به‌زراعی 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[۱]، محی‌الدین پیرخضری*[۲]، داریوش آتشکار[۳]

۱. استادیار پژوهش بخش تحقیقات باغبانی، مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر، کرج ـ ایران
۲. پژوهشگر بخش تحقیقات باغبانی، مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر، کرج ـ ایران
۳. مربی پژوهش بخش تحقیقات باغبانی، مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر، کرج ـ ایران

تاریخ وصول مقاله: ۹۱/۱۲/۲۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۹/۱۱

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 توسعهٔ باغ‌های پایهٔ مالینگ دارد. این آزمایش به منظور بررسی امکان استفاده از سرشاخه‌های پایه‌های رویشی بالای محل پیوند و کاهش ضایعات پایه‌های سربرداری‌شده 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. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که سیستم تکثیر قلمه در خزانه به‌صورت غیرقطبی با ۲۸/۷۷ درصد ریشه‌زایی نسبت به سیستم تکثیر گلخانه‌ای با ۲۲/۱۹ درصد ریشه‌زایی تفاوت معنی‌داری دارد. همچنین، قدرت ریشه‌زایی پایهٔ مالینگ مرتون ۱۰۶ با ۳۸/۸۲ درصد نسبت به پایهٔ مالینگ مرتون ۱۱۱ با ۱۲/٤ 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.

* نویسنده مسئول Email: Pirkhezri_mohi@yahoo.com

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 ارائهٔ 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 ام ۱۱۱ نسبت به سایر پایه‌ها مثل ام۲۶ 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 دورهٔ تولید نهال، بهره‌برداری‌نکردن از ساقه‌های یک‌ساله باقی‌مانده و حذف‌شدهٔ عملیات سربرداری پس از انجام پیوند است. به‌طور معمول تولیدکنندگان نهال آن را به‌عنوان مواد گیاهی بلااستفاده تلقی و با صرف هزینهٔ 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 تنظیم‌کنندهٔ 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[1]، ایندول استیک اسید[2]، نفتالن استیک اسید[3] و تری اکسی کلروفنوکسی استیک اسید[4] بر ریشه‌زایی پایهٔ 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 [۲،۲۵] مالینگ مرتون[5] ۱۰۶(ام ام ـ۱۰۶) 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 ـ۱۱۱، ۳۷/۰۳ درصد گزارش شده است [۲۰]. در گزارشی حداکثر درصد ریشه‌زایی ام ـ۲۶ 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

افـزایش نـشان مـی‌دهـد [۲۳]. تلفیـق هورمـونی ایـندول بوتیریک اسید بـه عـلاوه نفتـالن اسـتیک اسـید بـه نـسبت مساوی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در تکثیـر پایـه‌هـای سـیب مالینگ[1] و مالینگ مرتون (ام ام ـ۱۰۶، ام ـ۲۶، ام ـ۹) نسبت به کاربرد جداگانهٔ آن‌ها مؤثرتر است. همچنین، ریشه‌زایـی پایهٔ ام ام ـ۱۰۶ (با ۴۶/۸ درصـد) بیـشتر از ام ـ۹ و ام ـ۲۶ است و ام ـ۹ (با ۱۷/۵ درصد) کم‌ترین درصد ریـشه‌زایـی را دارد [۴]. مناسب‌ترین تیمار هورمونی در پایـه‌هـای ام ام ـ۱۰۶ ایندول بوتیریک اسـید ۲۵۰۰ میلـی‌گـرم در لیتـر بـه مدت ۵ ثانیه با ۸۰ درصد ریشه‌زایـی گـزارش شـده اسـت [۱۴]. از بین غلظت‌های ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید بر ریشه‌زایـی پایـه‌هـای سـیب، غلظت ۱۰۰۰ میلـی‌گـرم در لیتـر ۱۰ درصـد کـالوس‌زایـی (بدون تولید ریشه) و در ۲۰۰۰ میلـی‌گـرم در لیتـر، تولیـد کالوس و ریشه‌زایی دو تا سه برابر افزایش دارد [۱۱].

