پژوهش در علوم باغبانی
Journal of Reserch in Horticultural Science
جلد۲، شماره۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲ (ص ۲۸۰-۲۶۵)
Vol. 2, No.2 Autumn and Winter 2023-2024 (265-280)
تارنمای مجله: https://rhsj.areeo.ac.ir
مقاله علمی پژوهشی
10.22092/rhsj.2024.365788.1096

اثر بسترهای مختلف کاشت بر ریشه‌زایی قلمه‌های پنج رقم انگور

لیلا اصلانی[1*]، بهفر مدرس[2] و سیروس قبادی[3]

۱-۲-۳ - به ترتیب دانشجوی سابق دکترا، کارشناس و استادیار علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/٤/۲

چکیده

ریشه‌زایی قلمه رایج‌ترین روش مورد استفاده برای تکثیر انگور است. توانایی ریشه‌زایی قلمه‌ها تحت تأثیر عوامل متعدد از جمله نوع بستر ریشه‌زایی قرار دارد. به این ترتیب، به منظور مقایسه اثر چهار بستر بر ریشه‌زایی و ویژگی‌های رشد پنج رقم انگور، آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل ۴×۵ در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل چهار بستر کاشت ماسه، پیت‌ماس، کوکوپیت و خزه اسفاگنوم و فاکتور دوم شامل پنج رقم انگور بوانات، کشمشی قرمز قزوین، سیاه قزوین، ریش بابا و یاقوتی سفید بود. به این منظور سینی‌هایی را با بستر کاشت پر کرده و سپس قلمه‌های دو گره‌ای تهیه شده در آن‌ها کاشته شد. پس از هشت هفته، قلمه‌ها از بسترها خارج و درصد قلمه‌های ریشه‌دار، تعداد ریشه، طول ریشه، قطر ریشه، وزن تازه ریشه، تعداد برگ و وزن تازه اندام هوایی آن‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج این مطالعه نشان داد که نوع بستر بر درصد ریشه‌زایی قلمه‌های انگور، اثر معنی‌داری ندارد، اما بر کیفیت (تعداد ریشه، طول ریشه، قطر ریشه و وزن تازه ریشه) ریشه‌های تشکیل شده و رشد شاخساره (عداد برگ و وزن تازه اندام هوایی) اثرگذار است. وزن تازه ریشه، تعداد برگ و وزن تازه ساختار هوایی در بستر پیت‌ماس و خزه اسفاگنوم بیشتر از سایر تیمارها بود. بستر کوکوپیت باعث افزایش تعدا ریشه‌ها شد. احتمالاً وزن مخصوص ظاهری کمتر، ظرفیت نگهداری آب و هوادهی بهتر و زهکشی کافی بسترهای آلی منجر به ایجاد نتایج بهتر شده است. بر اساس تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از روش TOPSIS رشد ریشه و شاخساره قلمه‌ها در بسترهای پیت‌ماس و ماسه به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار بود در بین ارقام مورد بررسی، عملکرد رقم یاقوتی سفید تقریباً در تمام ویژگی‌های مورد مطالعه بهتر از سایر ارقام بود. برای کلیه ویژگی‌های اندازه‌گیری شده اثر متقابل بستر و رقم معنی‌دار بود. اثر متقابل معنی‌دار برای ویژگی‌های قطر ریشه، وزن تازه ریشه، تعداد برگ و وزن تازه ساختار هوایی نشان دهنده اثربخش بودن بستر پیت‌ماس و خزه اسفاگنوم بر رقم ریش بابا و در مورد ویژگی‌های تعداد، طول و قطر ریشه‌ها نشان دهنده واکنش متفاوت ارقام در بسترهای مختلف است، به عنوان مثال ماسه منجر به افزایش تعداد ریشه در رقم سیاه قزوین شد، در حالی که نتایج اثرات اصلی نشان داد که بستر کوکوپیت موثرترین بستر از نظر افزایش تعداد ریشه بود

واژگان کلیدی: ارقام انگور، بستر آلی، بستر کاشت، ریشه‌زایی قلمه، ماسه.

Effect of Rooting Media on Rooting of Five Grapevine Cultivar Cuttings

Leila Aslani*, Behfar Modares and Cyrus Ghobadi

1-2-3- Former Ph.D. student, Expert and Assistant Professor of Horticulture, Isfahan University of Technology, respectively.

Received: May 2024 Accepted: June 2024

Abstract

Cuttings are the most common method used for grape propagation. The rooting ability of cuttings is influenced by many factors, including the type of rooting medium. In order to compare the effect of four rooting media on rooting and growth characteristics of five grape varieties, a 4x5 factorial greenhouse experiment was conducted in the a completely randomized design with four replications. The first factor included four rooting media: sand, peat moss, cocopeat, and sphagnum moss, and the second factor included five grape varieties: ‘Bovanat’, ‘Keshmeshi Ghermez Ghazvin’, ‘Siyah Ghazvin’, ‘Rishbaba’ and ‘Yaghuti Sefid’. For this purpose, the planting trays were filled with the planting media and then the prepared two-node cuttings were planted in them. After eight weeks, the cuttings were removed from the pots and the percentage of rooted cuttings, the number of roots, root length, root diameter, root fresh weight, leaf number and shoot fresh weight were measured. The results of this study showed that the rooting media had no significant effect on the percentage of rooted cuttings, but it did affect the quality of the formed roots and shoot growth. Root fresh weight, number of leaves, and shoot fresh weight were higher in peat moss and sphagnum moss than in other treatments. The cocopeat increased the number of roots. Probably the lower apparent specific gravity, water holding capacity, better aeration, and adequate drainage of the organic substrates led to better results. Based on multi-criteria decision-making using the TOPSIS method, root and shoot growth of cuttings in peat moss and sand were the highest and lowest among cultivars, respectively. The ‘Yaghuti Sefid’ cultivar performed better than other cultivars in almost all the studied characteristics. The interaction effect of media and variety was significant for all measured characteristics. The significant interaction effect for root diameter, root fresh weight, number of leaves, and shoot fresh weight shows the effectiveness of peat moss and sphagnum moss on the cultivar ‘Rishbaba’ and for the characteristics of the number, length, and diameter of the roots, it shows the different response of the cultivars. in the various media, for example, sand led to an increase in the number of roots in the‘Siyah Ghazvin’, while cocopeat was the most effective media in terms of increasing the number of roots.

Keywords: Grapevine cultivars, Organic media, Planting media, Rooting of cuttings, Sand.

*نویسنده مسئول: leilaaslani40@gmail.com

مقدمه

انگور (*Vitis vinifera* L.) یکی از با ارزش‌ترین و مقرون به صرفه‌ترین محصولات برای مصرف مستقیم و غیر مستقیم در جهان است. برای تولید میوه‌های با کیفیت انگور باید به تمام مراحل کاشت و پرورش آن از جمله تولید نهال توجه کرد. چرا که تولید نهال با کیفیت، برای احداث تاکستان بسیار مهم است. رایج‌ترین روش مورد استفاده برای تولید نهال انگور، ازدیاد از طریق قلمه است که منجر به تولید گیاهانی شبیه به گیاه مادری می‌شود (Hartman *et al.,* 2011). قلمه‌زنی بر این اصل استوار است که از طریق تمایززدایی بافتی (به معنای بازگشت به حالت تمایز نیافته) می‌توان گیاه جدیدی را از قسمتی از گیاه مادری باززایی کرد (Brighenti *et al*. 2023). در این روش بخشی از شاخه گیاه مادری از طریق تولید ریشه‌های نابجا، گیاهی کامل و مستقل ایجاد می‌کند. قلمه‌زنی به طور گسترده برای حفظ پایه‌های مناسب جهت پیوند رقم مورد نظر روی آن‌ها (Hartman *et al.,* 2011) و همچنین تولید نهال جهت ایجاد تاکستان استفاده می‌شود (Regina *et al.,* 2012).

