



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۵ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۲  
صفحه‌های ۲۶-۱۵

## اثر سیستم تکثیری، جایگاه قلمه در ساقه و غلظت IBA بر ریشه‌زایی پایه‌های مالینگ مرتون ۱۰۶ و ۱۱۱

حسن حاج‌نجاری<sup>۱</sup>، محی‌الدین پیرخزری<sup>۲\*</sup>، داریوش آتشکار<sup>۳</sup>

۱. استادیار پژوهش بخش تحقیقات باغبانی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج - ایران
۲. پژوهشگر بخش تحقیقات باغبانی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج - ایران
۳. مربی پژوهش بخش تحقیقات باغبانی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج - ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۹/۱۱

تاریخ وصول مقاله: ۹۱/۱۲/۲۳

### چکیده

کاربرد پایه‌های رویشی به منظور افزایش کمی و کیفی باغ‌های سیب ضروری است. آسان‌سازی فنون تکثیر پایه‌های رویشی و جلوگیری از افزایش هزینه‌ها اثر مثبت بر روند توسعه باغ‌های پایه مالینگ دارد. این آزمایش به منظور بررسی امکان استفاده از سرشاخه‌های پایه‌های رویشی بالای محل پیوند و کاهش ضایعات پایه‌های سربرداری شده پس از پیوند و بررسی اثرات تیمارهای مختلف جایگاه قلمه در بخش‌های مختلف انتهایی، میانی و پایینی شاخه، غلظت‌های مختلف هورمون ایندول بوتیریک اسید در دو سیستم تکثیری خزانه و گلخانه انجام شد و متغیرهای ریخت‌زایی مثل درصد ریشه‌زایی، درصد کالوس‌زایی، تعداد ریشه، طول ریشه و میزان کالوس در دو پایه رویشی مالینگ مرتون [۱۰۶، ۱۱۱] ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که بین تیمارهای سیستم تکثیر، جایگاه قلمه، نوع پایه و غلظت IBA اختلاف معنی‌داری وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سیستم تکثیر قلمه در خزانه به صورت غیرقطبی با ۲۸/۷۷ درصد ریشه‌زایی نسبت به سیستم تکثیر گلخانه‌ای با ۲۲/۱۹ درصد ریشه‌زایی تفاوت معنی‌داری دارد. همچنین، قدرت ریشه‌زایی پایه مالینگ مرتون ۱۰۶ با ۳۸/۸۲ درصد نسبت به پایه مالینگ مرتون ۱۱۱ با ۱۲/۴ درصد ریشه‌زایی به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید با ۳۳/۳۸ درصد، نسبت به سایر سطوح دارای بیشترین میزان ریشه‌زایی بود.

**کلیدواژه‌ها:** اکسین، تکثیر غیرجنسی، شرایط کشت، خزانه، کالوس‌زایی.

## ۱. مقدمه

رقابت در بازار جهانی تولیدات کشاورزی جز با افزایش کیفیت و کاهش هزینه‌ها امکان‌پذیر نیست. افزایش تولید در واحد سطح از طریق احداث باغ‌های متراکم درختان میوه با ارائه راه حل‌های ساده برای هر یک از حلقه‌های تولید از جمله راهکارهای ساده در تکثیر پایه‌های رویشی امکان‌پذیر است. سیب از اولین درختان میوه‌ای است که به‌صورت متراکم کشت شده است و هم‌اکنون، نیز باغ‌های سیب با پایه‌های پاکوتاه در اقصی نقاط دنیا به‌صورت اقتصادی وجود دارند [۳، ۱۲]. از خصوصیات مطلوب این پایه‌ها قابلیت تکثیر غیرجنسی آن‌ها است. روش‌های مختلف تکثیر غیرجنسی پایه‌های رویشی سیب مثل خوابانیدن کپه‌ای و شیاری، قلمه‌های خشبی و نیمه‌خشبی و ریزازدیادی با توجه به نوع پایه و تعداد پایه دارای بازده اقتصادی متفاوتی هستند [۱۰، ۱۵]. رفع مشکل تکثیر غیرجنسی پایه‌های نسبتاً سخت ریشه‌زا تر مانند ام ۱۱۱ نسبت به سایر پایه‌ها مثل ام ۲۶ ضروری است [۲۲]. تکثیر با قلمه‌های چوب سخت از آسان‌ترین و کم‌هزینه‌ترین انواع روش‌های تکثیر غیرجنسی است [۱۰، ۱۷]. یکی از ضایعات چشمگیر پایه‌های رویشی طی دوره تولید نهال، بهره‌برداری نکردن از ساقه‌های یک‌ساله باقی‌مانده و حذف‌شده عملیات سربرداری پس از انجام پیوند است. به‌طور معمول تولیدکنندگان نهال آن را به‌عنوان مواد گیاهی بلااستفاده تلقی و با صرف هزینه اضافی اقدام به حذف آن می‌کنند. در این تحقیق امکان تکثیر محورهای گیاهی مازاد پس از سربرداری در شرایط مختلف خزانه و گلخانه با تیمارهای مختلف بررسی شد.

استفاده از غلظت‌ها و تلفیق‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد اکسینی در تکثیر پایه‌ها افزایش یافته است [۱۸، ۲۵]. تنظیم‌کننده‌های رشد موجب تحریک و افزایش تولید ریشه در قلمه‌ها می‌شوند [۹، ۱۳]. تیمارهای

تکمیلی فیزیکی، دمایی نیز همراه با انواع تنظیم‌کننده رشد گیاهی برای افزایش تشکیل ریشه‌ها روی قلمه به‌خصوص در گیاهان سخت ریشه‌زا، به‌کار گرفته می‌شوند [۲۲، ۲۶]. بیشترین موفقیت در ریشه‌زایی قلمه‌ها، خشبی و نیمه‌خشبی، در گونه‌های کیوی، انجیر و سیب با اجرای تیمار ایندول بوتیریک اسید گزارش شده است [۹، ۱۸]. از بین چهار نوع هورمون اکسینی، ایندول بوتیریک اسید<sup>۱</sup>، ایندول استیک اسید<sup>۲</sup>، نفتالن استیک اسید<sup>۳</sup> و تری اکسی کلروفنوکسی استیک اسید<sup>۴</sup> بر ریشه‌زایی پایه مالینگ مرتون ۱۰۶، اثر ایندول بوتیریک اسید نسبت به سایر هورمون‌ها بیشتر است [۲۱]. مناسب‌ترین غلظت ایندول بوتیریک اسید برای ریشه‌دارشدن قلمه‌های خشبی پایه‌های مالینگ مرتون [۲۵، ۲۵] مالینگ مرتون ۱۰۶ (ام ام ۱۰۶) غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۵ ثانیه است [۱۶]. در کانادا غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هورمون ایندول بوتیریک اسید به مدت ۵ ثانیه را برای ریشه‌دارکردن قلمه‌های سیب رقم استاندارد هوپا مناسب بوده است [۵]. بیشترین درصد ریشه‌زایی در غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید روی پایه‌های ام ام ۱۱۱، ۳۷/۰۳ درصد گزارش شده است [۲۰]. در گزارشی حداکثر درصد ریشه‌زایی ام ۲۶ با غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید به مدت ۵ ثانیه به‌دست آمده است [۷]. با افزایش غلظت ایندول بوتیریک اسید از صفر تا ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، درصد ریشه‌زایی از ۴/۵ درصد به ۵۵/۵ درصد، تعداد ریشه‌ها نیز از ۴/۱ به ۹/۸ عدد در هر قلمه

