بررسی تأثیر نوع بستر و هورمون ایندول بوتریک اسید (IBA) بر ریشه‌زایی قلمه‌ی انگور (*Vitis vinifera* L.) به روش کشت وارونه

محمد خیری و موسی ارشد*

ایران، مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهاباد، گروه علوم باغبانی

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۹

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر نوع بستر کشت و هورمون اکسین بر ریشه‌زایی قلمه‌ی انگور تجاری (رقم بی‌دانه سفید) آزمایشی در سال ۱۳۹۱ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی ملکان انجام شد. نوع بستر کشت به‌عنوان فاکتور اول دارای چهار سطح (ماسه، خاک اره، خاک زراعی، خاک ترکیبی) و فاکتور دوم شامل غلظت‌های مختلف هورمون ایندول بوتیریک اسید (صفر، ۲ و ۴ گرم در لیتر) بود. صفات مورد ارزیابی در این بررسی شامل: زمان شروع کالوس‌زایی، درصد کالوس‌زایی، زمان شروع تشکیل ریشه‌های نابجا، طول ریشه، قدرت رشد ریشه، تعداد ریشه و درصد گیرایی قلمه‌ها بود که به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع بستر (به‌جز درصد گیرایی قلمه‌ها)، غلظت هورمون ($P<0,01$) و اثر متقابل این دو عامل قرار گرفتند. براساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها کمترین زمان کالوس‌زایی و زمان شروع تشکیل ریشه‌های نابجا و همچنین بیشترین درصد کالوس‌زایی، تعداد و طول ریشه و قدرت ریشه‌دهی مربوط به بستر کشت خاک اره با مصرف ۴ گرم در لیتر هورمون اکسین بود. بالاترین درصد گیرایی قلمه‌ها نیز با کاربرد خاک ترکیبی در بستر کشت و مصرف ۲ گرم در لیتر هورمون اکسین به دست آمد. در مجموع چنین نتیجه‌گیری شد که هورمون ایندول بوتریک اسید با کاهش زمان کالوس‌زایی و افزایش تقسیم سلولی و تولید بیشتر ریشه نقش مؤثری در گیرایی هرچه بیشتر قلمه‌ها ایفا می‌کند و در بستر کشت‌های ماسه و خاک اره باوجود تراکم بیشتر ریشه اما به دلیل عاری بودن از مواد غذایی درصد گیرایی قلمه‌ها کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: اکسین، انگور سفید بی‌دانه، خاک اره، کالوس‌زایی.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۳۲۱۲۵۲۲ ، پست الکترونیکی: mo_arshad2002@yahoo.com

مقدمه

انگور بانام علمی *Vitis vinifera* L. گیاهی دائمی از خانواده ویتاسه (Vitaceae) بوده که به لحاظ سطح زیر کشت و ارزش اقتصادی بالا به‌عنوان یکی از مهمترین محصولات باغی در ایران و جهان معرفی می‌شود (۳). انگور بومی نواحی مدیترانه، اروپای مرکزی و جنوب غربی آسیا است که به دو روش جنسی (بذر) و غیرجنسی (خوابانیدن، پیوند زدن، قلمه برگ و ساقه، کشت بافت) قابل تکثیر می‌باشد (۲). قلمه ساقه مهمترین روش اقتصادی تکثیر غیرجنسی محسوب می‌شود که در باغبانی جهت حفظ خصوصیات ژنتیکی والدین برای تولید انبوه پایه‌های اصلاحی در یک دوره کوتاه مورد استفاده قرار می‌گیرد (۸). ظرفیت یک قلمه ساقه برای ریشه‌دهی توسط عکس‌العمل بین عوامل توارثی موجود در سلول‌های ساقه و عواملی همچون مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی، اثر جوانه-ها و برگ‌ها، قطب‌گرایی، میزان مواد غذایی موجود در گیاه، مرحله رشد، محل ساقه بر روی گیاه، نوع بافت قلمه و زمان گرفتن قلمه تعیین می‌گردد (۱۷).

ترکیبات اکسینی شامل IAA، IBA و NAA از مهمترین

تنظیم کننده‌های رشد گیاهی هستند که بطور گسترده‌ای بر روی قلمه‌های ساقه جهت تسریع تشکیل ریشه‌های نابجا، افزایش درصد ریشه‌زایی و افزایش تعداد ریشه‌های هر قلمه استفاده می‌شوند به طوری‌که برخی پایه‌هایی که مشکل ریشه‌زایی دارند و در شرایط بهینه نگهداری می‌شوند می‌توانند با کاربرد این ترکیبات ریشه تولید کنند (۱۴).

