اثر زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA بر ریشه‌زائی و برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی قلمه‌های ساقه کیوی‌فروت رقم هایوارد (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward)

بیژن میرمسعودی[1] و بهزاد کاویانی[2*]

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

mirmasoudi@gmail.com

۲- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران b.kaviani@yahoo.com

Effect of cutting time and IBA treatment on rooting and some morphological and physiological traits of stem cuttings in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) cv. 'Hayward'

Bijan Mirmadoudi[1] and Behzad Kaviani[2*]

1- M.Sc., Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht,Iran
mirmasoudi@gmail.com

2-Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran b.kaviani@yahoo.com

چکیده

ریشه‌زایی قلمه‌های خشبی، یک عامل محدودکننده در ازدیاد گیاهان چوبی به‌شمار می‌رود. به منظور ارزیابی اثر زمان قلمه‌گیری و غلظت‌های مختلف ایندول-۳-بوتیریک اسید (IBA) بر توان ریشه‌زایی قلمه‌های کیوی رقم هایوارد (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) آزمایشی در قالب طرح فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل دو زمان قلمه‌گیری (اوایل بهمن و نیمه دوم اسفند) و فاکتور فرعی شامل غلظت‌های صفر (به‌عنوان شاهد)، ۲۵۰۰، ۵۰۰۰ و ۷۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA بود. قلمه‌های گرفته‌شده پس از تیمار به‌مدت ۵ دقیقه با IBA، در محیط کشت پرلیت کاشته شدند. بعد از ۳ ماه، برخی صفات مرتبط با ریشه‌دهی؛ مانند تعداد و طول ریشه، فیزیولوژیکی مانند وزن‌تر و خشک ریشه و کالوس و مورفولوژیکی مانند طول ساقه و تعداد برگ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که قلمه‌های گرفته‌شده در نیمه دوم اسفند، دارای بیشترین تعداد ریشه، طول ریشه، وزن‌تر و خشک ریشه بودند، در حالی که، قلمه‌های گرفته‌شده در اوایل بهمن دارای بیشترین ماده خشک ریشه، وزن‌تر و خشک کالوس و همچنین تعداد برگ بودند. تیمار IBA به‌طور معنی‌داری صفات مرتبط با ریشه‌زایی را افزایش داد که در این میان، غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر مؤثرترین تیمار بود. تیمار ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA با القای بیشترین وزن‌تر و خشک کالوس، ریشه‌زایی کمتری را القا کرد. در مجموع، قلمه‌گیری در نیمه دوم اسفند و تیمار با غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA برای ریشه‌زایی قلمه‌های کیوی رقم هایوارد پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: ازدیاد، اکسین، بستر کشت، درختان میوه، قلمه نیمه‌خشبی

Abstract

Rooting of woody cuttings is a restricted factor in propagation of woody plants. In order to evaluate the effects of cutting time and different concentrations of indole-3-butyric acid (IBA) on rooting potential of cuttings of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward), a factorial experimental was carried out based on completely randomized design. The main factor included two cutting times (late-January and mid-March) and the sub factor included 0 (as control), 2500, 5000 and 7500 mg l^{-1} IBA. Taken cuttings have been cultivated in perlite after treatment with IBA for 5 min. Some traits related to rooting; such as root number and length, physiological; such as root and callus fresh and dry weight and morphological; such as stem length and leaf number were evaluated after three months. The results showed that mid-March cuttings had the largest number of root, root length, root fresh and dry weight, while late-January cuttings had the highest percentage of root dry matter, callus fresh and dry weight, also leaf number. IBA treatment increased traits related to rooting, significantly as the 2500 mg l^{-1} concentration was the most effective treatment. Treatment of 5000 mg l^{-1} IBA was induced less rooting with induction of the maximum callus fresh and dry weight. Overall, cutting at mid-March and treatment with 2500 mg l^{-1} is recommended to rooting the cuttings of kiwifruit cultivar Hayward.

Keywords: Auxin, Cultivation bed, Fruit trees, Propagation, Semi-wood cutting

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی
سال ۱۳۹۲، دوره ۸، شماره ۳و۴، صص ۵۶-۴۱

مقدمه و کلیات

کیوی (*Actinidia*) گیاهی از خانواده Actinidiaceae می‌باشد که دارای ۱۰ گونه مختلف است و از لحاظ تجاری در سطح جهان اهمیت فراوانی دارد. از بین این ۱۰ گونه، گونه‌های *A. chinensis*، *A. arguta* و *A. polygama* و *A. deliciosa* به‌صورت تجاری برای تولید میوه مورد استفاده قرار می‌گیرند (Miller *et al*, 2009). منشأ اصلی کیوی، جنگل‌های مناطق معتدله در جنوب چین بوده و ارقام مختلف آن از سیبری تا اندونزی پراکنده‌اند. در ایران ارقام مختلفی از گونه *A. deliciosa* نظیر هایوارد، برونو، مانتی و آبوت کشت می‌شوند. رقم هایوارد یکی از محبوب‌ترین و مهم‌ترین ارقام تجاری کیوی به‌شمار می‌آید که دلیل آن بزرگ‌بودن اندازه میوه، شکل تخم‌مرغی و کیفیت انبارمانی بالای آن است. از نظر عطر و طعم نیز بهتر از ارقام دیگر بوده و مقدار قند، اسید آسکوربیک و سایر آنتی‌اکسیدانت‌های آن بالا است. کیوی نسبتاً دیرگل ولی پرمحصول است (Miller *et al*, 2009). این گیاه دوپایه است که ۷۰ درصد آنها نر می‌باشد، بنابراین ازدیاد کیوی از طریق کشت بذر، گذشته از دربرداشتن موانع و مشکلاتی از جمله عدم یکنواختی گیاهان تکثیرشده، تفرق صفات و ظهور بیماری‌ها، به‌لحاظ اقتصادی نیز مقرون به‌صرفه نیست (رزاقی و همکاران، ۱۳۸۹). مناسب‌ترین روش تکثیر اغلب گیاهان چوبی، قلمه‌زدن است. در این روش، تحریک ریشه‌زایی در پایه قلمه‌ها نقش موثری در موفقیت تکثیر دارد. دو عامل مؤثر بر ریشه‌زایی قلمه‌ها، زمان قلمه‌گیری و کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند (Hartmann *et al*, 2002). متداول‌ترین روش ازدیاد کیوی فروت، استفاده از قلمه‌های خشبی است که در طول فصل استراحت گرفته می‌شود (Strik, 2005). در بسیاری از گیاهان، زمان قلمه‌گیری اثر زیادی روی نتایج حاصل در ریشه‌دارشدن قلمه‌ها دارد و ممکن است عامل کلیدی برای ریشه‌زائی موفقیت‌آمیز و نیز رشد بعدی نهال‌ها به‌شمار آید. Ercisli و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که در شرایط اقلیمی کشور ترکیه، قلمه‌گیری از درختان کیوی رقم هایوارد در فوریه (بهمن) نسبت به ژانویه (دی) باعث افزایش معنی‌دار میزان ریشه‌دهی قلمه‌ها گردید. Ucler و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که قلمه‌های کیوی گرفته‌شده در ماه جولای (تیر) نسبت به قلمه‌های گرفته‌شده در ماه آگوست (مرداد)، از توان ریشه‌دهی بیشتری برخوردار بودند. Ono و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که بیشترین درصد ریشه‌دهی قلمه‌های کیوی رقم برونو به‌ترتیب طی فصل‌های تابستان و پائیز به‌دست آمد. برخی گزارش‌ها نشان دادند که قلمه‌های گرفته‌شده در تابستان از ریشه‌زائی بهتری برخوردار بودند (Rakesh *et al*, 1995)، در حالی که ابوطالبی جهرمی و تفضلی (۱۳۸۵) گزارش کردند که بهترین زمان برای گرفتن قلمه از لیموشیرین، اوایل فصل بهار است و تیمار IBA به غلظت ۱۰۰۰–۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اثر معنی‌داری در افزایش ریشه‌زائی قلمه‌ها داشت. یکی از مهم‌ترین مشکلات گیاهان سخت‌ریشه‌زا، عدم ریشه‌زایی مناسب قلمه‌های آنها است. تحقیقات نسبتاً زیادی روی ریشه‌زایی قلمه‌های گیاهان سخت‌ریشه‌زا انجام شده است. استفاده از هورمون‌های مختلف ریشه‌زایی به‌ویژه NAA و IBA برای افزایش کمی و کیفی ریشه‌دهی در گیاهان چوبی با قلمه‌های خشبی و نیمه‌خشبی توسط بسیاری از محققان نشان داده شد (Gibsonto, 2001; Ucler *et al*, 2004; Erturk *et al*, 2010; Hartmann *et al*, 2011; Singh *et al,* 2014; Davidović *et al,* 2015). ریشه‌زایی یک مرحله بحرانی برای موفقیت در ازدیاد توسط قلمه‌زنی است. اکسین روی سرعت و افزایش درصد ریشه‌زائی قلمه‌ها مؤثر است (Kasim and Rayya, 2009). تحقیقات نشان داده است در صورتی که مصرف هورمون در هنگام ریشه‌زائی بیش از

