بهبود ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌سخت حنا(*Lawsonia inermis*) توسط تنظیم‌کننده‌های رشد

علی صالحی‌ساردویی[۱*]، مژگان شهدادنژاد[۲] و فاطمه خورشیدی‌جرجندی[۳]

۱*- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، alisalehisardoei@gau.ac.ir

۲- کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، موسسه آموزشی عالی سنا، ساری، ایران، moghganshahdad@gmail.com

۳- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران، fatima.khorshidi65@yahoo.com

*نویسنده مسئول: علی صالحی‌ساردویی

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۸

Improvement of rooting of semi-hardwood cuttings in Henna (*Lawsonia inermis* L.) to plant growth regulators

Ali Salehi Sardoei[1*], Mojghan Shahdadneghad[2] and Fatemeh Khorshidi Jorjandi[3]

1*- Ph.D student, Department of Holticulture, Gorgan Agriculture and Natural Resources Branch, Gorgan, Iran, alisalehisardoei@gau.ac.ir

2- MS.c, Department of Holticulture and Landscape Engineering, Sana Institute of Higher Education, Sari, Iran, moghganshahdad@gmail.com

3- Ph.D student, Department of Holticulture, Kerman Branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran, fatima.khorshidi65@yahoo.com

*Corresponding author: Ali Salehi Sardoei

Received: December 2019 Accepted: February 2020

چکیده

در افزایش رویشی، ویژگی‌های مطلوب پایه مادری مانند رنگ گل، شکل برگ، اندازه گیاه، مقاومت به تنش‌های محیطی و مقاومت به آفات و بیماری‌های گیاهی را می‌توان به آسانی به نسل بعد انتقال داد و از تفرق ویژگی‌ها که در افزایش جنسی به وجود می‌آید دوری نمود. این مطالعه به منظور تعیین غلظت مناسب نفتالین اسید استیک، ایندول بوتیریک اسید و اسید سالیسیلیک برای ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌سخت حنا مورد استفاده قرار گرفت. این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار و ۱۵ تیمار اجرا گردید. در این پژوهش تنظیم‌کننده‌های ریشه‌زایی ایندول بوتیریک اسید در یک سطح (۲۰۰۰ میلی‌گرم درلیتر)، نفتالین استیک اسید در سه سطح (۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ٤۰۰۰ میلی گرم در لیتر) و اسید سالیسیلیک در دو سطح (۲۰۰ و ٤۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بصورت ترکیبی مورد استفاده قرارگرفت. تیمارهای هورمونی باعث افزایش درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها شد و از نظر آماری اختلاف بین تیمارها تنظیم کننده رشد نسبت به شاهد در سطح آماری ۵ درصد اختلاف معنی‌داری بدست آمد. بالاترین درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها مربوط به تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید بود. نتایج نشان داد غلظت‌های ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید و ۳۰۰۰ میلی‌گرم درلیتر نفتالین اسید استیک دارای بالاترین درصد ریشه‌زایی بودند.

کلمات کلیدی: تنظیم‌کننده‌های رشد، حنا، ریشه‌زایی، قلمه‌های چوب نیمه‌سخت.

فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران

سال ۱۳۹۸، دوره ۱٤، شماره ٤، صص ۲۸-۲۱

Abstract

This studying have used to determine suitable concentration NAA , IBA and SA for destroying root half hard of henna . This experiment performed in one planning completely accidental in for repetition and 15 percent treatment . In this research growth regulator have applied for IAA in a level 2000 mg/lit, NAA regulator in three level 2000, 3000, 4000 mg/lit and SA in two level 200 , 400 mg/lit. Due to achived resolutions show that harmonica treatment have been caused to increase percent of cuttings and statistically difference between treatments Growth regulator showed meaning discrepancy as to example of level 5%. Although the highest percent destroying root cuttings was related to treatment 2000 mg/lit IBA and 3000 mg/lit NAA ,but the highest some of stem in treatment was 4000 mg/lit NAA+200 mg/lit SA and 2000 mg/lit IBA+200 SA and discrepancy of average these treatments didn't observe with meaning difference in level 5%. Resolutions of this experiment showed that applied treatments have been caused to increase some of root in each cutting . Treatment 4000 mg/lit+200 mg/lit SA have been made the highest weigh of root and stem and weigh of drying root and stem.

