DOI: 10.22092/spj.2026.372051.1464

"نهال و بذر"
جلد ۴۱، شماره ۱، سال ۱۴۰۴

مقاله پژوهشی

بررسی خصوصیات رویشی، پومولوژیک و عملکرد میوه ارقام جدید و ژنوتیپ‌های امیدبخش به (*Cydonia oblonga* Mill.) در اصفهان

Study of Vegetative, Pomological and Yield Characteristics of Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) New Cultivars and Promising Genotypes in Isfahan in Iran

مشهید هناره[1*]، حسن اکبری[2] و حمید عبداللهی[3]

۱- استادیار، بخش تحقیقات زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.
۲- محقق، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.
۳- دانشیار، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۵

چکیده

هناره، م.، اکبری، ح. و عبداللهی، ح. ۱۴۰۴. بررسی خصوصیات رویشی، پومولوژیک و عملکرد میوه ارقام جدید و ژنوتیپ‌های امیدبخش به (*Cydonia oblonga* Mill.) در اصفهان. **نهال و بذر ۴۱:** ۷۰-۴۹

رقم به اصفهان به‌دلیل درشتی میوه، کیفیت عالی، عطر و طعم خاص میوه از اهمیت زیادی برخوردار است و به این لحاظ در حال حاضر رقم به غالب در کشور می‌باشد. این رقم گرچه از کیفیت میوه مطلوبی برخوردار است لیکن دارای معایبی مانند کم‌باردهی و حساسیت بالا به بیماری آتشک می‌باشد. بر این اساس، در پژوهش حاضر رشد و عملکرد ارقام جدید به ویدوجا و بهتا و ژنوتیپ‌های امیدبخش اصفهان ۲، اصفهان ۳ و اصفهان ۵ به همراه رقم به اصفهان روی دو پایه بذری به و زالزالک در شرایط اقلیمی اصفهان ارزیابی شدند. این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهید فزوه اصفهان در دو مرحله رویشی به مدت سه سال (۱۳۹۸-۱۳۹۶) و زایشی به مدت چهار سال (۱۴۰۳-۱۴۰۰) اجرا شد. نتایج نشان داد که پایه زالزالک نسبت به پایه بذری به، ارتفاع درخت را کاهش اما قطر پایه، قطر محل پیوند، قطر رقم و گسترش تاج درخت را افزایش داد. رقم بهتا و ژنوتیپ‌های اصفهان ۳ و اصفهان ۵ رشد رویشی بیشتری نسبت به ارقام و ژنوتیپ‌های دیگر داشتند. پایه زالزالک نسبت به پایه بذری به در شرایط اقلیمی اصفهان عملکردمیوه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد و این افزایش عملکرد ناشی از افزایش تعداد میوه در درخت بود چون وزن میوه تفاوتی بین دو پایه نداشت. بیشترین عملکرد میوه با ۳۰/۶ و ۳۱ کیلوگرم در درخت به‌ترتیب مربوط به رقم ویدوجا و ژنوتیپ اصفهان ۵ و کمترین عملکرد میوه با ۱۰/۵ کیلوگرم در درخت مربوط به ژنوتیپ اصفهان ۲ بود.

واژه‌های کلیدی: به، اسید قابل تیتر میوه، تعداد میوه در درخت، عملکرد میوه در درخت، شاخص طعم میوه.

* نگارنده مسئول: mashhidh@gmail.com تلفن: ۰۴۴۳۲۷۲۲۲۲۵

2025© Seed and Plant. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.

مقدمه

خاستگاه درخت به (*Cydonia oblonga* Mill.)، اروپای جنوب شرقی و آسیای صغیر است و مراکز انتشار آن، ایران، افغانستان و اروپای جنوبی می‌باشد. برخی از پژوهشگران ایران و ترکمنستان را خاستگاه این گونه می‌دانند(Abdollahi, 2019). کشور ایران یکی از کشورهای مهم تولیدکننده محصول به در جهان به شمار می‌رود (Tatari, 2023). از کل مقدار تولید میوه به در دنیا (۶۸۷ هزار تن)، کشور ایران با تولید بیش از ۹۰/۵ هزار تن، پس از کشورهای ترکیه (۱۹۲/۲ هزار تن)، چین (۱۱۱/۶ هزار تن) و ازبکستان (۹۵/۷ هزار تن) بیشترین تولید این محصول را به خود اختصاص داده است (FAO, 2023). هرچند ایران به‌عنوان یکی از تولیدکنندگان عمده این محصول در جهان محسوب می‌شود. اما از لحاظ میانگین عملکرد میوه این محصول ایران با ۱۱/۴ تن در هکتار پس از ترکیه با ۲۵/۴ تن در هکتار و ازبکستان ۱۷/۱ تن در هکتار در رتبه سوم قرار دارد (FAO, 2023).

مقدار عملکرد میوه به عوامل مختلف از جمله عوامل رقم، پایه، به‌باغی و سایر موارد بستگی دارد. نقش رقم در عملکرد میوه و تولید محصولات باغبانی بسیار حائز اهمیت است. رقم علاوه بر عملکرد میوه، در مقاومت به آفات و بیماری‌ها، کیفیت میوه، انبارمانی و سایر موارد نقش اساسی دارد. گزینش و ارزیابی ارقام برتر، یکی از برنامه‌های اصلی به‌نژادی درختان میوه است (Henareh and Hasani, 2018).

ارقام به اصفهان، گورتون، نیشابور و ترش آذربایجان از جمله ارقام عمده به در داخل کشور ایران از سال‌های دور بوده‌اند. در بین این ارقام، به اصفهان بیشتر از سایر ارقام مورد استقبال باغداران قرار گرفته است و در حال حاضر رقم به عمده تجاری کشور است. این رقم گرچه از کیفیت میوه مطلوبی برخوردار است، لیکن دارای معایبی مانند کم‌باردهی، هرس‌پذیری کم، عادت باردهی نامطلوب و حساسیت بالا به بیماری آتشک است (Abdollahi, 2023).

در دهه اخیر ارقام ویدوجا و بهتا توسط پژوهشگران معرفی شده‌اند. مهمترین صفت شاخص رقم به ویدوجا عملکرد میوه بالای آن است که ناشی از عادت رشد بسیار مطلوب درخت می‌باشد. این رقم دارای قدرت اسپورزائی در کل طول بازو است و با انجام هرس صحیح و مناسب (به فرم محور مرکزی) و اجتناب از ایجاد رقابت بین اندام‌های رویشی و زایشی در کل طول بازو، عملکرد میوه آن افزایش می یابد. این رقم تحمل بهتری نسبت به بیماری آتشک نشان داده است (Abdollahi, 2023). رقم به بهتا در مقایسه با رقم به اصفهان دارای عادت رشد مطلوب‌تر و در نتیجه عملکرد میوه بالاتری می‌باشد و در مقایسه با رقم ویدوجا از کیفیت میوه بهتری برخوردار است (Abdollahi *et al*., 2019). رقم ویدوجا در سال‌های اخیر در سطح گسترده‌تری در باغ‌های به الگویی در اختیار باغداران قرار گرفته است.

در صنعت میوه‌کاری نیمی از پیکره درخت را پایه تشکیل می‌دهد. پایه در درختان میوه در ایجاد مقاومت به بیماری، کنترل رشد، باردهی،

تغذیه، مقاومت به سرما و خشکی و سایر تنش‌های محیطی تاثیر زیادی دارد. تغییرات آب و هوایی اهمیت پایه را در کشت و توسعه باغات میوه بیشتر نمایان کرده است. میوه‌کاری مدرن و صنعتی امروزه مستلزم استفاده از پایه‌های اصلاح شده و سازگار با شرایط محیطی و تنش‌هاست (Henareh and Tatari, 2022).

پایه‌های بذری به، زالزالک و پایه‌های رویشی کوینس BA29, A, B, C برای درخت به مورد استفاده قرار می‌گیرند که در کشور ایران، ارقام به بیشتر بر روی دو پایه بذری به و زالزالک پیوند می‌شوند. در ایران ۱۵ گونه زالزالک به‌طور وحشی در مناطق جنگلی و ارتفاعات استان های شمال و شمال غرب و غرب و حتی نواحی استپی استان‌های نواحی مرکزی وجود دارند (Abdollahi *et al*., 2012). در مناطق به خیز کشور مانند اصفهان به دلایل شرایط خاص منطقه بیشتر از پایه زالزالک برای احداث باغات به استفاده می‌شود. به‌طور معمول گونه‌های زالزالک موجود در طبیعت،از تحمل مطلوبی به خشکی و شوری برخوردارند و در خاک‌های آهکی کارآیی بالاتری در جذب آهن دارد که خصوصیات فوق لزوم استفاده از این پایه برای احداث باغات به در بعضی مناطق کشور را ضروری می‌کند (Mohammadi and Rabiei, 2024; Baninasab *et al*., 2015).