قراردادن قلمه‌ها پـس از تیمـار هورمـونی، بـه‌صـورت غیرقطبی در زیر ماسهٔ شسته، تشکیل کـالوس و ریـشه‌هـای نابجـا را تـسریع مـی‌کنـد [۱۰]. تکثیـر قلمـه‌هـای انگـور به‌صورت غیرقطبـی نـشان داده اسـت کـه طـول، تعـداد و درصد ریشه‌زایی نسبت به روش معمول کشت قلمـه بهتـر بوده است [۸]. اثر غیرقطبی‌بـودن قلمـه‌هـا در پایـه انگـور کوبر[2] نشان داده است که غیرقطبی‌بودن ریشه‌دهی را بهبود می‌بخشد [۶]. همچنین، نوع قلمه از نظـر بافـت، موقعیـت قلمه در محور شاخه، قطر قلمه، میزان ذخیرهٔ مواد غذایی و هورمون‌ها نیز تأثیر به سزایی در ریشه‌زایی و راندمان تولید نهال‌های خود ریشه‌دار دارند [۱۰].

در این آزمایش اثر سیستم‌های مختلف تکثیر قلمه، گلخانه و خزانه، جایگـاه قلمـه روی شـاخه و تیمارهـای هورمـونی مختلف بر ریشه‌زایی رایج‌ترین پایه‌های رویشی بررسی شـد. این تحقیق با هدف آسان‌کردن و افزایش بازدهٔ تکثیر پایه‌هـای رویشی به منظور افزایش قدرت رقابت و اقتصادی‌کردن تولید نهال سیب کشور با استفاده از ضایعات سربرداری‌شده، انجـام شد. نتایج این آزمـایش امکـان تکثیـر آسـان بـدون نیـاز بـه سیستم‌های میست و پا گرمایی را فراهم می‌آورد.

۲. مواد و روش‌ها

قلمه‌های خشبی از سه موقعیـت انتهـایی، میـانی و پـایینی محورهای ساقهٔ یک‌ساله (حذف‌شـدهٔ عملیـات سـربرداری پیونـد) دو رقـم پایـه ام ام ـ۱۰۶ و ام ام ـ ۱۱۱ سـیب (*Malus domestica* Borkh.) در نهالستان بخش تحقیقـات باغبانی، مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر کـرج، در اواخر بهمن ماه ۱۳۸۸، به طول ۳۰ سانتی‌متر تهیـه شـد. پس از تفکیک قلمه‌ها به سه گروه در هر رقـم پایـه، مـواد گیـاهی بـا قـارچ‌کـش بنومیـل در غلظـت ۱/۵ در هـزار ضدعفونی شدند. هورمون ایندول بوتیریـک اسـید در سـه غلظت ۲۰۰۰، ۲۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر حل‌شـده در الکل اتیلیک ۷۰ درصد (شـرکت نـصر، ایـران) تهیـه شـد. سپس، پایین قلمه‌ها به مدت ۵ ثانیه در محلول آمـاده‌شـده فـرو بـرده شـدند [۱۰]. در گلخانـه (دمـای ۱۸ درجـهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبت ۷۰ درصد)، قلمه‌هـای هـر دو پایه تحت آزمـایش، پـس از تیمـار هورمـونی، بـه‌صـورت مستقیم و تحت پاگرمایی (۲۳ درجهٔ سانتی‌گراد)، در بـستر پرلایت کشت شدند. آبیاری با آب چاه با دمای (۲۰ درجـهٔ سانتی‌گراد) به‌صورت دستی و هفتگی انجام شد. در سیستم تکثیری خزانه، قلمه‌ها بـه‌صـورت غیرقطبـی و وارونـه در بسته‌های ۵۰ عددی پس از تیمار هورمونی، در چالـه‌ای بـه عمق ۷۰ سانتی‌متر و طول و عرض ۲×۱ متر مستقر شـدند. کف چاله ۱۰ سانتی‌متر ماسه نرم رودخانه ریخته و سـپس، روی قلمه‌ها هم ۲۰ سانتی‌متر ماسه افزوده شد. قلمه‌هـا بـه مدت دو ماه از اواخر بهمن ماه تا آخـر فـروردین مـاه، در

1. Malling
2. Kuber 5BB

چاله خزانه شدند. طی این مدت به دلیل بارش معمولا نیازی به آبیاری نبود. پس از حدود دو ماه در اواخر فروردین، قلمه‌ها بیرون آورده شدند و درصد قلمه‌های ریشه‌دارشده، 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 کالوس‌دارشده برای ادامهٔ رشد و تبدیل‌شدن به نهال کامل آمادهٔ پیوند (در شهریور همان سال) در خزانهٔ معمول کشت شدند.

