



The effect of several native rootstocks on vegetative, biological, physiological indicators and some nutritional elements of grape cv. Sultana

Amin Najafi¹ | Mehdi Hadadinejad² | Abdolrahman Mohammadkhani³ | Dariush Madadi⁴

1. Department of Horticulture Sciences, Agronomy College, Sari Agriculture and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: amin.najafi@sanru.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Horticulture Sciences, Agronomy College, Sari Agriculture and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: m.hadadinejad@sanru.ac.ir
3. Department Horticulture, Faculty Agriculture, Shahrekord university, Shahrekord, Iran. E-mail: mkhani7@skums.ac.ir
4. Conservatory teacher, Uremia, Iran. E-mail: D.Madadi@sanru.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	Objective: This study examines the impact of various grape rootstocks on the growth characteristics, physiological properties, and nutrient content of the seedless white scion, a cultivar of significant commercial importance in Iran's agricultural sector.
Article history: Received 9 July 2024 Received in revised form 13 July 2025 Accepted 4 November 2025 Published online 5 January 2026	Methods: A completely randomized greenhouse experiment at the Horticulture Department, Shahrekord University, compared six treatments: a control (Sultana cuttings), own-rooted Sultana/Sultana, and grafted combinations of the seedless white scion onto rootstocks (Yaghuti, Asgari, Khoshnam, and red Sultana). Traits assessed included morphometric, biological, and physiological parameters, as well as concentrations of Ca, K, and P.
Keywords: <i>Allo-rootstocks</i> <i>Asgari</i> <i>Rootstock</i> <i>Scion</i> <i>Self-rooted</i>	Results: The lowest root number occurred in the own-rooted treatment. In contrast, self-grafted (seedless white scion on seedless white rootstock) showed the highest accumulation of photosynthetic pigments, the longest root length, and the greatest Ca absorption. Seedless white rootstock exhibited notably higher carotenoid content. Chlorophyll analysis revealed that Khoshnam and seedless white combinations had higher chlorophyll a, while Asgari and Yaghuti combinations had higher chlorophyll b and total chlorophyll. Leaf area was greatest with the Asgari rootstock, and internode diameter was largest with Khoshnam. Scion height increased significantly with rootstock: 57% higher with Khoshnam and 34% higher with Asgari than the control. Root volume was significantly greater with Yaghuti and Asgari rootstocks compared with control. Mineral content showed higher Ca in the seedless white scion alone; for seedless white on Khoshnam, K and P levels were notably affected, with lower K and higher P concentrations observed.
	Conclusions: Grafting markedly influences grape growth and physiology. Own-rooted combinations exhibited enhanced Ca uptake, longer roots, and richer photosynthetic pigment content. Rootstocks such as Khoshnam and Asgari effectively increased scion height and root volume. These findings support strategic rootstock–scion selection as a viable approach to improve grape vigor and nutritional profiles.

Cite this article: Najafi, A., Hadadinejad, M., Mohammadkhani, A., & Madadi, D. (2026). The effect of several native rootstocks on vegetative, biological, physiological indicators and some nutritional elements of grape cv. Sultana. *Journal of Crops Improvement*, 27 (4), 659–674. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2025.379149.2891>





اثر برخی پایه‌های بومی بر خصوصیات رشدی، فیزیولوژیک و محتوای عناصر غذایی انگور رقم بی‌دانه سفید

امین نجفی^۱ | مهدی حدادی نژاد^۲ | عبدالرحمن محمدخانی^۳ | داریوش مددی^۴

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران. Amin.Najafi@sanru.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران. m.hadadinejad@sanru.ac.ir
۳. گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. mkhani7@skums.ac.ir
۴. مربی هنرستان، ارومیه ایران. D.Madadi@sanru.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

هدف: این پژوهش جهت بررسی تأثیر پایه‌های مختلف انگور بر ویژگی‌های رشدی، فیزیولوژیک و هم‌چنین محتوای عناصر غذایی پیوندک رقم بی‌دانه سفید به‌عنوان یک رقم مهم و تجاری در صنعت کشاورزی ایران بود.

روش پژوهش: این پژوهش با شش تیمار شامل شاهد (قلمه خودریشه بی‌دانه سفید)، خودپایه (بی‌دانه سفید/بی‌دانه سفید)، پیوند امگا بی‌دانه سفید روی پایه‌های یاقوتی، عسگری، خوشنام و بی‌دانه قرمز در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه پژوهشی گروه باغبانی دانشگاه شهرکرد اجرا شد. صفات مختلفی نظیر خصوصیات رشدی و فیزیولوژیک و هم‌چنین برخی عناصر غذایی مانند کلسیم، پتاسیم و فسفر موردبررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: یافته‌های به‌دست‌آمده نشان داد که کم‌ترین تعداد ریشه در تیمار خودریشه (شاهد) مشاهده شد. هم‌چنین پیوند روی خودپایه، منجر به بیش‌ترین سطح رنگدانه‌های فتوسنتزی در پیوندک شده و بالاترین طول ریشه و جذب کلسیم نیز در این ترکیب مشاهده گردید. پایه رقم بی‌دانه سفید به‌طور معنی‌داری غلظت کاروتنوئید بالاتری داشت. ارقام خوشنام و بی‌دانه سفید به‌طور معنی‌داری غلظت کلروفیل a بالاتری داشتند و ارقام عسگری و یاقوتی به‌طور معنی‌داری غلظت کلروفیل b و کل بالاتری نشان دادند. بیش‌ترین سطح برگ روی پایه عسگری و قطر میانگره روی پایه خوشنام به‌دست آمد و در عین‌حال، قطر میانگره در پایه خوشنام بالاترین مقدار را داشت. نتایج نشان داد که نوع پایه بر ارتفاع پیوندک تأثیر معنی‌داری داشته و رقم‌های خوشنام و عسگری به‌ترتیب باعث افزایش ۵۷ و ۳۴ درصد ارتفاع پیوندک نسبت به شاهد شدند. به‌علاوه، حجم ریشه در پایه‌های یاقوتی و عسگری نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود. از نظر محتوای عناصر معدنی پیوند بی‌دانه سفید به‌طور معنی‌داری غلظت کلسیم بالاتری داشت و ترکیب بی‌دانه سفید با پایه خوشنام به شدت بر مقادیر پتاسیم و فسفر تأثیر گذاشته و پتاسیم پایین‌تری و فسفر بالاتری را به‌همراه داشت.

نتیجه‌گیری: در مجموع یافته‌های این پژوهش نشان داد که پیوند تأثیرات مثبت و معنی‌داری بر ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیک گیاهان دارد. به‌ویژه گیاهان خودپایه (بی‌دانه سفید/بی‌دانه سفید) بهبود جذب کلسیم، افزایش طول ریشه و ارتقای محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی را نشان دادند. هم‌چنین پایه‌های خاص مانند خوشنام و عسگری موجب افزایش ارتفاع پیوندک و حجم ریشه گردیدند. این نتایج مؤید آن است که انتخاب مناسب پایه و پیوندک می‌تواند به‌عنوان راه‌کاری مؤثر برای بهبود شاخص‌های رشد گیاه موردتوجه قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها:

پیوندک

خودپایه

خودریشه

دگر پایه

عسگری

استناد: نجفی، امین؛ حدادی نژاد، مهدی؛ محمدخانی، عبدالرحمن و مددی، داریوش (۱۴۰۴). اثر برخی پایه‌های بومی بر خصوصیات رشدی، فیزیولوژیک و محتوای عناصر غذایی انگور رقم بی‌دانه سفید. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۷ (۴)، ۶۵۹-۶۷۴. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2025.379149.2891>



