به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۵ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۲
صفحه‌های ۵۱-۳۵

بررسی آثار سربرداری و محلول‌پاشی بنزیل آدنین و آربولین بر کیفیت نهال‌های گیلاس، سیب و گلابی

ابراهیم گنجی‌مقدم*[۱]، محبوبه زمانی‌پور[۲]، علیرضا محبی‌صمیمی[۳]

۱. دانشیار بخش تحقیقات باغبانی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد
۲. دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳. کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیروان، شیروان

تاریخ وصول مقاله: ۹۱/۰۷/۱۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۰۹/۱۱

چکیده

این پژوهش به منظور مطالعهٔ آثار تیمارهای مکانیکی و شیمیایی بر توسعهٔ شاخهٔ جانبی و افزایش کیفیت نهال‌های گیلاس، سیب و گلابی، در سال‌های ۱۳۸۹-۹۰، در قالب ۳ آزمایش مستقل انجام شد. در اولین آزمایش، اثر سربرداری شامل ارتفاع سربرداری در ۴ سطح (شاهد، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ سانتی‌تر) و رقم در ۲ سطح، در آزمایش دوم آثار تیمارهای بنزیل آدنین در ۴ سطح (صفر، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)، زمان محلول‌پاشی در ۳ سطح (۱، ۲ و ۳ نوبت) و رقم در ۲ سطح و در آزمایش سوم آثار آربولین در ۴ سطح (صفر، ۵، ۱۵ و ۲۵ میلی‌لیتر بر لیتر)، رقم در ۲سطح و دفعات محلول‌پاشی در ۲ سطح (۱ و ۲ نوبت محلول‌پاشی) بررسی شدند. طبق نتایج به‌دست‌آمده، تیمارهای مکانیکی و شیمیایی سبب بهبود شاخه‌زایی نهال‌ها شدند؛ اما تعداد شاخه با تیمارهای شیمیایی مخصوصا بنزیل آدنین نسبت به سربرداری افزایش چشمگیری داشت، به‌طوری که، محلول‌پاشی در ۳ نوبت با بنزیل آدنین به غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین تعداد شاخه را ایجاد کرد. تیمارهای مکانیکی و شیمیایی در گیلاس اثربخشی بیشتری بر شاخه‌زایی نسبت به سیب و گلابی داشتند. در بین ارقام، رقم سیاه مشهد، رد دلیشز و اسپادنا در مقایسه با سایر ارقام تعداد شاخهٔ بیشتری را ایجاد کردند.

کلیدواژه‌ها: آربولین، بنزیل آدنین، سربرداری، سیب، شاخه‌زایی، گلابی، گیلاس.

* نویسنده مسئول Email: eganji@hotmail.com

۱. مقدمه

بیشتر نهال‌های تولیدی در نهالستان‌های کشور به‌خصوص گیلاس، سیب و گلابی در سال‌های ابتدایی کاشت بدون شاخهٔ جانبی هستند و کیفیت پایینی دارند؛ بنابراین، باغداران پس از غرس نهال در زمین اصلی باید به منظور تحریک تولید شاخه‌های جانبی اقدام به سربرداری نهال از ارتفاع ۷۰-۸۰ سانتی‌متری از سطح زمین کنند که این عمل به تأخیر در باردهی منجر خواهد شد. بنابراین، تحریک به رشد شاخه‌های جانبی و افزایش کیفیت نهال به منظور تسریع در باردهی حائز اهمیت است [۴]. از روش‌های مکانیکی (سربرداری) و شیمیایی برای تحریک به رشد شاخه‌های جانبی استفاده می‌شود. سربرداری در تحریک رشد شاخه‌های جانبی و فرعی مفید است و در بعضی موارد سربرداری، شاخه‌های فرعی کوتاه و قدرتمندی را ایجاد می‌کند [۱].

سربرداری زمستانهٔ درختان چوبی یک‌ساله، بیشتر جوانه‌هایی را کاهش می‌دهد که سبب توسعهٔ شاخه‌های جانبی قوی می‌شوند [۱۴]، این کار سبب کاهش نواحی میوه‌ده [۱۲] و همچنین، سبب تأخیر در میوه‌دهی می‌شود [۳۱]. حذف جوانه‌های یک‌سالهٔ درختان گیلاس سبب توسعهٔ محدود شاخهٔ جانبی و توزیع عمودی آن‌ها می‌شود و شکاف‌زنی نیز اثری بر توسعهٔ شاخه و توزیع آن ندارد [۱۳]. سربرداری در گیلاس ارقام ون[1] و مرتون گلوری[2]، میانگین طول شاخه و اندازهٔ درخت را کاهش داد و اثر زمان سربرداری، بر میزان کاهش اندازهٔ درخت، کم است. با وجود این، سربرداری دیرتر، شاخه‌های جدید بیش‌تری را نسبت به سربرداری در اوایل فصل القا می‌کند [۳۷]. تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهند اثر سربرداری در ارقام مختلف نیز متفاوت است [۲۸]. حذف نوک شاخهٔ درختان در نهالستان، تعدادی جوانهٔ جانبی را از خفتگی رها می‌سازد، اما به دلیل اکسین جاری‌شده از بالا، شاخه‌های جانبی تمایل به تشکیل زوایای خیلی کم با تنهٔ اصلی دارند. معمولا زوایای کم شاخه، شاخه‌ها را به‌طور مکانیکی ضعیف می‌کنند و به‌آسانی در زمانی که محصول سنگین باشد، در محل تقاطع با تنه اصلی می‌شکنند [۳۸].

استفاده از مواد شیمیایی به منظور بهبود شاخه‌زایی، مؤثرتر از سربرداری شاخهٔ اصلی درختان یک‌ساله است. مواد شیمیایی برای ارقام با غالبیت انتهایی قوی و برای ارقامی که به‌طور ضعیف شاخه‌دهی جانبی دارند، بسیار مؤثر هستند [۱۶]. تجربه نشان داده است که در جوانه‌های انتهایی نهال‌های جوان که رشد قائم یا افراشته دارند، نسبت به نهال‌هایی با رشد منشعب، مواد شبه اکسینی بیشتری وجود دارد. مواد شاخه‌زا با کم‌کردن مقدار اکسین، اثر چیرگی انتهایی را خنثی و شاخه‌زایی فرعی را افزایش می‌دهند [۲]. ترکیبات شیمیایی مختلفی برای تولید نهال‌هایی با شاخه‌دهی خوب در سطح نهالستان یا بهبود شاخه‌زایی در درختان جوان استفاده می‌شوند [۱۵].

بنزیل آدنین[3] از اولین موادی بود که روی نهال‌های جوان سیب استفاده و سبب افزایش رشد جوانه‌ها شد و جوانه‌ها برای دستیابی به بنزیل آدنین با یکدیگر رقابت کردند [۳۰]. بنزیل آدنین و اسید جیبرلیک معمول‌ترین تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند که باعث افزایش تشکیل شاخه‌های جانبی در سیب و گیلاس می‌شوند. روش کاربرد و غلظت ماده به منظور به‌دست‌آوردن اثر فیزیولوژیکی قابل قبول در درختان میوهٔ مختلف، اهمیت دارد [۸، ۲۰، ۲۱]. آن‌ها به‌طور موفقیت‌آمیزی برای درختان میوه به‌کار برده شده‌اند [۲۷، ۲۹]. آزمایش‌هایی با

1.Van
2. Morton gelory
3. Benzyladenine

غلظت‌های متفاوت تنظیم‌کننده‌های رشد، زمان و دفعات محلول‌پاشی متفاوت در کشورهای مختلف انجام شده است [۲۶، ۳۴]. کاربرد منظم تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی می‌تواند سبب افزایش تعداد شاخه‌های جانبی و جوانه‌های گل در سیب [۶] و گیلاس [۲۷] شود. کاربرد بنزیل آدنین به تنهایی، ترکیب بنزیل آدنین با GA_{4+7} (پرومالین)[1] یا بنزیل آدنین با اسید جیبرلیک (آربولین)[2] به افزایش شاخه‌زایی نهال سیب در نهالستان منجر شد و میزان تأثیر، بستگی به عادت رشد ارقام داشت [۲۳، ۲۴]. برای بعضی ارقام مانند رد دلیشز و گلدن دلیشز تیمار بنزیل آدنین به تنهایی مثل پرومالین برای شاخه‌دهی مؤثر و اقتصادی‌تر است. پرومالین رشد بیشتری را در ارقام سیب نسبت به بنزیل آدنین ایجاد نمی‌کند [۳۲].

