پژوهش در علوم باغبانی
جلد۱ شماره ۱ بهار و تابستان ۱۴۰۱ (ص۹۰-۷۹)
Journal of Reserch in Horticultural Science
Vol. 1, No.1 spring and summer 2022 (79-90)
تارنمای مجله: https://rhsj.areeo.ac.ir

بررسی اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر ریشه‌زایی و کیفیت قلمه‌های چوب سخت انار

هانیه حیدری[۱]، سهیل کریمی[۲*]، فاطمه محمدی[۱]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد

۲-دانشیار دانشکده کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران

چکیده

انار از میوه‌های ارزشمندی است که در کشور تولید می‌شود. این گیاه با قلمه‌های چوب سخت تکثیر می‌شود و نیازمند صرف زمان، مراقبت و هزینه زیاد است. بنابراین بهینه‌سازی روش کار برای افزایش کارایی ازدیاد اهمیت دارد. در پژوهش حاضر قلمه‌های انار با قطر ۱۵ و طول ۲۵۰ میلی‌متر در اواخر بهمن ماه از درختان مادری تهیه شدند و تأثیر غلظت‌های صفر، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید (روش فروبری سریع) بر بهبود ریشه‌زایی و رشد آن‌ها بررسی شد. ۱۵۰ روز پس از تیمارها، درصد ریشه‌دهی، طول و وزن خشک ریشه، طول و قطر ساقه و تعداد برگ گیاهان ارزیابی شد. کاربرد نفتالین استیک اسید درصد ریشه‌دار شدن قلمه‌های انار را تا ۷۴ درصد افزایش داد و تجمع زیست توده را از ساقه به سمت ریشه هدایت نمود. بیشترین درصد ریشه‌زایی در تیمار کاربرد ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد. طول ریشه در تیمارهای نفتالین استیک اسید به‌صورت معنی‌داری بیش‌تر از تیمار شاهد بود. بیش‌ترین وزن خشک ریشه، بیش‌ترین طول ساقه و تعداد برگ در کاربرد ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد. تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید سبب محدود شدن رشد شاخساره شد. بهبود رشد شاخساره در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید، می‌تواند در ارتباط با افزایش تشکیل ریشه‌های فرعی و افزایش هورمون‌های محرک رشد باشد. در مجموع، غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید برای افزایش کارایی ازدیاد و بهبود رشد شاخساره قلمه‌های چوب سخت انار پیشنهاد شد.

واژگان کلیدی: اکسین، تکثیر رویشی، نفتالین استیک اسید، وزن خشک، *Punica granatum* L.

Investigating the Effect of Naphthalene Acetic Acid on Rooting and Quality of Pomegranate Hardwood Cuttings

Hanieh Heydari[1], Sohail Karimi[2*], Fatemeh Mohammadi[1]

1- MSc student,

2- Associate Professor, Department of Horticultural Science, Agricultural College of Aburaihan, University of Tehran, Tehran, Iran.

Abstract

Pomegranate is one of the most valuable fruits produced in Iran. This plant is propagated by hardwood cuttings, which is a time consuming, laborious, and costly method. Therefore, it is important to optimize the process to increase the propagation efficiency. In the present study, effect of naphthalene acetic acid (NAA) pulsing treatments (0, 1000 and 2000 mg•L-1 NAA) on rooting and growth of pomegranate hardwood cuttings were investigated. The cuttings were taken from mother trees (15 mm diameter and 250 mm length) at the end of February, and 150 days after the NAA treatments, rooting percentage, root length and dry weight, stem length and diameter, and leaf number of the cuttings were evaluated. The application of NAA increased the rooting percent up to 74% and shifted the biomass from the stem to the root of the pomegranate cuttings. The highest percentage of rooting was observed in the 2000 mg•L-1 NAA treated cuttings. The NAA treatments significantly increased root length of the cuttings. The highest root dry weight, stem length and number of leaves were observed in 1000 mg•L-1 NAA treated cuttings. However, application of 2000 mg•L-1 NAA limited the shoot growth. The improvement of shoot growth with the application of 1000 mg•L-1 NAA was related to an increase in the formation of secondary roots and increase in the biosynthesis of indigenous growth-stimulating hormones. In conclusion, 1000 mg•L-1 NAA pulsing is suggested for increasing the propagation efficiency and improving the rooting and shoot growth in pomegranate hardwood cuttings.

Keywords: Auxin, Dry weight, Naphthalene acetic acid, *Punica granatum* L., Vegetative propagation.

* نویسنده مسئول: skarimi@ut.ac.ir

۱- مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) یکی از میوه‌های مهم و صادراتی در ایران است (Karimi and Mir-dehghan., 2013). این محصول هزاران سال است که کشت می‌شود و به‌عنوان یکی از اولین گونه‌های اهلی شده در نظر گرفته می‌شود (Still, 2006). فواید زیادی از مصرف میوه انار برای سلامتی انسان نام برده شده است (Asadi-Gharneh *et al*., 2017). با توجه به اهمیت اقتصادی، سازگاری با شرایط اقلیمی کشور و فواید آن برای سلامت مصرف‌کننده، گسترش این محصول در ایران حائز اهمیت است. این مهم نیازمند بهینه‌سازی روش ازدیاد برای تامین مواد گیاهی مورد نیاز در گسترش باغات است. ازدیاد انار از طریق قلمه‌های چوب نرم، قلمه‌های چوب سخت، کشت بافت و پیوند انجام می‌شود. با این‌حال، در ازدیاد تجاری به طور معمول از طریق قلمه‌های چوب سخت انجام می‌شود (Karimi, 2011). توانایی ریشه‌زایی قلمه‌های انار به عوامل متعددی مانند ژنوتیپ، نوع قلمه، شرایط پایه مادری، بخشی از درخت که قلمه‌ها تهیه می‌شوند، زمان قلمه‌گیری، شرایط محیطی، نوع محیط کاشت و مراقبت‌های پس از آن بستگی دارد (Polat and Caliskan, 2006; Holland *et al.* 2014; Desai et al., 2018; Gadapa and Singh, 2022). تفاوت‌هایی در موفقیت تکثیر با استفاده از قلمه‌های چوب سخت در بین ارقام انار (Kennedy, ۲۰۱۰) و تفاوت‌هایی در درصد ریشه‌زایی بر اساس اثر متقابل رقم، غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد و نوع برش وجود دارد (Owais, 2010). درصد ریشه‌زایی و همچنین سرعت ظهور برگ و قدرت رشد شاخساره توسط منشأ و شرایط نگهداری قلمه کنترل می‌شود، اما کاربرد، نوع و غلظت عامل تنظیم کننده رشد می‌تواند این پاسخ‌ها را تحت تاثیر قرار دهد (Asgari *et al*., 2021). حتی نوع بستر کشت بر درصد ریشه‌دهی ارقام انار مؤثر بوده به‌طوری‌که ورمی‌کولایت و یا ترکیب ورمی‌کولایت و شن بهترین بستر گزارش‌شده است (Ansari, 2013).

