# بهبود ریشه‌زایی قلمه‌های چوب سخت انار با کاربرد نفتالین استیک اسید

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

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران

[۲]عضو هیات گروه علوم باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: skarimi@ut ac.ir

## چکیده

انار با استفاده از قلمه‌های چوب سخت تکثیر می‌شود. ولی فرآیند قلمه گرفتن زمان‌بر و پر هزینه است و از این رو برای افزایش بهره‌وری اقتصادی و بهینه‌سازی کارایی تکثیر، بایستی این فرایند را بهینه‌سازی نمود. در پژوهش حاضر تاثیر غلظت‌های صفر، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید بر بهبود ریشه‌زایی و رشد قلمه‌های چوب سخت انار مورد بررسی قرار گرفت. اثرات این ماده بر درصد ریشه‌دهی، طول و وزن خشک ریشه، طول و قطر ساقه و تعداد برگ هر قلمه ارزیابی شد. کاربرد نفتالین استیک اسید درصد ریشه‌دار شدن قلمه‌های انار را افزایش داد. بیشترین درصد ریشه‌زایی در تیمار کاربرد ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد. کاربرد نفتالین استیک اسید طول ریشه‌را در قلمه‌های انار افزایش داد. بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار کاربرد ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد. بیشترین طول ساقه و تعداد برگ در تیمار کاربرد ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد. تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید سبب محدود شدن رشد شاخساره قلمه شد. بهبود شاخص‌های رشد در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید، به افزایش تشکیل ریشه‌های فرعی و بهبود جذب آب و مواد غذایی و تامین هورمون‌های محرک رشد ارتباط داده شد. در مجموع، کاربرد غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید برای افزایش کارایی تکثیر قلمه‌های چوب سخت انار پیشنهاد شد.

**واژه‌های کلیدی:** اکسین، درصد ریشه‌زایی، کیفیت ریشه، کیفیت قلمه، *Punica granatum* L.

## مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) یک محصول میوه مهم در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان است. میوه انار برای سلامتی مصرف کننده فواید زیادی دارد. با توجه به شرایط اقلیمی مناسب در کشور برای گسترش انار و تقاضای زیادی که برای انار در بازارهای داخلی و خارجی وجود دارد، نیاز است تا کشت و کار این محصول در کشور گسترش داده شود. این امر مستلزم بهینه‌سازی روش تکثیر این گیاه است. تکثیر انار از طریق قلمه‌های چوب نرم، قلمه‌های چوب سخت، کشت بافت و پیوند انجام می‌شود. بااین‌حال، تکثیر تجاری به‌طور معمول از طریق قلمه‌های چوب سخت انجام می‌شود. با توجه به تقاضای زیاد، نیاز فزاینده‌ای برای توسعه و بهینه‌سازی تکثیر این گیاه با قلمه وجود دارد.

فرآیند ریشه‌دار شدن قلمه‌های انار به‌عوامل مختلفی وابسته است. در تحقیقات انجام‌شده روی انار مشخص شده است که زمان قلمه‌گیری، کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و یافتن غلظت بهینه آن‌ها از عامل‌های مهمی هستند که باید برای افزایش ریشه‌زایی قلمه مورد توجه قرار گیرند. بسترهای مختلف در درصد ریشه‌دهی ارقام انار مؤثر بوده به‌طوری‌که ورمی کولایت و یا ورمی‌کلایت + شن بهترین بستر گزارش‌شده است (Ansari, 2013). نوع قلمه، رقم، نوع تنظیم کننده رشد و غلظت آن بر ریشه‌دار شدن قلمه‌ها موثر هستند. نوع قلمه یک جوانه، سه جوانه، بیش از سه جوانه در یک محیط کشت در همه پارامترهای ریشه‌دهی ازجمله پتانسیل ریشه‌دهی مؤثر گزارش‌شده است (Alikhani *et al*., 2011). قلمه‌های تک جوانه رقم شیرین ساوه در مقایسه با رقم ملس ترش ریشه‌دهی بهتر داشته است. بیشترین درصد ریشه‌دهی ، تعداد ریشه و طول ریشه در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید به همراه کاربرد بوراکس بر قلمه‌های خشبی و نیمه خشبی انار مشاهده شد (بنی صفار، ۱۳۹۴). با غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید درصد ریشه‌دهی ، تعداد ریشه و طول اولیه ریشه برخی ارقام محلی انار مازندران افزایش یافت. اثر غلظت ایندول بوتیریک اسید بر ریشه‌زایی متفاوت بود؛ اما غلظت ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید مورد تأکید قرارگرفته است. برای تسهیل ریشه‌زایی در گیاهان چوبی به‌طور سنتی از تنظیم کننده‌های رشد اکسینی استفاده می‌شود (Hartman *et al*., 2007). در این راستا استفاده از نفتالین