به منظور القای شاخه‌دهی جانبی در شاخهٔ اصلی هرس‌نشدهٔ درختان گیلاس، ارقام رجینا[3] و اسچیندرز[4] پیوندشده روی پایهٔ مازارد آزمایشی با سربرداری و تیمار، ۵ گرم بر لیتر پرومالین و ترکیب هر دو انجام شد [۲۲]. نهال‌های تیمارشده با پرومالین به تنهایی و همچنین، ترکیب سربرداری و با پرومالین در القای شاخه جانبی روی شاخه‌های اصلی درخت بسیار مؤثر بودند؛ ولی تیمار سربرداری به تنهایی اثر کمی بر شاخه‌دهی جانبی داشت. درختان ۲ رقم پاسخ مشابهی به تیمارها دادند. پرومالین استفاده‌شده در غلظت ۵۰۰ قسمت در میلیون برای هلو [۱۱]، در غلظت ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ قسمت در میلیون برای گلابی و گیلاس [۱۰] نیز سبب افزایش شاخه‌دهی شده است.

در آزمایشی به منظور یافتن آثار پرومالین (صفر، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و سربرداری (از ۸۰ سانتی‌متری بالای سطح خاک) برای تشکیل شاخهٔ جانبی در درختان گلابی ارقام آکا[5] و مورتینی[6] که در نهالستان انجام شد، بیشترین درصد شاخه‌دهی با کم‌ترین ارتفاع در رقم مورتینی با کاربرد ۱ گرم بر لیتر پرومالین به‌دست آمد [۳۶]. همچنین، تیمار ۷۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بالاترین طول شاخه را ایجاد کرد.

آربولین از جمله مواد شیمیایی است که می‌تواند در نهالستان استفاده شود [۱۶]. کاربرد آربولین (۱۵ میلی‌لیتر بر لیتر) روی نهال‌های سیب سبب افزایش شاخه‌زایی شد [۵]. استفاده از آربولین به میزان ۲۵ میلی‌لیتر در لیتر به‌طور معنی‌داری مجموع طول شاخه را نسبت به شاهد افزایش داد [۱۶]. ارقام سیبی که با سربرداری+آربولین (۱۵ میلی‌لیتر در یک لیتر آب) تیمار شده بودند، بهترین کیفیت (بیشترین شدت رشد، ارتفاع، تعداد شاخهٔ جانبی، طول شاخهٔ جانبی) را در مقایسه با تیمارهای دیگر داشتند [۲۵]. تیمار با بازدارندهٔ انتقال اکسین، تولید شاخه‌هایی جانبی با زوایای باز را در سیب و گلابی افزایش داد [۱۰].

با توجه به اینکه نهال‌های تولیدی در نهالستان‌های کشور اکثراً بدون شاخهٔ جانبی هستند و کیفیت پایینی دارند، بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی آثار سربرداری، بنزیل آدنین و آربولین بر تعداد شاخه‌های جانبی و کیفیت نهال‌های گیلاس، سیب و گلابی اجرا شد.

۲. مواد و روش‌ها

این مطالعه در نهالستان ایستگاه تحقیقات کشاورزی گلمکان، واقع در ۴۰ کیلومتری شمال غربی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه، ۲۹ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۷ دقیقه و در ارتفاع ۱۱۷۶ متری از سطح دریا، در سال

1. Promalin
2. Arbolin
3. Regina
4. Schinderz
5. Aca
6. Mortini

۱۳۸۹-۹۰ در قالب ۳ آزمایش مستقل انجام شد. در آزمایش اول اثر سربرداری بر توسعهٔ شاخهٔ جانبی در هر محصول به‌طور جداگانه مطالعه شد. در این آزمایش، تیمارهای سربرداری در ۴ سطح (بدون سربرداری، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ سانتی‌متر از سطح زمین) و رقم در ۲ سطح بررسی شدند. در آزمایش دوم اثر بنزیل آدنین بر توسعهٔ شاخهٔ جانبی مطالعه شد. در این آزمایش تیمارهای بنزیل آدنین در ۴ سطح (صفر، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)، زمان محلول‌پاشی در ۳ سطح (۱، ۲ و ۳ نوبت در ۷ روز متوالی) (۲۶ خرداد، ۲ و ۹ تیر) و رقم در ۲ سطح بررسی شدند. آزمایش سوم بررسی اثر آربولین (۱/۸ درصد بنزیل آدنین+۱/۸ درصد اسید جیبرلیک) بر توسعهٔ شاخهٔ جانبی بود. تیمارها در این آزمایش شامل آربولین در ۴ سطح (صفر، ۵، ۱۵ و ۲۵ میلی‌لیتر بر لیتر) و دفعات محلول‌پاشی در ۲ سطح (۱ و ۲ نوبت محلول‌پاشی در ۷ روز متوالی) (۲۶ خرداد و ۲ تیر) و رقم در ۲ سطح بودند. هریک از این آزمایش‌ها به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۱۰ اصله نهال انجام شد. ارقام مورد بررسی نهال‌های یک‌ساله شامل ارقام گیلاس سیاه مشهد[1] و دوم رس[2]، سیب ارقام گلدن[3] و رد دلیشز[4]، گلابی ارقام اسپادنا[5] و درگزی[6] پیوندشده روی پایه‌های بذری بودند؛ هر رقم شامل ۷۲۰ اصله نهال یک‌سالهٔ پیوندی بود. تیمارها به منظور افزایش شاخه‌دهی جانبی روی نهال‌های یک‌سالهٔ گیلاس، سیب و گلابی در طول ماه خرداد اعمال شدند. در زمان تیمار، درختان بدون شاخهٔ جانبی بودند. در انتهای فصل رشد، ارتفاع نهال، قطر تنه، میانگین تعداد و طول شاخه و زاویهٔ شاخه نسبت به تنهٔ اصلی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری طول شاخه، شاخه‌ها به ۲ گروه بالا و زیر ۱۰ سانتی‌متری تقسیم شدند. قطر تنهٔ درخت در ۱۰ سانتی‌متر بالای محل پیوند اندازه‌گیری شد.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری MSTATC و SPSS تجزیه و تحلیل آماری شدند. مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. آزمایش اول ـ اثر سربرداری بر توسعهٔ شاخهٔ جانبی

در تمامی تیمارهای سربرداری، تعداد شاخهٔ بیشتری نسبت به شاهد تشکیل شد و در نهال‌های هر ۳ محصول (گیلاس، سیب و گلابی) مورد بررسی، بیشترین تعداد شاخه در تیمار سربرداری در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متری ایجاد شد، البته تفاوت معنی‌داری بین ارتفاع سربرداری ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متر در سیب و ۶۰ و ۸۰ سانتی‌متر در گلابی وجود نداشت (جدول ۱). در بین ارقام مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در تعداد شاخه وجود داشت، به این صورت که در گیلاس رقم دوم رس نسبت به سیاه مشهد، در سیب رقم رد دلیشز نسبت به گلدن دلیشز و در گلابی رقم اسپادنا نسبت به درگزی تعداد شاخهٔ بیشتری تشکیل دادند (جدول ۱). این نتایج با یافته‌های دیگر محققان مطابقت دارد که گزارش کردند عکس‌العمل ارقام نسبت به تیمارهای سربرداری متفاوت است و سربرداری و جوانه‌برداری باعث تحریک رشد جوانهٔ جانبی و تولید شاخه‌های جانبی می‌شود [۲۸].

در نهال‌های ۳ محصول مورد بررسی، بیشترین تعداد شاخه بیشتر و کمتر از ۱۰ سانتی‌متر در ارتفاع‌های ۶۰ و ۴۰ سانتی‌متری ایجاد شد (جدول ۱). نتایج مشابهی گزارش شده است مبنی بر اینکه سربرداری درختان

1. Siah Mashhad
2. Dovomras
3. Golden Delicious
4. Red Delicious
5. Spadona
6. Dargazi

یک‌ساله در ارتفاع ۶۵ سانتی‌متر بالای زمین، تولید درختانی با کیفیت بالا و شاخه‌های طویل‌تر از ۳۰ سانتی‌متر می‌کنند [۳]. ارتفاع و قطر نهال در گیلاس، سیب و گلابی در تیمارهای سربرداری نسبت به شاهد کاهش چشمگیری نشان داد. در نهال‌های گیلاس و سیب ارتفاع و قطر نهال در سربرداری در ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر بهبود یافت (جدول ۲)، اما در گلابی بیشترین ارتفاع و قطر در تیمار سربرداری ۶۰ سانتی‌متری ایجاد شد (جدول ۲). سربرداری در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متری سبب بهبود شاخه‌دهی بدون کاهش در ارتفاع درخت در مقایسه با سربرداری در ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری شد [۱۸]. هرچند زاویهٔ شاخه با سربرداری نسبت به شاهد افزایش کمی یافت، تفاوت‌ها چشمگیر نبودند. بیشترین زاویهٔ شاخه در نهال‌های گیلاس و سیب در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متری مشاهده شد، اما در گلابی رقم اسپادنا تفاوت معنی‌داری بین ارتفاع‌های سربرداری ۶۰ با ۸۰ سانتی‌متر مشاهده نشد. به دلیل تعداد شاخهٔ کم ایجادشده در نهال‌های گلابی رقم درگزی زاویهٔ شاخهٔ آن محاسبه نشده است (جدول ۲). این نتایج با یافته‌های بعضی از محققان هم‌خوانی دارد که گزارش کردند، شاخه‌های حاصل از سربرداری شاخهٔ یک‌ساله، معمولا زاویهٔ انشعابی کمی دارند و به‌صورت عمودی رشد می‌کنند و تعداد شاخه‌های جانبی برای فرم‌دهی مناسب درخت کافی نیستند [۱].