عموما برای تقویت ریشه‌زایی در گیاهان چوبی از تنظیم‌کننده‌های رشد اکسینی استفاده می‌شود (Hartmann *et al.,* 2007). کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و یافتن غلظت بهینه آن‌ها از عامل‌های مهمی هستند که باید برای افزایش ریشه‌زایی قلمه موردتوجه قرار گیرند. غلظت و نوع اکسین در ریشه‌زایی قلمه‌ها تأثیر بسزایی دارد و سبب تمایز سلولی، تجزیه نشاسته، تنظیم بیان ژن و حرکت کربوهیدرات‌ها و عناصر غذایی به انتهای قلمه می‌شود ولی در غلظت‌های بیش‌تر می‌تواند نقش بازدارنده داشته باشد (Ahmadloo *et al*., 2016). استفاده از ایندول بوتیریک اسید و نفتالین استیک اسید با افزایش قابلیت بازسازی سلول‌های کامبیوم و تقسیم سلولی سبب بهبود ریشه‌زایی قلمه‌های ساقه می‌شود (Rymbai and Reddy, 2010). از این رو امروزه در باغبانی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی نفتالین استیک اسید، ایندول بوتیریک اسید و یا ایندول استیک اسید برای القای ریشه در گونه‌های مختلف درختان میوه استفاده می‌شود (Patil *et al*., 2011). در آزمایش‌هایی که روی ریشه‌دهی قلمه‌های گیلاس محلب انجام‌شده بیش‌ترین مقدار ریشه‌دهی با تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید و غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم نفتالین استیک اسید در زمان قلمه‌گیری مشاهده شد (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۶). برای افزایش تشکیل بافت پینه از اکسین و سیتوکینین در قلمه‌هایی از ارقام انگور که بر روی آن‌ها پیوند خورده بود به‌صورت موفقیت‌آمیزی استفاده شد (Kose and Guleryuz, 2006). استفاده از ایندول بوتیریک اسید با غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در ریشه‌دار کردن قلمه‌های هیبرید GF677 بادام توصیه شد (Karimi and Yadollahi, 2012). اکسین موجب ارتباط میان ایندول استیک اسید درونی و اسیدهای آمینه می‌شود بنابراین سنتز پروتئین‌های ضروری برای تشکیل ریشه‌های اولیه امکان‌پذیر می‌شود (Sulusoglu and Cavu-

soglu, 2010). غلظت زیاد هورمون‌های ریشه‌زایی ممکن است اثر بازدارنده داشته باشد که در گونه‌های مختلف این اثر متفاوت است (Chater *et al.*, 2017). غلظت بیش از حد ایندول بوتیریک اسید ریشه‌های ضعیف و کوچکی را ایجاد می‌کند (Karimi and Nowrozy, 2017).

در انار نیز استفاده از تنظیم‌کننده‌های اکسینی اثرات چشمگیری در بهبود ریشه‌زایی داشته است (Singh, 2014). برخی از ارقام انار بدون کاربرد ایندول بوتیریک اسید قادر به ریشه‌زایی نیستند (Holland et al. 2014). غالبا از ایندول بوتیریک اسید برای بهبود ریشه‌زایی قلمه‌های انار استفاده شده است (Gadapa and Singh, 2022). کاربرد ایندول بوتیریک اسید در غلظت‌های مختلف، به‌صورت چشم‌گیری درصد ریشه‌دهی ارقام انار را افزایش می‌دهد (Desai *et al.*, 2018). عسگری و همکاران (Asgari *et al.*, 2021) نشان دادند که منشأ قلمه روی ریشه‌دار شدن و رشد قلمه‌های انار موثر است ولی کاربرد ایندول بوتیریک اسید سرعت ریشه‌زایی را در قلمه‌ها افزایش داد. عموما کاربرد ایندول بوتیریک اسید در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای ایجاد بیش‌ترین ریشه‌زایی در قلمه‌هایی انار پیشنهاد شده است (کریمی و یعقوبی، ۱۳۹۵). با این وجود همچنان در آزمایش‌های مختلف تلاش می‌شود تا کارایی این تیمار بهبود داده شود. دمار و همکاران (Damar *et al.*, 2014) کاربرد ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید به همراه استفاده از باکتری‌های محرک رشد را برای افزایش ریشه‌دار شدن قلمه‌های انار پیشنهاد دادند. کاربرد بوراکس به همراه ایندول بوتیریک اسید در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر قلمه‌های چوب سخت و چوب نیمه سخت انار درصد ریشه‌دهی، تعداد ریشه، طول ریشه، را افزایش داد (بنی صفار، ۱۳۹۴). کاربرد بوریک اسید + خراشدهی فیزیکی + ایندول بوتیریک اسید در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌صورت معنی‌داری ریشه‌زایی و رشد قلمه‌های انار را افزایش داد (Kumar *et al.* 2020). اثرات محیط ریشه‌زایی و کاربرد تنظیم‌کننده رشد به مقدار قابل توجهی در ریشه‌دار شدن قلمه‌های انتهایی انار موثر گزارش شد و بهترین نتیجه از محیط کشت پومیس و کاربرد ایندول بوتیریک اسید در غلظت ۴۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد (نجاتی و عبدوسی، ۱۳۹۴). هرچند که بر خلاف سایر پژوهش‌ها، حیدری و همکاران (۱۳۹۰) گزارش نمودند که کاربرد ایندول بوتیریک اسید سبب کاهش ریشه‌دار شدن قلمه‌های دو رقم انار شد. بنابراین نیاز است تا پاسخ‌های این گیاه به کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد اکسینی در بهبود ریشه‌دار شدن قلمه‌ها، مورد ارزیابی بیش‌تری قرار گیرد و اثر نوع عامل اکسینی و غلظت مورد استفاده بهینه‌سازی شود.