تعیین غلظت بهینه هورمون اکسین، جهت ریشه‌زایی قلمه‌ها اهمیت خاصی دارد، زیرا در صورتی‌که مصرف هورمون اکسین در هنگام ریشه‌زایی بیش‌ازحد نیاز باشد علاوه برافزایش هزینه، سبب بر هم زدن تعادل هورمونی در گیاه می‌شود (۱۲). با توجه به اینکه ساقه جهت ریشه‌زایی به غلظت کم اکسین واکنش مثبت نشان می‌دهد بدین منظور هورمون ایندول بوتریک اسید جهت ریشه‌زایی ساقه‌ها گزینه مناسبی می‌باشد. تنظیم‌کننده رشد ایندول بوتیریک اسید (IBA) نوعی اکسین مصنوعی است که در بین سایر اکسین‌ها به دلیل غیرسمی بودن در غلظت وسیع، مؤثرترین هورمون بر ریشه‌زایی قلمه‌ها می‌باشد (۳۱). ایندول بوتریک اسید به دلیل اثر اکسینی ضعیفی که دارد توسط آنزیم ایندول استیک اسید اکسیداز (تخریب کننده اکسین) به‌کندی تجزیه شده و در اختیار قلمه جهت ریشه‌زایی قرار می‌گیرد (۱۳).

در زمینهٔ اثر تنظیم‌کننده ایندول بوتریک اسید بر ریشه‌زایی قلمه گیاهان تحقیقات متعددی در دسترس می‌باشد (۶و ۳۲). طی بررسی‌های بر قلمه ناترک، بیشترین درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها با کاربرد ۴ گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید بدست آمد (۲۹). در بررسی دیگر، محققین اثر غلظت‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هورمون ایندول بوتیریک اسید را بر ریشه‌زایی قلمه‌های انگور مورد بررسی قراردادند و دریافتند، غلظت‌های بالاتر این هورمون اثر بهتری بر تولید ریشه‌های نابجا، طول ریشه‌ها و میزان ریشه‌های از پیش تشکیل شده در قلمه‌های انگور داشته است (۱۵).

علاوه بر تنظیم کننده‌های رشد، بستر کشت نیز نقش مهمی در توسعه و رشد ریشه‌های ظاهرشده دارد به طوری‌که محیط کشت مناسب باعث استقرار بهتر قلمه‌ها و دستیابی به رطوبت کافی و نفوذپذیری هوا می‌شود و بر وجود مواد مختلف و واکنش آنها در ریشه‌زایی تأثیر زیادی دارد (۹). بهترین بستر کشت بستری نیست که بیشترین درصد ریشه‌زایی را داشته باشد، بلکه بستری است که ریشه‌هایی با انشعاب بیشتر و قابل انعطاف‌تر تولید کند و بهترین شرایط را برای زنده‌مانی قلمه‌های ریشه‌دار شده پس از انتقال فراهم نماید (۲۶). طبق مطالعات محققین بسترهای مختلف کشت ازجمله شن، ماسه و کمپوست درخت کاج و یا مخلوط این مواد تأثیر بسزایی بر ریشه‌دهی و توسعه ریشه‌ها در قلمه درخت *Ulex europaeus* L. داشته‌اند و نتایج حاصل از این کار تفاوت‌های معنی‌داری را بین قلمه‌های ریشه‌دار شده در این بسترها نشان می‌داد (۱۸). در بررسی دیگری محققین نشان دادند که ریشه‌دهی قلمه‌های *Primulina tabucum* تحت تأثیر بسترهای کشت قرار گرفته و کاربرد نسبت‌های مساوی از ماسه و پرلیت بیشترین تأثیر را بر ریشه‌دهی داشت (۲۵). طی مطالعاتی پژوهشگران بیان داشتند که اثر متقابل بسترهای کشت متفاوت ازجمله پرلیت – پیت، پرلیت، و ماسه – پرلیت و کاربرد ایندول بوتریک اسید تأثیر معنی‌داری بر ریشه‌دهی، طول ریشه، تعداد ریشه و وزن خشک‌ریشه در قلمه‌های گیاه پیچ کلماتیس داشت (۲۳). در یافته‌های دیگری نیز اثرات متقابل هورمون ایندول بوتریک اسید و بستر کشت نشان داد که بیشترین تعداد ریشه در غلظت ۳۵۰۰ پی‌پی‌ام و بستر کشت ماسه – خاک مشاهده شد (۲۲). ازدیاد انگور در ایران عمدتاً از طریق قلمه می‌باشد. در این روش پس از کاشت قلمه‌ها در بستر خاک، به دلیل وجود مواد غذایی ذخیره شده در آنها، تقریباً همه قلمه‌ها سبز شده ولی پس از مدت کوتاهی به علت اتمام مواد غذایی و عدم ریشه‌دهی، اکثر قلمه‌ها خشک می‌شوند لذا درصد پایینی از

