

Research Article

Vol. 40, No. 3, Fall 2026, p. 415-431

Rootstock-Scion Interaction: Top-Working of Grapevines (Bidaneh-Sefid Rootstock) by Cleft-Grafting Technique using Foreign Grape (*Vitis vinifera*) Varieties as Scion

S. Faraji^{1*}, S. Karami², S. M. M. Mirfatah¹

1- Crop and Horticultural Science Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Arak, Iran

2- Department of Agriculture, Payame Noor University (PNU), Tehran, Iran

(*- Corresponding author's Email: s.faraji@areeo.ac.ir)

Received: 09 July 2025
Revised: 14 October 2025
Accepted: 03 December 2025
Available Online: 03 December 2025

How to cite this article:

Faraji, S., Karami, S., & Mirfatah, S. M. M. (2026). Rootstock-scion interaction: Top-working of grapevines (Bidaneh-sefid rootstock) by Cleft-grafting technique using foreign grape (*Vitis vinifera*) varieties as scion. *Journal of Horticultural Science*, 40(3), 415-431. (In Persian).
<https://doi.org/10.22067/jhs.2025.94309.1444>

Introduction

Top-working is one of the propagation and improvement techniques for fruit trees, which is also applied in grapevines to enhance fruit quality, change cultivars, increase disease resistance, and improve adaptability to climatic conditions. This method allows growers to graft new and desirable cultivars onto existing rootstocks without removing old vines, enabling production in a short period. Therefore, in this research, conducted between 2022 to 2024, the aim was to diversify the predominant grape (*Vitis vinifera*) cultivar (Bidaneh-sefid) in Shazand, Markazi province, by grafting foreign cultivars onto mature rootstock in local grapevines (Bidaneh-sefid).

Materials and Methods

The experiment was conducted as a split plot in a randomized complete block design with three replications. The experimental treatments included the main plot assigned to two grafting methods (Hard-cleft grafting and Green-cleft grafting) and the sub-plot assigned to six foreign-commercial grape varieties as scion (Turkmen-4, Flame seedless, Rubi seedless, Perlette, Autumn King, Autumn Royal). In the first year, the percentage of grafting success, scion growth (cm) and the percentage of damage caused by winter and late spring cold stress were evaluated. Subsequently, in the third year, at the physiological mature stage of grape fruits, the interaction effect scion and rootstocks on some quantitative (berry length: mm, berry diameter: mm, berry weight: g, cluster length: cm, cluster width: cm, cluster weight: g and yield: kg.vine⁻¹) and qualitative (flavor index and total soluble solids: TSS) traits of the fruit were evaluated. Afterwards, to analysis data, the normality test of the data for all measured traits (except the percentage of damage caused by cold stress) was performed based on the Kolmogorov-Smirnov test, then the variance analysis of the data was performed using the GLM procedure and the comparison of means was performed using the least significant difference (LSD) test at a probability level of $P < 0.05$ with SAS software. In order to compare the percentage of damage of scions caused by cold stress, the ratio test and Fisher's z test statistic were used using SPSS ver. 28 software. Cluster analysis and grouping of varieties were performed using the WARD method and using Euclidean distance for the first year data, simple correlation coefficient between quantitative traits related to fruit, Principal Component Analysis (PCA) to identify internal relationships between the studied varieties (rootstock and scions) and some measured traits in the third year, followed by biplots drawn between the characteristics and varieties based on Stat Graphics software version 11/1/16.



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/jhs.2025.94309.1444>

Results and Discussion

Based on the results of analysis of variance, the simple effect of variety and the interaction effect of graft-variety were significant ($p \leq 0.01$) and non-significant, respectively, for all evaluated traits. On the other hand, the simple effect of graft on all evaluated traits except fruit quality indices was significant ($p \leq 0.01$). The highest percentage of grafting success and one-year scion growth was obtained by the green-cleft grafting and hard-cleft grafting methods, respectively. The results of the assessment of damage caused by winter cold and late spring cold in the first year indicated greater sensitivity of vines grafted using the green-cleft grafting method compared to the hard-cleft grafting method. On the other hand, vines grafted using the hard-cleft grafting method had the highest values of yield components and fruit yield in the third year. Based on the grouping of varieties using the Ward method and Euclidean distance, two cultivars, "Autumn Royal" and Turkmen-4, achieved superior positions compared to other varieties in terms of the evaluated traits in the first year. On the other hand, all varieties evaluated as scion had acceptable values of total soluble solids (TSS) and fruit flavor index. Regardless of the type of grafting method, due to the non-significant interaction effect of graft-variety on the measured traits in the third year, the results of principal component analysis and biplot based on the first component (yield and components correlated with yield including berry length, berry diameter, and berry weight) and the second component (TSS and flavor index) showed that the varieties "Autumn Royal" and "Turkmen-4" were superior compared to other varieties (scions and rootstock).

Conclusion

In summary, the results of the present study indicate that the cleft-grafting method, the selected time, and the environmental conditions of the Shazand region were suitable for grape grafting. The two varieties "Autumn Royal" and "Turkmen-4" can be introduced as appropriate candidates for grafting grapevines in the Shazand region with the "Bidaneh-sefid" rootstock using either green or hard-cleft grafting methods due to the desired economic performance. Besides, the "Turkmen-4" variety, due to its early maturity, and the "Autumn Royal" variety, due to its late maturity, can be recommended for areas of the Markazi province with early autumn rainfall and areas with long summers, respectively.

Keywords: Fruit quality indices, Fruit yield, Grafting success, Grapevines, Scion growth

برهم کنش بین پایه و پیوندک: سرشاخه کاری تاک‌های انگور (*Vitis vinifera*) (پایه Bidaneh-sefid) به‌روش اسکنه‌ای با استفاده از ارقام انگور خارجی به‌عنوان پیوندک

سکینه فرجی^{۱*} - ثریا کرمی^۲ - سید محمدمهدی میرفتاح^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۲

چکیده

پژوهش حاضر با هدف سرشاخه کاری و تغییر رقم تاک‌های انگور (*Vitis vinifera*) رقم 'بی‌دانه سفید' در منطقه شازند استان مرکزی طی سال‌های ۱۴۰۳-۱۴۰۱ طراحی شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سه تکرار با عامل اصلی روش پیوند در دو سطح (پیوند اسکنه‌ای خشبی و اسکنه‌ای سبز) و عامل فرعی رقم در شش سطح (ارقام انگور خارجی-تجاری به‌عنوان پیوندک: 'ترکمن ۴'، 'فلم‌سیدلس'، 'روبی‌سیدلس'، 'پرلت'، 'آتوم‌کینگ' و 'آتوم‌روبال') اجرا شد. درصد موفقیت پیوند، رشد رویشی پیوندک یک‌ساله و میزان خسارت ناشی از تنش سرمای زمستانه و بهار در سال اول و عملکرد، اجزای عملکرد و برخی شاخص‌های کیفی میوه (مواد جامد محلول و شاخص طعم) در سال سوم ارزیابی گردید. براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر ساده رقم و اثر متقابل پیوند×رقم بر همه صفات ارزیابی‌شده به‌ترتیب معنی‌دار و غیرمعنی‌دار بود. از سوی دیگر، اثر ساده پیوند بر تمام صفات ارزیابی‌شده به‌استثنا شاخص‌های کیفی میوه معنی‌دار بود. بیشترین درصد موفقیت پیوند و رشد رویشی پیوندک یک‌ساله به‌ترتیب در روش پیوند اسکنه‌ای سبز (۸۳ درصد) و خشبی (۱۴۵ سانتی‌متر) مشاهده شد. نتایج ارزیابی میزان خسارت ناشی از تنش سرمای زمستانه و سرمای دیررس بهار در سال اول نشان‌دهنده حساسیت بیشتر تاک‌های پیوندشده به‌روش اسکنه‌ای سبز نسبت به سرمای منطقه در مقایسه با روش اسکنه‌ای خشبی بود. از سوی دیگر، تاک‌های پیوندشده به‌روش اسکنه‌ای خشبی، بیشترین مقادیر عملکرد و اجزای عملکرد را در سال سوم به خود اختصاص دادند (۱۹ درصد افزایش عملکرد در مقایسه با روش اسکنه‌ای سبز). براساس گروه‌بندی ارقام به‌روش وارد براساس فاصله اقلیدوسی، دو رقم 'آتوم‌روبال' و 'ترکمن ۴' از نظر صفات ارزیابی‌شده در سال اول در جایگاه برتری نسبت به سایر ارقام قرار گرفتند. از سوی دیگر، همه ارقام ارزیابی‌شده به‌عنوان پیوندک از مقادیر قابل قبولی مواد جامد محلول (TSS) (محدوده قابل قبول: بیشتر از ۱۴/۵ بریکس، محدوده ثبت‌شده ۲۷-۱۹ بریکس) و شاخص طعم میوه (شاخص طعم قابل قبول برابر ۲۰، محدوده ثبت‌شده ۳۵-۲۷) برخوردار بودند. صرف نظر از نوع پیوند انجام‌شده به‌دلیل عدم معنی‌داری اثر متقابل پیوند×رقم بر صفات اندازه‌گیری‌شده در سال سوم، نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و بای‌پلات ترسیمی براساس مؤلفه اول (عملکرد و اجزای همبسته با عملکرد شامل طول حبه، قطر حبه و وزن حبه) و مؤلفه دوم (مواد جامد محلول و شاخص طعم) نشان دادند که ارقام 'آتوم-روبال' و 'ترکمن ۴' از جایگاه برتری در مقایسه با سایر ارقام (پیوندک و پایه) برخوردار بودند. در مجموع، نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن است که نوع پیوند، زمان انتخاب‌شده و همچنین شرایط محیطی منطقه شازند برای سرشاخه کاری انگور مناسب بود و دو رقم 'آتوم‌روبال' و 'ترکمن ۴' را می‌توان به‌عنوان منتخب مناسب برای سرشاخه کاری تاکستان‌های این منطقه با پایه 'بی‌دانه سفید' با هر یک از روش‌های پیوند اسکنه‌ای سبز یا خشبی به‌دلیل حصول عملکرد اقتصادی مطلوب معرفی نمود. همچنین رقم 'ترکمن ۴' را به‌دلیل زودرسی و رقم 'آتوم‌روبال' را به‌دلیل دیررس بودن می‌توان به‌ترتیب برای مناطق از استان مرکزی با بارندگی‌های زودرس پاییزه و مناطقی با تابستان‌های طولانی پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: تاکستان، رشد پیوندک، شاخص‌های کیفی میوه، عملکرد میوه، موفقیت پیوند