۱. مقدمه

انگور^۱ یک محصول تجاری مهم است و به‌طور گسترده در مناطق مختلف کشت می‌شود. کارهای پژوهشی مربوط به سازگاری و بهبود پایه‌ها که در ابتدا در کشورهایی مانند فرانسه و آلمان یا در مناطقی مانند کالیفرنیا (ایالات متحده آمریکا) یا استرالیا جنوبی توسعه یافته بودند، معمولاً با هدف دستیابی به پایه‌های مقاوم به فیلوکسرا انجام می‌شد (غوله^۲، ۲۰۱۹). استفاده از پایه‌ها به‌تازگی به‌عنوان راهبردی مؤثر و موفق برای مبارزه با تنش‌های غیرزیستی و زیستی در مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده انگور در سراسر جهان اهمیت پیدا کرده است. با این حال، انتخاب پایه خاص به‌دلیل در دسترس بودن پایه‌های جدید متعدد به‌طور فزاینده‌ای دشوار می‌شود (لورتی^۳ و ماسایی^۴، ۲۰۰۶). برنامه اصلاح پایه‌های انگور ایران با ارزیابی تنوع مورفولوژیک بیش از ۶۰۰ رقم و ژنوتیپ انگور کشور در کلکسیون تاکستان شروع و سپس با انگشت‌نگاری دی‌ان‌آ و غربالگری برای تنش خشکی در سطح بیان ژن ادامه یافت (حدادی‌نژاد و همکاران، ۲۰۱۴). هرچند در نتیجه غربالگری‌های متعدد ارقام و ژنوتیپ‌های کاندید تحمل به خشکی معرفی شدند. اما در پژوهشی دیگر عنوان نمودند برخی ارقام انگور که به‌عنوان متحمل به خشکی معرفی شده بودند وقتی به‌عنوان پایه برای پیوندک بی‌دانه سفید به‌کار گرفته شدند، قادر به القای تحمل به خشکی به پیوندک نمی‌باشند (فلی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۳). پایه‌ای که برای یک رقم مفید است ممکن است برای سایر رقم‌ها به‌طور کلی سودمند نباشد، زیرا اثر متقابل پایه و پیوندک بر عملکرد انگور بیش‌تر از پیوندک به‌تنهایی تأثیر می‌گذارد. عملکرد پایه‌ها با خاک‌ها و اقلیم‌های مختلف متفاوت است، بنابراین ارزیابی پایه‌های منطقه‌ای برای تعیین پایه مناسب برای یک محیط خاص، ضروری است. پایه به‌طور قابل‌توجهی بر پارامترهای رشد تأثیر می‌گذارد و می‌تواند از رقمی به رقم دیگر متفاوت باشد (کوسه^۵ و همکاران، ۲۰۱۴). از این نظر، پایه‌ها می‌توانند برای کمک به حل چنین مشکلاتی، به ویژه مشکلات مربوط به کمبود آب موجود و کیفیت آن یا کنترل رشد رویشی تاکستان، پاسخ‌های دائمی ارائه دهند (آلبرکرک^۶ و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به مزایای پایه و با هدف بررسی ترکیب پایه و پیوندک، پژوهش حاضر برای تعیین اثر متقابل پایه و پیوندک انگور بر شاخص‌های رشدی پیوندک رقم بی‌دانه سفید و مقایسه ترکیب‌های مختلف پیوندی با نهال خودریشه انجام شد.

۲. پیشینه پژوهش

تاکنون پژوهش‌های مختلفی در زمینه اثر پایه‌های مختلف پیوندی انگور بر شاخص‌های رویشی پیوندک انجام شده که به‌طورعمده مربوط به بررسی شرایط تنش‌زا بوده و به‌طورعمده مطالعه روابط بین پایه و پیوندک در مواردی مانند تحمل به کمبود آب، تحمل شوری و تحمل در برابر آفات خاک موردبررسی قرار گرفته است. مددی و همکاران (۱۴۰۰) پاسخ ریخت‌شناسی و فیزیولوژیک نهال پیوندی انگور بی‌دانه سفید روی پایه ایرانی و خارجی در شرایط تنش خشکی را بررسی کردند. در این پژوهش پایه ایرانی رشه همانند پایه P1103 در پیوندک انگور بی‌دانه سفید، تحمل خوبی به شرایط تنش خشکی را القا نمود. اسدی و همکاران (۱۳۹۹) اثر چند رقم انگور بومی به‌عنوان پایه پیوندی و تریاکانتانول بر فیزیولوژی پیوندک انگور بی‌دانه سفید را تحت تنش خشکی بررسی کردند. براساس نتایج حاصل از این پژوهش تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار سطح برگ، میزان پایداری غشای سلولی، میزان کلروفیل و RWC گردید و تیمار تریاکانتانول منجر به

1. *Vitis vinifera* L.
2. Ghule
3. Loreti
4. Massai
3. Kose
4. Alburquerque

افزایش معنی‌دار این صفات گردید. همچنین نهال‌های پیوندی با پایه خوشنام نسبت به شاهد نتایج بهتری را نشان داد و با اضافه‌شدن تیمارهای تریاکانتانول نیز صفات مناسب برای تحمل تنش خشکی بهبود یافتند. بحرانی و همکاران (۱۳۹۹) تأثیر سطوح مختلف خشکی بر برخی از صفات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیک انگور را به‌منظور انتخاب متحمل‌ترین پایه انجام دادند. براساس مقایسه میانگین صفات ریخت‌شناسی و فیزیولوژی اندازه‌گیری‌شده این پژوهش، رقم چفته به‌عنوان متحمل‌ترین رقم در مقایسه با پایه و ارقام دیگر در شرایط تنش خشکی خیلی شدید معرفی و پس از آن به‌ترتیب ارقام رطبی، سمرقندی و یاقوتی قرار گرفتند.

جوجای^۱ و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر نوع پایه بر رشد، عملکرد و ترکیب میوه انگورهای بی‌دانه تامپسون را بررسی کردند. مطابق با این مطالعه مشخص شد که پایه استفاده‌شده باعث افزایش رشد تامپسون بی‌دانه و افزایش باردهی و عملکرد شد. سومکووار^۲ و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی تأثیر پایه‌های مختلف بر رشد، فتوسنتز، ترکیبات بیوشیمیایی و مواد مغذی در انگورهای بی‌دانه فانتزی گزارش کردند که انگورهای پیوندی تغییراتی را در وضعیت مواد مغذی اولیه نشان دادند. نتایج بررسی وضعیت مواد مغذی برگ انگورهای "فانتزی بی‌دانه" پیوندشده روی پایه‌های مختلف نشان داد که محتوای مواد مغذی اولیه نمونه‌ها به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر نوع پایه قرار گرفت.

لوی^۳ و همکاران (۲۰۲۱) عملکرد رقم فلیم‌سیدلس روی پایه‌های مختلف در پاسخ به تنش شوری خاک را بررسی نمودند. پایه "Paulson 1103" سطح برگ را بیش از سایر پایه‌ها افزایش داد. باتیستون^۴ و همکاران (۲۰۲۲) آناتومی آوند چوبی و صفات هیدرولیکی در قلمه‌های پیوندی ویتیس با توجه به تأثیر آنها بر بیماری زوال انگور جوان بررسی کردند و دریافتند که پیوند انگور یک عمل ضروری در کشت انگور است و در طول سال‌ها، تکنیک‌های مختلف پیوند رومیزی برای مکانیزه‌کردن فرایند نهالستان و افزایش عملکرد در تعداد قلمه‌های زنده توسعه یافته است. تدسکو^۵ و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی تأثیر برهم‌کنش‌های پیوندک-پایه بر متابولیک در بافت‌های مختلف انگور و ترشحات آبکش پرداختند. به این منظور، برهم‌کنش‌های متابولیکی پیوندک-پایه، متابولوم ترکیب ۱۱ پیوند در برگ‌ها، ساقه‌ها و ترشحات آبکش از بالا و پایین پیوند طی پنج تا شش ماه پس از پیوند مطالعه گردید. متابولوم پیوندک‌ها در مقابل پایه‌های هم‌پیوند در مقابل دیگر پیوند مقایسه گردید و اثر متقابل پایه بر متابولوم پیوندک بررسی شد. این رویکرد نشان داد زمانی که بافت‌ها و ژنوتیپ‌ها مقایسه می‌شوند، پیوند تأثیر جزئی بر متابولوم انگورهای پیوندی دارد، پیوند ناچنس بیش‌تر بر پایه‌ها تأثیر می‌گذارد تا پیوندک، وجود شریک پیوند هترولوگ ترکیبات مرتبط با دفاع را افزایش می‌دهد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

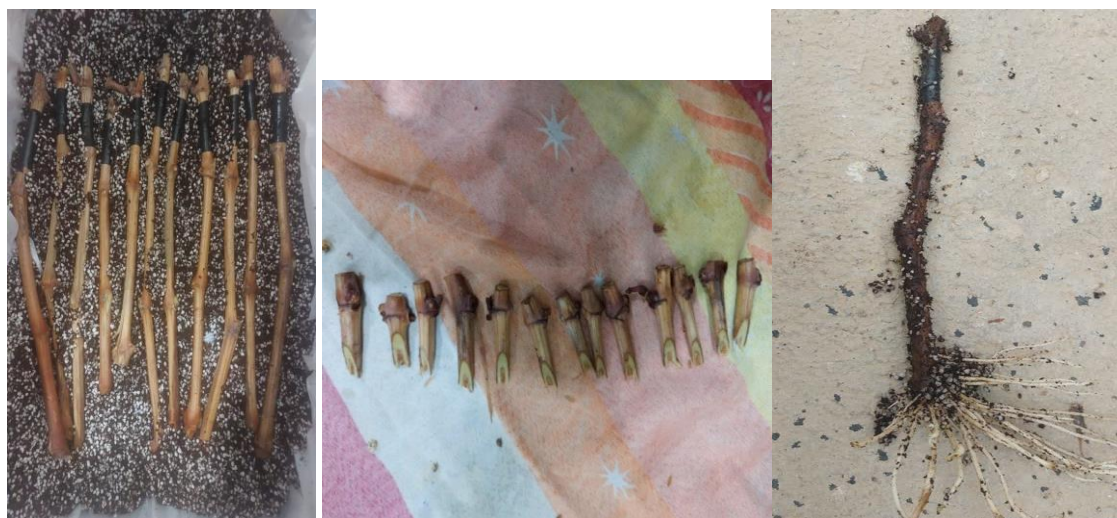
به‌منظور انجام این پژوهش شش تیمار مختلف با اندازه و سن یکسان تهیه و در دانشگاه شهرکرد مستقر شد. در گروه شاهد پنج نهال خود ریشه بی‌دانه سفید از طریق قلمه خشبی از تاکستان شهر سامان در استان چهارمحال و بختیاری در اسفندماه سال ۱۴۰۱ تهیه شدند. تیمارهای دیگر شامل خودپایه (بی‌دانه سفید روی بی‌دانه سفید)، دگرپایه (بی‌دانه سفید روی پایه‌های یاقوتی، عسگری، خوشنام و بی‌دانه قرمز) بودند. از قیچی پیوندزن دستی (مدل ۱۸۵۸، برند وایزست، کشور تایوان) برای پیوند امگا استفاده شد و نوع پیوند پایه و پیوندک اسکنه‌ای بود. بلافاصله گیاهان پیوندی به محیط