با اینکه نهال‌های یک‌سالهٔ گیلاس، سیب و گلابی عکس‌العمل یکسانی در برابر تیمار سربرداری نشان دادند به‌گونه‌ای که تیمارهای سربرداری در هر ۳ نهال گیلاس، سیب و گلابی تعداد شاخهٔ بیشتری نسبت به شاهد ایجاد کردند و سربرداری در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متری سبب افزایش کیفیت نهال شده است، به دلیل زاویهٔ بستهٔ شاخه‌های جانبی نسبت به تنهٔ اصلی که پس از سربرداری ایجاد می‌شود، انجام سربرداری به تنهایی به منظور توسعهٔ شاخه‌های جانبی در نهالستان توصیه نمی‌شود.

جدول ۱. مقایسهٔ میانگین آثار متقابل تیمار سربرداری در رقم بر تعداد شاخه‌های جانبی

سربرداری (سانتی‌متر)	میانگین تعداد کل شاخه			تعداد شاخه، بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر			تعداد شاخه، کمتر از ۱۰ سانتی‌متر		
	ارقام گیلاس	ارقام سیب	ارقام گلابی	ارقام گیلاس	ارقام سیب	ارقام گلابی	ارقام گیلاس	ارقام سیب	ارقام گلابی
	'سیاه مشهد'	'رد دلیشز'	'اسپادنا'	'سیاه مشهد'	'رد دلیشز'	'اسپادنا'	'سیاه مشهد'	'رد دلیشز'	'اسپادنا'
بدون سربرداری	۱/۶cd*	۰/۹e	۰/۳ d	۱/۵ de	۰/۶c	۰/۲ g	۰/۱bc	۰/۳ d	۰/۱ e
۴۰	۳/۵ab	۳/۵ a	۱/۵ b	۲/۹ b	۲/۱ab	۱/۰c	۰/۶ a	۱/۴ a	۰/۵ a
۶۰	۳/۱ bc	۳/۴ ab	۲/۳ a	۲/۸ b	۲/۳a	۱/۹ a	۰/۳ b	۱/۱b	۰/۳ c
۸۰	۲/۳ c	۳/۰ bc	۲/۱ a	۲/۲ d	۱/۹ab	۱/۶ b	۰/۱ bc	۱/۱ b	۰/۴ b
	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'
بدون سربرداری	۰/۷ d	۰/۶e	۰/۰ d	۰/۷ e	۰/۵ c	۰/۰ h	۰/۰ c	۰/۱ d	۰/۰ f
۴۰	۲/۶ bc	۲/۴d	۱/۰ c	۲/۴ cd	۱/۶ b	۰/۸ d	۰/۲ bc	۰/۸ bc	۰/۲ d
۶۰	۳/۷ a	۲/۶ cd	۱/۰ c	۳/۵ a	۱/۹ab	۰/۶ e	۰/۲ bc	۰/۷ cd	۰/۴ b
۸۰	۳/۷ a	۲/۶cd	۰/۸ c	۳/۵ a	۱/۹ab	۰/۵ f	۰/۱ bc	۰/۷ cd	۰/۳ c

*میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین آثار متقابل تیمار سربرداری در رقم بر ارتفاع، قطر نهال و زاویهٔ شاخه

تیمارها	ارتفاع (سانتی‌متر)			قطر(میلی‌متر)			زاویهٔ شاخه (°)		
	ارقام گیلاس 'سیاه مشهد'	ارقام سیب 'رد دلیشز'	ارقام گلابی 'اسپادنا'	ارقام گیلاس 'سیاه مشهد'	ارقام سیب 'رد دلیشز'	ارقام گلابی 'اسپادنا'	ارقام گیلاس 'سیاه مشهد'	ارقام سیب 'رد دلیشز'	ارقام گلابی 'اسپادنا'
بدون سربرداری	۱۸۳/۹a*	۱۱۴/۷b	**۱۳۱/۳ a**	۱۷/۵ a	۱۰/۹ a	**۱۳/۴ b**	۳۰/۰ f	۴۹/۰ c	۴۰/ ۰b
۴۰	۱۱۲/۶ c	۱۰۲/۴ cd	**۹۳/۰ d**	۱۴/۱ ab	۱۰/۰c	**۸/۴ d**	۳۲/۳ d	۵۰/۲ b	۴۰/۶ b
۶۰	۱۲۰/۶ c	۹۵/۵d	**۱۰۷/۰ c**	۱۳/۵ b	۱۰/۸a	**۱۰/۹ c**	۴۸/۲ a	۵۲/۷ a	۴۲/۵ a
۸۰	۱۴۴/۵ b	۱۱۳/۷ bc	**۹۹/۰ d**	۱۴/۵ ab	۱۰/۹a	**۱۱/۸ c**	۳۵/۰ c	۵۱/۴ ab	۴۲/۷ a
	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'
	۱۶۱/۲ ab	۱۳۲/۸ a	**۱۲۰/۰ b**	۱۵/۷ ab	۱۰/۹a	**۱۵/۴ a**	۲۸/۰ g	۴۲/۰d	به دلیل تعداد شاخهٔ کم ایجادشده زاویهٔ شاخه محاسبه نشد.
۴۰	۷۳/۹ d	۱۰۲/۷ cd	**۹۵/۸ d**	۱۰/۹ c	۱۰/۰c	**۱۱/۹ c**	۳۱/۰ e	۴۹/۵ bc	
۶۰	۱۱۵/۵ c	۹۵/۵ d	**۹۳/۹ d**	۱۳/۱ bc	۹/۷d	**۱۱/۳ c**	۴۱/۰ b	۴۹/۶ bc	
۸۰	۱۵۰/۲ b	۱۰۷/۲ bc	**۹۵/۴ d**	۱۵/۶ ab	۱۰/۶b	**۱۱/۳ c**	۳۰/۰ f	۴۹/۳ c	

*میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

۲.۳. آزمایش دوم ـ اثر بنزیل آدنین بر توسعهٔ شاخهٔ جانبی

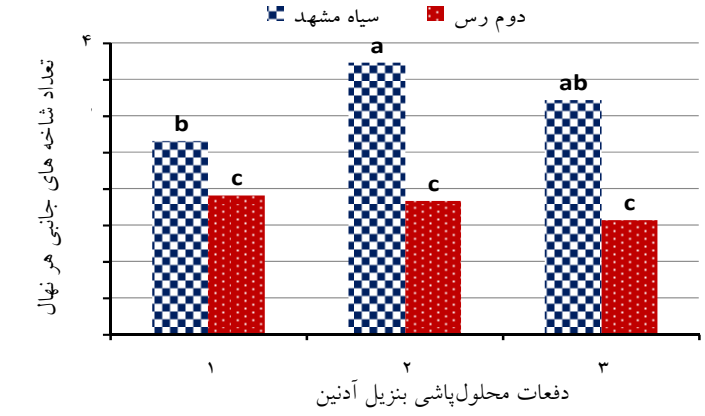
نتایج بررسی آثار متقابل رقم و دفعات محلول‌پاشی بنزیل آدنین بر توسعهٔ شاخه‌های جانبی نشان داد که بین ارقام تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ به‌گونه‌ای که در گیلاس رقم سیاه مشهد نسبت به دوم رس، در سیب رقم رد دلیشز نسبت به گلدن دلیشزو در گلابی رقم اسپادنا نسبت به درگزی تعداد شاخهٔ بیشتری را القا کردند و با تکرار دفعات محلول‌پاشی، تعداد شاخهٔ بیشتری ایجاد شد، به‌طوری که، در نوبت سوم بیشترین تعداد شاخه در هر ۳ محصول تشکیل شد (شکل ۱). این نتایج با یافته‌های محققان دیگر مطابقت دارد که گزارش کردند، تیمار بنزیل آدنین در بعضی ارقام مانند رد و گلدن دلیشز برای افزایش شاخه‌زایی آن‌ها مؤثر بوده است و ۲ تا ۳ نوبت محلول‌پاشی بنزیل آدنین به دلیل جذب بهتر می‌تواند برای دستیابی به آثار قابل قبول بنزیل آدنین تحت شرایط نهالستان مفید باشد [۱۹، ۳۲، ۳۳].