حد نیاز باشد، علاوه بر افزایش هزینه، باعث برهم‌خوردن تعادل هورمونی در گیاه می‌شود. بنابراین اهمیت تعیین غلظت مناسب هورمون، برای تکثیر گونه‌های درختان میوه کاملاً مشخص شده است (Ersoy and Aydin, 2008). Biasi و همکاران (۱۹۹۰)، Ferri و همکاران (۱۹۹۶) و Cangi و همکاران (۲۰۰۱)، اثر سطوح مختلف هورمون IBA را بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی و چوب‌نرم کیوی بررسی کردند و بهترین نتیجه را در تیمار ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آوردند. Ucler و همکاران (۲۰۰۴)، تیمار ۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA به‌مدت ۱۵ ثانیه و بدون زخم‌زنی را بهترین تیمار برای ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی کیوی بیان نمودند. تحقیقات نشان داده است که بیشترین موفقیت در ریشه‌زائی قلمه‌های خشبی و نیمه‌خشبی در گونه‌های کیوی با انجام تیمار IBA به‌دست آمده است (Ercisli *et al*, 2003). مطالعه Ercisli و همکاران (۲۰۰۳) و Erturk و همکاران (۲۰۱۰) روی ریشه‌زائی قلمه‌های کیوی نشان از برتری ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA داشت. همچنین Ucler و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند که غلظت ۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA به‌مدت ۱۵ ثانیه بیشترین تأثیر را ریشه‌زائی قلمه‌های کیوی داشت. استفاده از اکسین‌ها به‌ویژه NAA و IBA برای ریشه‌زایی قلمه‌های خشبی و نیمه‌خشبی گیاهان دیگر نیز در مطالعه بسیاری از محققان گزارش شده است (تاتاری و همکاران، ۱۳۹۳؛ Blythe *et al*, 2000; Davidović *et al*, 2015). در اغلب این مطالعات غلظت ۳۰۰۰-۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از این دو هورمون مناسب‌تر از سایر غلظت‌ها تشخیص داده شد. به‌عنوان مثال، Blythe و همکاران (۲۰۰۰) غلظت‌های مختلف NAA و IBA را روی ریشه‌زائی قلمه‌های کاملیا بررسی نموده و مشاهده کردند که در قلمه‌های کاملیا، تیمارهای ۲۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA موجب افزایش ۷۷ تا ۸۱ درصدی ریشه‌زائی قلمه‌ها شد. همچنین حیدرپور و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی اثر IBA و زمان قلمه‌گیری بر ریشه‌زائی قلمه‌های درختچه مورد بیان کرند که بیشترین میانگین تعداد قلمه‌های جوانه‌زده در آبان ماه با غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA به‌دست آمد. همچنین مشخص شد که غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA بطور معنی‌داری طول بلندترین ریشه و وزن‌تر و وزن خشک ریشه را افزایش داد. بررسی روی افزایش ظرفیت ریشه‌زایی قلمه‌های سخت‌ریشه‌زای گیاهان خشبی و نیمه‌خشبی (درختی و درختچه‌ای) کماکان در سراسر جهان در حال انجام است. بنابراین هدف از تحقیق حاضر، بهبود شرایط ریشه‌زایی قلمه‌های سخت‌ریشه‌زای کیوی رقم هایوارد (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward)، یک درخت میوه بسیار با ارزش، و به‌دست‌آوردن بهترین زمان قلمه‌گیری در شرایط آب و هوائی شمال کشور و بهترین غلظت تیمارهای هورمونی IBA در بستر کاشت پرلیت بود.

فرایند پژوهش

این آزمایش همزمان در دو مکان؛ باغ تجاری تولید کیوی شرکت کشت و صنعت میثاق امداد، واقع در شهر رشت و باغ تحقیقاتی کیوی مؤسسه تحقیقات مرکبات کشور، واقع در شهر رامسر روی درختان ۱۰ ساله کیوی رقم 'هایوارد' (*Actinidia deliciosa* cultivar 'Hayward') در سال ۱۳۹۴ انجام شد. نسبت درختان ماده به نر کیوی ۸ به ۱ و فاصله درختان ۴ × ۶ متر به‌صورت داربستی از نوع تی‌بار تربیت شده بودند. در هر دو باغ، رقم گرده‌دهنده 'توموری' بود.

ابتدا پایه مادری مناسب و سالم کیوی (رقم هایوارد) از نظر فنوتیپ و ژنوتیپ در باغ انتخاب شدند. به‌منظور اعمال زمان قلمه‌گیری، قلمه‌هایی به طول ۲۰ سانتی‌متر که حداقل دارای ۳ جوانه و قطر ۱ سانتی‌متر بودند در دو زمان، اوایل بهمن و نیمه دوم اسفند (به فاصله ۴۵ روز از یکدیگر)، تهیه گردیدند. در هر دوره زمانی،

به‌منظور انجام تیمار IBA، بخش انتهایی قلمه‌های گرفته‌شده به‌مدت ۵ دقیقه در غلظت‌های ۰ (به‌عنوان شاهد)، ۲۵۰۰، ۵۰۰۰ و ۷۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA قرار داده شدند و سپس به‌مدت نیم ساعت به آن‌ها اجازه داده شد تا در هوای معمولی خشک شوند. در مرحله بعد، از هر تکرار تعداد ۲۰ قلمه به محیط کشت حاوی پرلیت انتقال داده شد و به فاصله ۵ سانتی‌متر از یکدیگر به عمق ۱۰ سانتی‌متر کشت شدند (شکل ۱). در این بستر، ریشه‌زایی در پایه بسیاری از قلمه‌ها انجام شد (شکل ۲). در طول دوره کشت قلمه‌ها، از سیستم میست (مه‌افشان) استفاده شد و دمای گلخانه در حدود ۲ ± ۲۱ درجه سانتی‌گراد کنترل گردید.

صفات مرتبط با ریشه‌دهی شامل تعداد ریشه، طول ریشه، وزن‌تر ریشه، وزن خشک ریشه، درصد ماده خشک ریشه، طول ساقه، وزن‌تر کالوس، وزن خشک کالوس و تعداد برگ، ۳ ماه پس از کشت مورد ارزیابی قرار گرفتند. جهت تعیین طول ریشه و ساقه از کولیس دیجیتال استفاده شد. وزن‌تر و خشک ریشه‌ها و کالوس‌ها توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ماده خشک، از هر تکرار مقدار مشخصی از ریشه‌ها وزن شده و در داخل پتری‌دیش‌های شیشه‌ای گذاشته شد. مجموعه در داخل آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت (مدت زمان لازم برای رسیدن به وزن ثابت) قرار داده شدند. پس از خشک‌شدن نمونه‌ها، وزن آن‌ها اندازه‌گیری شده و درصد ماده خشک با فرمول زیر محاسبه گردید: درصد ماده خشک = وزن‌تر/وزن خشک × ۱۰۰

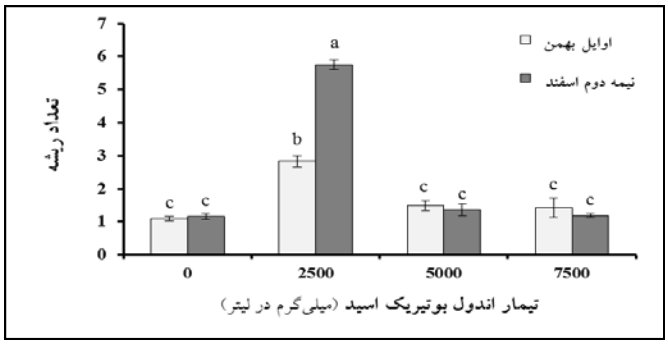
این آزمایش در قالب طرح فاکتوریل با دو فاکتور؛ زمان قلمه‌گیری (فاکتور اول، در ۲ سطح) و تیمار IBA (فاکتور دوم، در ۴ سطح) بر اساس طرح پایه کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها و قبل از انجام تجزیه آماری، آزمون نرمال‌بودن داده‌ها انجام شد و پس از اطمینان از نرمال‌بودن داده‌ها، تجزیه بعدی صورت گرفت. تجزیه و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (9.1) و رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

شکل ۱- قلمه‌های کاشته‌شده در بستر کاشت پرلیت برای تولید ریشه. این قلمه‌ها برای تولید ریشه، تحت تأثیر غلظت‌های مختلف IBA قرار گرفتند.

