Archive of SID

مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۶ ، شماره ۲، سال ۱۳۸۹

اثر تیمارهای مختلف در ریشه‌زایی تعدادی از پایه‌های رویشی سیب(*Mallus domestica* Borkh.)

Effect of Different Treatments on Rooting of Some Apple (*Mallus domestica* Borkh.) Clonal Rootstocks

محی‌الدین پیرخضری[۱]، داریوش آتشکار[۲]، حسن حاج‌نجاری[۳] و داریوش فتحی[۴]

۱- پژوهشگر، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.
۲ و ۳- عضو هیأت علمی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.
۴- پژوهشگر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، مشهد.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۳/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱/۲۶

چکیده

پیرخضری، م.، آتشکار، د.، حاج‌نجاری، ح. و فتحی، د. ۱۳۸۹. اثر تیمارهای مختلف در ریشه‌زایی تعدادی از پایه‌های رویشی سیب (*Mallus domestica* Borkh.). **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۶ (۱): ۲۰۶ - ۱۹۳.**

توسعه پایه‌های رویشی بمنظور افزایش عملکرد در باغهای سیب، ضروری است. این امر به در دسترس بودن یک روش ساده و آسان تکثیر پایه‌ها بستگی دارد. در این آزمایش اثر غلظت‌های مختلف هورمون ایندل بوتریک اسید (IBA) و دو روش نگهداری قلمه‌ها (وارونه و مستقیم)، روی ریشه‌زایی، کالوس‌زایی و تعداد و طول ریشه‌های پنج پایه رویشی(B9, M9, M26, MM106 و آزایش) با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی مطالعه شد. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها و پایه‌ها وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که IBA با غلظت ppm ۲۵۰۰ در پایهM26 بهمراه نگهداری وارونه با ۵۸/۴۲٪ ریشه‌زایی در مقایسه با شاهد مستقیم در پایه M26 با ۳/۲۷٪ ریشه‌زایی بیشترین اثر را داشت. همچنین این تیمار، تعداد و طول ریشه‌ها را ۵۰ تا ۱۰۰ درصد افزایش داد. بین پایه‌ها نیز پایه‌های M26 و MM106 از نظر درصد ریشه‌زایی، تعداد و طول ریشه‌ها نسبت به پایه‌های آزایش و M9 برتر و با آنان اختلاف معنی‌داری داشتند.

واژه‌های کلیدی: سیب، پایه‌های رویشی، تیمار هورمونی، IBA و جهت نگهداری.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: pirkhezri_m@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه راهبرد باغبانی در کشورهای پیشرفته حرکت بسوی احداث باغات متراکم درختان میوه می‌باشد. سیب جزء اولین درختان میوه‌ای بوده که بصورت متراکم کشت گردیده است و هم‌اکنون نیز باغهای سیب با پایه‌های پاکوتاه در اقصی نقاط دنیا بصورت اقتصادی وجود دارد (Aslantas and Karakurt, 2006; Rom and Carlson, 1987; Karakurt, 2007). از خصوصیات مطلوب این پایه‌ها قابلیت تکثیر غیر جنسی آنهاست. روش‌های مختلف تکثیر غیر جنسی پایه‌های رویشی سیب مثل خوابانیدن، قلمه‌های خشبی و نیمه‌خشبی و ریزازدیادی، که با توجه به نوع پایه و برآورد اقتصادی قابل انجام است (Hartmann *et al.*, 2002; Rom. and Carlson, 1987; Ostroukhova, 1977). در پایه‌های سخت ریشه‌زا رفع مشکل تکثیر غیرجنسی ضروری است (Uosukainen, 1992). تکثیر با قلمه‌های چوب سخت از کم هزینه‌ترین و آسانترین روشهای تکثیر غیرجنسی است که در بسیاری از درختان میوه و گیاهان زینتی به کار می‌رود (Hartmann *et al.*, 2002; Polat *et al.*, 2000).

تیمارهای مختلف جهت افزایش موفقیت تکثیر با قلمه استفاده میشود که کاربرد خارجی مواد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی یکی از معمولترین روش‌هاست (Polat and Kamiloglu, 2007; Yildiz, 2001). تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی تشکیل ریشه در قلمه‌ها را افزایش میدهند (Koyuncu and Senel, 2003; Ercisli *et al.*, 2003). تیمارهای مکمل به همراه مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی نیز جهت افزایش تشکیل ریشه‌ها روی قلمه بخصوص در گیاهان سخت ریشه‌زا به کار میروند (Zengibal and Özcan, 2006; Uosukainen, 1992).