1. Jogaiah
2. Somkuwar
3. Lo'ay
4. Battiston
5. Tedesco

ریشه‌زایی حاوی پیت و پرلایت (۵۰:۵۰) مرطوب در محیط گلخانه با نور طبیعی و در بسترهای داخل اتاقک، انتقال داده شد و سپس در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ روز ریشه‌دار شد (شکل ۱). جهت تسهیل در ریشه‌زایی از هورمون نفتالین استیک‌اسید با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده شد. در ابتدا قلمه‌های ریشه‌دار (۵ سانتی‌متر) را در گلدان‌های ۲ لیتری پلاستیکی کاشته و بعد از رشد کافی به گلدان‌های اصلی با ظرفیت ۲۸ لیتر خاک لومی-شنی (۶۸ درصد شن، ۲۰ درصد سیلت و ۱۲ درصد رس) انتقال داده و در شرایط رشد در گلخانه نگهداری شد.

صفات مورد ارزیابی پس از گیرایی پیوند و در تیرماه اندازه‌گیری شد. صفات رشدی (ارتفاع پیوندک، تعداد گره پیوندک، طول و قطر میانگره، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، قطر و طول ریشه سخت و نرم، حجم ریشه، اندازه‌گیری ریشه‌های سخت و نرم، وزن برگ، تعداد برگ، ضخامت برگ و سطح برگ) و صفات فیزیولوژیک (غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی و غلظت عناصر معدنی) بودند. مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a, b و کاروتنوئیدها) طبق روش لیختننالر و ولبورن (۱۹۸۳) و عناصر معدنی (کلسیم، پتاسیم، فسفر و نیتروژن) براساس پروتکل استاندارد جونز و همکاران (۱۹۹۱) اندازه‌گیری شدند. برای این منظور، نمونه‌های برگ پس از هضم اسیدی با استفاده از دستگاه جذب اتمی (PerkinElmer, Model 2380) برای سنجش کلسیم و پتاسیم، روش رنگ‌سنجی مولیدات-وانادات برای فسفر و روش کج‌لدال اصلاح‌شده برای نیتروژن مورد آنالیز قرار گرفتند. فاصله و قطر میانگره با خط‌کش و قطر پایه و پیوندک با کولیس اندازه‌گیری شد.

این آزمایش در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با ۶ تیمار (پایه‌ها) در چهار تکرار و هر تکرار حاوی چهار نمونه اجرا شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و توسط نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) انجام گرفت.



شکل ۱. آماده سازی قلمه و پیوندک و ریشه‌زایی پایه‌ها

۴. یافته‌های پژوهش

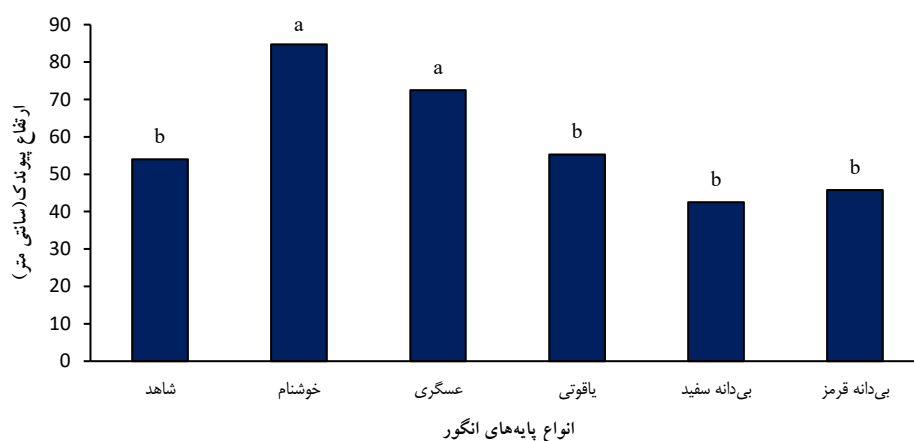
۴.۱. ارتفاع پیوندک

بررسی تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که در صفت ارتفاع پیوندک اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در سطح یک درصد ($P < 0.01$) وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارتفاع پیوندک روی پایه‌های خوشنام و عسگری به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر پایه‌ها بود و نسبت به شاهد به‌ترتیب باعث افزایش ۵۷ و ۳۴ درصد ارتفاع پیوندک شدند (شکل ۲).

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های رویشی در پایه‌های مختلف انگور

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع پیوندک	سطح برگ	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	حجم ریشه	طول بزرگ‌ترین ریشه
تیمار	۵	۱۰۶۵**	۳۷۷**	۱۳۵**	۷/۶۷**	۳۸/۸۹**	۱۷/۹۲۸**
خطای آزمایش	۱۸	۱۱۸	۲۵/۸	۳۳/۱	۱/۵۱	۶/۹۴	۱/۵۹۷
ضریب تغییرات (درصد)	–	۶/۹	۱۸/۹	۱۸/۲	۱۲/۴	۱۹/۳	۲۰/۳

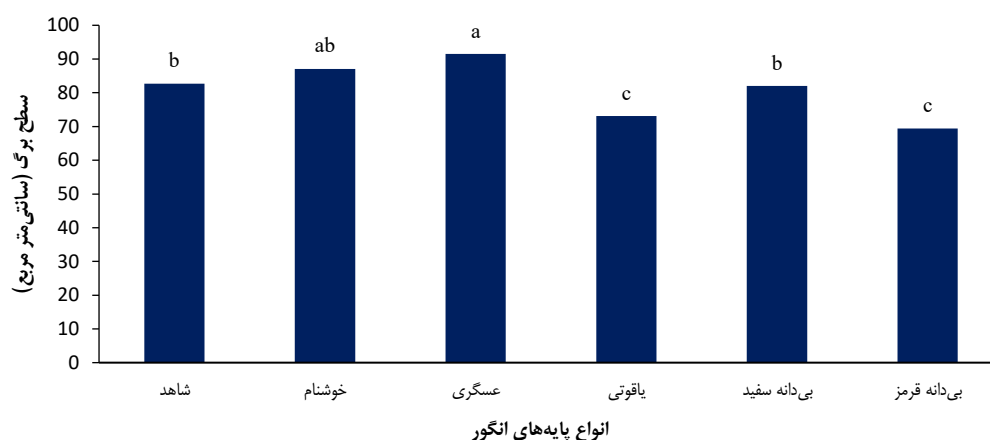
*** و ** و * به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.



شکل ۲. ارتفاع پیوندک انگور بی‌دانه سفید بر روی پایه‌های مختلف (حروف نا مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار)

