

## اثرات زمان قلمه‌گیری و اکسین در ریشه‌زایی لیموشیرین (*Citrus limetta* L.)

\*عبدالحسین ابوطالبی<sup>۱</sup> و عنایت ا... تفضلی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> مربی گروه باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم، <sup>۲</sup>آستاد بخش باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: ۸۳/۷/۷؛ تاریخ پذیرش: ۸۴/۱۱/۱۰

### چکیده

پژوهش حاضر به منظور یافتن روش مناسب جهت افزایش درصد ریشه‌زایی قلمه‌های لیموشیرین در گلخانه انجام شده است. بدین منظور قلمه‌هایی به طول ۱۵-۱۲ سانتی‌متر از شاخه‌های یک ساله لیموشیرین در اوایل فصول بهار، تابستان و پاییز تهیه گردید و پس از اعمال تیمارهای اکسین شامل ایندول بوتیریک اسید، ایندول استیک اسید و نفتالین استیک اسید به غلظت‌های صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به تنهایی و یا همراه با آسکوربیک اسید به غلظت ۲ درصد به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در چهار تکرار و تعداد پنج قلمه در هر تکرار تحت شرایط مه‌افشانی نوبتی در بستری شنی کشت گردید. پس از گذشت ۶۰ روز، تعداد قلمه‌های رشد کرده و تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده ثبت گردید. نتایج نشان داد که بهترین زمان برای گرفتن قلمه، اوایل فصل بهار بود و تیمار ایندول بوتیریک اسید به غلظت ۲۰۰۰-۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به همراه آسکوربیک اسید دو درصد بیشترین تأثیر را در افزایش ریشه‌زایی قلمه‌های لیموشیرین داشت.

**واژه‌های کلیدی:** لیمو شیرین، ریشه‌زایی، اکسین، آسکوربیک اسید

### مقدمه

بین گونه‌ها و ارقام مختلف گیاهی از نظر توان ریشه‌زایی قلمه‌ها تفاوت فاحشی وجود داشته و پیش‌بینی آسان و یا سخت ریشه‌دهی قلمه‌های یک گیاه مشخص بسیار مشکل می‌باشد. برای شروع ریشه‌های نابجا غلظت‌های معینی از مواد تنظیم کننده رشد طبیعی بخصوص اکسین در گیاه لازم است (خوشخوی، ۱۳۶۸). شرایط فیزیولوژیکی پایه مادری تأثیر زیادی بر ریشه‌زایی و توسعه شاخساره روی قلمه دارد. این اثر می‌تواند با نسبت معینی از کربوهیدرات به همراه ازت باشد. چنانچه

گیاه مادری از نظر عناصری چون فسفر، پتاسیم، منیزیم یا کلسیم کمبود داشته باشد، از ریشه‌زایی قلمه‌های آن کاسته خواهد شد (خلیقی، ۱۹۷۶). سن گیاه مادری در اغلب گیاهان سخت ریشه‌زا می‌تواند عامل بسیار مهمی در تشکیل ریشه به حساب آید و در اغلب موارد قلمه‌های گرفته شده از بافت‌های نونهال آسان‌تر و سریع‌تر ریشه‌دار می‌شوند (ساکس، ۱۹۶۲). نوع قلمه گزینش شده و همچنین محل قلمه روی ساقه نیز از دیگر عوامل مؤثر در ریشه‌زایی است. به‌طور کلی از نظر ترکیبات شیمیایی تفاوت‌های مشخصی بین قسمت‌های پایین و بالای یک شاخه وجود داشته و در بیشتر موارد قلمه‌های تهیه شده از

بخش پایین شاخه‌ها ریشه‌زایی بهتری دارند (خوشخوی، ۱۳۶۸). در بعضی موارد زمان قلمه‌گیری اثر زیادی بر روی نتایج حاصله در ریشه‌دار شدن قلمه‌ها داشته و ممکن است عامل کلیدی برای یک ریشه‌زایی موفق باشد. قلمه‌های برخی گونه‌ها مثل برگ نو را در هر زمان از سال می‌توان بخوبی ریشه‌دار کرد ولی ریشه‌زایی قلمه‌های برگ‌دار زیتون در اواخر بهار خیلی بیشتر از زمستان است (ترونکوسو و همکاران، ۱۹۸۴).