توانایی‌های ذاتی گیاه، عوامل فیزیولوژیکی و محیطی متعددی بر موفقیت ازدیاد رویشی تأثیر می‌گذارد. پیش نیاز اصلی در ازدیاد موفق قلمه ساقه، توانایی قلمه ساقه برای تشکیل یک سیستم ریشه‌ای نابجا است (Hartman *et al.,* 2011). توانایی ریشه‌زایی قلمه‌ها تحت تأثیر عوامل متعددی مانند فصل، محیط رشد، تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، اندازه، قطر و سن قلمه و نوع بستر ریشه‌زایی قرار دارد (Swarts *et al.,* 2018; Boeno and Zuffellato-Ribas, 2023).

بسترهای ریشه‌زایی نقشی حیاتی در ازدیاد گیاهان ایفا می‌کنند. نوع بستر ریشه‌زایی درصد و کیفیت ریشه‌های تولید شده در قلمه‌ها را تعیین می‌کند (Renuka and Sekhar, 2015; Sachin *et al.*, 2021; Farooq *et al.,* 2018). بهترین بستر ریشه‌زایی بستری نیست که بیشترین درصد ریشه‌زایی را داشته باشد، بلکه بستری است که ریشه‌هایی با انشعاب بیشتر و قابل انعطاف‌تر تولید کند و بهترین شرایط را برای زنده‌مانی قلمه‌های ریشه‌دار شده پس از انتقال فراهم نماید (Nair *et al.,* 2008). بستر ریشه‌زایی مناسب دستیابی به رطوبت کافی را میسر می‌سازد، زهکشی خوبی دارد و ظرفیت نگهداری و جابجایی اکسیژن آن زیاد است. رطوبت در بستر ریشه‌زایی مناسب به اندازه‌ای است که نیاز به آبیاری را کاهش می‌دهد؛ چرا که حفظ رطوبت کافی در محیط موجب افزایش ریشه‌زایی قلمه‌ها می‌شود. همچنین pH بستر ریشه‌زایی مناسب در محدوده‌ای است که امکان دسترسی بهینه قلمه‌ها به مواد غذایی را فراهم می‌کند (Abdel-Rahman, 2020). اکثر عناصر غذایی در محدوده pH ۵/۵ تا ۶/۵ در دسترس هستند (Barrow and Hartemink, 2023). ساختار بسترهای ریشه‌زایی مطلوب به گونه‌ای است که ریشه به راحتی در آن نفوذ و در عین حال گیاه را تغذیه و حمایت کند (Priyatharshini *et al.,* 2020). در مجموع، بستر ریشه‌زایی چهار عملکرد شامل تأمین مواد غذایی، حفظ رطوبت، اجازه تبادل گاز و حمایت از گیاه را بر عهده دارد (Kumar *et al.,* 2018). همچنین این بستر باید عاری از آفات و عوامل بیماری‌زا باشد (Galavi *et al.,* 2013). علاوه بر مناسب بودن بستر ریشه‌زایی، گونه گیاهی و ژنوتیپ، نوع قلمه، تغییرات فصلی، سیستم تکثیر مورد استفاده، هزینه و در دسترس بودن مواد بستر نیز در تکثیر موفق از طریق ریشه‌زایی قلمه موثر هستند (Karuna *et al.,* 2019). با توجه به موثر بودن ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای کاشت بر ریشه‌زایی و رشد ریشه‌های قلمه، هدف از این مطالعه

مقایسه اثر انواع بستر کاشت بر رشد و ریشه‌زایی قلمه‌های انگور بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش به روش فاکتوریل ۴×۵ و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار (هر تکرار یا واحد آزمایشی دارای ۱۵ قلمه) در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. در این تحقیق قلمه‌هایی از پنج رقم مختلف انگور به نام‌های بوانات، کشمشی قرمز قزوین، سیاه قزوین، ریش بابا و یاقوتی سفید در چهار بستر ریشه‌زایی شامل ماسه، پیت‌ماس، کوکوپیت و خزه اسفاگنوم از نظر ریشه‌زایی مورد مقایسه قرار گرفتند (شکل ۱). ویژگی‌های مربوط به بسترهای مورد بررسی در جدول ۱ قید شده است.

به این منظور سینی‌هایی (۶۰×۳۰×۱۵ سانتیمتر) را با بسترهای ریشه‌زایی مورد نظر پر کرده و سپس قلمه‌های تهیه شده در آن‌ها کاشته شدند. قلمه‌ها از درختان باغ انگور دانشگاه صنعتی اصفهان تهیه شدند. قلمه‌ها سالم، یکنواخت، با جوانه‌های در حال خواب، عاری از علائم بیماری، دارای دو گره و با ضخامت ۷ میلی‌متر بودند.

سینی‌ها به گلخانه دانشکده کشاورزی منتقل شدند. میانگین دمای گلخانه در طول دوره ۲۵ درجه سانتیگراد بود. آبیاری یک روز در میان و به روش دستی و کاملاً یکسان انجام شد. پس از هشت هفته قلمه‌های مورد آزمایش از بسترها خارج و ویژگی‌های زیر اندازه‌گیری شد:

درصد ریشه‌زایی

با شمارش تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده و محاسبه درصد قلمه‌های ریشه‌دار شده نسبت به تعداد کل

شکل ۱- بسترهای کاشت و ارقام انگور مورد استفاده برای قلمه‌گیری.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای مورد استفاده.

بستر	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب)	pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	ماده آلی (درصد)
ماسه	۱/۵	۷/۶	۱/۳	–
پیت ماس	۰/۱۵	۴/۵	۰/۷۵	۹۷
کوکوپیت	۰/۱۱	۶/۵	۱/۴	۹۵
خزه اسفاگنوم	۰/۱۰	۴/۳	۰/۲۵	۱۰۰

قلمه‌ها به دست آمد.

ویژگی‌های مربوط به رشد

تعداد، طول ریشه و بزرگ‌ترین قطر ریشه‌های تشکیل شده پس از جدا کردن آن‌ها از قلمه‌ها، با استفاده از دستگاه لیف اریا (مدل:Delta-Tscan (Image Analysis System, Wintias Software اندازه‌گیری شد. تعداد برگ‌های تولید شده در هر قلمه شمارش شد. برای اندازه‌گیری وزن تر ریشه و اندام هوایی از ترازوی دیجیتال استفاده شد.

آنالیز داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و سپس مقایسه میانگین‌ها به روش کم‌ترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. کلیه عملیات آماری نیز توسط نرم افزار آماری SAS 9.1 انجام شد.

نتایج

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر بستر ریشه‌زایی و رقم بر طول ریشه، قطر ریشه، وزن تازه ریشه، تعداد برگ و وزن تازه اندام هوایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر متقابل بستر و رقم بر تعداد و طول ریشه‌های تولید شده در سطح احتمال ۵ درصد و بر قطر ریشه، وزن تازه ریشه، تعداد برگ و وزن تازه اندام هوایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

تعداد ریشه

بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، تعداد ریشه‌ها در بستر کوکوپیت بیشتر از سایر تیمارها بود (شکل ۲). افزایش تعداد ریشه قلمه‌های سرو نقره‌ای (خندان میرکوهی و همکاران، ۱۳۹۳)، فیکوس بنجامین (صفا و همکاران، ۲۰۲۰)، گل کاغذی (Eed *et al.*, 2015) و سماق (درودی و همکاران، ۱۳۸۷) در بسترهای آلی نسبت به ماسه، پیش از این نیز در سایر مطالعات گزارش شده است. فاروق و همکاران (Farooq *et al.*, 2018) گزارش کردند که تعداد ریشه‌های قلمه انگور در بسترهای ریشه‌زایی حاوی باگاس (ماده الیافی خمیری خشکی که پس از خرد کردن ساقه‌های نیشکر یا سورگوم برای استخراج آب آن‌ها باقی می ماند) و کوکوپیت بیشتر از سایر بسترها بود، که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. مقایسه اثرات متقابل نشان داد که تعداد ریشه تولید شده در بسترهای ریشه‌زایی تابع رقم است. بستر ماسه باعث افزایش معنی‌دار تعداد ریشه در رقم سیاه قزوین شد (جدول ۳) و این نتیجه بیان‌گر اثربخش بودن ماسه بر طول ریشه این رقم نسبت به سایر ارقام است.