1. Indol Buthyric Acid
2. Indol Acetic Acid
3. Naphthalene Acetic Acid
4. 2.4.5 Tri chlorophenoxy Acid Acetic
5. Malling Merton

مختلف بر ریشه‌زایی رایج‌ترین پایه‌های رویشی بررسی شد. این تحقیق با هدف آسان‌کردن و افزایش بازده تکثیر پایه‌های رویشی به منظور افزایش قدرت رقابت و اقتصادی‌کردن تولید نهال سیب کشور با استفاده از ضایعات سربرداری‌شده، انجام شد. نتایج این آزمایش امکان تکثیر آسان بدون نیاز به سیستم‌های میست و پا گرمایی را فراهم می‌آورد.

## ۲. مواد و روش‌ها

قلمه‌های خشبی از سه موقعیت انتهایی، میانی و پایینی محورهای ساقه یک‌ساله (حذف‌شده عملیات سربرداری پیوند) دو رقم پایه ام ام ۱۰۶ و ام ام - ۱۱۱ سیب (*Malus domestica* Borkh.) در نهالستان بخش تحقیقات باغبانی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، در اواخر بهمن ماه ۱۳۸۸، به طول ۳۰ سانتی‌متر تهیه شد. پس از تفکیک قلمه‌ها به سه گروه در هر رقم پایه، مواد گیاهی با قارچ‌کش بنومیل در غلظت ۱/۵ در هزار ضد عفونی شدند. هورمون ایندول بوتیریک اسید در سه غلظت ۲۰۰۰، ۲۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر حل شده در الکل اتیلیک ۷۰ درصد (شرکت نصر، ایران) تهیه شد. سپس، پایین قلمه‌ها به مدت ۵ ثانیه در محلول آماده‌شده فرو برده شدند [۱۰]. در گلخانه (دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبت ۷۰ درصد)، قلمه‌های هر دو پایه تحت آزمایش، پس از تیمار هورمونی، به صورت مستقیم و تحت پا گرمایی (۲۳ درجه سانتی‌گراد)، در بستر پرلایت کشت شدند. آبیاری با آب چاه با دمای (۲۰ درجه سانتی‌گراد) به صورت دستی و هفتگی انجام شد. در سیستم تکثیری خزانه، قلمه‌ها به صورت غیرقطبی و وارونه در بسته‌های ۵۰ عددی پس از تیمار هورمونی، در چاله‌ای به عمق ۷۰ سانتی‌متر و طول و عرض ۱×۲ متر مستقر شدند. کف چاله ۱۰ سانتی‌متر ماسه نرم رودخانه ریخته و سپس، روی قلمه‌ها هم ۲۰ سانتی‌متر ماسه افزوده شد. قلمه‌ها به مدت دو ماه از اواخر بهمن ماه تا آخر فروردین ماه، در

افزایش نشان می‌دهد [۲۳]. تلفیق هورمونی ایندول بوتیریک اسید به علاوه نفتالن استیک اسید به نسبت مساوی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در تکثیر پایه‌های سیب مالینگ<sup>۱</sup> و مالینگ مرتون (ام ام ۱۰۶، ام ام ۲۶، ام ام ۹) نسبت به کاربرد جداگانه آن‌ها مؤثرتر است. همچنین، ریشه‌زایی پایه ام ام ۱۰۶ (با ۶۷/۸ درصد) بیشتر از ام ام ۹ و ام ام ۲۶ است و ام ام ۹ (با ۱۷/۵ درصد) کم‌ترین درصد ریشه‌زایی را دارد [۴]. مناسب‌ترین تیمار هورمونی در پایه‌های ام ام ۱۰۶ ایندول بوتیریک اسید ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۵ ثانیه با ۸۰ درصد ریشه‌زایی گزارش شده است [۱۴]. از بین غلظت‌های ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید بر ریشه‌زایی پایه‌های سیب، غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ۱۰ درصد کالوس‌زایی (بدون تولید ریشه) و در ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تولید کالوس و ریشه‌زایی دو تا سه برابر افزایش دارد [۱۱]. قراردادن قلمه‌ها پس از تیمار هورمونی، به صورت غیرقطبی در زیر ماسه شسته، تشکیل کالوس و ریشه‌های نابجا را تسریع می‌کند [۱۰]. تکثیر قلمه‌های انگور به صورت غیرقطبی نشان داده است که طول، تعداد و درصد ریشه‌زایی نسبت به روش معمول کشت قلمه بهتر بوده است [۸]. اثر غیرقطبی بودن قلمه‌ها در پایه انگور کوبر<sup>۲</sup> نشان داده است که غیرقطبی بودن ریشه‌دهی را بهبود می‌بخشد [۶]. همچنین، نوع قلمه از نظر بافت، موقعیت قلمه در محور شاخه، قطر قلمه، میزان ذخیره مواد غذایی و هورمون‌ها نیز تأثیر به‌سزایی در ریشه‌زایی و راندمان تولید نهال‌های خود ریشه‌دار دارند [۱۰].