قلمه‌ها ریشه‌دار شده و رشد می‌کنند از این‌رو یافتن راه‌های ازدیاد سریع و عملی برای افزایش درصد ریشه‌زایی قلمه-های انگور، اهمیت موضوع را دو چندان می‌کند. به همین منظور آزمایشی باهدف بررسی تأثیر نوع بستر و هورمون ایندول بوتریک اسید بر ریشه‌زایی قلمه‌ی انگور به روش کشت وارونه انجام شد.

مواد و روشها

شرایط رشدی و تیمارهای مورد بررسی: به‌منظور بررسی تأثیر نوع بستر کشت و هورمون اکسین بر ریشه‌زایی قلمه-ی انگور تجاری (رقم بی‌دانه سفید) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به روش کشت وارونه در سال ۱۳۹۱ در مرکز تحقیقات کشاورزی ملکان و در شرایط مزرعه اجرا گردید. این محل دارای ارتفاع ۱۳۰۲ متر از سطح دریاهای آزاد، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۹ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۵ دقیقه شرقی است. منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد با متوسط بارندگی سالانه ۲۷۱ میلی‌متر و بطور میانگین دمای سالانه ۱۰ درجه، حداکثر دمای سالانه ۱۶ و حداقل آن ۲/۲ درجه‌ی سلسیوس می‌باشد. فاکتور اول شامل چهار نوع بستر کشت (ماسه، خاک اره، خاک زراعی و خاک ترکیبی) و فاکتور دوم شامل سه سطح هورمون IBA (صفر، ۲ و ۴ گرم در لیتر) بود. طول قلمه‌های شاخه انگور ۴۰ سانتیمتر و هر واحد آزمایشی متشکل از ۱۵ عدد قلمه انگور سفید بی‌دانه بود.

اعمال تیمارها: قلمه‌های انگور در اوایل بهار سال ۱۳۹۱ از شاخه‌های یکساله واقع بر روی بوته‌های انگور موجود در مرکز تحقیقات کشاورزی ملکان تهیه گردید. در این زمینه سعی شد اصل یکنواختی شاخه‌ها ازنظر سن، موقعیت و میزان رشد تا حد امکان رعایت شود. پس از تهیه قلمه‌هایی به طول ۴۰ سانتی‌متر، آنها را در بسته‌های ۱۵ تایی بسته‌بندی کرده و به محل آزمایش انتقال داده شدند. جهت تهیه محلول هورمونی، غلظت مناسبی از هورمون ایندول بوتیریک اسید در حجم کمی از الکل ۷۰ درصد حل و سپس با آب مقطر به حجم رسانده شد. پس از تهیه محلول هورمون، انتهای قلمه‌ها به مدت پنج ثانیه در محلول هورمون با غلظت‌های مربوطه قرارگرفتند سپس هر دسته از قلمه‌ها در بسترهای کشت مربوط به خود کشت شدند. جهت تهیه بستر کشت درروش کشت وارونه ابتدا زمین به عمق ۶۵ سانتیمتر گودبرداری شد (۱۰ سانتیمتر برای زهکشی جعبه‌ها و ۱۵ سانتیمتر برای ریختن بسترهای کشت مربوطه و باقی فضا برای قرار دادن جعبه‌ها). قلمه-های تیمار شده به‌صورت وارونه درون جعبه‌ها قرار داده شدند و درنهایت بسترهای کشت مربوط به هر تیمار، حداقل به عمق ۱۵ سانتیمتر روی آنها ریخته شد (شکل ۱).

شکل ۱- کشت قلمه‌ها به‌صورت وارونه در بسترهای مختلف کاشت

تمامی قلمه‌ها بلافاصله پس از کشت بطور منظم و به‌صورت آبپاشی، آبیاری شدند سپس روی بسترها با نایلون مشکی پوشانده شد (شکل ۲).