این آزمایش به‌صورت 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 نرم‌افزارSAS[1] (نسخه ۹/۱) و مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن[2] در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

۳. نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیهٔ 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 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 تجزیهٔ 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).

مقایسهٔ 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 ـ۱۰۶ با ۳۸/۸ درصد نسبت به پایهٔ ام ام ـ۱۱۱ با ۱۲/٤ درصد ریشه‌زایی اختلاف معنی‌داری داشت. نتایج دیگر تحقیقات روی این پایه‌ها نشان داد است که پایهٔ ام ام ـ۱۰۶ نسبت به سایر پایه‌ها (به جز ام ـ۲۶) سهل ریشه‌زا تر است [۱۹]. همچنین، میانگین تعداد ریشه در پایهٔ ام ام ـ۱۰۶ (۶/۵۵ عدد) به مراتب از پایهٔ ام ام ـ۱۱۱ (۲/۸۲ عدد) بهتر بود و با آن اختلاف معنی‌داری داشت، اما درصد کالوس‌زایی در پایهٔ ام ام ـ۱۱۱ بهتر بود (جدول ۲). مقایسهٔ 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

1. SAS
2. Dunkan

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

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

منابع تغییرات	درجهٔ 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 ns	۲۳/۲**	۰/۵۵*
سیستم*نوع پایه	۱	۱۶/۲۵**	۳/۹۱ ns	۰/۱۹ ns	۱/۶۱*	۱/۶*	۲/۲۰*
جایگاه قلمه	۲	۵۶۳/۱۰**	۰/۴۲ ns	۵/۷۷**	۰/۹۱ *	۰/۹۱*	۵۴/۰۷**
سیستم* جایگاه قلمه	۲	۲۱/۸۴**	۷/۰۵**	۳/۵۰*	۴/۰۹**	۰/۷۳ns	۲/۶۲*
نوع پایه* جایگاه قلمه	۲	۲۷/۴۰**	۱/۷۶*	۰/ ۱۴ ns	۰/۷۲ ns	۴/۰۹**	۲/۰۶*
سیستم* نوع پایه * جایگاه قلمه	۲	۲۰/۶۸**	۱/۴۶ ns	۰/۰۹ ns	۰/۳۲**	۰/۳۳ ns	۰/۱۲ ns
غلظت هورمون	۲	۴/۵۸**	۷/۲۴**	۱۷/۳۱**	۳/۰۳**	۳/۰۳**	۴۵/۴۴**
سیستم* غلظت هورمون	۲	۱/۵۴*	۰/۴۶ ns	۱/۱۱*	۰/۱۵ ns	۰/۱۵**	۲/۹۷*
نوع پایه * غلظت هورمون	۲	۰/۴۲ ns	۴۶/۲۴**	۳۹/۸۰**	۴/۶۷ **	۴/۶۷**	۰/۹۷*
سیستم* نوع پایه * غلظت هورمون	۲	۴/۲۵**	۱/۱ ns	۰/۹۷*	۰/۴۲ ns	۰/۴۲ns	۰/۰۸ ns
جایگاه قلمه* غلظت هورمون	۴	۰/۲۱ ns	۲/۳۸*	۱/۹۵**	۰/۶۸*	۰/۶۸*	۵/۶۴**
سیستم* جایگاه قلمه* غلظت هورمون	۴	۱/۴۴*	۲/۵۷ ns	۰/ ۶۲ ns	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