در این آزمایش اثر سیستم‌های مختلف تکثیر قلمه، گلخانه و خزانه، جایگاه قلمه روی شاخه و تیمارهای هورمونی

1. Malling
2. Kuber 5BB

نوع پایه در جایگاه قلمه و جایگاه قلمه در غلظت هورمون بر درصد ریشه‌زایی، در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). اثر متقابل سیستم تکثیر در نوع پایه، سیستم تکثیر در غلظت‌های هورمونی و اثر متقابل چهارگانه بر درصد ریشه‌زایی معنی‌دار نشد (جدول ۱). پس از درصد ریشه‌زایی، عامل مهم دیگر در ارزیابی میزان ریشه‌زایی میانگین تعداد ریشه در قلمه است که در این آزمایش نتایج تجزیه واریانس برای سیستم تکثیر گلخانه‌ای و خزانه، نوع پایه، جایگاه قلمه، غلظت هورمون و اثرات متقابل نوع پایه در جایگاه قلمه، سیستم تکثیر در غلظت هورمون‌ها، نوع پایه در غلظت هورمون و جایگاه قلمه در غلظت هورمون‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد ریشه‌زایی مربوط به سیستم تکثیر در خزانه (غیرقطبی) است که با ۲۸/۷۷ درصد نسبت به سیستم تکثیر در گلخانه با ۲۲/۱۹ درصد دارای اختلاف معنی‌دار بود، اما درصد قلمه‌های کالوس‌دار و میانگین طول ریشه در شرایط گلخانه‌ای بهتر از تکثیر خزانه بود (جدول ۲). میزان کالوس در دو سیستم تکثیری تفاوت معنی‌داری نداشتند. پایه‌های ام ام ۱۰۶ با ۳۸/۸ درصد نسبت به پایه ام ام ۱۱۱ با ۱۲/۴ درصد ریشه‌زایی اختلاف معنی‌داری داشت. نتایج دیگر تحقیقات روی این پایه‌ها نشان داد است که پایه ام ام ۱۰۶ نسبت به سایر پایه‌ها (به جز ام ۳۶) سهل‌ریشه‌تر است [۱۹]. همچنین، میانگین تعداد ریشه در پایه ام ام ۱۰۶ (۶/۵۵ عدد) به مراتب از پایه ام ام ۱۱۱ (۲/۸۲ عدد) بهتر بود و با آن اختلاف معنی‌داری داشت، اما درصد کالوس‌زایی در پایه ام ام ۱۱۱ بهتر بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که جایگاه قلمه در ساقه بر درصد ریشه‌زایی تأثیر نداشت، اما درصد کالوس‌زایی در قلمه‌های وسط و سرشاخه بهتر از پایین شاخه بود و همچنین، میانگین تعداد ریشه در قلمه‌های پایین شاخه بهتر بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد اگر طول مدت نگهداری قلمه‌ها در شرایط آزمایش بیشتر از دو ماه

چاله خزانه شدند. طی این مدت به دلیل بارش معمولاً نیازی به آبیاری نبود. پس از حدود دو ماه در اواخر فروردین، قلمه‌ها بیرون آورده شدند و درصد قلمه‌های ریشه‌دار شده، کالوس‌دار، تعداد و طول کل ریشه و میزان کالوس در هر قلمه اندازه‌گیری شد. میزان کالوس به این صورت اندازه‌گیری شد که کالوس کامل سطح مقطع قلمه را پوشانده بود، عدد چهار و کالوس یک چهارم سطح مقطع را پوشانده بود، عدد یک داده شد. در نهایت، قلمه‌های ریشه و کالوس‌دار شده برای ادامه رشد و تبدیل شدن به نهال کامل آماده پیوند (در شهریور همان سال) در خزانه معمول کشت شدند.

این آزمایش به صورت فاکتوریل با فاکتورهای نوع پایه (مالینگ مرتون ۱۱۱ و ۱۰۶)، سیستم تکثیر (گلخانه و خزانه)، جایگاه قلمه (در سه مقطع بالا، وسط و پایین شاخه) و غلظت هورمون (۲۰۰۰، ۲۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا و در هر کرت آزمایشی از ۵۰ عدد قلمه خشبی استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS<sup>۱</sup> (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن<sup>۲</sup> در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

### ۳. نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد ریشه‌زایی، کالوس، میانگین طول و تعداد ریشه‌ها در هر قلمه و میانگین میزان کالوس در جدول ۱ نشان داده شده است. اثر سیستم تکثیری (گلخانه‌ای و خزانه)، نوع پایه، غلظت‌های مختلف هورمون و اثرات متقابل سیستم تکثیری در جایگاه قلمه، نوع پایه در غلظت هورمون بر درصد ریشه‌زایی در سطح ۱ درصد و جایگاه قلمه و اثرات متقابل

1. SAS
2. Duncan

اثر سیستم تکثیری، جایگاه قلمه در ساقه و غلظت IBA بر ریشه‌زایی پایه‌های مالینگ مرتون ۱۰۶ و ۱۱۱

در قلمه‌های پایین و وسط شاخه که قطر بیشتری داشتند بهتر از قلمه‌های سر شاخه بود که نشان داد میزان ذخیره مواد غذایی موجود در قلمه در تشکیل و پرآوری میزان کالوس عامل مهمی است [۱۰ و ۱۱].

طول می‌کشید تشکیل کالوس در قلمه‌های پایین شاخه که قطر بیشتری داشتند، بیشتر می‌شد به بیان دیگر افزایش درصد کالوس‌زایی با افزایش زمان در قلمه‌های قطورتر بهبود می‌یافت همچنین، آزمایش نشان داد که میزان کالوس

جدول ۱. تجزیه واریانس برای ریشه‌زایی، کالوس‌زایی، تعداد و طول ریشه‌ها و میزان کالوس در پایه‌های مختلف سبب