شکل ۲- قلمه‌های ریشه‌دارشده. قلمه‌ها برای کنترل تولید ریشه، هر چند وقت یکبار از بستر کاشت خارج می‌شدند.

نتایج و بحث

تعداد ریشه: نتایج نشان داد که ارتباط مستقیمی بین افزایش غلظت IBA و افزایش تعداد ریشه در قلمه‌های چوب‌سخت کیوی وجود ندارد (شکل ۳). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA، همچنین اثر متقابل زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA در سطح احتمال یک درصد ($p\leq ۰/۰۱$) بر تعداد ریشه قلمه‌های کیوی رقم هایوارد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نیز حاکی از آن است که غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA به‌طور معنی‌داری باعث افزایش تعداد ریشه در قلمه‌ها گردید که در این میزان، ریشه‌دهی قلمه‌های برداشت‌شده در نیمه دوم اسفندماه که با غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA تیمار شده بودند، به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود (شکل‌های ۳ و ۴). همچنین مشخص گردید که بین تیمار شاهد و غلظت‌های ۵۰۰۰ و ۷۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA تفاوت معنی‌داری از لحاظ تعداد تولید ریشه در پایه قلمه‌ها وجود نداشت.



شکل ۳- اثر متقابل زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA بر تغییر تعداد ریشه در قلمه‌های کیوی رقم هایوارد.

شکل ۴- تشکیل ریشه و تعداد آن در قلمه‌های کیوی رقم هایوارد تیمارشده با غلظت‌های مختلف IBA.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر زمان قلمه‌گیری و تیمار ایندول بوتیریک اسید روی برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی کیوی رقم هایوارد.

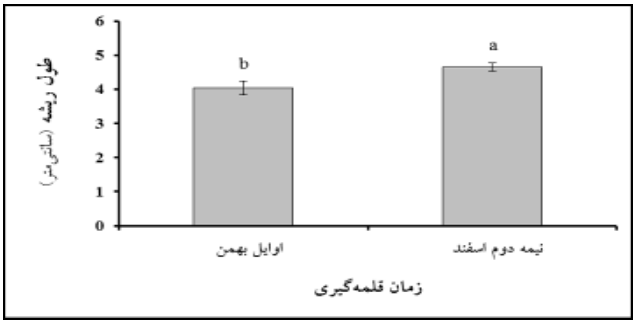
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		تعداد ریشه	طول ریشه	وزن‌تر ریشه	وزن خشک ریشه	درصد ماده خشک ریشه	طول ساقه	وزن‌تر کالوس	وزن خشک کالوس	تعداد برگ
زمان قلمه‌گیری	۱	۲/۵۷۶**	۲/۲۲۰**	۹۲۰۴**	۱/۰۴۲^{ns}	۱۱/۳۸۰**	۴۱/۲۹۱**	۱۱۵۳۷۰*	۸۰۳۰**	۲۷/۴۳۵**
تیمار ایندول بوتیریک اسید	۳	۱۳/۵۶۶**	۲۷/۵۰۷**	۱۲۱۳۷**	۱۸۵/۵۷۹**	۵/۰۱۷**	۱/۸۰۵*	۶۳۰۱۴۱۰**	۳۲۱۸۷**	۰/۳۸۴**
تیمار × زمان	۳	۳/۴۳۶**	۰/۰۵۵^{ns}	۱۰۰۴**	۱۱/۲۶۴^{ns}	۲/۴۰۲**	۱/۳۰۱*	۱۷۴۰۱۶**	۴۱۳۲**	۰/۱۰۳^{ns}
خطای آزمایش	۱۶	۰/۰۷۶	۰/۱۳۳	۱۱۸	۴/۵۸۳	۰/۴۷۶	۰/۳۵۵	۲۳۳۲۱	۵۶۲	۰/۰۶۷
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱۳/۵۵	۸/۴۰	۴/۸۷	۱۱/۲۴	۸/۱۶	۵/۱۳	۷/۴۶	۴/۵۳	۴/۳۴

غیرمعنی‌دار، **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد^{ns}

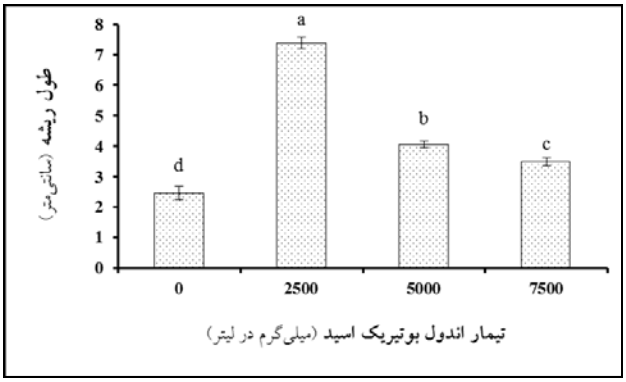
طول ریشه: بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد که طول ریشه قلمه‌های کیوی در سطح احتمال یک درصد ($p\leq ۰/۰۱$) تحت تأثیر اثر ساده زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA قرار دارد اما اثر متقابل زمان قلمه‌گیری و

تیمار IBA، بر میزان طول ریشه قلمه‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۱). طول ریشه قلمه‌های گرفته‌شده در نیمه دوم اسفند بیشتر از طول ریشه قلمه‌های گرفته‌شده در اوایل بهمن ماه بود (شکل ۵). مطابق شکل‌های ۶ و ۷ مشخص گردید که تیمار IBA در مقایسه با تیمار شاهد، به‌طور معنی‌داری طول ریشه قلمه‌ها را افزایش داده است که در این میان، تیمار ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA بیشترین طول ریشه را به خود اختصاص داد. همچنین مشخص شد که با افزایش غلظت IBA به بیشتر از ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، میزان طول ریشه قلمه‌های کیوی به‌طور معنی‌داری در مقایسه با غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر کاهش یافت که البته در این حالت نیز بیشتر از میزان طول ریشه قلمه‌های تیمارنشده با IBA بود.

وزن‌تر ریشه: نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که قلمه‌های تیمارشده با ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA بیشترین وزن‌تر ریشه (۳۱۶/۶۷ میلی‌گرم) را به خود اختصاص داد. همچنین مشخص شد که غلظت‌های بیشتر از ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA، وزن‌تر ریشه‌ها را در مقایسه با تیمار شاهد و ۲۵۰۰ میلی‌گرم، به مقدار کمتری افزایش دادند. تیمار شاهد کمترین وزن‌تر ریشه را تولید کرد (شکل ۸). همانطوری که از جدول ۱ مشخص است، اثر ساده و همچنین اثر متقابل زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA در سطح احتمال یک درصد ($p\leq ۰/۰۱$) بر میزان وزن‌تر قلمه‌های کیوی رقم هایوارد معنی‌دار است. قلمه‌های گرفته‌شده در نیمه دوم اسفند ماه به‌طور معنی‌داری دارای وزن‌تر ریشه بیشتری در مقایسه با قلمه‌های گرفته‌شده در اوایل بهمن ماه بودند (شکل ۸). نتایج نشان‌دهنده آن است که در زمان قلمه‌گیری در اوایل بهمن ماه، فقط تیمار ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA توانسته است وزن‌تر ریشه قلمه‌ها را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دهد و تیمارهای ۵۰۰۰ و ۷۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA اثر معنی‌داری بر وزن‌تر ریشه نداشتند (شکل ۸). در قلمه‌های گرفته‌شده در نیمه دوم اسفند ماه، تمامی غلظت‌های IBA به‌طور معنی‌داری میزان وزن‌تر ریشه قلمه‌ها را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داده است.