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

۲- گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

(*) نویسنده مسئول: (Email: s.faraji@areeo.ac.ir)

مقدمه

ایران به دلیل دارا بودن ژرم پلاسمی غنی برای بسیاری از محصولات باغبانی و همچنین مناطقی با شرایط آب و هوایی متنوع، بی شک یکی از مناطق مهم و بالقوه تولید میوه در دنیا محسوب می شود. در این بین، انگور (*Vitis vinifera*) به دلیل حضور قندها، اسیدهای آلی و ترکیبات معطر در گوشت میوه، ترکیبات فلاونولی، آنتوسیانینی و تانن ها در پوست میوه و همچنین تانن ها و روغن در بذر انگور، از ارزش بالایی غذایی، دارویی، بهداشتی و همچنین ارزش بالای سرمایه گذاری در صنایع تبدیلی برخوردار است (Kennedy, 2006). طبق آخرین آمار منتشر شده سازمان خواربار جهانی (FAO, 2023)، سطح زیر کشت انگور در دنیا ۶۵۹۵۶۸۰ هکتار و میزان برداشت میوه از این مقدار سطح زیر کشت، ۷۲۴۸۶۵۲۲ تن ثبت گردید. در همین سال، ایران با ۱۱۳۵۵۰ هکتار سطح زیر کشت، حدود ۱۴۷۳۲۴۱ تن برداشت میوه را به ثبت رسانید، ولی متأسفانه براساس آخرین آمار سازمان فائو، ایران از سال ۲۰۲۰ جایگاه خود را در بین ۱۰ کشور برتر تولید کننده انگور در دنیا از دست داده است که عوامل متعددی از جمله کشت ارقام محدود (غالباً بومی) و همچنین سن بالای تاک و تاکستان ها که بر کیفیت و کمیت محصول تأثیر بسزایی دارند، قابل ذکر است. از آنجایی که جایگزینی تاکستان های قدیمی و احداث تاکستان جدید به دلیل هزینه های بالا برای تاکندار مقرون به - صرفه نمی باشد، لذا استفاده از شیوه های جدید و کم هزینه همچون سرشاخه کاری می تواند به عنوان یک راه حل اقتصادی در نظر گرفته شود.

سرشاخه کاری، پیوندی است که بر روی درختان چندساله موجود (به عنوان پایه) و در زمین اصلی با هدف تعویض رقم قبلی با یک رقم مطلوب (از نظر عملکرد، مقاومت به تنش های زنده یا غیر زنده و ...) صورت می گیرد. پتانسیل موفقیت آمیز این روش در حصول به اهداف مورد اشاره در برخی از درختان میوه همچون زیتون (*Olea europaea*) (L. Ajamgard et al., 2023; León et al., 2020)، سیب (*Malus domestica*) (Børve et al., 2025; Wheeler et al., 2024)، گردو (*Juglans regia*) (Ladon et al., 2025; Rezaee, 2024)، گیلاس (*Prunus avium* L.) (Ganji, 2008; Vahdati, 2008) و انگور (Moghaddam et al., 2023; Zenginbal et al., 2017; Assuncao et al., 2019; Park & Sagong, 2024; Mirfatah et al., 2024; Valizadeh Kaji et al., 2020; Asadi et al., 2020) در دنیا و همچنین به عنوان یک شیوه جدید در ایران گزارش شده است.

میزان موفقیت در پیوند سرشاخه کاری به عواملی متعددی همچون نوع درخت میوه، نوع پیوند، زمان پیوند، رقم پیوندک، رقم

پایه، مهارت در اجرای کار، مدیریت باغ بعد از اجرای سرشاخه کاری، نوع پوشش و ... وابسته است. در خصوص تأثیر نوع درخت میوه، مطالعات نشان داده است که برای درختان سیب در مقایسه با درختان زردآلو، پیوند زبانه ای در مقایسه با پیوندهای شکمی و اسکنه ای در تکنیک سرشاخه کاری موفق تر عمل نموده و از سوی دیگر میزان گیرایی (موفقیت) پیوند اسکنه ای در مقایسه با دو روش دیگر در درختان زردآلو بیشتر بوده است (Dwivedi et al., 2000; Mukred, 1989). همچنین درصد گیرایی نوع پیوند در ارقام یک گونه نیز متفاوت است؛ به طوری که در مطالعه انجام شده روی سه رقم گیلان، گیرایی روش پیوند اسکنه ای در مقایسه با پیوند تاجی به ترتیب ۶۵ به ۱۳ درصد بود (Ganji Moghaddam et al., 2023). تأثیر تعیین مناسب ترین زمان برای شاخه کاری نیز بر میزان موفقیت بررسی گردید؛ به طوری که در انگور، بهترین زمان برای اجرای پیوند اسکنه ای خشبی قبل از شروع رشد تاک، و برای پیوند اسکنه ای سبز در زمان رشد شاخه های ترد و آبدار است (Mahmoudzadeh, 2003). در بررسی تأثیر نوع پوشش محل پیوند و روش پیوند بر گیرایی پیوند در درختان گردو مشخص شد که پوشش خاکاره در سه نوع پیوند زینی، اسکنه ای و تاجی، تأثیر مناسبی در این مهم دارد (Rezaee & Naghilou, 2015).

از بین استان های تولید کننده انگور، استان مرکزی با سطح زیر کشت ۱۷ هزار هکتار و تولید ۲۰۰ هزار تن میوه در زمره تولید کننده های انگور (رتبه نهم) در کشور محسوب می شود؛ با این وجود بیش از ۵ پنج هکتار از تاکستان های استان کم بارده هستند (Agricultural Statistics, 2022). عمر بالای تاکستان های این استان (به طور متوسط بالای ۱۵ سال) و کشت تعداد محدودی ارقام بومی (ارقام غالب) عمدتاً رقم 'بی دانه سفید' از عوامل مهم کم بارده بودن تاکستان ها می باشد. از این رو پژوهش حاضر با هدف اجرای سرشاخه کاری رقم 'بی دانه سفید' به عنوان پایه با استفاده از ارقام خارجی-تجاری (پیوندک) به منظور بررسی برهم کنش بین پایه و پیوندک، چگونگی رشد و سازگاری ارقام پیوند شده روی پایه و در نهایت معرفی رقم/ارقام به عنوان منتخب امیدبخش در سرشاخه کاری با پتانسیل مطلوب اقتصادی در منطقه/استان، طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش ها

این پژوهش طی سه سال (۱۴۰۳-۱۴۰۱) در تاکستان تحقیقاتی واقع در شهرستان شازند-روستای بصری با مشخصات جغرافیایی ۳۳/۵۷ درجه شمالی و ۴۹/۲۴ درجه شرقی با ارتفاع از سطح دریا ۱۹۱۳ متر، آب و هوای سرد و کوهستانی (تابستان معتدل و زمستان سرد) با میانگین دمای حداکثر مطلق ۲۰ درجه سلسیوس و میانگین

منظور قوی‌تر شدن شاخه‌ها و دستیابی به عملکرد کمی و کیفی با توجیه اقتصادی، عملیات هرس شاخه‌های پیوندک انجام گردید. در سال سوم (۱۴۰۳) در مرحله بلوغ تجاری پس از برداشت میوه در پلات‌های اصلی به‌طور جداگانه، در سطح رقم/تکرار، صفات طول خوشه (سانتی‌متر)، عرض خوشه (سانتی‌متر)، وزن خوشه (گرم)، طول حبه (میلی‌متر)، قطر حبه (میلی‌متر)، وزن حبه (گرم) و عملکرد (کیلوگرم در تاک) در هر تیمار اندازه‌گیری شد. به‌منظور ارزیابی شاخص‌های کیفی میوه، پس از نمونه‌برداری تصادفی از خوشه‌های تاک‌های انتخابی (مطابق با طرح آزمایشی اجرایی)، نمونه‌ها به آزمایشگاه بخش علوم باغبانی مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، مرکز تحقیقات، آموزش ترویج کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی انتقال و پس از آگیری میوه، میزان مواد جامد محلول (بریکس)، اسیدیت قابل تیتراسیون (گرم اسید تارتاریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) و نسبت مواد جامد محلول به اسیدیت قابل تیتراسیون (شاخص طعم) براساس دستورالعمل حسینیان و همکاران (Hoseiniyan et al., 2020) اندازه‌گیری گردید.

لازم به ذکر است که ۱۵ تاک (پنج تکرار و در هر تکرار سه تاک) از رقم 'بی‌دانه سفید' بدون هیچ‌گونه عملیات سرشاخه‌کاری به‌طور تصادفی انتخاب گردید و کلیه صفات اندازه‌گیری‌شده در سال سوم روی ارقام پیوندک، در خصوص رقم 'بی‌دانه سفید' نیز ثبت گردید. داده‌های مربوط به رقم 'بی‌دانه سفید' صرفاً در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و بای‌پلات ترسیمی استفاده گردید.

واکاوی آماری داده‌ها

تست نرمال بودن داده‌ها برای کلیه صفات اندازه‌گیری‌شده (به‌استثنای درصد خسارت ناشی از تنش سرما)، براساس آزمون Kolmogorov-Smirnov انجام گردید و در ادامه تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از رویه GLM و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد به‌سبیل نرم‌افزار SAS انجام گرفت. به‌منظور مقایسه درصد خسارت پیوندک‌ها به‌دلیل تنش سرمایی، از آزمون نسبت و آماره آزمون z فیشر توسط نرم‌افزار SPSS ver. 28 استفاده گردید. تجزیه خوشه‌ای و گروه‌بندی ارقام به‌روش WARD و با استفاده از فاصله اقلیدسی برای داده‌های سال اول، همبستگی ساده بین صفات کمی مرتبط با میوه، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analysis) به‌منظور شناسایی روابط داخلی بین ارقام مورد مطالعه و برخی صفات اندازه‌گیری‌شده در سال سوم و به‌دنبال آن بای‌پلات ترسیم‌شده صفات و ارقام براساس نرم‌افزار Stat Graphics نسخه ۱۶/۱/۱۱ انجام گردید.