| منابع تغییرات                   | درجه آزادی | قطر قلمه           | درصد قلمه‌های ریشه‌دار (ریشه‌زایی) | درصد قلمه‌های کالوس‌دار (کالوس‌زایی) | میانگین طول ریشه در هر قلمه (سانتی‌متر) | میانگین تعداد ریشه در هر قلمه | میزان کالوس        |
|---------------------------------|------------|--------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------------|--------------------|
| سیستم (تکثیر)                   | ۱          | ۲۵/۹۰**            | ۲۱/۴۹**                            | ۲/۰۳**                               | ۲۳/۴۱**                                 | ۰/۴۴**                        | ۰/۹۹*              |
| نوع پایه                        | ۱          | ۲۵/۹۰**            | ۲۲۷/۸۸**                           | ۱۲۳/۱۳**                             | ۰/۴۴ <sup>ns</sup>                      | ۲۳/۲**                        | ۰/۵۵*              |
| سیستم* نوع پایه                 | ۱          | ۱۶/۲۵**            | ۳/۹۱ <sup>ns</sup>                 | ۰/۱۹ <sup>ns</sup>                   | ۱/۶۱*                                   | ۱/۶*                          | ۲/۲۰*              |
| جایگاه قلمه                     | ۲          | ۵۶۳/۱۰**           | ۰/۴۲ <sup>ns</sup>                 | ۵/۷۷**                               | ۰/۹۱*                                   | ۰/۹۱*                         | ۵۴/۰۷**            |
| سیستم* جایگاه قلمه              | ۲          | ۲۱/۸۴**            | ۷/۰۵**                             | ۳/۵۰*                                | ۴/۰۹**                                  | ۰/۷۳ <sup>ns</sup>            | ۲/۶۲*              |
| نوع پایه* جایگاه قلمه           | ۲          | ۲۷/۴۰**            | ۱/۷۶*                              | ۰/۱۴ <sup>ns</sup>                   | ۰/۷۲ <sup>ns</sup>                      | ۴/۰۹**                        | ۲/۰۶*              |
| سیستم* نوع پایه* جایگاه قلمه    | ۲          | ۲۰/۶۸**            | ۱/۴۶ <sup>ns</sup>                 | ۰/۰۹ <sup>ns</sup>                   | ۰/۳۲**                                  | ۰/۳۳ <sup>ns</sup>            | ۰/۱۲ <sup>ns</sup> |
| غلظت هورمون                     | ۲          | ۴/۵۸**             | ۷/۲۴**                             | ۱۷/۳۱**                              | ۳/۰۳**                                  | ۳/۰۳**                        | ۴۵/۴۴**            |
| سیستم* غلظت هورمون              | ۲          | ۱/۵۴*              | ۰/۴۶ <sup>ns</sup>                 | ۱/۱۱*                                | ۰/۱۵ <sup>ns</sup>                      | ۰/۱۵**                        | ۲/۹۷*              |
| نوع پایه* غلظت هورمون           | ۲          | ۰/۴۲ <sup>ns</sup> | ۴۶/۲۴**                            | ۳۹/۸۰**                              | ۴/۶۷**                                  | ۴/۶۷**                        | ۰/۹۷*              |
| سیستم* نوع پایه* غلظت هورمون    | ۲          | ۴/۲۵**             | ۱/۱ <sup>ns</sup>                  | ۰/۹۷*                                | ۰/۴۲ <sup>ns</sup>                      | ۰/۴۲ <sup>ns</sup>            | ۰/۰۸ <sup>ns</sup> |
| جایگاه قلمه* غلظت هورمون        | ۴          | ۰/۲۱ <sup>ns</sup> | ۲/۳۸*                              | ۱/۹۵**                               | ۰/۶۸*                                   | ۰/۶۸*                         | ۵/۶۴**             |
| سیستم* جایگاه قلمه* غلظت هورمون | ۴          | ۱/۴۴*              | ۲/۵۷ <sup>ns</sup>                 | ۰/۶۲ <sup>ns</sup>                   | ۱/۱**                                   | ۱/۱۰**                        | ۶/۱۸**             |
| ضریب تغییرات (CV)               |            | ۸/۷۲               | ۲۲/۲۶                              | ۱۵/۲۵                                | ۲۵/۹۳                                   | ۲۵/۹۱                         | ۵/۸۷               |

\* و \*\* به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns غیر معنی‌دار

از بین غلظت‌های استفاده‌شده هورمون ایندول بوتیریک اسید، بهترین غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ۳۳/۳۸

## حسن حاج‌نجاری و همکاران

درصد ریشه‌زایی بود که با سایر غلظت‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. در تحقیقی در قلمه‌های خشبی پایه ام ام ۱۱۱- بیشترین درصد ریشه‌زایی ۳۷/۰۳ درصد گزارش شده است [۲۰]. همچنین، در میانگین تعداد ریشه نیز این غلظت با ۶/۱۲ عدد ریشه در هر قلمه بیشترین اثر را و با سایر غلظت‌ها اختلاف معنی‌داری داشت، ضمن اینکه با کاهش غلظت هم درصد ریشه‌زایی و هم تعداد ریشه ایجاد شده کاهش یافتند که با نتایج دیگران مبنی بر کاهش تعداد ریشه هم‌زمان با کاهش غلظت هورمون ایندول بوتیریک اسید مطابقت دارد [۱۹]. افزایش غلظت هورمون به همان نسبت موجب رشد بیشتر کالوس شد (جدول ۲)

اثر متقابل سیستم تکثیر در جایگاه قلمه روی ساقه نشان داد که بیشترین درصد ریشه‌زایی با مربوط به خزانه و قلمه‌های پایین ساقه (۳۱/۱۱ درصد) و سپس، وسط شاخه معنی‌داری داشتند (جدول ۳).

درصد ریشه‌زایی بود که با سایر غلظت‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. در تحقیقی در قلمه‌های خشبی پایه ام ام ۱۱۱- بیشترین درصد ریشه‌زایی ۳۷/۰۳ درصد گزارش شده است [۲۰]. همچنین، در میانگین تعداد ریشه نیز این غلظت با ۶/۱۲ عدد ریشه در هر قلمه بیشترین اثر را و با سایر غلظت‌ها اختلاف معنی‌داری داشت، ضمن اینکه با کاهش غلظت هم درصد ریشه‌زایی و هم تعداد ریشه ایجاد شده کاهش یافتند که با نتایج دیگران مبنی بر کاهش تعداد ریشه هم‌زمان با کاهش غلظت هورمون ایندول بوتیریک اسید مطابقت دارد [۱۹]. افزایش غلظت هورمون به همان نسبت موجب رشد بیشتر کالوس شد (جدول ۲)

اثر متقابل سیستم تکثیر در جایگاه قلمه روی ساقه نشان داد که بیشترین درصد ریشه‌زایی با مربوط به خزانه و قلمه‌های پایین ساقه (۳۱/۱۱ درصد) و سپس، وسط شاخه

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در سیستم تکثیر، پایه و غلظت هورمون در پایه‌های سبب مورد ارزیابی