درصد ریشه‌زایی بود که با سایر غلظت‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. در تحقیقی در قلمه‌های خشبی پایهٔ ام ام ـ۱۱۱ 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 ریشهٔ ایجادشده 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 (۲۹/۲۴ درصد) بود و میزان ریشه‌زایی کمتر در سیستم تکثیر گلخانه‌ای و وسط ساقه (۲۰/۵۶ درصد) بود. برای درصد کالوس‌زایی بیشتر مقدار مربوط به سیستم تکثیر گلخانه‌ای و قلمه‌های وسط ساقه (۷۳/۶۸ درصد) و کمترین مقدار در سیستم تکثیر خزانه در قلمه‌های پایین شاخه (۶۲/۰۰ درصد) بود. همچنین، برای میانگین تعداد ریشه در قلمه، سیستم تکثیر خزانه و قلمه پایین ساقه (۶/۱۵ عدد) بیشترین و سپس، سیستم تکثیر گلخانه‌ای در قلمهٔ پایین ساقه (۵/۳۵ عدد) بود. کمترین تعداد ریشهٔ تولیدی مربوط به سیستم تکثیر گلخانه‌ای در قلمهٔ وسط ساقه (۴/۰۷ عدد) بود. قلمه‌های پایین و وسط ساقه در هر دو سیستم گلخانه و خزانه دارای بیشترین میزان کالوس تولیدی بودند و نسبت به قلمه‌های بالای ساقه تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳).

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در سیستم تکثیر، پایه و غلظت هورمون در پایه‌های سیب 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 b	۶۹/۲۵ a	۳/۴۵ a	۴/۶۳ a	۳/۳۸ a
خزانه	۲۸/۷۷ a	۶۶/۴۱ b	۲/۵۸ b	۴/ ۷۵ a	۳/۳۴ a
			پایه		
M106	۳۸/۸۲ a	۵۶/۷۸ b	۳/۰۳ a	۶/۵۵ a	۳/۳۷ a
M111	۱۲/۴ b	۷۸/۸۸ a	۲/۹۹ a	۲/۸۲ b	۳/۳۴ a
			جایگاه قلمه (روی شاخه)		
پایین شاخه	۲۷/۳۷ a	۶۳/۲۴ b	۳/۲۰ a	۵/۷۵ a	۳/۵۰ a
وسط شاخه	۲۴/۹۰ a	۶۸/۹۵ a	۲/۹۴ a	۴/۲۸ b	۳/۴۹ a
سر شاخه	۲۴/۱۶ a	۷۱/۲۹ a	۲/۹۰ a	۴/۰۴ b	۳/۰۸ b
			غلظت هورمون IBA(میلی‌گرم در لیتر)		
۳۰۰۰	۲۴/۱۴ b	۷۱/۴۱ a	۳/۱۶ a	۴/۸۳ b	۳/۵۵ a
۲۵۰۰	۳۳/۳۸ a	۵۹/۵۶ b	۳/۲۲ a	۶/۱۲ a	۳/۴۱ b
۲۰۰۰	۱۸/۹۱ c	۷۲/۵۰ a	۲/۶۶ a	۳/۰۶ c	۳/۱۱ c

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 c	٦٤/٤٨ bc	٥/٣٥ ab	٣/٥٠ a
گلخانه×وسط شاخه	۲۰/٥٦ c	٧٣/٦٨ a	٤/٠٧ c	٣/٤٧ a
گلخانه×بالای شاخه	٢٤/٣٧ bc	٦٩/٥٨ ab	٤/٤٦ bc	٣/١٦ b
مزرعه×پایین شاخه	٣٣/١١ a	٦٢/٠ c	٦/١٥ a	٣/٥١ a
مزرعه×وسط شاخه	٢٩/٢٤ ab	٦٤/٢١ bc	٤/٤٩ bc	٣/٥١ a
مزرعه×بالای شاخه	٢٣/٩٦ bc	٧٣/٠١ a	٣/٦٢ c	٣/٠٠ c

اثر متقابل نوع پایه در غلظت هورمون نشان داد که بیشترین درصد ریشه‌زایی مربوط به پایهٔ ام ام ـ۱۰۶ 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 ٦/٨ درصد مربوط به پایهٔ ام ام ـ۱۱۱ و غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود (جدول ٤). 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 پایهٔ ام ام ـ۱۰۶ دارای ۸۰ درصد ریشه‌زایی بوده است [١٤]. تحقیقات اخیر نیز دربارهٔ قلمه‌های خشبی پایهٔ ام ام ـ۱۱۱ 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 ۲، ٤ و ٥ تری کلرو فنوکسی استیک اسید اختلاف معنی‌دار داشته است [۲۱].