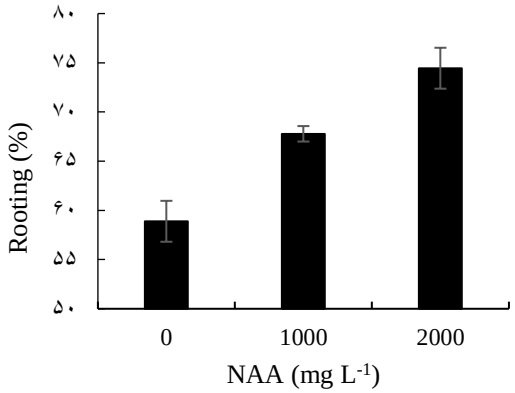
استیک اسید، ایندول‌بوتیریک اسید و ایندول استیک اسید برای القای ریشه‌زایی پیشنهاد می‌شود (Hakim *et al*., 2018). استفاده از ایندول بوتریک اسید و نفتالین استیک اسید به‌دلیل القای تقسیم سلولی، سبب تسریع بازسازی سلول‌های کامبیوم و توسعه سرآغازه‌های ریشه در قلمه‌های ساقه می‌شود. غلظت و نوع اکسین در ریشه‌زایی قلمه‌ها تأثیر بسزایی دارد و سبب تمایز سلولی، تجزیه نشاسته، تنظیم بیان ژن و حرکت کربوهیدرات‌ها و عناصرغذایی به انتهای قلمه می‌شود ولی در غلظت‌های بیشتر نقش بازدارنده دارد. با توجه به اهمیت تنظیم کننده‌های رشد اکسینی بر القای ریشه‌زایی در قلمه‌های گونه‌های چوبی، در این پژوهش اثر غلظت‌های نفتالین استیک اسید (NAA) بر ریشه‌دهی قلمه‌های انار مورد بررسی قرار گرفت. براساس ارزیابی شاخص‌های رشد ریشه و شاخساره قلمه‌ها، بهترین غلظت این ماده برای پیش تیمار قلمه‌های انار در فرآیند تکثیر با قلمه‌های چوب سخت پیشنهاد شد.

## مواد و روش‌ها

قلمه‌های انار مورد استفاده در این مطالعه در اواخر بهمن ۱۳۹۸ از شاخه‌هایی با قطر متوسط ۱۵ میلی‌متر از درختان رقم ملس ساوه واقع در باغ تحقیقاتی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران تهیه شد. قلمه‌ها با طول متوسط ۲۰ سانتی‌متر تهیه و به‌مدت ۳۰ دقیقه درون محلول ۰/۲ درصد قارچ‌کش کاپتان (آریا شیمی، ایران) قرار گرفتند. پس از خشک شدن قلمه‌ها تیمار نفتالین استیک اسید (NAA) با غلظت‌های صفر، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اعمال شد. بخش دو سانتی‌متری پایینی هر قلمه پیش از انتقال به بستر پرلیت برای ۵ ثانیه درون محلول‌های اکسین قرار داده شد. سپس قلمه‌ها در بستر پرلیت در شرایطی با رطوبت نسبی ۶۰ تا ۶۵ درصد کشت شدند. حدود ۷۵ درصد از طول قلمه‌ها در بستر کشت قرار داده شد. متوسط دمای گلخانه ۲۷ درجه سانتی گراد بود. آبیاری به صورت دستی و به شکل آب پاشی روی گیاهان انجام شد. قلمه‌ها به مدت ۱۵۰ روز در شرایط گلخانه نگهداری شدند. شاخص‌های رشد شاخساره و ریشه در انتهای تابستان ۱۳۹۹ اندازه‌گیری شد. تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده، تعداد برگ، طول ساقه، قطر ساقه، طول ریشه و وزن خشک ریشه اندازه گیری شد. درصد ریشه دار شدن قلمه‌ها بر اساس تعداد قلمه ریشه‌دار شده در هر تکرار محاسبه شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه، نمونه‌ها درون پاکت کاغذی قرارگرفته و به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد و پس از آن وزن خشک اندازه گیری شد. این آزمایش بر اساس طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و ۳۰ قلمه در هر تکرار انجام شد. پس از تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA)، تفاوت میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه بررسی شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد.