| صفت                                | درصد قلمه‌های ریشه‌دار | درصد قلمه‌های کالوس‌دار | متوسط طول ریشه در هر قلمه (سانتی‌متر) | متوسط تعداد ریشه در هر قلمه | میزان کالوس       |
|------------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| سیستم تکثیر                        |                        |                         |                                       |                             |                   |
| گلخانه                             | ۲۲/۱۹ <sup>b</sup>     | ۶۹/۲۵ <sup>a</sup>      | ۳/۴۵ <sup>a</sup>                     | ۴/۶۳ <sup>a</sup>           | ۳/۳۸ <sup>a</sup> |
| خزانه                              | ۲۸/۷۷ <sup>a</sup>     | ۶۶/۴۱ <sup>b</sup>      | ۲/۵۸ <sup>b</sup>                     | ۴/۷۵ <sup>a</sup>           | ۳/۳۴ <sup>a</sup> |
| پایه                               |                        |                         |                                       |                             |                   |
| M106                               | ۳۸/۸۲ <sup>a</sup>     | ۵۶/۷۸ <sup>b</sup>      | ۳/۰۳ <sup>a</sup>                     | ۶/۵۵ <sup>a</sup>           | ۳/۳۷ <sup>a</sup> |
| M111                               | ۱۲/۴ <sup>b</sup>      | ۷۸/۸۸ <sup>a</sup>      | ۲/۹۹ <sup>a</sup>                     | ۲/۸۲ <sup>b</sup>           | ۳/۳۴ <sup>a</sup> |
| جایگاه قلمه (روی شاخه)             |                        |                         |                                       |                             |                   |
| پایین شاخه                         | ۲۷/۳۷ <sup>a</sup>     | ۶۳/۲۴ <sup>b</sup>      | ۳/۲۰ <sup>a</sup>                     | ۵/۷۵ <sup>a</sup>           | ۳/۵۰ <sup>a</sup> |
| وسط شاخه                           | ۲۴/۹۰ <sup>a</sup>     | ۶۸/۹۵ <sup>a</sup>      | ۲/۹۴ <sup>a</sup>                     | ۴/۲۸ <sup>b</sup>           | ۳/۴۹ <sup>a</sup> |
| سر شاخه                            | ۲۴/۱۶ <sup>a</sup>     | ۷۱/۲۹ <sup>a</sup>      | ۲/۹۰ <sup>a</sup>                     | ۴/۰۴ <sup>b</sup>           | ۳/۰۸ <sup>b</sup> |
| غلظت هورمون IBA (میلی‌گرم در لیتر) |                        |                         |                                       |                             |                   |
| ۳۰۰۰                               | ۲۴/۱۴ <sup>b</sup>     | ۷۱/۴۱ <sup>a</sup>      | ۳/۱۶ <sup>a</sup>                     | ۴/۸۳ <sup>b</sup>           | ۳/۵۵ <sup>a</sup> |
| ۲۵۰۰                               | ۳۳/۳۸ <sup>a</sup>     | ۵۹/۵۶ <sup>b</sup>      | ۳/۲۲ <sup>a</sup>                     | ۶/۱۲ <sup>a</sup>           | ۳/۴۱ <sup>b</sup> |
| ۲۰۰۰                               | ۱۸/۹۱ <sup>c</sup>     | ۷۲/۵۰ <sup>a</sup>      | ۲/۶۶ <sup>a</sup>                     | ۳/۰۶ <sup>c</sup>           | ۳/۱۱ <sup>c</sup> |

میانگین‌ها در هر ستون و برای هر عامل که حداقل یک حرف مشترک دارند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۳. اثر متقابل سیستم تکثیر در جایگاه قلمه روی درصد ریشه‌زایی، کالوس‌زایی، تعداد ریشه و میزان کالوس در قلمه‌های سیب

| صفت                         |                     |                     |                    |                   |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| سیستم تکثیری در جایگاه قلمه | درصد ریشه‌زایی      | درصد کالوس‌زایی     | تعداد ریشه در قلمه | میزان کالوس       |
| گلخانه×پایین شاخه           | ۲۱/۶۳ <sup>c</sup>  | ۶۴/۴۸ <sup>bc</sup> | ۵/۳۵ <sup>ab</sup> | ۳/۵۰ <sup>a</sup> |
| گلخانه×وسط شاخه             | ۲۰/۵۶ <sup>c</sup>  | ۷۳/۶۸ <sup>a</sup>  | ۴/۰۷ <sup>c</sup>  | ۳/۴۷ <sup>a</sup> |
| گلخانه×بالای شاخه           | ۲۴/۳۷ <sup>bc</sup> | ۶۹/۵۸ <sup>ab</sup> | ۴/۴۶ <sup>bc</sup> | ۳/۱۶ <sup>b</sup> |
| مزرعه×پایین شاخه            | ۳۳/۱۱ <sup>a</sup>  | ۶۲/۰ <sup>c</sup>   | ۶/۱۵ <sup>a</sup>  | ۳/۵۱ <sup>a</sup> |
| مزرعه×وسط شاخه              | ۲۹/۲۴ <sup>ab</sup> | ۶۴/۲۱ <sup>bc</sup> | ۴/۴۹ <sup>bc</sup> | ۳/۵۱ <sup>a</sup> |
| مزرعه×بالای شاخه            | ۲۳/۹۶ <sup>bc</sup> | ۷۳/۰۱ <sup>a</sup>  | ۳/۶۲ <sup>c</sup>  | ۳/۰۰ <sup>c</sup> |

۲، ۴ و ۵ تری کلرو فنوکسی استیک اسید اختلاف معنی‌دار داشته است [۲۱].

بیشترین درصد کالوس‌زایی با ۸۰/۰۱ درصد مربوط به پایه‌ی ام ام ۱۱۱ در غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و سپس، همین پایه با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر است و کمترین درصد کالوس‌زایی مربوط به پایه‌ی ام ام ۱۰۶ در همین غلظت همراه با بیشترین درصد ریشه‌زایی است (جدول ۴) که این نشان‌دهنده‌ی استعداد ژنتیکی و کارایی این رقم پایه در بهره‌گیری از مواد ذخیره‌ی غذایی و هدایت آن برای تولید ریشه به جای کالوس‌زایی است. برای تعداد ریشه پایه‌ی ام ام ۱۰۶ با غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و سپس، ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب با ۹/۵۶ و ۶/۹ عدد ریشه، بیشترین تعداد را داشت که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشتند. گزارش‌هایی مبنی بر تیمار قلمه‌های چوب سخت ام ام ۱۰۶ با ایندول بوتیریک اسید ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، ۲۰ درصد ریشه‌زایی و ۳۰ درصد کالوس‌زایی وجود دارد؛ در حالی که، در آزمایش حاضر، غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر پایه‌ی ام ام ۱۰۶ ۲۳/۱۹ درصد ریشه‌زایی و ۶۹/۴۳ درصد کالوس‌زایی مشاهده شد. در ادامه‌ی مقایسه‌های انجام‌شده مشخص شد آنان میانگین تعداد ریشه و طول ریشه را به ترتیب ۱۶/۵ عدد و ۱۵

اثر متقابل نوع پایه در غلظت هورمون نشان داد که بیشترین درصد ریشه‌زایی مربوط به پایه‌ی ام ام ۱۰۶ و غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید با ۵۹/۹۶ درصد ریشه‌زایی با سایر غلظت‌ها تفاوت معنی‌داری داشت و کمترین میزان ریشه‌زایی با ۶/۸ درصد مربوط به پایه‌ی ام ام ۱۱۱ و غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود (جدول ۴). در این آزمایش مناسب‌ترین غلظت هورمون ایندول بوتیریک اسید در بین غلظت‌های استفاده‌شده برای افزایش درصد ریشه‌زایی و همچنین، کمیت و کیفیت ریشه‌ها ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که در گزارشی این سطح غلظت در هورمون مزبور بر پایه‌ی ام ام ۱۰۶ دارای ۸۰ درصد ریشه‌زایی بوده است [۱۴]. تحقیقات اخیر نیز درباره‌ی قلمه‌های خشبی پایه‌ی ام ام ۱۱۱ بیشترین درصد ریشه‌زایی را با ۳۷/۰۳ درصد در غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید گزارش کردند [۲۰]. در تحقیقات گذشته، بهترین غلظت برای ریشه‌زایی قلمه‌های سیب ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ذکر شده است [۱]. تحقیقات پیشین مؤید این موضوع است که در بین هورمون‌های اکسین مختلف بیشترین اثر در ریشه‌زایی را مربوط به ایندول بوتیریک اسید می‌دانند که با سایر هورمون‌ها مثل نفتالن استیک اسید، ایندول استیک اسید و