۲.۴. سطح برگ

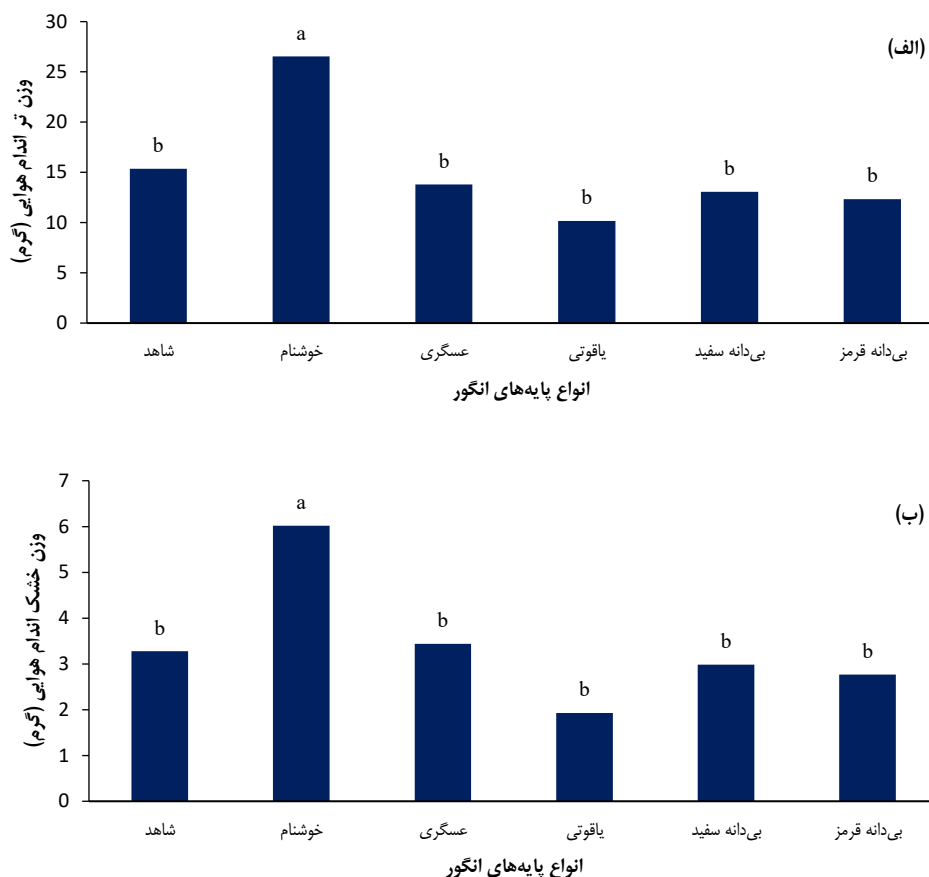
در مورد صفت سطح برگ اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در سطح یک درصد ($P < 0.01$) وجود داشت (جدول ۱). بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد سطح برگ پیوندک نسبت به شاهد روی برخی پایه‌ها کاهش و روی برخی افزایش داشته است. درحالی‌که بین بی‌دانه سفید در حالت خود ریشه و خودپایه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بیش‌ترین سطح برگ در پایه عسگری مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش ۱۲ درصد سطح برگ شد. کم‌ترین سطح برگ مربوط به پایه‌های بی‌دانه قرمز و یاقوتی بود (شکل ۳).



شکل ۳. سطح برگ انگور بی‌دانه سفید بر روی پایه‌های مختلف (حروف نا مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار)

۳.۴. وزن تر و خشک اندام هوایی

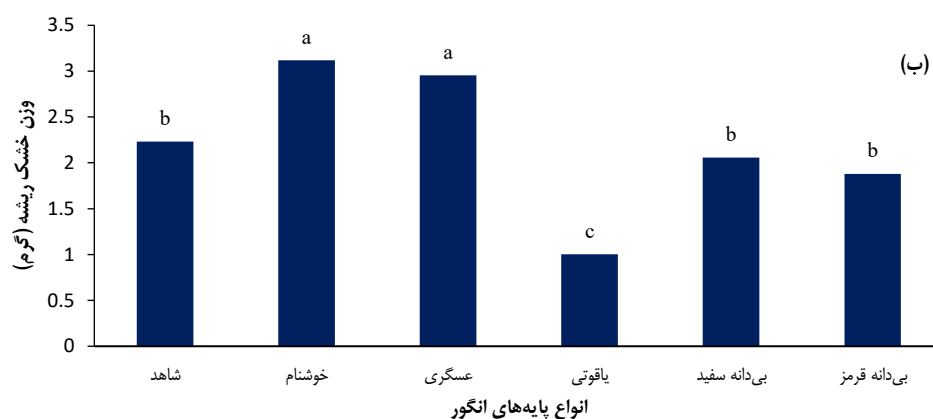
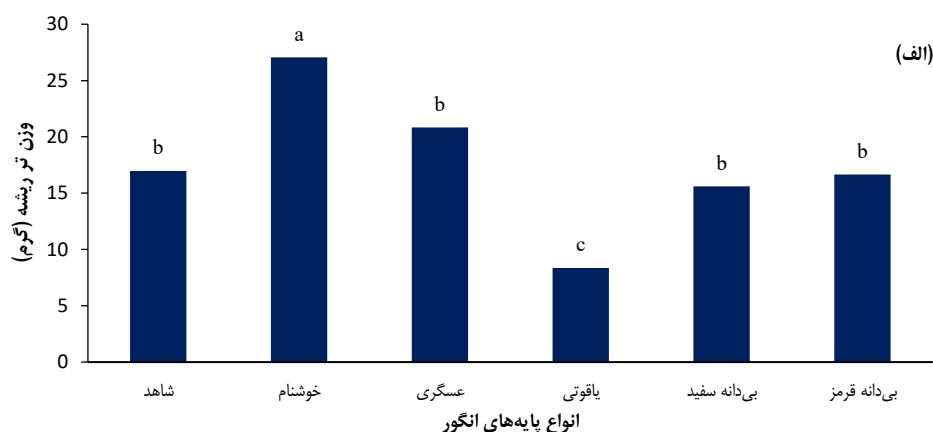
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که در صفت وزن تر و خشک اندام هوایی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در سطح یک درصد ($P < 0.01$) وجود داشت. بیش‌ترین وزن تر اندام هوایی روی پایه خوشنام مشاهده شد که باعث افزایش ۷۳ درصد وزن تر اندام هوایی نسبت به شاهد (خودریشه) شد. بیش‌ترین وزن خشک اندام هوایی نیز روی همین پایه مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش ۸۳ درصد وزن خشک اندام هوایی پیوندک گردید (شکل ۴).



شکل ۴. وزن تر (الف) و وزن خشک (ب) اندام هوایی انگور رقم بی‌دانه سفید روی پایه‌های مختلف (حروف نا مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار)

۴.۴. وزن تر و خشک ریشه

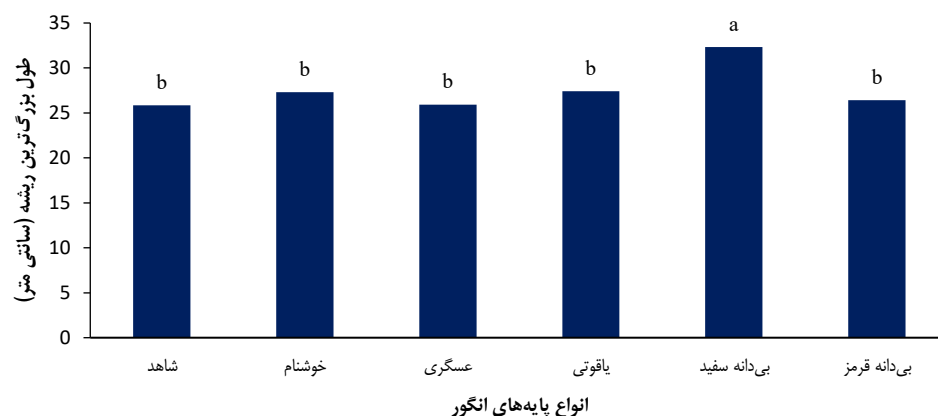
براساس نتایج تجزیه واریانس در صفت وزن تر ریشه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در سطح یک درصد ($P < 0.01$) وجود داشت. بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین وزن تر ریشه در پایه خوشنام مشاهده شد که باعث افزایش ۶۰ درصد وزن تر ریشه نسبت به شاهد شد. درحالی‌که کم‌ترین وزن تر ریشه در پایه یاقوتی مشاهده شد. بررسی نتایج تجزیه واریانس صفت وزن خشک ریشه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در سطح پنج درصد ($P < 0.05$) وجود داشت. بیش‌ترین وزن خشک ریشه در پایه‌های خوشنام و عسگری مشاهده شد که به‌ترتیب باعث افزایش ۳۹ و ۳۲ درصدی وزن خشک ریشه نسبت به شاهد شد و کم‌ترین وزن خشک ریشه نیز در پایه یاقوتی مشاهده شد (شکل ۵).



شکل ۵. بر وزن تر (الف) و وزن خشک (ب) ریشه انگور رقم بی‌دانه سفید روی پایه‌های مختلف (حروف نا مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار)

۵.۴. طول بزرگ‌ترین ریشه

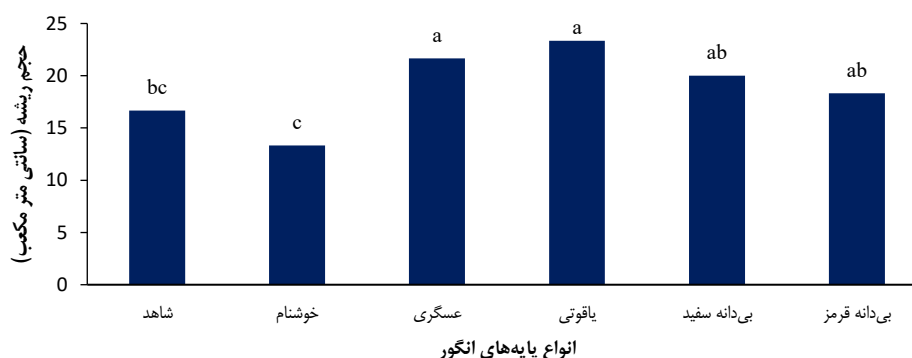
بررسی نتایج آزمون تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که در صفت طول بزرگ‌ترین ریشه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در سطح یک درصد ($P < 0.01$) وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پایه رقم بی‌دانه سفید به‌طور معنی‌داری بزرگ‌ترین طول ریشه را داشت و باعث افزایش ۲۵ درصد طول ریشه نسبت به شاهد شد (شکل ۶).