Keywords: Plant growth regulators, Rooting, Semi-hardwood.

فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران

سال ۱۳۹۸، دوره ۱٤، شماره ٤، صص ۲۸-۲۱

مقدمه و کلیات

حنا با نام علمی *Lawsonia inermis* یک گیاه داروئی می باشد که به علت دارا بودن ماده‌ی Lawsone خواص درمانی زیادی دارد (Hartmann and Kester, 1975). ترکیباتی مانند (کنندکننده‌های رشد، پلی آمین‌ها و ترکیبات فنولیک) وجود دارند که تاثیر هورمون‌های اصلی بروی ریشه راتغییر می‌دهند (Hartmann *et al*., 2002). سالیسیلات‌ها که در ترکیبات فنولیک وجود دارند به عنوان فیتوهورمون فرض می‌شوند (Raskin, 1992). هنگامی‌که اسید سالیسیلیک به همراه هورمون‌ها اکسین مصرف می-گردد مقدار ریشه‌های قلمه به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابند (King and Meyer, 1983; Bojarczuk and Jankiewicz, 1975). ترکیبات فنولیک که برای شکل‌گیری ریشه بکار می‌روند اگر در مرحله مناسب ریشه‌زایی بکار روند، روند تشکیل ریشه را سرعت می‌بخشند (Berthon *et al*., 1993). القای ریشه‌زایی ضروری‌ترین مرحله در تکثیر رویشی گونه‌های چوبی می باشد، برای القای ریشه-زایی و موفقیت در تکثیر چندین فاکتور که شامل هورمون‌های گیاهی، ترکیبات فنولیک، وضعیت تغذیه‌ای و خصوصیات ژنتیکی می باشند و اثر متقابل با هم دارند موثر هستند (Hand, 1994). از تیمارهای اکسینی در سال‌های اخیر استفاده زیادی در تکثیر گونه‌های گیاهی و القای ریشه‌زایی داشته‌اند (Henrique *et al*., 2006). به طوری که خاصیت ریشه‌زایی اکسین‌ها و اهمیت آنها در القای ریشه‌زایی و تکثیر گیاهان مدتهاست که شناخته شده است (Tchoundjeu *et al*., 2004; Thiman and Went, 1934). از عوامل تاثیرگذار در ریشه‌زایی قلمه‌های ساقه، کاربرد مواد تنظیم کننده رشد می‌باشد که در این بین مواد اکسین جایگاه ویژه‌ای دارند (Hartmann *et al*., 1977). ریشه‌زایی بسیاری از گیاهان را می‌توان با تنظیم‌کننده‌های رشد زیاد کرد. این مواد ریشه‌زایی را سرعت می‌بخشند، درصد قلمه‌های ریشه‌دار شده را افزایش داده و کیفیت ریشه تولید شده را بهبود می‌بخشند و در نهایت موجب یکنواختی ریشه‌دهی می‌گردند (Hartmann and Loreti, 1965). در طی مطالعه‌ای بیشترین درصد ریشه‌زایی حنا در بستر ماسه وجود دارد البته بین تیمار ماسه و لوم تفاوت معنی داری وجود نداشت. بیشترین تعداد ریشه، میانگین طول، وزن تر و خشک ریشه در بستر لوم مشاهده شد و بیشترین درصد خاکستر از نظر وزنی در تیمار رس مشاهده شد و بین تیمار لوم و ماسه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (Salehi Sardoei *et al*., 2011). هدف از این تحقیق افزایش تکثیر جنسی با استفاده از تنظیم-کننده‌های رشد گیاهی می‌باشد.