بیشترین موفقیت در گیاهانی مثل کیوی، انجیر و سیب از تیمار ایندول بوتریک اسید (IBA) که جزء گروه هورمون‌های آکسین است بدست آمده است که هم برای قلمه‌های چوب سخت و چوب نرم ضروری است (Ercisli *et al.*, 2003; Polat and Kamiloglu, 2002). سوریاپانانوت (Suriyapananont, 2009) در تایلند تاثیر هورمون‌های NAA, IBA, IAA و 2.4.5.T را بر ریشه‌زایی پایه MM106 مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که تیمار IBA بهتر از سایر هورمون‌ها بود و با آنها در ریشه‌زایی تفاوت معنی‌داری داشتند. در هندوستان پاندی و همکاران (Pandy *et al.*, 1981) بهترین و مناسب‌ترین غلظت هورمون IBA برای ریشه‌دار شدن قلمه‌های خشبی پایه‌های سیب M25، M2، MM106، را غلظت ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام به مدت ۵ ثانیه گزارش نموده‌اند. در کانادا چونگ (Chong, 1983) غلظت ۴۰۰۰ قسمت در

www.SID.ir

Archive of SID

میلیون هورمون IBA به مدت ۵ ثانیه را برای ریشه‌دارکردن قلمه‌های سیب رقم هوپا مناسب یافت. عبادی (Ebadi, 1990) عوامل مؤثر بر ریشه‌زائی قلمه‌های سیب پایه‌های (M9، M26) را مطالعه و گزارش نمود که تیمار قلمه با هورمون IBA در مقایسه با شاهد تأثیر زیادی در افزایش درصد ریشه‌زائی داشت و تعداد ریشه‌ها با افزایش غلظت هورمون IBA افزایش می‌یابد. حداکثر درصد ریشه‌زایی در IBA به غلظت ۲۰۰۰ قسمت در میلیون به مدت ۵ ثانیه در M26 بدست آمد. ون‌کوان و باسوک (Wen-Quan and Bassuk, 1991) گزارش نمودند که با افزایش غلظت در پایه MM106، IBA از صفر تا ۲۰۰۰ قسمت در میلیون به مدت ۵ ثانیه، درصد ریشه‌زایی از ۴/۵٪ تا ۵۵/۵٪ و تعداد ریشه‌ها نیز از ۴/۱ تا ۹/۸ در هر قلمه افزایش نشان میدهد. بوذری و همکاران (Boozari, *et al.*, 1996). تکثیر رویشی پایه‌های سیب مالینگ و مالینگ مرتون (MM106 ، M26، M9) را با غلظت‌های ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ قسمت در میلیون IBA و NAA به مدت ۵ ثانیه بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که تیمار هورمونی نسبت به شاهد تأثیر زیادی در افزایش درصد ریشه‌زائی داشت و از بین تیمارهای مختلف هورمونی، مخلوط دو هورمون IBA و NAA به نسبت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام از هر یک نسبت به کاربرد خالص مواد هورمونی مؤثرتر بود. همچنین پایه MM106 (۴۶/۸٪) نسبت به دیگر پایه‌ها درصد ریشه‌زایی بیشتری داشت و M9 (۱۷/۵٪) کمترین درصد ریشه‌زایی را دارا بود. کودن و گولن (Küden and Gülen, 2007) مناسبترین تیمار هورمونی در پایه‌های MM106 را IBA ۲۵۰۰ قسمت در میلیون به مدت ۵ ثانیه با ۸۰٪ ریشه‌زایی گزارش نمودند. کاراکورت و همکاران (Karakurt *et al.*, 2009) سه غلظت ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ قسمت در میلیون IBA به مدت ۵ ثانیه همراه تیمارهای تکمیلی را بر ریشه‌زایی پایه‌های سیب بررسی نمودند که در غلظت ۱۰۰۰ قسمت در میلیون ۱۰٪ کالوس‌زایی (بدون تولید ریشه) و ۲۰۰۰ قسمت در میلیون بهمراه تیمارهای تکمیلی ریشه‌زایی و کالوس دو تا سه برابر گردید.

وارونه قرار دادن قلمه‌ها در شرایط مطلوب رطوبتی و حرارتی، همچنین اکسیژن کافی در زیر ماسه شسته تشکیل کالوس و ریشه نابجا را تسریع مینماید (Hartmann *et al.*, 2002). اقبالی و همکاران (Egbali *et al.*, 2000) روش تکثیر قلمه‌های انگور به روش نگهداری وارونه در شرایط دمایی و رطوبتی مطلوب را بررسی نمودند که کمیت و کیفیت (طول، تعداد و درصد ریشه‌زایی) بهتر از روش مستقیم بود.

با توجه به نیاز کشور به تکثیر و تولید پایه‌های رویشی سیب، ارایه یک راه حل اقتصادی، آسان و سریع بمنظور تکثیر تولید انبوه پایه‌های رویشی ضروری بنظر میرسد. این آزمایش بمنظور مقایسه اثر تیمارهای مختلف بر ریشه‌زایی تعدادی از پایه‌های مختلف رویشی

www.SID.ir

Archive of SID

سیب موجود در کشور و تعیین مناسبترین روش تیمار هورمونی برای تکثیر پایه‌های رویشی سیب اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

قلمه‌های خشبی از پایه‌های مالینگ (M26, M9)، مالینگ مرتون (MM106)، بوداگوفسکی (B9) و پایه پاکوتاه‌کننده ایرانی آزایش، موجود در نهالستان بخش تحقیقات باغبانی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، در اوایل بهمن ماه ۱۳۸۷ تهیه گردید. قلمه‌ها به طول ۳۰ سانتیمتر و قطر حدود ۱۵ میلیمتر تهیه گردید و سپس با قارچ‌کش مناسب (بنومیل ۱/۵ در هزار) ضدعفونی شدند.