هدف از این پژوهش بررسی سازگاری و مطالعه رشد و باردهی ارقام جدید و ژنوتیپ‌های امیدبخش به، که بر روی پایه بذری به و زالزالک پیوند شدند، در شرایط خاکی و اقلیمی اصفهان بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

برای اجرای این پژوهش، پیوندک ارقام به ویدوجا، بهتا، اصفهان و ژنوتیپ‌های امیدبخش اصفهان ۲، اصفهان ۳ و اصفهان ۵ روی دو پایه بذری به و زالزالک در اصفهان در خزانه در شهریور ۱۳۹۴ پیوند شدند. نهال‌های پیوندی در فروردین ماه سال ۱۳۹۵ سربرداری و بعد از رشد کافی در اوایل فروردین ۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهید فزوه اصفهان کشت شدند. بعد از کشت نهال‌ها در ارتفاع ۸۰ سانتی‌متری از سطح خاک سربرداری شدند.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و سه درخت در هر تکرار اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل رقم و ژنوتیپ در شش سطح و پایه در دو سطح بود. فاصله بین ردیف‌ها چهار متر و فاصله درختان در ردیف سه متر در نظر گرفته شد. این پژوهش در دو مرحله رویشی و زایشی انجام شد. کنترل علف‌های هرز، آبیاری، کوددهی و سایر عملیات به‌باغی برای کلیه درختان به‌طور یکسان انجام شد. کوددهی بر اساس آزمون خاک و بصورت چالکود و محلول‌پاشی بود و آبیاری بصورت قطره‌ای انجام شد.

صفات رویشی

برای ارزیابی صفات در مرحله رویشی درختان به‌مدت سه سال (۱۳۹۸-۱۳۹۶)، هر سال

پس از خزان طبیعی درختان، قطر پایه در ده سانتی‌متری پائینتر از محل پیوند، قطر محل پیوند، قطر رقم یا ژنوتیپ در ده سانتی‌متری بالای محل پیوند با کولیس، ارتفاع درخت، طول شاخه سال جاری، طول میانگره شاخه‌ها، سطح گسترش تاج درخت با متر نواری اندازه‌گیری شد.

صفات زایشی

در مرحله زایشی درختان به مدت چهار سال (۱۴۰۳-۱۴۰۰)، در هر سال در زمان برداشت، تعداد میوه در درخت، وزن میوه، طول و عرض میوه، مواد جامد محلول میوه، pH میوه، اسید قابل تیتراسیون میوه، شاخص طعم میوه و عملکرد میوه در درخت ارقام و ژنوتیپ‌های به اندازه‌گیری شد. پس از رسیدن میوه، محصول هر یک از ارقام و ژنوتیپ‌های به مورد بررسی در هر یک از کرت‌های آزمایشی به‌طور جداگانه برداشت و توزین و بر حسب عملکرد میوه درخت محاسبه و استفاده شد.

برای بررسی خصوصیات کمی و کیفیت میوه، از میوه‌های هر رقم و ژنوتیپ در هر کرت و تکرار به‌طور جداگانه نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. وزن میوه با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت یکصدم گرم، طول و عرض میوه بر حسب سانتی‌متر با استفاده از کولیس محاسبه شدند. اسید قابل تیتر با تیتر کردن سود ۰/۱ نرمال و بر حسب اسید مالیک، طبق رابطه ۱ اندازه‌گیری شد.

رابطه ۱ $TA\% = [(V \times N \times EqMA)/Y) \times 100]$

در این رابطه، TA اسید قابل تیتر نمونه بر حسب اسید مالیک، V حجم سود مصرفی برای تیتراسیون بر حسب میلی لیتر، N نرمالیته سود مصرفی، Y حجم نمونه بر حسب میلی لیتر و EqMA اکی‌والان اسید غالب به (اکی‌والان اسید مالیک = ۶۷)، می باشند (Tatari, 2021). شاخص طعم میوه از تقسیم مواد جامد محلول بر اسید قابل تیتر به دست آمد (Tatari, 2023). مواد جامد محلول (Total soluble solids = TSS) با رفراکتومتر مدل DDR18416 و pH عصاره میوه به وسیله pH متر مدل Methrohm691 اندازه‌گیری و یادداشت برداری های لازم انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات بر اساس موازین آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم افزار MSTATC تجزیه واریانس شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده آزمون توکی انجام شد.

نتایج و بحث

صفات رویشی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان دا که اثر سال بر کلیه صفات رویشی مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد کعنی دار بود (جدول ۱). با افزایش سن درخت، ارتفاع درخت، قطر پایه، قطر محل پیوند، قطر رقم یا ژنوتیپ درخت و عرض تاج درخت افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). بیشترین افزایش ارتفاع درخت در سال اول با ۶۷ سانتی‌متر بود. بیشترین افزایش گسترش تاج درخت با ۵۹ سانتی‌متر در سال اول و کمترین آن با ۱۴

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب برای صفات رویشی ارقام و ژنوتیپ‌های به پیوند شده روی دو پایه به و زالزالک

Table 1. Combined analysis of variance for vegetative traits of quince cultivars and genotypes grafted on two quince and hawthorn rootstocks

			Mean Squares میانگین مربعات						
S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	ارتفاع درخت Tree height	قطر پایه Rootstock diameter	قطر محل پیوند Grafting site diameter	قطر رقم Cultivar diameter	طول شاخه Shoot length	طول میانگره Internode length	تاج درخت Tree canopy
Year (Y)	سال	2	19139.40**	23.390**	31.46**	41.001**	122.14	3.172**	2.169**
Replication/Y	تکرار/سال	6	220.54	0.073	0.054	0.179	55.73	0.031	0.014
Rootstock (R)	پایه	1	1114.90**	0.239**	0.086*	0.223**	16.02	0.001	1.249**
Y × R	سال × پایه	2	274.04**	0.073*	0.076*	0.063**	8.66	0.019*	0.037**
Cultivar (C)	رقم	5	826.83**	0.404**	0.916**	0.111**	176.91**	0.101**	0.009
Y × C	سال × رقم	10	209.05**	0.021	0.116**	0.013	27.46	0.026	0.018
R × C	پایه × رقم	5	23.49	0.017	0.007	0.009	13.38	0.005	0.001
Y × R × C	سال × پایه × رقم	10	82.54	0.019	0.008	0.004	11.25	0.007	0.003
Error	اشتباه	66	40.91	0.023	0.019	0.009	20.42	0.025	0.005
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		3.81	4.83	3.86	3.48	8.61	7.21	8.66

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

* و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سال، پایه و رقم بر صفات رویشی ارقام و ژنوتیپ‌های به پیوند شده روی دو پایه به و زالزالک

Table 2. Mean comparison of the effect of year, rootstock and cultivar on vegetative traits of quince cultivars and genotypes grafted on two quince and hawthorn rootstocks

		ارتفاع درخت (متر) Tree height (m)	قطر پایه (سانتی‌متر) Rootstock diameter (cm)	قطر محل پیوند (سانتی‌متر) Grafting site diameter (cm)	قطر رقم (سانتی‌متر) Cultivar diameter (cm)	طول شاخه (سانتی‌متر) Shoot length (cm)	تاج درخت (متر) Tree canopy (m)	طول میانگره (سانتی‌متر) Internode length (cm)
				Year	سال			
2017	۱۳۹۶	1.47c	2.38c	2.62c	1.68c	53.6	0.59c	1.86b
2018	۱۳۹۷	1.64b	2.94b	3.51b	2.67b	50.3	0.73b	2.29a
2019	۱۳۹۸	1.93a	4.0a	4.49a	3.81a	53.5	1.07a	2.43a
				Rootstock	پایه			
Quince	به	1.71a	3.06b	3.51b	2.58b	52.1	0.75b	2.2
Hawthorn	زالزالک	1.64b	3.35a	3.78a	2.87a	52.8	0.85a	2.2
				Cultivar	رقم			
Isfahan	اصفهان	1.62b	2.97b	3.34b	2.65b	49.3c	0.82	2.11b
Viduja	ویدوجا	1.63b	3.00b	3.32b	2.66b	49.8bc	0.81	2.13ab
Isfahan 2	اصفهان ۲	1.61b	2.95b	3.35b	2.64b	50bc	0.83	2.14ab
Isfahan 3	اصفهان ۳	1.75a	3.23a	3.74a	2.80a	55.5a	0.79	2.26a
Behta	بهتا	1.75a	3.24a	3.79a	2.77a	54.7ab	0.78	2.27a
Isfahan 5	اصفهان ۵	1.73a	3.26a	3.71a	2.80a	55.7a	0.77	2.26a

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Tukey Test.