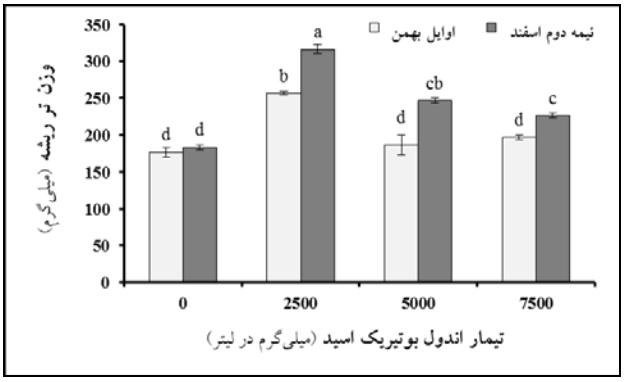


شکل ۵- اثر زمان قلمه‌گیری بر تغییر طول ریشه در قلمه‌های کیوی رقم هایوارد.



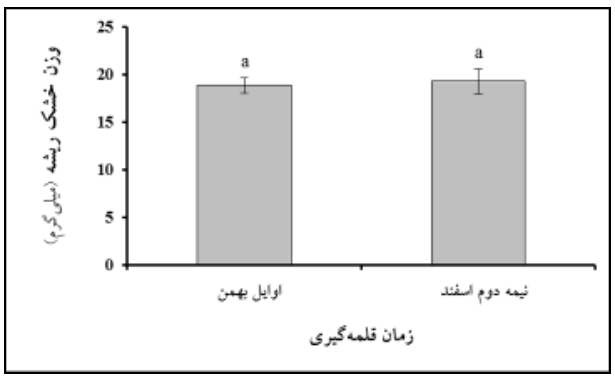
شکل ۶- اثر تیمار IBA بر تغییر طول ریشه در قلمه‌های کیوی رقم هایوارد.

شکل ۷- تشکیل ریشه و طول آن در قلمه‌های کیوی رقم هایوارد تیمارشده با غلظت‌های مختلف IBA.

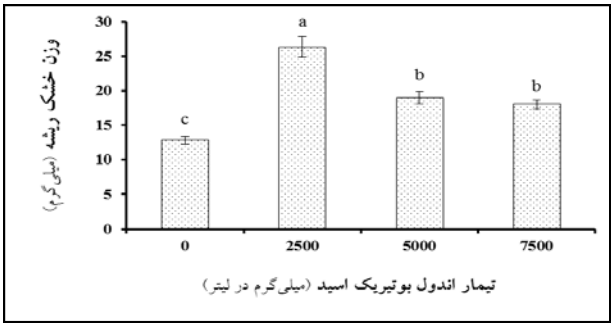


شکل ۸- اثر متقابل زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA بر تغییر وزن‌تر ریشه در قلمه‌های کیوی رقم هایوارد.

وزن خشک ریشه: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که فقط اثر ساده تیمار IBA بر میزان وزن خشک قلمه‌های کیوی در سطح احتمال یک درصد ($p\leq ۰/۰۱$) معنی‌دار بود و اثر ساده زمان قلمه‌گیری و اثر متقابل زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA معنی‌دار نبود (جدول ۱). همانطوری که از شکل ۹ مشخص است، هرچند که قلمه‌های گرفته‌شده در نیمه دوم اسفند ماه دارای میزان وزن خشک بیشتری (۱۹/۲۵ میلی‌گرم) در مقایسه با قلمه‌های گرفته‌شده در اوایل بهمن ماه (۱۸/۸۳ میلی‌گرم) بودند، اما این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. بر اساس شکل ۱۰، تمامی تیمارهای IBA به‌طور معنی‌داری میزان وزن خشک ریشه قلمه‌های کیوی را افزایش داد اما این افزایش وزن خشک ریشه با افزایش غلظت IBA به بیشتر از ۲۵۰۰ میلی‌گرم، کمتر بود. به‌طورکلی تیمار ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA با دارا بودن ۲۶/۳۳ میلی‌گرم، بیشترین میزان وزن خشک ریشه قلمه‌های کیوی را به خود اختصاص داد (شکل ۱۰).

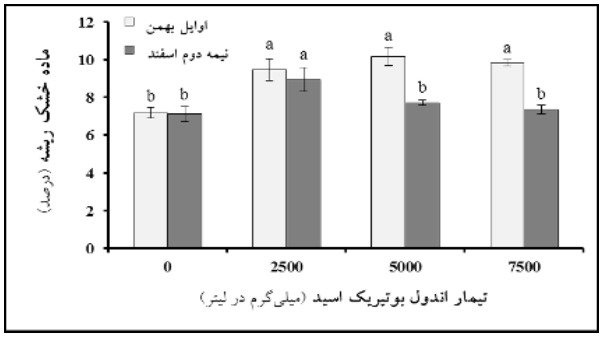


شکل ۹- اثر زمان قلمه‌گیری بر تغییر وزن خشک ریشه در قلمه‌های کیوی رقم هایوارد.



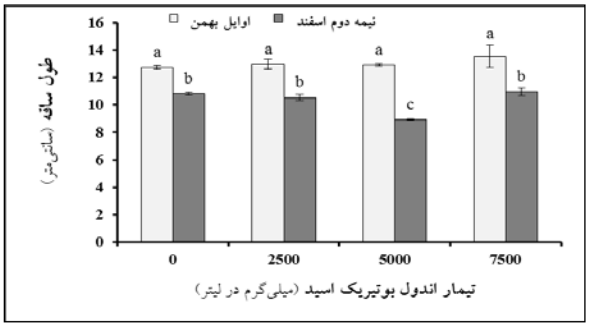
شکل ۱۰- اثر تیمار IBA بر تغییر وزن خشک ریشه در قلمه‌های کیوی رقم هایوارد.

ماده خشک ریشه: بر اساس جدول ۱، ماده خشک ریشه به‌طور معنی‌دار و در سطح احتمال یک درصد ($p\leq$۰/۰۱) تحت تأثیر زمان قلمه‌گیری، تیمار IBA و همچنین اثر متقابل آن‌ها قرار داشت. در قلمه‌های گرفته‌شده در اوایل بهمن ماه، تیمار IBA به‌طور معنی‌داری باعث افزایش ماده خشک ریشه گردید. در قلمه‌های گرفته‌شده در نیمه دوم بهمن ماه، غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA به‌طور معنی‌داری ماده خشک ریشه را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد. بین غلظت‌های ۵۰۰۰ و ۷۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA و قلمه‌های شاهد، اختلاف معنی‌داری از لحاظ درصد ماده خشک ریشه وجود ندارد (شکل ۱۱).



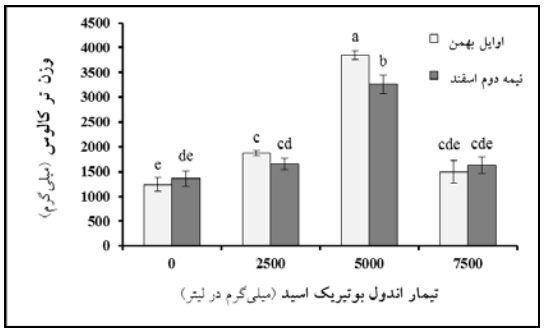
شکل ۱۱- اثر متقابل زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA بر درصد ماده خشک در ریشه قلمه‌های کیوی رقم هایوارد.