دمای حداقل پنج درجه سلسیوس به‌صورت اسپلیت پلات (کرت‌های خردشده) با طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سه تکرار و در هر تکرار پنج واحد آزمایشی (تاک) اجرا شد. پلات اصلی شامل پیوند اسکنه‌ای با دو سطح (اسکنه خشبی و اسکنه سبز) و پلات فرعی شامل رقم با شش سطح ('ترکمن ۴'، 'فلم‌سیدلس'، 'روبی‌سیدلس'، 'پرلت'، 'آتوم‌کینگ' و 'آتوم‌روبال') با پایه‌های هم‌سن در نظر گرفته شد. رقم 'بی‌دانه سفید' (رقم بومی-تاک‌های ۱۵ ساله) با سیستم پرورشی ایستاده (داربستی) به‌عنوان پایه در نظر گرفته شد.

روش اجرا

به‌منظور اجرای عملیات پیوند اسکنه‌ای خشبی روی پایه 'بی‌دانه سفید' پیوندک دو جوانه‌ای از شاخه یک‌ساله چوبی‌شده شش رقم انگور خارجی-تجاری (اشاره‌شده در بالا) شرکت جوین استان خراسان رضوی تهیه و در یخچال (دمای چهار درجه سلسیوس) نگهداری شد. در بیستم فروردین ماه ۱۴۰۱، ابتدا تاک‌های رقم 'بی‌دانه سفید' از ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری سربرداری گردید و سپس تنه به عمق ۲/۵ تا ۴ سانتی‌متر شکافته شد و پیوندک ارقام مورد نظر طوری در شکاف تنه قرار داده شد که تماس بین لایه زاینده پایه و پیوندک برقرار گردید. سپس شکاف بین دو پیوندک با پنبه بسته و محل پیوند با نخ بسته شد. به‌منظور جلوگیری از خشک شدن پیوندک‌ها، سایه‌بان بر روی پیوندک‌ها قرار گرفت و بعد از رشد پیوندک‌ها، سایه‌بان برداشته شد (شکل ۱).

به‌منظور اجرای عملیات پیوند اسکنه‌ای سبز، ابتدا در اواخر زمستان ۱۴۰۰، تنه تاک‌های رقم 'بی‌دانه سفید' سربرداری شده و پس از رشد شاخه‌های سال جاری در زمان رشد فعال بوته‌ها، پیوند اسکنه‌ای سبز (اواخر خرداد ۱۴۰۱) انجام گردید. بدین منظور، پیوندک‌های ارقام خارجی-تجاری از ایستگاه تحقیقات انگور ملایر تهیه و در داخل یخدان به باغ منتقل گردید. سپس شکافی طولی در محل گره شاخه سبز تاک‌های رقم 'بی‌دانه سفید' ایجاد و پیوندک سبز تک جوانه‌ای بدون برگ در جهت جوانه حذف‌شده (لایه زاینده پایه و پیوندک باید در تماس با همدیگر باشند) پایه قرار داده شد. سپس محل پیوند با نایلون نازکی به‌خوبی بسته شد (شکل ۲).

پس از پایان سرشاخه‌کاری و در پایان فصل رشد، میزان موفقیت پیوند (درصد) و رشد رویشی پیوندک (سانتی‌متر) مورد ارزیابی قرار گرفت. درصد و شدت خسارت به پیوندک به‌دلیل تنش سرمایی زمستانه (۱۴۰۱) و سرمای دیررس بهار (۱۴۰۲) نیز ثبت گردید. همچنین به‌منظور ارزیابی عملکرد کمی و شاخص‌های کیفی میوه، در سال اول (۱۴۰۱) علی‌رغم باردهی شاخه‌های پیوندک یک‌ساله (غیر-اقتصادی)، کلیه خوشه‌ها حذف گردید و در سال دوم (۱۴۰۲) نیز به-



شکل ۱- عملیات سرشاخه کاری انگور 'بی دانه سفید' به عنوان پایه به روش پیوند اسکنه ای خشبی
Figure 1- Top-working operation of 'Bidaneh sefid' grape as rootstock using the Hard-Cleft Grafting



شکل ۲- عملیات سرشاخه کاری انگور 'بی دانه سفید' به عنوان پایه به روش پیوند اسکنه ای سبز
Figure 2- Top-working operation of 'Bidaneh sefid' grape as rootstock using the Green-Cleft Grafting

نتایج و بحث

سال اول (۱۴۰۱)

براساس آنالیز واریانس، اثر ساده پیوند (اسکنه ای خشبی، اسکنه ای سبز) و رقم بر موفقیت پیوند و رشد پیوندک یک ساله معنی دار بود. با این وجود تفاوت معنی داری برای دو صفت ذکر شده در اثر متقابل پیوند با رقم مشاهده نگردید (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین در سطح "نوع پیوند اسکنه ای" نشان داد که درصد موفقیت پیوند در روش پیوندی اسکنه ای سبز در مقایسه با روش پیوند اسکنه ای خشبی به طور معنی داری بالاتر بود (۸۳ درصد در برابر ۷۰ درصد) (شکل ۳). از سوی دیگر، برخلاف درصد موفقیت پیوند، میانگین رشد پیوندک یک ساله در پیوند اسکنه ای خشبی در مقایسه با پیوند اسکنه ای سبز به طور معنی داری بیشتر بود (۱۴۵

سانتی متر در برابر ۱۳۱ سانتی متر) (شکل ۳).

در سطح ارقام پیوند شده (صرف نظر از نوع پیوند اجرا شده به دلیل عدم معنی داری اثر پیوند×رقم)، درصد موفقیت پیوند در محدوده ۱۰۰-۲۰۰ درصد ثبت گردید. نتایج نشان داد که رقم 'ترکمن ۴' و 'آتوم رویال' به ترتیب با ۱۰۰ و ۹۰ درصد موفقیت پیوند نسبت به سایر ارقام موفق تر بوده اند. درصد موفقیت پیوند سایر ارقام به صورت ذیل ثبت گردید (شکل ۴).

'آتوم کینگ' > 'پرلت' > 'فلم سیدلس'، 'روبی سیدلس' > 'آتوم-

رویال'، 'ترکمن ۴'

از نظر رشد پیوندک یک ساله نیز رقم 'آتوم رویال' و 'ترکمن ۴' به ترتیب با ۱۸۱ سانتی متر و ۱۵۰ سانتی متر جایگاه اول و دوم را به خود اختصاص دادند؛ با این وجود تنوع کمتری در خصوص این صفت

در مقایسه با درصد موفقیت پیوند در بین ارقام پیوندشده مشاهده گردید (شکل ۴).

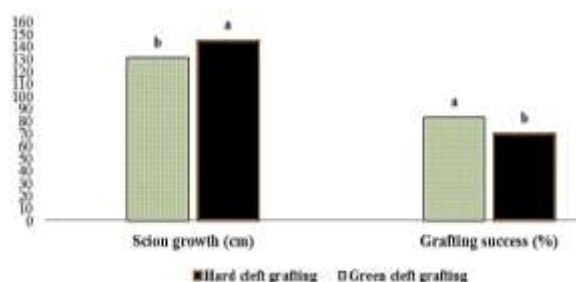
جدول ۱- تجزیه واریانس موفقیت پیوند و رشد پیوندک ارقام در سرشاخه کاری به روش اسکنه‌ای روی پایه 'بی‌دانه سفید' (۱۴۰۱)

Table 1- Analysis of variance for grafting success and scion growth of cultivars in the top-working by Cleft grafting on the 'Bidaneh Sefid' rootstock (2022)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares	
		موفقیت پیوند Grafting success	رشد پیوندک Scion growth
تکرار Replication (R)	2	49.9**	48.08**
پیوند اسکنه‌ای Clef grafting (Cg)	1	43.06*	52.04**
خطای ۱ Error I	2	0.412	0.68
رقم Cultivar (C)	5	160.01**	3854.05**
پیوند × رقم C × Cg	5	0.114 ^{ns}	1.010 ^{ns}
خطای ۲ Error II	20	13.09	3.90
ضریب تغییرات C.V(%)	-	5.250	1.84

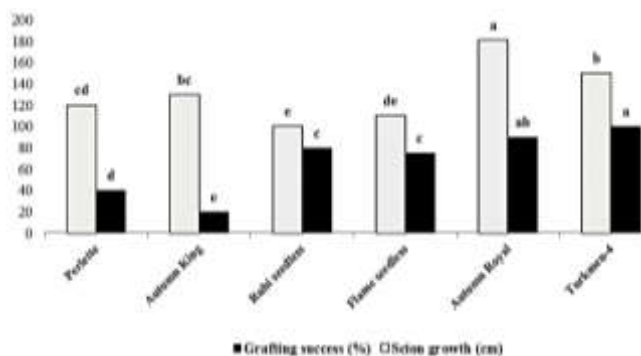
***، * و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیرمعنی‌دار

***, * and ns: significant at the 1%, 5% of probability levels and non- significant, respectively



شکل ۳- مقایسه موفقیت پیوند و رشد پیوندک بر روی پایه 'بی‌دانه سفید' در پیوند اسکنه‌ای خشبی و سبز در سال اول

Figure 3- The grafting success and scion growth on the 'Bidaneh sefid' rootstock in Hard and Green- cleft graftings in the first year (LSD, $p \leq 0.05$)

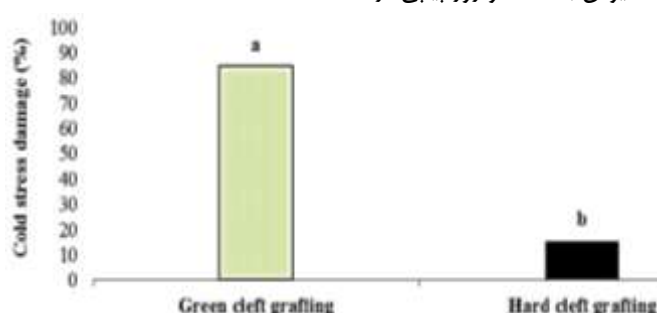


شکل ۴- مقایسه موفقیت پیوند و رشد پیوندک ارقام انگور بر روی پایه 'بی‌دانه سفید' در سال اول

Figure 4- The grafting success and scion growth of grape cultivars on the 'Bidaneh sefid' rootstock in the first year (LSD, $p \leq 0.05$)

اواسط اردیبهشت‌ماه) نشان ندادند؛ درحالی‌که بیشترین میزان شدت خسارت (خشک شدن شاخه پیوندک یک‌ساله) و درصد خسارت ناشی از سرمای زمستانه و سرمای دیررس بهاره به‌ترتیب به ارقام 'روبی-سیدلس' و 'پرلت' اختصاص داشت (جدول ۲).