لیموشیرین با نام علمی *C. limetta* و نام انگلیسی سویت لایم<sup>۱</sup> یا سویت لمون<sup>۲</sup> از تیره روتاسه می‌باشد (بورک، ۱۹۶۷). باردهی این گیاه در مناطق مناسب کشت این گیاه، از تمام گونه‌های مرکبات بیشتر است. در حال حاضر لیموشیرین در ایران، فلسطین، مکزیک و اسپانیا کشت می‌شود (سوینگل و ریس، ۱۹۶۷). ازدیاد لیموشیرین به روش‌های کاشت بذر، پیوند بر روی پایه‌های مناسب و ریشه‌دار کردن قلمه‌های آن امکان‌پذیر است. روش‌های فوق هر یک معایب و محاسن مربوط به خود را دارند، ولی لیموشیرین‌های تکثیر شده به وسیله قلمه ساقه در شرایط آب و هوایی شهرستان جهرم، عملکرد بالاتری نسبت به درختان تکثیر شده با سایر روش‌ها دارند. براساس یافته‌های محققین، رفتار ریشه‌زایی قلمه‌های مرکبات بسته به نوع گونه، زمان قلمه‌گیری و کاربرد مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی متغیر است. ساجی و همکاران (۱۹۹۰)، گزارش کرده‌اند که در ریشه‌زایی قلمه ساقه مرکبات زمان قلمه‌گیری، نوع گونه، دما و محیط ریشه‌زایی روی درصد ریشه‌دار شدن قلمه‌ها تأثیر زیادی دارند. در این گزارش استفاده از شن به‌عنوان محیط ریشه‌زایی موفقیت‌آمیز گزارش شده است. در بعضی گیاهان، زمان قلمه‌گیری اثر زیادی روی نتایج حاصله در ریشه‌دار شدن قلمه‌ها دارد و ممکن است عامل کلیدی، برای ریشه‌زایی موفقیت‌آمیز به شمار آید. در رابطه با ریشه‌زایی قلمه ساقه در گونه‌های مختلف مرکبات نیز