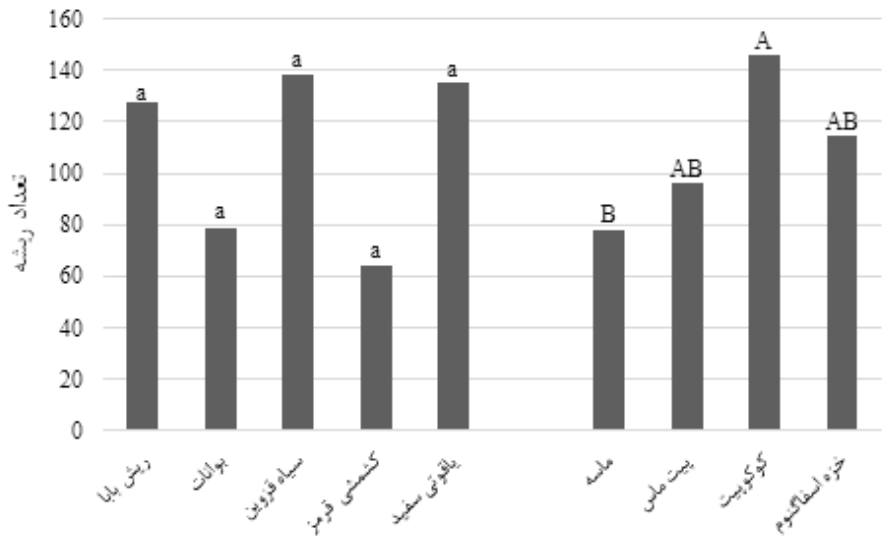
طول ریشه

طول ریشه در قلمه‌های ریشه‌دار شده در بستر ماسه ۵۹ درصد کم‌تر از میانگین طول ریشه در سایر بسترهای مورد استفاده بود، درحالی که بین سایر

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس اثر بسترهای ریشه‌زایی بر ریشه‌زایی و ویژگی‌های رشد قلمه‌های پنج رقم انگور.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		درصد ریشه‌زایی	تعداد ریشه	طول ریشه	قطر ریشه	وزن تازه ریشه	تعداد برگ	وزن تازه اندام هوایی
بستر	۳	۰^{ns}	۱۶۸۸۸/۷۴^{ns}	۳۴۷۲۴۴/۴۳**	۷/۱۹**	۵۴/۴۳**	۶۱/۸۱**	۱۸/۱۵**
رقم	۴	۰^{ns}	۱۹۱۶۵/۱۷^{ns}	۱۹۷۵۷۰/۱۰**	۳/۳۶**	۱۲/۹۳**	۱۱/۱۱**	۵/۰۰**
بستر × رقم	۱۲	۰^{ns}	۲۰۸۴۷/۷۹*	۱۰۹۹۲/۴۳*	۴/۱۷**	۸/۷۸**	۷/۱۱**	۲/۹۳**
خطا	۶۰	۰	۱۱۵۶۴/۰۳	۴۷۸۰۱/۰۳	۰/۷۰	۱/۲۵	۱/۸۲	۰/۳۰

^{ns}: عدم وجود اختلاف معنی‌دار، *: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ٪۵، **: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ٪۱



شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی بسترهای ریشه‌زایی و رقم‌های متفاوت انگور بر تعداد ریشه قلمه‌های انگور. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند. حروف کوچک برای مقایسه میانگین رقم‌ها و حروف بزرگ برای مقایسه میانگین بسترها است.

بسترها از نظر این ویژگی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳). صفا و همکاران (Safaa *et al.*, 2020) گزارش کردند که طول ریشه‌های فیکوس بنجامین تولید شده در بستر ریشه‌زایی ماسه کمتر از سایر بسترهای مورد بررسی آن‌ها شامل مخلوط ماسه با بسترهای آلی پیت‌ماس و ورمیکولایت بود. رهاد و همکاران (۲۰۱۶) و خیری و ارشد (۱۳۹۹) به ترتیب گزارش کردند که طول ریشه‌های قلمه دراگون فروت و انگور در بستر ماسه کمتر از بسترهای آلی و معدنی بود، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. بر اساس نتایج گزارش شده توسط شکری و همکاران (۱۳۹۳) و فویال و همکاران (Phuyal *et al.*, 2018) افزایش سهم مواد آلی بسترهای ریشه‌زایی به ترتیب منجر به افزایش طول ریشه‌های تشکیل شده در قلمه‌های شیشه‌شور مجنون و فاخره (*Zanthoxylum armatum*) شد. مقایسه ارقام متفاوت انگور نشان داد که بیش‌ترین طول ریشه مربوط به رقم ریش بابا بود و با رقم یاقوتی سفید تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین طول ریشه نیز مربوط به رقم کشمشی قرمز بود و با رقم بوانات از نظر آماری تفاوتی نداشت (شکل ۳). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که طول ریشه‌های تولید شده در بسترهای ریشه‌زایی تابع رقم است. رقم‌های ریش بابا و یاقوتی سفید در بستر کوکوپیت ریشه‌های طویل‌تری تولید کردند و این نتیجه بیان‌گر اثربخش بودن کوکوپیت بر این دو رقم نسبت به سایر ارقام است (جدول ۳). جلیلی‌مرندی (۱۳۷۶) نیز تفاوت معنی‌داری در اثرات متقابل بستر کاشت و ارقام انگور، از نظر طول ریشه گزارش کرد، که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

قطر ریشه

قطر ریشه در بستر خزه اسفاگنوم به میزان معنی‌دار بیش‌تر (۲/۹۵ میلی‌متر) و در کوکوپیت کم‌تر (۱/۶۱ میلی‌متر) از سایر بسترها بود (شکل ۴). سینگ (Singh, 2018) گزارش کرد که قطر ریشه قلمه‌های توت سیاه در بستر ماسه کم‌تر از بسترهای ورمی‌کومپوست و کوکوپیت بود، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت ندارد. بیشترین قطر ریشه مربوط به رقم بوانات و برابر ۳/۰۸ میلی‌متر بود که با رقم کشمشی قرمز قزوین تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین قطر نیز مربوط به رقم یاقوتی سفیدو برابر ۱/۸۹ میلی‌متر بود و با رقم ریش بابا تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۴). مقایسه

جدول ۳- اثر متقابل بسترهای ریشه‌زایی و رقم‌های متفاوت انگور بر ویژگی‌های بررسی شده.