شکل ۶. طول بزرگ‌ترین ریشه انگور رقم بی‌دانه سفید روی پایه‌های مختلف (حروف نا مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار)

۴.۶. حجم ریشه

بررسی نتایج آزمون تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که در صفت حجم ریشه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در سطح یک درصد ($P < 0.01$) وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پایه‌های یاقوتی و عسگری به‌طور معنی‌داری حجم ریشه بالاتری داشتند و به‌ترتیب باعث افزایش ۳۹ و ۳۰ درصد حجم ریشه نسبت به شاهد شدند (شکل ۷).



شکل ۷. حجم ریشه انگور رقم بی‌دانه سفید روی پایه‌های مختلف (حروف نا مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار)

۴.۷. رنگیزه‌های فتوسنتزی

بررسی نتایج آزمون تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که در صفت غلظت کلروفیل a، b، کلروفیل کل و غلظت کاروتنوئید اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در سطح یک درصد ($P < 0.01$) وجود داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد پایه‌های یاقوتی، خوشنام و بی‌دانه سفید به‌ترتیب باعث افزایش ۳۶، ۲۹ و ۲۸ درصد غلظت کلروفیل a پیوندک نسبت به شاهد شدند. همچنین پایه یاقوتی به‌طور معنی‌داری غلظت کلروفیل b بالاتری را در پیوندک ایجاد نمود و کم‌ترین غلظت کلروفیل b در تیمار شاهد مشاهده شد. در صفت غلظت کلروفیل کل، پیوندک بی‌دانه سفید روی پایه‌های بی‌دانه سفید (خودپایه)، یاقوتی و عسگری (دگرپایه) به‌طور معنی‌داری غلظت کلروفیل کل بالاتری داشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پایه بی‌دانه سفید به‌طور معنی‌داری میزان کاروتنوئید بالاتری داشت (شکل ۸).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس رنگیزه‌های فتوسنتزی در پایه‌های مختلف انگور

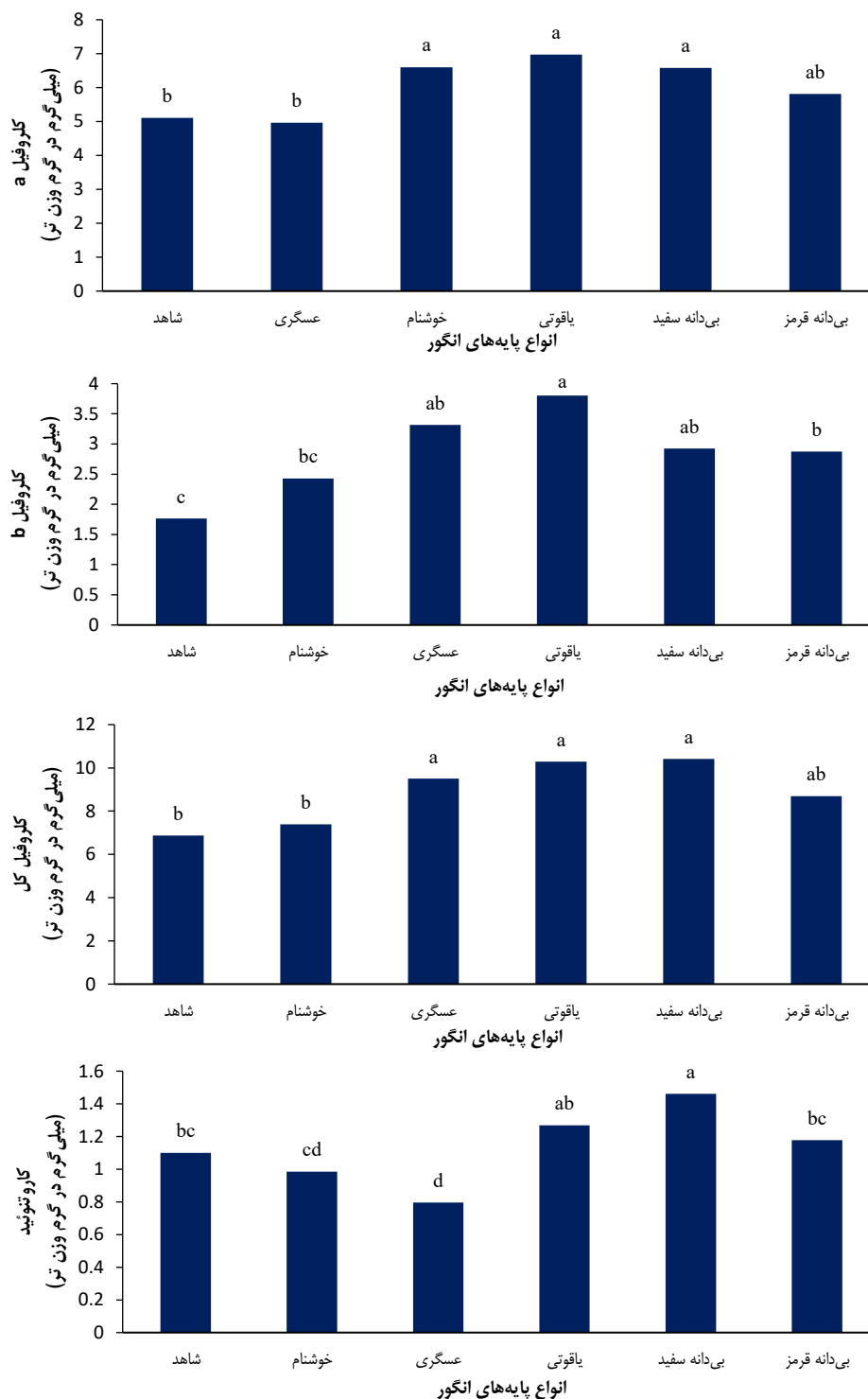
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)		
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
تیمار	۵	۲/۸۳۲**	۱/۹۸۹**	۸/۷۶۶**
خطای آزمایش	۱۸	۰/۷۶۲	۰/۳۲۴	۱/۵۲۶
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۲/۹	۱۲/۲	۱۲/۹
کاروتنوئید				۰/۲۱۳**

*** و ** به‌ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

۴.۸. محتوای عناصر برگ

بررسی نتایج آزمون تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که در صفت غلظت کلسیم، پتاسیم، فسفر و نیتروژن اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در سطح یک درصد ($P < 0.01$) وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین غلظت کلسیم وقتی مشاهده شد که پیوندک بی‌دانه سفید روی پایه بی‌دانه سفید (خودپایه) قرار داشت، به‌طوری‌که غلظت کلسیم را ۲۷ درصد نسبت به حالت خودریشه (شاهد) افزایش داد. نتایج نشان داد بیش‌ترین غلظت پتاسیم در پایه‌های یاقوتی، عسگری و

بی‌دانه سفید مشاهده شد که به‌ترتیب باعث افزایش ۴۲، ۲۷ و ۲۶ درصد غلظت پتاسیم نسبت به تیمار شاهد شدند. همچنین بیش‌ترین غلظت فسفر در پایه خوشنام مشاهده شد که نسبت به شاهد افزایش ۱۱۴ درصد غلظت فسفر را نشان داد. نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از بیش‌ترین غلظت نیتروژن در پایه‌های یاقوتی و شاهد بود (شکل ۹).