طول ساقه: طول ساقه قلمه‌های کیوی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر ساده زمان قلمه‌گیری ($p\geq$۰/۰۱) و تیمار IBA ($p\leq$05/0) و اثر متقابل زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA ($p\leq$05/0) قرار گرفت (جدول ۱). مطابق شکل ۱۲، در مجموع مشخص گردید که قلمه‌های گرفته‌شده در اوایل بهمن ماه دارای طول ساقه بیشتری در مقایسه با قلمه‌های گرفته‌شده در نیمه دوم اسفند ماه بودند. در زمان اول قلمه‌گیری (اوایل بهمن ماه)، تیمار IBA هرچند باعث افزایش اندک طول ساقه گردید، اما این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. از طرف دیگر در زمان قلمه‌گیری در نیمه دوم اسفند ماه، تیمار ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA به‌طور معنی‌داری طول ساقه قلمه‌های کیوی را کاهش داد، اما بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده **نشد.**



شکل ۱۲- اثر متقابل زمان قلمه‌گیری و تیمار ایندول بوتیریک اسید بر تغییر طول ساقه در قلمه‌های کیوی رقم هایوارد

وزن‌تر کالوس: مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار IBA به‌طور معنی‌داری باعث افزایش وزن‌تر کالوس قلمه‌ها، در هر دو زمان اوایل بهمن و نیمه دوم اسفند ماه شد (شکل ۱۳). وزن‌تر کالوس قلمه‌ها با افزایش غلظت IBA از ۰ به ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما در غلظت ۷۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر کاهش معنی‌داری را نشان داد، که البته در این حالت نیز وزن‌تر کالوس قلمه‌ها اندکی بیشتر از تیمار شاهد بود. به‌طور کلی در بین تمامی تیمارها، بیشترین وزن‌تر کالوس در قلمه‌ها، در غلظت ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA و به‌ترتیب در قلمه‌های اوایل بهمن‌ماه و نیمه دوم اسفند ماه (به ترتیب با ۱۸۷۳ و ۱۶۵۶ میلی‌گرم) مشاهده گردید (شکل‌های ۱۳، ۱۴ و ۱۵). بر اساس جدول تجزیه واریانس، اثر ساده زمان قلمه‌گیری در سطح احتمال پنج درصد ($p\leq ۰/۰۵$)، اثر ساده تیمار IBA و همچنین اثر متقابل زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA در سطح احتمال یک درصد ($p\leq ۰/۰۱$) بر میزان تغییرات وزن‌تر کالوس قلمه‌های کیوی رقم هایوارد معنی‌دار بود (جدول ۱).



شکل ۱۳- اثر متقابل زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA بر تغییر وزن‌تر کالوس در قلمه‌های کیوی رقم هایوارد.

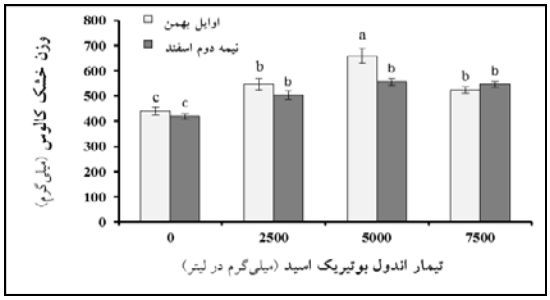
شکل ۱۴- تشکیل کالوس در قلمه‌های کیوی رقم هایوارد تیمارشده با غلظت‌های مختلف IBA. غلظت بالای این هورمون باعث تحریک بیشتر تولید کالوس در پایه قلمه‌های ساقه شدند.

شکل ۱۵- تشکیل ریشه و کالوس در قلمه‌های کیوی رقم هایوارد تیمارشده با غلظت‌های مختلف IBA.

وزن خشک کالوس: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که وزن خشک کالوس قلمه‌های کیوی در سطح احتمال یک درصد ($p\leq ۰/۰۱$) تحت تأثیر معنی‌دار اثر ساده و متقابل زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA قرار گرفت (جدول ۱). بر اساس شکل ۱۶، در هر دو زمان قلمه‌گیری، میزان وزن خشک کالوس به‌طور معنی‌داری

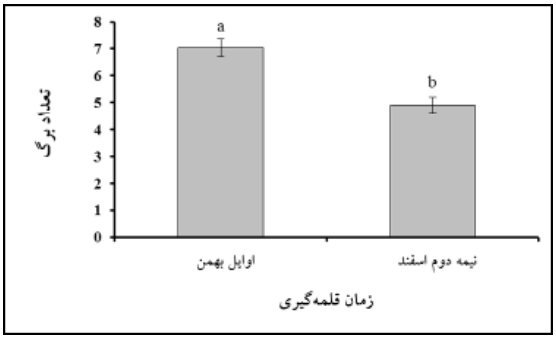
با اعمال تیمار IBA افزایش یافت. با افزایش غلظت IBA تا ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، وزن خشک کالوس قلمه‌ها افزایش پیدا کرد اما در غلظت ۷۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، وزن خشک کالوس کاهش یافت (شکل ۱۶).

در مجموع بیشترین وزن خشک کالوس قلمه‌ها (۶۶۰ میلی‌گرم) در تیمار ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA و در قلمه‌های گرفته‌شده در اوایل بهمن ماه مشاهده شد.

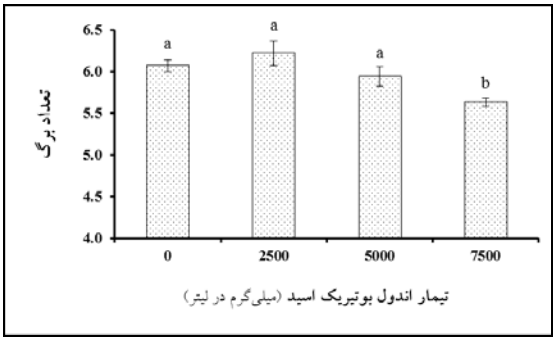


شکل ۱۶- اثر متقابل زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA بر تغییر وزن خشک کالوس قلمه‌های کیوی رقم هایوارد.

تعداد برگ: در مورد اثر زمان قلمه‌گیری بر تعداد برگ، مشخص شد که قلمه‌های گرفته‌شده در اوایل بهمن ماه به‌طور متوسط با دارابودن ۷/۰۳ برگ در مقایسه با قلمه‌های گرفته‌شده در نیمه دوم اسفند ماه (۴/۹ برگ)، از تعداد برگ بیشتری برخوردار بودند (شکل ۱۷). نتایج حاصل نشان داد که تیمار ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA در مقایسه با تیمار شاهد، تعداد برگ قلمه‌ها را اندکی افزایش داد که البته این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. همچنین مشخص شد که تیمارهای ۵۰۰۰ و ۷۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA، تعداد برگ قلمه‌های کیوی رقم هایوارد را در مقایسه با تیمار شاهد کاهش دادند که میزان این کاهش تنها در غلظت ۷۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر معنی‌دار بود (شکل ۱۸). مطابق جدول ۱، تعداد برگ قلمه‌های کیوی به‌طور معنی‌دار و در سطح احتمال یک درصد ($p\leq ۰/۰۱$) تحت تأثیر اثر ساده زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA قرار گرفت، اما اثر متقابل زمان قلمه‌گیری و تیمار IBA بر تعداد برگ قلمه‌ها معنی‌دار نبود.