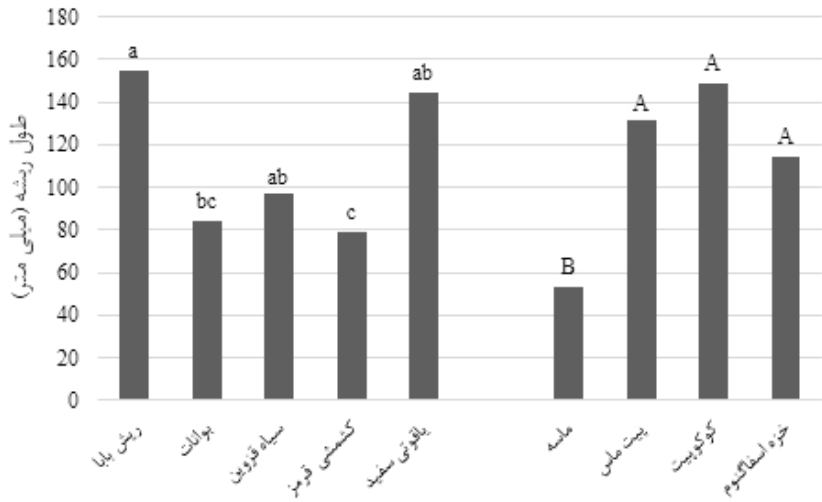
	تعداد ریشه	طول ریشه (میلی‌متر)	قطر ریشه (میلی‌متر)	وزن تازه ریشه (گرم)	تعداد برگ	وزن تازه اندام هوایی
ریش‌بابا × ماسه	۳۴/۲۵d	۶۰/۷۰hij	۱/۶۴fg	۲/۷۱i	۲/۷۵k	۱/۰۳j
بوانات × ماسه	۲۰/۷۵d	۳۷/۹۸jk	۳/۴۳b	۵/۵۲c	۴/۰۰h	۱/۴۶h
سیاه قزوین × ماسه	۲۶۴/۵۰a	۹۹/۰۳e–h	۲/۲۳e	۴/۲۰efg	۳/۷۵hi	۱/۶۷g
کشمشی قرمز × ماسه	۸/۵۰d	۱۵/۶۹k	۴/۴۸ab	۲/۹۸i	۳/۲۵j	۱/۸۸f
یاقوتی سفید × ماسه	۶۱/۲۵d	۵۲/۳۴ijk	۲/۱۵ef	۵/۷۲c	۳/۷۵hi	۰/۸۰k
ریش‌بابا × پیت‌ماس	۹۵/۷۵bcd	۱۷۴/۳۷b	۱/۸۶efg	۹/۸۰a	۸/۲۵a	۴/۹۶a
بوانات × پیت‌ماس	۶۶/۰۰d	۹۱/۲۰f–i	۴/۴۵ab	۷/۱۰b	۷/۷۵vbc	۳/۶۴c
سیاه قزوین × پیت‌ماس	۱۲۲/۰۰a–d	۱۲۷/۳۶c–f	۱/۳۸gh	۵/۶۸c	۳/۷۵hi	۱/۸۷f
کشمشی قرمز × پیت‌ماس	۶۴/۰۰d	۹۳/۹۹f–i	۲/۲۴e	۵/۱۱cd	۶/۰۰e	۱/۹۰f
یاقوتی سفید × پیت‌ماس	۱۳۲/۷۵a–d	۱۶۹/۲۰bc	۱/۹۵ef	۹/۹۶a	۷/۵۰c	۴/۵۲b
ریش‌بابا × کوکوپیت	۲۴۳/۷۵ab	۲۳۴/۵۱a	۱/۳۶gh	۴/۵۰ef	۳/۷۵hi	۱/۰۰j
بوانات × کوکوپیت	۹۷/۰۰bcd	۸۵/۲۷f–i	۱/۶۲gh	۳/۵۷gh	۳/۵۰ij	۱/۲۸i
سیاه قزوین × کوکوپیت	۵۹/۲۵d	۷۷/۳۴hij	۲/۰۹ef	۳/۴۷gh	۱/۷۵l	۰/۶۲l
کشمشی قرمز × کوکوپیت	۹۰/۲۵cd	۷۱/۲۶hij	۱/۸۶efg	۴/۴۰ef	۴/۵۰g	۱/۴۵ih
یاقوتی سفید × کوکوپیت	۲۳۹/۵۰abc	۲۷۶/۶۸a	۱/۰۹h	۷/۲۵b	۶/۲۵e	۲/۴۰e
ریش‌بابا × خزه اسفاگنوم	۱۳۵/۷۰a–d	۱۴۸/۴۶bcd	۴/۶۵a	۴/۲۰efg	۸/۲۵a	۲/۰۰f
بوانات × خزه اسفاگنوم	۱۳۱/۷۵a–d	۱۲۳/۰۵d–g	۲/۸۲cd	۳/۸۵fg	۸/۰۰ab	۳/۴۲d
سیاه قزوین × خزه اسفاگنوم	۱۰۶/۰۰bcd	۸۳/۶۵f–i	۲/۹۳bc	۴/۷۲de	۶/۰۰e	۱/۳۵ih
کشمشی قرمز × خزه اسفاگنوم	۹۳/۰۰bcd	۱۳۶/۳۴b–e	۲/۰۰ef	۴/۰۵efg	۷/۰۰d	۱/۶۵g
یاقوتی سفید × خزه اسفاگنوم	۱۰۶/۷۵bcd	۸۰/۷۰g–j	۲/۳۶de	۳/۰۰hi	۵/۰۰f	۱/۴۰ih

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.

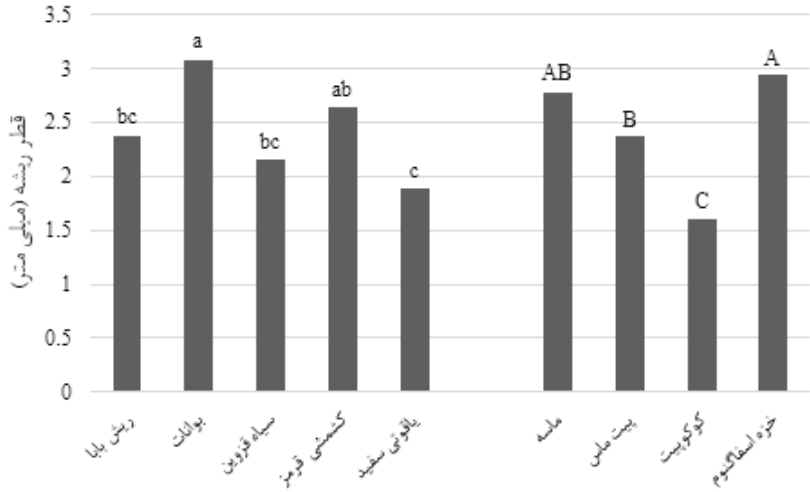
اثرات متقابل نشان داد که قطر ریشه، در تمام بسترهای ریشه‌زایی تابع رقم است. رقم ریش بابا در بستر خزه اسفاگنوم بیش‌ترین قطر ریشه را نشان داد که با قطر ریشه‌های رقم بوانات در بستر پیت‌ماس تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

وزن تازه ریشه

وزن تازه ریشه در بستر پیت‌ماس به میزان معنی‌داری بیشتر از سایر بسترها بود؛ به طوری که وزن تازه ریشه در بستر پیت‌ماس برابر با ۷/۵۲ گرم و در سایر بسترها به طور میانگین ۴/۲۸ گرم بود (شکل ۵). درودی و همکاران (۱۳۸۷) و تچانچو و همکاران (Tchoundjeu *et al.*, 2002) نیز به ترتیب نتایج مشابهی را در مورد ریشه‌های قلمه‌های سماق و آلو گزارش کردند. وجود همبستگی مثبت معنی‌دار طول ریشه با وزن تازه ریشه نشان دهنده این است که با افزایش طول ریشه وزن ریشه‌ها افزایش یافته است (جدول ۴). مقایسه ارقام متفاوت انگور نشان داد که بالاترین مقدار وزن تازه ریشه مربوط به رقم یاقوتی سفید و کم‌ترین میزان مربوط به رقم کشمشی قرمز قزوین بود، در حالی که بین ارقام کشمشی قرمز قزوین و سیاه قزوین تفاوت معنی‌داری وجود نداشت



شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی بسترهای ریشه‌زایی و رقم‌های متفاوت انگور بر طول ریشه قلمه‌های انگور. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند. حروف کوچک برای مقایسه میانگین رقم‌ها و حروف بزرگ برای مقایسه میانگین بسترها است.