نتایج مقایسه درصد خسارت ناشی از تنش سرما بین ارقام پیوندشده براساس آزمون Z نشان داد که دو رقم 'آتوم‌روپال' و 'ترکمن ۴' با کمترین درصد خسارت در جایگاه برتری قرار گرفتند (جدول ۲) و رقم 'پرلت' با ۳۷/۵۰ درصد خسارت حساس‌ترین رقم به اولین سرمای زمستانه و بهاره بعد از عملیات سرشاخه‌کاری شناخته شد. از سوی دیگر، شدت خسارت در دو رقم 'آتوم‌روپال' و 'ترکمن ۴' به‌طور قابل ملاحظه‌ای متفاوت از سایر ارقام بود (جدول ۲).



شکل ۵- خسارت ناشی از تنش سرما پیوندک‌ها در پیوند اسکنه‌ای خشی و سبز در سال اول

Figure 5- The cold stress damage on scions in Hard and Green -cleft grafting at the first year (LSD, $p \leq 0.05$)

جدول ۲- درصد و شدت خسارت ناشی از تنش سرمای زمستانه و سرمای دیررس بهاره به پیوندک روی پایه 'بی‌دانه سفید'
Table 2- Percentage and severity of damage caused by winter and late spring cold stress to scions grafted on the 'Bidaneh sefid' rootstock

ارقام	شدت خسارت ناشی از سرمای زمستانه	درصد خسارت ناشی از تنش سرمای زمستانه	شدت خسارت ناشی از سرمای دیررس بهاره	درصد خسارت ناشی از تنش سرمای دیررس بهاره	درصد کل خسارت ناشی از تنش سرمای زمستانه و بهاره
Cultivars	Severity of damage caused by winter cold stress	Percentage damage caused by winter cold stress	Severity of damage caused by late spring cold stress	Percentage damage caused by late spring cold stress	Percentage total damage caused by winter and late spring cold stress
ترکمن ۴ Turkmen-4	مرگ جوانه Bud death	12.5	-	0	12.5 ^{d*}
فلم‌سیدلس Flame seedless	پیوندک خشکیده Withered scions	10	پیوندک خشکیده Withered scions	10	20 ^b
روبی‌سیدلس Rubi seedless	پیوندک خشکیده Withered scions	27.5	پیوندک خشکیده Withered scions	5	15 ^c
پرلت Perlette	پیوندک خشکیده Withered scions	25	پیوندک خشکیده Withered scions	12.5	37.50 ^a
آتوم‌روپال Autumn Royal	مرگ جوانه Bud death	7.5	-	0	7.5 ^e
آتوم‌کینگ Autumn King	پیوندک خشکیده Withered scions	12.5	پیوندک خشکیده Withered scions	7.5	20 ^b

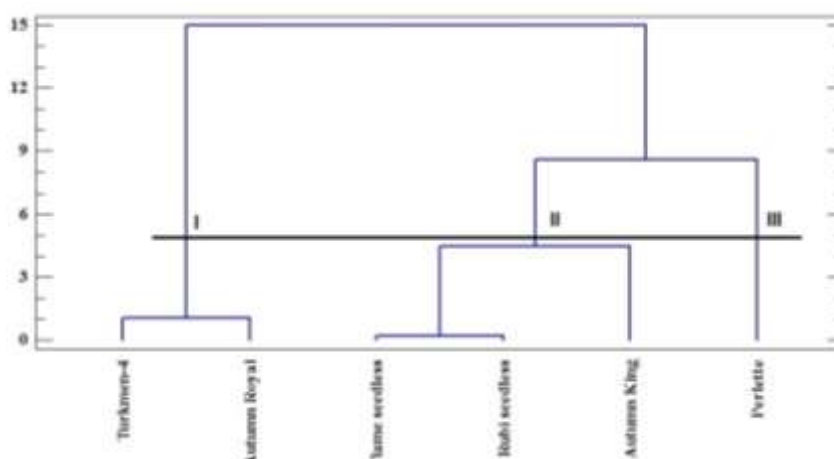
* حروف غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار براساس آزمون Z فیشر در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

* Non-common letters in each column indicate significant differences based on Fisher's z test at the 1% probability level.

نتایج ارزیابی درصد خسارت ناشی از تنش سرما صرف نظر از میزان شدت خسارت در سال اول نشان داد که بیشترین خسارت معنی‌دار بر تاک‌های پیوندی به‌روش اسکنه‌ای سبز بوده است (شکل ۵).

در سطح ارقام، نتایج نشان داد که دو رقم 'آتوم‌روپال' و 'ترکمن ۴' با کمترین درصد و میزان شدت خسارت (به‌ترتیب ۷/۵ و ۱۲/۵ درصد خسارت از نوع مرگ‌ومیر در جوانه‌های شاخه‌های پیوندک یک‌ساله) ناشی از سرمای زمستانه (اولین تنش سرمایی بعد از عملیات سرشاخه‌کاری به مدت ۱۲ روز پیاپی در محدوده دمایی ۴/۱- تا ۱۳/۶- درجه سلسیوس در دی ماه)، هیچ‌گونه تلفاتی از سرمای دیررس بهاره (دومین تنش سرمایی بعد از عملیات سرشاخه‌کاری در محدوده دمایی ۰/۹- تا ۱/۲- درجه سلسیوس به‌مدت دو روز پیاپی در

‘ترکمن ۴’، در گروه دوم ارقام ‘آتوم‌کینگ’، ‘فلم‌سیدلس’ و ‘روبی‌سیدلس’ و در گروه سوم رقم ‘پرلت’ قرار گرفتند (شکل ۶). مقایسه میانگین گروه‌ها نشان داد که گروه اول با داشتن بیشترین درصد موفقیت پیوند و رشد پیوندک یک‌ساله و همچنین کمترین خسارت ناشی از تنش سرمای زمستانه و بهاره در مقایسه با دو گروه دیگر در جایگاه برتری قرار داشت (جدول ۳).



شکل ۶- دندروگرام شش رقم پیوندشده روی پایه ‘بی‌دانه سفید’ براساس درصد موفقیت پیوند، رشد پیوندک (سانتی‌متر) و درصد خسارت ناشی از تنش سرمای زمستانه و دیررس بهاره در سال اول

Figure 6- Dendrogram of six grape cultivars graded on the ‘Bidaneh sefid’ rootstock based on the grafting success (%), scion growth (cm) and damage caused by winter and late spring cold stress (%) at the first year using Ward clustering method

جدول ۳- سه گروه حاصل از تجزیه خوشه‌ای براساس موفقیت پیوند، رشد پیوندک و خسارت ناشی از تنش سرما

Table 3- Three groups obtained from cluster analysis based on the grafting success, scion growth and damage caused by cold stress

صفت Trait	میانگین گروه Group means		
	گروه اول Group I	گروه دوم Group II	گروه سوم Group III
موفقیت پیوند (درصد) Grafting success (%)	95.00±7.07 ^{a*}	58.30±33.29 ^b	40.00±1.0 ^c
رشد پیوندک (سانتی‌متر) Scion growth (cm)	165.5±21.92 ^a	113.3±15.27 ^c	120.00±5.0 ^b
خسارت ناشی از تنش سرما (درصد) Damage caused by winter and late spring cold stress (%)	10.00±3.53 ^c	18.33±2.88 ^b	37.75±2.2 ^a

* میانگین‌های هر ردیف که با حروف یکسان مشخص شده‌اند، از نظر آماری با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح معنی‌داری یک درصد تفاوت ندارند.

* Means in each row followed by the same letter are not statistically different based on LSD test at $P < 0.01$ ($\pm$ value is the SD)

برتری پیوند اسکنه‌ای سبز و مطابق با مطالعات آسونکائو و همکاران (Assunção et al., 2019) حاکی از آن است که نوع پیوند، زمان انتخاب‌شده و همچنین شرایط محیطی منطقه سازند برای سرشاخه‌کاری انگور مناسب بود. ورما همکاران (Verma et al., 2010) و همچنین پاتیرانا و مک‌کنزی (Pathirana & McKenzie, 2005)

براساس مطالعات انجام‌شده، بهترین زمان برای عملیات سرشاخه‌کاری تاک‌های انگور در روش اسکنه‌ای خشبی قبل از شروع رشد تاک و برای پیوند اسکنه‌ای سبز در زمان رشد شاخه‌های ترد و آبدار است (Mahmoudzadeh, 2003). تفاوت معنی‌دار بین میزان گیرایی پیوند در روش اسکنه‌ای خشبی و سبز در مطالعه حاضر با

به نقش شرایط محیطی منطقه، زمان اجرا و مدیریت بعد از عملیات پیوند بر موفقیت پیوند اسکنه‌ای سبز و سایر پیوندهای شاخه‌بریده اشاره نمودند. براساس مطالعات انجام‌شده، درصد گیرایی پیوند به توزیع کربوهیدرات‌ها در اطراف محل پیوند نیز مرتبط است. در واقع، تجمع کم نشاسته در بالا و پایین محل پیوند باعث جوش خوردن بهتر محل پیوند و انتقال کافی مواد غذایی به ریشه و بالعکس می‌گردد؛ درحالی‌که تمرکز کربوهیدرات‌ها در محل پیوند باعث فساد و بسته شدن آوندهای آبکش می‌شود (Hossein et al., 2008). علاوه بر این براساس منگومبا و همکاران (Mng'omba et al., 2010) موفقیت در گیرایی پیوند تا حدود زیادی به هم‌ترازی بافت‌های پارانشیمی پایه و پیوندک و مهارت پیوندزندگان بستگی دارد.