شکل ۱۷- اثر زمان قلمه‌گیری بر تعداد برگ قلمه‌های کیوی رقم هایوارد



شکل ۱۸- اثر غلظت‌های مختلف تیمار IBA بر تعداد برگ قلمه‌های کیوی رقم هایوارد

ریشه‌زایی با کمیت و کیفیت مناسب، نقش موثری در بقای قلمه‌های گیاهی به‌ویژه قلمه‌های به‌دست‌آمده از گیاهان خشبی و نیمه‌خشبی (درختان و درختچه‌ها) دارد. اغلب مطالعات، روی ریشه‌زایی گونه‌های گیاهی سخت‌ریشه‌زا (خشبی و نیمه‌خشبی) تمرکز دارد. ریشه‌زائی در قلمه‌ها فرآیند بسیار پیچیده‌ای بوده و در کنترل آن؛ عوامل درونی مانند غلظت اکسین، ذخیره کربوهیدرات‌ها، شرایط فیزیولوژیکی گیاه مادری و همچنین برخی عوامل بیرونی مانند رطوبت، نور و دما دخالت دارند (Hartmann *et al*, 2011). در بسیاری از گیاهان، زمان قلمه‌گیری اثر زیادی بر نتایج حاصل در ریشه‌دارشدن قلمه‌ها دارد و ممکن است عامل کلیدی برای ریشه‌زائی موفق باشد. وضعیت ریشه‌زائی با توجه به دوره رشد رویشی و شرایط محیطی در زمان‌های مختلف و با شدت متفاوتی بروز می‌کند (Hartmann *et al*, 2011). در بررسی حاضر مشخص شد که بیشترین ریشه‌زائی در قلمه‌های گرفته‌شده در نیمه دوم اسفند ماه به‌دست آمد. تفاوت در ریشه‌زایی قلمه‌های کیوی گرفته‌شده در زمان‌های مختلف قبلاً نیز توسط Ono و همکاران (۲۰۰۲)، Ercisli و همکاران (۲۰۰۳) و Ucler و همکاران (۲۰۰۴) گزارش شده است. این محققان بیان کردند که قلمه‌گیری از درختان کیوی رقم هایوارد در فوریه نسبت به ژانویه باعث افزایش معنی‌دار میزان ریشه‌دهی قلمه‌ها گردید. Ucler و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که قلمه‌های کیوی گرفته‌شده در ماه جولای نسبت به قلمه‌های گرفته‌شده در ماه آگوست، از توان ریشه‌دهی بیشتری برخوردار بودند. همچنین Ono و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که بیشترین درصد ریشه‌دهی قلمه‌های کیوی رقم برونو به‌ترتیب طی فصل‌های تابستان و پائیز به‌دست آمد. برخی گزارش‌ها نشان دادند که قلمه‌های گرفته‌شده در تابستان از ریشه‌زائی بهتری برخوردار بودند (Rakesh *et al*, 1995). وجود یک لایه اسکلرانشیم در برخی گونه‌ها باعث ریشه‌زائی سخت آن‌ها می‌شود که در ارقام سهل ریشه‌زا این بافت به‌صورت پیوسته و ممتد وجود ندارد (حیدرپور و همکاران، ۱۳۹۲). احتمال می‌رود که این لایه اسکلرانشیمی، در این زمان (نیمه دوم اسفند ماه) به‌صورت ممتد و پیوسته وجود نداشته باشد و این امر باعث تسهیل ریشه‌زائی در این زمان نسبت به سایر زمان‌ها شود. همچنین تغییرات ریشه‌دهی در قلمه‌های گرفته‌شده در زمان‌های مختلف می‌تواند به‌دلیل وجود مقادیر متفاوت مواد تسهیل‌کننده ریشه‌زائی و همچنین IBA داخلی در قلمه‌ها باشد (حیدرپور و همکاران، ۱۳۹۲). بابایی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که میزان تنظیم‌کننده‌های درون‌زا به‌ویژه اکسین‌ها و کربوهیدرات‌ها در طول فصل رشد در گونه‌های مختلف متفاوت بوده و به این علت قلمه‌گیری از پایه مادری باید در زمان مناسبی از سال انجام گیرد. از طرف دیگر، دلیل افزایش ریشه‌دهی در قلمه‌های گرفته‌شده در نیمه دوم اسفند ماه را می‌توان این گونه بیان کرد که اواخر اسفند ماه به لحاظ اینکه دمای هوا رو به گرمی می‌رود، جوانه‌های خفته تحریک شده و شروع به فعالیت می‌کنند (فرهادی و همکاران، ۱۳۸۶). با توجه به این آغاز فعالیت درونی، وضعیت هورمونی درونی گیاه، شرایطی را فراهم می‌آورد تا حداکثر فعالیت از نظر تقسیم سلولی انجام گیرد و در نتیجه تقسیم سلولی در سلول‌های اولیه ریشه نیز بهتر و بیشتر انجام شود و تیمار با اکسین نیز بر میزان آن بیافزاید (ابوطالبی جهرمی و تفضلی، ۱۳۸۵). تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به‌ویژه اکسین‌ها نقش موثری در القای ریشه‌زایی قلمه‌ها دارند. از بین اکسین‌ها؛ IBA و NAA موثرتر از بقیه هستند. هورمون IBA در بین اکسین‌ها، مؤثرترین ماده جهت ریشه‌زائی قلمه‌ها است زیرا در محدوده وسیعی از غلظت‌های مختلف برای تسهیل ریشه‌زائی در بسیاری از گونه‌های گیاهی مؤثر می‌باشد (Hartmann *et al*, 2011). در

مطالعات اولیه انجام‌شده نشان داده شده است که قلمه‌های گونه‌های مختلف درختان میوه نیازمند غلظت‌های بهینه‌ای از IBA جهت بهبود ریشه‌زائی می‌باشند. نتایج حاصل از بررسی ما نشان‌دهنده آن است که تیمار IBA به‌ویژه در غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری صفات مرتبط با ریشه‌دهی قلمه‌های کیوی رقم هایوارد را افزایش داد. این نتایج با یافته‌های Ercisli و همکاران (۲۰۰۲)، Ercisli و همکاران (۲۰۰۳)، Ucler و همکاران (۲۰۰۴) و Erturk و همکاران (۲۰۱۰) در مورد افزایش ریشه‌دهی قلمه‌های کیوی با هورمون IBA مطابقت دارد. اگرچه بین غلظت بهینه این هورمون برای تحریک ریشه‌زایی تفاوت وجود دارد که علت اصلی را باید در تفاوت‌های گونه‌ای و غلظت درون‌زایی تنظیم‌کننده‌های رشد جستجو کرد. به عنوان مثال، Erturk و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که بیشترین میزان ریشه‌دهی و صفات مرتبط با ریشه‌زائی در قلمه‌های کیوی با غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA حاصل شد. همچنین Ucler و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند که غلظت ۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA به‌مدت ۱۵ ثانیه بیشترین تأثیر را ریشه‌زائی قلمه‌های کیوی داشت. در بررسی دیگری، Ercisli و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند؛ در قلمه‌های کیوی که از غلظت‌های ۲۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از IBA برای ریشه‌زایی استفاده شد، بیشترین توان ریشه‌دهی در غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA مشاهده شد. مطالعه روی ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی کیوی فروت نشان داد که ترکیب تیماری ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر NAA، بهترین ترکیب هورمونی برای ریشه‌زایی به‌ویژه تعداد ریشه است (رزاقی و همکاران، ۱۳۸۹). مناسب‌بودن غلظت ۶۰۰۰ و ۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA برای ریشه‌زایی کیوی در کار سایر محققان نیز نشان داده شد (Ferri *et al*, 1996; Cangi *et al*, 2001; Ucler *et al*, 2004). این نتیجه در مطالعه ما به‌دست نیامد. در بررسی حاضر مشخص شد که با افزایش غلظت IBA به بیش از ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، برخی صفات مرتبط با ریشه‌زایی قلمه‌ها کاهش یافت که با نتایج تحقیقات برخی محققان مطابقت دارد (Shamshad and Abbasi, 2003; Ersoy and Aydin, 2008). Hodgson (۱۹۹۷) و Cavendish (۲۰۰۱) بیان کردند که استفاده از انواع مختلف اکسین‌ها باعث افزایش ریشه‌دهی گیاهان می‌گردد که این ریشه‌دهی تا رسیدن غلظت اکسین به یک حد بهینه افزایش پیدا کرده و پس از عبور غلظت اکسین از این حد بهینه، میزان ریشه‌دهی نیز کاهش می‌یابد که شاید دلیل آن تخریب بافت‌های انتهایی قلمه در اثر غلظت‌های بالای اکسین باشد. گزارش‌هایی نیز وجود دارند که نشان می‌دهند غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA به‌عنوان یک آغازگر در ریشه‌زایی نقش داشته اما در غلظت‌های بالاتر نقش یک بازدارنده را ایفا می‌کند (دژم‌پور و همکاران ۱۳۸۶؛ Larsen, 2000; Exdaktylo *et al*, 2005). با توجه به اینکه خود قلمه‌ها نیز دارای مقداری هورمون اکسین می‌باشند، کاربرد خارجی این هورمون می‌تواند باعث افزایش غلظت درونی هورمون شده، در نتیجه تعادل هورمونی گیاه به‌هم‌خورده و ریشه‌زایی کاهش یابد (Jull *et al*, 1994). گزارش‌های زیادی نیز وجود دارد که بیان کرده‌اند هورمون‌های ریشه‌زائی در غلظت‌های بالاتر از حد بهینه به‌صورت یک ماده بازدارنده عمل می‌کنند (Hartmann *et al*, 2002; Ingle, 2008). به‌طور کلی علت اثر مثبت اکسین‌ها روی ریشه‌زایی را می‌توان به تأثیر این هورمون در تحریک تقسیم اولین سلول آغازگر ریشه مربوط دانست (Hartmann *et al*, 2002). گزارش شده است که کاربرد اکسین خارجی می‌تواند سطح اکسین داخلی را به دو روش؛ تنظیم عمل آنزیم IAA- اکسیداز و انتقال محافظت‌کننده‌های اکسین