فرآیند پژوهش

برای اجرای این پژوهش آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار استفاده گردید. در هر تکرار ۱۰ قلمه نیمه سخت گیاه دارویی حنا مورد استفاده گردید. جهت تیمار قلمه‌ها ابتدا در محلول سه درصد قارچکش بنومیل به مدت نیم ساعت غوطه‌ور شدن و سپس در تنظیم‌کننده‌های رشد اسید سالیسیلیک (۲۰۰ و۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به مدت ۲۴ ساعت و سپس توسط تنظیم کننده رشد ایندول بوتیریک اسید (۲۰۰۰میلی‌گرم در لیتر) و نفتالین

استیک اسید (۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ٤۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به مدت ۵ ثانیه قرار گرفتند و بلافاصله در ماسه به عنوان بستر ریشه‌زایی قرارگرفتند. پس از گذشت سه ماه و حصول اطمینان از ریشه‌دار شدن قلمه‌ها صفاتی نظیر درصد ریشه‌زایی، طول ساقه، تعداد ریشه، تعداد برگ، تعداد ساقه، میانگین طول ریشه و بزرگترین طول ریشه، وزن تر ساقه و ریشه و وزن خشک ساقه و ریشه مورد محاسبه قرار گرفت. اطلاعات جمع‌آوری شده توسط نرم‌افزار SPSS ver 16 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

درصد ریشه‌زایی: بررسی تجزیه واریانس داده‌ها از لحاظ صفت درصد ریشه‌زایی نشان داد که تیمارهای هورمونی باعث افزایش درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها شده است و از نظر آماری اختلاف بین تیمارها تنظیم کننده رشد نسبت به شاهد در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری را نشان دادند (البته نتایج جدول تجزیه واریانس در مقاله نیومده، جدول۱). اگرچه بالاترین درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها مربوط به تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید (۱۸، ۱۱، ۲۲) و۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید بود به ترتیب با میانگین ۷۵ و ۷۰٪ اما اختلاف بین میانگین‌های درصد ریشه‌زایی در سطوح مختلف این تنظیم کننده در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست، که این نتایج با پژوهش (حبیبی‌کوتنایی، ۱۳۸۹) مطابقت دارد.

تعداد ریشه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها از نظر تعداد ریشه در هر قلمه نشان داد که تیمارهای بکاررفته باعث افزایش تعداد ریشه در هر قلمه شده‌اند و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن را نشان دادند (جدول ۱). تعداد ریشه در هر قلمه در تیمار۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید دارای بالاترین مقدار بوده است واختلاف آن با تیمارهای ٤۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر+٤۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در سطح ۵٪ معنی‌دار است، اما با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (جدول ۱). کمترین تعداد ریشه در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر+٤۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک ، ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید + ٤۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و ٤۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک به ترتیب با میانگین ۲/۲۵، ۳/۵۰ و ۳/۵۸ که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۱).

طول بزرگترین ریشه: بررسی تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفت بزرگترین طول ریشه نشان می‌دهد که اختلاف موجود بین تیمار شاهد با تیمارهای٤۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، ٤۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک +۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید و ٤۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک + ٤۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ با آزمون دانکن می‌باشند (جدول ۱). طول بزرگترین ریشه در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید+۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و ٤۰۰۰ میلی گرم در لیتر نفتالین استیک اسید + ۲۰۰ میلی

گرم در لیتر اسید سالیسیلیک به ترتیب با میانگین ۲٤، ۲۱/۷۵ و ۲۱/۷۵ سانتی‌متر می‌باشد که اختلاف بین مقادیر مربوط به این صفت بین آنها در سطح ۵٪ آزمون دانکن معنی‌دار نیست (جدول ۳). نکته قابل توجه در این صفت این است که افزایش طول بزرگترین ریشه در غلظت پایین ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک نسبت به ٤۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک اتفاق افتاده است.

میانگین طول ریشه: بررسی تجزیه واریانس داده‌ای مربوط به صفت میانگین طول ریشه نشان می‌دهد که این صفت در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار بود، بالاترین میانگین طول ریشه در تیمار ٤۰۰۰ میلی‌گرم درلیتر نفتالین استیک اسید+۲۰۰میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید+ ۲۰۰میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و ٤۰۰۰ میلی گرم در لیتر نفتالین استیک اسید+٤۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک به ترتیب با میانگین ۱۸/۱۰، ۱٦/۹۷ و ۱٦/۹٦ سانتی‌متر بود، که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را در سطح ۵٪ نشان ندادند. نتایج جدول (۱) حاکی از ان است که استفاده از اسید سالیسیلیک باعث افزایش اثر مثبت در این صفت شده است.