هورمون ایندول بوتریک اسید (IBA) به غلظتهای ۱۵۰۰، ۲۵۰۰ و ۳۰۰۰ قسمت در میلیون تهیه گردید و انتهای پایین قلمه‌ها بمدت ۵ ثانیه در محلول آماده شده با الکل ۷۰ درصد، فرو برده شد(Hartmann *et al.*, 2002). و برای تیمار شاهد از آب مقطر استفاده شد. قلمه‌ها پس از تیمار به دو روش مستقیم و وارونه در چاله‌ای به عمق ۷۰ سانتیمتر و طول و عرض مناسب (۲ در ۱ متر) قرار داده شدند. کف چاله ۱۰ سانتیمتر ماسه نرم رودخانه ریخته و سپس روی قلمه‌ها هم ۲۰ سانتیمتر ماسه ریخته شد. قلمه‌ها در چاله طوری نگهداری شدند که همواره مرطوب باشند. پس از حدود دو ماه در اواخر فروردین قلمه‌ها را بیرون آورده و فاکتورهای تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده، کالوس‌دار و بدون ریشه و کالوس شمارش گردیدند و همچنین تعداد و طول کل ریشه در هر قلمه اندازه‌گیری گردید.

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بصورت نامتعادل با دو تا ۵ تکرار اجرا گردید و در هر کرت آزمایشی از ۵۰ عدد قلمه خشبی استفاده گردید. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد ریشه، کالوس، قلمه‌های بدون ریشه و کالوس، تعداد و میانگین طول ریشه‌ها در هر قلمه و میانگین طول ریشه‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. اثر رقم و هورمون بر کلیه صفات، در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). اثر رقم در هورمون برای کلیه صفات در سطح ۱٪ و برای میانگین طول ریشه در هر قلمه در سطح ۵٪ و برای میانگین طول ریشه معنی‌دار نگردید. جهت نگهداری قلمه‌ها از فاکتورهای بسیار مهم می‌باشد که در تمام صفات بجز تعداد ریشه در قلمه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. اثر متقابل رقم × جهت نگهداری در درصد ریشه‌زایی، کالوس‌زایی و قلمه‌های بدون ریشه و کالوس و اثر متقابل هورمون × جهت نگهداری برای صفات کالوس‌زایی و قلمه‌های بدون ریشه و کالوس در سطح۱٪ معنی‌دار گردید. اثر متقابل

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس برای ریشه‌زایی، کالوس‌زایی، قلمه‌های بدون ریشه و کالوس، تعداد و طول ریشه‌ها در تیمارهای هورمونی، جهت نگهداری و پایه‌های مختلف سیب

Table 1. Summary of analysis of variance for callusing, rootless/ callusless cuttings & numbers and length of roots in different hormonal treatments, positioning and apple cultivars

			میانگین مربعات MS					
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	درصد ریشه‌زایی Rooting (%)	درصد کالوس‌زایی Callusing (%)	درصد قلمه‌های بدون ریشه و کالوس Rootless & callusless cuttings	تعداد ریشه در هر قلمه Mean of root number per cutting	میانگین طول ریشه در هر قلمه Mean of root length per cutting	میانگین طول ریشه Mean of root length
Rootstock (R)	پایه	4	2353.05**	1313.97**	2604.74**	69.99**	22495.28**	734.66**
Hormone (H)	هورمون	3	1640.69**	1237.01**	4712.64**	87.03**	32761.73**	1509.59**
Positioning (P)	جهت نگهداری	1	1873.15**	1.15^{ns}	1870.65**	57.34**	35216.02**	1713.41**
R × H	پایه × هورمون	12	600.20**	1090.76**	296.59**	30.06**	7189.37*	166.34^{ns}
R × P	پایه × جهت نگهداری	4	260.02**	594.20**	86.84**	4.01^{ns}	1016.67^{ns}	161.91^{ns}
H × P	هورمون × جهت نگهداری	3	149.75^{ns}	491.34**	172.21**	11.56^{ns}	2725.52^{ns}	23.18^{ns}
R × H × P	پایه × هورمون × جهت نگهداری	12	74.14*	151.70**	51.80**	5.77^{ns}	1224.81^{ns}	153.43^{ns}
Error	خطا	55	34.35	50.25	11.31	4.32	2171.03	86.75

* و** : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱ ٪.