سانتی‌متر در سال دوم مشاهده شد. در رابطه با صفت طول میانگره که تا حدودی از خصوصیات وابسته به رقم است، بین سال‌های مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (Abdollahi and Mohamadi Gramaroudi, 2019). طول میانگره در سال اول کاهش معنی‌داری نسبت به سال دوم و سوم داشت (جدول ۲).

تفاوت صفات رویشی در سه سال متوالی ناشی از رشد درختان و تغییر تدریجی این صفات است. عوامل محیطی مانند میزان نور، مقدار Co_2، مقدار دما و رطوبت از سالی به سال دیگر می‌تواند متغیر باشد و این تغییرات بر شاخص‌های رشد تاثیر می‌گذارد (Aslani *et al.*, 2013). در پژوهشی رشد چهار رقم تجاری گلابی پیوند شده روی پایه نیمه پاکوتاه پیرودوارف به مدت سه سال متوالی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای کلیه صفات رویشی مورد مطالعه شامل قطر پایه، قطر پیوندک، ارتفاع درخت، طول میانگره، تعداد شاخه، رشد سالیانه شاخه و زاویه شاخه تفاوت معنی‌داری بین سه سال مشاهده گردید (Abdollahi and Mohamadi Gramaroudi, 2019).

اثر پایه بر کلیه صفات رویشی مورد مطالعه درختان به غیر از طول شاخه سال جاری و طول میانگره معنی‌داری بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارتفاع درختان در پایه بذری به (۱/۷۱ متر) بیشتر از پایه زالزالک (۱/۶۴ متر) بود ولی پایه زالزالک در قطر پایه، قطر محل پیوند، قطر رقم یا ژنوتیپ و گسترش عرض تاج درخت رشد بیشتری به ارقام و ژنوتیپ‌ها القا کرد (جدول ۲). ارتفاع، حجم و محیط تنه مهمترین شاخص‌های رشدی درخت محسوب می‌شوند که متأثر از برهمکنش قدرت رشد رقم × پایه هستند (Atashkar *et al*., 2021). یکی از اهداف مهم در کشت درختان میوه استفاده از پایه‌ها و ارقام کم رشد و پاکوتاه می‌باشد تا از این طریق شاهد احداث باغات متراکم باشیم. تاج گسترده در درختان میوه از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد و عامل اثرگذار بر تسهیل هرس، شکل‌دهی درخت و حتی زودباردهی درخت است. نوع پایه و رقم می‌تواند بر شاخص گسترش تاج درخت تاثیر بگذارد.

برهمکنش سال × پایه بر کلیه صفات مورد مطالعه بجز طول شاخه سال جاری معنی‌دار بود. ارتفاع درخت در سال سوم در درختان پیوند شده بر روی پایه بذری به نسبت به پایه زالزالک افزایش معنی‌داری داشت اما در دو سال بعد تفاوت چشمگیری بین دو پایه مشاهده نگردید (شکل ۱-A). قطر پایه، قطر محل پیوند و قطر رقم/ژنوتیپ در سال سوم در درختان پیوند شده بر روی پایه زالزالک نسبت به پایه به افزایش معنی‌داری داشت، اما در دو سال دیگر تفاوت چشمگیری از این لحاظ بین دو پایه مشاهده نشد (اشکال ۱-B، C و D).

برهمکنش سال × پایه بر طول میانگره و عرض تاج درخت معنی دار بود (جدول ۱). در سال اول در درختان پیوند شده بر روی پایه زالزالک نسبت به پایه به افزایش معنی‌داری

داشت، ولی در دو سال دیگر تفاوت معنی‌داری از این لحاظ بین دو پایه مشاهده نشد (شکل ۱-E). عرض گسترش تاج در سال‌های اول و سوم در درختان پیوند شده بر روی پایه زالزالک نسبت پایه به افزایش معنی‌داری نشان داد، اما در سال دوم تفاوتی مشاهده نشد، بیشترین گسترش تاج درخت با ۱/۱۴ متر در سال سوم در ارقام و ژنوتیپ‌های پیوند شده بر روی پایه زالزالک ثبت شد (شکل ۱-F).

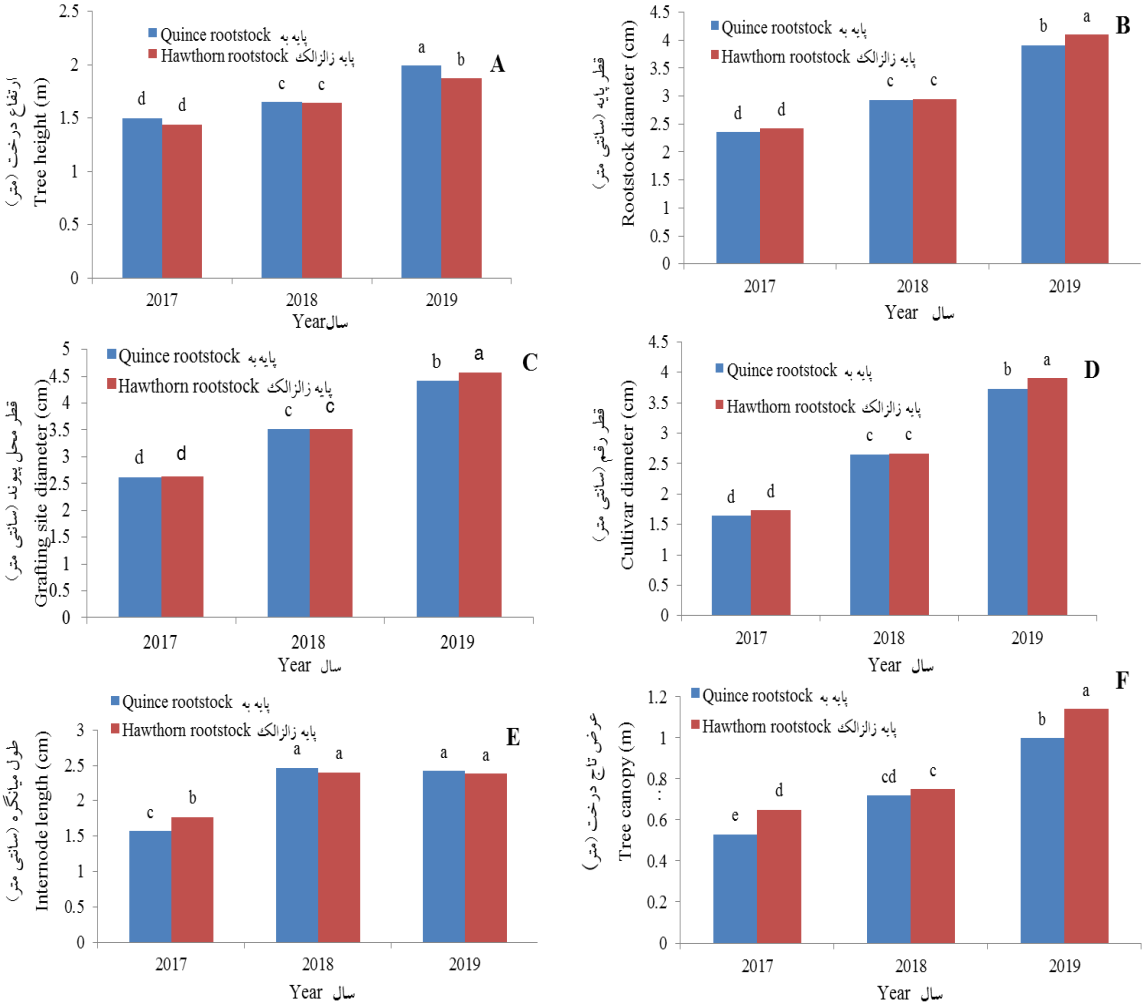
ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این پژوهش به غیر از گسترش تاج درخت در سایر صفات تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها داده‌ها نشان داد که در همه این شاخص‌ها رقم بهتا و ژنوتیپ‌های اصفهان ۳ و اصفهان ۵ رشد بیشتری نسبت به ارقام و ژنوتیپ‌های دیگر داشتند (جدول ۲). در همه ارقام و ژنوتیپ‌ها، قطر محل پیوند بیشتر از قطر پایه و قطر پایه بیشتر از قطر رقم بود. دامنه تغییرات برای ارتفاع درخت ۱/۷۵-۱/۶۱ متر و طول شاخه سال جاری۵۵/۷-۴۹/۳ سانتی‌متر در ارقام و ژنوتیپ‌ها ثبت شد.