اثرات کاربرد دیگر تنظیم کننده‌های رشد اکسینی بر ریشه‌دار شدن قلمه‌های انار کم‌تر مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی تاثیر تنظیم‌کننده‌های رشد ایندول استیک اسید، ایندول بوتریک اسید و نفتالین استیک اسید بر ریشه‌زایی قلمه‌های انار نشان داد که بیش‌ترین درصد زنده‌مانی، طول ساقه، طول ریشه و نسبت ساقه به ریشه به قلمه‌های تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول استیک اسید تعلق داشت. بیابانی گلزن و شکافنده (۱۳۹۰) در ارزیابی کارایی ایندول بوتیریک اسید و نفتالین استیک اسید بر ریشه‌دار شدن قلمه‌های انار در محیط کشت درون شیشه‌ای نشان دادند که کارایی ایندول بوتیریک اسید در ریشه‌زایی قلمه‌های رقم رباب بیش‌تر است. سیار (Seiar, 2016) نشان داد که کاربرد همزمان ایندول بوتیریک اسید و نفتالین استیک اسید نتایج بهتری در ریشه‌زایی و رشد شاخساره قلمه‌های چوب نیمه‌سخت انار ایجاد کرد. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی دقیق‌تر کارایی نفتالین استیک بر ریشه‌دهی قلمه‌های انار و بررسی اثرات کاربرد این ماده بر کیفیت ریشه و شاخساره گیاه حاصل انجام شد. بر اساس ارزیابی شاخص‌های رشد ریشه و شاخساره قلمه‌ها، بهترین غلظت این ماده برای

پیش تیمار قلمه‌های انار در فرآیند تکثیر با قلمه‌های چوب سخت پیشنهاد می‌شود.

۲- مواد و روش‌ها

قلمه‌های انار مورداستفاده در این مطالعه در اواخر بهمن ۱۳۹۸ از شاخه‌هایی با قطر ۱۵ میلی‌متر و طول ۲۵ سانتی‌متر از درختان مادری واقع در باغ آموزشی- تحقیقاتی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران تهیه شد. قلمه‌ها با طول متوسط ۲۰ سانتی‌متر تهیه و به مدت ۳۰ دقیقه درون محلول ۰/۲ درصد قارچ‌کش کاپتان (آریا شیمی، ایران) قرار گرفتند. پس از خشک شدن محلول قارچ‌کش در مجاورت هوا، تیمارهای نفتالین استیک اسید (مرک، آلمان) شامل غلظت‌های صفر، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اعمال شد. بخش دو سانتی‌متری انتهای هر قلمه پیش از انتقال به بستر پرلیت برای ۵ ثانیه درون محلول‌های اکسین قرار داده شد. پس از خشک شدن بخش انتهایی در مجاورت هوا، قلمه‌ها در بستر پرلیت قرار داده شدند. قلمه‌ها به مدت ۱۵۰ روز در شرایط گلخانه مرطوب نگهداری شدند.

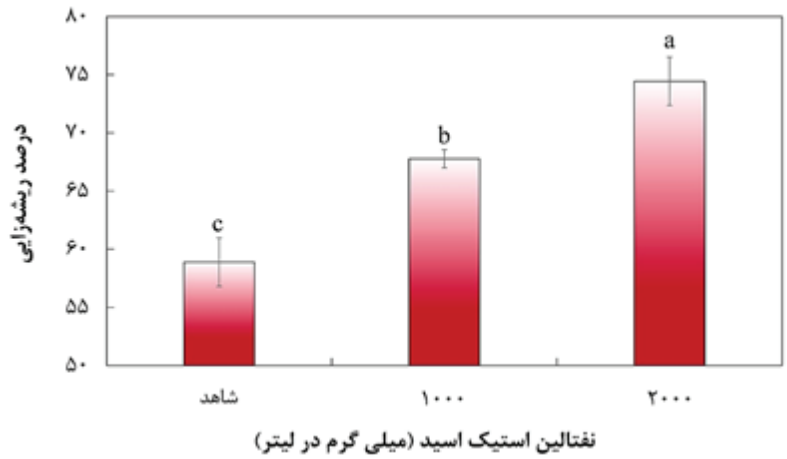
شاخص‌های رشد شاخساره و ریشه در تابستان ۱۳۹۹ اندازه‌گیری شد. تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده، تعداد برگ، طول ساقه، قطر ساقه، طول ریشه، کیفیت کلی ریشه، وزن‌تر برگ، وزن خشک برگ، وزن‌تر ساقه، وزن خشک ساقه، وزن‌تر ریشه، وزن خشک‌ریشه اندازه‌گیری شد. پس از ثبت وزن‌تر، نمونه‌ها درون پاکت کاغذی قرارگرفته و به مدت ۷۲ ساعت در آون قرار داده شد و وزن خشک اندازه‌گیری شد. محتوای نسبی آب در برگ (RWC) بر اساس رابطه زیر محاسبه شد.

$$RWC\ (\%) = \frac{\text{(وزن خشک برگ} - \text{وزن تر برگ)}}{\text{وزن تر برگ}} \times ۱۰۰$$

این آزمایش بر اساس طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و ۳۰ قلمه در هر تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد. پس از تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA)، تفاوت میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد.