## نتایج و بحث

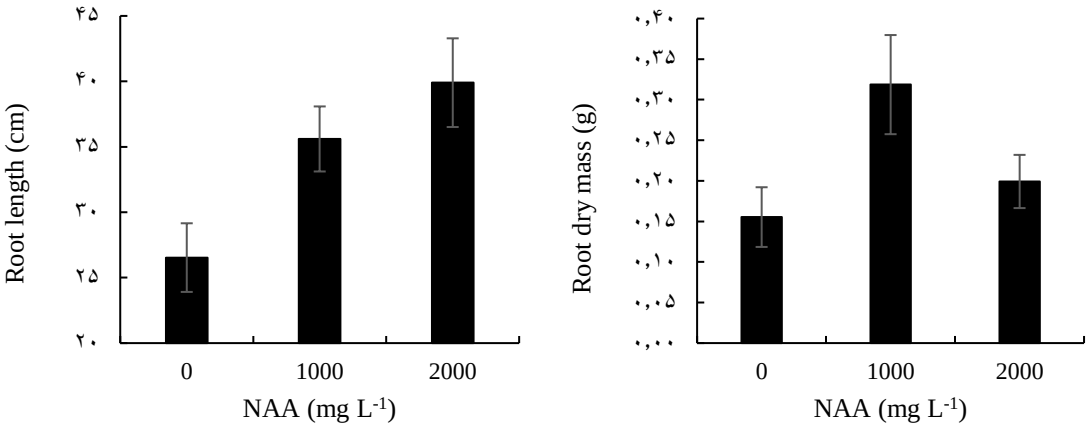
ازدیاد از طریق قلمه به‌دلایل آسان بودن روش کار، فراهم آمدن امکان گزینش و نگهداری کلون‌ها، کوتاه‌تر کردن زمان بلوغ گیاه و حفاظت از پایه اولیه نسبت به تکثیر زایشی گیاهان برتری دارد (Chater *et al*., 2017). در این آزمایش کارایی سه غلظت از نفتالین استیک اسید بر ریشه‌زایی و رشد شاخساره و ریشه تولید شده در قلمه‌های انار مورد بررسی قرار گرفت. کاربرد نفتالین استیک اسید به‌صورت معنی‌داری ($P \leq 0.01$) درصد ریشه‌دار شدن قلمه‌های انار را افزایش داد (شکل ۱). بیشترین درصد ریشه‌زایی در تیمار کاربرد ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد. گیاهان تیمار شاهد کمترین درصد ریشه‌دار شدن را داشتند.




**شکل ۱- اثر غلظت‌های نفتالین استیک اسید (NAA) بر درصد ریشه‌دار شدن قلمه‌های انار.**

میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.

وزن خشک ریشه نیز به‌صورت معنی‌داری ($P \leq 0.01$) تحت تاثیر تیمارهای کاربرد نفتالین استیک اسید قرار گرفت. کاربرد نفتالین استیک اسید وزن خشک ریشه را در قلمه‌های انار افزایش داد (شکل ۲). بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار کاربرد ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد. گیاهان تیمار شاهد کمترین وزن خشک ریشه را داشتند. طول ریشه به‌صورت معنی‌داری ($P \leq 0.05$) تحت تاثیر تیمارهای کاربرد نفتالین استیک اسید قرار گرفت. کاربرد نفتالین استیک اسید طول ریشه‌را در قلمه‌های انار افزایش داد (شکل ۲). گیاهان تیمار شاهد کمترین طول ریشه را داشتند. تیمارهای کاربرد نفتالین استیک اسید تفاوت معنی‌داری از نظر طول ریشه نداشتند.




**شکل ۲. اثر غلظت‌های نفتالین استیک اسید (NAA) بر طول و وزن خشک ریشه قلمه‌های انار.**

میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.

برای ارزیابی کیفیت قلمه‌های ریشه‌دار شده، طول و قطر ساقه‌ها و تعداد برگ در شاخساره مورد بررسی قرار گرفت. اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر شاخص‌های کیفیت قلمه معنی‌دار ($P \leq 0.01$) بود. بیشترین طول ساقه در تیمار کاربرد ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد. گیاهان در تیمار کاربرد ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید کمترین طول ساقه را داشتند (جدول ۱). کاربرد نفتالین استیک اسید سبب افزایش قطر ساقه شد. گیاهان تیمار شاهد کمترین قطر ساقه را داشتند (جدول ۱). کاربرد

نفتالین استیک اسید سبب افزایش تعداد برگ روی قلمه‌های انار شد. بیشترین تعداد برگ در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد. گیاهان تیمار شاهد کمترین تعداد برگ را داشتند (جدول ۱).