عامل زمان قلمه‌گیری، روی نتیجه حاصله تأثیر زیادی دارد. در این رابطه، برخی گزارش‌ها حاکی از ریشه‌زایی بهتر قلمه‌های گرفته شده در تابستان (اوزکان و همکاران، ۱۹۹۳؛ راکش و همکاران، ۱۹۹۵)، و در مقابل برخی دیگر بر ریشه‌زایی بیشتر قلمه‌های گرفته شده در پائیز تأکید دارند (دوناس و همکاران، ۱۹۹۴؛ روسال و کریستن، ۱۹۹۷). از آنجایی که رفتار ریشه‌زایی ارقام مختلف مرکبات ارتباط نزدیکی با میزان اکسین داخلی قلمه دارد (ساجی و همکاران، ۱۹۹۲)، کاربرد اکسین‌ها کمک مؤثری در تسهیل ریشه‌زایی می‌نماید. در این رابطه محققین مواد گوناگونی را به کار برده‌اند که اغلب این مواد از گروه اکسین‌ها و یا اکسین همراه با مواد دیگر بوده است. ایندول بوتیریک اسید (ال-شالزلی و همکاران، ۱۹۹۴؛ اوزکان و همکاران، ۱۹۹۳؛ راکش و همکاران، ۱۹۹۵ و روسال و کریستن، ۱۹۹۷)، ایندول استیک اسید (ارسلانوف، ۱۹۹۵؛ ال - شالزلی و همکاران، ۱۹۹۴)، نفتالین استیک اسید (دوناس و همکاران، ۱۹۹۴؛ ال - شالزلی و همکاران، ۱۹۹۴ و اوزکان و همکاران، ۱۹۹۳)، تو فور دی کلرو فنوکسی استیک اسید (ال - شالزلی و همکاران، ۱۹۹۴)، پی هیدروکسی بنزوئیک اسید (راکش و همکاران، ۱۹۹۵) و اسکوربیک اسید (ارسلانوف، ۱۹۹۵؛ کریستوف و همکاران، ۲۰۰۰)، از جمله موادی هستند که در ریشه‌زایی قلمه ارقام مختلف مرکبات مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. هر کدام از این مواد بسته به منشأ قلمه و غلظت مصرفی اثرات متفاوتی را در ریشه‌زایی داشته‌اند. شهرستان جهرم یکی از مناطق تولید مرکبات بخصوص لیموشیرین می‌باشد. در این شهرستان تقاضای زیادی برای نهال‌های ریشه‌دار شده لیموشیرین وجود دارد. با توجه به درصد پایین ریشه‌زایی قلمه‌های لیموشیرین، هدف از این تحقیق بررسی اثرات زمان قلمه‌گیری و تیمارهای آکسینی در جهت بهبود ریشه‌زایی لیموشیرین بوده است.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال‌های ۸۲-۱۳۸۱ در گلخانه بخش باغبانی دانشگاه شیراز انجام شده است. بدین منظور قلمه‌هایی به طول ۱۵-۱۲ سانتی‌متر از شاخه‌های یکساله درختان چهار ساله از قطعه باغی تحت مدیریت مطلوب در شهرستان جهرم، در سه زمان شامل اوایل بهار، اوایل تابستان و اوایل پاییز تهیه و به جزء دو برگ بالای قلمه‌ها، بقیه برگ‌ها حذف و پس از اعمال تیمارهای مورد نظر در بستری حاوی شن شسته، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در چهار تکرار و تعداد پنج قلمه در هر تکرار تحت شرایط مه‌افشانی نوبتی کشت گردیدند. تیمارها در این پژوهش عبارت از ایندول استیک اسید (IAA)، ایندول بوتیریک اسید (IBA) و نفتالین اسید استیک (NAA)، از نوع مرک آلمان، به غلظت‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به تنهایی و یا همراه با آسکوربیک اسید از نوع مرک آلمان، به غلظت ۲ درصد، آسکوربیک اسید به غلظت ۲ درصد (ارسلانوف، ۱۹۹۵) و آب مقطر به‌عنوان شاهد بودند. قبل از کاشت، حدود ۲ سانتی‌متر از ته قلمه‌ها به مدت ۲ ساعت در محلول‌های فوق قرار گرفت و سپس ضمن رعایت قطب‌گرایی، نیمی از طول قلمه در بستر ریشه‌زایی فرو برده شد. به منظور جلوگیری از شیوع بیماری‌های فارچی، بستر ریشه‌زایی قبل از کاشت و در حین ریشه‌زایی سه بار با محلول بنومیل ۵ درصد آبیاری شد. بستر ریشه‌زایی در گلخانه مجهز به سیستم مه‌پاشی نوبتی قرار داشت که در طول دوره ریشه‌زایی روزها هر ۱۰ دقیقه و شب‌ها هر ۳۰ دقیقه، مه‌پاشی به مدت ۴۰ ثانیه صورت می‌گرفت. به منظور تأمین بخشی از نیازهای غذایی قلمه‌ها در اوایل ماه دوم هر یک از دوره‌های ریشه‌زایی، قلمه‌ها با محلول حاوی ۵ درصد اوره، ۲/۵ درصد سولفات آهن و ۲/۵ درصد سولفات روی محلول‌پاشی شدند (ابوطالبی، ۱۳۷۵). طول هر دوره از آزمایش ۶۰ روز بود. پس از اتمام دوره از آزمایش، ابتدا تعداد قلمه‌های دارای جوانه‌های رشد کرده در هر تیمار شمارش شد و پس از