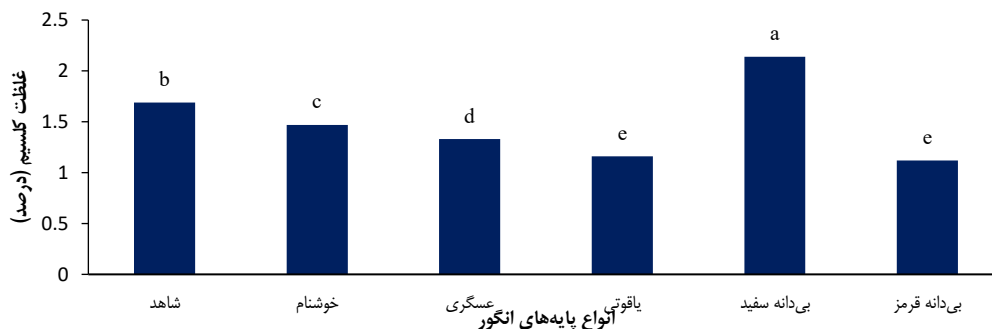
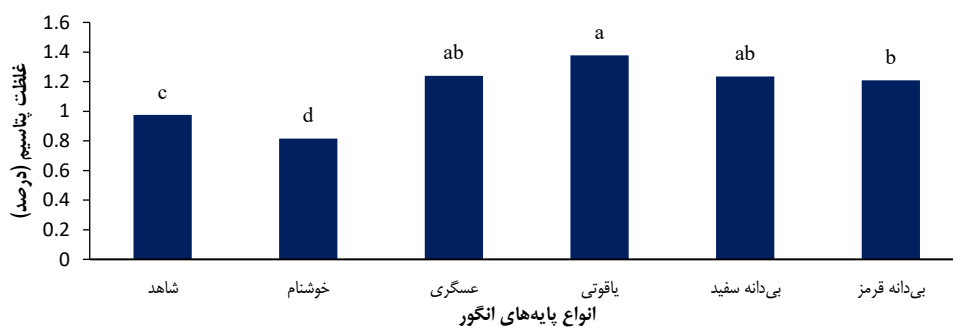
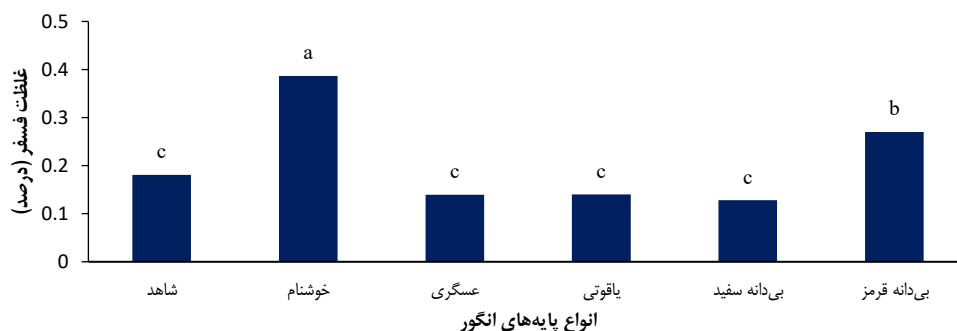


شکل ۸. غلظت رنکیزه های فتوسنتزی انگور رقم بی‌دانه سفید روی پایه‌های مختلف (حروف نا مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار)

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس غلظت عناصر موجود در برگ انگور رقم بی‌دانه سفید بر روی انواع پایه‌های مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)			
		غلظت کلسیم	غلظت پتاسیم	غلظت فسفر	غلظت نیتروژن
تیمار	۵	۰/۴۳۶**	۰/۱۲۸**	۰/۷۴۶**	۰/۲۵۶**
خطای آزمایش	۱۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۵۵
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱۵/۹	۱۲/۶	۱۱/۸	۱۰/۲

*, **, و *** به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.



شکل ۹. غلظت عناصر انگور رقم بی‌دانه سفید روی پایه‌های مختلف (حروف نا مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار)

۵. بحث

بررسی نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که نوع پایه بر ارتفاع پیوندک تأثیر معنی‌داری داشت که ارتفاع پیوندک در پایه‌های عسگری و خوشنام به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر رقم‌ها بود. در پژوهشی که توسط ورسیک^۱ و همکاران (۲۰۱۶) صورت گرفت مشاهده شد که پایه‌های Fercal و FB01 انگور بیش‌ترین مقدار ارتفاع پیوندک را داشتند که تحت تأثیر نوع پایه بود. بررسی نتایج نشان داد که نوع پایه بر سطح برگ تأثیر معنی‌داری داشت که پایه عسگری به‌طور معنی‌داری سطح برگ بالاتری داشت. بررسی نتایج پژوهش‌های گذشته نشان داد که پایه‌های انگور می‌تواند بر سطح برگ و گسترش ریشه تأثیر داشته باشد (گامبتا^۲، ۲۰۱۲). همسو با نتایج آزمایش حاضر سطح برگ انگور بی‌دانه سفید پیوندی بر روی پایه‌های P1103 و ریشه دارای تفاوت معنی‌داری با انگور بی‌دانه سفید پیوند نشده بودند (مددی و همکاران ۱۴۰۰). این موضوع نشانگر تأثیر پایه بر روی پیوندک است. در پژوهش دیگری مشخص شد انگورهای پیوندی روی پایه SO4 سطح ویژه برگ پایین‌تری نسبت پایه‌های پیوندی P1103 داشتند (کوندوراس^۳، ۲۰۰۸). بیکا^۴ و همکاران (۲۰۰۰) مشاهده کردند که استفاده از پایه روی حداکثر سطح برگ تأثیر معنی‌داری دارد. تغییر در سطح برگ به‌دست‌آمده در واریته‌های مختلف ممکن است به‌دلیل تغییرات در آناتومی ریشه و فیزیولوژی پیوندک باشد که منجر به رشد شدید و به‌دنبال آن فتوسنتز بیش‌تر می‌شود که به اندازه برگ‌های بزرگ نسبت داده می‌شود (غوله^۵، ۲۰۱۹). هم‌چنین بررسی نتایج همبستگی صفات نیز این موضوع را تأیید می‌کند، به‌طوری‌که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین سطح برگ و ارتفاع پیوندک، حجم ریشه و وزن خشک آن وجود داشت.

نوع پایه بر وزن تر اندام هوایی پیوندک تأثیر معنی‌داری داشت و وزن تر اندام هوایی پیوندک بی‌دانه سفید روی پایه خوشنام بالاترین و روی پایه بی‌دانه سفید به‌طور معنی‌داری پایین‌تر بود. هم‌چنین نوع پایه بر وزن خشک اندام هوایی تأثیر معنی‌داری داشت و پایه خوشنام به‌طور معنی‌داری وزن خشک اندام هوایی بالاتری نشان داد. یافته‌های پژوهش حاضر مطابق با مطالعات قبلی همچون استیونز^۶ و واکر^۷ (۲۰۰۲)، ویرگونا^۸ و همکاران (۲۰۰۳)، کوکسون^۹ و همکاران (۲۰۱۲)، کلر^{۱۰} و همکاران (۲۰۱۲) بود که برتری آشکاری در رابطه با رشد رویشی اندام هوایی ارقام مختلف انگور پیوندشده روی پایه‌های مختلف در مقایسه با شاهد پیدا کردند. در پژوهش حاضر همبستگی مثبت بالایی بین وزن تر و خشک اندام هوایی نسبت به صفاتی همچون وزن تر، خشک و حجم ریشه و محتوای فسفر وجود داشت. فسفر نقش مهمی در فرایند تولید و انتقال انرژی در گیاه دارد. فسفر هم‌چنین به‌عنوان بخشی از پروتئین‌های هسته، غشای سلولی و اسیدهای نوکلئیک نقش ویژه‌ای دارد و برای تشکیل دانه و توسعه ریشه نیز ضروری می‌باشد. فسفات در تنظیم فتوسنتز و متابولیسم گیاه نقش داشته و از این طریق موجب افزایش رشد و نمو گیاه و به‌ویژه تحریک توسعه و گسترش ریشه می‌گردد و در نتیجه اثر مثبت بر وزن و حجم ریشه دارد (میرزاشاهی، ۱۳۹۱).

نتایج آزمایش حاضر در مورد رشد رویشی ریشه نشان داد که نوع پایه بر وزن تر و خشک ریشه تأثیر معنی‌داری داشت و پایه خوشنام به‌طور معنی‌داری وزن تر و خشک ریشه بالاتری نشان داد. نکته جالب توجه این بود که پایه یاقوتی

1. Vršič
2. Gambetta
3. Koundouras
4. Bica
5. Ghule
6. Stevens
7. Walker
8. Virgona
9. Cookson
10. Keller

با داشتن کم‌ترین وزن تر و خشک ریشه توانست در صفات رویشی و زیستی مثل سایر پایه‌ها باشد. این موضوع نشان می‌دهد یاقوتی از مکانیزمی بهره می‌برد که در دیگر پایه‌ها نیست و ممکن است این رقم متحمل به خشکی ایران، وقتی به عنوان پایه استفاده شود، توانایی القای تحمل به تنش را به پیوندک نخواهد داشت. نوع پایه بر طول بزرگ‌ترین ریشه تأثیر معنی‌داری داشت و پایه بی‌دانه سفید به‌طور معنی‌داری طول بزرگ‌ترین ریشه‌اش بیش‌تر بود. پایه بی‌دانه سفید به عنوان یک پایه حساس طول ریشه بیش‌تری داشته است. بنابر نتایج پایه‌های یاقوتی و عسگری به‌طور معنی‌داری حجم ریشه بالاتری داشتند. به نظر می‌رسد که پایه‌های یاقوتی و عسگری در شرایط بدون تنش، حجم ریشه بیش‌تری را برای دسترسی بهتر به منابع آبی و غذایی توسعه داده‌اند. نقش سیستم‌های ریشه در عملکرد پیوندک موضوع مورد توجه کشاورزان و پژوهش‌گران است. از نظر تنوری، اندازه بزرگ‌تر سیستم ریشه وضعیت آب مطلوب گیاه را حفظ می‌کند، درحالی‌که اندازه کوچک‌تر سیستم ریشه منجر به ظرفیت انتقال آب کم‌تر می‌شود. بنابراین، سیگنال‌های شیمیایی که در جریان تعرق به برگ‌ها منتقل می‌شوند، ممکن است هدایت روزنه‌ای را کاهش دهند و در نتیجه راندمان مصرف آب و رشد گیاه را تحت تأثیر قرار دهند (آلسینا^۱ و همکاران، ۲۰۱۱).