بررسی آثار متقابل رقم، غلظت و دفعات محلول‌پاشی بر تعداد شاخهٔ جانبی نشان داد که در هر ۳ محصول مورد بررسی، محلول‌پاشی با بنزیل آدنین نسبت به شاهد تعداد شاخهٔ بیشتری را ایجاد کرد و با افزایش غلظت و دفعات محلول‌پاشی تعداد شاخه نیز افزایش یافت. در گیلاس رقم سیاه مشهد بیشترین تعداد شاخه (۶/۴) در غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با ۳ نوبت محلول‌پاشی ایجاد شد (جدول ۳). در سیب رقم رد دلیشز با غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در نوبت سوم بیشترین تعداد شاخه را ایجاد کرد (۳/۸) و در رقم گلدن دلیشز تعداد شاخهٔ بیشتری (۲/۵) در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در ۳ نوبت محلول‌پاشی ایجاد شد (جدول ۳). در گلابی رقم اسپادنا غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در ۳ نوبت محلول‌پاشی بیشترین تعداد شاخه (۳/۷) را به‌وجود آورد (جدول ۳). این نتیجه با گزارش‌های محققان دیگر هم‌خوانی دارد که بیان کردند تیمارهای بنزیل آدنین به‌طور معنی‌داری تعداد شاخه‌های جانبی هر درخت سیب را در مقایسه با شاهد افزایش داد و غلظت‌های ۶۰۰ و ۸۰۰ نسبت به ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اثر بیشتری بر شاخه‌زایی دارند [۷، ۹، ۳۳]. تعداد شاخه با طول بیشتر و کمتر از ۱۰ سانتی‌متر نیز با تیمارهای بنزیل آدنین نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین تعداد شاخه، بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر در غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با ۲ و ۳ نوبت محلول‌پاشی در رقم سیاه مشهد و دوم رس به‌ترتیب ایجاد شد (جدول ۳). رقم رد دلیشز پس از ۳ نوبت محلول‌پاشی با غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و گلدن دلیشز پس از ۳ نوبت محلول‌پاشی با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به‌ترتیب ۲/۲ و ۲/۳ بیشترین تعداد شاخه با طول بیش از ۱۰ سانتی‌متر را ایجاد کردند (جدول ۳).

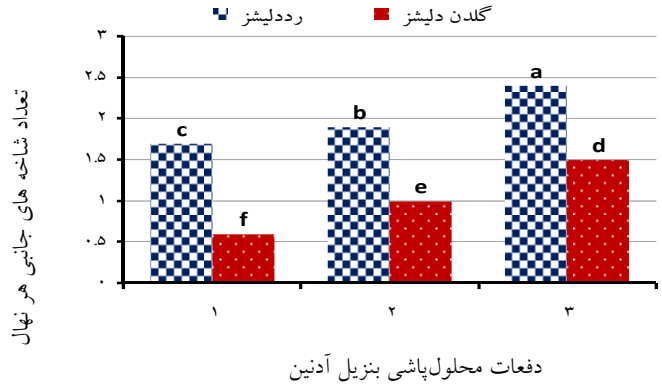
در گلابی بیشترین تعداد شاخه، بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر در غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با ۳ نوبت محلول‌پاشی در ۲ رقم به‌وجود آمد (جدول ۳). در ارقام گیلاس و گلابی بیشترین تعداد شاخه کمتر از ۱۰ سانتی‌متر در غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با ۳ نوبت محلول‌پاشی ایجاد شد (جدول ۳) در حالی که، در ۲ رقم سیب تفاوت چشمگیری بین غلظت‌های ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر پس از ۳ نوبت محلول‌پاشی بر طول شاخه‌های کمتر از ۱۰ سانتی‌متر وجود نداشت (جدول ۴). این نتایج با یافته‌های بعضی از محققان مطابق است که گزارش کردند کاربرد غلظت‌های بالاتر بنزیل آدنین در تشکیل شاخه‌های جانبی کوتاه مفید هستند [۲۶].

در بررسی آثار متقابل غلظت، رقم و دفعات محلول‌پاشی بر ارتفاع و قطر نهال در سطح ۵ درصد مشخص شد که ارتفاع و قطر نهال با محلول‌پاشی بنزیل آدنین در گیلاس، گلابی و سیب نسبت به شاهد نسبتا کاهش معنی‌داری داشت (جدول۴)، البته در سیب بیشترین ارتفاع و قطر (۱۳۹/۹ سانتی‌متر، ۱۲/۲میلی‌متر) مربوط به

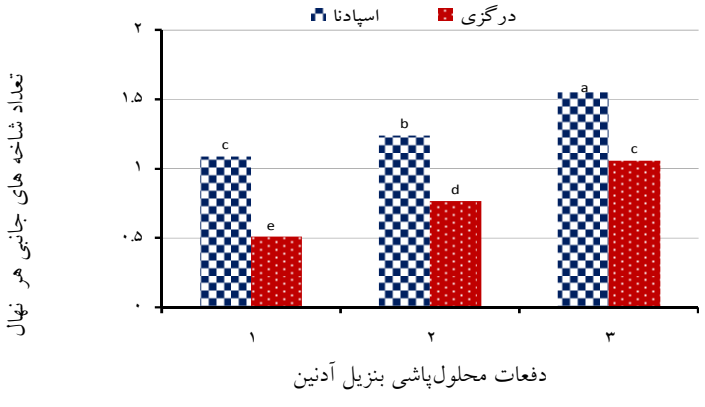
غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در نوبت سوم رقم گلدن دلیشز بود، ولی در عین حال با شاهد و دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). در گیلاس رقم سیاه مشهد نسبت به دوم رس، در سیب رقم گلدن نسبت به رد دلیشز و در گلابی رقم اسپادنا نسبت به درگزی ارتفاع و قطر بیشتری را بر اثر تیمار با بنزیل آدنین ایجاد کردند.



الف)



ب)



ج)

شکل ۱. آثار متقابل رقم و دفعات محلول‌پاشی بنزیل آدنین بر تعداد کل شاخه‌های جانبی الف) گیلاس، ب) سیب، ج) گلابی

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین آثار متقابل تعداد دفعات محلول‌پاشی بنزیل آدنین در رقم بر شاخه‌زایی گیلاس، سیب و گلابی