هورمون برای تعداد ریشه تولیدی در قلمه نشان داد که بیشترین تعداد ریشه به ترتیب مربوط غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در قلمه پایین ساقه (۷/۷۰ عدد) و وسط ساقه (۶/۶۲ عدد) است و کمترین مقدار نیز غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و قلمه بالای ساقه (۲/۵۵ عدد) و وسط ساقه (۲/۷ عدد) بود. در گزارش دیگری، بهترین غلظت در افزایش تعداد ریشه ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیان شده است [۲۰] که با نتایج ما در مورد جایگاه قلمه‌های پایین و وسط ساقه به‌عنوان بهترین غلظت هم‌خوانی دارد (جدول ۵). اثر متقابل جایگاه قلمه در غلظت هورمون برای میزان کالوس تولیدی نشان داد که بیشترین میزان کالوس مربوط به غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و به ترتیب پایین ساقه (۳/۷۰)، وسط ساقه (۳/۵۷) و سپس، غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر پایین و وسط ساقه و کمترین میزان کالوس مربوط به قلمه‌های بالای ساقه و غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر است (جدول ۵). داده‌های ارائه‌شده در این جدول نشان می‌دهند با افزایش قطر قلمه و غلظت بالاتر هورمونی (در دامنه غلظت‌های استفاده‌شده)، میزان و حجم کالوس ایجادشده نیز بیشتر است. علاوه بر این، هرچه قطر قلمه بیشتر باشد، میزان کالوس بیشتری تشکیل می‌شود و قطر بیشتر قلمه، نیاز به غلظت بالاتری از هورمون استفاده‌شده دارد [۱۰، ۱۹].

همبستگی صفات مختلف نشان داد که بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۱ درصد به ترتیب بین درصد ریشه‌زایی و تعداد ریشه (۰/۷۲)، قطر قلمه و میزان کالوس (۰/۵۰۴)، طول ریشه و تعداد ریشه (۰/۳۶۴)، قطر قلمه و تعداد ریشه (۰/۳۱۳) و قطر قلمه و درصد کالوس‌زایی (۰/۲۶۵) است و بیشترین همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح ۱ درصد به ترتیب بین درصد ریشه‌زایی و درصد کالوس‌زایی (۰/۹۲۶)، تعداد ریشه و درصد کالوس‌زایی (۰/۶۴۱) است (جدول ۶).

سانتی‌متر گزارش کردند، ولی در این آزمایش در غلظت ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در پایه‌ام ام ۱۰۶ تعداد ریشه و طول ریشه به ترتیب ۳/۲۱ تا ۹/۵۶ عدد و ۲/۲۸ تا ۳/۸۳ سانتی‌متر بود [۱۱]. تحقیقات اخیر نشان می‌دهند که در بین تیمارهای ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر روی پایه‌مالینگ ام ام ۱۰۶ و دیگر پایه‌های سیب، مناسب‌ترین تیمار را ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر است [۱۱]. تحقیقات در دهه‌های گذشته و حال نیز مناسب‌ترین غلظت ایندول بوتیریک اسید در پایه‌های مالینگ سیب را ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ذکر کردند [۷، ۱۶، ۲۰]. در آزمایش حاضر نیز مناسب‌ترین غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. برای میزان کالوس غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر پایه‌ام ام ۱۱۱ دارای بیشترین مقدار کالوس بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴).

اثر متقابل جایگاه قلمه روی ساقه در غلظت هورمون بر ریشه‌زایی نشان داد که بیشترین درصد ریشه‌زایی به ترتیب مربوط به قلمه‌های پایین (۳۸/۴۲ درصد)، وسط (۳۲/۰۵ درصد) و بالای شاخه (۲۹/۶۶ درصد ریشه‌زایی) و غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر است. براساس نتایج به‌دست‌آمده غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در تمامی قلمه‌ها بیشترین کارایی را نشان داد که این با نتایج گزارش‌شده در سایر تحقیقات هم‌خوانی دارد [۷، ۱۶، ۱۹، ۲۰]. کمترین درصد ریشه‌زایی در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و به ترتیب در قلمه‌های پایین (۱۷/۳۳ درصد)، وسط (۱۹/۳۰ درصد) و بالای شاخه‌ها (۲۰/۳۹ درصد) بود. بیشترین درصد کالوس‌زایی مربوط به قلمه‌های بالای شاخه و غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۷۴/۲۲ درصد) و قلمه وسط شاخه در غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۷۳/۴ درصد) ثبت شد و کمترین درصد نیز مربوط به قلمه‌های پایین شاخه و غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۴۹/۹۹ درصد) بود (جدول ۵). اثر متقابل جایگاه قلمه در غلظت



اثر سیستم تکثیری، جایگاه قلمه در ساقه و غلظت IBA بر ریشه‌زایی پایه‌های مالینگ مرتون ۱۰۶ و ۱۱۱

جدول ۴. اثر متقابل نوع پایه در غلظت هورمون IBA روی درصد ریشه‌زایی، کالوس‌زایی، تعداد و میزان کالوس در قلمه‌های سیب

| میزان کالوس        | تعداد ریشه در قلمه | درصد کالوس‌زایی     | درصد ریشه‌زایی     | صفت پایه در IBA(mg/l) |
|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| ۳/۵۱ <sup>ab</sup> | ۶/۹۰ <sup>b</sup>  | ۶۴/۷۷ <sup>d</sup>  | ۳۳/۲۱ <sup>b</sup> | در ۳۰۰۰ MM106         |
| ۳/۳۸ <sup>b</sup>  | ۹/۵۶ <sup>a</sup>  | ۳۶/۱۲ <sup>c</sup>  | ۵۹/۹۶ <sup>a</sup> | در ۲۵۰۰ MM106         |
| ۳/۱۴ <sup>c</sup>  | ۳/۲۱ <sup>c</sup>  | ۶۹/۴۳ <sup>cd</sup> | ۲۳/۱۹ <sup>c</sup> | در ۲۰۰۰ MM106         |
| ۳/۵۹ <sup>a</sup>  | ۲/۸۹ <sup>c</sup>  | ۷۸/۰۲ <sup>ab</sup> | ۱۴/۹۸ <sup>d</sup> | در ۳۰۰۰ MM111         |
| ۳/۴۳ <sup>b</sup>  | ۲/۶۸ <sup>c</sup>  | ۸۳/۰۱ <sup>a</sup>  | ۶/۸۰ <sup>e</sup>  | در ۲۵۰۰ MM111         |
| ۳/۰۹ <sup>c</sup>  | ۲/۹۱ <sup>c</sup>  | ۷۵/۵۲ <sup>bc</sup> | ۱۴/۶۴ <sup>d</sup> | در ۲۰۰۰ MM111         |