کلروفیل رنگیزه‌های اصلی فتوسنتزی در کلروپلاست گیاهان است و غلظت آن ارتباط نزدیکی با سرعت خالص فتوسنتز گیاه دارد. متابولیسم کلروفیل تا حد زیادی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد که بر رشد و عملکرد گیاه تأثیر می‌گذارد. براساس نتایج پژوهش حاضر، نوع پایه بر محتوای کاروتنوئید تأثیر معنی‌داری داشت و پایه رقم بی‌دانه سفید به‌طور معنی‌داری غلظت کاروتنوئید بالاتری داشت. پایه رقم‌های خوشنام، بی‌دانه سفید و یاقوتی به‌طور معنی‌داری غلظت کلروفیل a بالاتری را در پیوندک رقم زدند. همسو با نتایج پژوهش حاضر، نتایج مددی و همکاران (۱۴۰۰) نشان داد که انگور بی‌دانه سفید پیوندی روی پایه P1103 با تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر پایه‌ها بیش‌ترین میزان کلروفیل a را داشته و انگور بی‌دانه سفید غیرپیوندی کم‌ترین میزان را داشت. طبق نتایج ما پایه یاقوتی به‌طور معنی‌داری کلروفیل b بالاتری داشت. در این نوع کلروفیل، گیاهان پیوندی روی پایه‌های رشه و P1103 تفاوت معنی‌داری با انگور بی‌دانه سفید غیرپیوندی داشتند (مددی و همکاران، ۱۴۰۰). همچنین نوع پایه بر کلروفیل کل پیوندک تأثیر معنی‌داری داشت و پیوندک بی‌دانه سفید روی پایه عسگری و یاقوتی و بی‌دانه سفید به‌طور معنی‌داری کلروفیل کل بالاتری داشتند. نتایج پژوهشی نشان داد که پایه‌های انگور Harmony و Creek Salt موجب افزایش بیان پروتئین Lhcb2 و کلروفیل برگ شدند و نیز باعث افزایش محتوای نیتروژن برگ‌های پیوندک Red Globe در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی شد (ایباکاش^۲ و سیرا^۳، ۲۰۰۹). براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش اسدی و همکاران (۱۳۹۹)، اثر پایه بر محتوای کلروفیل پیوندک معنی‌دار نشد که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی ندارد. بررسی همبستگی صفات نشان داد که رابطه مثبت و معنی‌داری بین میزان کلروفیل کل، سطح برگ، وزن تر اندام هوایی، طول و حجم ریشه وجود داشت.

به‌طور کلی ارقام انگور به دو دسته ایزوهیدریک (این گیاهان در سلول‌های محافظ روزنه خود گیرنده‌هایی دارند که در هنگام تنش باعث بسته شدن روزنه‌ها و حفظ پتانسیل آب برگ و توقف فتوسنتز می‌شوند) و آنیزوهیدریک (تجمع مواد محلول و افزایش فتوسنتز در زمان تنش) تقسیم می‌شوند (سوخت‌سرای و همکاران، ۱۳۹۶). رقم بی‌دانه سفید و عسگری با بستن روزنه برگ و فعال کردن سامانه آبسزیک‌اسید در بیان ژن‌ها از خودشان دفاع می‌کند، اما رقم یاقوتی با تجمع مواد محلول و افزایش رنگیزه‌های فتوسنتز و بصورت آنیزوهیدریک عمل می‌کند که با نتایج پژوهش حاضر منطبق است.

ترکیبات معدنی برگ و دمبرگ به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر مرحله فنولوژیکی پایه و گیاه قرار می‌گیرند. به‌طور کلی، پایه‌ها دارای ساختارهای ریشه، ظرفیت تبادل کاتیونی و ترشحات ریشه متفاوتی هستند که به‌نوبه خود، این عوامل بر غلظت عناصر غذایی برگ پیوندک تأثیر می‌گذارد. از این‌رو، ممکن است بتوان پایه‌هایی را انتخاب کرد که به‌طور مؤثرتری جذب و انتقال عناصر معدنی در خاک را انجام می‌دهند که امکان کاهش استفاده از کود را فراهم می‌کند (کوچوکیوموک^۱ و اردال^۲، ۲۰۱۱). نتایج نشان داد که نوع پایه بر مقدار عناصر معدنی پیوندک تأثیر معنی‌داری دارد و پیوندک روی پایه بی‌دانه سفید (خودریشه) به‌طور معنی‌داری کلسیم بالاتری داشت. همچنین بین پایه‌ها از نظر تجمع پتاسیم و فسفر در اندام هوایی تفاوت وجود داشت. پایه خوشنام به‌طور معنی‌داری غلظت پتاسیم پایین‌تر و فسفر بالاتری نسبت به شاهد (خودریشه) و سایر تیمارهای خودپایه و دگرپایه نشان داد. علاوه بر این نوع پایه بر مقدار نیتروژن پیوندک نیز تأثیر معنی‌داری داشت و پایه یاقوتی و شاهد غلظت نیتروژن بالاتری داشتند. علاوه بر نوع پیوند، ژنوتیپ پایه نیز به‌طور معنی‌داری بر غلظت مواد معدنی اندام هوایی انگور تأثیر گذاشت. نتایج مشابهی نیز توسط گارسیا^۳ و همکاران (۲۰۰۱) و فیساراکیس^۴ و همکاران (۲۰۰۵) گزارش شده است.

به‌نظر می‌رسد که پایه‌های مختلف، اساساً ظرفیت جذب آب ریشه آن‌ها، به‌طور قابل‌توجهی بر تغذیه معدنی پیوندک تأثیر می‌گذارد. مطالعات اخیر توسط گوتیه^۵ و همکاران (۲۰۲۰) وجود رابطه معنی‌داری بین زمینه ژنتیکی پایه و توانایی آن در تغییر غلظت فسفر، منیزیم و گوگرد در دمبرگ پیوندک تأیید شد. از سوی دیگر، سیستم ریشه‌ای کارآمد برای جذب عناصر غذایی توسط انگور مؤثر است و به گیاه اجازه می‌دهد تا از منابع غذایی موجود در خاک بهتر بهره‌برداری کند. در واقع، به‌خوبی شناخته شده است که پایه به پیوندک نیرو می‌بخشد و قدرت بالاتر به ظرفیت جذب مواد مغذی بالاتر مربوط می‌شود. نقش پایه‌های انگور قبلاً از طریق چندین مطالعه گزارش شده بود. نتایج مطالعات الیدی^۶ و همکاران (۲۰۱۹) تأثیر پایه‌های انگور را بر محتوای معدنی برگ نشان می‌دهد. پایه‌های Dog Ridge، Salt Creek و Couderc به‌ترتیب افزایش معنی‌داری در جذب N، P، K، Ca و Mg نشان دادند.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این مطالعه به‌وضوح نشان داد که انتخاب پایه مناسب تأثیر قابل‌توجهی بر صفات فیزیولوژیکی و رشدی رقم بی‌دانه سفید انگور دارد. یافته‌ها حاکی از آن است که تیمار خود پایه (بی‌دانه سفید روی بی‌دانه سفید) منجر به بهبود معنی‌دار در جذب کلسیم (افزایش ۲۳ درصد نسبت به شاهد)، توسعه سیستم ریشه‌ای (افزایش ۳۵ درصدی در طول ریشه) و افزایش محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی شد. از سوی دیگر، تیمار دگرپایه به‌ویژه روی پایه‌های خوشنام و عسگری باعث افزایش چشم‌گیر ارتفاع ساقه (به‌ترتیب ۵۷ و ۳۴ درصدی) و حجم ریشه (افزایش ۴۰ درصد گردید). همچنین پایه عسگری موجب توسعه سطح برگ (۲۵ درصد افزایش) و پایه خوشنام باعث بهبود قطر میانگرم (۱۸ درصد افزایش) شد. این نتایج نشان می‌دهد که می‌توان با انتخاب هدفمند پایه‌های مختلف، ویژگی‌های خاص گیاه را برای اهداف باغبانی مختلف اصلاح نمود. در نهایت، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده ارقام و واریته‌های مختلف انگور به‌عنوان پایه‌ها و ارزیابی تأثیر هر کدام بر عملکرد و کیفیت موردتوجه قرار گیرد.