شکل ۲- کشیدن نایلون روی جعبه‌ها و تیمارهای کشت شده در کشت وارونه

پس‌ازاینکه قلمه‌های کشت شده به روش وارونه ریشه‌دار شدند (شکل ۳) جهت اطمینان از ریشه‌دار شدن، آنها را به حالت معمولی برگردانده تا جوانه‌های انتهایی قلمه‌های مورد تیمار سبز شوند. پس از اینکه کالوس و ریشه‌ها در انتهای قلمه‌ها ظاهر شدند، صفات مورد نظر ارزیابی گردیدند.

شکل ۳- تشکیل ریشه‌های نابجا در انتهای قلمه‌های کشت شده به روش وارونه

صفات اندازه‌گیری شده

زمان شروع القاء کالوس و درصد کالوس‌زایی: به‌منظور اندازه‌گیری زمان شروع القاء کالوس، تیمارها یک روز در میان بازرسی و قلمه‌های دارای کالوس ثبت شدند. به‌منظور اندازه‌گیری درصد کالوس‌زایی، تعداد قلمه‌هایی که در هر تیمار کالوس تشکیل داده بودند شمارش شد و برحسب تعداد کل آنها در هر تیمار به‌صورت درصد بیان گردید.

زمان شروع تشکیل ریشه‌های نابجا حاصل از سرآغازه های اولیه: زمان مشاهده سرآغازه ریشه‌های نابجا در قلمه-های هر تیمار ثبت گردید.

تعداد و طول ریشه: پس از شروع تشکیل ریشه‌ها، عمل شمارش ریشه ۴۰ روز پس از اعمال تیمارها انجام شد و تعداد ریشه در هریک از قلمه‌ها شمارش و سپس میانگین آنها در هر واحد آزمایشی ثبت گردید. شاخص طول ریشه نیز توسط خط کش اندازه‌گیری شد و به واحد سانتی‌متر بیان گردید.

میزان گیرایی قلمه‌ها: به‌منظور اندازه‌گیری رشد و گیرایی قلمه‌ها، در پنج نوبت میزان رشد رویشی آنها یادداشت-برداری شد و قلمه‌هایی که سبز شده و زنده بودند شمارش و سپس درصد گیرایی قلمه‌ها بیان گردید.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها: تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزاری آماری SAS 9.2 و آزمون مقایسه میانگین داده‌ها بااستفاده از روش دانکن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد انجام گرفت. نمودارهای مربوطه نیز با استفاده از برنامه اکسل ترسیم شد.

نتایج

زمان شروع القاء کالوس و درصد کالوس‌زایی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار ($P<۰,۰۱$) نوع بستر کشت، غلظت هورمون ایندول بوتریک اسید و همچنین اثر متقابل این دو عامل بر زمان شروع القاء کالوس‌زایی و درصد کالوس‌زایی بود (جدول ۱).

براساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع بستر در غلظت هورمون ایندول بوتریک اسید بر زمان شروع القاء کالوس، در هر نوع بستر کشت با کاربرد و افزایش غلظت هورمون ایندول بوتریک اسید زمان شروع القاء کالوس در قلمه‌ها کاهش معنی‌داری داشت و در هر نوع بستر نیز زمان شروع القاء کالوس متفاوت بود بطوری‌که کمترین زمان شروع القاء کالوس مربوط به قلمه‌های کشت شده در محیط خاک اره بود که توسط ۴ گرم در لیتر هورمون ایندول بوتریک اسید تیمار شده بودند. بیشترین زمان شروع القاء کالوس نیز در قلمه‌های تیمار نشده با هورمون در بستر خاک زراعی مشاهده شد (شکل ۴ الف).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها بر درصد کالوس-زایی نشان داد، درصد کالوس‌زایی در هر نوع بستر کشت با تیمار قلمه‌ها توسط ایندول بوتریک اسید افزایش معنی-داری داشت. در بستر کشت‌های خاک اره و خاک ترکیبی

غلظت‌های ۲ و ۴ گرم در لیتر هورمون تقریباً اثر یکسانی بر درصد کالوس‌زایی داشتند. در بستر کشت ماسه تیمار قلمه‌ها توسط ۴ گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید، درصد کالوس‌زایی بیشترین مقدار (۱۰۰ درصد) را داشت و نسبت به تیمار شاهد (بدون هورمون) در همین بستر کشت درصد کالوس زایی را ۴۵/۸۲ درصد افزایش داد. در بستر خاک زراعی با افزایش غلظت هورمون ایندول بوتریک اسید از ۲ به ۴ گرم در لیتر، درصد کالوس‌زایی افزایش ۶۲/۳۵ داشت. یعنی در خاک زراعی تحت غلظت‌های بیشتر ایندول بوتریک اسید درصد کالوس‌زایی افزایش بیشتری داشت (شکل ۴ ب).