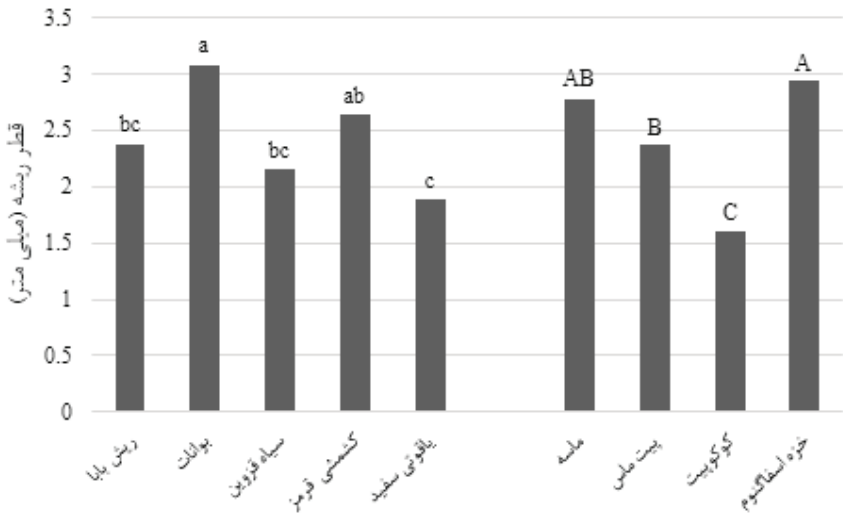


شکل ٤- مقایسه میانگین اثرات اصلی بسترهای ریشه‌زایی و رقم‌های متفاوت انگور بر قطر ریشه قلمه‌های انگور. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند. حروف کوچک برای مقایسه میانگین رقم‌ها و حروف بزرگ برای مقایسه میانگین بسترها است.

جدول ٤- ضرایب همبستگی میان ویژگی‌های مورد بررسی در قلمه‌های انگور

	تعداد برگ	وزن تازه اندام هوایی (گرم)	وزن تازه ریشه (گرم)	تعداد ریشه	طول ریشه	قطر ریشه
تعداد برگ						
وزن تازه اندام هوایی (گرم)	۰/۷۸**					
وزن تازه ریشه (گرم)	۰/۵۶*	۰/۸۴**				
تعداد ریشه	۰/۱۶ns	۰ns/۱۲ns	۰/۱۶ns			
طول ریشه	۰/۴۴*	۰ns/۴۰ns	۰/۴۸*	۰/۷۵**		
قطر ریشه	۰ns/۲۹ns	۰ns/۰۳ns	۰/۱۴ns	۰/۳۹ns	۰/۴۳ns	

ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار، *: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ٪۵، **: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ٪۱



شکل ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی بسترهای ریشه‌زایی و رقم‌های متفاوت انگور بر وزن تازه ریشه قلمه‌های انگور. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند. حروف کوچک برای مقایسه میانگین رقم‌ها و حروف بزرگ برای مقایسه میانگین بسترها است.

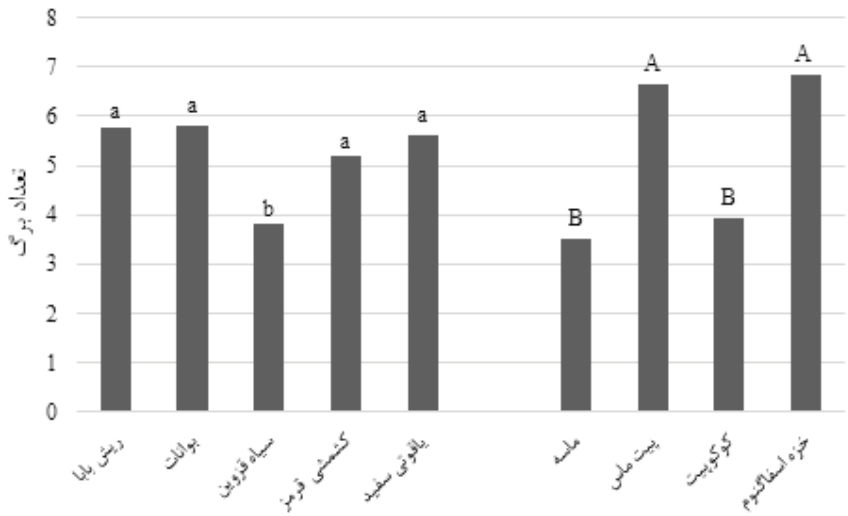
(شکل ۵). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که ارقام ریش باباو یاقوتی سفید در بستر پیت‌ماس بیش‌ترین وزن تازه ریشه را داشتند و این نتیجه بیانگر اثر بیش‌تر پیت‌ماس بر این دو رقم نسبت به سایر ارقام بود. در مجموع بستر پیت‌ماس نسبت به سایر بسترهای مورد آزمایش بیشترین اثر را بر وزن تازه ریشه تمامی ارقام مورد آزمایش داشت (جدول ۳). جلیلی‌مرندی (۱۳۷۶) نیز تفاوت معنی‌داری در اثرات متقابل بستر کاشت و ارقام انگور، از نظر وزن تازه ریشه گزارش کرد، که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

تعداد برگ

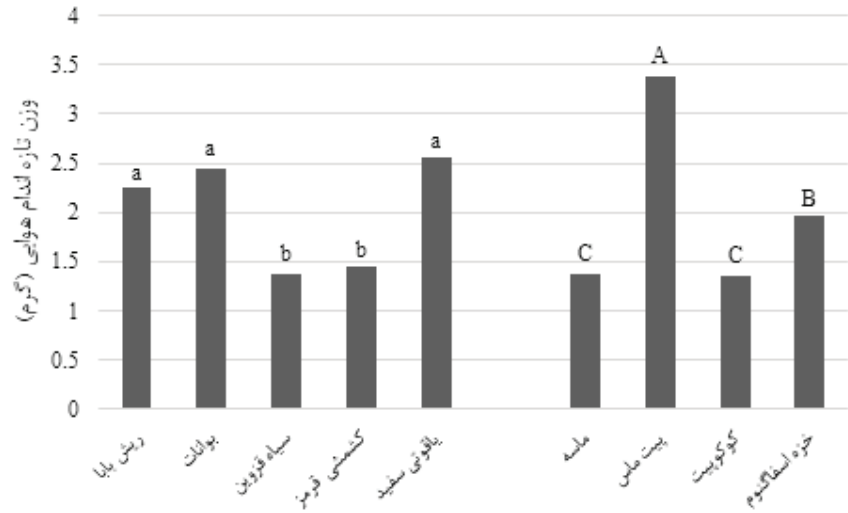
تعداد برگ قلمه‌های مربوط به بستر خزه اسفاگنوم بیش‌تر از سایر بسترها بود در حالی که با بستر پیت‌ماس تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۶). کمترین تعداد برگ تولید شده نیز مربوط به قلمه‌های ریشه‌دار شده در بستر ماسه بود که با کوکوپیت تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۶). درودی و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که تأثیر بستر، بر رشد جوانه‌های شاخساره قلمه‌های سماق معنی‌دار بوده و و کم‌ترین رشد در بستر ماسه اتفاق افتاد، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. مقایسه ارقام متفاوت انگور نشان داد که بین ارقام مختلف از نظر تعداد برگ تولید شده تفاوت معنی‌دار وجود دارد. رقم سیاه قزوین کم‌ترین تعداد برگ را تولید کرد، در حالی که بین سایر ارقام از نظر این ویژگی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۶). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که تعداد برگ تولید شده در قلمه، در تمام بسترهای ریشه‌زایی تابع رقم است. رقم ریش بابا در بستر پیت‌ماس و خزه اسفاگنوم بیش‌ترین تعداد برگ را داشته و این نتیجه بیان‌گر اثربخش بودن پیت‌ماس و خزه اسفاگنوم بر رقم 'ریش بابا' نسبت به سایر ارقام است (جدول ۳).