بیشترین درصد کالوس‌زایی با ۸۰/۰۱ درصد مربوط به پایهٔ ام ام ـ۱۱۱ در غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و سپس، همین پایه با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر است و کمترین درصد کالوس‌زایی مربوط به پایهٔ ام ام ـ۱۰۶ در همین غلظت همراه با بیشترین درصد ریشه‌زایی است (جدول ٤) که این نشان‌دهندهٔ استعداد ژنتیکی و کارایی این رقم پایه در بهره‌گیری از مواد ذخیرهٔ غذایی و هدایت آن برای تولید ریشه به جای کالوس‌زایی است. برای تعداد ریشه پایهٔ ام ام ـ۱۰۶ با غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و سپس، ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب با ۹/٥٦ و ٦/٩ عدد ریشه، بیشترین تعداد را داشت که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشتند. گزارش‌هایی مبنی بر تیمار قلمه‌های چوب سخت ام ام ـ۱۰۶ 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 پایهٔ ام ام ـ۱۰۶ ۲۳/۱۹ درصد ریشه‌زایی و ٦٩/٤٣ درصد کالوس‌زایی مشاهده شد. در ادامهٔ مقایسه‌های انجام‌شده مشخص شد آنان میانگین تعداد ریشه و طول ریشه را به ترتیب ١٦/٥ عدد و ١٥

سانتی‌متر گزارش کردند، ولی در این آزمایش در غلظت ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در پایهٔ ام ام ـ۱۰۶ 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 پایهٔ مالینگ ام ام ـ۱۰۶ 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 پایهٔ ام ام ـ۱۱۱ 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 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 دامنهٔ 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).

جدول ٤. اثر متقابل نوع پایه در غلظت هورمون IBA روی درصد ریشه‌زایی، کالوس‌زایی، تعداد و میزان کالوس در قلمه‌های سیب

صفت پایه در IBA(mg/l)	درصد ریشه‌زایی	درصد کالوس‌زایی	تعداد ریشه در قلمه	میزان کالوس
در ۳۰۰۰ MM106	۳۳/۲۱ b	٦٤/۷۷ d	٦/۹۰ b	۳/۵۱ ab
در ۲۵۰۰ MM106	۵۹/۹٦ a	۳٦/۱۲ e	۹/۵٦ a	۳/۳۸ b
در ۲۰۰۰ MM106	۲۳/۱۹ c	٦۹/٤۳ cd	۳/۲۱ c	۳/۱٤ c
در MM111۳۰۰۰	۱٤/۹۸ d	۷۸/۰۲ ab	۲/۸۹ c	۳/۵۹ a
در MM111۲۵۰۰	٦/۸۰ e	۸۳/۰۱ a	۲/٦۸ c	۳/٤۳ b
در MM111۲۰۰۰	۱٤/٦٤ d	۷۵/۵۲ bc	۲/۹۱ c	۳/۰۹ c