زمان شروع (رؤیت) تشکیل ریشه‌های نابجا: صفت زمان شروع تشکیل ریشه‌های نابجا باتوجه به نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها بطور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر نوع بستر، غلظت هورمون ایندول بوتریک اسید و اثر متقابل این دو عامل قرارگرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل نوع بستر در غلظت هورمون ایندول بوتریک اسید بر زمان شروع تشکیل ریشه‌های نابجا نشان می‌دهد که در هر نوع بستر کشت قلمه با کاربرد و افزایش غلظت هورمون ایندول بوتریک اسید زمان شروع تشکیل ریشه‌های نابجا کاهش معنی‌داری داشت و قلمه-های کشت شده در خاک زراعی بیشترین زمان شروع تشکیل ریشه‌های نابجا و قلمه‌های کشت شده در خاک اره و ماسه نیز کمترین زمان شروع تشکیل ریشه‌های نابجا را به خود اختصاص دادند (شکل ۵).

تعداد و طول ریشه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که تعداد و طول ریشه بطور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر نوع بستر، غلظت هورمون ایندول بوتریک اسید و اثر متقابل این دو عامل قرارگرفت. براساس نتایج مقایسه میانگین تیمارها با کاربرد و افزایش غلظت هورمون ایندول بوتریک اسید تعداد و طول ریشه افزایش معنی‌داری داشت و بیشترین تعداد و طول ریشه مربوط به بستر کشت خاک اره با مصرف ۴ گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید بود. طول ریشه علاوه بر بستر کشت خاک اره دارای بیشترین طول در بستر خاک ترکیبی تحت تیمار با بیشترین غلظت کاربردی ایندول بوتریک اسید بود. کمترین تعداد و طول ریشه قلمه نیز در بستر کشت‌های خاک زراعی و خاک ترکیبی با عدم مصرف هورمون مشاهده شد (شکل ۶ الف و ب).

میزان گیرایی قلمه‌ها: باتوجه به نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها، میزان گیرایی قلمه‌ها تحت تأثیر غلظت هورمون و اثر متقابل نوع بستر در هورمون معنی‌دار ($P<۰,۰۱$) شد اما نوع بستر تأثیر معنی‌داری بر میزان گیرایی قلمه‌ها نداشت (جدول ۱).

براساس نتایج مقایسه میانگین تیمارها، بیشترین درصد گیرایی قلمه‌ها با ۹۵/۷۳ درصد مربوط به قلمه‌های تیمار شده توسط ۲ گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید در خاک ترکیبی بود که در همین نوع بستر کشت افزایش غلظت ایندول بوتریک اسید به ۴ گرم در لیتر درصد گیرایی قلمه-ها کاهش معنی‌داری داشت بطوری‌که با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. در بستر کشت‌های ماسه و خاک اره با کاربرد هورمون ایندول بوتریک اسید بر قلمه‌ها درصد گیرایی قلمه‌ها کاهش معنی‌داری داشت. در بستر خاک زراعی نیز درصد گیرایی قلمه‌ها تحت ۴ گرم در لیتر کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد داشتند (شکل ۷).

همبستگی بین صفات: نتایج ضرایب همبستگی بین صفات نشان می‌دهد که زمان شروع القاء کالوس همبستگی منفی و معنی‌داری با درصد کالوس‌زایی، تعداد ریشه و طول ریشه داشت این بدان معنا است که با تسریع شروع کالوس‌زایی، درصد کالوس‌زایی قلمه‌ها، تعداد و طول ریشه افزایش می‌یابد. همچنین زمان شروع القاء کالوس همبستگی مثبت و خیلی معنی‌داری ($r = ۰/۹۷^{**}$) بازمان شروع تشکیل ریشه‌های نابجا داشت یعنی اینکه با تسریع کالوس‌زایی، زمان تشکیل ریشه‌های نابجا نیز کاهش می-