بنزیل آدنین (mgL^{-1}) در دفعات محلول‌پاشی	تعداد شاخه								
	تعداد کل			بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر			کمتر از ۱۰ سانتی‌متر		
	ارقام گیلاس	ارقام سیب	ارقام گلابی	ارقام	ارقام سیب	ارقام گلابی	ارقام	ارقام سیب	ارقام گلابی
	'سیاه مشهد'	'رد دلیشز'	'اسپادنا'	'سیاه	'رد دلیشز'	'اسپادنا'	'سیاه'	'رد دلیشز'	'اسپادنا'
شاهد	۱/۶ de*	۰/۳m	۰/۳h	۱/۵ cde	۰/۳ h	۰/۲ hi	۰/۱ e	۰/۰ g	۰/۱ gh
۲۰۰ یک‌بار محلول‌پاشی†	۲/۶ cde	۲/۰ f	۱/۱ efg	۲/۴ bcd	۱/۵ c	۰/۷ ef	۰/۲ de	۰/۵ e	۰/۴ e
۲۰۰ دوبار محلول‌پاشی	۳/۷ bc	۲/۰ f	۱/۲ def	۱/۹ cde	۱/۰ ef	۰/۷ ef	۱/۸ ab	۱/۰ c	۰/۳ef
۲۰۰ سه‌بار محلول‌پاشی	۳/۰cde	۲/۲ e	۱/۳ cde	۲/۶ bc	۱/۴cd	۰/۹ cd	۰/۴ de	۰/۸d	۰/۴ ef
۴۰۰ یک‌بار محلول‌پاشی	۳/۴ bc	۲/۸ c	۱/۶ c	۲/۲ cde	۱/۴ cd	۰/۵ fg	۱/۲bcd	۱/۴ b	۱/۱ bc
۴۰۰ دوبار محلول‌پاشی	۴/۰bc	۳/۱ b	۱/۲ defg	۲/۴ cd	۲/۱ a	۰/۴ g	۱/۶ abc	۱/۰ c	۰/۷ d
۴۰۰ سه بار محلول‌پاشی	۳/۸ bc	۳/۷ a	**۳/۷ a**	۲/۶ bc	۲/۰ b	۲/۶ a	۱/۲ bcd	۱/۷ a	۱/۱ b
۶۰۰ یک بار محلول‌پاشی	۲/۶ cde	۱/۹ gh	۱/۱ efg	۱/۸ cde	۰/۹ g	**۰/۵ fg**	۰/۸	۱/۰ c	۰/۶ d
۶۰۰ دو بار محلول‌پاشی	۵/۷ ab	۲/۰ f	**۱/۵cd**	۳/۹ ab	۱/۲ de	۱/۲ b	۱/۸ ab	۰/۸ d	۰/۳ f
۶۰۰ سه بار محلول‌پاشی	۶/۴ a	۳/۸ a	۲/۱ b	۴/۲ a	۲/۲ a	۰/۷ e	۲/۲ a	۱/۶ a	۱/۳a
	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'	'دوم'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'
شاهد	۰/۷ e	۰/۲ n	۰/۰ h	۰/۷ e	۰/۲i	۰/۰ j	۰/۰ e	۰/۰ g	۰/۰ h
۲۰۰ یک بار محلول‌پاشی	۱/۷ cde	۰/۲n	۰/۴ g	۱/۷ cde	۰/۲ i	۰/۳ h	۰/۰ e	۰/۰ g	۰/۱ gh
۲۰۰ دو بار محلول‌پاشی	۲/۰ cde	۱/۴ j	۱/۰ fg	۲/۰ cde	۱/۲ de	۰/۸de	۰/۰ e	۰/۲ f	۰/۲ g
۲۰۰ سه بار محلول‌پاشی	۰/۹ de	۲/۵ d	۱/۲ defg	۰/۹ de	۲/۳ a	۱/۰ c	۰/۰ e	۰/۲ f	۰/۲g
۴۰۰ یک بار محلول‌پاشی	۲/۹ cde	۰/۸ i	۰/۹ g	۲/۴ bcd	۰/۷ gh	۰/۵ e	۰/۵ cde	۰/۱ fg	۰/۴ ef
۴۰۰ دو بار محلول‌پاشی	۱/۸ cde	۰/۷ i	۱ /۲ defg	۱/۷ cde	۰/۲ i	۰/۲ hi	۰/۱ de	۰/۵ e	۱/۰c
۴۰۰ سه بار محلول‌پاشی	۱/۹ cde	۱/۵ ij	۲/۰b	۱/۳ cde	۰/۸ fg	۱/۰ c	۰/۶ cde	۰/۷ d	۱/۰ c
۶۰۰ یک بار محلول‌پاشی	۲/۴ cde	۱/۱ k	۰/۳ h	۲/۰ cde	۰/۷ gh	۰/۱ ij	۰/۴ de	۰/۴e	۰/۲ g
۶۰۰ دو بار محلول‌پاشی	۳/۳ bcd	۱/۶ hi	۰/۹ g	۲/۹ abc	۱/۱ e	۰/۲ hi	۰/۴ de	۰/۵ e	۰/۶ d
۶۰۰ سه بار محلول‌پاشی	۳/۰ cde	۱/۸ g	۱/۰ fg	۱/۸ cde	۱/۱ e	۰/۴g	۱/۲	۰/۷ d	۰/۶ d

†محلول‌پاشی از ۱۵ خرداد ۱۳۹۰، ۳ مرتبه هر ۷ روز اعمال شدند.

*میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین آثار متقابل تعداد دفعات محلول‌پاشی بنزیل آدنین در رقم بر ارتفاع و قطر نهال و زاویهٔ شاخه

بنزیل آدنین (mgL^{-1}) در دفعات محلول‌پاشی	ارتفاع (سانتی‌متر)			قطر (میلی متر)			زاویهٔ شاخه		
	ارقام گیلاس	ارقام سیب	ارقام گلابی	ارقام گیلاس	ارقام سیب	ارقام گلابی	ارقام گیلاس	ارقام سیب	ارقام گلابی
	'سیاه مشهد'	'رد دلیشز'	'اسپادنا'	'سیاه مشهد'	'رد دلیشز'	'اسپادنا'	'سیاه مشهد'	'رد دلیشز'	'اسپادنا'
شاهد	۱۸۳/۹a*	۱۲۹/۱ abcdefg	۱۳۱/۰ **a**	۱۷/۵ a	۱۰/۹ ab	۱۴/۱ bc	۳۰/۰ p	۴۹/۰ m	۴۰/۰ h
۲۰۰ یک بار محلول‌پاشی†	۱۵۵/۷ bc	۱۲۳/۵ bcdefg	۸۷/۴ **J**	۱۵/۲ ab	۱۱/۲ ab	۱۱/۱ efgh	۶۰/۱ b	۶۰/۲ d	۴۲/۰ f
۲۰۰ دو بار محلول‌پاشی	۱۶۰/۵ abc	۱۳۸/۷ ab	۱۱۰/۳ de	۱۳/۷ b	۱۱/۲ ab	۱۲/۲ cdefg	۵۷/۳ d	۶۰/۰ d	۴۳/۰ e
۲۰۰ سه بار محلول‌پاشی	۱۸۰/۷ abc	۱۲۳/۹ abcdefg	۸۸/۶ **j**	۱۶/۵ ab	۱۰/۱ b	۹/۹ h	۶۱/۱ a	۶۱/۰ c	۵۱/۱ b
۴۰۰ یک بار محلول‌پاشی	۱۵۹/۲ abc	۱۲۹/۳ abcdefg	۸۷/۳ **J**	۱۵/۱ ab	۱۱/۲ ab	۱۱/۱ fgh	۵۵/۰ f	۶۲/۳ b	۵۰/۲c
۴۰۰ دو بار محلول‌پاشی	۱۷۶/۰ abc	۱۱۷/۸ fgh	۱۰۷/۰ **de**	۱۴/۷ ab	۹/۷ b	۱۲/۶ cde	۵۹/۴ c	۵۷/۰ f	۵۰/۱ c
۴۰۰ سه بار محلول‌پاشی	۱۸۰/۵ abc	۱۱۹/۱ efgh	۹۷/۰ gh	۱۵/۹ ab	۱۰/۱ b	۱۱/۷ defg	۵۶/۲e	۶۲/۰ b	۵۶/۳ a
۶۰۰ یک بار محلول‌پاشی	۱۵۱/۸ c	۱۳۳/۸ abcdef	۹۸/۴ gh	۱۳/۶ b	۱۱/۰ ab	۱۱/۰ gh	۵۶/۰ e	۵۸/۱ e	۴۱/۰ g
۶۰۰ دو بار محلول‌پاشی	۱۸۳/۳ ab	۱۲۱/۹ cdefgh	۸۸/۵ j	۱۶/۲ ab	۹/۶ b	۱۱/۷ defg	۵۷/۲ d	۵۲/۰ k	۴۲/۱F
۶۰۰ سه بار محلول‌پاشی	۱۵۷/۷ abc	۱۲۷/۱ abcdefg	۱۱۸/۰ bc	۱۶/۱ ab	۱۰/۳ b	۱۳/۰ cd	۵۴/۰ g	۷۴/۱ a	۴۸/۱ d
	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'
شاهد	۱۶۱/۲ abc	۱۳۸/۹ abc	۱۲۰/۰ b	۱۶/۵ ab	۱۰/۹ ab	۱۵/۴ a	۲۸/۰ q	۴۲/۰ o	به دلیل تعداد شاخه
۲۰۰ یک بار محلول‌پاشی	۱۷۳/۰ abc	۱۰۷/۵ h	۱۰۶/۳ ef	۱۵/۹ ab	۹/۷ b	۱۳/۶ bc	۴۲/۱ o	۵۱/۰ l	کم ایجادشده
۲۰۰ دو بار محلول‌پاشی	۱۸۰/۰ abc	۱۲۱/۰ defgh	۹۵/۳ hi	۱۶/۰ ab	۱۰/۴ ab	۱۲/۲ cdefg	۴۶/۰ l	۵۳/۲ j	زاویهٔ شاخه برای
۲۰۰ سه بار محلول‌پاشی	۱۷۲/۲ abc	۱۳۴/۵ abcde	۱۱۲/۰ de	۱۵/۳ ab	۱۱/۳ ab	۱۲/۴ cdefg	۵۰/۰ h	۵۶/۰ g	این رقم محاسبه
۴۰۰ یک بار محلول‌پاشی	۱۷۲/۲ abc	۱۲۴/۸abcdefg	۹۹/۳ gh	۱۶/۲ ab	۱۰/۲ b	۱۳/۵ bc	۴۵/۰ m	۵۲/۰ k	نشده است.
۴۰۰ دو بار محلول‌پاشی	۱۸۰/۵ abc	۱۳۸/۹ abc	۱۱۳/۶ cd	۱۶/۰ ab	۱/۱۱ ab	۱۴/۵ ab	۴۷/۰ k	۵۴/۰ i	
۴۰۰ سه بار محلول‌پاشی	۱۵۷/۵ abc	۱۳۹/۹ a	۱۰۰/۰ gh	۱۶/۰ ab	۱۲/۲ a	۱۳/۵ bc	۴۸/۰ J	۶۰/۰ d	
۶۰۰ یک بار محلول‌پاشی	۱۸۳/۸ ab	۱۳۰/۹ abcdefg	۱۰۲/۰ fg	۱۶/۲ ab	۹/۹ b	۱۲/۶ cdef	۴۴/۰ n	۵۴/۰ i	
۶۰۰ دو بار محلول‌پاشی	۱۸۳/۸ ab	۱۳۰/۸ def	۹۵/۳ hi	۱۶/۵ ab	۱۰/۴ ab	۱۱/۴ efgh	۴۶/۰ l	۵۵/۰ h	
۶۰۰ سه بار محلول‌پاشی	۱۸۳/۸ ab	۱۳۳/۰ abcdef	۹۱/۰ ij	۱۶/۵ ab	۹/۸ b	۱۲/۷ cde	۴۹/۰ I	۶۲/۰ b	

†محلول‌پاشی از ۱۵ خرداد ۱۳۹۰، ۳ مرتبه هر ۷ روز اعمال شدند.

*میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

زوایای شاخه‌های گیلاس، سیب و گلابی با محلول‌پاشی بنزیل آدنین نسبت به شاهد افزایش چشمگیری داشتند به‌طوری که، بیشترین زاویه در آن‌ها به‌ترتیب در غلظت‌های ۲۰۰، ۶۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با ۳ مرتبه محلول‌پاشی ایجاد شد. به دلیل تعداد شاخهٔ کم ایجادشده در نهال‌های گلابی رقم درگزی زاویهٔ شاخهٔ آن محاسبه نشده است (جدول ۴). این نتایج با یافته‌های محققان دیگر مطابقت دارد که بیان کردند ۲ یا ۳ نوبت محلول‌پاشی بنزیل آدنین در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر حداقل ۴ شاخهٔ قوی و ۲ شاخهٔ متوسط با زاویهٔ باز در رقم گالا ایجاد می‌کند و کاربرد چندبارهٔ GA_{4+7} به همراه بنزیل آدنین سبب افزایش تعداد، طول و زاویهٔ شاخه‌ها شد [۷، ۳۵].

تیمارهای بنزیل آدنین در هر ۳ نهال گیلاس، سیب و گلابی مؤثر بودند و تعداد شاخهٔ جانبی بیشتری را نسبت به شاهد ایجاد کردند. همچنین، افزایش غلظت و دفعات محلول‌پاشی سبب افزایش تعداد شاخه با زاویهٔ باز در هر ۳ نهال شد و به دلیل ایجاد زوایای بازتر قابل توصیه در نهالستان‌ها است.

۳.۳. آزمایش سوم ـ اثر آربولین بر توسعهٔ شاخهٔ جانبی در نهالستان

تعداد شاخه در نهال‌های گیلاس، سیب و گلابی با تیمارهای آربولین نسبت به شاهد افزایش یافت و با افزایش غلظت و دفعات محلول‌پاشی تعداد شاخهٔ بیشتری تشکیل شد (جدول ۵). رقم سیاه مشهد نسبت به دوم رس، رقم رد دلیشز نسبت به گلدن دلیشز و رقم اسپادنا نسبت به درگزی تعداد شاخهٔ بیشتری را با تیمارهای آربولین ایجاد کردند (جدول ۵). هرچند تیمار آربولین نسبت به شاهد سبب افزایش شاخه‌دهی شد، با توجه به پایین‌بودن تعداد شاخهٔ ایجادشده در مقایسه با تیمار بنزیل آدنین در این مطالعه کاربرد آربولین اثربخشی کافی نداشت. در توجیه علت پایین‌بودن تعداد شاخه‌های جانبی باید تعداد دفعات محلول‌پاشی با آربولین (دو نوبت) را مد نظر قرار داد که چنین وضعیتی نیز در تیمار بنزیل آدنین مشاهده شد به‌طوری که، با افزایش دفعات محلول‌پاشی از ۲ به ۳ نوبت، تعداد شاخه در گیلاس از ۵/۷ به ۶/۴ و در سیب از ۲ به ۳/۸ شاخه افزایش معنی‌داری یافت (جدول ۳). این نتیجه با گزارش‌های دیگر محققان هم‌خوانی دارد که بیان کردند، برای ارقامی که شاخه‌زایی کمی حتی با تیمارهای آربولین دارند، کاربرد بیشتر تنظیم‌کننده‌های رشد برای افزایش شاخه‌دهی الزامی است و کاربرد منظم تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی می‌تواند سبب افزایش تعداد شاخه‌های جانبی شود [۶، ۲۱، ۲۷].

تعداد شاخه با طول بیشتر و کمتر از ۱۰ سانتی‌متر نیز با تیمارهای آربولین نسبت به شاهد در گیلاس و سیب افزایش یافتند (جدول ۵). بیشترین تعداد شاخه با طول بیشتر و کمتر از ۱۰ سانتی‌متر به‌ترتیب در غلظت‌های ۱۵ و ۲۵ میلی‌لیتر بر لیتر با ۲ نوبت محلول‌پاشی در هر ۲ رقم گیلاس و سیب ایجاد شد، اما برای گلابی بیشترین تعداد شاخه، بیشتر و کمتر از ۱۰ سانتی‌متر در غلظت ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر با ۱ نوبت محلول‌پاشی به‌دست آمد (جدول ۵). این نتایج با یافته‌های بعضی از محققان هم‌خوانی دارد که گزارش کردند بهترین کیفیت نهال‌ها در نهالستان با کاربرد غلظت ۱۵ میلی‌لیتر بر لیتر به‌دست می‌آید [۲۵].

رقم سیاه مشهد نسبت به دوم رس و رقم گلدن دلیشز نسبت به رقم رد دلیشز به‌طور معمول ارتفاع و قطر بیشتری داشت و با تیمارهای آربولین نیز بیشترین ارتفاع مربوط به همین رقم بود (جدول ۶). بیشترین ارتفاع و قطر نهال با کاربرد غلظت ۲۵ میلی‌لیتر بر لیتر در نوبت دوم در نهال‌های گیلاس و سیب ایجاد شد (۱۹۶/۲، ۱۳۹/۹ سانتی‌متر و ۱۶/۶، ۱۱/۲ میلی‌متر) ولی در عین حال از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند (جدول ۶).

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین آثار متقابل تعداد دفعات محلول‌پاشی آربولین در رقم بر تعداد شاخه‌های جانبی

آربولین (mlL^{-1}) در دفعات محلول‌پاشی	تعداد شاخه								
	تعداد کل			بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر			کمتر از ۱۰ سانتی‌متر		
	ارقام گیلاس 'سیاه مشهد'	ارقام سیب 'رد دلیشز'	ارقام گلابی 'اسپادنا'	ارقام 'سیاه'	ارقام سیب 'رد دلیشز'	ارقام گلابی 'اسپادنا'	ارقام گیلاس 'سیاه مشهد'	ارقام سیب 'رد دلیشز'	ارقام گلابی 'اسپادنا'
شاهد	۰/۷ g*	۰/۳ d	۰/۳۰ i	۰/۶ fg	۰/۲ f	۰/۲f	۰/۱ f	۰/۱ i	۰/۱ d
۵ یک‌بار محلول‌پاشی†	۱/۷ de	۰/۴d	۱/۸b	۱/۳ def	۰/۲ f	۰/۹a	۰/۴ def	۰/۲ h	۰/۹ abc
۵ دوبار محلول‌پاشی	۱/۶ de	۱/۴ b	۰/۷e	۰/۸ fg	۰/۸ d	۰/۴d	۰/۸ bcd	۰/۶d	۰/۳d
۱۵ یک‌بار محلول‌پاشی	۳/۳ b	۱/۰c	۱/۸b	۳/۲ a	۰/۷e	۰/۸b	۰/۱ ef	۰/۳g	۱/۰ab
۱۵ دوبار محلول‌پاشی	۲/۷ bc	۲/۳a	۰/۶f	۱/۴ def	۱/۳ a	۰/۴d	۱/۳ b	۰/۱ b	۰/۲d
۲۵ یک‌بار محلول‌پاشی	۲/۶ bcd	۱/۰c	۲/۳a	۱/۷ bcde	۰/۶ e	۰/۹a	۰/۹ bcd	۰/۴ f	۱/۴a
۲۵ دوبار محلول‌پاشی	۴/۳ a	۲/۴ a	۰/۵g	۲/۵ b	۱/۱b	۰/۲f	۱/۸ a	۱/۳a	۰/۳d
	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'
شاهد	۰/۶ g	۰/۱ d	۰/۰j	۰/۵ g	۰/۱ g	۰/۰g	۰/۱ f	۰/۰ j	۰/۰ d
۵ یک‌بار محلول‌پاشی	۱/۴ efg	۰/۲ d	۰/۴h	۱/۳ def	۰/۲ f	۰/۲f	۰/۱ f	۰/۰ j	۰/۲ d
۵ دوبار محلول‌پاشی	۱/۵ ef	۰/۳ d	۰/۳i	۱/۴ def	۰/۲f	۰/۲f	۰/۱ f	۰/۱ i	۰/۱ d
۱۵ یک‌بار محلول‌پاشی	۱/۹ cde	۱/۰ c	۰/۷e	۱/۷ bcde	۰/۹ c	۰/۳e	۰/۲ cd	۰/۱ i	۰/۴cd
۱۵ دوبار محلول‌پاشی	۳/۱ b	۱/۱ c	۰/۶f	۲/۵ b	۰/۶ e	۰/۳e	۰/۶ cde	۰/۵ e	۰/۳d
۲۵ یک‌بار محلول‌پاشی	۱/۲ efg	۱/۲ bc	۱/۰c	۰/۹ efg	۰/۶e	۰/۵c	۰/۳ ef	۰/۶ d	۰/۵bcd
۲۵ دوبار محلول‌پاشی	۳/۲ b	۱/۵b	۰/۹d	۲/۱ bcd	۰/۸ d	۰/۵c	۱/۱ bc	۰/۷ c	۰/۴cd