۳- نتایج

اثر کاربرد غلظت‌های نفتالین استیک اسید بر ریشه‌دار شدن قلمه‌های انار در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. گیاهان تیمار شاهد دارای کم‌ترین میزان ریشه‌زایی بودند. با کاربرد نفتالین استیک اسید به‌صورت معنی‌داری درصد ریشه‌دار شدن قلمه‌ها افزایش یافت. بیش‌ترین درصد ریشه‌دار شدن، در قلمه‌های تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۱- اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر درصد ریشه‌دار شدن قلمه‌های انار. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.

برای ارزیابی کیفیت ریشه‌های تشکیل شده، شاخص‌های رشد ریشه اندازه‌گیری شد (جدول ۱). اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر طول ریشه در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌دار بود. قلمه‌های تیمار شاهد دارای کمترین طول ریشه بودند. کاربرد نفتالین استیک اسید به صورت معنی‌داری طول ریشه را افزایش داد ولی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده نشد. اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر وزن خشک ریشه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. قلمه‌های تیمار شاهد داری کمترین وزن خشک ریشه بودند. کاربرد نفتالین استیک اسید سبب افزایش وزن خشک ریشه شد. بیشترین وزن خشک مربوط به ریشه‌های تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر وزن تر ریشه معنی‌دار نبود.

بررسی کیفیت شاخساره با ارزیابی شاخص‌های رشد ساقه (جدول ۲) و برگ (جدول ۳) انجام شد. اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر طول و قطر ساقه‌های رشد کرده از قلمه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. گیاهان تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید دارای کم‌ترین طول ساقه بودند. بیش‌ترین طول ساقه در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد. کم‌ترین قطر ساقه در تیمار شاهد مشاهده شد. کاربرد نفتالین استیک اسید به‌صورت معنی‌داری قطر ساقه را افزایش داد. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده نشد. اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر وزن تر و وزن خشک ساقه معنی‌دار نبود (جدول ۲).

اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر وزن خشک، وزن تر و تعداد برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). کم‌ترین وزن خشک برگ در تیمار شاهد و تیمار کاربرد ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد. کاربرد نفتالین

جدول ۱- اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر شاخص‌های رشد ریشه قلمه‌های انار.

نفتالین استیک اسید (میلی‌گرم در لیتر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)
شاهد	۲۶/۵±۲/۶ b	۰/۱۶۰±۰/۰۴ b	۰/۶۲۷±۰/۱۴۱ a
۱۰۰۰	۳۵/۶±۲/۵ a	۰/۲۳۰±۰/۰۶ a	۰/۸۷۶±۰/۱۳۸ a
۲۰۰۰	۳۹/۹±۳/۴ a	۰/۲۰۹±۰/۰۳ ab	۰/۵۵۹±۰/۱۰۱ a
تجزیه واریانس			
تیمار	۶۹۳/۶**	۱/۱۸*	۱/۶۰ ns
تکرار	۲۱۹/۹ ns	۰/۳۱ ns	۲/۴۰ ns
خطا	۱۱۲/۵	۰/۳۰	۰/۷۵

ns، *، ** به‌ترتیب عدم وجود اثر معنی‌دار، اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

جدول ۲- اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر شاخص‌های رشد شاخساره قلمه‌های انار.

نفتالین استیک اسید (میلی‌گرم در لیتر)	طول ساقه (سانتی‌متر)	قطر ساقه (سانتی‌متر)	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن تر ساقه (گرم)
شاهد	۲۵/۹±۲/۵ ab	۱/۵۸±۰/۰۹ b	۰/۴۴±۰/۰۸ a	۰/۹۰±۰/۱۷ a
۱۰۰۰	۳۱/۹±۲/۱ a	۲/۳۵±۰/۱۸ a	۰/۶۲±۰/۰۷ a	۱/۱۵±۰/۱۳ a
۲۰۰۰	۲۱/۵±۲/۴ b	۲/۱۰±۰/۱۵ a	۰/۴۱±۰/۰۶ a	۰/۷۸±۰/۱۲ a
تجزیه واریانس				
تیمار	۳/۸۹**	۲/۳۲**	۰/۹۴ ns	۰/۱۳ ns
تکرار	۳/۰۳*	۱/۳۹*	۱/۰۹ ns	۰/۱۹ ns
خطا	۰/۶۷	۰/۲۶	۰/۳۷	۰/۰۴

ns، *، **به‌ترتیب عدم وجود اثر معنی‌دار، اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

جدول ۳- اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر شاخص‌های رشد برگ قلمه‌های انار.

نفتالین استیک اسید (میلی‌گرم در لیتر)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن تر برگ (g)	تعداد برگ	محتوای نسبی آب برگ (٪)
شاهد	۰/۴۵±۰/۰۶ b	۱/۱۶±۰/۱۶ ab	۳۹/۱±۳/۲ b	۶۱/۷±۲/۱ a
۱۰۰۰	۰/۷۲±۰/۰۸ a	۱/۵۲±۰/۱۸ a	۶۸/۹±۵/۸ a	۵۱/۷±۳/۴ b
۲۰۰۰	۰/۴۶±۰/۰۶ b	۰/۸۴±۰/۱۱ b	۵۱/۳±۷/۳ ab	۴۴/۶±۵/۷ b
تجزیه واریانس				
تیمار	۰/۳۲**	۳/۱۸**	۱۴/۱**	۱۶۸/۴*
تکرار	۰/۰۸ ns	۱/۰۳ ns	۹/۳*	۲۶/۱ ns
خطا	۰/۰۷	۰/۶۷	۱/۹	۴۱/۹