تعداد برگ: نتایج مربوط به تجزیه واریانس داده‌ای صفت تعداد برگ حاکی از آن است که این صفت در سطح آماری ۵٪ آزمون دانکن معنی‌دار شده است (جدول ۱). بالاترین تعداد برگ در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید +۲۰۰میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک با میانگین (۱۸/٦۰) بود که اختلاف معنی داری را با تیمار شاهد با میانگین (۱٤/۱۷) نشان نداد (جدول ۱).

تعداد ساقه: نتایج مربوط به تجزیه واریانس داده‌ای صفت تعداد ساقه حاکی از آن است که این صفت در سطح آماری ۵٪ آزمون دانکن معنی‌دار شده است (جدول ۱). بالاترین تعداد ساقه در تیمار ٤۰۰۰ میلی‌گرم درلیتر نفتالین استیک اسید+۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید+۲۰۰ اسید سالیسیلیک با میانگین ٦/۳۲ و ٦ اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ را نشان نداند و اختلاف میانگین این تیمارها با شاهد نیز تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده نگردید. نکته قابل توجه این است که استفاده از اسید سالیسیلیک در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به ٤۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش مثبتی در تعداد ساقه گردید.

وزن تر و خشک ریشه: بررسی تجزیه واریانس ومقایسه میانگین داده‌ها مربوط به این دو صفت نشان می‌دهد که اختلاف موجود بین سطوح مختلف تنظیم کننده‌ها در سطح ۵٪ آزمون دانکن معنی‌دار است. در مورد وزن تر ریشه در هر قلمه بالاترین و پایین‌ترین مربوط به تیمارهای ٤۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید+۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید+٤۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک به ترتیب با میانگین ٤/۸۰ و ۰/٦۷ گرم که اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. نکته قابل توجه در این صفت این است که استفاده از غلظت ٤۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در آزمایش باعث کاهش وزن تر ریشه

گردید. کمترین وزن خشک ریشه مربوط به تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید+۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و بیشترین آن مربوط به تیمار ٤۰۰۰ میلی‌گرم درلیتر نفتالین استیک اسید+۲۰۰میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۳). نتایج جدول (۱)، حاکی از آن است که با افزایش غلظت نفتالین استیک اسید از۲۰۰۰ به ٤۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش محسوس وزن خشک ریشه گردید و اینکه ارتباط مستقیمی بین صفت وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه می‌باشد، به‌طوری‌که با افزایش وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه نیز افزایش نشان داد.

وزن تر و خشک ساقه: براساس تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها مربوط به این دو صفت نشان می‌دهد که اختلاف موجود بین سطوح مختف تنظیم‌کننده‌های رشد در سطح ۵٪ آزمون دانکن معنی‌دار است. درمورد صفت وزن تر ساقه در هر قلمه بالاترین و پایین‌ترین مربوط به تیمارهای ٤۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید+۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و ٤۰۰۰ میلی گرم درلیتر نفتالین استیک اسید به ترتیب با میانگین ٦/۷۲ و ۱/۰۹ گرم که اختلاف معنی داری را نشان می‌دهند و اختلاف آن با تیمار ٤۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر+۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. رابطه مسقیمی بین صفت وزن تر ساقه و وزن خشک ساقه وجود دارد که با افزایش وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه نیز افزایش پیدا نمود. براساس نتایج بدست آمده در این آزمایش تیمار با تنظیم‌کننده‌های رشد ایندول بوتیریک اسید، نفتالین استیک اسید و اسید سالیسیلیک برتمامی صفات مورد نظر اثر معنی‌داری داشت. در مورد تاثیر تیمارها بر درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها نتایج نشان می‌دهد که کاربرد ایندول بوتریک اسید، نفتالین استیک اسید و اسید سالیسیلیک در سطوح یاد شده باعث افزایش معنی‌دار درصد ریشه‌زایی نسبت به شاهد شد که با نتایج تحقیقات سایر پژوهشگران مطابقت دارد (خوشخوی، ۱۳۸۲؛ علیزاده و گریگوریان، ۱۳۸۰؛ Blythe و همکاران، ۲۰۰٤).