در پژوهشی درختان به سه ساله ارقام اشمه و لیمون بر روی پایه بذری به‌ترتیب دارای ارتفاع ۲۷۶ و ۲۸۰ سانتی‌متر بودند (Ozturk *et al.*, 2022). بیشترین طول میانگره با ۲/۲۷ میلی‌متر در رقم بهتا و کمترین آن با ۲/۱۱ میلی‌متر در رقم اصفهان ثبت شد. در مطالعه ۳۰ ژنوتیپ به جمع‌آوری شده از استان‌های اصفهان، خراسان و گیلان، طول میانگره بین ۱/۸۲ تا ۲/۸۶ میلی‌متر متغیر بود. این شاخص از نظر همبستگی با تحمل به بیماری آتشک در درختان دانه‌دار از جمله سیب دارای اهمیت است (Alipour *et al.*, 2014).

برهمکنش سال × رقم/ژنوتیپ بر صفات ارتفاع درخت و قطر محل پیوند، عرض گسترش تاج درخت معنی‌دار بود (جدول ۱). ارتفاع درخت در ارقام و ژنوتیپ‌ها فقط در سال سوم تفاوت معنی‌داری با هم داشت بطوریکه در این سال ارتفاع درخت در رقم بهتا و ژنوتیپ‌های اصفهان ۳ و اصفهان ۵ بطور معنی‌داری بیشتر از ارقام و ژنوتیپ‌های دیگر بود (شکل ۲-A). قطر محل پیوند در سال‌های دوم و سوم در رقم بهتا و ژنوتیپ‌های اصفهان ۳ و اصفهان ۵ بیشتر از ارقام و ژنوتیپ‌های دیگر ثبت شد (شکل ۲-B).

صفات و عملکرد میوه

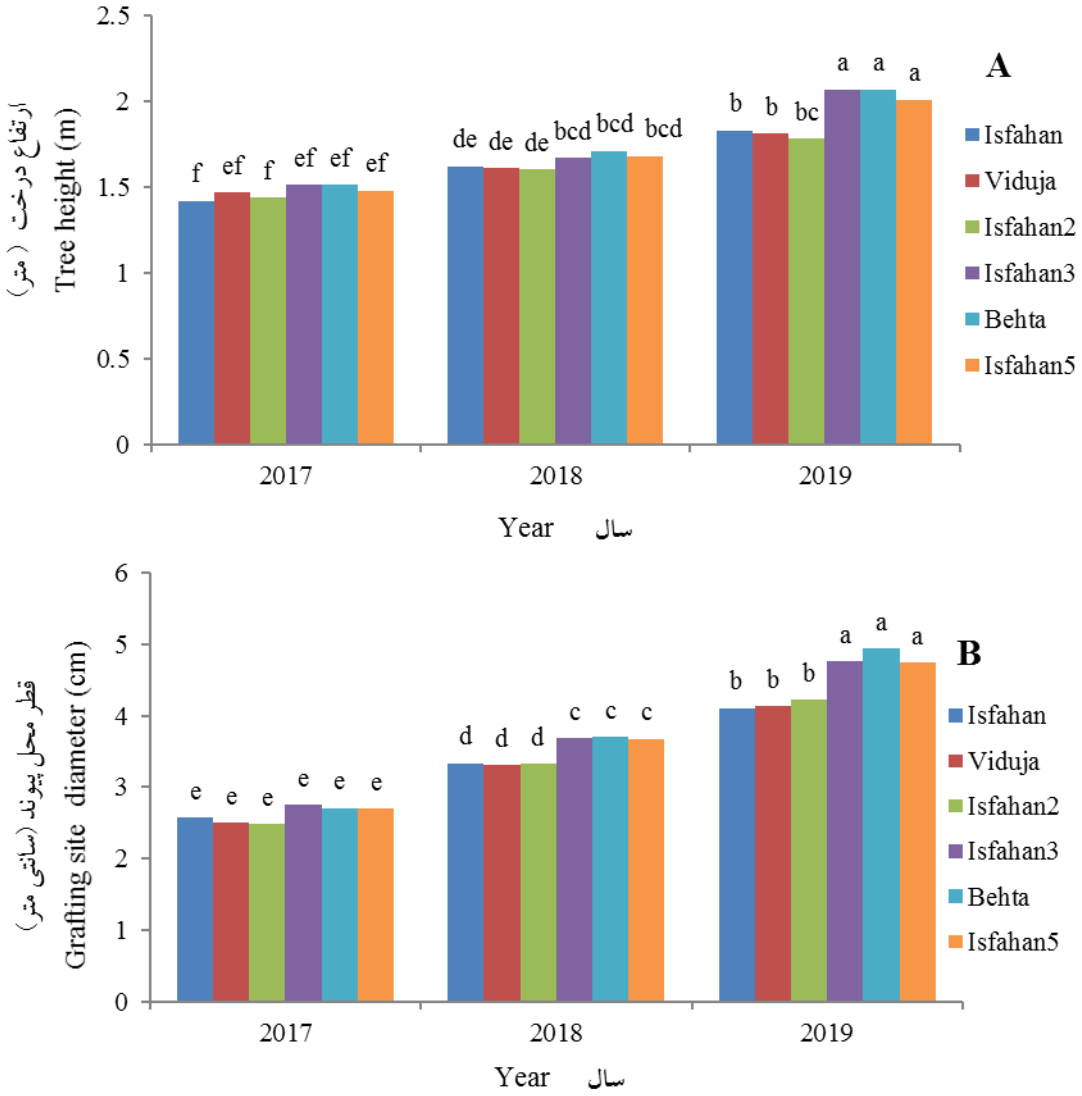
تجزیه مرکب واریانس داده چهار سال نشان داد که اثر سال بر کلیه صفات مورد مطالعه بجز وزن میوه و مواد جامد محلول میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سن درخت، افزایش تعداد میوه در درخت معنی‌داری بود. دامنه تغییرات تعداد میوه در سال بین ۱۲۳/۶ عدد (سال چهارم) تا ۵۸/۲ عدد (سال اول) بود. بیشترین طول میوه مربوط به سال اول بود که با سال دوم و سوم تفاوت معنی‌داری نداشت اما با سال چهارم تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۴).



شکل ۱- برهمکنش سال × پایه بر ارتفاع درخت (A)، قطر پایه (B)، قطر محل پیوند (C)، قطر رقم (D)، طول میانگره (E) و عرض تاج درخت (F) ارقام و ژنوتیپ‌های به. ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Fig. 1. Year × rootstock interaction effect on tree height (A), rootstock diameter (B), grafting site diameter (C), cultivar diameter (D), internode length (E) and tree canopy (F) of quince cultivar and genotypes. Columns with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Tukey Test.

بیشترین عرض میوه در سال اول و دوم ثبت شد و با دو سال دیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. علت اینکه ابعاد میوه در سال‌های اول بیشتر بوده بخاطر تعداد میوه کمتر بود (جدول ۴). با افزایش سن درخت، عملکرد میوه در درخت افزایش یافت (جدول ۴). بیشترین عملکرد میوه در درخت با ۲۷/۶ کیلوگرم در سال چهارم و کمترین آن با ۱۳/۶ کیلوگرم در سال اول بدست آمد، تفاوت معنی‌داری بین سال سوم و چهارم در عملکرد مشاهده نشد.