* and ** : Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

ns: غیر معنی دار

ns: Non- significant

www.SID.ir

Archive of SID

سه‌گانه نیز برای صفات درصد ریشه‌زایی، کالوس‌زایی و قلمه‌های بدون ریشه و کالوس معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد ریشه‌زایی مربوط به پایه‌های M26 و MM106 با ۲۵/۱۳٪ و ۲۴/۳۷٪ بود که اختلاف معنی‌داری با پایه‌های B9 و M9 داشت و حداقل مقدار مربوط پایه به آزایش با ۱/۳۴٪ بود. مقایسه میانگین‌ها برای درصد کالوس‌زایی نشان میدهد که بیشترین میزان کالوس‌زایی مربوط به B9 و M9 به ترتیب با ۸۰/۱۲٪، ۷۴/۷۷٪ بود که با همدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. کمترین میزان کالوس‌زایی مربوط به پایه ایرانی آزایش با ۵۸/۹۶٪ بود. همچنین بیشترین مقدار قلمه‌های بدون ریشه و کالوس مربوط به پایه آزایش و M9 به ترتیب با ۳۹/۷۳٪ و ۱۹/۴٪ بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها برای میانگین تعداد ریشه در هر قلمه، میانگین طول ریشه در هر قلمه و میانگین طول ریشه‌ها نشان داد که پایه‌های M26 و MM106 دارای بیشترین مقدار و با سایر پایه‌ها اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد ریشه‌زایی مربوط به غلظت ppm ۲۵۰۰ با ۲۳/۵۸٪ بود که با سایر غلظت‌ها اختلاف معنی‌داری داشت و سپس غلظت‌های ppm۱۵۰۰ و ppm۳۰۰۰ قلمه‌های به ترتیب با ۱۳/۲۶٪ و ۱۰/۴۸٪ قرار گرفتند. هورمون IBA با غلظت ppm۱۵۰۰ تا ppm۲۵۰۰ در قلمه‌ها باعث افزایش درصد ریشه‌زایی شد اما با افزایش غلظت تا ppm۳۰۰۰ بدلیل اثر بازدارندگی و یا سوزانندگی، باعث کاهش حدود پنجاه درصدی ریشه‌زایی گردید (جدول ۲). کاراکوت و همکاران (Karakurt *et al.*, 2009) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند. برای درصد کالوس‌زایی بیشترین میزان مربوط غلظت ppm۳۰۰۰ با ۷۶/۱۷٪ و سپس غلظتهای ppm۲۵۰۰، ppm۱۵۰۰ بود. کمترین میزان کالوس‌زایی مربوط به شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. همچنین بیشترین مقدار قلمه‌های بدون کالوس و ریشه مربوط به تیمارهای شاهد با ۳۷/۶۹٪ و سپس ppm۱۵۰۰ با ۱۹/۰۹٪ بود که با یکدیگر و سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشتند و کمترین مقدار قلمه‌های بدون کالوس و ریشه مربوط به غلظت ppm ۲۵۰۰ بود (جدول ۲).

اثر غلظت‌های مختلف بر تعداد ریشه‌ها در هر قلمه نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به غلظت ppm۲۵۰۰ و کمترین مقدار مربوط به شاهد و سپس ppm۱۵۰۰ بود (جدول ۲). این موضوع نشان میدهد که آکسین در افزایش تشکیل تعداد ریشه نابجا تاثیر مستقیم دارد (Hartmann *et al.*, 2002). مقایسه میانگین‌ها برای میانگین طول ریشه‌ها در هر قلمه نشان میدهد که بیشترین مقدار مربوط به غلظت ppm۲۵۰۰ و ppm۳۰۰۰ به ترتیب با ۱۰۳ میلیمتر و ۷۶/۰۱ میلیمتر طول در هر قلمه بود و کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد با

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین صفات مختلف برای پایه‌های مختلف سیب، هورمون و جهت نگهداری قلمه‌ها

Table 2. Mean of different traits for different apple rootstocks, hormone and position

	میانگین طول ریشه (میلیمتر) Mean of root length (mm)	میانگین طول ریشه در هر قلمه (میلیمتر) Mean of root length per cutting (mm)	تعداد ریشه در هر قلمه Mean of root number per cutting	درصد بدون ریشه و کالوس Rootless & callusless (%)	درصد کالوس‌زایی Callusing (%)	درصد ریشه‌زایی Rooting (%)
Rootstock پایه						
M26	21.27a	106.27a	5.81a	9.71d	65.16c	25.13a
MM106	24.23a	86.77a	3.85b	12.25c	63.24cd	24.37a
M9	15.53a	40.04b	1.83c	19.4b	74.77b	5.84b
B9	19.71a	54.18b	2.45c	11.41cd	80.12a	7.97b
Azayesh	3.92b	22.17b	1.06c	39.73a	58.96d	1.34c
Hormone هورمون						
IBA3000	29.37a	76.01a	2.69b	13.34c	76.17a	10.48b
IBA2500	19.78b	103.0a	5.50a	4.89d	71.26b	23.58a
IBA1500	17.08b	45.37b	2.12bc	19.09b	67.28b	13.62b
Control	9.32c	19.57b	1.30c	37.69a	58.53c	3.64c
Positioning جهت نگهداری						
Inverted وارونه	23.06a	88.18a	4.21a	11.93b	68.62a	19.45a
Upright مستقیم	13.79b	37.94b	1.96b	24.22a	68.01a	7.51b

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column and factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- Using Duncan's Multiple Range Test.