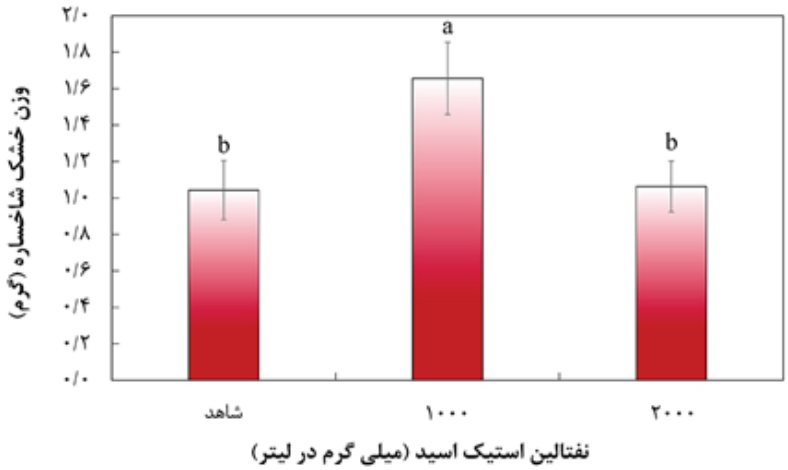
ns، *، ** به‌ترتیب عدم وجود اثر معنی‌دار، اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

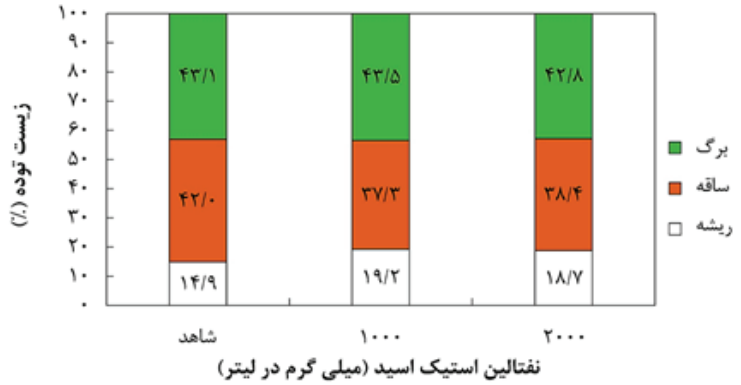
استیک اسید در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌صورت معنی‌داری سبب افزایش وزن خشک برگ شد. نتایج مشابهی در خصوص اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر تعداد برگ قلمه‌های انار نیز مشاهده شد. بیش‌ترین وزن تر برگ در تیمار کاربرد ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد که به‌صورت معنی‌داری بیش‌تر از سایر تیمارها بود. اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر محتوای نسبی آب برگ قلمه‌های انار در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. برگ قلمه‌های تیمار شاهد دارای بیش‌ترین محتوای نسبی آب بودند. محتوای نسبی آب برگ قلمه‌های تیمار کاربرد غلظت‌های نفتالین استیک اسید کم‌تر از تیمار شاهد بود.

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر وزن خشک قلمه‌های انار در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. بیش‌ترین وزن خشک شاخساره در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد. کمترین وزن خشک شاخساره در تیمارهای ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید و تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۲). تسهیم زیست‌توده در گیاهان تحت تیمارهای مختلف در شکل ۳ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، کاربرد نفتالین استیک اسید سهم ریشه را از زیست‌توده افزایش داد.



شکل ۲- اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر وزن خشک شاخساره قلمه‌های انار. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.



شکل ۳- اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر تسهیم زیست توده در قلمه‌های انار.

٤- بحث

ازدیاد از طریق قلمه به دلایلی همچون آسان‌تر و راحت‌تر بودن تکثیر، گزینش و نگهداری کلون‌ها، کوتاه‌تر کردن زمان رشد زایشی، حفاظت از پایه اولیه، امکان احداث باغ مادری، و امکان کنترل مراحل رشد و ریخت‌شناسی نسبت به ازدیاد جنسی گیاهان، برتری دارد (Chater *et al.,* 2017). ولی همواره یافتن روش‌هایی برای بهبود ریشه‌دهی، رشد رویشی، و بهره‌وری ازدیاد گیاه حائز اهمیت است. با توجه به تمرکز آزمایشات مختلف بر ایندول‌بوتیریک اسید برای ریشه‌دار کردن قلمه‌های انار و اثرات متنوعی که این عامل اکسینی بر ریشه‌دار شدن قلمه‌های انار در آزمایش‌های مختلف نشان داده است، در این آزمایش با بررسی اثر سه غلظت از نفتالین استیک اسید، تأثیر آن بر ریشه‌زایی، تعداد برگ و کیفیت ساقه و ریشه تولید شده در قلمه‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

در این پژوهش درصد ریشه‌دار شدن قلمه‌ها در تیمار شاهد ۵۹ درصد بود. درصد ریشه‌دار شدن قلمه‌های انار در شرایط یکسان به ژنوتیپ گیاه وابسته است (Karimi *et al*., 2012; Chater *et al.*, 2017) و در شرایط بدون کاربرد تنظیم کننده‌های رشد بین صفر (Holland *et al*., 2014) تا ۶۴ درصد (Owais, 2010) و ۷۳ درصد (Polat and Calis-kan, 2006) گزارش شده است. حسین و همکاران (Hussain *et al.,* 2012) متوسط ریشه‌دار شدن قلمه‌های انار را در شرایط محیطی مختلف در حدود ۷۵ درصد گزارش نمودند. در پژوهش حاضر کاربرد نفتالین استیک اسید سبب بهبود درصد ریشه‌زایی در قلمه‌های انار تا ۷۴ درصد (تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) شد. پژوهش‌های متعددی اثر کاربرد اکسین بر افزایش ریشه‌دار شدن قلمه‌های انار نشان داده‌اند. چتر و همکاران (Chater *et al*., 2017) در ارزیابی اثرات کاربرد ایندول‌بوتیریک اسید بر ریشه‌دار شدن ۱۲ رقم انار، نشان داد که میزان ریشه‌دار شدن قلمه پس از کاربرد ایندول‌بوتیریک اسید بین ۲۱/۹ تا ۱۰۰ درصد بود. بنابراین به نظر می‌رسد تفاوت‌های ژنتیکی در پاسخ گیاه به کاربرد اکسین نیز نقش تعیین‌کننده‌ای دارند.