**جدول ۱- اثر غلظت‌های نفتالین استیک اسید (NAA) بر شاخص‌های رشد شاخساره در قلمه‌های انار.**

| NAA ($mg\ L^{-1}$) | Stem length (cm) | Stem diameter (mm) | Leaf number |
|---|---|---|---|
| 0 | ۲۵/۹ ± ۲/۵$^{ab}$ | ۱/۵۸ ± ۰/۰۹$^{b}$ | ۳۹/۱ ± ۳/۲$^{b}$ |
| ۱۰۰۰ | ۳۱/۹ ± ۲/۱$^{a}$ | ۲/۳۵ ± ۰/۱۸$^{a}$ | ۶۸/۹ ± ۵/۸$^{a}$ |
| ۲۰۰۰ | ۲۱/۵ ± ۲/۴$^{b}$ | ۲/۱ ± ۰/۱۵$^{a}$ | ۵۱/۳ ± ۷/۳$^{ab}$ |

میانگین‌های دارای حروف مشابه (± خطای استاندارد) از نظر آماری تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.

در این پژوهش کاربرد نفتالین استیک اسید سبب افزایش ریشه‌زایی در قلمه‌های انار شد. اکسین ارتباط بین ایندول استیک اسید درونی و اسیدهای آمینه به وجود می‌آورد که سبب سنتز پروتئین‌های ضروری برای تشکیل ریشه‌های اولیه می‌شود Sulusoglu and (Cavusoglu, 2010). اکسین‌های طبیعی مانند ایندول استیک اسید IAA و اکسین‌های مصنوعی مانند ایندول بوتیریک اسید و نفتالین استیک اسید می‌توانند تولید ریشه‌های نابجا را در قلمه‌های ساقه و برگ تحریک‌کنند (Hartmann *et al*., 2007). کاربرد ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید سبب محدود شدن وزن خشک ریشه شد. پیش از این نیز نشان داده شده است که غلظت زیاد اکسین‌ها ممکن است روی فرایند ریشه‌زایی و رشد ریشه‌های فرعی اثر بازدارنده داشته باشد و البته حد آستانه مسمومیت در گونه‌های مختلف، متفاوت است (Chater *et al*., 2017). غلظت بیش از حد ایندول بوتیریک اسید ریشه‌های ضعیف و کوچکی را ایجاد می‌کند (Karimi *et al*., 2017). در این پژوهش کاربرد غلظت زیاد نفتالین استیک اسید سبب کاهش رشد طولی ریشه نشد. ولی ارزیابی وزن خشک ریشه نشان داد که کاربرد غلظت زیاد این ماده سبب محدود شدن تشکیل ریشه‌های فرعی و کاهش تراکم ریشه در انار می‌شود. در تحقیقات انجام شده روی انار بیشترین درصد ریشه‌دهی ، تعداد ریشه و طول ریشه در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید مشاهده شد (بنی صفار، ۱۳۹۴). بنابراین به‌نظر می‌رسد انار حساسیت زیادی به اکسین‌های برونزاد نشان می‌دهد و از این نظر بایستی از کاربرد غلظت‌های زیاد این مواد برای ریشه دار نمودن قلمه‌های این گیاه خودداری شود.

اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر شاخص‌های رشد و کیفیت قلمه‌های ریشه‌دار شده انار نیز معنی‌دار بود. هرچند قطر ساقه در تیمارهای مختلف نفتالین استیک اسید تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی کاربرد ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید اثرات بهتری در طول ساقه و تعداد برگ قلمه‌های انار داشت. نتایج نشان داد که غلظت‌های زیاد نفتالین استیک اسید می‌تواند افزون بر ریشه‌ها، رشد شاخساره را در قلمه تحت تاثیر قرار دهد. مهتا و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان دادند که کاربرد غلظت‌های زیاد اکسین برونزاد برای ریشه‌دار کردن قلمه، می‌تواند سبب کاهش رشد شاخساره انار شود. 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. بهبود جذب آب و مواد غذایی با افزایش تشکیل ریشه سبب افزایش رشد شاخساره در قلمه می‌شود (Singh, 2001). از طرف دیگر، ریشه‌های فرعی به صورت مستقیم با تامین جیبرلین‌ها و سایتوکاینین‌ها، رشد شاخساره را تشدید می‌کنند (Hartmann *et al*., 2007). بنابراین بخشی از اثرات مثبت بهبود ریشه‌زایی بر افزایش رشد شاخساره در قلمه انار را می‌توان به افزایش تولید هورمون‌های محرک رشد ارتباط داد.