یابد (جدول ۲). درصد کالوس‌زایی بازمان تشکیل ریشه‌های نابجا همبستگی منفی و با تعداد و طول ریشه همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. نتایج همچنین نشان داد زمان تشکیل ریشه‌های نابجا همبستگی منفی و معنی‌داری با تعداد و طول ریشه داشت یعنی با تسریع شروع تشکیل ریشه‌های نابجا تعداد و طول ریشه افزایش معنی‌داری داشت. تعداد ریشه نیز با طول ریشه همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r = ۰/۹۴^{**}$) نشان داد (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تأثیر نوع بستر و هورمون ایندول بوتریک اسید (IBA) بر صفات مورد بررسی در کشت وارونه قلمه ساقه انگور رقم بی‌دانه سفید

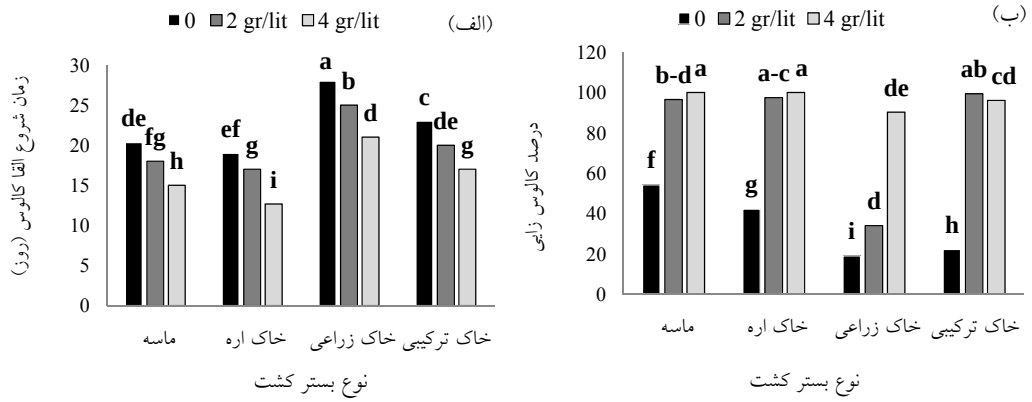
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		زمان شروع کالوس‌زایی	درصد کالوس‌زایی	زمان شروع تشکیل ریشه‌های نابجا	تعداد ریشه	طول ریشه	درصد گیرایی قلمه‌ها
تکرار	۲	۱۲/۲۵ **	۱۵/۶۹ **	۱۰/۱۱ **	۱۵/۵۳ **	۲۰/۵۸ **	۲/۷۴ ns
نوع بستر کشت	۳	۱۲۱/۶۳ **	۴۵۶/۶۰ **	۱۶۴/۲۵ **	۶۱۳/۵۸ **	۴۴/۲۵ **	۵۳/۹۲ ns
غلظت IBA	۲	۱۱۵/۰۸ **	۱۵۵۷۴/۸ **	۱۸۱/۳۶ **	۱۰۱۴۸/۷۸ **	۴۲۱/۰۸ **	۱۲۸۹/۱۶ **
نوع بستر × غلظت IBA	۶	۰/۶۰ **	۲۲۹/۹۶ **	۳/۲۵ **	۴۹۲/۸۹ **	۱۲/۹۷ **	۳۷۲/۹۳ **
اشتباه آزمایشی	۲۲	۰/۱۳	۱/۶۷	۰/۱۱	۰/۵۹	۰/۵۸	۲۴/۸۳
ضریب تغییرات (cv)		۱/۸۳	۱/۸۲	۱/۴	۱/۹۳	۱۶/۳۰	۱۰/۱۶

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد

جدول ۲- نتایج ضرایب همبستگی (r) بین صفات مورد بررسی تحت تأثیر نوع بستر و هورمون ایندول بوتریک اسید