جدول ۵. اثر متقابل جایگاه قلمه در غلظت هورمون IBA بر روی درصد ریشه‌زایی، کالوس‌زایی، تعداد و میزان کالوس در قلمه‌های سیب

| میزان کالوس        | تعداد ریشه در قلمه | درصد کالوس‌زایی     | درصد ریشه‌زایی       | صفت جایگاه قلمه در IBA(mg/l) |
|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|------------------------------|
| ۳/۷۰ <sup>a</sup>  | ۵/۶۳ <sup>bc</sup> | ۶۷/۷۲ <sup>ab</sup> | ۳۶/۲۶ <sup>b-d</sup> | پایین شاخه در ۳۰۰۰           |
| ۳/۵۳ <sup>bc</sup> | ۷/۷۰ <sup>a</sup>  | ۴۹/۹۹ <sup>c</sup>  | ۳۸/۴۲ <sup>a</sup>   | پایین شاخه در ۲۵۰۰           |
| ۳/۲۸ <sup>de</sup> | ۳/۹۱ <sup>cd</sup> | ۷۲/۰۱ <sup>a</sup>  | ۱۷/۳۳ <sup>e</sup>   | پایین شاخه در ۲۰۰۰           |
| ۳/۵۷ <sup>ab</sup> | ۳/۵۱ <sup>d</sup>  | ۷۳/۴۰ <sup>a</sup>  | ۲۳/۶۲ <sup>c-e</sup> | وسط شاخه در ۳۰۰۰             |
| ۳/۵۰ <sup>bc</sup> | ۶/۶۲ <sup>ab</sup> | ۶۲/۱۷ <sup>ab</sup> | ۳۲/۰۵ <sup>ab</sup>  | وسط شاخه در ۲۵۰۰             |
| ۳/۳۹ <sup>cd</sup> | ۲/۷۰ <sup>d</sup>  | ۷۱/۲۶ <sup>ab</sup> | ۱۹/۰۳ <sup>de</sup>  | وسط شاخه در ۲۰۰۰             |
| ۳/۳۷ <sup>cd</sup> | ۵/۵۴ <sup>bc</sup> | ۷۳/۱۲ <sup>a</sup>  | ۲۴/۴۵ <sup>c-e</sup> | بالای شاخه در ۳۰۰۰           |
| ۳/۱۸ <sup>e</sup>  | ۴/۰۳ <sup>cd</sup> | ۶۶/۵۴ <sup>ab</sup> | ۲۹/۶۶ <sup>bc</sup>  | بالای شاخه در ۲۵۰۰           |
| ۲/۶۸ <sup>f</sup>  | ۲/۵۵ <sup>d</sup>  | ۷۴/۲۲ <sup>a</sup>  | ۲۰/۳۹ <sup>de</sup>  | بالای شاخه در ۲۰۰۰           |

جدول ۶. همبستگی بین صفات مورد ارزیابی پایه‌های سیب

| یزان کالوس | تعداد ریشه          | طول ریشه             | بدون ریشه و کالوس | کالوس‌زایی           | ریشه‌زایی            | قطر قلمه            |
|------------|---------------------|----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| ۱          | ۰/۱۶۸               | ۰/۱۳۳                | ۰/۰۲۷             | -۰/۰۶۸               | ۰/۰۴۱                | ۰/۵۰۴ <sup>**</sup> |
| ۱          | ۰/۳۶۴ <sup>**</sup> | ۰/۰۴۴                | ۰/۰۴۴             | -۰/۱۹۲ <sup>*</sup>  | ۰/۲۰۶ <sup>*</sup>   | ۰/۰۳۷               |
| ۱          | ۰/۳۰۳ <sup>**</sup> | -۰/۳۶۴ <sup>**</sup> | -۰/۰۴۷            | -۰/۳۱۸ <sup>**</sup> | -۰/۹۲۶ <sup>**</sup> | ۰/۰۹۱               |
| ۱          | ۰/۳۶۴ <sup>**</sup> | ۰/۰۴۴                | ۰/۰۴۴             | -۰/۱۹۲ <sup>*</sup>  | ۰/۲۰۶ <sup>*</sup>   | ۰/۰۳۷               |
| ۱          | ۰/۳۶۴ <sup>**</sup> | ۰/۰۴۴                | ۰/۰۴۴             | -۰/۱۹۲ <sup>*</sup>  | ۰/۲۰۶ <sup>*</sup>   | ۰/۰۳۷               |
| ۱          | ۰/۳۶۴ <sup>**</sup> | ۰/۰۴۴                | ۰/۰۴۴             | -۰/۱۹۲ <sup>*</sup>  | ۰/۲۰۶ <sup>*</sup>   | ۰/۰۳۷               |