شـــکل ۲- برهمکنش ســـال × رقم بر ارتفاع درخت (A) و قطر محل پیوند (B) ارقام و ژنوتیپ‌های به. ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Fig. 2. Year × cultivar interaction effect on tree height (A) and grafting site diameter (B) of quince cultivars and genotypes. Columns with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Tukey Test.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب برای صفات میوه و عملکردمیوه در ارقام و ژنوتیپ‌های به پیوند شده روی دو پایه به و زالزالک

Table 3. Combined analysis for fruit characteristics and fruit yield of quince cultivars and genotypes grafted on two quince and hawthorn rootstocks

			Mean Squares میانگین مربعات								
S.O.V.	منع تغییرات	درجه آزادی df.	تعداد میوه در درخت Fruits no. tree^{-1}	وزن میوه Fruit weight	طول میوه Fruit length	عرض میوه Fruit width	عملکرد میوه در درخت Fruit yield tree^{-1}	مواد جامد محلول TSS	اسیدیته pH	اسیدیته قابل تیتر میوه TA	شاخص طعم میوه Fruit taste index
Year (Y)	سال	3	26946.700**	2174.570	3.196**	3.134**	1223.9**	0.653	1.091**	0.071**	322.78**
Replication/Y	تکرار/سال	8	112.965	1423.797	0.236	0.012	36.627	2.303	0.066	0.019	97.307
Rootstock (R)	پایه	1	4323.060**	2361.960	0.502	0.071	462.960**	1.210*	0.960**	0.018	1.133
Y×R	سال× پایه	3	31.674	841.151	0.003	0.009	17.529	0.537	0.039	0.003	0.982
Cultivar (C)	رقم	5	63502. 000**	155338.7**	28.6536**	30.900**	1566. 1000**	34.323**	2.282**	1.478**	2436.360**
Y×C	سال × رقم	15	800.880**	852.119	0.027	0.026	43.703**	0.500*	0.011	0.014*	47.783
R×C	پایه × رقم	5	99.479	804.671	0.107	0.142	17.878	0.690	0.070	0.014	35.251
Y×R×C	سال × پایه × رقم	15	56.068	1300.199	0.073	0.053	15.998	0.196	0.011	0.002	7.414
Error	اشتباه	88	93.430	1044.665	0.058	0.071	14.588	0.280	0.051	0.008	27.401
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		10.39	12.78	3.26	3.51	17.94	3.18	5.88	12.72	18.59

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

۴- مقایسه میانگین اثر سال، پایه و رقم بر صفات میوه و عملکردمیوه ارقام و ژنوتیپ‌های به پیوند شده روی دو پایه به و زالزالک

Table 4. Mean comparison of the effect of year, rootstock and cultivar on fruit traits andfruit yield of quince cultivars and genotypes grafted on two quince and hawthorn rootstocks in four years

		تعداد میوه در درخت Fruits no. tree^{-1}	وزن میوه Fruit weight	طول میوه Fruit length	عرض میوه Fruit width	عملکرد میوه در درخت Fruit yield tree^{-1}	مواد جامد محلول TSS	اسیدیته pH	اسیدیته قابل تیتر میوه TA	شاخص طعم میوه Fruit taste index
						Year سال				
2021	۱۴۰۰	58.26d	260.6a	7. 8a	7.9a	13.6c	16.8a	3.77ab	0.65b	30.4a
2022	۱۴۰۱	88.6c	257.2a	7. 5ab	7.8a	20.8b	16.5a	3.95a	0.65b	30.2a
2023	۱۴۰۲	102b	251.4a	7.4ab	7.4b	23.1ab	16.7a	4a	0.69ab	28a
2024	۱۴۰۳	123. 6a	242.9a	7c	7.3b	27.6a	16.5a	3.61b	0.74a	24b
						Rootstock پایه				
Quince	به	87.6b	248. 8a	7.5a	7.6a	19.8b	16.8a	3.35b	0.69a	28.2a
Hawthorn	زالزالک	98.5a	257a	7.4a	7.5a	23.1a	16.1b	3.91a	0.67a	28a
						Cultivar رقم				
Isfahan	اصفهان	56.1b	352.2a	8.5a	9.1a	19.6b	17.9a	4.18a	0.5d	36.2a
Viduja	ویدوجا	159.2a	194.1c	6.6d	7.3b	30.6a	17.8a	4.11ab	0.5d	36.8a
Isfahan2	اصفهان ۲	63.5b	166.5c	5.8e	6.5c	10.5c	16b	3.77c	0.51d	33.5a
Isfahan3	اصفهان ۳	63.6b	268b	8b	7.2b	17b	15.4c	3.33d	1.07a	14.4b
Behta	بهتا	56.5b	342.2a	8.5a	8.8a	19.1b	17.5a	3.92bc	0.59c	30.2a
Isfahan5	اصفهان ۵	155.4a	194.5c	7.1c	6.5c	31a	15.4c	3.69c	0.92c	16.8b

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Tukey Test.

اسیدیته (pH) میوه از ۳/۶۱ (سال چهارم) تا ۴ (سال سوم) متغییر بود و این تفاوت معنی‌دار بود. بیشترین اسیدیته میوه بر حست اسید مالیک ۰/۷۴ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه در سال چهارم مشاهده شد و با سال اول و دوم تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). کمترین شاخص طعم میوه (۲۴) در سال چهارم ثبت شد و با سه سال دیگر تفاوت معنی‌داری داشت. تفاوت این صفات در چهار سال متوالی ناشی از رشد درختان و تغییر تدریجی این صفات است. عوامل محیطی مانند میزان نور، مقدار Co_2، مقدار دما و رطوبت از سالی به سال دیگر می‌تواند متغیر باشد و این تغییرات بر باردهی و صفات میوه تاثیر می‌گذارد. تغییرات اقلیمی از سالی به سال دیگر، می‌تواند بر میزان تشکیل میوه (فروت ست)، مقدار ریزش میوه، رشد و اندازه میوه و در نتیجه عملکرد نهایی درخت و همچنین صفات کیفی میوه مانند اسیدیته میوه و حتی طعم و مزه میوه اثرگذار باشد (Aslani *et al*., 2013).

اثر پایه بر تعداد میوه در درخت، عملکرد، مواد جامد محلول و pH میوه ارقام و ژنوتیپ‌های به معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین ها نشان داد که پایه زالزالک نسبت به پایه بذری به در شرایط اقلیمی اصفهان تعداد میوه را ۱۲/۴٪، عملکرد میوه را ۱۸/۵٪، pH میوه را ۵/۶٪ افزایش و مواد جامد محلول میوه را ۴/۳٪ را کاهش داد (جدول ۴). تعداد میوه در درخت و وزن میوه از اجزای مهم عملکرد میوه در درخت می‌باشند. نوع پایه اثر معنی‌داری بر تعداد میوه در درخت داشت. ولی وزن، ابعاد و شکل میوه تحت تاثیر پایه قرار نگرفت. تاثیر پایه در تعداد میوه در درخت، عملکرد میوه درخت را نیز تحت تاثیر قرار داد و ارقام و ژنوتیپ‌های پیوند شده روی دو پایه بذری به و زالزالک میزان عملکرد متفاوتی داشتند (جدول ۴). نوع پایه می‌تواند بر انتقال عناصر غذایی، کربوهیدرات‌ها و تنظیم کننده‌های رشد بین ریشه و شاخه‌ها اثرگذار باشد و رشد و باردهی گیاه را تحت تاثیر قرار دهد (Tatari *et al*., 2016).

ارقام و ژنوتیپ‌های به از نظر عملکرد میوه در درخت و همه صفات میوه بررسی شده تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد میوه در درخت در رقم ویدوجا و ژنوتیپ اصفهان ۵ به‌ترتیب با ۱۵۹/۲ و ۱۵۵/۴ عدد ثبت شد و با سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۴). ارقام به اصفهان و بهتا به‌ترتیب با ۵۶/۱ و ۵۶/۵ عدد دارای کمترین تعداد میوه بودند. بیشترین وزن میوه با ۳۵۲/۲ و ۳۴۲/۲ گرم به‌ترتیب در ارقام به اصفهان و بهتا مشاهده شد و با سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۴).

در ایران میوه به بیشتر برای فرآوری مورد استفاده قرار می‌گیرد و به مقدار کمی برای تازه‌خوری نیز استفاده می‌شود. در مصرف تازه‌خوری میوه‌ای با سایز بزرگ مورد پسند می‌باشد. در پژوهش‌های مختلف، میانگین

وزن میوه در ارقام مختلف به ۵۷۳-۸۸ گرم (Pinar *et al*., 2016)، ۶۳/۷۴ تا ۱۳۵/۵۳۰ گرم (Koc and Keles, 2018) و ۳۷۷/۹۳-۳۳۴/۹۱ گرم (Ozturk *et al*., 2022) گزارش شده است.