کنترل نماید. تیمار با مواد ریشه‌زا، به‌ویژه IBA، به‌طور معمول در افزایش سرعت ریشه‌دهی، درصد قلمه‌های ریشه‌دارشده و دستیابی به سیستم ریشه قوی‌تر، مفید می‌باشد (Hartmann *et al*, 2011). اکسین خارجی به‌کار برده‌شده، سبب فعالیت IBA شده و سنتز درونی آنرا افزایش می‌دهد و نیز می‌تواند با تحریک حساسیت بافت به IBA سبب القای ریشه‌زائی شود (Hartmann *et al*, 2002; Ingle, 2008). همچنین اکسین باعث جابجایی و انتقال ریزوکالین‌های متحرک و کربوهیدرات‌ها به منطقه ریشه‌زائی و فعال‌شدن آن‌ها در این نواحی می‌شود و در آغازش و تمایزیابی ریشه نقش مهمی دارد (بابایی و همکاران، ۱۳۹۴). کاربرد اکسین، خصوصیات بافت‌شناسی (هیستولوژیکی) مانند تشکیل کالوس و بافت، همچنین تمایز بافتی را افزایش می‌دهد (Galavi *et al*, 2013; Singh *et al*, 2013). نتایج حاصل از بررسی حاضر نشان داد که در تیمار ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA که دارای بیشترین میزان کالوس‌زائی بود، ریشه‌زایی کاهش یافت. این امر نشان‌دهنده آن است که فرآیندهای ریشه‌زائی و کالوس‌زائی 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 نتایج حاج نجاری و همکاران (۱۳۹۲) و Hartmann و همکاران (۲۰۰۲) در خصوص تولید مستقل ریشه و کالوس مطابقت دارد. تشکیل کالوس نشان می‌دهد که شرایط درونی و یا بیرونی در زمان نمو، برای تشکیل ریشه مناسب نیست اما برای تقسیم سلولی مناسب است (Trobec *et al*, 2005). حاج نجاری و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که با افزایش غلظت هورمون IBA، میزان کالوس‌زائی قلمه‌های پایه‌های مالینگ مرتون ۱۰۶ و ۱۱۱ به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. مشخص شد که وزن‌تر و خشک ریشه‌ها با افزایش غلظت IBA به ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش یافت. دلیل این امر می‌تواند در تأثیر این هورمون بر تحریک ریشه‌های نابجا و توسعه آغازنده‌های ریشه نهفته از پیش تشکیل‌شده باشد (حیدرپور و همکاران، ۱۳۹۲). اکسین با تحریک ریشه‌زایی، سبب انتقال کربوهیدرات‌ها و مواد نیتروژنه از برگ به سوی ریشه شده و این امر موجب افزایش وزن‌تر ریشه می‌شود (بابایی و همکاران، ۱۳۹۴). نتایج ما نشان داد که تیمار IBA باعث افزایش درصد ماده خشک ریشه گردید که با نتایج هاشم‌آبادی و صداقت حور (۱۳۸۵) مطابقت دارد. این محققان بیان کردند که همزمان با تحریک ریشه‌زایی توسط اکسین، انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ به ریشه، علاوه بر اینکه به ریشه‌زایی کمک شایانی می‌کند، باعث افزایش درصد ماده خشک ریشه‌ها نیز می‌گردد. نقش مثبت NAA و IBA در افزایش وزن‌تر و وزن خشک ریشه در گونه‌های مختلف گزارش شد (راهداری و همکاران، ۱۳۸۹؛ شاه‌حسینی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Hartmann *et al*, 2002). این محققان علت افزایش وزن‌تر و وزن خشک ریشه‌ها را در نتیجه تأثیر مثبت این تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر افزایش درصد ریشه‌زایی و تولید ریشه‌های با کیفیت بهتر می‌دانند. از اکسین‌ها برای تحریک تشکیل ریشه‌های نابجا در گیاهان چوبی دیگر در سراسر جهان استفاده شده است (Schwambach *et al*, 2008; Wendling *et al*, 2010; Hartmann *et al*, 2011; Hunt *et al*, 2011; Brondani *et al*, 2012). بیشترین اکسین‌های مورد استفاده در ریشه‌زایی این گیاهان، NAA و IBA می‌باشند (رجبی و همکاران، ۱۳۹۳؛ شاه‌حسینی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Singh *et al*, 2014; Davidović *et al*, 2015).

نتیجه‌گیری کلی

قلمه‌های سخت‌ریشه‌زای ساقه کیوی همانند سایر درخت‌ها و درختچه‌ها باید به‌خوبی و به‌سرعت ریشه‌دار شوند تا قابلیت تکثیر مناسبی داشته باشند.

اکسین‌ها می‌توانند روی ریشه‌زایی قلمه‌های ساقه کیوی مؤثر باشند. زمان گرفتن قلمه نیز روی موفقیت ریشه‌زایی نقش مهمی دارد. یک غلظت از ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA ریشه‌زایی بهتری را نسبت به سایر تیمارهای هورمونی القا کرد. قلمه‌های گرفته‌شده در نیمه دوم اسفند، دارای بیشترین تعداد ریشه بودند.

منابع

۱- ابوطالبی جهرمی، ع. و تفضلی، ع. ۱۳۸۵. اثرات قلمه‌گیری و اکسین در ریشه‌زائی لیموشیرین (*Citrus limetta* L.). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳ (۵): ۷-۱.

۲- بابائی، ح.، زارعی، ح. و همتی، خ. ۱۳۹۴. اثر غلظت‌های مختلف هورمون IBA، نوع پایه و زمان قلمه‌گیری در تکثیر فیکوس بنجامین ابلق به روش قلمه پیوندی. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۵ (۷): ۲۶۰-۲۵۳.

۳- تاتاری، م.، موسوی، ا. و مشایخی، پ. ۱۳۹۳. تأثیر غلظت اکسین و نوع قلمه بر ریشه‌زایی قلمه پایه‌های نماگارد، سنت جولین A، تترا و GF677. به‌زارعی کشاورزی، ۱۶ (۲): ۵۱۵-۵۰۵.

۴- حاج‌نجاری، ح.، پیرخضری، م. و آتشکار، د. ۱۳۹۲. اثر سیستم تکثیری، جایگاه قلمه در ساقه و غلظت IBA بر ریشه‌زائی پایه‌های مالینگ مرتون ۱۰۶ و ۱۱۱. به‌زارعی کشاورزی، ۱۵ (۳): ۲۶-۱۵.

۵- حیدرپور، ا.، کیادلیری، ه.، جافریان، ا. و دریکوندی، ا. ۱۳۹۲. اثر ایندول بوتیریک اسید (IBA) و زمان قلمه‌گیری بر ریشه‌زائی قلمه‌های درختچه مورد (*Myrtus Communis* L.). مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، ۴ (۱): ۸-۱.

۶- دژم‌پور، ج.، گریگوریان، و.، مجیدی، ا. و اصغرزاده، ن.ع. ۱۳۸۶. ارزیابی برخی از ویژگی‌های مرفولوژیکی چند دورگه بین گونه‌ای جنس پرونوس و افزایش همگروهی آن‌ها. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۸ (۱): ۵۴-۴۳.

۷- راهداری، پ.، مهنا، م. و اسدی، م. ۱۳۸۹. اثر سولفات روی بر هورمون‌های NAA و IBA بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی گیاه آرالیا و اثرات زیست‌محیطی آن. علوم و فنون منابع طبیعی، ۵ (۱): ۱۰۳-۹۵.

۸- رجبی، م.، چایچی، م. و عزیزی، ع. ۱۳۹۳. برهم‌کنش IBA و کود زیستی بر ریشه‌زایی قلمه‌های اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh). فنآوری تولیدات گیاهی، ۱۴ (۲): ۱۹۲-۱۸۱.

۹- رزاقی، م.، ربیعی، و. و صداقت‌حور، ش. ۱۳۸۹. تأثیر غلظت‌های مختلف ایندول بوتیریک اسید (IBA)، نفتالین استیک اسید (NAA) و برهمکنش آنها بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی کیوی فروت (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward). تولیدات گیاهی (مجله علوم کشاورزی)، ۳۳ (۱): ۹۶-۸۷.