آن قلمه‌ها با احتیاط از خاک خارج شدند و پس از شمارش تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده، ریشه‌ها را با احتیاط شسته و پس از جداسازی آنها، ابتدا وزن تر ریشه در هر یک از قلمه‌های ریشه‌دار شده در هر تکرار ثبت گردید و سپس ریشه‌ها در پاکت‌های جداگانه قرار داده شدند و به مدت ۴۸ ساعت به آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد منتقل گردیدند و در نهایت وزن خشک ریشه اندازه‌گیری شد. اطلاعات به‌دست آمده طی دو سال پس از میانگین‌گیری، توسط نرم‌افزار رایانه‌ای Mstat-C تجزیه و تحلیل آماری شد و میانگین‌ها توسط آزمون دانکن با هم مقایسه شدند.

## نتیجه‌گیری و بحث

زمان قلمه‌گیری: مقایسه میانگین‌ها حاکی از معنی‌دار بودن اثر زمان قلمه‌گیری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن در رفتار ریشه‌زایی و رشد قلمه‌های لیموشیرین بود (جدول ۱). این نتیجه با نتایج به‌دست آمده توسط ساجی و همکاران (۱۹۹۰)، در مورد سایر مرکبات مطابقت دارد. به‌طور کلی بیشترین ریشه‌زایی در قلمه‌های گرفته شده در بهار بود و قلمه‌های گرفته شده در تابستان و پاییز با اختلاف معنی‌دار، در سطح خیلی پایین‌تر از بهار قرار داشتند که با نتایج به‌دست آمده توسط پانندی و گوپتا (۱۹۹۰)، در لیموی آسان مطابقت داشته، لیکن با نتایج به‌دست آمده توسط اوزکان و همکاران (۱۹۹۳) در برخی پایه‌های مرکبات، راکش و همکاران (۱۹۹۵) در لیموی براماسی، و روسال و کرستن (۱۹۹۷) در پرتقال والنسیا همخوانی ندارد. بالاترین تعداد قلمه‌های رشد کرده در بهار و کمترین آن در تابستان مشاهده شد. بالاترین وزن خشک ریشه مربوط به قلمه‌های ریشه‌دار شده در تابستان بود و وزن خشک ریشه‌های تولیدی در بهار و پاییز یکسان و از نظر آماری در سطح پایین‌تری نسبت به ریشه‌های تولیدی در تابستان بود. این مسئله به خاطر بالاتر بودن تعداد ریشه تولیدی در تابستان بود.

جدول ۱- مقایسه میانگین‌ها مربوط به اثر زمان بر رفتار ریشه‌زایی و رشد قلمه‌های لیموشیرین.

اندازه‌گیری	زمان قلمه‌گیری		
	بهار	تابستان	پاییز
تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده	۳/۷ *a	۲/۶ b	۲/۶ b
تعداد قلمه‌های رشد کرده	۲/۲ a	۰/۷۵ c	۱/۶ b
وزن خشک ریشه در هر قلمه (میلی‌گرم)	۵۷ b	۷۶ a	۴۸ b

\* در هر ردیف میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

توضیح اینکه چرا قلمه‌های لیموشیرین در بهار از ریشه‌زایی بهتر برخوردارند آسان نیست، ولی به نظر می‌رسد در این ایام که مصادف با اوج رشد رویشی درخت مرکبات می‌باشد، بافت‌های مرستمی فعال تر بوده و شرایط داخلی و محیطی برای افزایش فعالیت این بافت‌ها مناسب است و در این زمان وضعیت هورمونی درون گیاه، شرایطی را فراهم می‌کند، تا حداکثر فعالیت از نظر تقسیمات سلولی انجام گیرد و در نتیجه تقسیمات سلولی در سلول‌های اولیه ریشه نیز بهتر و بیشتر انجام شود و تیمار با اکسین نیز بر میزان آن بیافزاید. لازم به ذکر است که بهترین زمان گرفتن قلمه در ارقام مختلف مرکبات می‌تواند متفاوت باشد و گزارش‌های موجود مؤید این نظریه‌اند (ال - شالزلی و همکاران، ۱۹۹۴؛ پاندی و گوپتا، ۱۹۹۰؛ پونلی و همکاران، ۱۹۸۳؛ راکش و همکاران، ۱۹۹۵؛ روسال و کرستن، ۱۹۹۷ و ساجی و همکاران، ۱۹۹۰).