در مطالعه حاضر، تفاوت معنی‌داری بین رشد رویشی پیوندک‌های یک‌ساله در سطح پیوند و رقم مشاهده گردید. در این خصوص، به نظر می‌رسد که زمان پیوند بر این ویژگی تأثیر گذار بوده است. پیوند اسکنه‌ای خشبی قبل از آغاز رشد فعال گیاه اجرا می‌شود و تا قبل از مساعد شدن شرایط آب‌وهوایی برای شروع رشد و نمو جوانه‌ها، فرصت کافی برای برقراری ارتباط بین پایه و پیوندک فراهم می‌گردد؛ از این رو در مقایسه با پیوند اسکنه‌ای سبز از لحاظ زمانی (حدود دو ماه) پیش‌تاز بوده و منجر به بروز تفاوت معنی‌دار در رشد رویشی پیوندک‌های یک‌ساله می‌گردد. نتایج مشابهی نیز در این خصوص توسط بورین و شارلوت (Bourrain & Charlot, 2014) گزارش گردید. در خصوص تفاوت مشاهده‌شده در سطح رقم برای ویژگی مورد اشاره نیز، بررسی نقش پایه و پیوندک در پیوند قابل تأمل است. در عملیات سرشاخه‌کاری پایه به‌عنوان ریشه، نقش جذب آب و عناصر غذایی برای گیاه (پیوندک) را بر عهده دارد و پتانسیل پایه‌ها در این خصوص با یکدیگر متفاوت می‌باشد (East et al., 2021)؛ از آنجاکه در مطالعه حاضر از یک رقم (بی‌دانه سفید) به‌عنوان پایه استفاده گردید؛ از این رو تأثیر پتانسیل رقم پایه بر تفاوت رشد رویشی پیوندک قابل چشم‌پوشی است. با این وجود در تأیید فرضیه‌های بیان‌شده، تحقیقات انجام‌شده روی پایه‌های گلایی (Pyrus communis) و سیب نشان داده است که نوع پایه بر کنترل اندازه درخت مؤثر بود؛ به‌طوری‌که پایه‌های پاکوتاه به‌دلیل حجم کم ریشه منجر به کاهش رشد اندام‌های هوایی گردیدند (Jackson, 2003). از سوی دیگر، با توجه به مدیریت یکسان تاکستان برای همه ارقام از نظر شرایط تغذیه و کوددهی، به نظر می‌رسد که علاوه بر نقش پایه، احتمالاً پتانسیل متفاوت ارقام از نظر ژنتیکی در استفاده از عناصر و به‌دنبال آن ایجاد تفاوت در غلظت عناصر غذایی در برگ نیز می‌تواند بر رشد رویشی اندام‌های هوایی گیاه مؤثر باشد (Fallahi et al., 2002). علی‌رغم اینکه تفاوت غلظت عناصر غذایی اندام‌های هوایی

پیوندک به‌خصوص برگ، بعد از عملیات سرشاخه‌کاری در مطالعه حاضر بررسی نگردید، در سایر مطالعات این فرضیه مورد تأیید قرار گرفته است. به‌طوری‌که ایکینچی و همکاران (Ikinci et al., 2014) نشان دادند که در پیوند ارقام گلایی روی پایه‌های متفاوت، ارقام گلایی پیوندشده روی پایه‌های پاکوتاه در مقایسه با ارقام پابلند دارای غلظت کمتری از عناصر کم‌مصرف بودند و از سوی دیگر بر روی یک پایه مشابه، تفاوت معنی‌داری بین غلظت عناصر در برگ ارقام پیوندشده بر روی پایه مورد نظر مشاهده شد. تچونزو و همکاران (Tchoundjeu et al., 2010) نیز گزارش دادند که تفاوت رشد شاخه در پیوندهای مختلف ممکن است به‌دلیل تفاوت غلظت مواد مانند مقدار کربوهیدرات در گیاه باشد.

نتایج ارزیابی خسارت تنش سرما در فصل زمستان، به‌عنوان اولین سرمای منطقه بعد از عملیات سرشاخه‌کاری، نشان داد که بیشترین خسارت مربوط به تاک‌های پیوندی به‌روش اسکنه‌ای سبز بود، که احتمالاً می‌تواند ناشی از عدم شکل‌گیری یا شکل‌گیری ناقص ساختار چوبی آوندها باشد. مشابه با نتایج مطالعه حاضر، سبیر (Sabir, 2011) نیز گزارش داد که اگرچه درصد رشد شاخه‌های پیوندشده بلافاصله بعد از پیوند در روش پیوند اسکنه‌ای سبز نسبت به پیوند اسکنه‌ای خشبی بیشتر بود؛ ولی چوبی‌شدن و به‌دنبال آن گذر موفق از تنش حاصل از دمای پایین زمستان با حداقل خسارت، در پیوند اسکنه‌ای خشبی رخ داد.

صرف نظر از نوع پیوند انجام‌شده، تفاوت معنی‌داری بین شدت و درصد خسارت به ارقام پیوندک در طی تنش سرمایی در مطالعه حاضر مشاهده شد. از آنجایی‌که درصد قابل توجهی از صفات تحمل در برابر سرما توسط پایه کنترل می‌شود و پایه قابلیت انتقال این مقاومت را به پیوندک دارد (Nejatian, 2013)، لذا با توجه به یکسان بودن رقم پایه برای کلیه ارقام، می‌توان نقش پایه در این تفاوت معنی‌دار را نادیده گرفت. از این رو در وهله اول به نظر می‌رسد که تفاوت پتانسیل میزان تحمل به سرما ارقام استفاده‌شده برای عملیات سرشاخه‌کاری در مطالعه حاضر می‌تواند دلیلی برای این مسئله باشد. براساس مطالعات انجام‌شده توسط نجاتیان (Nejatian, 2013)، ارقام خارجی انگور در مقایسه با ارقام ایرانی از حساسیت بیشتری نسبت به سرما برخوردار هستند. به‌طوری‌که رقم 'بی‌دانه سفید' و رقم 'ترکمن ۴' به‌عنوان ارقام نیمه‌متحمل تا نیمه‌حساس با آستانه تحمل به سرما 15 ± 1 تا 17 ± 1 درجه سلسیوس و ارقام خارجی 'پرت'، 'فلم-سیدلس' و 'روبی‌سیدلس' به‌عنوان ارقام حساس به سرما با آستانه تحمل کمتر از 15 ± 1 درجه سلسیوس گروه‌بندی شدند (Nejatian, 2013). گیاهان پس از کاهش دما تا یک حد بحرانی برای حفظ ساختارهای سلولی، سیستم محافظتی خود را فعال می‌کنند؛ لذا به نظر

عرض حبه، وزن حبه، طول خوشه، عرض خوشه و وزن خوشه) معنی‌دار بود؛ درحالی‌که برای صفات مورد اشاره، اثر معنی‌داری از منبع رقم $\times$ پیوند مشاهده نگردید (جدول ۴).

مقایسه میانگین داده‌ها در سطح روش پیوند اسکنه‌ای نشان داد که پیوند اسکنه‌ای خشبی در مقایسه با اسکنه‌ای سبز منجر به افزایش ۲۰ درصدی در عملکرد میوه (کیلوگرم/تاک)، و همه اجزای عملکرد به‌استثناء وزن حبه گردید. در خصوص وزن حبه، افزایش ۲/۲ برابری در روش پیوند اسکنه‌ای خشبی در مقایسه با پیوند اسکنه‌ای سبز برای این ویژگی مشاهده شد (جدول ۵).

با توجه به عدم معنی‌داری اثر متقابل رقم $\times$ پیوند، مقایسه میانگین در سطح ارقام پیوندشده نشان داد که رقم 'آتومروپال' برای عملکرد میوه و اجزای عملکرد تفاوت معنی‌داری با سایر ارقام داشته و از نظر موقعیت جایگاه نخست را به خود اختصاص داد (جدول ۶).

نتایج ارزیابی کیفی میوه ارقام پیوندشده روی پایه 'بی‌دانه سفید' نشان داد که اثر پیوند و اثر پیوند $\times$ رقم بر میزان مواد جامد محلول میوه و شاخص طعم معنی‌داری نبود (جدول ۴)؛ بااین‌وجود، اثر رقم بر شاخص‌های کیفی ذکرشده معنی‌دار بود (جدول ۴).

با رسیدن میوه، مقدار مواد جامد قابل حل میوه (TSS) افزایش می‌یابد و این افزایش ناشی از شکسته شدن کربوهیدرات‌های پلیمری (پلی ساکاریدها) مربوطه در زمان رسیدگی میوه است (Mohammadi et al., 2017). میوه‌های انگور برای قابل پذیرش بودن توسط مصرف‌کنندگان از نظر تجاری نیاز به حداکثر مقدار مواد جامد قابل حل دارند. مصرف‌کنندگان، میوه‌های شیرین با مواد جامد قابل حل بیشتر از ۱۳ درصد را نسبت به میوه‌هایی با مواد جامد قابل حل کمتر از ۱۳ درصد ترجیح می‌دهند، اما کاهش بیشتر در مواد جامد قابل حل منجر به فسادپذیری و کاهش کیفیت میوه می‌شود (Mohammadi et al., 2017). بااین‌وجود در برخی از منابع حداقل مواد جامد قابل حل قابل قبول برای میوه انگور حداقل ۱۷/۵-۱۴ بریکس در نظر گرفته شده است (Kader, 2003). براساس هر دو معیار ذکرشده برای مقدار مواد جامد قابل حل، دو رقم 'ترکمن ۴' و 'آتومروپال' در مقایسه با دیگر ارقام برتری معنی‌داری نشان دادند (جدول ۶)؛ بااین‌وجود میوه همه ارقام خارجی مورد استفاده به‌عنوان پیوندک در مطالعه حاضر از کیفیت مطلوبی از نظر طعم، سفتی و بازارپسندی برخوردارند. اگرچه براساس پژوهش‌های انجام‌شده پایه می‌تواند بر شاخص‌های کیفی میوه انگور از جمله محتوای قندها، اسیدها و ترکیبات فنلی تأثیر بگذارد، بااین‌وجود تأثیر رقم در مقایسه با پایه بر شاخص مواد جامد قابل حل قوی‌تر است (Kowalczyk et al., 2022).