بیشترین طول میوه با ۸/۵ سانتی‌متر در ارقام به اصفهان و بهتا و کمترین آن با ۵/۸ سانتی‌متر در ژنوتیپ اصفهان ۲ ثبت شد (جدول ۴). صفت عرض میوه در ارتباط با مقادیر حدکثر و حداقل، تقریباً از الگوی مشابه حداکثر و حداقل طول میوه پیروی کرد. ارقام به اصفهان با ۹/۱ سانتی‌متر و بهتا با ۸/۸ سانتی‌متر دارای بیشترین عرض میوه بودند و ژنوتیپ‌های اصفهان ۲ و اصفهان ۵ با ۶/۵ سانتی‌متر دارای کمترین عرض میوه بودند. در ارقام به صربستان، بیشترین (۸۱/۳۰ میلی‌متر) و کمترین (۷۹/۸۰ میلی‌متر) طول میوه به ترتیب برای ارقام Leskovacka و Asenica و عرض میوه بین ۸۱/۶۷ میلی‌متر در رقم Hemus تا ۸۵/۸۸ میلی‌متر در رقم Asenica گزارش شد (Paunovic *et al*., 2025).

دامنه تغییرات قابل توجهی در عملکرد میوه در درخت بین ارقام و ژنوتیپ‌های به مورد مطالعه مشاهده شد، به‌طوریکه بیشترین عملکرد میوه درخت با ۳۰/۶ و ۳۱ کیلوگرم به‌ترتیب مربوط به رقم به ویدوجا و ژنوتیپ اصفهان ۵ بود که با سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۴). عملکرد میوه در درخت این رقم و ژنوتیپ نسبت به عملکرد میوه در درخت رقم غالب کشور یعنی به اصفهان به ترتیب ۵۶/۱ و ۵۸/۲ درصد افزایش نشان داد و این افزایش عملکرد میوه در درخت ناشی از تعداد میوه در درخت بوده نه وزن میوه. ژنوتیپ اصفهان ۲ با ۱۰/۵ کیلوگرم کمترین عملکرد میوه در درخت را داشت (جدول ۴).

بیشترین مواد جامد محلول با ۱۷/۹ درجه بریکس در رقم اصفهان و کمترین این شاخص با ۱۵/۴ درجه بریکس در ژنوتیپ‌های اصفهان ۳ و ۵ مشاهده شد. در پژوهشی ویژگی‌های شیمیایی، مورفولوژیکی و ارگانولپتیکی پنج ژنوتیپ در اسپانیا بررسی شد. ارزیابی این ژنوتیپ‌ها نشان داد که میزان مواد جامد محلول بین۱۴/۷ تا ۱۱/۵ درجه بریکس متغیر بود (Rodriguez-Guisado *et al*., 2009). در پژوهش حاضر اسیدیته (pH) میوه در ارقام و ژنوتیپ‌های به مورد مطالعه از دامنه تغییراتی بین ۳/۳۳ تا ۴/۱۸ برخوردار بود. ژنوتیپ‌های اصفهان ۳ با داشتن مقدار اسیدیته قابل تیتر میوه ۱/۰۷ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه بر حسب اسید مالیک دارای بیشترین مقدار این شاخص بود و با بقیه ارقام و ژنوتیپ‌ها به مورد ارزیابی تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۴).

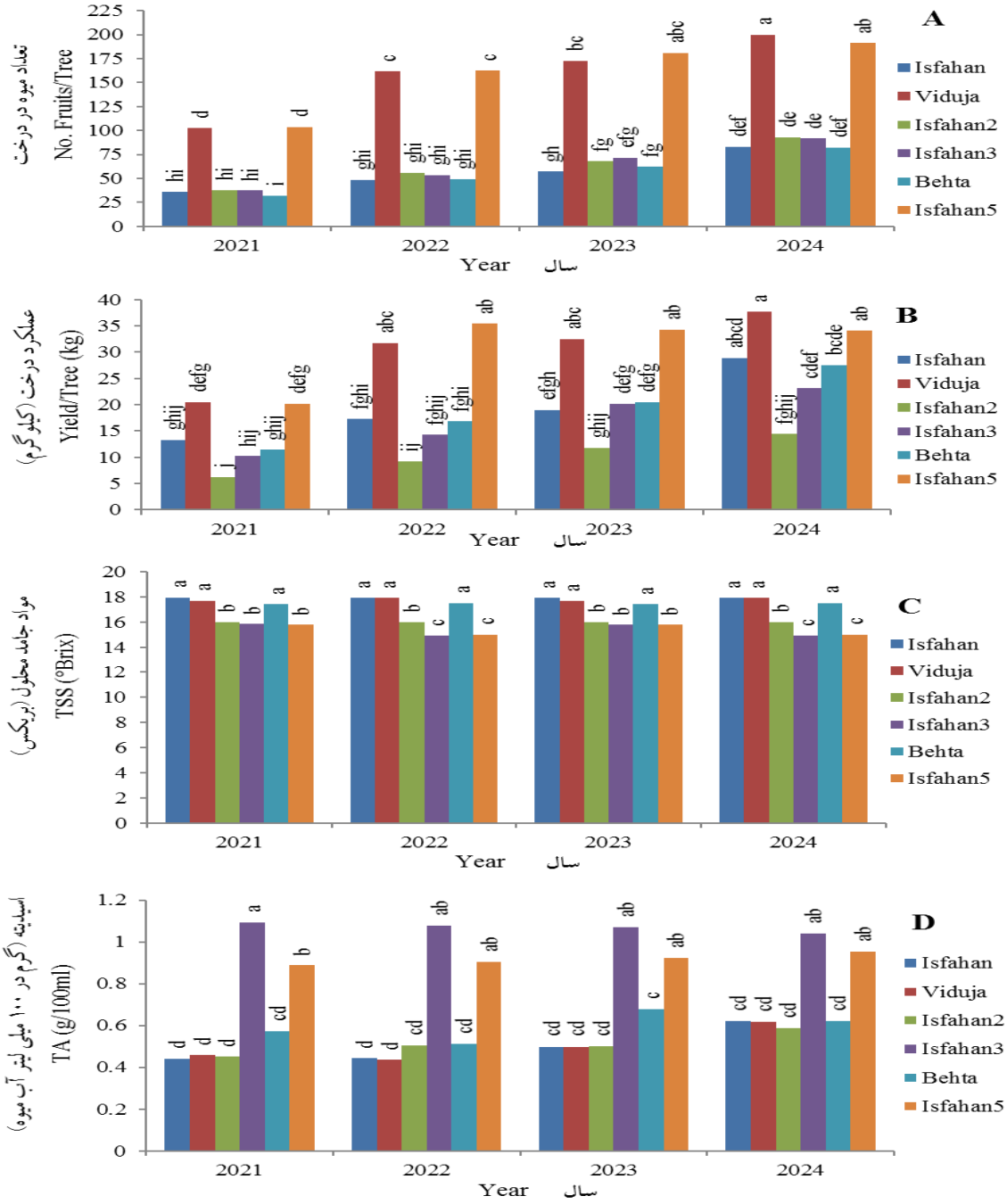
پژوهشگران دیگری نیز تفاوت در میزان اسید قابل تیتر بین ارقام به را گزارش کرده‌اند. بطوریکه در یک مطالعه میزان اسید قابل تیتر در ارقام به بین ۰/۶۵ تا ۱ متغییر بود (Tatari, 2021). در پژوهش حاضر دامنه شاخص طعم میوه از ۱۴/۴ (در ژنوتیپ اصفهان ۳) تا ۳۶/۲ و ۳۶/۸ (به‌ترتیب در ارقام اصفهان و ویدوجا) متغییر بود (جدول ۴). شاخص طعم به دلیل اثرگذاری مستقیم در

طعم و مزه میوه نقش مهمی در ارزیابی کیفیت داخلی میوه دارد. در پژوهشی بر روی سه رقم به، حداقل و حداکثر شاخص طعم در زمان برداشت ۱۱/۶ تا ۲۴/۹ ثبت شد و انبارداری منجر به افزایش شاخص طعم ارقام شد (Tatari, 2021).