* میانگین طول ریشه در هر قلمه برابر است با طول کل ریشه ها تقسیم بر تعداد قلمه ریشه دار.

** میانگین طول ریشه برابر است با طول کل ریشه ها تقسیم بر تعداد کل ریشه ها.

* Mean root length per cutting= total roots length divided by number of rooted cuttings.
** Mean of root length= total roots length divided by total root number.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۹/۵۷ میلیمتر است. میانگین طول ریشه‌ها در تیمار ppm۳۰۰۰ دارای بیشترین (۲۹/۳۷ میلیمتر) است که با سایر غلظت‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. (جدول ۲).

اثر نگهداری قلمه‌ها بصورت وارونه در درصد ریشه‌زایی با ۱۹/۴۵٪ نسبت به نگهداری مستقیم با ۷/۵۱٪ معنی‌دار بود و میزان قلمه‌های بدون ریشه و کالوس را بیش از ۱۰۰ درصد کاهش داد (جدول ۲). در نگهداری وارونه برای تعداد و طول ریشه در هر قلمه و میانگین طول ریشه نسبت به نگهداری مستقیم قلمه‌ها بین ۵۰٪ تا بیش از ۱۰۰ ٪ افزایش مشاهده شد (جدول ۲).

اثر متقابل پایه × هورمون برای درصد ریشه‌زایی نشان میدهد که بیشترین میزان ریشه‌زایی مربوط به پایه M26 و غلظت ppm۲۵۰۰ و پایه MM106 غلظت ppm۱۵۰۰ به ترتیب با ۴۷/۶۵٪ و ۴۵/۶۵٪ بود و سپس پایه MM106 تیمار ppm۲۵۰۰ و پایه M26 غلظت ppm۳۰۰۰ است و کمترین میزان ریشه‌زایی مربوط به پایه‌های آزایش با کلیه تیمارها بجز تیمار ppm۳۰۰۰ و سپس پایه M9 و B9 با تیمار شاهد بود. این نتایج نشان میدهد این پایه‌های سخت ریشه‌زا تر نیاز به تیمارهای تکمیلی و یا اصلاح از طریق تلاقی یا سایر روشها، بمنظور افزایش میزان ریشه‌زایی دارند. در پایه بومی آزایش با افزایش علظت ppm ۳۰۰۰ مقداری افزایش در ریشه‌زایی مشاهده شد که احتمالاً با غلظتهای بالاتر هورمون ایندول بوتریک اسید ریشه‌زایی بهبود خواهد یافت، که ممکن است بدلیل میزان هورمون داخلی پایین یا بازدارنده‌های داخلی بیشتر باشد (جدول ۳). اثر متقابل رقم × هورمون برای درصد کالوس‌زایی نشان میدهد که بیشترین میزان کالوس‌زایی به ترتیب مربوط به پایه‌های B9 و M9 به ترتیب با غلظتهای ppm۳۰۰۰ و ppm۲۵۰۰ با ۹۰/۸۸ و ۹۰/۰۶ درصد بود که نشان‌دهنده پتانسیل این پایه‌ها برای ایجاد کالوس بود. قلمه‌های بدون ریشه و کالوس، بیشتر مربوط به M9 تیمار شاهد مستقیم، آزایش با تیمار شاهد مستقیم، آزایش با تیمار ppm۱۵۰۰ مستقیم و آزایش با شاهد وارونه به ترتیب با ۷۱٪، ۶۰٪، ۵۲/۶٪ و ۴۷/۶٪ بود که اختلاف معنی‌داری با هم و همچنین با سایر تیمارها داشتند (داده‌ها نشان داده نشده است).

میانگین اثر متقابل رقم × هورمون برای تعداد ریشه پایه M26 غلظت ppm۲۵۰۰ با ۱۲/۸۴ عدد ریشه و سپس MM106 غلظت ppm۲۵۰۰ با ۵/۱۹ عدد است و برای میانگین طول ریشه در هر قلمه نیز پایه M26 غلظت ppm۲۵۰۰ و سپسMM106 غلظت ppm۳۰۰۰ است (جدول ۳).

میانگین اثر متقابل رقم × جهت نگهداری نیز نشان داد که بیشترین درصد ریشه‌زایی مربوط به تیمارهای وارونه در پایه‌های M26 و MM106 بود. برای کالوس‌زایی نیز در جهت نگهداری وارونه برتری در پایه‌هایB9 وM9 بود (جدول ۴). میانگین اثر متقابل هورمون × جهت

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- میانگین اثر متقابل پایه × جهت نگهداری برای درصد ریشه‌زایی و کالوس‌زایی پایه‌های رویشی سیب

Table 3. Mean of positioning × rootstocks on rooting and callusing (%)

Positioning جهت نگهداری		Rootsock پایه				
		M26	MM106	B9	M9	Azayesh
		Rooting ریشه زایی				
Upright	مستقیم	12.31b	14.06b	6.02c-e	3.20de	0.81e
Inverted	وارونه	34.74a	33.74a	9.91bc	8.23b-d	1.81e
		Callusing کالوس زایی				
Upright	مستقیم	73.44bc	68.76cd	77.71ab	66.58cd	53.08f
Inverted	وارونه	58.94ef	58.22ef	82.54a	82.21a	64.85de

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر صفت، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and for each trait, followed by at least one letter in common are not significantly different ar the 5% probability level- Using Duncans Multiple Range Test.