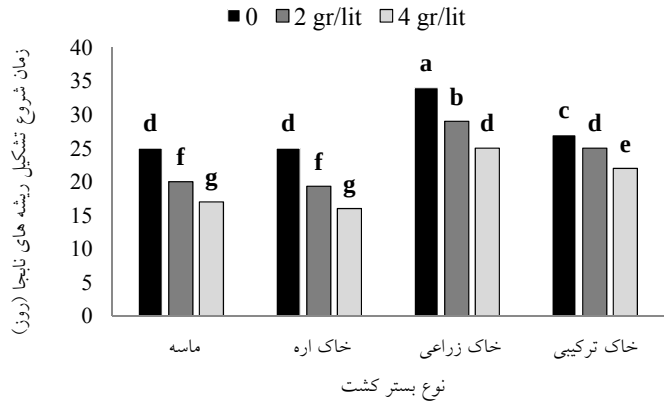
صفات	زمان شروع القاء کالوس	درصد کالوس‌زایی	زمان شروع تشکیل ریشه‌های نابجا	تعداد ریشه	طول ریشه	درصد گیرایی قلمه‌ها
زمان شروع القاء کالوس	۱					
درصد کالوسزایی	-۰/۸ **	۱				
زمان شروع تشکیل ریشه‌های نابجا	۰/۹۷ **	-۰/۸۲ **	۱			
تعداد ریشه	-۰/۶۶ *	۰/۸۴ **	-۰/۶۸ *	۱		
طول ریشه	-۰/۷۹ **	۰/۸۷ **	-۰/۷۶ **	۰/۹۴ **	۱	
درصد گیرایی قلمه‌ها	۰/۳۲ ns	-۰/۱۵ ns	۰/۴۰ ns	-۰/۱۵ ns	-۰/۲۲ ns	۱

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد



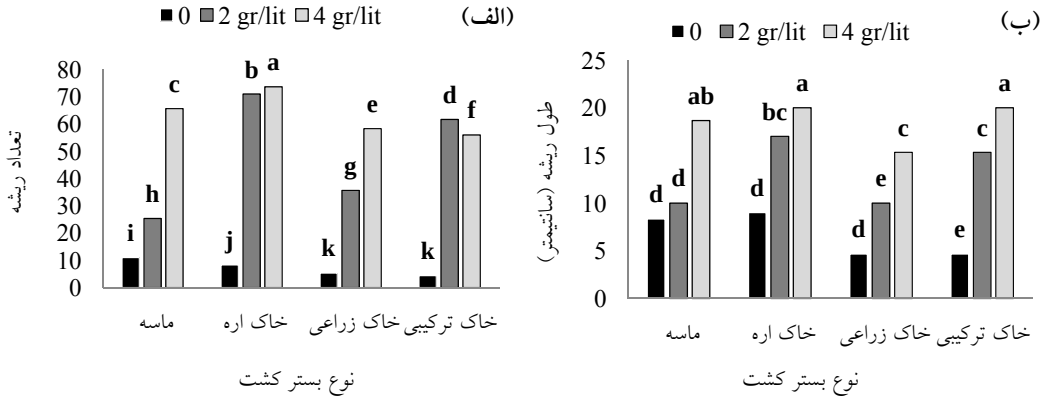
شکل۴- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع بستر در غلظت هورمون IBA بر زمان شروع القاء کالوس (الف) و درصد کالوس‌زایی (ب) قلمه ساقه انگور رقم بی‌دانه سفید

(اعدادی که در هر ستون‌داری حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P<۰,۰۵$) می‌باشند)



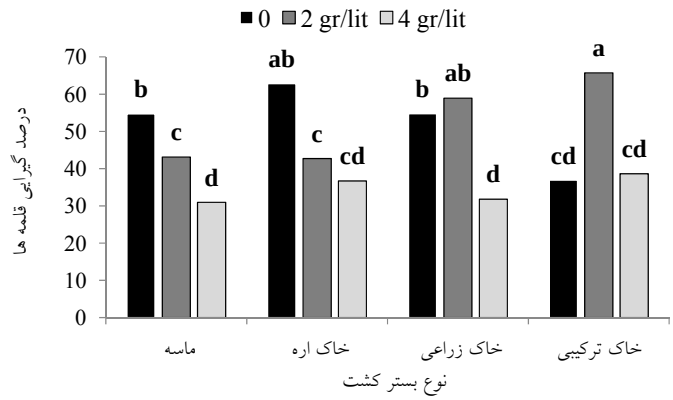
شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع بستر در غلظت هورمون IBA بر زمان شروع (رؤیت) تشکیل ریشه‌های نابجا قلمه ساقه انگور رقم بی‌دانه سفید

(اعدادی که در هر ستون‌داری حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P<۰,۰۵) می‌باشند)



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع بستر در غلظت هورمون IBA بر تعداد ریشه (الف) و طول ریشه (ب) قلمه ساقه انگور رقم بی‌دانه سفید

(اعدادی که در هر ستون‌داری حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P< ۰,۰۵) می‌باشند)



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع بستر در غلظت هورمون IBA بر درصد گیرایی قلمه ساقه انگور رقم بی‌دانه سفید

(اعدادی که در هر ستون‌داری حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P<۰,۰۵) می‌باشند)