1. Kucukyumuk
2. Erdal
3. Garcia
4. Fisarakis
5. Gautier
6. Elaidy

۷. تشکر و قدردانی

از مسئولین گلخانه و آزمایشگاه دانشگاه شهرکرد به‌خاطر همکاری در انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

- اسدی، وهب؛ رسولی، موسی؛ غلامی، منصور و ملکی، معصومه (۱۳۹۹). بررسی اثر چند رقم انگور بومی به‌عنوان پایه پیوندی و تریاکانتانول بر فیزیولوژی پیوندک انگور بی‌دانه سفید تحت تنش خشکی. *علوم باغبانی ایران*، ۵۱(۲)، ۴۲۸-۴۱۳.
- بحرانی، پگاه؛ عبادی، علی؛ زمانی، ذبیح‌الله و فتاحی مقدم، محمدرضا (۱۳۹۹). تأثیر سطوح مختلف خشکی بر برخی از صفات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی انگور به‌منظور انتخاب متحمل‌ترین پایه. *پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۲۷(۱)، ۵۶-۴۱.
- سوخت‌سرای، رضا؛ عبادی، علی؛ سلامی، سید علیرضا و لسانی، حسین (۱۳۹۶). بررسی شاخص‌های اکسیداتیو در سه رقم انگور در شرایط تنش خشکی. *علوم باغبانی ایران*، ۴۸(۱)، ۸۵-۹۸.
- فلی‌زاده، مجتبی؛ حدادی‌نژاد، مهدی؛ عبادی، علی و محمدی‌ترکاشوند، علی (۱۴۰۳). پاسخ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی برخی ارقام انگور به تنش خشکی. *گیاه و زیست‌فناوری ایران*، ۱۹(۱)، ۱۱-۱.
- مددی، داریوش؛ عبادی، علی؛ دولتی‌بانه، حامد؛ عبدوسی، وحید و حدادی‌نژاد، مهدی (۱۴۰۰). پاسخ ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی نهال پیوندی انگور بی‌دانه سفید روی پایه‌های ایرانی و خارجی در شرایط تنش خشکی. *علوم باغبانی ایران*، ۵۲(۲)، ۳۶۷-۳۵۳.
- میرزا شاهی، کامران (۱۳۹۱). تأثیر مدیریت مصرف کود فسفر بر عملکرد دانه گندم و جذب کل فسفر در شمال خوزستان. *فیزیولوژی گیاهان زراعی*، ۴(۱۳)، ۹۹-۱۱۴.

References

- Albuquerque, M. V., Castaño, F. J., & Yuste, J. (2010). Influencia de diez portainjertos sobre el comportamiento de la variedad Tempranillo. *Vida Rural*, 305, 52-56.
- Alsina, M. M., Smart, D. R., Bauerle, T., De Herralde, F., Biel, C., Stockert, C., & Save, R. (2011). Seasonal changes of whole root system conductance by a drought-tolerant grape root system. *Journal of Experimental Botany*, 62(1), 99-109.
- 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), 413-428. (In Persian).
- Bahrani, P., Ebadi, A., Zamani, Z., & Fatahi Moghadam, M. R. (2020). Effects of drought stress levels on some morphological and physiological traits to select the most tolerant ones as a rootstock. *Journal of Plant Production Research*, 27(1), 41-56. (In Persian).
- Battiston, E., Falsini, S., Giovannelli, A., Schiff, S., Tani, C., Panaiia, R., & Mugnai, L. (2022). Xylem anatomy and hydraulic traits in *Vitis* grafted cuttings in view of their impact on the young grapevine decline. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1006835.
- Bica, D., Gay, G., Morando, A., Soave, E., & Bravdo, B.A. (2000). Effects of rootstock and *Vitis vinifera* genotype on photosynthetic parameters. *Acta Horticulturae*, 526, 373-379.
- Cookson, S. J., Hevin, C., Donnart, M., & Ollat, N. (2012). Grapevine rootstock effects on scion biomass are not associated with large modifications of primary shoot growth under nonlimiting conditions in the first year of growth. *Functional Plant Biology*, 39(8), 650-660.
- Elaidy, A. A., Abo-Ogiala, A. M., & Khalf, I. R. (2019). Effect of different grape rootstocks on the growth, yield and quality of Superior grape under salt stress. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 8(1), 167-75.
- Fisarakis, I., Nikolaou, N., Tsikalas, P., Therios, I., & Stavarakas, D. (2005). Effect of salinity and rootstock on concentration of potassium, calcium, magnesium, phosphorus, and nitrate-nitrogen in Thompson seedless grapevine. *Journal of Plant Nutrition*, 27(12), 2117-2134.

- Gambetta, G.A., Manuck, C.M., Drucker, S.T., Shaghasi, T., Fort, K., Matthews, M. A., & McElrone, A.J. (2012). The relationship between root hydraulics and scion vigour across *Vitis* rootstocks: what role do root aquaporins play?. *Journal of Experimental Botany*, 63(18), 6445-6455.
- Garcia, M., Gallego, P., Daverede, C., & Ibrahim H. (2001). Effect of Three Rootstocks on Grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. Negrette, Grown Hydroponically. I. Potassium, Calcium and Magnesium Nutrition. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 22(2), 101-103.
- Gautier, A., Cookson, S. J., Lagalle, L., Ollat, N., & Marguerit, E. (2020). Influence of the three main genetic backgrounds of grapevine rootstocks on petiolar nutrient concentrations of the scion, with a focus on phosphorus. *Oeno One*, 54(1), 1-13.
- Gholizadeh, M., Hadadinezhad, M., Ebadi, A., & Mohamadi Torkashvand, A. (2024). Studying the effect of drought stress on enzymatic and non-enzymatic antioxidant system of some grape cultivars (*Vitis vinifera* L.). *Iranian Journal of Plant & Biotechnology*, 19(2), 10-21. (In Persian)
- Ghule, V. S., Bhor, V. A., Zagade, P. M., & Somkuwar, R. G. (2019). Effect of rootstocks on graft success, growth and photosynthetic activity in grape varieties (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(2), 850-853.
- Hadadinejad, M., Ebadi, A., Fatahi, R., Mousavi, A., Santesteban, L.G. and Nejatian M.A. (2014). The effect of drought stress on photosynthetic traits and the expression of some genes for a few Iranian grapevine candidate rootstocks, *Acta Horticulturae*, 1045, 133-138.
- Ibacache, A. G., & Sierra, C. B. (2009). Influence of rootstocks on nitrogen, phosphorus and potassium content in petioles of four table grape varieties. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 69(4), 503-508.
- Jogaiah, S., Oulkar, D. P., Banerjee, K., Raveendran, P., & Rokade, N. P. (2010). Amino acid profile of 'Thompson seedless' grapes grafted on different rootstocks at various stages of berry development. *International Journal of Fruit Science*, 10(3), 323-340.
- Jones Jr, J.B., Wolf, B., & Mills, H.A. (1991). Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing, Georgia, USA.
- Keller, M., Mills, L. J., & Harbertson, J. F. (2012). Rootstock effects on deficit-irrigated winegrapes in a dry climate: vigor, yield formation, and fruit ripening. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63(1), 29-39.
- Köse, B., Karabulut, B., & Ceylan, K. (2014). Effect of rootstock on grafted grapevine quality. *European Journal of Horticultural Science*, 79(4), 197-202.
- Koundouras, S., Tsialtas, I. T., Zioziou, E., & Nikolaou, N. (2008). Rootstock effects on the adaptive strategies of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet-Sauvignon) under contrasting water status: leaf physiological and structural responses. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 128(1-2), 86-96.
- Lichtenthaler, H.K., & Wellburn, A.R. (1983). Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11(5), 591-592.
- Loreti, F., & Massai, R. (2006). State of the art on peach rootstocks and orchard systems. *Acta Horticulturae*, 713, 253-268.
- Madadi, D., Ebadi, A., Baneh, H. D., Abdousi, V., & Hadadinejad, M. (2021). Morphological and physiological responses of grafted Sultana grapevine on Iranian and American rootstocks to drought stress. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 52(2), 353-367. (In Persian).
- Mirzashahi, K. (2012). Phosphorus fertilizer Application Management on Wheat Grain Yield and Total Phosphorus Uptake In Nourth Of Khozestan, *Crop Physiology Journal*, 4(13), 99-114. (In Persian)
- Somkuwar, R. G., Taware, P. B., Bhange, M. A., Sharma, J., & Khan, I. (2015). Influence of different rootstocks on growth, photosynthesis, biochemical composition, and nutrient contents in 'Fantasy Seedless' grapes. *International Journal of Fruit Science*, 15(3), 251-266.
- Soukhtesaraee, R., Ebadi, A., Salami, S. A., & Lesani, H. (2017). Evaluation of oxidative parameters in three grapevine cultivars under drought stress. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 48(1), 85-98. (In Persian)
- Stevens, R. M., & Walker, R. R. (2002). Response of grapevines to irrigation-induced saline-sodic soil conditions. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 42(3), 323-331.
- Tedesco, S., Irisarri, P., Santos, M. T., Fevereiro, P., Pina, A., & Kragler, F. (2023). Early detection of grapevine graft incompatibility: Insights into translocated and virus-induced incompatibility. *Scientia Horticulturae*, 318, 112087.
- Virgona, J.M., Smith, J.P., & Holzapfel, B.P. (2003). Scions influence apparent transpiration efficiency of *Vitis vinifera* (cv. Shiraz) rather than rootstocks. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 9(3), 183-185.
- Vršič, S., Kocsis, L., & Pulko, B. (2016). Influence of Substrate pH on Root Growth, Biomass and Leaf Mineral Contents of Grapevine Rootstocks Grown in Pots. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18, 483-490.