جدول ۴- میانگین اثر متقابل هورمون × پایه برای درصد ریشه‌زایی و کالوس‌زایی

Table 4. Mean of hormone × rootstock for rooting and callusing (%)

هورمون (قسمت در میلیون) Hormone (ppm)	Rootstock پایه				
	MM106	M9	M26	B9	Azayesh
	Rooting ریشه زایی				
IBA1500	45.65a	3.10fg	13.64de	5.70e-g	0.00g
IBA2500	32.19b	6.90e-g	47.65a	19.25cd	1.95g
IBA3000	6.32e-g	11.6d-f	26.07bc	5.12e-g	3.30fg
Control	9.28e-g	1.72g	4.32fg	1.80g	0.00g
	Callusing کالوس زایی				
IBA1500	40.42k	78.30cd	72.96c-f	88.78ab	54.55h-j
IBA2500	65.69fg	90.06ab	51.49ij	74.05c-f	76.65c-e
IBA3000	80.35bc	82.78ab	68.40d-g	90.88a	58.45g-i
Control	63.88f-h	41.06k	73.9c-f	66.80e-g	46.20jk

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر صفت، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and for each trait, followed by at least one letter in common are not significantly different ar the 5% probability level- Using Duncans Multiple Range Test.

نگهداری برای درصد کالوس‌زایی نشان داد که غلظت ۲۵۰۰ppm و ۳۰۰۰ppm نگهداری مستقیم به ترتیب با ۷۸/۳۲٪ و ۷۷/۲۹٪ بیشترین درصد و شاهد و ۱۵۰۰ppm مستقیم و وارونه دارای کمترین مقدار کالوس‌زایی بودند (جدول ۵).

میانگین اثر متقابل سه گانه هورمون × جهت نگهداری × پایه برای درصد ریشه‌زایی نشان داد که پایه M26 در غلظت ۲۵۰۰ppm و بصورت وارونه و سپس پایه MM106 در غلظت ۱۵۰۰ppm و بصورت وارونه و در مرتبه بعدی پایه MM106 با غلظت ۲۵۰۰ ppm

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- میانگین اثر متقابل هورمون ×جهت نگهداری برای درصد کالوس‌زایی و قلمه‌های بدون ریشه و کالوس

Table 5. Mean of hormone × position for callusing and rootless and callusless cuttings

Position	جهت نگهداری	Hormone (ppm) هورمون (قسمت در میلیون) 3000	2500	1500	0
		Callussing کالوس‌زایی			
Upright	مستقیم	77.29a	78.32a	65.23c	52.24d
Inverted	وارونه	75.05ab	66.81c	69.16bc	63.04c
		Rootless and callussless بدون ریشه و کالوس			
Upright	مستقیم	15.87d	2.11f	23.83c	45.68a
Inverted	وارونه	10.82e	9.3e	14.79d	29.86b

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر صفت، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and for each trait, followed by at least one letter in common are not significantly different ar the 5% probability level- Using Duncans Multiple Range Test.

جدول ۶- میانگین اثر متقابل هورمون × جهت نگهداری رقم برای درصد ریشه‌زایی

Table 6. Mean of hormone × Position ×rootstock for rooting (%)

هورمون (قسمت در میلیون) Hormone (ppm)	Rootstock پایه MM106	M9	M26	B9	Azayesh
			Inverted وارونه		
1500	54.85a	5.2g-j	14.37d-i	6.7f-j	5.0g-j
2500	40.18b	9.02e-j	58.42a	23.95 cd	2.25h-j
3000	10.05e-j	0.0j	34.95bc	5.4g-j	0.0j
Control	20.25de	2.25h-j	5.9f-j	3.6h-j	0.0j
			Upright مستقیم		
1500	36.45b	1.0ij	12.55d-j	4.7h-j	0.0j
2500	18.87d-f	3.37h-j	20.75de	14.6d-i	1.65h-j
3000	2.6h-j	7.9e-j	17.20d-g	4.9g-j	1.6h-j
Control	1.97h-j	1.37ij	3.27h-j	0.0j	0.0j

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر صفت، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and for each trait, followed by at least one letter in common are not significantly different ar the 5% probability level- Using Duncans Multiple Range Test.