می‌رسد که شرایط دمایی حاکم در منطقه شازند در زمستان ۱۴۰۱ (دمای کمتر از حد آستانه تحمل ارقام انگور خارجی: ۴- درجه سلسیوس) توانسته است که سیستم حافظتی در برابر خسارت تنش سرما را در ارقام مورد استفاده فعال نماید و علاوه‌براین، حد آستانه تحمل این ارقام را به‌عنوان پیوندک‌های یک‌ساله به کمتر از ۱۴- درجه سلسیوس کاهش دهد. به‌طوری‌که در ارقام خارجی مورد استفاده به‌استثناء رقم 'آتومروپال' و 'ترکمن ۴' شدیدترین خسارت یعنی خشک شدن شاخه‌های پیوندک یک‌ساله مشاهده گردید. در خصوص سرمای بهاره، شاخه‌های سبز توانایی تحمل دمای کمتر از دو درجه سلسیوس را ندارند و در کمتر از این دما، آسیب می‌بینند (Ershadi & Taheri, 2013) و این سرما گاهی تا ۹۰ درصد محصول تاکستان را از بین می‌برد (Fennell, 2004). خطر سرمازدگی برگ‌ها، شاخه‌های سبز و خوشه‌های گل انگور در اوایل فصل رشد در اکثر ارقام تجاری-خارجی انگور وجود دارد (Ershadi, 2013 & Taheri) و اکثر رقم‌های تجاری-خارجی انگور حساس به سرما هستند و سرمازدگی می‌تواند باعث کاهش بهره‌وری و کیفیت محصول و حتی کاهش بقای گیاه شود (Hamman et al., 1996). در منطقه شازند با شرایط دمایی عنوان‌شده، بین رتبه‌بندی پیوندک‌ها از نظر تحمل به سرمای زمستانه، با تحمل به سرمای بهاره نوعی هماهنگی مشاهده گردید. نتایج مشابهی نیز توسط مرادی حیدرآباد و ارشادی (Moradi Heidarabad & Ershadi, 2021) مبنی بر وجود رابطه قوی بین تحمل به سرمای زمستانه و سرمای فصل رشد برای رقم‌های انگور مورد ارزیابی (داخلی و خارجی) در سرمای ۴- درجه سلسیوس گزارش گردید.

ارزیابی میدانی میزان خسارت تاک‌های پیوندی ناشی از تنش سرما در سال دوم (۱۴۰۲) و سوم (۱۴۰۳) نشان داد که علی‌رغم سرمای معمول ۸- تا ۱۰- درجه سلسیوس در فصل زمستان منطقه شازند، خسارت سرمازدگی در تاک‌های پیوندی مشاهده نگردید. بنابراین به نظر می‌رسد که توانایی پیوندک‌ها برای تحمل سرما به‌خصوص سرمای زمستان در سال اول پیوند اهمیت ویژه‌ای دارد. ازاین‌رو، با در نظر گرفتن صفات اندازه‌گیری‌شده در سال اول و نتایج تجزیه خوشه‌ای، دو رقم 'آتومروپال' و 'ترکمن ۴'، منتخب مناسبی برای برنامه‌های سرشاخه‌کاری انگور رقم 'بی‌دانه سفید' در منطقه شازند یا مناطقی با شرایط آب‌وهوایی همانند شازند می‌باشند.

سال سوم

نتایج تجزیه واریانس داده‌های سال سوم (۱۴۰۳) نشان داد که اثر پیوند و رقم (اثرات ساده) بر عملکرد و اجزای عملکرد (قطر حبه،

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر پیوند اسکنه‌ای و رقم بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی شاخص‌های کیفی میوه ارقام انگور پیوندشده روی پایه بی‌دانه سفید

Table 4- Analysis of variance for the effect of cleft grafting and cultivar on yield, yield components and qualitative index of fruit of grape cultivars grafted on 'Bidaneh sefid' rootstock at the third years

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares								
		طول حبه Berry length	قطر حبه Berry diameter	وزن حبه Berry weight	طول خوشه Cluster length	عرض خوشه Custer width	وزن خوشه Cluster weight	عملکرد Yield	مواد جامد قابل حل TSS	شاخص طعم Flavor index
تکرار Replication (R)	2	20.01**	14.17**	0.82**	0.94 ^{ns}	18.01**	48293.12**	991.07**	3.99 ^{ns}	0.09 ^{ns}
پیوند اسکنه‌ای Clef grafting (Cg)	1	11.53**	12.01**	0.12**	11.05*	8.62**	532.52**	4.94**	8.91 ^{ns}	0.001 ^{ns}
خطای ۱ Error I	2	0.019	0.69	0.009	0.001	0.019	7.62	0.039	0.030	0.2
رقم Cultivar (C)	5	181.034**	101.01**	6.91**	7.94**	8.23**	105100.42**	336.94**	15.01**	2.07**
پیوند × رقم C × Cg	5	0.03 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.009 ^{ns}	0.0002 ^{ns}	0.04 ^{ns}	13.09 ^{ns}	0.67 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.22 ^{ns}
خطا ۲ Error II	20	0.39	1.32	0.05	1.98	0.95	2099.99	4.91	0.39	0.42
ضریب تغییرات C.V (%)	-	2.99	6.70	6.52	5.99	6.99	7.99	13.77	2.99	1.91

***، * و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیرمعنی‌دار

***, * and ns: significant at the 1%, 5% of probability levels and non- significant, respectively

جدول ۵- عملکرد و اجزای عملکرد تاکستان سرشاخه کاری‌شده به‌روش پیوند اسکنه‌ای خشبی و سبز در سال سوم

Table 5- Yield and yield components of vineyard top-working by Hard and Green- cleft grafting at the third year

پیوند اسکنه‌ای Cleft grafting	طول حبه Berry length (mm)	قطر حبه Berry diameter (mm)	وزن حبه Berry weight (g)	طول خوشه Cluster length (cm)	عرض خوشه Custer width (cm)	وزن خوشه Cluster weight (g)	عملکرد Yield (kg.vine ⁻¹)
اسکنه‌ای خشبی Hard-cleft grafting	18.00 ^{a*}	20.88 ^a	7.66 ^a	23.66 ^a	17.16 ^a	500.57 ^a	17.10 ^a
اسکنه‌ای سبز Green-cleft grafting	15.16 ^b	17.38 ^b	3.55 ^b	20.01 ^b	15.1 ^b	400.61 ^b	14.39 ^b

* میانگین‌های هر ستون که با حروف یکسان مشخص شده‌اند، از نظر آماری با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح معنی‌داری یک درصد تفاوت ندارند.

* Means in each column followed by the same letter are not statistically different based on LSD test at $P < 0.01$ (± value is the SD)

پژوهش‌های انجام‌شده، حداقل شاخص طعم یا ضریب رسیدگی برای میوه انگور ۲۰ در نظر گرفته شده است (Obenland et al., 2009)؛ باین‌وجود نوع مصرف (تازه‌خوری، آب میوه و یا خشک کردن به‌منظور تهیه کشمش)، رقم و منطقه، می‌تواند مقدار قابل قبول برای این معیار را تحت تأثیر قرار دهد (Crisosto et al., 2002). براساس

از سوی دیگر، مزه انگور تحت تأثیر مقدار ایده آلی از قند، اسیدهای ارگانیک و مواد فرار می‌باشد؛ ازاین‌رو نسبت مواد جامد قابل حل به اسیدیته قابل تیتراسیون شاخص مناسبی برای ارزیابی کیفیت نهایی انگور (شاخص طعم) و تعیین زمان مناسب بودن میوه برای عرضه به بازار مصرف می‌باشد (Crisosto et al., 2002). براساس

‘ترکمن ۴’ برای مناطقی با فصل رشد کوتاه‌تر و رقم ‘آتوم‌روپال’ برای مناطقی با فصل رشد طولانی‌تر پیشنهاد می‌شوند.

ارتباط بین صفات ارقام اندازه‌گیری‌شده در سال سوم

با توجه به اهمیت عملکرد و اجزای عملکرد میوه انگور از نظر تجاری، ضرایب همبستگی بین صفات برای بررسی دقیق‌تر این روابط محاسبه شد. براساس نتایج ضریب همبستگی فنوتیپی ترسیم‌شده (شکل ۷)، ارتباط معنی‌داری بین عملکرد میوه با صفات طول حبه ($r = 0.995^{**}$)، قطر حبه ($r = 0.847^{**}$) و وزن حبه ($r = 0.975^{**}$) مشاهده گردید (طیف رنگ سبز). بالین‌وجود ارتباط معنی‌داری بین عملکرد با سایر ویژگی‌های کمی اندازه‌گیری‌شده میوه در سال سوم مشاهده نگردید (طیف رنگی نارنجی و زرد).

شاخص طعم، همه ارقام مورد استفاده با توجه به زمان رسیدگی میوه از کیفیت مطلوبی برخوردار بودند و از نظر این ویژگی در سه گروه متمایز قرار گرفتند (جدول ۶).

در مجموع، با وجود تفاوت معنی‌دار بین ارقام پیوندشده روی پایه ‘بی‌دانه سفید’ از نظر شاخص‌های کیفی مورد اشاره، همه ارقام از نظر کیفیت و بازارپسندی میوه از شرایط قابل قبولی برخوردار بودند. همچنین از شاخص‌های کیفی مورد اشاره می‌توان به‌عنوان معیاری برای انتخاب منطقه کشت نیز بهره برد. از این‌رو مطالعات نشان دادند که ارقام انگور با مواد جامد قابل حل بالا و دوره رسیدگی کوتاه (زودرس) برای کشت در مناطق سرد با فصل رشد کوتاه سازگاری بیشتری دارند (Becker & Toldam-Andersen, 2012). بنابراین با توجه به دوره رسیدگی و مواد جامد قابل حل ارقام (جدول ۶)، رقم

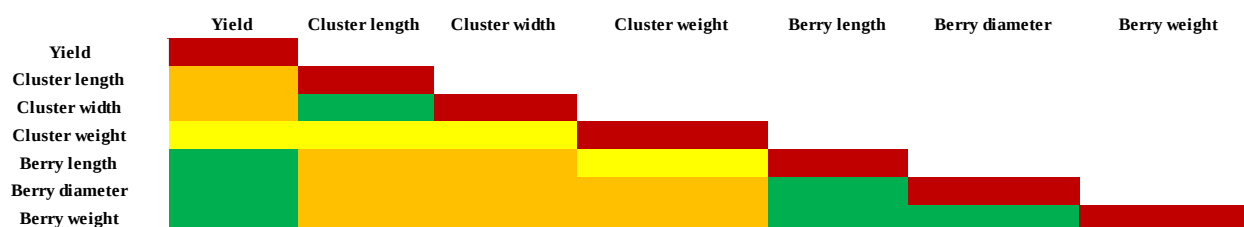
جدول ۶- عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های کیفی میوه ارقام پیوندشده روی پایه ‘بی‌دانه سفید’ در سال سوم

Table 6- Yield, yield components and qualitative index of fruit of cultivars grafted on ‘Bidaneh sefid’ rootstock in the third year

رقم Cultivar	طول حبه Berry length (mm)	قطر حبه Berry diameter (mm)	وزن حبه Berry weight (g)	طول خوشه Cluster length (cm)	عرض خوشه Custer width (cm)	وزن خوشه Cluster weight (g)	عملکرد Yield (kg.vine ⁻¹)	مواد جامد قابل حل TSS (Brix)	شاخص طعم Flavor index	زمان رسیدگی میوه Fruit ripening time
ترکمن ۴ Turkmen-4	20.5c	13.5d*	3.25e	22.5c	16.23b	437.7e	16.8b	27.5a	35.25a	Late Aug.
قلم‌سیدلس Flame seedless	17.3ef	16.6bc	2.83d	22.5bc	15.5bc	598.0bc	12.5cd	21.3b	33.32b	Mid Aug.
روبی‌سیدلس Rubi seedless	17.86e	15.6c	3.1cd	20.5c	13.86c	681.0b	11.4cd	20.5c	28.35c	Mid Sept.
پرلت Perlette	16.6f	17.0bc	2.15e	23.5ab	16.5bc	598.0cd	11.1cd	20.4c	27.94c	Late Aug.
آتوم‌روپال Autumn Royal	34.3a	26.8a	8.80a	24.71a	18.0a	773.4a	33.06a	25.2a	31.43b	Mid Sept.
آتوم‌کینگ Autumn King	18.86d	18.5b	3.55c	21.6c	15.9bc	687.0bc	12.8c	19.8c	32.5b	Mid Sept.

