systematic review. *Environmental Research Letters*, 15(2), 023002. 15(2):023002. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab5cc0

Alcántara, E., Montilla, I., Ramírez, P., García-Molina, P., & Romera, F. J. (2012). Evaluation of quince clones for tolerance to iron chlorosis on calcareous soil under field conditions. *Scientia horticulturae*, 138, 50-54.https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.02.004

Aruani, M. C., & Behmer, S. (2004). Efecto de la granulometría y la compactación del suelo sobre la distribución de raíces en manzano. RIA. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 33(2), 43- 53 . http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86433204

Aruani, M.C., N. Barnes, G. Striebeck, B. Osre, & Machuca, Y. (2011). Physical and physico-chemical properties of saline soils and effects on yield and quality of 'Williams' pear in the Upper RioNegro Valley, Argentina. *Acta Horticulturae* 909:303-308. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.909.33

Azad-Shahraki, F. & Kafashan, J. (2016). Fruit quality indicators and measurement methods. *Publication of agricultural education*. 23 pages. [In Persian].

Bakhshi, B. (2009). The use of SPSS in agricultural statistical analyses. [in Persian]. https://www.researchgate.net/publication/305958846

Banaei, M.H. (2017). Soil science studies and land classification in the central region of the central province. *Soil and Water Research Institute*. Document number: DF55-359. [In Persian].

Bergmann, W. (1992). Colour Atlas. Nutritional Disorders of Plants. *Gustav Fischer Verlag Jena*. https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)81989-9

Casero, T., Benavides, A., Puy, J. (2004). Recasens I. Relationships between leaf and fruit nutrients and fruit quality attributes in golden smoothee apples using multivariate regression techniques. *J. Plant Nutrition*. 27 (2):313-24. https://doi.org/10.1081/PLN-120027656

Draghi, L., Jorajuría, D., Cerrisola, C., & Márquez Delgado, L. (2005). Resistência específica do solo de um pomar frutícola relacionada ao manejo entrelinhas e intensidade de tráfego. *Engenharia Agrícola*, 25, 385-394. https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000200012

Drouneou, G. (1942). Dosage rapid, du calcaire actif des sols. *Ann Agron*. 12:441–450.

Faostat, 1977. Calcareous Soils. *FAO Soils Bulletin* 21.

Faostat, (2016). FAO Statistical Year Book. *Food and Agriculture Organization*. Publication, Rome, Italy. 307pp. http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx

Fallahi, S. (1977). Preferential soil reports of Isfahan province. *Soil and Water Research Institute of* Iran. SID.0.0t (531). [In Persian].

Farooq R.A, Khan I. (2012). Physico- Chemical Quality of Apple cv. Gala fruit Stored At Low Temprature. *FUUAST Journal of Biology* 2, 103-107. https://fuuastjb.org/index.php/fuuastjb/article/view/323

Ghasemi, A. (2002). Collection and identification of different quince genotype (*Cydonia oblonga* Mill.) in Isfahanprovince. Final Report of Research Project. *Agriculture and Natural Resources Research Center of Isfahan*, Iran123p. (in Persian with English abstract)

Goldin, A. (2001). Relation between aspect and plant distribution on calcareous soils near Missoula, *Montana Northwest Science* 3:197-203. https://hdl.handle.net/2376/936

Graph-Pad Statistics., (2020). Discriminate Analysis with SPSS Software. *Statistical tutorials and software guides.,* https://graphpad.ir/discriminate-analysis-with-spss/.php

Gunes, N.T., Dumanoglu, H.& Poyrazoglu, E.S (2012). Use of 1-MCP for keeping postharvest quality of Ekmek'quince fruit. *Acta Horticulturae*; 934: 297– 302. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.934.37

Imami, A. (1996). Plant analysis method. *The Institute of Soil and Water Research*, Technical Publication No. 982. (Vol. 1), 128 pages. (In Farsi).

Habibi, A. (2017). SPSS practical training. *Pars electronic publication*, manager. Number of pages: 200. [in Persian].

Haj- Najari, H. (2017). Atlas of fruit tree cultivars of Iran. Publisher: Agricultural Promotion, *Education and Research Organization, Agricultural Education Publication Promotion*. 232 pages. [In Persian].

Isaac, R.A.and, Kerber, J.D. (1971). Atomic absorption and flame photometry: Techniques and uses in soil plant and water analysis. In: Walsh, L.M. (ed.), Instr Method Anal Plant Tissue, pp: 17–37. *Soil Sci Soc Amer*. Madison, WI.

Ismailpour, A., Marashi, S., Omid, A.H.;; Imani, M.H.R., Azadi, P., Bouzeri, N., Haj- Najjar, H., Dastjerdi, R., Fathullah-Taleghani, D., Fleck-Rowe, K., Gulin, B & Azimi, M.H. (2016). Garden cultivars, past and future. 2019. Ministry of Agricultural Jihad, Agricultural Education and Extension Research Organization, Research Affairs Office, *Horticultural Science Research Institute*. Frost number 51965, 214 pages. [in Persian].