برهمکنش سال × رقم بر تعداد میوه در درخت، عملکرد میوه در درخت، مواد جامد محلول و اسیدیته میوه معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین ها نشان داد که رقم ویدوجا و ژنوتیپ اصفهان ۵ دارای بیشترین تعداد میوه در درخت در هر چهار سال بودند. بیشترین تعداد میوه در درخت با میانگین ۲۰۰ عدد در رقم ویدوجا در سال چهارم و کمترین آن با میانگین ۳۱/۸ عدد در رقم بهتا در سال اول مشاهده شد (شکل ۳-A). رقم ویدوجا و ژنوتیپ اصفهان ۵ دارای بیشترین عملکرد هم در هر چهار سال بودند. بالاترین عملکرد میوه در درخت در سال چهارم با ۳۷/۷ کیلوگرم از رقم ویدوجا و کمترین آن با ۶/۲ کیلوگرم از ژنوتیپ اصفهان ۲ در سال اول ثبت شد (شکل ۳-B).

مواد جامد محلول در ارقام اصفهان، ویدوجا و بهتا، در هر چهار سال، افزایش معنی‌داری نسبت به ژنوتیپ اصفهان ۲، ۳ و ۵ داشت و این سه ژنوتیپ در سال اول و سوم تفاوت معنی‌دار نداشتند، ولی در سال دوم و چهارم تفاوت میان آنها معنی‌دار بود (شکل ۳-C). بیشترین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون بر حسب اسید مالیک، در هر چهار سال در ژنوتیپ اصفهان ۳ و بعد از آن در در ژنوتیپ اصفهان ۵ مشاهده شد که در سال اول بین این دو ژنوتیپ در این شاخص کیفیت میوه تفاوت معنی‌داری داشتند، ولی در سه سال دیگر تفاوت میان آنها معنی‌دار نبود (شکل ۳-D).

نتایج این پژوهش نشان داد پایه زالزالک در شرایط اقلیم و خاک اصفهان بهتر عمل کرد و ارقام و ژنوتیپ‌های پیوند شده بر روی این پایه از عملکرد میوه در درخت بهتری برخوردار بودند. نتایج این پژوهش همچنین نشانگر این است که رقم جدید ویدوجا و ژنوتیپ امیدبخش اصفهان ۵ عملکرد میوه در درخت به‌مراتب بیشتر از رقم به اصفهان (رقم غالب کشور) داشتند. بنابراین، ژنوتیپ امیدبخش اصفهان ۵ می‌تواند به‌عنوان یک رقم جدید در آینده باغداران معرفی شود. نتایج نشان داد که استفاده از ترکیب پیوندی پایه زالزالک و رقم ویدوجا و یا ژنوتیپ امیدبخش اصفهان ۵ می‌تواند عملکرد میوه در درخت و میزان تولید این محصول را به مقدار قابل توجهی بالا ببرد و موجب افزایش سطح زیر کشت این محصول در آینده نزدیک در کشور شود.



شکل ۳- برهمکنش سال × رقم بر تعداد میوه در درخت (A)، عملکرد میوه درخت (B)، مواد جامد محلول (C) و اسیدیته قابل تیتر میوه (D) ارقام و ژنوتیپ‌های به. ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Fig. 3. Year × cultivar interaction effect on fruit number tree^{-1} (A), fruit yield tree^{-1} (B), total soluble solids (C) and fruit titratable acidity (D) of quince cultivars and genotypes. Columns with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Tukey Test.

سپاسگزاری

نگارندگان بدینوسیله از پشتیبانی و مساعدت، موسسه تحقیقات علوم باغبانی و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان برای تامین اعتبار مورد نیاز و همکاری در اجرای این پژوهش، سپاسگزاری می کنند.

تعارض منافع

نگارندگان اعلام می‌کنند که هیچگونه تعارض منافعی با سایر افراد حقیقی/حقوقی ندارند.

References

Abdollahi, H., Atashkar, D. and Alizadeh, A. 2012. Comparison of the dwarfing effects of two hawthorn and quince rootstocks on several commercial pear cultivars. *Iranian Journal of Horticultural Science, 43,* pp.53-63 (in Persian). DOI: 10.22059/IJHS.2012.24860

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,* pp.1041-1058. DOI: 10.1007/s10722-019-00769-7

Abdollahi, H., Ghasemi, A., Mohammadi Garmarodi, M., Alipour, M., Khorram Del Azad, M., Atashkar, D., Tatari, M., Mirabdolbaghi, M. and Tavossi, M. 2019. Behta, a new variety (quince), with superior yield and quality and resistant to fire blight. *Baztab Tat Journal, 2,* pp.16-17 (in Persian).

Abdollahi, H. and Mohamdi Gramaroudi, M. 2019. Evaluation of growth and bearing of several commercial pear (*Pyrus communis*) cultivars on semi-dwarfing pyrodwarf rootstock. *Plant Production Technology, 18*, pp.179-190 (in Persian). DOI: 10.22084/ppt.2017.8023.1458

Abdollahi, H. 2023. A review on cultivation history, genetic resources, selection of cultivars and improvement of tree and fruit characteristics of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars in Iran**.** *Seed and Plant Journal, 39,* pp.445-493 (in Persian). DOI: 10.22092/spj.2024.365780.1372

Alipour, M., Abdollahi, H., Abdossi, V., Ghasemi, A., Adli, M. and Mohamdi M. 2014. Evaluation of vegetative and reproductive characteristics and distinctness of some quince (*Cydonia oblonga* Mill.) genotypes from different regions of Iran. *Seed and Plant Journal, 30,* pp.507-529 (in Persian). DOI: 10.22092/SPIJ.2017.111226

Aslani, A., Abdollahi, H. and Shamskia, F. 2013. Biology of apples and pears. Nashr-e-Amoozesh Keshavarzi. Karaj, Iran, 509 pp. (in Persian).

Atashkar, D., Pyrayesh, A., Dodangh Balakhani, M. and Taghizadeh, A. 2021.

Evaluation of vegetative and reproductive characteristics of DAT1 a mid-season apple compared to some apple cultivars grafted on different rootstocks. *Journal of Crops Improvement, 23,* pp.199-210 (in Persian). DOI: 10.22059/jci.2020.300539.2377

Baninasab, B., Mohammadi, S., Khosh Goftarmanesh, A.H. and Ghasemi, A. 2015. A Responses of quince (*Cydonia oblonga* Mill.), pear and crataegus rootstocks to Fe-deficiency stress in soilless culture. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, 5,* pp.127-137 (in Persian). DOI: 20.1001.1.20089082.1393.5.4.11.9

FAO. 2023. Statistical yearbook. World Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization United Nations. Rome Italy. 368 pp. DOI: org/10.4060/cb4477en

Henareh, M. and Hasani, Gh. 2022. Study of vegetative, pomology characters and yield of some imported pear cultivars in Urmia climatic conditions. *Iranian Journal of Horticultural Science, 50,* pp.337-348 (in Persian). DOI: 10.22059/ijhs.2018.248975.1372

Henareh, M. and Tatari, M. 2022. Development of pear orchards using drought tolerant species. Pp. 1-5. In Proceedings of 5th National Conference on Climate Change and its Impacts on Agriculture and the Environment, Urmia, Iran.

Koc, A. and Keles, H. 2018. Quince pre-selection in the Karanlıkdere valley of Yozgat province. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35,* pp.23-29. DOI: 10.13002/jafag4480

Mohammadi, S. and Rabiei, V. 2024. Effects of quince A and hawthorn rootstocks on some morphological and pomological properties of Esfahan local quince cultivar. *Pomology Research, 8,* pp.11-19 (in Persian). DOI: 10.30466/RIP.2021.53275.1153

Ozturk, A., Faizi, Z.A. and Kurt, T. 2022. Performance of some standard quince cultivars under ecological conditions of Bafra, Samsun. *Journal of Agricultural Sciences, 32,* pp.320-330. DOI: 10.29133/yyutbd

Paunovic, G., Ilic, R., Glisic, I. and Mladenovic, J. 2025. Evaluation of physical and chemical properties of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruit. Pp.125-132. In: Proceedings of 3rd International Symposium on Biotechnology. Čačak, Serbia. DOI: 10.46793/SBT30.17GP.