وزن تازه اندام هوایی

وزن تازه اندام هوایی مربوط به قلمه‌های ریشه‌دار شده در بستر پیت‌ماس به میزان معنی‌داری (۳/۳۸ گرم) بیش‌تر از سایر بسترها بود (شکل ۷). خزه اسفاگنوم در رتبه دوم قرار داشت و بسترهای ماسه و کوکوپیت نیز از نظر وزن تازه اندام هوایی کم‌ترین مقدار را داشتند (شکل ۷). بالاترین وزن تازه اندام هوایی مربوط به رقم بوانات (۲/۴۵ گرم) بود و با ارقام ریش بابا و یاقوتی سفید تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین میزان نیز مربوط به رقم سیاه قزوین (۱/۳۸ گرم) بود و با رقم کشمشی قرمز قزوین تفاوت آماری نداشت



شکل ٦- مقایسه میانگین اثرات اصلی بسترهای ریشه‌زایی و رقم‌های متفاوت انگور بر تعداد برگ قلمه‌های انگور. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ٥ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند. حروف کوچک برای مقایسه میانگین رقم‌ها و حروف بزرگ برای مقایسه میانگین بسترها است.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثرات اصلی بسترهای ریشه‌زایی و رقم‌های متفاوت انگور بر وزن تازه اندام هوایی قلمه‌های انگور. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ٥ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند. حروف کوچک برای مقایسه میانگین رقم‌ها و حروف بزرگ برای مقایسه میانگین بسترها است.

جدول ٥- رتبه‌بندی بسترهای مورد استفاده با استفاده از روش TOPSIS

بسترهای ریشه‌زایی	فاصله اقلیدوسی مثبت	فاصله اقلیدوسی منفی	شاخص ارزیابی جامع	رتبه
ماسه	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۲۳	۴
پیت‌ماس	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۷۲	۱
کوکوپیت	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۴۶	۳
خزه اسفاگنوم	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۵۰	۲

(شکل ۷). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که وزن تازه اندام هوایی، در تمام بسترهای ریشه‌زایی تابع رقم است. رقم ریش بابا در بستر پیت‌ماس بیش‌ترین میزان وزن تازه اندام هوایی را داشته و این نتیجه بیان‌گر اثربخش بودن پیت‌ماس بر رقم ریش بابا نسبت به سایر ارقام است. همچنین این رقم در بسترهای کوکوپیت و ماسه کم‌ترین میزان وزن تازه اندام هوایی را نشان داد، بنابراین تفاوت بستر کاشت بیشترین دامنه تفاوت را در رقم ریش بابا ایجاد کرده است (جدول ۳).

تصمیم‌گیری چند معیاره

به منظور انتخاب بهترین بستر از نظر ویژگی‌های مورد بررسی تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از روش TOPSIS انجام شده و نتیجه آن نشان داد که رشد ریشه و شاخساره در بسترهای پیت‌ماس و ماسه به ترتیب بیشترین و کم‌ترین مقدار بود (جدول ۵).

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد با این که بستر ریشه‌زایی بر درصد قلمه‌های انگور ریشه‌دار شده اثر معنی‌داری نداشت، اما بر کیفیت ریشه‌های تشکیل شده تأثیر گذاشت (جدول ۲). بستر ریشه‌زایی یکی از عوامل اصلی موثر بر ریشه‌زایی قلمه‌های ساقه است و بیشتر از آنکه در القای ریشه نقش داشته باشند در توسعه ریشه‌های ظاهر شده نقش دارند (Gangani *et al.,* 2023). موفقیت ریشه‌زایی و کیفیت ریشه‌های تولید شده در هر قلمه تحت تأثیر متقابل تعدادی از عوامل مانند آب، اکسیژن و در دسترس بودن مواد غذایی در بستر ریشه‌زایی قرار می‌گیرد (Phuyal *et al.,* 2018; Bhardwaj, 2014). نتایج گزارش شده نشانگر اثر بستر ریشه‌زایی بر توانایی ریشه‌زایی و کیفیت ریشه‌های تولید شده مربوط به قلمه‌های ساقه چندین گیاه است (Usman, I.A. and Akinyele, 2015; Ibironke and Victor, 2016; Fagge and Manga, 2011). نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر نشان داد که بسترهای ریشه‌زایی بر تعداد ریشه، طول و قطر ریشه و وزن تازه ریشه‌های قلمه‌های ساقه اثر معنی‌دار داشت (جدول ۲). بهترین نتایج در بسترهای ریشه‌زایی آلی به ویژه خزه اسفاگنوم و پیت ماس و کمترین مقدار در ماسه مشاهده شد (شکل‌های ۲، ۴ و ۵). ماسه بیش از حد متخلخل است و قادر نیست آب را برای مدت طولانی حفظ کند و همچنین محتوای مواد غذایی کمی دارد، در حالی که بسترهای آلی دارای وزن مخصوص ظاهری کمتر، ظرفیت نگهداری آب و هوادهی بهتر و زهکشی کافی هستند (Akinyele, 2010; Magesa *et al.,* 2018). یک بستر ریشه‌زایی با هوادهی خوب، نفوذ بیشتر ریشه را افزایش می‌دهد و فعالیت های متابولیکی را برای شروع رشد ریشه بهبود می‌بخشد، که منجر به تشکیل ریشه‌های بلندتر و سرعت رشد بالای ریشه می‌شود (Gopale and Zunjarrao, 2011). تحت چنین شرایط مساعدی، هوا و اکسیژن کافی برای تنفس سلولی در طول فرآیند ریشه‌دهی به گیاه داده و دی‌اکسید کربن آزاد شده توسط ریشه‌ها به جو خارجی منتقل می‌شود. رطوبت موجود در منافذ کوچک بستر ریشه‌زایی نه تنها برای فعالیت‌های متابولیکی مفید است، بلکه رطوبت کافی را برای جلوگیری از تعرق بیش از حد و نوسانات دمایی مخرب که ممکن است در ریزوسفر اتفاق بیفتد را فراهم می‌کند (Gharate *et al.,* 2021; Budiarto *et al.*, 2013). جدول ۴ نشانگر وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد برگ تولید شده در قلمه و وزن تازه ریشه می‌باشد. در واقع بالاتر بودن تعداد برگ در قلمه‌ها باعث افزایش تولید کربوهیدارت و در نتیجه افزایش وزن تازه ریشه در قلمه شده است (راهداری و همکاران، ۱۳۸۹).

در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد که بستر ریشه‌زایی بر رشد شاخساره قلمه‌ها تأثیر دارد (جدول