و جهت نگهداری وارونه به ترتیب با ۵۸/۴۲٪ و ۵۴/۸۵٪ و ۴۰/۱۸٪ دارای میزان ریشه‌زایی بیشتر و رقم آزایش با تیمار شاهد مستقیم و وارونه با ۰٪ ریشه زایی کمترین میزان ریشه‌زایی را دارا

www.SID.ir

Archive of SID

بودند (جدول ۶). میانگین اثر متقابل سه‌گانه برای درصد کالوس‌زایی نشان میدهد که بیشترین میزان کالوس‌زایی مربوط پایه M9 با غلظت ۲۵۰۰ppm و جهت نگهداری مستقیم با ۹۱/۱۷ درصد بود و پایه M9 شاهد و جهت نگهداری مستقیم و MM106 با غلظت ۱۵۰۰ppm جهت نگهداری وارونه به ترتیب با ۳۴/۱۵ و ۲۷/۶۳ درصد دارای کالوس‌زایی کمتر بودند (نشان داده نشده است).

در این آزمایش مناسبترین غلظت هورمون IBA در بین غلظت‌های به کار رفته برای افزایش درصد ریشه‌زایی و همچنین کمیت و کیفیت ریشه‌ها ۲۵۰۰ppm بود که در آزمایش کودن و گولن (Küden and Gülen, 2007) نیز روی پایه MM106 تیمار ۲۵۰۰ppm IBA با ۸۰٪ ریشه‌زایی گزارش گردیده است. سوریاپانانتون (Suriyapananont, 2009) نیز در بین هورمونهای آکسین مختلف بیشترین اثر در ریشه‌زایی را مربوط به IBA گزارش نموده است که با سایر هورمون‌ها مثل IAA, NAA و 2.4.5 T اختلاف معنی‌دار داشت.

کاراکورت و همکاران (Karakurt *et al*., 2009) در تیمار قلمه‌های چوب سخت MM106 با ۱۰۰۰ppm IBA، ۲۰٪ ریشه‌زایی و ۳۰٪ کالوس‌زایی گزارش نمودند در حالیکه در آزمایش حاضر در تیمار ۱۵۰۰ppm روی پایه MM106 ۳۶/۴٪ تا ۵۴/۴٪ (مستقیم و وارونه) ریشه‌زایی مشاهده شد. آنها میانگین تعداد ریشه و طول ریشه را به ترتیب ۱۶/۵ عدد و ۱۵ سانتیمتر گزارش نمودند در حالیکه در این آزمایش در تیمار ۱۵۰۰ppm برای پایه MM106 تعداد ریشه و طول ریشه به ترتیب ۵/۹ و ۴/۲ عدد (مستقیم و وارونه) و ۱۶/۲ و ۷ سانتیمتر (مستقیم و وارونه) بود. کاراکورت و همکاران (Karakurt *et al*., 2009) در بین تیمارهای ۱۰۰۰ppm، ۲۰۰۰ppm و ۴۰۰۰ppm روی پایه مالینگ MM106 و دیگر پایه‌های سیب، مناسبترین تیمار را ۲۰۰۰ppm گزارش کرده‌اند. پندی و همکاران (Pandy *et al*., 1981) و عبادی (Ebadi, 1990) نیز مناسبترین غلظت IBA را در پایه‌های مالینگ سیب ۲۵۰۰ppm و ۲۰۰۰ppm گزارش نموده اند.

در این آزمایش غلظت ۳۰۰۰ppm موجب کاهش کمیت و کیفیت ریشه‌زایی شد که در گزارش کاراکورت و همکاران (Karakurt *et al*., 2009) بر روی پایه‌های سیب در تیمار ۴۰۰۰ppm ریشه‌زایی اتفاق نیفتاد که ممکن است بدلیل اثر نامطلوب غلظت بالا روی قلمه‌های چوب سخت باشد. اما چونگ (Chong, 1983) بر روی پایه محلی هوپا غلظت ۴۰۰۰ppm را مناسب دانست و در آزمایش حاضر نیز پایه بومی آزایش بیشترین عکس‌العمل را به غلظت ۳۰۰۰ppm با ۵٪ ریشه‌زایی نشان داد، که میتواند بدلیل میزان آکسین داخلی کمتر و یا بازدارنده‌های آکسین بیشتر باشد (Hartmann *et al*., 2002). بنابراین شاید بتوان با غلظت‌های بالاتر ریشه‌زایی

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتری را در این پایه سخت ریشه‌زا القا نمود. بر اساس گزارش کوان سان و باسوک (Wen-Quan and Bassuk, 1991) درصد ریشه‌زایی پایه مالینگ MM106 در غلظت ۰-۲۰۰۰ppm از ۴/۷٪ تا ۵۵/۷٪ افزایش و در غلظت‌های بالاتر کاهش نشان داد که در آزمایش حاضر درصد ریشه‌زایی از ۲٪ در شاهد تا ۵۸/۴٪ در تیمار ۲۵۰۰ppm مشاهده شد و در تیمار ۳۰۰۰ppm درصد ریشه‌زایی به ۱۰/۵٪ کاهش یافت. در آزمایش کوان سان و باسوک (Wen-Quan and Bassuk, 1991) نیز تعداد ریشه با افزایش غلظت از ۴/۱ عدد تا ۹/۸ افزایش یافت که در آزمایش حاضر نیز از ۱/۲ تا ۶/۱ عدد متغیر بود.