علت اثر مثبت این ماده‌ها بر ریشه‌زایی را می‌توان به تاثیر اکسین‌ها در تحریک تقسیم اولین یاخته‌های آغازگر ریشه مربوط دانست (حبیبی‌کوتنایی، ۱۳۸۹). استفاده از اکسین باعث افزایش تعداد قلمه‌های ریشه‌دار و کاهش میزان تلفات قلمه در خزانه می‌شود (صالحی‌ساردویی و شهدادنژاد، ۲۰۱۵؛ فتحی و اسماعیل‌پور، ۱۳۷۹). در مورد اثر تیمار ایندول بوتیریک اسید به همراه اسید سالیسیلیک بر درصد ریشه‌زایی، نتایج نشان می‌دهد افزایش غلظت این تیمار نه تنها موجب افزایش درصد ریشه‌زایی نشده بلکه باعث کاهش آن نیز شده است. نتایج نشان می دهد که در میان تیمارهای بکار رفته، تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید بیشترین تاثیر را بر صفات درصد ریشه‌زایی و تعداد ریشه در قلمه داشته‌اند. افزایش غلظت نفتالین استیک اسید از ۲۰۰۰ به ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش درصد ریشه‌زایی، تعداد برگ، تعداد ریشه، طول بزرگترین ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی در قلمه ها شد،

که به نظر می‌رسد به علت تاثیر این تنظیم‌کننده بر تحریک ریشه‌ها نابجا و ترغیب توسعه اغازنده‌های ریشه نهفته و پیش تشکیل شده می‌باشد (خوشخوی، ۱۳۸۲). اما این روند در مورد صفت تعداد ساقه، میانگین طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه در تیمارهای ذکر شده معکوس می‌باشد. در بعضی از منابع از جمله (علیزاده و و گریگوریان، ۱۳۸۰) ذکر شده که افزایش تعداد ریشه در قلمه در اثر تیمار با تنظیم‌کننده‌های رشد سبب کاهش طول ریشه می‌شود که با نتایج این آزمایش نیز همخوانی دارد. نگاهی به دو صفت تعداد ساقه و تعداد برگ در قلمه نشان می‌دهد، تیمار مخلوط تنظیم‌کننده‌های رشد باعث افزایش تعداد ساقه و برگ در قلمه شده است. در بسیاری از پژوهش‌ها نیز تاکید شده است که آمیختن مواد تسهیل‌کننده ریشه‌زایی، از کاربرد هر کدام به تنهایی موثرتر است (صالحی‌ساردویی و همکاران، ۱۳۹۸؛ خوشخوی، ۱۳۸۲؛ معلمی و چهرازی، ۱۳۸۲؛ آریا و همکاران، ۱۹۹٤؛ Blythe و همکاران، ۲۰۰٤). نتایج نشان می‌دهد که در میان تیمارهای بکار رفته مخلوط ٤۰۰۰ میلی‌گرم در لیترنفتالین استیک اسید+- ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک باعث بالاترین وزن تر ریشه و ساقه و وزن خشک ریشه و ساقه گردیده است، همچنین با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک سبب کاهش آنها شده است که با نتایج سایر پژوهش‌ها نیز مطابقت دارد (صالحی‌ساردویی، ۲۰۱۸؛ خوشخوی، ۱۳۸۲؛ Blythe و همکاران، ۲۰۰٤). در مجموع می‌توان گفت که غلظت‌های ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر دارای بالاترین درصد ریشه‌زایی بوده‌اند و در صفت تعداد ریشه، بزرگترین طول ریشه، میانگین طول ریشه، وزن تر ریشه و ساقه و وزن خشک ریشه و ساقه تیمار ٤۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید +۲۰۰میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک دارای عملکرد مثبتی نشان داده است.