عملکرد نفتالین استیک اسید در افزایش ریشه‌زایی در قلمه‌های انار را می‌توان به نقش ترکیبات اکسینی در ایجاد ارتباط با اسیدهای آمینه و افزایش سنتز پروتئین‌های ضروری برای تشکیل ریشه‌های اولیه ارتباط داد (Sulusoglu and Cavusoglu, 2010). بارد و همکاران (Barde *et al.,* 2010) و دمار و همکاران (Damar *et al*., 2014) نیز افزایش ریشه‌دار شدن قلمه را در تیمار کاربرد اکسین گزارش کردند و عنوان نمودند این پاسخ می‌تواند ناشی از فعالیت اکسین در هیدرولیز و جابجایی مواد کربوهیدراتی و نیتروژن‌دار در قلمه‌ها است که در نتیجه آن سرعت تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها افزایش می‌یابد. به این ترتیب، اکسین‌های طبیعی مانند ایندول استیک اسید و اکسین‌های سنتز شده مانند ایندول‌بوتیریک اسید و نفتالین استیک‌اسید می‌توانند با تحریک فعالیت فیزیولوژیک و هدایت مواد غذایی به سمت محل مصرف، تولید ریشه‌های نابجا را در قلمه‌های ساقه و برگ تحریک کنند (Hartmann *et al.*, 2007). بیش‌ترین درصد ریشه‌دار شدن قلمه‌ها در شرایط تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد ولی وزن خشک ریشه‌های این تیمار نسبت به تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کم‌تر بود. پیش از این نشان داده شده است که غلظت زیاد اکسین‌ها ممکن است روی فرایند ریشه‌زایی و رشد ریشه‌های فرعی اثر بازدارنده داشته باشد (Chater *et al.,* 2017). البته در این پژوهش مشاهده شد که غلظت زیاد از حد اکسین اثر منفی بر تشکیل ریشه‌های جدید نداشت و اثرات آن شامل ایجاد محدودیت تجمع زیست‌توده

در ریشه‌های تشکیل شده بود. دمار و همکاران (Damar *et al.,* 2014) نیز نتایج مشابهی در کاربرد غلظت زیاد ایندول بوتیریک اسید (۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر قلمه‌های انار گزارش نمودند. یافته‌های این پژوهش با نتایج کریمی و نوروزی (Karimi and Nowrozy, 2017) که نشان دادند غلظت بیش از حد ایندول‌بوتیریک اسید ریشه‌های ضعیف و کوچکی را ایجاد نمود، در یک راستا قرار دارد. در این پژوهش کاربرد غلظت زیاد نفتالین استیک اسید سبب کاهش رشد طولی ریشه نشد. با توجه به اینکه طول ریشه انار در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر با تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری نداشت، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که کاهش وزن خشک ریشه در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید سبب محدود شدن تشکیل ریشه‌های فرعی و کاهش تراکم ریشه در انار می‌شود. در تحقیقات انجام شده روی انار بیش‌ترین درصد ریشه‌دهی در دامنه غلظت گسترده‌ای از ۵۰۰ تا ۱۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید گزارش شده است (بنی صفار، ۱۳۹۴؛ Owais, 2010). این تفاوت‌ها می‌تواند به‌دلیل تفاوت در رقم گیاه، زمان قلمه گرفتن، فعالیت گیاه و ویژگی‌های قلمه مورد استفاده باشد. اما عامل مهمی که در عملکرد اکسین‌ها بر ریشه‌دار شدن قلمه‌ها نقش دارد، غلظت این مواد در بافت گیاهی است (حبیبی کوتنایی، ۱۳۹۱). با توجه به حساسیتی که قلمه‌های انار ممکن است به غلظت‌های زیاد اکسین نشان دهند، بایستی از کاربرد غلظت‌های زیاد این مواد برای ریشه‌دار نمودن قلمه‌ها خودداری نمود.

اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر شاخص‌های رشد شاخساره قلمه‌های ریشه‌دار شده انار نیز معنی‌دار بود. هرچند قطر ساقه در تیمارهای مختلف نفتالین استیک اسید تفاوت معنی‌داری نداشت، اما کاربرد ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید اثرات مفیدی بر رشد طولی ساقه و تعداد برگ قلمه‌های انار داشت. بهبود شاخص‌های رشد ساقه در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید به احتمال ناشی از رشد بهتر ریشه و تشکیل ریشه‌های فرعی بیش‌تر در این تیمار باشد. در اینجا دو احتمال مطرح می‌شود؛ با توجه به اینکه نوع قلمه و شرایط بستر کشت در تیمارهای مختلف یکسان بودند، بهبود رشد ریشه‌های گیاه می‌تواند ۱) امکان جذب آب را برای گیاه افزایش دهد و ۲) افزایش فعالیت ریشه می‌تواند به‌صورت مستقیم بر رشد شاخساره اثر داشته باشد. سینگ (Singh, 2001) عنوان نمود که بهبود جذب آب و مواد غذایی به دنبال افزایش تشکیل ریشه سبب افزایش رشد شاخساره قلمه می‌شود. با این وجود، ارزیابی محتوای نسبی آب برگ قلمه‌های انار نشان داد که قلمه‌های تیمار شاهد محتوای نسبی آب بیش‌تری در مقایسه با قلمه‌های تیمار شده داشتند. این قضیه می‌تواند ناشی از تعداد کم‌تر برگ در قلمه‌های تیمار شاهد و امکان تجمع آب بیش‌تر در آن‌ها باشد. از این رو، بهبود رشد در قلمه‌های تیمار شده با نفتالین استیک اسید نمی‌تواند ناشی از افزایش محتوای آب بافت باشد. بنابراین بخش اصلی اثرات مثبت ریشه‌زایی بر افزایش رشد شاخساره در قلمه انار را می‌توان به نقش مستقیم ریشه در تولید هورمون‌های محرک رشد ارتباط داد. ریشه‌های فرعی به‌صورت مستقیم با تأمین جیبرلین‌ها و سایتوکینین‌ها، رشد شاخساره را تشدید می‌کنند (Hartmann *et al*., 2007). از طرف دیگر، کاربرد غلظت زیاد نفتالین استیک اسید رشد محدودتری در شاخساره قلمه ایجاد کرد. دمار و همکاران (Damar *et al.,* 2014) و مهتا و همکاران (Mehta *et al.,* 2018) نیز نشان دادند که کاربرد غلظت‌های زیاد اکسین برون‌زاد برای ریشه‌دار کردن قلمه می‌تواند سبب کاهش رشد شاخساره انار شود. به این ترتیب در مجموع گیاهان تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید با توجه به داشتن بیش‌ترین رشد ریشه، بیش‌ترین وزن خشک را تولید نمودند.