**تأثیر مواد اکسینی در ریشه‌زایی:** مقایسه میانگین‌ها حاکی از معنی‌دار بودن تأثیر تیمارهای مختلف در سطح ۵ درصد آزمون دانکن در خصوصیات رشدی قلمه‌های لیموشیرین بود (جدول ۲). براساس نتایج جدول ۲، می‌توان نتیجه گرفت که به‌طورکلی تمام تیمارهای حاوی مواد تنظیم‌کننده رشد در افزایش تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده مؤثر بوده است. لیکن تیمار IBA در غلظت‌های ۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار IBA در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر همراه با آسکوربیک اسید ۲ درصد، بیشترین ریشه‌زایی را باعث شده است. در این رابطه کمترین تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده مربوط به تیمار شاهد می‌باشد. این نتایج با نتایج به‌دست آمده توسط ال

شالزلی و همکاران (۱۹۹۴)، اوزکان و همکاران (۱۹۹۳) و ارسلانوف (۱۹۹۵) در مورد سایر ارقام مرکبات مطابقت دارد. بیشترین تعداد قلمه‌های رشد کرده مربوط به تیمار قلمه‌ها با IBA به غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به همراه آسکوربیک اسید ۲ درصد می‌باشد. وزن خشک ریشه‌های تولیدی در تیمار NAA به غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بالاترین و در تیمار شاهد کمترین می‌باشد. از آنجایی که کاربرد اکسین افزایش تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده به دنبال داشته است، شاید بتوان نتیجه گرفت که میزان اکسین داخلی قلمه‌های لیموشیرین کم است. گزارش شده است که رفتار ریشه‌زایی قلمه‌های مرکبات بستگی زیادی به میزان اکسین داخلی آنها دارد (سوینگل و ریس، ۱۹۶۷). تأثیر آسکوربیک اسید در افزایش ریشه‌دار شدن قلمه‌ها با نتایج به‌دست آمده توسط ارسلانوف (۱۹۹۵) در مورد مرکبات و کریستوف و همکاران (۲۰۰۰) در مورد قلمه‌های کیوی و محلب مطابقت دارد. گزارش شده است که وجود اسکوربیک اسید در خلال دوره ریشه‌زایی مانع اکسیده شدن ترکیبات فنولی شده و همچنین از شکسته شدن اکسین‌ها جلوگیری می‌نماید (یلماز و همکاران، ۲۰۰۳).

**اثر متقابل زمان قلمه‌گیری و تیمار بر ریشه‌زایی و رشد قلمه‌های لیموشیرین:** مقایسه میانگین‌های اثر متقابل زمان و نوع تیمار حاکی از معنی‌دار بودن اثر زمان و نوع تیمار در تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده بود (جدول ۳). براساس نتایج جدول ۳، تیمارهای مختلف در بهار بیشترین تأثیر نسبت به سایر زمان‌ها در تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده داشته‌اند.