جدول۱- اثرغلظت‌های نفتالین استیک اسید، ایندول بوتیریک اسید و اسید سالیسیلیک بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه سخت حنا

تیمار (میلی‌گرم در لیتر)	درصد ریشه‌زایی (٪)	تعدادبرگ	تعداد ساقه	تعداد ریشه	طول ریشه (cm)	میانگی طول ریشه (cm)	وزن تر ریشه (g)	وزن تر اندام هوایی (g)	وزن خشک ریشه (g)	وزن خشک اندام هوایی (g)
2000IBA	75a	8.83ab	2.50ab	16ab	11.62ab	10.31abc	1.20bc	2.54b	0.20c	0.28ab
2000NAA	45abcde	9.77ab	4.66ab	16.18ab	15.50ab	12.07abc	1.41bc	1.69b	0.44abc	0.51ab
3000NAA	70ab	12.45ab	4.44ab	18.05a	16.25ab	11.82abc	1.12bc	2.30b	0.30bc	0.94ab
4000NAA	25def	6.29b	2.87ab	9abc	7b	5.05bc	0.78bc	1.09b	0.18c	0.38ab
200SA	40abcdef	11.16ab	4.95ab	5.12bc	24a	15.24ab	1.54bc	3.02b	0.40abc	0.85ab
400SA	30cdef	15.12ab	4.58ab	3.58c	12.37ab	10.70abc	1.08bc	2.71b	0.25bc	0.79ab
2000IBA+200SA	30cdef	15.37ab	6a	9.50abc	21.75a	16.97a	1.21bc	3.52b	0.28bc	1.11ab
2000IBA+400SA	5f	9.62ab	1.25b	2.25c	6.25b	4.87c	0.72c	1.43b	0.35abc	0.77ab
2000NAA+200SA	60abcd	18.06a	4.50ab	13.35abc	18ab	15.06abc	2.43bc	4.06ab	0.15c	0.29b
3000NAA+200SA	45abcde	12.20ab	3.75ab	10.58abc	17.37ab	11.87abc	0.82bc	1.88b	1.18ab	0.58ab
4000NAA+200SA	35bcdef	16.20ab	6.33ab	17.83a	21.75a	18.10a	4.80a	6.72a	1.24a	1.49a
2000NAA+400SA	25def	8.95ab	2.33ab	3.50c	6.50b	6ab	0.67c	0.84b	0.24bc	1.31ab
3000NAA+400SA	20ef	9ab	3ab	9.25abc	14.50ab	10.83abc	1.54bc	2b	0.24bc	0.44ab
4000NAA+400SA	65abc	9.87ab	3.87ab	7.50abc	22.12a	16.96a	2.84b	2.42b	0.51abc	0.91ab
شاهد	25def	14.87ab	4.72ab	9.68abc	19.50ab	15.30ab	1.60bc	2.34b	0.61abc	0.42ab

*درهرستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

° IBA: ایندول بوتیریک اسید؛ NAA: نفتالین استیک اسید و SA: اسید سالیسیلیک

منابع

۱) حبیبی‌کوتنایی، ش. ۱۳۸۹. اثرغلظت‌های مختلف اکسین بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه خشبی گیاه خرزهره. فصلنامه پژوهش‌های علوم گیاهی. شماره ۲: ۳٦-٤٦.

۲) خوشخوی، م. ۱۳۸۲. گیاه‌افزایی (ازدیادنباتات) مبانی و روش‌ها (جلد دوم). انتشارات دانشگاه شیراز، ص:۵۲۲-۵۲٦.

۳) صالحی‌ساردویی، ع.، فلاح‌ایمانی، ا. و س، غلامشاهی. ۱۳۹۸. بررسی امکان بهره گیری از ضایعات سلولزی به عنوان جایگزین پیت ماس در بستر کشت گیاه رزماری. فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی. در نوبت چاپ.

٤) زرین‌بال، م.، معلمی، ن. و م، دانشور. ۱۳۸۰. اثر غلظت های مختلف اکسین، زمان قلمه گیری و شرایط محیطی بر ریشه‌زایی قلمه‌های چوب نیمه سخت شیشه شور. مجله علوم و فنون باغبانی ٦ (۳): ۱۲۱-۱۳٤.

۵) علیزاده، ا. و و، گریگوریان. ۱۳۸۰. بررسی ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه چوبی دو رگه هلو بادام در شرایط مه‌افشان. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۲: ۱٤۳-۱۵٤.

٦) فتحی، ق و ب، اسماعیل‌پور. ۱۳۷۹. مواد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۸ صفحه.

۷) معلمی، ن و م، چهرازی. ۱۳۸۲. اثر هورمون اکسین بر ریشه‌زایی قلمه‌های برگدار و بدون برگ گل کاغذی. خلاصه مقالات سومین کنگره علوم باغبانی.