ارزیابی تسهیم زیست‌توده در گیاه نشان داد که سهم برگ‌ها از زیست‌توده در گیاهان تحت تیمار نفتالین استیک اسید با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ولی با کاربرد نفتالین استیک اسید، تجمع نسبی زیست‌توده در ساقه محدودتر شد. بنابراین چنین نتیجه‌گیری می‌شود که کاربرد نفتالین استیک اسید سبب هدایت زیست‌توده از ساقه به سمت ریشه می‌شود. دمار و همکاران (Damar *et al.*, 2014) نیز نشان دادند که کاربرد اکسین‌ها برای ریشه‌دار نمودن قلمه‌های انار سبب هدایت مواد فتوسنتزی و عناصر غذایی به سمت ریشه می‌شود. به نظر می‌رسد افزایش فعالیت فیزیولوژیک بافت قلمه و فعال شدن مواد غذایی ساقه به سمت محل تیمار شده با تنظیم‌کننده‌های رشد اکسینی سبب تحریک ریشه‌زایی و تجمع زیست توده در این بخش می‌شود. در تایید نتایج پژوهش حاضر، دمار و همکاران (Damar *et al.*, 2014) گزارش نمودند که در تیمارهایی با غلظت زیاد ایندول بوتیریک اسید (۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر) تجمع وزن خشک در ریشه‌ها محدود می‌شود. احتمالاً، بروز اختلال در متابولیسم سلول‌ها در اثر کاربرد مقادیر زیاد اکسین، سبب کاهش مصرف و هدایت مواد غذایی به سمت ریشه‌ها می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد نفتالین استیک اسید افزون بر بهبود ریشه‌زایی، سبب افزایش

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 غیر مستقیم با اثر منتشر شده است رد می‌نمایند.

منابع

بنی صفار، م.، صادقی،ح. (۱۳۹۴). بررسی تأثیر ایندول بوتیریک اسید و اسید بوریک بر ریشه‌زایی قلمه‌های چوبی تک و دو گره‌ای پنج ژنوتیپ برتر انار مازندران. نهمین کنگره علوم باغبانی، ۵ تا ۸ بهمن ماه، دانشگاه شهید چمران، ۱۲۰-۱۲۴.

بیابانی گلزن، ع.، شکافنده، ا. (۱۳۹۰). ریشه زایی سرشاخه های انار رقم رباب با استفاده از ایندول بوتیریک اسید و نفتالن استیک اسید در شرایط کنترل شده. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۲(۳)، ۲۵-۳۲.

حبیبی کوتنایی، ش. (۱۳۹۱). تاثیر غلظت‌های مختلف نفتالین استیک اسید و ایندول بوتریک اسید بر روی ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه خشبی نارنج و نارنج سه برگ. فصلنامه پژوهش‌های علوم گیاهی، ۷(۳)، ۶۴- ۷۲.

حیدری، س.، زمانی، ذ.، حیدری، م. (۱۳۹۰). تیمار هورمون IBA و اسید سولفوریک بر افزایش ریشه زایی قلمه های تک گره گیاه انار در دو رقم ملس ترش و شیرین ساوه. اولین کنگره ملی علوم و فناوریهای نوین کشاورزی. ۱۹ شهریور ماه، دانشگاه زنجان. ۵۱-۴۸.

کریمی، م.، یعقوبی، ش. (۱۳۹۵). تاثیر غلظت‌های مختلف ایندول بوتریک اسید در ریشه زایی قلمه انجیلی (Parrotia persica). مجله منابع طبیعی ایران، ۶۹(۲)، ۲۶۹-۲۷۵.

گودرزی، غ.، پیام نور، و.، جعفری، م.، علی عرب، ع. (۱۳۹۶). اثر زمان جمع‌آوری و تیمارهای اکسینی بر ریشه‌زایی و تولید نهال از قلمه‌های چوب سخت محلب. فصلنامه علمی-پژوهشی جنگل و صنوبر ایران، ۴۷۴-۴۸۲.

نجاتی، م.، عبدوسی، و. (۱۳۹۴). اثرات غلظت هورمون IBA نوع قلمه ومحیط ریشه زایی بر ریشه زایی قلمه های خشبی ارقام محلی فندق، نهمین کنگره علوم باغبانی، ۵ تا ۸ بهمن ماه، دانشگاه شهید چمران، ۱۸۳-۱۷۹.

Ahmadloo, F., Tabari Kouchaksaraei, M. & Goodarzi, Gh.R. (2016). Effects of IBA, bacterial and mycorrhizal treatments on the rooting of *Crataegus pseudoheterophylla* Pojark cuttings. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 24*(2), 344-355.