قلمه‌های گرفته شده در بهار حتی در تیمار شاهد (آب خالص) نیز ریشه‌زایی بهتری نسبت به سایر زمان‌ها داشته‌اند. ولی نتایج به‌دست آمده توسط سایر محققین در رابطه با رفتار ریشه‌زایی سایر ارقام مرکبات حاکی از برتری رفتار ریشه‌زایی قلمه‌های گرفته شده در اوائل تابستان (ارسلانوف، ۱۹۹۵؛ اوزکان و همکاران، ۱۹۹۳ و راکش و همکاران، ۱۹۹۵) و اوائل پائیز (روسال و کرسن، ۱۹۹۷) می‌باشد. بالاترین تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده در بهار (تمام قلمه‌ها) از تیمار قلمه‌ها با IBA در تمام غلظت‌ها به‌ست آمده است. بالاترین تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده در قلمه‌های گرفته شده در تابستان مربوط به قلمه‌های تیمار شده با IBA در غلظت‌های ۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به همراه آسکوربیک اسید می‌باشد. به‌طورکلی قلمه‌های گرفته شده در پاییز، ریشه‌زایی کمتری داشته‌اند. در این زمان بالاترین تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده، از تیمار قلمه‌ها با IBA در غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به همراه آسکوربیک اسید، IAA به غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و IAA به غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به همراه آسکوربیک اسید به‌دست آمده است. در بین سه زمان آزمایش، قلمه‌های تیمار شاهد که در تابستان گرفته شده بودند، کمترین ریشه‌زایی را داشته‌اند.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل زمان و نوع تیمار حاکی از معنی‌دار بودن اثر زمان و نوع تیمار بر تعداد قلمه‌های رشد کرده لیموشیرین بود (جدول ۳). براساس نتایج موجود در جدول ۳، تعداد قلمه‌های رشد کرده در تمام تیمارها در بهار بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. به‌طورکلی بالاترین تعداد قلمه‌های رشد کرده مربوط به تیمار قلمه‌ها با IAA به غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در بهار می‌باشد. در این زمان در برخی از تیمارها به‌رغم ریشه‌دار شدن قلمه‌ها، جوانه‌های رشد کرده وجود نداشت. برای مثال، در تیمار NAA به غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تعداد قلمه‌های رشد کرده با اختلاف معنی‌دار خیلی کمتر از شاهد است. در این رابطه عنوان شده است که NAA در غلظت‌های بالا می‌تواند مانع رشد جوانه‌های روی قلمه شود (پونلی و همکاران، ۱۹۸۳؛ ویور، ۱۹۷۲).  
به‌طورکلی با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان گفت که جهت ریشه‌دار کردن قلمه‌های لیموشیرین، بهتر است که این قلمه‌ها در اوایل بهار تهیه شوند و با IBA به غلظت ۲۰۰۰-۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به همراه آسکوربیک اسید به غلظت ۲۰ هزار میلی‌گرم در لیتر به مدت حداقل دو ساعت تیمار شوند و در بستری شنی تحت شرایط مه‌افشانی نوبتی کشت شوند.

## منابع

۱. ابوطالبی، ع.ج. ۱۳۷۵. بررسی اثرات زمان قلمه‌گیری، محل قلمه روی ساقه و تیمارهای آکسینی در ریشه‌زایی قلمه زیتون رقم زرد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم. ۱۲۶ صفحه.
۲. خوشخوی، م. ۱۳۶۸. ازدیاد نباتات (مبانی و روش‌ها). نشر دانشگاه شیراز. جلد دوم. ۵۵۰ صفحه.
3. Arslanov, M. 1995. Rapid raising of *Citrus* graft. Hort. Abst. 65. No4.
4. Burke, J.H. 1967. The commercial *Citrus* regions of the world. In: *The Citrus Industry*, Vol. 1, W. Reuther, H.J. Webber and L.D. Batchelor, Eds., Univ. of California Press, Berkeley, pp. 40-89.
5. Christov, C., Atanasov, G., and Koleva, A. 2000. Effect of growth regulators on rooting of Kiwifruit cuttings and cherry rootstocks. Thrid Int. Sym. On Adventitious Root Formation, Vindhoven, The Netherlands.
6. Danos, E., Plata, M.I., Gagliano, E.E., and Maydana, A. 1994. Vegetative propagation of *Citrus* rootstock and scion cultivars by rooting of stem cuttings. Hort. Abst. 65. No.7.
7. El-Shalzly, S.M., El-Sabrou, M.B., and Kassem, H.A. 1994. Root formation on the stem cuttings of Eurka lemon and El-Soukari loquat affected by root promoting chemicals and mist. Alexandria J. of Agricultural Research, 39:559-565.