۲). بسترهای ریشه‌زایی بر تعداد برگ و وزن تازه شاخساره قلمه‌های ساقه اثر معنی‌دار داشت (جدول ۲). صفا و همکاران (Safaa *et al.,* 2020) و شکری و همکاران (۱۳۹۳) به ترتیب گزارش کردند که تعداد برگ و وزن تازه شاخساره قلمه‌های فیکوس بنجامین و شیشه‌شور مجنون در صورت اضافه کردن بسترهای ریشه‌زایی آلی به ماسه افزایش یافت. رشد شاخساره قلمه‌های گیاه کنوکارپوس (*Conocarpus erectus* L.) در بسترهای آلی ریشه‌زایی بیشتر از بسترهای معدنی مورد استفاده بود (Abdel-Rahman, 2020). در تحقیق حاضر، بهترین نتایج در بسترهای پیت‌ماس و خزه اسفاگنوم و کمترین مقدار در ماسه و کوکوپیت مشاهده شد (شکل‌های ۶ و ۷). تأثیر مثبت بسترهای ریشه‌زایی در افزایش رشد بخش هوایی قلمه‌ها را می‌توان به نقش آن در بهبود هوادهی و در نتیجه ظرفیت نگهداری آب بالا و دسترسی بیشتر ریشه به مواد غذایی نسبت داد (Rajkumar *et al.,* 2017; Kumar *et al.,* 2019). علاوه بر این، بیشترین تعداد برگ و وزن تازه شاخساره ثبت شده در بسترهای پیت‌ماس و خزه اسفاگنوم ممکن است به انتقال آسان آب و مواد غذایی به بخش بالایی قلمه‌ها و هدایت الکتریکی پایین (جدول ۱) آن‌ها نسبت داده شود که منجر به رشد سریع آن‌ها می‌شود (Dawa *et al.*, 2018; Akwatulira *et al.,* 2011). بنابراین بستر ریشه‌زایی کوکوپیت با وجود ایجاد اثرات مثبت در رشد ریشه به دلیل ضعف در انتقال آب و مواد غذایی به بخش بالایی قلمه‌ها و هدایت الکتریکی بالا در مقایسه با سایر بسترهای آلی از نظر رشد بخش هوایی در رتبه دوم قرار دارد. جدول ۴ نشانگر وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد برگ تولید شده در قلمه و وزن تازه شاخساره با وزن تر ریشه می‌باشد، در واقع بالاتر بودن وزن تر ریشه باعث افزایش جذب و در نتیجه افزایش تعداد برگ‌های تولید شده در قلمه شده است. بر اساس نتایج ورز و همکاران (Wurz *et al.,* 2022)، توسعه بیشتر سیستم ریشه باعث جذب بیشتر آب و مواد غذایی می‌شود، در نتیجه رشد بیشتر اندام هوایی رخ می‌دهد.

تفاوت ارقام متفاوت انگور از نظر ریشه‌زایی و رشد ریشه توسط برایجنتی و همکاران (Brighenti *et al.,* 2023)، ورز و همکاران (Wurz *et al.,* 2022)، برازائو و همکاران (Brazão *et al.,* 2010)، مونتگوتی و همکاران (Monteguti *et al.*, 2008) و جلیلی مرندی (۱۳۷۴، ۱۳۷۶) گزارش شده است. همچنین تفاوت ارقام متفاوت انگور از نظر رشد شاخساره قلمه‌های انگور توسط برایجنتی و همکاران (Brighenti *et al.,* 2023) و ورز و همکاران (Wurz *et al.,* 2022) گزارش شده است. واکنش‌های متفاوتی بین ارقام در مورد رشد ریشه‌های نابجا و شاخساره در قلمه‌های انگور مشاهده شد (شکل‌های ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷). یکی از توضیح‌های اصلی برای این رفتار، ساختار ژنتیکی ارقام است که منجر به رشد ریشه و شاخساره متفاوت آن‌ها می‌شود (Brighenti *et al.,* 2023).

نتیجه‌گیری کلی

بسترهای پیت‌ماس و خزه اسفاگنوم سبب ایجاد نتایج بهتری از نظر تعداد برگ و درصد تولید برگ شد. همچنین این دو بستر باعث بهبود ویژگی‌های رشد ریشه و اندام هوایی در مقایسه با سایر بسترها گردیدند، که احتمالاً به دلیل ظرفیت نگهداری آب و هوادهی بهتر، زهکشی کافی و هدایت الکتریکی پایین است. در بین ارقام، رقم یاقوتی سفید تقریباً درتمام ویژگی‌های مورد بررسی بهتر از سایر ارقام بود. برای تعدادی از صفات نیز اثر متقابل بستر و رقم معنی‌دار بود، که نشان دهنده واکنش متفاوت ارقام در بسترهای مختلف است.

تضاد و تعارض منافع- نویسندگان هر گونه تعارض و تضاد منافع اعم از تجاری و غیر تجاری و شخصی را که در ارتباط مستقیم یا غیرمستقیم با اثر منتشرشده است رد می‌نمایند.

منابع

جلیلی مرندی، ر. ۱۳۷۶. بررسی تاثیر محیط کشت بر ریشه‌زایی قلمه انگور. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱: ۳۱-۳۸.

جلیلی مرندی، ر. ۱۳۷۴. تأثیر زمان قلمه‌گیری در ریشه‌زایی قلمه‌های تک جوانه‌ای برخی از ارقام انگور. مجله علوم کشاورزی ایران. ۲۶: ۳۳-۲۸.

خندان میرکوهی، ع.، مشرفی عراقی، ع.، حق دوست، ل.، رشید رستمی، ف. و صحرایی، س. ۱۳۹۳. تأثیر نوع بستر ریشه‌زایی، نوع قلمه و تیمار اکسین (IBA) در تکثیر سرو نقره ای (*Cupressus arizonica* var. glabra). علوم و فنون کشت های گلخانه ای، ۲۰: ۱۹۳-۲۰۲.

خیری، م. و ارشد، م. ۱۳۹۹. بررسی تأثیر نوع بستر و هورمون ایندول بوتریک اسید (IBA) بر ریشه‌زایی قلمه انگور (*Vitis vinifera* L) به روش وارونه. مجله پژوهش‌های گیاهی ۳۳: ۵۶۷-۵۷۸.

راهداری، پ.، م. مهنا و م. اسدی. ۱۳۸۹. اثر سولفات روی بر هورمونهایIBA و NAA بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی گیاه آرالیا و اثرات زیست محیطی آن. فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی. ۱: ۹۵-۱۰۳.

درودی، ه.، اکبری نیا، م.، جلالی، س.غ. و خسروجردی، ا. ۱۳۸۷. تاثیر قطر قلمه و بستر کاشت بر ریشه دهی و زنده مانی قلمه سماق (*Rhus coriaria* L.). مجله زیست شناسی ایران، ۲۱.

شکری، ص.، زراعی، ح. و علیزاده، م. ۱۳۹۳. تأثیر چند نوع بستر ریشه‌زایی بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی درختچهٔ زینتی شیشه‌شور مجنون (*Callistemon viminalis*) در شرایط گلخانه. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۵(۱۹): ۱۷۳-۱۸۲.

Abdel-Rahman, S.S. 2020. Influence of rooting media and indole-3-butyric acid (IBA) concentration on rooting and growth of different types of *Conocarpus erectus* L. stem cuttings. Scientific Journal of Flowers and Ornamental Plants, 7(3): 199-219.

Akinyele, A.O. 2010. Effects of growth hormones, rooting media and leaf size on juvenile stem cuttings of *Buchholziacoriacea* Engler. Annals of Forest Research 53(2): 127-133.

Akwatulira, F., Gwali, S., Okullo, J.B.L., Ssegawa, P., Tumwebaze, S.B., Mbwambo, J.R. and Muchugi, A. 2011. Influence of rooting media and indole-3- butyric acid (IBA) concentration on rooting and shoot formation of *Warburgia ugandensis* stem cuttings. African journal of plant science, 5(8): 421-429.

Barrow, N.J. and Hartemink, A.E. 2023. The effects of pH on nutrient availability depend on both soils and plants. Plant and Soil, 487(1): 21-37.

Bhardwaj, R.L. 2014. Effect of growing media on seed germination and seedling growth of papaya cv. 'Red Lady'. African Journal of Plant Science, 8(4): 178-184.

Boeno, D. and Zuffellato-Ribas, K.C. 2023. A quantitative assessment of factors affecting the rooting of grapevine rootstocks (*Vitis vinifera* L.). Acta Scientiarum Agronomy, 45.

Brazão, J., Gonçalves, E., Eiras-Dias, J. and Amâncio, S. 2010. Efeito da casta do not enraizamento

de estacas semilenhosas de videira. Ciência e Técnica Vitivinícola, 25: 9-14.

Brighenti, A.F., de Freitas, F.R., Malohlava, I.T.C., Votre, T.C.G., Voltolini, J.A., da Silva, A.L., Feldberg, N.P. and Würz, D.A. 2023. Biostimulants and indolebutyric acid improve rooting of wood cuttings from different grapevine rootstocks. Ciência e Técnica Vitivinícola, 38(1): 1-9.