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

صفت	درصد ریشه‌زایی	درصد کالوس‌زایی	تعداد ریشه در قلمه	میزان کالوس
جایگاه قلمه در IBA(mg/l)				
پایین شاخه در ۳۰۰۰ .	۳٦/۲٦ b-d	٦۷/۷۲ ab	۵/٦۳ bc	۳/۷۰ a
پایین شاخه در ۲۵۰۰.	۳۸/٤۲ a	٤۹/۹۹ c	۷/۷۰ a	۳/۵۳ bc
پایین شاخه در ۲۰۰۰ .	۱۷/۳۳ e	۷۲/۰۱ a	۳/۹۱ cd	۳/۲۸ de
وسط شاخه در ۳۰۰۰ .	۲۳/٦۲ c-e	۷۳/٤۰ a	۳/۵۱ d	۳/۵۷ ab
وسط شاخه در ۲۵۰۰.	۳۲/۰۵ ab	٦۲/۱۷ ab	٦/٦۲ ab	۳/۵۰ bc
وسط شاخه در ۲۰۰۰ .	۱۹/۰۳ de	۷۱/۲٦ ab	۲/۷۰ d	۳/۳۹ cd
بالای شاخه در ۳۰۰۰ .	۲٤/٤۵ c-e	۷۳/۱۲ a	۵/۵٤ bc	۳/۳۷ cd
بالای شاخه در ۲۵۰۰.	۲۹/٦٦ bc	٦٦/۵٤ ab	٤/۰۳ cd	۳/۱۸ e
بالای شاخه در ۲۰۰۰ .	۲۰/۳۹ de	۷٤/۲۲ a	۲/۵۵ d	۲/٦۸ f

جدول ٦. همبستگی بین صفات مورد ارزیابی پایه‌های سیب

	قطر قلمه	ریشه‌زایی	کالوس‌زایی	بدون ریشه و کالوس	طول ریشه	تعداد ریشه	یزان کالوس
قطر قلمه	۱						
ریشه‌زایی	۰/۲۱۸*	۱					
کالوس‌زایی	۰/۲٦۵**	-۰/۹۲٦**	۱				
بدون ریشه و کالوس	۰/۰۹۱	-۰/۳۱۸**	-۰/۰٤۷	۱			
طول ریشه	۰/۰۳۷	۰/۲۰٦*	-۰/۱۹۲*	۰/۰٤٤	۱		
تعداد ریشه	۰/۳۱۳**	۰/۷۲**	-۰/٦٤۱**	-۰/۳۰۳**	۰/۳٦٤**	۱	
میزان کالوس	۰/۵۰٤**	۰/۰٤۱	-۰/۰٦۸	۰/۰۲۷	۰/۱۳۳	۰/۱٦۸	۱

همان‌گونه که از جدول استنباط می‌شود قطر قلمه عامل مهمی در ریشه‌زایی است و با حجم کالوس‌دهی، تعداد ریشه، درصد کالوس‌زایی و درصد ریشه‌زایی همبستگی دارد که به دلیل ذخیرهٔ کربوهیدراتی و افزایش عمر قلمه تا ظهور کالوس و ریشه است. ذخیرهٔ کربوهیدراتی به دلیل تأمین انرژی متابولیسمی و همچنین، قابلیت شکسته‌شدن و تبدیل‌شدن به سایر ترکیبات مورد نیاز مراحل تولید بافت پینه یا کالوس و ایجاد مریستم‌های اولیه ریشه از عوامل مهم در تهیهٔ قلمه است. با توجه به این آزمایش و آزمایش‌های قبلی در خصوص ریشه‌زایی قلمه‌ها (داده‌های منتشرنشده) 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 ٦ نشان داده شده است که هرچه درصد کالوس‌زایی بیشتر می‌شود درصد ریشه‌زایی کاهش می‌یابد که نشان 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 به‌صورت وارونه بدون استفاده از گلخانه اقدام به تکثیر پایه‌های رویشی سیب کرد. همچنین، پایهٔ مالینگ مرتون ۱۰٦ ریشه‌زایی به‌مراتب بهتری در مقایسه با مالینگ مرتون ۱۱۱ داشت و بهترین غلظت هورمون ایندول بوتریک اسید برای ریشه‌زایی قلمه پایه‌های رویشی سیب ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر است.

منابع

1. Ahad SF Ihsan M and khan J (1982) ffect 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 (988) The effects of reversed polarity and acropetal centrifugation on the rooting of hard wood cuttings rootstock Kober BB5. Acta Horticulturae. 227:150-154.

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, 7th. 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. Pandy 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 0n 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, Holeforsa A, Ahlmana A, Xuea ZT and Welander M (2001) Transformation of the apple rootstock M.9/29 with the *rol*B gene and its influence on rooting and growth. Plant Science.160: 433-439