در این آزمایش، نگهداری قلمه‌ها پس از تیمار بصورت وارونه موجب بهبود درصد ریشه و کالوس‌زایی و همچنین کمیت و کیفیت ریشه‌ها نسبت به قرار دادن مستقیم، گردید. اقبالی و همکاران (Eghbali *et al*., 2000) نیز روی قلمه‌های خشبی انگور که روش ماماروف نامیده میشود، مشاهدات مشابه‌ای را گزارش کردند. بنابراین از این روش میتوان در تسریع ریشه‌دار نمودن قلمه پایه‌های سیب و همچنین افزایش کمی و کیفی ریشه‌ها و افزایش بازده تولید نهال استفاده نمود.

با توجه به نتایج این آزمایش میتوان تیمار IBA با غلظت ۲۵۰۰ppm و روش نگهداری وارونه قلمه‌ها بمدت ۲-۱/۵ ماه در زیر ماسه و در شرایط رطوبتی و حرارتی مطلوب، برای تکثیر سریع پایه‌های رویشی سیب MM106 و M26 توصیه نمود. چون تکثیر با قلمه‌های خشبی آسان‌تر، عملی‌تر و کم‌هزینه‌تر از دیگر روش‌ها در ازدیاد رویشی است.

References

Aslantas, R., Çakmakçi, R., and Gahin, F. 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple trees growth and fruit yield under orchard conditions. Scientia Horticulture 111(4): 371-377.

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. 5th National Horticulture Congress, Turkey, 842-846, (Abstracts).

Boozari, N., Mostafavi, M. and Talai, A. 1996. Effect IBA and NAA plant hormone on Malling and Malling Merton rootstock (M9, M26 and MM106).1st Iranian Horticulture Congress,Tehran, Iran. (Abstracts) Pp. 87 (In Persian).

Chong, G. 1983. Influence of high IBA concentrations on rooting. Proceedings of International Plant Propagation's Society 31:453-461.

www.SID.ir

Archive of SID

Ebadi, A. 1990. Effect of factors on rooting of apple cutting. M. Sc. Thesis, The University of Tehran. 128 pp. (in Persian).

Egbali, A., Ghazanfari, S. G., and Attar, A. 2000. Rooting grape cutting using Mamarov method. 1st Iranian Conference on Grape, Qazvin, Iran. Pp. 32. (Abstracts). (in Persian).

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 Regulation 41: 133-137.

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., and Geneva, R. L. 2002. Plant Propagation. 7th Edition. Haworth Press, USA. 410 pp.

Karakurt, H., Aslantas, R., Ozkan, G. and M. Guleryuz. 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 Agricultural Research 4 (2): 60-64.

Karakurt H. 2006. Determination of effects of some bacteria strains on fruit setting, fruit properties and plant growth on apple. M. Sc. Thesis, Ataturk University. 86pp.

Koyuncu, F., and Senel, E. 2003. Rooting of black mulberry (*Morus nigra* L.) hardwood cuttings. Journal of Fruit Ornamental Plant Research 11: 53-57.

Küden, A. and Gülen, H. 2007. Propagation of apples, pears and plums by grafted cuttings. Acta Horticulture. Pp. 441 (Abstracts).

Ostroukhova, S. A. 1977. Propagation of clonal apple rootstocks by soft wood cutting. Sadovodstvai, Vinogradarstvav Sredn Aaii. Tashkent, 27-30.

Pandy, D., Serivastava, R. P., Tripathi, S. P., and Misra, R. S. 1981. Effect of some plant growth regulators, urea and their combinations on the growth of apple seedling. Progressive Horticulture 13: 47-53.

Polat, A. A., Durgac, C., and Kamiloglu, O. 2000. The Effects of Indole butyric acid (IBA) on rooting of fig cuttings. Journal of Agricultural Science 5(2): 1-6.

Polat, A. A., and Kamiloglu, O. 2007. Experiment on propagation with cutting of Quince-A and BA-29 rootstocks and on budding with loquat cultivar. Turkey 5th National Horticulture Congress 1: 169-173 (Abstracts).

Rom, R. C. and Carlson, R. F. 1987. Rootstock for fruit crops. John Wiley and Son. 494 pp.

www.SID.ir

Archive of SID

Suriyapananont, V. 2009. Propagation of apple rootstocks in Thailand. Propagation by cutting as related to seasonal changes, growth regulators, and rooting media. Acta Horticulture 279 (Abstracts).

Uosukainen, M. 1992. Rooting and weaning of apple rootstock YP. Agronomy 12: 803-806.

Wen-Quan, S., and Bassuk, N. L. 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.

Yıldız, K. 2001. The effect of IBA, CEPA and AVG on rooting of hardwood cuttings in different fruit species. Journal of Agricultural Science11(1): 51-54.

Zengibal, H., and Ozcan, M. 2006. The Effect of IBA treatments on rooting of hardwood cuttings in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, A. Chev.) Journal of Factory of Agriculture 21(1): 40-43.

Zhu, L. H., Holeforsa, A., Ahlmana, A., Xuea, Z. T., 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.

www.SID.ir