جدول ۶. مقایسهٔ میانگین آثار متقابل تعداد دفعات محلول‌پاشی آربولین در رقم بر ارتفاع، قطر و زاویهٔ شاخه

آربولین (mlL^{-1}) در دفعات محلول‌پاشی	ارتفاع (سانتی‌متر)			قطر(میلی‌متر)			زاویهٔ شاخه(°)		
	ارقام گیلاس	ارقام سیب	ارقام گلابی	ارقام گیلاس	ارقام سیب	ارقام گلابی	ارقام	ارقام سیب	ارقام گلابی
	'سیاه مشهد'	'رد دلیشز'	'اسپادنا'	'سیاه مشهد'	'رد دلیشز'	'اسپادنا'	'سیاه مشهد'	'رد دلیشز'	'اسپادنا'
شاهد	۱۵۴/۹ bcde*	۱۲۲/۰cde	۱۳۱/۲a	۱۴/۷ ef	۸/۸ e	۱۳/۱b	۳۰/۰ k	۴۹/۰f	۴۰/۰e
۵ یک‌بار محلول‌پاشی†	۱۹۸/۹ a	۱۲۷/۷ abcde	۱۰۸/۳ d	۱۵/۸ b	۹/۶cde	۱۱/۰d	۵۲/۲ e	۵۶/۲d	۴۶/۲d
۵ دوبار محلول‌پاشی	۱۶۱/۳ bcd	۱۲۷/۵ abcde	۱۱۰/۲ cd	۱۳/۲ i	۱۰/۸abc	۱۲/۱c	۵۹/۲a	۶۳/۲b	۴۰/۰e
۱۵ یک‌بار محلول‌پاشی	۱۸۸/۰ ab	۱۲۵/۰ bcde	۱۲۳/۲ b	۱۴/۹ e	۹/۵ cde	۱۲/۱ c	۴۰/۰j	۵۹/۰c	۵۶/۰a
۱۵ دوبار محلول‌پاشی	۱۶۶/۸ bc	۱۳۰/۱ abcd	۱۱۲/۲ cd	۱۴/۴ g	۱۰/۵ abcd	۱۲/۱ c	۵۵/۳c	۵۵/۲e	۴۸/۲c
۲۵ یک‌بار محلول‌پاشی	۱۶۶/۹ bc	۱۳۸/۷ ab	۱۰۹/۱ d	۱۳/۷ h	۱۱/۳ a	۱۱/۲d	۴۹/۰g	۶۳/۱b	۵۲/۰b
۲۵ دوبار محلول‌پاشی	۱۹۶/۲ a	۱۳۸/۷ ab	۱۱۴/۰ c	۱۶/۶ a	۱۱/۱ ab	۱۱/۳d	۵۳/۰d	۷۳/۳a	۴۶/۰d
	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'	'دوم رس'	'گلدن دلیشز'	'درگزی'
شاهد	۱۳۷/۸ def	۱۳۸/۲ ab	۱۲۰/۳ b	۱۵/۵ c	۱۰/۳ abcd	۱۵/۱a	۲۸/۰l	۴۲/۰j	به دلیل تعداد
۵ یک‌بارمحلول‌پاشی	۱۷۲/۰ b	۱۳۰/۰ abcd	۹۶/۰ f	۱۶/۴ a	۱۱/۳ a	۱۱/۱d	۵۰/۰f	۵۵/۲e	شاخهٔ کم
۵ دوبار محلول‌پاشی	۱۲۴/۲ f	۱۱۳/۷ e	۱۰۸/۲ d	۱۵/۲ d	۹/۵ cde	۱۰/۲e	۵۷/۲b	۴۶/۰h	ایجادشده
۱۵ یک‌بار محلول‌پاشی	۱۳۲/۸ ef	۱۲۵/۱abcde	۱۰۲/۲ e	۱۲/۵ j	۹/۸ bcde	۱۱/۰d	۴۰/۰j	۴۶/۰h	زاویهٔ شاخه
۱۵ دوبار محلول‌پاشی	۱۴۷/۱ bcdef	۱۱۸/۱de	۱۰۳/۱e	۱۵/۲ d	۹/۴ de	۱۰/۰e	۴۱/۳i	۴۵/۳i	محاسبه
۲۵ یک‌بار محلول‌پاشی	۱۳۱/۵ ef	۱۳۹/۱ab	۹۷/۲f	۱۱/۶ k	۱۱/۰ ab	۱۰/۰e	۴۶/۰h	۴۹/۲f	نشده
۲۵ دوبار محلول‌پاشی	۱۳۹/۴ cdef	۱۳۹/۹ a	۱۱۱/۱cd	۱۴/۶ fg	۱۱/۲ a	۱۰/۰e	۴۹/۳g	۴۷/۰g	است

†محلول‌پاشی از ۱۵ خرداد ۱۳۹۰، ۲ مرتبه هر ۷ روز اعمال شدند.

*میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

نهال‌هایی که بلندتر بودند بعد از تیمار با آربولین ۲۵ میلی‌لیتر بر لیتر نیز ارتفاع بیشتری را ایجاد کردند [۱۷].

زوایای شاخه با کاربرد تیمارهای آربولین در نهال‌های گیلاس، سیب و گلابی افزایش چشمگیری نسبت به شاهد داشت، به‌طوری که بیشترین زاویهٔ شاخه در گیلاس و سیب به‌ترتیب در غلظت‌های ۵ و ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر با ۲ نوبت محلول‌پاشی و در گلابی رقم اسپادنا در غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر با ۱ نوبت محلول‌پاشی ایجاد شد. به دلیل تعداد شاخهٔ کم ایجادشده در نهال‌های گلابی رقم درگزی زاویهٔ شاخهٔ آن محاسبه نشده است (جدول ۶). کاربرد چنددفعه‌ای $GA_{۴+۷}$ به همراه بنزیل آدنین سبب افزایش تعداد، طول و زاویهٔ شاخه‌ها شد [۳۵].

تیمارهای آربولین سبب افزایش تعداد شاخه در نهال‌های گیلاس و سیب شدند، اما اثری روی نهال‌های گلابی نداشتند. این تفاوت را می‌توان چنین تفسیر کرد که ارقام مختلف گلابی می‌توانند میزان و غلظت متفاوتی از هورمون‌های گیاهی را تولید کنند که محلول‌پاشی با بنزیل آدنین و سایر تنظیم‌کننده‌ها این تناسب را تغییر می‌دهد و در نهایت، تأثیرات و نتایج مختلفی پس از تیمار ایجاد می‌شود [۴۴]. با وجود ایجاد زوایای بازتر، افزایش دفعات محلول‌پاشی به منظور ایجاد تعداد شاخهٔ قابل قبول در نهالستان پیشنهاد می‌شود.