Pinar, H., Kaymak, S., Ozongun, S., Uzun, A., Unlu, M., Bircan, M., Ercisli, S. and Orhan, E. 2016. Morphological and molecular characterization of major quince cultivars from Turkey. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 44,* pp.72-76. DOI: 10.15835/nbha44110228

Rodriguez-Guisado, I., Hernandez, F., Melgarejo, P., Legua, P., Martinez, R. and

Martinez, J. 2009. Chemical, morphological and organoleptical characterisation of five Spanish quince tree clones (*Cydonia oblonga* Mill.). *Scientia Horticulturae, 122*, pp.491-496. DOI: 10.1016/j.scienta.2009.06.004

Tatari, M., Ghasemi, A., and Rezaei, M. 2016. Evaluation of vegetative and reproductive traits of some commercial pear cultivars on quince clonal rootstocks in Isfahan climatical conditions. *Seed and Plant Journal, 32*, pp.45-62 (in Persian). DOI: 10.22092/SPPJ.2017.110578

Tatari M. 2021. Effect of harvest time on quality and postharvest life of some quince fruit cultivars (*Cydonia oblonga* Mill.) in cold storage conditions. *Pomology Research, 5*, pp.11-23 (in Persian).

Tatari, M. 2023. Effect of shading net on some fruit quality characteristics of quince (*Cydonia oblonga* Mill. cv. Isfahan) in storage. *Seed and Plant Journal, 39*, pp.307-327 (in Persian). DOI: 10.22092/SPJ.2024.365337.1350

DOI: 10.22092/spj.2026.372051.1464

RESEARCH ARTICLE

Study of Vegetative, Pomological and Yield Characteristics of Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) New Cultivars and Promising Genotypes in Isfahan in Iran

M. Henareh[1*], H. Akbari[2] and H. Abdollahi[3]

1. Assistant Professor, Field and Horticulture Crops Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Urmia, Iran.
2. Researcher, Field and Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Isfahan, Iran.
3. Associate Professor, Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

ABSTRACT

Henareh, M., Akbari, H. and Abdollahi, H. 2025. Study of vegetative, pomological characteristics and fruit yield of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) new cultivars and promising genotypes in Isfahan in Iran. *Seed and Plant, 41,* pp. 49-70 (in Persian).

The quince cv. Isfahan is of great importance due to its excellent fruit large size, quality, special aroma and taste. Currently, cv. Isfahan of quince is the dominant cultivar in Iran. Although this cultivar has desirable fruit quality, but is susceptible to the fire blight disease and has fruit yield less than some other quince genotypes in Iran. Cv. Viduja, cv. Behta, cv. Isfahan and promising genotypes; Isfahan 2, Isfahan 3, and Isfahan 5 which were grafted on quince seedling and hawthorn rootstock were evaluated in Isfahan climatic conditions. The research was carried out at Shahid Fozveh Agricultural Research Station in Isfahan in two phases: vegetative phase for three years (2017-2019) and reproductive phase for four years (2021-2024). The hawthorn rootstock compared to quince seedling rootstock decreased tree height and increased rootstock diameter, grafting site diameter, cultivar diameter, tree canopy. The cv. Behta and the Isfahan 3 and Isfahan 5 genotypes had greater vegetative growth than other cultivars and genotypes. Hawthorn rootstock significantly increased fruit yield tree^{-1} compared to quince seedling rootstock in Isfahan climatic conditions. The increase in fruit yield tree^{-1} was mainly due to an increase in the number of fruits tree^{-1} because fruit weight did not differ between the two rootstocks. The highest fruit yield tree^{-1} with 30.6 and 31 kg was for cv. Viduja cultivar and genotype Isfahan 5, respectively. The lowest fruit yield tree^{-1} with 10.5 kg was for the genotype Isfahan 2.

Key words: Quince, titratable acidity, fruits number tree^{-1}, fruit taste index.

Introduction

The cv. Isfahan is the most popular quince cultivar grown in Iran, mainly due to its high fruit quality. However, this cultivar is susceptible to fire blight diseases and has lower fruit yield in comparison with some other quince genotypes in the country (Abdollahi, 2023). In the past decade, cv. Viduja and cv. Behta, have been released and introduced by quince breeders, which have higher fruit yield compared to the cv. Isfahan.

The rootstock in fruit trees have great effects on growth control, bearing, nutrition uptake, resistance to biotic and tolerance to abiotic stresses (Henareh, and Tatari, 2022). In Iran, quince cultivars are mostly grafted on quince seedling and hawthorn rootstocks. Hawthorn species are tolerance to drought and salt stresses. These species have higher efficiency in uptaking microelements such as iron in calcareous soils (Mohammadi and Rabiei, 2024).

The aim of this research was to investigate the growth and fruit yield of quince new cultivars and promising genotypes grafted on seedling and hawthorn rootstocks in the soil and climatic conditions of Isfahan.

Material and Methods

In this research, cv. Viduja, cv. Behta, cv. Isfahan and promising genotypes; Isfahan 2, Isfahan 3 and Isfahan 5 grafted on of seedling quince and hawthorn rootstocks were studied in vegetative and reproductive stages at the Shahid Fozveh Agricultural Research Station in Isfahan, Iran. The experimental design was factorial arrangements in randomized complete block design with three replications. There were three trees in each plot. In vegetative stage, vegetative characteristics; rootstock diameter, grafting site diameter, cultivar diameter, tree height, current shoot length, internode length and tree canopy at the end of season were studied for three years (2017-2019). In reproductive stage, fruits number tree$_{-1}$, fruit weight, fruit length, fruit width, fruit yield tree^{-1}, total soluble solids (TSS), pH, titratable acidity (TA) and fruit taste index were measured and recorded. Analysis of variance was performed using MSTATC software. Means were compared using Tukey test.

Results and Discussion

Combined analysis of variance revealed significant difference among two rootstocks for vegetative characteristics, except internode length and current shoot length. The tree height (1.71 m) of the quince cultivars and genotypes grafted on seedling quince rootstock was taller than quince genotypes grafted on hawthorn rootstock (1.64 m). The hawthorn rootstock induced greater vegetative growth in the quince cultivars and genotypes, rootstock diameter, grafting site diameter, cultivar/genotype diameter, and tree canopy. The fruit tree rootstock can effect transfer of nutrients, carbohydrates and growth regulators between roots and shoots and vegetative growth of the plant (Tatari *et al.*,

2016). Cv. Behta and Isfahan 3 and Isfahan 5 genotypes had higher vegetative growth than other cultivars and genotypes.

Hawthorn rootstock compared to seedling quince rootstock increased fruit number tree^{-1} by 12.4%, fruit yield tree^{-1} by 18.5%, fruit pH by 5.6%, and decreased fruit TSS by 4.3% in Isfahan climatic conditions. There was significant differences between quince cultivars and genotypes for fruit number tree^{-1}. The highest fruit number tree^{-1} was recorded in the cv. Viduja and Isfahan 5 genotype with 159.2 and 155.4, respectively. The highest fruit weight was in the cv. Isfahan and cv. Behta, with 352.2 and 342.2 grams, respectively. The highest fruit yield tree^{-1} with 30.6 and 31 kg was recoded in cv. Viduja and genotype Isfahan 5, respectively. Total soluble solids (TSS) content varied from 15.4 to 17.9, titrable acidity TA range was 0.5-1.07 and fruit taste index also varied from 14.4 to 36.8 was.

References

Abdollahi, H. 2023. A review on cultivation history, genetic resources, selection of cultivars and improvement of tree and fruit characteristics of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars in Iran**.** *Seed and Plant Journal*, *39*, pp.445-493 (in Persian). DOI: 10.22092/spj.2024.365780.1372

Henareh, M. and Tatari, M. 2022. Development of pear orchards using drought tolerant species. Pp. 1-5. In: Proceedings of 5th National Conference on Climate Change and its Impacts on Agriculture and the Environment, Urmia, Iran.

Mohammadi, S. and Rabiei, V. 2024. Effects of quince A and hawthorn rootstocks on some morphological and pomological properties of Esfahan local quince cultivar. *Pomology Research, 8*, pp.11-19 (in Persian). DOI: 10.30466/RIP.2021.53275.1153

Tatari, M., Ghasemi, A., and Rezaei, M. 2016. Evaluation of vegetative and reproductive traits of some commercial pear cultivars on quince clonal rootstocks in Isfahan climatical conditions. *Seed and Plant Journal*, *32*, pp.45-62 (in Persian). DOI: 10.22092/SPPJ.2017.110578

*Corresponding author: mashhidh@gmail.com Tel.: +984432722225

Received: 05 March 2025
Accepted: 14 April 2025

2025© Seed and Plant. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.