۱۰- شاه‌حسینی، ر.، مقدم، م.، کیانی، د. و منصوری، ر. ۱۳۹۴. بررسی اثر ایندول بوتیریک اسید (IBA) و نفتالین استیک اسید (NAA) بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی گیاه دارویی رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۱ (۴): ۵۸۶-۵۷۴.

۱۱- فرهادی، م.، حیدری، ح.، شریفانی، م. و کوهرخی، ع. ۱۳۸۶. تأثیر زمان قلمه‌گیری و محیط کشت بر ریشه‌زایی قلمه ساقه افرا (پلت) (*Acer velutinum* Boiss.). نشریه دانشکده منابع طبیعی، ۶۰ (۲): ۵۱۵-۵۰۵.

۱۲- هاشم‌آبادی، د. و صداقت حور، ش. ۱۳۸۵. بررسی اثر ایندول بوتیریک اسید (IBA) و نفتالین استیک اسید (NAA) بر ریشه‌زایی قلمه‌های درختچه زینتی کاملیا (*Camellia japonica* L.). مجله دانش نوین کشاورزی، ۲ (۵): ۷۶-۶۹.

13. Biasi R., Marino, G. and Costa, G. 1990. Propagation of Hayward (*Actinidia deliciosa*) from soft and semi-hardwood cuttings. Acta Horticulturae, 282: 243-251.
14. Blythe,G., Denlay, T. and Sibley, J.L. 2000. Influence of commercial auxin formulation on cuttings of *Camellia* cultivars. SNA Research Conference, 45: 303-306.
15. Brondani, G.E., Baccarin, F.J.B., Ondas, H.W.W., Stape, J.L., Gonçalves, A.N. and Almeida, M.D. 2012. Low temperature, IBA concentrations and optimal time for adventitious rooting of *Eucalyptus benthamii* mini-cuttings. Journal of Forestry Research, 23 (4): 583−592.
16. Cangi, R., Bostan, S.Z. and Yýlmaz, M. 2001. The effects of different treatments on the rooting of hardwood cuttings of

Hayward kiwi cultivar. OMUZF Dergisi, 16: 35-37.
17. Cavendish, M. 2001. Popular garden plants and shrubs. Bookmaret Ltd. Desford Road, Enderby, Leicester LE95AD.
18. Davidović, V., Popović, R. and Radulović, M. 2015. Influence of IBA and NAA (0.8%) + (IBA 0.5%) phytoregulators to the risogenesis of the mature lemon tree-shoots (*Citrus limon* (L.) Burm. and *Citrus meyearii* Y. Tan.). Agriculture and Forestry, 61 (2): 243-250.
19. 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.
20. Ersoy, N., and Aydin, M. 2008. The effect of some hormone and humidity levels on rooting of Mahaleb (*Prunus mahaleb*) soft wood top cutting. Suleyman Demired Universitesi Ziraat Fakultesi Degisi, 3 (1): 32-41.
21. Erturk, Y., Ercisli, S., Haznedar, A. and Cakmakci, R. 2010. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) stem cuttings. Biologia Research, 43: 91-98.
22. Exdaktylo, E., Thmidis, T. and Tsipouindis, C. 2005. Factors influencing the rooting of Gisela5 cherry rootstock hard wood cutting. Australian Journal of Experimental Agriculture, 46 (12): 1633-1637.
23. Ferri, V.C., Kersten, E. and Machado, A.A. 1996. Effect of indole-3-butyric acid on the rooting of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) Hayward cultivar. Review Brasilia De Agrociencia, 2: 63-66.
24. Galavi, M., Karimian, M.A. and Mousavi, S.R. 2013. Effects of different auxin (IBA) concentrations and planting-beds on rooting grape cuttings (*Vitis vinifera*). Annual Review in Research Biology, 3 (4): 517-523.
25. Gibsonto J.L. (2001). Plant Propagation: Basic Principles and Methodology. NC State University, Floriculture Research, FLOREX.008. pp. 6.
26. Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies J.F.T. and Geneve, R.L. 2002. Plant Propagation: Principles and Practices, 7th Edition. Pearson Education, Inc. (Prentice-Hall), Upper Saddle River, New Jersey, pp. 880.
27. Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T. and Geneve, R.L. 2011. Plant Propagation, Principles and Practices. Eighth edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A. 928 pp.
28. Hodgson, R.W. 1997. Horticultural varieties of *Citrus*. In: Reuther, W. Batchelor, L. D., and Webber, H. J. (eds.) The Citrus Industry. University of California Prees. Berkeley, California, pp. 431-591.
29. Hunt M.A., Trueman, S.J. and Rasmussen, A. 2011. Indole-3-butyric acid accelerates adventitious root formation and impedes shoot growth of *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *P. caribaea* var. *hondurensis* cuttings. New Forestry, 41 (3): 349−360.
30. Ingle, M.R. 2008. Effect of growth regulators and environments on rooting of stevia cuttings (*Stevia rebaudiana* Bertoni). MSc. Thesis, India University of Agricultural Sciences, Dharwad.
31. Jull, L.G., Warren, S.L. and Blazich, F.A. 1994. Rooting yoshino cryptomeria stem cutting as influenced by growth stage, branch order and IBA treatment. Scientia Horticulturae, 29 (12): 1532-1535.
32. Kasim, N.E. and Rayya, A. 2009. Effect of different collection times and some treatments on rooting and chemical interminal constituents of bitter almond hard wood cutting. Journal of Agriculture and Biological Sciences, 5 (2): 116-122.
33. Larsen, O.N. 2000. Propagation of plum rootstocks by soft wood cutting. Acta Horticulturae, 500: 425-427.
34. Miller, F.P., Vandome, A.F. and McBrewster, J. 2009. Kiwifruit. VDM Publishing. ISBN: 613023211X, 9786130232115. pp. 82.
35. Ono, E.O., Rodrigues, J.D. and de Pinho S.Z. 2002. Studies on Stem Cuttings of Kiwi (*Actinidia chinensis* PL. CV Bruno). Brazilian Archives of Biology and Technology, 43: 45-50.
36. 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 Journal of Horticultural Science, 24 (1): 13-18.

37. Schwambach, J., Ruedell, C.M., Almeida, M.R., Penchel, R.M., Araújo, E.F. and Fett-Neto, A. 2008. Adventitious rooting of *Eucalyptus globulus* × *maidennii* mini-cuttings derived from mini-stumps grown in sand bed and intermittent flooding trays: a comparative study. New Forestry, 36 (3): 261–271.
38. Shamshad, M. and Abbasi, N. 2003. Effect of IBA on hardwood cutting of peach rootstocks under greenhouse conditions. Asian Journal of Plant Sciences, 2 (3):265-269.
39. Singh, K.K., Choudhary, T. and Kumar, A. 2014. Effect of various concentrations of IBA and NAA on the rooting of stem cuttings of mulberry (*Morus alba* L.) under mist house condition in Garhwal hill region. Indian Journal of Hill Farm, 27 (1): 74-77.
40. Singh, K.K., Rawat, J.M.S., Tomar, Y.K. and Kumar, P. 2013. Effect of IBA concentration on inducing rooting in stem cuttings of *Thuja compecta* under mist house condition. Horticulture Flora Research Spectrum, 2 (1): 30-34.
41. Strik, B. 2005. Growing kiwifruit. Washington State University, pp.1-27.
42. Trobec, M., Tampar, F.S., Veberic, R. and Osterc, G. 2005. Fluctuations of different endogenous phenolic compounds and cinnamic acid in the first days of the rooting process of cherry rootstock 'GiSelA 5' leafy cuttings. Journal of Plant Physiology, 162: 589-597.
43. Ucler, A.O., Parlak, S. and Yucesan, Z. (2004). Effects of IBA and cutting dates on the rooting ability of semi-hardwood kiwifruit *Actinidia deliciosa* A. chev. cuttings. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 28: 195-210.
44. Wendling, I., Brondani, G.E., Dutra, L.F. and Hansel, F.A. 2010. Mini-cuttings technique: a new *ex vitro* method for clonal propagation of sweetgum. New Forestry, 39 (3): 343–353.