نتیجه‌گیری

هرچند سربرداری و محلول‌پاشی با بنزیل آدنین و آربولین سبب بهبود شاخه‌زایی نهال‌ها شدند، تعداد شاخه با تیمارهای شیمیایی مخصوصا بنزیل آدنین نسبت به سربرداری افزایش چشمگیری داشت، به‌طوری که محلول‌پاشی در ۳ نوبت با بنزیل آدنین در هر ۳ نهال به غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین تعداد شاخه را ایجاد کرد. تیمارهای مکانیکی و شیمیایی در گیلاس اثربخشی بیشتری در شاخه‌زایی نسبت به سیب و گلابی داشتند. در بین ارقام، رقم سیاه مشهد نسبت به دوم رس، رد دلیشز نسبت به گلدن دلیشز و اسپادنا نسبت به درگزی تعداد شاخهٔ بیشتری را با تیمارهای مکانیکی و شیمیایی ایجاد کردند. با کاربرد غلظت‌های بالاتر و افزایش تعداد دفعات محلول‌پاشی در تیمارهای شیمیایی تعداد شاخهٔ بیشتری ایجاد شد. آربولین اثری بر نهال‌های گلابی نداشت و برای ایجاد نتایج قابل قبول در شاخه‌زایی افزایش دفعات محلول‌پاشی توصیه می‌شود. ارتفاع و قطر نهال‌ها با تیمارهای سربرداری کاهش یافت، ولی با تیمارهای شیمیایی مخصوصاً آربولین افزایش چشمگیری نشان داد. زاویهٔ شاخه نیز با تیمارهای شیمیایی نسبت به تیمارهای مکانیکی افزایش چشمگیری داشت.

تقدیر و تشکر

از سازمان جهاد کشاورزی و مدیریت باغبانی استان خراسان رضوی برای تأمین منابع مالی اجرای پژوهش و از آقایان مهندس محمدرضا قدسی، احمد تیموری و احمد مصطفی‌پور که در اجرای این تحقیق ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

۱. اعتمادی، ن؛ ابذل، ع؛ (۱۳۸۵). *تربیت و هرس درختان سیب و گلابی (ترجمه)*. مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ۱۷۹ صفحه.

2. Abbas MF (1978) Association between branching in maiden apple trees and levels of endogenous auxins. Acta Horticulture. 80: 59-62.

3. Bielicki P and Czynczyk A (2004a) Effect of Rootstock Quality and Height of Heading Back one- year-old grafts on the quality of two-year-old Trees in Nursery, Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 12: 61-67.

4. Bielicki p and Czynczyk A (2004b) Influence of plant material quality on growth and yield of two apple cultivars. Sci. Works Lith. Instit. Hortic. Lithuanian Univ. Agric., 21(4): 33-38.

5. Bostan M (2010) Influence of crown formation method on development of the apple trees in the nursery. Bulletin UASVM Horticulture. 67: 101-105.

6. Buban T (2000) The use of benzyladenine in orchard fruit growing: a mini review. Plant growth regulation, 32: 381-390.

7. Caglar S and Ilgin M (2009) The effects of benzyladenine applications on branching of Mondial Gala apple nursery trees on MM106 in the first year growth. Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Kahramanmaras Sutcu Imam University Journal of Natural Sciences. 12 (1): 66-70.

8. Childers NF, Morris JR and Sibbett GS (1995) Modern Fruit Science. Horticultural Publications, Gainesville, Florida, 632s.

9. Clements JM, Autio WR and Cowgil WP (2010) Using heading vs. notching with or without BA application to induce branching in non-feathered, firstleaf apple Trees. Fruit Notes. 75: 7-11.

10. Cody CA, Larsen FE and Fritts R Jr (1985) Stimulation of Lateral Branch Development in Tree Fruit Nursery Stock with GA4+7 + BA, Horticultural Science. 20: 758-759.

11. Elkner TE and Coston DC (1986) Effect of BA + GA4+7, BA, and Daminozide on Growth and Lateral Shoot Development in Peach. Journal of American Society for Horticultural Science. 111:520-524.

12. Elfving DC and Forshey CG (1976) Growth and fruiting responses of vigorous apple branches to pruning and branch orientation treatments. Journal of American Society for Horticultural Science, 101: 290-293.

13. Elfving DC and Visser DB (2007) Improving the efficacy of cytokinin applications for stimulation of lateral branch development in young sweet cherry trees in the orchard. Horticultural Science, 42: 251-256.

14. Ferree DC (1981) Physiological aspects of pruning and training. In: Tree Fruit Growth Regulators and Chemical Thinning (Eds.: R.B. Tukey and M.W.Williams Wash. State. Univ. Coop. Ext. Serv)., Pullman, pp. 90-104.

15. Greene DW and Autio WR (1990) Vegetative responses of apple trees following benzyladenine and growth regulator sprays. Journal of American Society for Horticultural Science. 115(3): 400-404.

16. Gudarowska E and Szewczuk A (2002) Wpływczynnikówagrotechnicznych i bioregulatorównastopie_ rozgał_ zianiajednorocznych i dwuletnichdrzewekjabłoniodmia‘Gala’ i ‘Alwa’ napodkładce M.26. Zesz. Nauk. IsiK., 10: 29–37.

17. Gudarowska E and Szewczuk A (2004) The Influence of agro-technical methods used in the nursery on quality of Planting material and precocity of bearing in Young Apple Orchard.

Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 12: 91-96.

18. Gudarowska E, Szewczuk A and Deren D (2006) The Influence of the Height of Pruning of Apple Trees in a Nursery on Their Quality and Yielding, Sci. Works Lith. Instit. Hortic. Lithuanian Univ. Agric., 25(3): 98-103.

19. Hrotko K, Magyar L and Buban T (1996) Improved feathering by benzyladenine application on one years old 'Idared' apple trees in the nursery. Journal of Horticultural Science. 28: 49–53.

20. Hrotko K, Magyar L and Ronay Z (2000) Improved feathering on apple nursery trees by BA application. Acta Horticulture. 514: 113-122.

21. Jacyna T (2001) Studies on natural and chemically induced branching in temperate fruit and ornamental trees. Rozprawahabilitacyjna, AR Lublin, 45-66.

22. Jacyna T and Lipa T (2008) Induction of lateral shoots in unpruned leaders of young sweet cherry trees. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 16: 65-73

23. Jacyna T and Puchała A (2004) Application of friendly branch promotingsubstances to advance sweet cherrytree canopy development in the orchard. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 12: 177-182.

24. Kaplan M (2010) Effect of growth regultors on the branching ability of maiden apple trees of the 'Sampion' and'Jonica' cultivars. Folia Horticulture, (Polish Society for Horticultural Science. 22(2): 3-7.

25. Kopytowski J, Markuszewski B and Gursztyn J (2006) The effect of selected agricultural practices on quality featheres of apple trees. Sci. Works Lith. Instit. Hortic. Lithuanian Univ. Agric., 25(3): 104-112.

26. Magyar L and Hrotko K (2002) Effect of 6-benzyladenine (BA) and gibberellic acid (GA4+7) application on feathering of plum cultivars in nursery. Acta Horticulture. 577: 345-349.

27. Magyar L and Hrotko K (2005) Effect of BA (6-benzyladenine) and GA4+7 on feathering of sweet cherry cultivars in the nursery. Acta Horticulture. 667: 417-422.

28. Mika A (1986) Physiological responses of fruit trees to pruning, Hort. Rev., 8: 337- 369.

29. Neri D, Mazzoni M, Zucconi F and Dradi G (2004) Feathering control in sweet cherry (Prunus avium) nursery, by deblading and cytokinin. Acta Horticulture. 636: 119-127.

30. Plich H, Jankiewicz LS, Borkowska B and Moraszczyk A (1975) Correlation among lateral shoots in young apple trees. Acta. Agrobotany., 28: 131-149.

31. Ouellette DR, Unrath CR and Young E (1996) Manual and chemical branch inducement in fall- and spring planted 'Empire' apple on two rootstocks. Horticultural Science. 31(1): 82-88.

32. Stephen S, Miller B and Eldridge J (1985) Use of 6-benzylamino purine and Promalin for improved canopy development in selected apple cultivars. Scientia Horticulture. 28: 355-368.

33. Taemyung Y, Sugon H and Youngjae W (2001) Effect of 6-benzylamino purine on lateral shoot formation in Tsugaru apples trees on seedling the nursery. Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 42 (2): 189-192.

34. Theron KI, Steyn WJ and Jacobs G (2000) Induction of proleptic shoot formation on pome fruit nursery trees. Acta Horticulture. 514: 239-244.

35. Volz RK, Gibbs HM and Popenoe J (1994) Branch induction on apple nursery trees: Effects of growth regulators and defoliation. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 22(3): 277-283.

36. Yildirim NA, Koyuncu F, San B and Kacal E (2010) The Effect of Promalin and Heading Treatment on lateral shoot formation in pear nursery trees. Journal of Natural and Applied Science. 14: 32-37.

37. Webster AD and Shephard UM (1984) The Effects of Summer Shoot Tipping and Rootstock on the Growth, Floral Bud Production, Yield and Fruit Quality of Young Sweet Cherries, Journal of Horticultural Science. Vol. 59, PP. 175-182.

38. Wertheim SJ (1978) Manual and Chemical Induction of Side-Shoot formation in apple trees in the nursery. Scientia Horticulture. 9: 337-349.