8. Khalighi, A. 1976. The relationship between mineral nutrients and endogenous rooting cofactors in carnation. *Iran J. Agric. Res.* 4(1): 35-39.
9. Ozcan, M., Tuzcu, O., Kaplankir, M., and Yesioglu, T. 1993. The effects of plant growth regulators and different propagation times on the percentage rooting of semi hardwood cuttings of some *Citrus* rootstocks. *Hort. Abst.* 63. No.12. pp 1209.
10. Pandey, A.K., and Gupta, P.N. 1990. Studies on the regeneration of Assam lemon by leaf bud cuttings with the acid of IAA. *Orissa J. of Agric. Res.* 32:143-146.
11. Ponnelli, G., Filippucci, B., and Casano, F. 1983. Phyto regulators and radication substrate for olive cuttings. *Edagricole, Estreoda Frutticoltura Anno.*
12. Rakesh, K., Gill, D.S., and Kaushik, R.A. 1995. Effect of IBA, P-Hydroxybenzoic acid and season on the propagation of lemon cv. Baramasi from cuttings. *Haryana J. of Hort. Sci.* 24:13-18.
13. Rossal, P.A.L., and Kersten, E. 1997. Effect of IBA on rooting of Valencia orange cuttings under mist. *Science Agricola*, 54:9-13.
14. Sagee, O., Shaked, A., and Hasdai, D. 1990. Rooting of cutting from gibberellin and benzyladenine treated *Citrus* trees. *J. Hort. Sci.* 65:479-483.
15. Sagee, O., Raviv, M., Medina, S.H., Becker, D., and Cosse, A. 1992. Involvement of rooting factors and free IAA in the rootability of *Citrus* species stem cuttings. *Sci. Hortic.* 51:187-195.
16. Sax, K. 1962. Aspects of aging in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 13: 489-506.
17. Swingle, W.T., and Reece, P.C. 1967. The botany of *Citrus* and its wild relatives. In: *The Citrus Industry*, Vol. 1, W. Reuther, H.J. Webber and L.D. Batchelor, Eds., Univ. Of California Press, Berkeley, pp.190-340.
18. Troncoso, A., Montano, J.C., Murillo, J.M., and Cantos, M. 1988. Effect of photoperiod on the growth and mineral composition of young olive plants. *Olea No.* 19: 63-67.
19. Weaver, R.J. 1972. *Plant growth substance*. W. H. Freeman and Company. P. 594.
20. Yilmaz, H., Taskin, T., and Otludil, B. 2003. Polyphenol oxidase activity during rooting in cutting of grape varieties. *Turk. J. Bot.* 27: 495-498.

## **Effects of cutting time and auxin on rooting of sweet lime (*Citrus limetta* L.)**

**A. Aboutalebi<sup>1</sup> and E. Tafazoli<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instructor of Jahrom Islamic Azad University, <sup>2</sup>Prof., of Horticultur, Shiraz University, Respectively

---

---

### **Abstract**

This experiment was carried out for finding a suitable way in order to increase rooting percentage of sweetlime(*Citrus limetta* L.) cuttings in greenhouse. For this purpose, cuttings about 12-15 cm in length were taken from one year old shoots in early of spring, summer and autumn. After treated with IBA, NAA and IBA at concentration of 0, 500, 1000 and 2000 mg/l without or with 2% ascorbic acid, the cuts were cultured in a sandy medium. A complete randomized design with factorial arrangement was used with four replications and five cuttings per each replication. After 60 days, number of grown and rooted cuttings, root fresh and dry weight were measured. Results were shown that the best time for cutting was early spring and IBA 1000-2000 mg/l with 2% ascorbic acid was the best treatment for increasing rooting of sweetlime cuttings.

**Keywords:** Sweetlime; Rooting; Auxin; Ascorbic Acid