در مجموع با توجه به اینکه غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید در صفات مهمی همچون تشکیل ریشه‌های جانبی و رشد شاخساره در قلمه‌های انار عملکرد بهتری داشت، به عنوان غلظت بهینه در بهبود ریشه‌دهی قلمه‌های انار توصیه شد. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از غلظت‌های بیشتر تنظیم کننده‌های رشد اکسینی می‌تواند سبب کاهش تشکیل ریشه‌های فرعی و محدود شدن رشد شاخساره گیاه شود.

## منابع

بنی صفار، م. و صادقی، ح.۱۳۹۴. بررسی تأثیر ایندول بوتیریک اسید و اسید بوریک بر ریشه‌زایی قلمه‌های خشبی تک و دو گره‌ای پنج ژنوتیپ برتر انار مازندران. نهمین کنگره علوم باغبانی. مقالات پوستری میوه کاری.۱: ۱-۵

Alikhani, L., Ansari, K., JAMNEJAD, M., Tabatabaie, Z. 2011. The effect of different mediums and cuttings on growth and rooting of pomegranate cuttings. Iranian Journal of Plant Physiology, 1(3): 199 - 203.

Ansari, K. 2013. Effect of different collecting time and different medium on rooting of pomegranate 'Malas Torsh' cuttings. Bulletin of Envinromental Pharmacology and Life Science, *2*(12): 164-168.

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

Hakim, A., Jaganath, S., Honnabyraiah, M.K., Kumar, S.M., Kumar, S.A., Dayamani, K.J. 2018. Influence of biofertilizer and auxin on growth and rooting of pomegranate (*Punica granatum* L.) cuttings. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, *7(2)*: 1187-1193.

Hartmann, H.T., Kester, D.E. 2007. Plant propagation: principles and practices. Seventh Edition, Prentice Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi.

Karimi, H.R., Nowrozy, M. 2017. Effects of rootstock and scion on graft success and vegetative parameters of pomegranate. Scientia Horticulturae, 214: 280-287.

Mehta, S.K., Singh, K.K., Harsana, A.S. 2018. Effect of IBA concentration and time of planting on rooting in pomegranate (*Punica granatum*) cuttings. Journal of Medicinal Plants Studies, 6(1): 250-253.

Singh AK. 2001. Effect of wood type and root promoting chemical on rooting of Bougainvillea peruviana L. Adv. Hort. And Forestry, 8: 179-184.

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.

# Improving the Rooting of Pomegranate Hardwood Cuttings by Naphthalene Acetic Acid Application

Hanieh Heidari[1], Fatemeh Mohammadi[1], Soheil Karimi[*2]
[1]Masters student, Department of Horticulture, AbuRaihan Campus, University of Tehran, Tehran, Iran
[2]Faculty members of Horticulture Department, AbuRaihan Campus, University of Tehran, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: skarimi@ut.ac.ir*

**Abstract**

Pomegranate is mainly propagated using hardwood cuttings. But the process is time-consuming and costly, and therefore to increase economic efficiency and optimize the propagation efficiency, this process must be optimized. The present study investigates the effect of zero, 1000 and 2000 mg $l^{-1}$ naphthalene acetic acid concentrations on improving rooting and growth of pomegranate hardwood cuttings. The effects of this material on rooting percentage, root length and dry weight, stem length and diameter and the number of leaves per cuttings were evaluated. Application of naphthalene acetic acid (NAA) increased the rooting percentage of the cuttings. The highest percentage of rooting was observed in the 2000 mg $l^{-1}$ NAA treatment. Application of NAA increased root length in the pomegranate cuttings. The highest root dry mass was observed in the application of 1000 mg $l^{-1}$ NAA. The highest stem length and number of leaves were observed in the 1000 mg $l^{-1}$ l NAA treatment. The 2000 mg $l^{-1}$ NAA treatment limited the shoot growth in the cuttings. Improvement of growth indices in the 1000 mg $l^{-1}$ NAA treatment was associated with increased formation of lateral roots and improved absorption of water and nutrients and supply of growth-promoting hormones. In sum, the application of 1000 mg $l^{-1}$ NAA was suggested to enhance the propagation efficiency of pomegranate hardwood cuttings.

***Keywords*:** Auxin, Cuttings quality, *Punica granatum* L., Rooting percentage, Root quality.