* میانگین‌های هر ستون که با حروف یکسان مشخص شده‌اند، از نظر آماری با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح معنی‌داری یک درصد تفاوت ندارند.

* Means in each column followed by the same letter are not statistically different based on LSD test at $P < 0.01$ ($\pm$ value is the SD)



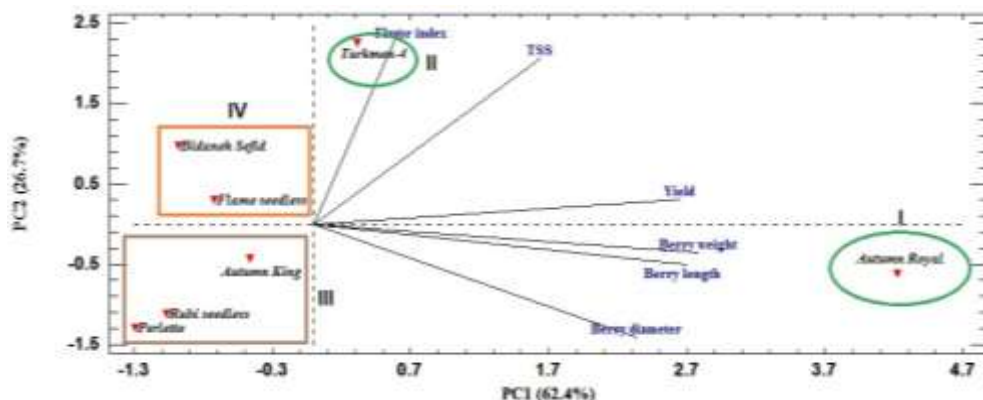
شکل ۷- نمودار حرارتی همبستگی بین عملکرد میوه و برخی ویژگی‌های کمی میوه ارقام پیوندشده روی پایه ‘بی‌دانه سفید’

Figure 7- Heat map of the correlation between fruit yield and some quantitative characteristics of the fruit of cultivars grafted on ‘Bidaneh sefid’ rootstock

داشت و از بین ارقام این گروه، رقم 'پرلت' کمترین عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های کیفی میوه را به خود اختصاص داد. نکته قابل توجه آن است که با توجه به کیفیت قابل قبول میوه از نظر شاخص طعم و مواد جامد قابل حل براساس معیارهای گزارش شده در همه ارقام مورد مطالعه (جدول ۶)، توجه به عملکرد میوه و اجزای مرتبط با آن از نظر تجاری و اقتصادی در اولویت می‌باشد. از این رو براساس بای پلات ترسیم شده، ارقام خارجی مورد استفاده در مطالعه حاضر در مقایسه با رقم 'بی‌دانه سفید' در موقعیت‌های متفاوتی قرار گرفتند. رقم 'آتوم‌روپال' و 'ترکمن ۴' از نظر صفات ذکر شده در جایگاه بالاتری نسبت به رقم 'بی‌دانه سفید' قرار داشتند؛ در حالی که ارقام 'روبی‌سیدلس' و 'پرلت' برخلاف ارقام 'آتوم‌کینگ' و 'فلم-سیدلس' به نظر می‌رسد که از نظر عملکرد و صفات وابسته به آن (ویژگی‌های کمی حبه) در مقایسه با رقم 'بی‌دانه سفید' موفق عمل نکرده‌اند.

در ادامه، صرف نظر از نوع پیوند اجرا شده، به منظور ارزیابی دقیق‌تر روابط بین ارقام (پایه و پیوندک) و همچنین روابط بین ارقام و شاخص‌های کیفی و برخی صفات کمی میوه (عملکرد، قطر حبه، طول حبه و عرض حبه) تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) انجام شد. نتایج نشان داد که دو مؤلفه اول ۸۹/۱۴ درصد از واریانس کل را توجیه نمودند. مؤلفه اول (PC1) بیشترین همبستگی مثبت را با وزن حبه، طول حبه، عملکرد و قطر حبه و مؤلفه دوم (PC2) بیشترین همبستگی را با شاخص‌های کیفی میوه (شاخص طعم و مواد جامد محلول) نشان داد (شکل ۸).

برای گروه‌بندی ارقام (پایه و پیوندک) براساس دو مؤلفه اول و دوم، بای پلات ترسیم شد. براساس بای پلات ترسیم شده، ارقام مورد مطالعه به چهار گروه تقسیم شدند: گروه اول ('آتوم‌روپال') و گروه دوم ('ترکمن ۴') در مقایسه با گروه سوم ('آتوم‌کینگ'، 'پرلت' و 'روبی‌سیدلس') و گروه چهارم ('بی‌دانه سفید' و 'فلم‌سیدلس') از نظر مؤلفه اول در جایگاه برتری قرار داشتند. گروه سوم در مقایسه با سایر گروه‌ها از نظر هر دو مؤلفه اول و دوم در سطح پایین‌تری قرار



شکل ۸- بای پلات اولین و دومین مؤلفه‌های اصلی برای گروه‌بندی ارقام انگور (پایه و پیوندک‌ها) براساس شاخص‌های کیفی و برخی صفات کمی اندازه گیری شده میوه در سال سوم

Figure 8- Biplot of the first and second principal components for classification of grape cultivars (rootstock and scions) based on qualitative indices and some quantitative characteristics of the fruit measured at the third year

نتیجه‌گیری

فصول یاد شده در منطقه شازند یا سایر نقاط استان مرکزی با شرایط آب‌وهوایی مشابه شازند طولانی باشد، احتمال سرمازدگی شاخه‌های رشد یافته از پیوند اسکنه‌ای سبز در سال اول افزایش می‌یابد؛ از این رو در چنین شرایطی باید از پیوند اسکنه‌ای خشبی جهت سرشاخه‌کاری تاکستان‌های داریستی استفاده نمود. در صورت استفاده از پیوند اسکنه‌ای سبز در چنین مناطقی در سال اول بعد از پیوند، شاخه‌های رشد یافته باید به وسیله فوم پوشانده شوند تا از سرمازدگی محافظت گردند. از سوی دیگر، با در نظر گرفتن موقعیت ارقام و صفات بر روی بای پلات ترسیم شده و همچنین گروه‌بندی ارقام براساس صفات

لزوم بازنگری و تغییر رقم با استفاده از ارقام جدید در تاکستان‌های موجود به منظور بهره‌برداری اقتصادی تاکداران امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن است که نوع پیوند، زمان انتخاب شده و همچنین شرایط محیطی منطقه شازند برای سرشاخه‌کاری انگور مناسب بوده است. با این وجود انتخاب نوع روش پیوند اسکنه‌ای تحت تأثیر شدت و ماندگاری دماهای پایین (به طور معمول صفر درجه و کمتر از صفر درجه سیلسیوس) در فصل پاییز و زمستان در منطقه شازند می‌باشد. اگر ماندگاری دمای پایین در

کمتر در مقایسه با رقم 'ترکمن ۴' و دیررس بودن نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه می‌توان برای سایر مناطق استان مرکزی با تابستان‌های طولانی نیز منتخب کرد.

سپاسگزاری

پژوهش حاضر در قالب طرح تحقیقاتی مصوب به‌شماره ۱۳۴-۶۱-۳۳-۰۷۹-۹۹۰۲۲-۹۹۰۵۱۷ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی مرکز تحقیقات، آموزش ترویج کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی انجام گردید.

ارزیابی‌شده در سال اول، به نظر می‌رسد که بتوان رقم‌های 'آتوم-روپال' و 'ترکمن ۴' را به‌عنوان منتخبانی مناسب و امیدبخش به‌دلیل عملکرد کمی و کیفی قابل قبول و اقتصادی، برای اهداف سرشاخه‌کاری تاکستان‌های منطقه شازند با پایه 'بی‌دانه سفید' معرفی نمود. از سوی دیگر، با توجه به زمان متفاوت رسیدگی میوه و میزان مواد جامد قابل حل میوه در این دو رقم، به نظر می‌رسد که در مناطقی از استان مرکزی که بارندگی‌های زودرس پاییزه وجود دارد، بتوان از رقم 'ترکمن ۴' به‌دلیل زودرسی در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه در این تحقیق، برای اهداف سرشاخه‌کاری تاکستان‌ها (با پایه 'بی‌دانه سفید') یا احداث تاکستان‌های جدید استفاده نمود. همچنین رقم 'آتوم‌روپال' را به‌دلیل شاخص رسیدگی