منابع

1. Ahad SF Ihsan M and khan J (1982) Effect of hormones on root initiation of apple cutting cv. Red delicious. Journal of Agricultural Research. 20: 99-102.
  2. Aslantas R, Cakmakci R and Gahin F (2007). Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apples trees growth and fruit yield under orchard conditions. Scientia Horticulturae. 111(4): 371-377.
  3. Aslantas R and Karakurt H (2007) The changes in vegetative growth, pomological characteristics and chemical contents of some apple cultivars growing in two different altitude sea levels) in Turkish with English Abstract. 5th of National Horticulture Congress, 7: 842- 846.
  4. Boozari N, Mostafavi M and Talaii A (1996) Effect IBA and NAA plant hormone on Malling and Malling Merton rootstock (M9, M26 and MM106). First Congress of Horticulture. Tehran, Iran, P: 165 (Abst).
  5. Chong G (1983) Influence of high IBA concentrations on Rooting combined Proceeding. International Plant Propagation's Society. 31:453-461.
  6. Cristoferi G, Filiti N and Rossi F (1988) The effects of reversed polarity and acropetal centrifugation on the rooting of hard wood cuttings rootstock Kober BB5. Acta Horticulturae. 227:150-154.
- همان‌گونه که از جدول استنباط می‌شود قطر قلمه عامل مهمی در ریشه‌زایی است و با حجم کالوس دهی، تعداد ریشه، درصد کالوس‌زایی و درصد ریشه‌زایی همبستگی دارد که به دلیل ذخیره کربوهیدراتی و افزایش عمر قلمه تا ظهور کالوس و ریشه است. ذخیره کربوهیدراتی به دلیل تأمین انرژی متابولیسمی و همچنین، قابلیت شکسته شدن و تبدیل شدن به سایر ترکیبات مورد نیاز مراحل تولید بافت پینه یا کالوس و ایجاد مریستم‌های اولیه ریشه از عوامل مهم در تهیه قلمه است. با توجه به این آزمایش و آزمایش‌های قبلی در خصوص ریشه‌زایی قلمه‌ها (داده‌های منتشر نشده) نتیجه‌گیری می‌شود در شرایط فیزیولوژیکی یکسان هرچه قطر قلمه بیشتر شود نیاز به مصرف هورمون ایندول بوتیریک اسید نیز بیشتر می‌شود که نشان می‌دهد هورمون خارجی علاوه بر عامل تحریکی متابولیسم داخلی و کمک به هورمون داخلی باید در یک نسبت متعادل با سایر متابولیت‌ها مثل نشاسته باشد. در جدول ۶ نشان داده شده است که هرچه درصد کالوس‌زایی بیشتر می‌شود درصد ریشه‌زایی کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده فرایندهای ریشه‌زایی و کالوس‌زایی مستقل از یکدیگر هستند و هر دو بر اثر شرایط رطوبتی و حرارتی بیرونی یکسان ایجاد می‌شوند و لزوماً تولید ریشه مستلزم ایجاد کالوس نیست که با تفسیر و نتایج تحقیقات دیگر محققان در خصوص تولید مستقل ریشه و کالوس مطابقت دارد [۱۰].
- این آزمایش نشان داد که می‌توان با سیستم تکثیری خزانه و قراردادن قلمه‌ها به صورت وارونه بدون استفاده از گلخانه اقدام به تکثیر پایه‌های رویشی سیب کرد. همچنین، پایه مالینگ مرتون ۱۰۶ ریشه‌زایی به مراتب بهتری در مقایسه با مالینگ مرتون ۱۱۱ داشت و بهترین غلظت هورمون ایندول بوتیریک اسید برای ریشه‌زایی قلمه پایه‌های رویشی سیب ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر است.

7. Ebadi A (1990). Effect of factors on rooting of apple rootstock cutting. University of Tehran, Iran, M.Sc. Dissertation.
8. Egbali A, Ghazanfari SG and Atar A 2000. Rooting grape cutting using Mamarov method. First National Conference on Grape, Qazvin, Iran. P:32 (Abst).
9. Ercisli S, Esitken A, Cangi R and Sahin F (2003) Adventitious root formation of kiwifruit in relation to sampling date, IBA and *Agrobacterium rubi* inoculation. Plant Growth Regulator. 41: 133-137.
10. Hartmann HT, Kester DE, Davies FT and Geneva RL (2002) Plant Propagation, 7<sup>th</sup>. Ed. Haworth Press, America, 410 P.
11. Karakurt H, Aslantas R, Ozkan G and Guleryuz M (2009) Effects of indol-3-butyric acid (IBA), plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and carbohydrates on rooting of hardwood cutting of MM106 Apple rootstock African Journal of Agriculture Research. 4(2) : 060-064.
12. Karakurt H (2006) Determination of effects of some bacteria strains on fruit setting, fruit properties and plant growth on apple. Ataturk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, M. Sc. Dissertation.
13. Koyuncu F and Senel E (2003) Rooting of black mulberry (*Morus nigra* L.) hardwood cuttings. Journal of Fruit Ornamental Plant Research. 11: 53-57.
14. Kuden A and Gulen H (2007) Propagation of apples, pears and plums by grafted cuttings. Acta Horticulturae. 441(Abst).
15. Ostroukhova SA (1977) Propagation of clonal apple Rootstocks by soft wood cutting. Sadovodstvai, Vinogradarstvav Sredn Aaii. Tashkent, 27-30.
16. Pandey D, Serivastava RP, Tripathi SP and Misra RS (1981) Effect of some plant growth Regulators, urea and their combinations on the growth of apple seedling. Progressive Horticulture 13: 47-53.
17. Polat AA, Durgaç C and Kamiloglu O (2000) The Effects of Indole butyric acid (IBA) on rooting of fig cuttings (in Turkish with English Abstract). Turkey V. National Horticulture Congress, 1: 132-136.
18. Polat AA and Kamiloglu O (2007) Experiment on propagation with cutting of Quince-A and BA-29 rootstocks and on budding with loquat cultivar (in Turkish with English Abstract). Turkey V. National Horticulture Congress, 1: 169-173.
19. Pirkhezri M, Atashkar D, Hajnajari H and Fathi D (2011) Effect of various treatments on rooting of some apple (*Mallus domestica* Borkh.) clonal rootstocks. Seed and Plant Journal. 26(2), 193-206.
20. Rahimi Dvin S, Ganji Moghadam E and Kiani M (2011) Rooting response of hardwood cutting of MM111 apple clonal rootstock to Indolebutyric acid and rooting media. Asian Journal of Applied Sciences. 4(4), 453-458.
21. Suriyapananont V (2009) Propagation of apple rootstocks in Thailand. Propagation by cutting as related to seasonal changes, growth regulators, and rooting media. Acta Horticulturae. 279(Abst).

22. Uosukainen M (1992) Rooting and weaning of apple rootstock YP. *Agronomy*. 12: 803-806.
23. Wen-Quan S and Bassuk NL (1991) Effect of banding and IBA on rooting and bud break in cutting of apple rootstock " MM.106" Franklinia. *Journal of Environment*. 9(1): 40-43.
24. Wiley JS (1987) Rootstock for fruit crops in: Edited by Roy C. Rom; Robert F. Carlson, A Wiley, Science Publication, 494p.
25. Yıldız K (2001) The effect of IBA, CEPA and AVG on rooting of hardwood cuttings in different fruit species (in Turkish with English Abstract). *Journal of Agricultural Science*. 11: 51-54.
26. Zengibal H and Ozcan M (2006) The Effect of IBA treatments on rooting of hardwood cuttings in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, A. Chev.) (in Turkish with English Abstract). *Journal of Agricultur*. 21(1): 40-43.
27. Zhu LH, Holefors A, Ahlmana A, Xuea ZT and Welander M (2001) Transformation of the apple rootstock M.9/29 with the *rolB* gene and its influence on rooting and growth. *Plant Science*. 160: 433-439.

Archive of SID