8) Arya, S., R. Tomar and O.P. Toky. 1994. Effect of plant age and auxin treatment on rooting response in stem cuttings of *Prosopis cineraria*. J. Arid Envi. 27: 99-103.

9) Berthon, J.Y., M.J.Battraw,T.Gaspar and N.Boyer. 1993. Early test using phenolic compounds and peroxidase activitiy to improve in Vitro rooting of *Sequoiadendron giganteum* (Lindl). Buchholz. Soocieete Botanique. 24: 7-13.

10) Bojarczuk, T. and L.S. Jankiewicz. 1975. Influence of phenolic substances on rooting of softwood cutting of *Populus alba* L., and *P.canescens* Acta Aggrobotanica. 28:121-129.

11) Blythe, E.K., J.L. Sibley, J.M. Ruter and K.M. Tilt. 2004. Cutting propagation of foliage crops using a foliar application of auxin. Scientia Hort. 103: 31-37.

12) Gupta, V.N. and Kher, M.A. 1986. Effect of growth regulators on root formation in Chandni (*Tabernaemontana coronaria* Willd.) var. 'Flore-Pleno' tip cuttings under intermittent water mist. Prog. Hort. 18: 175-177.

13) Hartmann, H.T., D.E. Kaster., F.T. Davies and R.L. Geneve. 2002. Plant Propagation, Principles and Practices. 7 th Ed.,Prentice Hall, New Jersey, 880 pp.

14) Hand, P. 1994. Biochemical and molecular markers of cellular competencefor adventitious rooting. In Biology of Adventitious Root Formation. Eds. T.D. Davis and B.E.Haissig. Basic Life Sciences 62, Plenum Press, New York.

15) Hartmann, H.T., D.E. Kester., F.T. Davies, J and R.L. Geneve. 1997. Plant Propagation, Principles and Practices, Sixth edition, Prentice Hall, N.J., USA, 770 p.

16) Hartmann, H. T. and F, Loreti. 1965. Seasonal variation in the rooting of olive cuttings. Proc.

Hartmann, H.T. and D.E Kester. 1975. Plant propagation, principles and practices. Prentice Hall. Inc. New Jersey, pp: 662.

17) Henrique, A., E.N. Campinhos and S.Z. DePinho. 2006. Effect of plant growth regulators in rooting of Pinus cuttings. Braz Arch Biol Tech. 49: 189–196.

18) Husen, A., 2003, Effects of IBA and NAA treatments on rooting of *Rauvolfia serpentina* Benth. Ex Kurz shoot cuttings. Ann. For. 11(1): 88-93.

19) King, G.J. and M.M. Meyer. 1983. Effects of phenolic compounds and indolacetic acid on adventitious root initiation in cutting of *Phaseolus aureus*, *Acer saccharinum* and *Acer griseum*, Horticultural Science. 18 (3): 352-354.

20) Raskin, I.1992.Salicy late-a new plant hormone, Plant Physiology. 99: 799-803.

21) Salehi Sardoei, A., E, Moghbeli., M, Shahdadneghad. 2011. The investigation of the effect of bed types on rooting of stem cuttings in Hana (*Lawsonia inermis* L.). National Congress on Medicinal Plants.

22) Salehi Sardoei, A. 2018. Cutting propagation of Oleander (*Nerium oleander* L.) using application of Salicylic Acid. International

journal of Advanced Biological and Biomedical Research. 1(1): 82-86.

23) Salehi Sardoei A and M. Shahdadneghad. 2015. Effect of Salicylic Acid on Rooting of Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*). Journal of Plant Sciences. 10(5): 1-4.

24) Shwetha, H. 2005. Propagation of Indian lavender (*Bursera delpichiana*) through cuttings under mist. M.Sc. (Agri.) Thesis, Univ. Agric. Sci., Dharwad (India).

25) Tchoundjeu, Z., M.L. Mpeck, E. Asaah and A. Amougou. 2004. The role of vegetative propagation in the domestication of *Pausinystalia yohimbe* (*K. Schum*), a highly threatened medicinal species of West and Central Africa. For Ecol Manage 188:175–183.

26) Thiman, K.V. and F.W. Went. 1934. Chemical nature of the root-forming hormone. Am. Soc. Hort. Sci. 87: 198–194.