References

1. Agricultural Statistics. (2022). Ministry of Jihad and Agriculture, Planning and Economic Deputy, Information and Communication Technology Center, Tehran, Iran. (In Persian)
2. Ajamgard, F., Taslimpour, M. R., Hajiamiri, A. M., Golmohammadi, M., Shafie, Z. A., Yavari, N. R., & Esmaeili, A. (2023). Determination of the optimal time for topworking of olive (*Olea europaea* L.) trees in different regions of Iran. *Seed and Plant*, 39, 1-25. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/spj.2023.362227.1307>
3. Asadi, W., Rasouli, M., Gholami, M., & Maleki, M. (2020). Effect of some cultivars of native grapevine as rootstocks and triachenetanol on the physiology of 'Bidaneh Sefid' grapevine scion (*Vitis vinifera* L.), under drought stress. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 51(2), 709-722. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/ijhs.2018.262352.1482>
4. Assuncao, M., Pinheiro, J., Cruz, S., Brazao, J., Queiroz, J., Dias, J. E. E., & Canas, S. (2019). Gallic acid, sinapic acid and catechin as potential chemical markers of *Vitis* graft success. *Scientia Horticulturae*, 246, 129-135. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.056>
5. Assunção, M., Santos, C., Brazão, J., Eiras-Dias, J. E., & Fevreiro, P. (2019). Understanding the molecular mechanisms underlying graft success in grapevine. *BMC plant biology*, 19, 1-17. <https://doi.org/10.1186/s12870-019-1967-8>
6. Becker, J. R., & Toldam-Andersen, T. B. (2012). The wine industry in Denmark. *Development*, 90, 100.
7. Børve, J., Weigl, T., & Stensvand, A. (2025). Neonectria ditissima cankers initiated in the second year of the nursery phase and at time of planting of apple trees. *European Journal of Plant Pathology*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s10658-025-03027-y>
8. Bourrain, L., & Charlot, G. (2014). *In vitro* micrografting of cherry (*Prunus avium* L. 'Regina') onto 'Piku® 1' rootstock [*P. avium* × (*P. canescens* × *P. tomentosa*)]. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 89(1), 47-52. <https://doi.org/10.1080/14620316.2014.11513047>
9. Crisosto, C. H., Garner, D., & Crisosto, G. (2002). High carbon dioxide atmospheres affect stored 'Thompson seedless' table grapes. *Hort Science*, 37(7), 1074-1078. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.37.7.1074>
10. Dwivedi, S. K., Singh, B., & Paljor, E. (2000). Studies on vegetative propagation of apricot (*Prunus armeniaca* L.) through grafting in Ladakh. *Indian Journal of Horticulture*, 57(1), 39-41.
11. East, K. E., Zasada, I. A., Schreiner, R. P., & Moyer, M. M. (2021). Irrigation and rootstocks to manage northern root-knot nematode during wine grape vineyard establishment. *Plant Health Progress*, 23(1), 49-56. <https://doi.org/10.1094/PHP-06-21-0097-R>
12. Ershadi, A., & Taheri, S. (2013). Effect of salicylic acid on spring frost tolerance of grape cultivar 'Bidaneh Sefid'. *Journal of Crops Improvement*, 15(2), 135-146. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/jci.2013.36105>
13. Fallahi, E., Colt, W. M., Fallahi, B., & Chun, I. J. (2002). The importance of apple rootstocks on tree growth, yield, fruit quality, leaf nutrition, and photosynthesis with an emphasis on 'Fuji'. *Hort Technology*, 12(1), 38-44. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.12.1.38>
14. FAO. (2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.Fao.org/faostat/#data/QC
15. Fennell, A. (2004). Freezing tolerance and injury in grapevines. *Journal of Crop Improvement*, 10(1-2), 201-235. https://doi.org/10.1300/J411v10n01_09

16. Ganji Moghaddam, E., Mostafapoor, A., & Zamanipour, M. (2023). Investigation of the effective factors on the success of cherry top-working in Razavi Khorasan province. *Journal of Horticultural Science*, 37(3), 755-768. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jhs.2023.79194.1201>
17. Hamman, R. A., Dami, I. E., Walsh, T. M., & Stushnoff, C. (1996). Seasonal carbohydrate changes and cold hardiness of Chardonnay and Riesling grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 47(1), 31-36. <https://doi.org/10.5344/ajev.1996.47.1.31>
18. Hoseiniyan, F., Amiri, S., Rezazadeh, B. M., Rezazad, B. L., & Dodangeh, S. (2020). Effect of soy protein isolate and TiO₂ edible coating on quality and shelf-life of grapes varieties Hosseini and Ghezel Ozom. *Food Science and Technology*, 17, 29-41 (In Persian). <https://doi.org/10.52547/fscst.17.100.29>
19. Hossein, D. G., Farajollah, S., & Hassanpour, H. (2008). Identification of graft incompatibility of pear cultivars on quince rootstock by using isozymes banding pattern and starch. *Asian Journal of Plant Sciences*, 7, 109-112. <https://doi.org/10.3923/ajps.2008.109.112>
20. Jackson, J. E. (2003). *The Biology of Apples and Pears*. New York, United States, Cambridge University Press. 501 p.
21. Kader, A. A. (2003). Quality and safety factors: Definitions and evaluation for fresh horticultural crops. In: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Kader, A. A.(Ed.). Third Ed. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 3311, pp. 279-299.
22. Kennedy, J. A., Saucier, C., & Glories, Y. (2006). Grape and wine phenolics: History and perspective. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(3), 239-248. <https://doi.org/10.5344/ajev.2006.57.3.239>
23. Kowalczyk, B., Bieniasz, M., Błaszczyk, J., & Banach, P. (2022). The effect of rootstocks on the growth, yield and fruit quality of hybrid grape varieties in cold climate condition. *Horticultural Science*, 49(2), 78-88. <https://doi.org/10.17221/58/2021-HORTSCI>
24. Ladon, T., Chandel, J. S., Sharma, N. C., & Verma, P. (2025). Enhancing nursery production efficiency through optimal epicotyl grafting techniques on walnut (*Juglans regia* L.) under mid-hill conditions of North-Western Himalayas. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 53, 2468-2486. <https://doi.org/10.1080/01140671.2025.2489789>
25. León, L., Díaz-Rueda, P., Belaj, A., De la Rosa, R., Carrascosa, C., & Colmenero-Flores, J. M. (2020). Evaluation of early vigor traits in wild olive germplasm. *Scientia Horticulturae*, 264, 109157. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109157>
26. Mahmoudzadeh, H. (2003). Necessity of grafting in the vine. *Objectives and methods, Alborz Educational and Promotional Quarterly*, 2(4), 12-16. (In Persian).
27. Mirfatah, S. M. M., Rasouli, M., Gholami, M., & Mirzakhani, A. (2024). Physiochemical and molecular response of the grafted 'Bidaneh Ghermez' Grape cultivar on native rootstocks to identify tolerant combination to drought stress in vineyard conditions. *Russian Journal of Plant Physiology*, 71(4), 124. <https://doi.org/10.1134/S1021443724605688>
28. Mng'omba, S. A., Akinnifesi, F. K., Sileshi, G., & Ajayi, O. C. (2010). Rootstock growth and development for increased graft success of mango (*Mangifera indica*) in the nursery. *African Journal of Biotechnology*, 9, 1317-1324. <https://doi.org/10.5897/AJB10.668>
29. Mohammadi, H., Kashefi, B., & Khosh Ghalb, H. (2017). Investigation of Salicylic acid effect in different growth stages on quality and quantity of Grape varieties Rish Baba in Shahrood. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 29(4), 886-895. (In Persian). <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23832592.1395.29.4.18.6>
30. Moradi Heidarabad, S., & Ershadi, A. (2021). Evaluation of some physiological and biochemical responses of seven commercial grape cultivars to cold stress during the growing season. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 52(1), 213-224. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/ijhs.2020.290640.1729>
31. Mukred, A., & Hrotkó, K. (1989). The effect of the grafting methods on the success rates of grafting and the quality of the grafts. *Horticulturae*, 2, 13-19.
32. Nejatian, M. A. (2013). Comparison of cold-resistance in some Iranian and European grape cultivars. *Isfahan University of Technology-Journal of Crop Production and Processing*, 3(7), 157-171. (In Persian).
33. Obenland, D., Collin, S., Mackey, B., Sievert, J., Fjeld, K., & Arpaia, M. L. (2009). Determinants of flavor acceptability during the maturation of navel oranges. *Postharvest Biology and Technology*, 52(2), 156-163. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.01.005>
34. Park, J. H., & Sagong, D. H. (2024). Influence of DMSO (Dimethyl sulfoxide) and IBA (Indole-3 butyric acid) treating concentrations by rootstocks on the production of potted nursery stock in the grape 'Heukboseok'. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 43, 61-71. <https://doi.org/10.5338/KJEA.2024.43.06>
35. Pathirana, R., & McKenzie, M. J. (2005). A modified green-grafting technique for large-scale virus indexing of grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Scientia Horticulturae*, 107(1), 97-102. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2005.06.002>

36. Rezaee, R., & Naghilou, F. (2015). The effect of grafting method, grafting site covering and foliar application of some mineral elements on the rate of grafting and winter survival in grafted walnut seedlings. *Journal of Horticultural Sciences*, 30(3), 439-446. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jhorts4.v30i3.43402>
37. Rezaee, R., & Vahdati, K. (2008). Introducing a simple and efficient procedure for top-working Persian walnut trees. *Journal-American Pomological Society*, 62(1), 21. <https://doi.org/10.71318/apom.2008.62.1.21>
38. Sabir, A. (2011). Comparison of green grafting techniques for success and vegetative development of grafted grape cultivars (*Vitis* spp.). *International Journal of Agriculture and Biology*, 13(4).
39. Tchoundjeu, Z., Tsobeng, A. C., Asaah, E., & Anegbeh, P. (2010). Domestication of *Irvingia gabonensis* (Aubry Lecomte) by air layering. *Journal of Horticulture and Forestry*, 2(7), 171-179.
40. ValizadehKaji, B., Abbasifar, A., Bagheri, H., Zandievakili, G., & Daryabeigi, A. (2020). First report: Grafting of three Iranian commercial pomegranate cultivars on drought tolerant rootstocks. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 7(1), 69-79. <https://doi.org/10.22059/ijhst.2020.284659.304>
41. Verma, S., Singh, S., Patel, V., & Singh, K. (2010). Grafting and stionic effect studies in grape. *Journal of Rural Agricultural Research*, 10, 1-3.
42. Wheeler, C. E., Vandervoort, C., & Wise, J. C. (2024). Trunk injection to control *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae) in topworked apple trees. *Journal of Economic Entomology*, 117(1), 366-372. <https://doi.org/10.1093/jee/toad217>
43. Zenginbal, H., Demir, T., Demirsoy, H., & Beyhan, Ö. (2017). The grafting success of fourteen genotypes grafted on three different rootstocks on production of sweet cherry (*Prunus avium* L.) sapling. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 16(1), 133-143.