Ansari, S. (2013). Effects of different collecting time and different medium on rooting of pomegranate « *Malas torsh* cv.» cuttings. *Bulletin of Envinromental Pharmacology and Life Science, 2*(12), 164-168.

Asadi-Gharneh, H.A., Mohammadzamani, M. & Karimi, S. (2017). Evaluation of physico-chemical properties and bioactive compounds of some Iranian pomegranate cultivars. *International Journal of Fruit Science, 17*(2), 175-187.

Asgari, S., Karimi, R., Joshi, T., Kilpatrick, K.L., Moradi, S., Samimi, Z., Mohammadi, E., Farzaei, M.H. & Bishayee, A. (2021). Effect of pomegranate Juice on vascular adhesion factor: A syatematic review and Meta_analysis, *Phytomedicine, 80*: 153359.

Barde, P., Tiwari, R., Kanpure, R.N., Baghel, B.S. & Kumawat, B.R. (2010). Effect of biofertilizers and growth regulators on rooting and growth of pomegranate cuttings. *Annals in Soil Research, 12*(1), 46-47.

Chater, J.M., Merhaut, J., Merhaut, D.E., Preece, J.K. & Blythe, E. (2017). Rooting and vegetative growth of hardwood cutting of 12 pomegranate (Punica granatum L.) cultivar. Scientia Horticulturae, 221: 68-72.

Damar, D., Barholia, A.K., Lekhi, R. & Haldar, A. (2014). Effect of growth regulators and biofertilizers on survival of pomegranate (*Punica granatum* L.) stem cuttings. *Plant Archives, 14*(1), 347-350.

Desai, P., Patil, G., Dholiya, B., Desai, S., Patel, F. & Narayanan, S. (2018). Development of an efficient micropropagation protocol through axillary shoot proliferation for pomegranate variety 'Bhagwa'. *Annals of Agrarian Science, 16*, 444–450.

Gadapa, M. & Singh, G. (2022). Recent trends in pomegranate propagation: A review. *The Pharma Innovation Journal 11*(5), 405-414.

Hartmann, H.T., Kester, D.E., Devies, F.T. & Geneve, R.L. (2007). Plant Propagation Principles and Practices. Seventh Edition, Prentice Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi.

Holland, D., Bar-Ya'akov, I. & Hatib, K. (2014). 'Emek', a red and very early-ripening new pomegranate cultivar. *HortScience, 49*(7), 968-970.

Hussain, I., Khattak, A.M., Amin, N.U., Aman, F. & Sajid, M. (2012). Response of different pomegranate cuttings types to different environmental conditions. *Sarhad journal of Agriculture, 28*(1), 15-18.

Karimi, H.R. & Nowrozy, M. (2017). Effects of rootstock and scion on graft success and vegetative parameters of pomegranate. *Scientia Horticulturae*, 280-287.

Karimi, H.R. & Mirdehghan, S.H. (2013). Correlation between the morphological characters of pomegranate (*Punica granatum* L.) traits and their implications for breeding. *Turkish Journal of Botany, 37*: 355–362.

Karimi, H.R. & Farahmand, H. (2011). Study of pomegranate (Punica granatum l.) propagation using bench grafting. *Journal of Fruit and Ornamental Plants Research, 19*: 67-72.

Karimi, S. & Yadollahi, A., (2012). Using putrescine to increase the rooting ability of hardwood cuttings of the peach× almond hybrid GF677. *Journal of Agrobiology, 29(2),* 63-69.

Kennedy, C.T. (2010). Register of new fruit and nut cultivars list 45: Pomegranate. *HortScience*. 45(5), 716–756.

Kose, C. & Guleryuz, M. (2006). Effects of auxins and cytokinins on graft union of grapevine (*Vitis vinifera*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 34*: 145–150.

Kumar, S., Prakash, S., Prasad, Y., Kumar, A., Chand, P. & Dhyani, B.P. (2020). Effect of IBA and boric acid treatments on rooting and growth of stem cutting in pomegranate (*Punica granatum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(5), 2714-2716.

Mehta, SK., Singh, KK., Singh, & Harsana, A. (2018). Effect of IBA concentration and time of planting on rooting in pomegranate (*Punica granatum*) cutting. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 250-253.

Owais, S.J. (2010). Rooting response of five pomegranate varieties to indole butyric acid concentration and cuttings age. *Pakistan Journal of Biological Science, 13* (2), 51.

Patil, V.M., Dhande, G.A., Thigale, D.M. & Rajput, J.C. (2011). Micropropagation of pomegranate (*Punica granatum* L.) 'Bhagava' cultivar from nodal explant. *African Journal of Biotechnology, 10*: 18130–18136.

Polat, A.A. & Caliskan, O. (2006). Effect of Indole butyric acid (IBA) on the rooting cutting in various pomegranate genotypes. *Acta Horticulturae, 818*: 187-192.

Rymbai, H. & Reddy, G. (2010). Effect of IBA,s time of layering and rooting media on air-layers and plantlets survival under different growing nursery conditions in guava. *Indian Journal of Horticulture, 67*: 99-104.

Seiar, Y.A. (2016). Effect of growth regulators on rooting of cuttings in pomegranate (Punica granatum L.) cv.›Bhagwa›. *Journal of Horticultural Sciences*, 11(2), 156-160.

Singh, AK. (2001). Effect of wood type and root promoting chemical on rooting of *Bougainvillea peruviana* L. *Advances in Horticulture and Forestry*, *8*:179-184.

Still, D.W. (2006). Pomegranates: A botanical perspective. In: Heber, D., Schulman, R.N., Seeram, N.P. (Eds.), Pomegranates: Ancient Roots to Modern Medicine. *CRC Press, Florida*, 199–207.

Sulusoglu, M. & Cavusoglu, A. (2010). Vegetative propagation of cherry laurel (Prunus laurocerasus L.) using semi-hardwood cuttings. *African Journal of Agricultural Research, 5*(23), 3196-3202.