Jamshidi, H., Mirnaser Navidi, K., &d Momeni, A. (2014). Forty years of soil science studies at the Soil and Water Research Institute. Soil and Water Research Institute/Soil Formation, *Classification and Identification Research Department Publisher*: Agriculture Research, Education and Promotion Organization. With registration number 61-94 K. 62 pages.[in Persian].

Lekshmi, S., Rugmini, P.& Thomas, J. (1998). Characteristics of defaulters in agricultural credit use: A micro level analysis with reference to Kerala. *Indian Journal of Agricultural Economics*. 53(4):640-7.

Marschner, P. (2012). Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd Ed. *Academic Press*, San Diego, CA, USA.2012. https://www.sciencedirect.com/book/9780123849052/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants

Mirabdulbaghi, M., Tavusi, M., Abdollahi, H. & Zarghami, R. (2023). Fruit Mineral Content and Postharvest Quality of Quince (Cydonia oblonga Mill.) as Affected by Soil Lime Stress. *Erwerbs-Obstbau*, 65(6), pp.2623-2631. https://doi.org/10.1007/s10341-023-00978-6

Moradi, S., Koushesh- Saba, M., Mozafari, A.A. & Abdollahi, H. (2017) Physical and biochemical changes of some Iranian quince (Cydonia oblonga Mill) genotypes during cold storage. *J. Agric. Sci. Technol*, 19: 377-388. URI: http://hdl.handle.net/123456789/3697

Nurbakhsh, F. (1999). Soil science studies and general land classification of the central region of Isfahan province (Shahreza and Dahaghan). *Soil and Water Research Institute. technical publication*; 1095 . [In Persian].

Olsen, R.A& Sommers, L.E. (1982) In: A L Miller RH, and Kenney DR (eds.). Phosphorus in Methods of Soil Analysis, Part 2, pp: 403–30. *Soil Sci Soc Amer Inc Madison*, WI.

Pirmoradian, P. (2019). The role of root and variety in iron chlorosis caused by lime in fruit trees of temperate regions. Research Institute of Horticultural Sciences, *Temperate Fruits Research Institute*. No. 56323. This publication has been registered in the Information and Information Technology Center of the country.[in Persian].

Rasheed, M., Hussain, I., Rafiq, S., Hayat, I., Qayyum, A., Ishaq, S.& Awan, M.S. (2018). Chemical composition and antioxidant activity of quince fruit pulp collected from different locations. *Int. J. Food Prop*. 21(1):2320-2327. DOI:10.1080/10942912.2018.1514631

Radović, A., Milatović, D., Nikolić, D., Đurović, D., Đorđević, B. & Bakić, I. (2020). Changes in fruit quality of quinces during cold storage. *InIV Balkan Symposium on Fruit Growing* 1289 2020; (pp. 73-78). https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1289.11

Rodger, C.E. & Campbell. C.S. (2002). The origin of the ap¬ple subfamily (Maloideae; Rosaceae) is clarified by DNA sequence data from duplicated GBSSI genes. *American Journal of Botany, 89: 1478–1484.* https://doi.org/*10.3732/ajb.89.9.1478*

Rop, O., Balik, J., Řezníček, V., Juríková, T., Škardová, P., Salaš, P., Sochor, J., Mlček, J. & Kramářová, D. (2011). Chemical characteristics of fruits of some selected quince (Cydonia oblonga Mill.) cultivars. *Czech Journal of Food Sciences*. https://doi.org/10.17221/212/2009-CJFS

Stephanie, G**.** (2015). "Wilks' Lambda: Simple Definition" From Statistics How To.com: Elementary Statistics for the rest of us! 2015. https://www.statisticshowto.com/wilks-lambda

Tatari, M., Mahlouji, M.&, Ghorbani, E. (2019). Determination of the Appropriate Harvest Time and Storability of some Cultivars and Promising Genotypes of Quince (Cydonia oblonga Mill.) in Cold Storage Conditions. *Journal of Horticultural Science.* Vol. 33, No.4, Winter 2019, P. 639-653. https://doi.org/10.22067/jhorts4.v33i4.74752

Walky, A.& Black, I.A. (1934). An examination of the digital method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci*. 37: 29–38. https://doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003

Weibel, F., Widmer, F.&, Husistein, A. (2004). Comparison of production systems: integrated and organic apple production. Part III: Inner quality: composition and sensory. *Schweizer Zeitschrif tfür Obst- und Weinbau* 140, 10-13. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20043063973

Yamamoto, T., Kimura, T., Soejima, J., Sanada, T., Ban, Y.& Hayashi, T. (2004). Identification of quince varieties using SSR markers developed from pear and apple. *Breeding Science*, 54: 239–244. https://doi.org/10.1270/jsbbs.54.239