Budiarto, K., Sulyo, Y., SN, E.D., and Maaswinkel, R.H.M. 2013. Effects of types of media and NPK fertilizer on the rooting capacity of chrysanthemum cuttings. Indonesian Journal of Agricultural Science, 7(2).

Dawa, S., Rather, Z.A., Stobgais, T., Angdus, T., Lakdan, S. and Tundup, P. 2018. Effect of growth regulators and growth media on the rhizogenesis of some genotypes of rose through stem cuttings. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(1): 1138-1147.

Doğan, A., Uyak, C. and Kazankaya, A. 2016. Effects of indole-butyric acid doses, different rooting media and cutting thicknesses on rooting ratios and root qualities of 41B, 5 BB and 420A american grapevine rootstocks. Journal of Applied Biological Sciences, 10(2): 8-15.

Eed, A.M., Albana'a, B. and Almaqtari, S. 2015. The effect of growing media and stem cutting type on rooting and growth of *Bougainvillea spectabilis* plants. University of Aden Journal of Natural and Applied Sciences, 19(1): 141-147.

Fagge, A.A. and Manga, A.A. 2011. Effect of sowing media and gibbrellic acid on the growth and seedling establishment of *Bougainvillea glabra, Ixora coccinea* and *Rosa chinensis characters*. 2: root characterization. Bayero journal of pure and applied sciences, 4(2): 155-159.

Farooq, M., Kakar, K., Golly, M.K., Ilyas, N., Zib, B., Khan, I., Khan, S., Khan, I., Saboor, A. and Bakhtiar, M. 2018. Comparative effect of potting media on sprouting and seedling growth of grape cuttings. International Journal of Environmental and Agriculture Research, 4(3): 82-89.

Galavi, M., Karimian, M.A. and Mousavi, S.R. 2013. Effects of different auxin (iba) concentrations and planting beds on rooting grape cuttings (*Vitis vinifera*). Annual Review and Research in Biology, 3(4): 517-523.

Gangani, N., Patel, G.D., Sindha, M. and Solanki, K.S. 2023. Effect of different IBA concentration and rooting media on *Zamioculcas zamiifolia* L. The Pharma Innovation Journal, 12(9): 751-756.

Gharate, P.S., Waghmare, G.M. Khandve, O.S. Babar, R.R. and Panghate, S.B. 2021. Effect of different rooting media on rooting behavior of fig (Ficus carica L.) Cv. Dinkar. Indian Journal of Agriculture and Allied Science, 7: 222-228.

Gopale, K.D. and Zunjarrao, R.S. 2011. Effect of auxin, length of stem cuttings, substrate and seasonal variations on *Jatropha curas* L.: A biodiesel plant. Bioscience discovery, 2(1): 76-81.

Hartman, H.T., Kester, D.E., Davies, J.F.T. and Geneve, R.L. 2011. Plant Propagation: principles and practices, 8th Ed. Boston: Prentice-Hall, 915 p.

Ibironke, O.A. and Victor, O.O. 2016. Effect of media and growth hormones on the rooting of Queen of Philippines (*Mussaenda philippica*). Journal of Horticulture, 3: 173.

Karuna, S., Sanyat, M., Mukesh, T. and Varun, K.S. 2019. Research review on use of different rooting media in fruit crops. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 8(5): 258-261.

Kumar, S., Malik, A., Yadav, R. and Yadav, G. 2019. Role of different rooting media and auxins for rooting in floricultural crops: A review. International journal of chemical studies, 7(2): 1778-1783.

Kumar, Y.K.B., Rajamani, K., Kumar, K.M. and Adivappar, N. 2018. Influence of type of cuttings and growth regulators on rooting in endian borage (*Coleus aromaticus* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, SP3: 182-185.

Magesa, J.M., Msogoya, T.J. and Rweyemamu, C.L. 2018. Effects of growth media on rooting of stem cuttings of hybrid coffee varieties. African Journal of Agricultural Research, 13(2): 41-46.

Monteguti, D., Biasi, L.A., Peresuti, R.A., Sachi, A.T., Oliveira, O.R. and Skalitz, R. 2008. Enraizamento de estacas lenhosas de porta-enxertos de videira com uso de fertilizante orgânico. Science of Agriculture 9: 99-103.

Nair, A., Zhang, D. and Smagula, J. 2008. Rooting and overwintering stem cuttings of *Stewartia pseudocamellia* Maxim. Relevant to hormone, media, and temperature. Horticultural Science, 43(7): 2124-2128.

Phuyal, N., Jha, P.K., Raturi, P.P., Gurung, S. and Rajbhandary, S. 2018. Effect of growth hormone and growth media on the rooting and shooting of *Zanthoxylum armatum* stem cuttings. Banko Janakari, 28 (2): 3-12.

Priyatharshini, R., Pradheeban, L. and Nishanthan, K. 2020. Suitability of different rooting media and length of cuttings on growth and yield performance of mint (Mentha spp.). Journal of Dry Zone Agriculture, 6(2): 50-59.

Rahad, M.K., Islam, M.A., Rahim, M.A. and Monira, S. 2016. Effects of rooting media and varieties on rooting performance of dragon fruit cuttings (*Hylocereu sundatus* Haw.). Research in Agriculture Livestock and Fisheries, 3(1): 67-77.

Rajkumar, R., Gora, J.S., Kumar, R., Singh, A., Kumar, A. and Gajender, G. 2017. Effect of different growing media on the rooting of pomegranate (*Punica granatum* L.) cv. Phule Arakta cuttings. Journal of Applied and Natural Science, 9(2): 715-719.

Regina, M.D.A., Souza, C.R.D. and Dias, F.A.N. 2012. Propagation of *Vitis* spp. by bench grafting table using different rootstocks and auxins. Revista Brasileira de Fruticultura, 34(3): 897-904.

Renuka, K. and Sekhar, R.C. 2015. Effect of different media treatments on rooting of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) cuttings of cv. Baltico under poly house conditions. The Asian Journal of Horticulture, 10(1): 118-121.

Sachin, K., Satya, P., Sunil, M. and Dhyani, B.P. 2021. Effect of different rooting media treatments on rooting and growth of stem cuttings in pomegranate (*Punica granatum* L.). The Pharma Innovation Journal, 10(3): 475-479.

Safaa, M.M., Abo EL-Ghait, E.M., Youssef, A.S.M. and Sebaie, H. 2020. Effect of Some Rooting Media and IBA treatments on rooting, growth and chemical composition of stem cuttings of *Ficus benjamina* cv. Vivian. Annals of Agricultural Science, Moshtohor, 58(4): 999-1010.

Singh, K.K. 2018. Effect of auxins and rooting media on rooting in stem cutting of mulberry (*Morus nigra* L.). The Pharma Innovation Journal 7(11): 12-15.

Swarts, A., Matsiliza-Mlathi, B. and Kleynhans, R. 2018. Rooting and survival of *Lobostemon fruticosus* (L) H. Buek stem cuttings as affected by season, media and cutting position. South African journal of botany, 119: 80-85.

Tchoundjeu, Z., Avana, M.L., Leakey, R.R.B., Simons, A.J., Asaah, E., Duguma, B. and Bell, J.M. 2002. Vegetative propagation of *Prunus africana*: effects of rooting medium, auxin concentrations and leaf area. Agroforestry Systems, 54: 183-192.

Usman, I.A. and Akinyele, A.O. 2015. Effects of growth media and hormones on the sprouting and rooting ability of *Massularia acuminata* (G. Don) Bullock ex Hoyl. Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment, 7 (2): 137-146.

Wurz, D.A., Feldberg, N.P. and Brighenti, A.F. 2022. Rooting potential of grapevine rootstock cuttings. Revista Ceres, 69: 121-124.