بحث

بررسی‌های متعددی در زمینه تأثیر ایندول بوتریک اسید برافزایش کالوس‌زایی قلمه‌ها در دسترس می‌باشد (۲۱و ۲۴). با مصرف هورمون ایندول بوتریک اسید، زمان القاء کالوس کاهش پیدا کرده و کالوس‌زایی زودتر تشکیل می-شود و زمان بیشتری کالوس‌زایی را انجام داده که نتیجه در افزایش درصد کالوس‌زایی دارد. طی پژوهشی پیرخضری و همکاران (۱۳۸۹) (۱) بیان کردند درصد کالوس‌زایی قلمه پایه‌های رویشی سیب در کشت وارونه تحت کاربرد هورمون ایندول بوتریک اسید افزایش یافت که با نتایج حاصل از این بررسی مبنی برافزایش درصد کالوس‌زایی تحت تیمار با ایندول بوتریک اسید همخوانی دارد. به نظر می‌رسد هورمون ایندول بوتیریک اسید با تأثیر برافزایش تقسیم سلولی (۱۶و ۲۰)، افزایش کالوس‌زایی را در پی داشته است.

با توجه به نتایج شکل (۴ الف و ب) تحت بستر کشت‌های خاک اره و ماسه زمان کالوس‌زایی کاهش و درصد کالوس‌زایی افزایش یافت. بستر کشت خاک اره و ماسه به دلیل بافت سبکی که دارند میزان مناسبی از اکسیژن و رطوبت را در اختیار قلمه گذاشته و از این طریق باعث کاهش زمان شروع القاء کالوس شده‌اند. در خاک ترکیبی نیز به دلیل ترکیب با ماسه و خاک اره از بافت سبکی برخوردار بوده و همین بستر کشت بعد از خاک اره و ماسه بیشترین درصد کالوس‌زایی را داشت (شکل ۴ الف و ب).

اولین ریشه‌های نابجا از کالوس ظاهر می‌شوند و در واقع ریشه‌های اصلی قلمه می‌باشند (۲۷). باتوجه به نتایج این بررسی با تیمار قلمه‌ها توسط ایندول بوتریک اسید القای آغازنده‌های ریشه افزایش و زمان شروع تشکیل ریشه‌های نابجا کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد داشت. بنابراین کاربرد خارجی اکسین‌ها می‌تواند سبب تحریک ریشه‌های نابجا و ترغیب توسعه آغازنده‌های ریشه نهفته و از پیش تشکیل شده باشد (۲۰). یکی از دلایل مؤثر بودن استفاده از ایندول بوتیریک اسید در فرایند ایجاد ریشه‌های نابجا می‌تواند مربوط به افزایش در ترکیبات فنولی محافظت کننده از اکسین و کاهش در فعالیت آنزیم ایندول استیک اسید اکسیداز (تخریب کننده اکسین) باشد (۱۳).

نتایج اثرات متقابل نشان می‌دهد که بسترهای کشت ماسه و خاک اره کمترین زمان شروع القاء ریشه‌های نابجا را داشتند، به نظر می‌رسد وجود تعادل مناسب ازنظر تهویه در اطراف ریشه در بسترهای کشت ماسه و خاک اره در انگیزش و رشد ریشه از قلمه مؤثر بوده است. حفظ سطح مناسبی از تهویه در محیط ریشه‌زایی، همزمان با کاهش هدر رفت آب از قلمه‌ها از وظایف سیستم‌های تکثیر می‌باشد (۱۹).

یکی از مزایای استفاده از تنظیم کننده‌های رشد اکسین تشکیل و افزایش تعداد ریشه در قلمه است (۴و ۷). طی بررسی‌های شاه‌حسینی و همکاران (۱۳۹۴) (۵) بر گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.)، بیشترین تعداد و طول ریشه قلمه ساقه مربوط به کاربرد ۴ گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید بود که با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت دارد. طی بررسی‌هایی بر مریم‌گلی (*Salvia Fruticosa* Mill.) نیز کاربرد هورمون اکسین تعداد ریشه را بطور قابل‌توجهی افزایش داد و کاربرد غلظت‌های بالاتر آن باعث افزایش وزن و طول ریشه شد (۳۰). افزایش تعداد و طول ریشه تحت تأثیر ایندول بوتریک اسید می-تواند به دلیل تأثیر این تنظیم‌کننده بر تحریک تولید ریشه-های نابجا و انگیزش و توسعه آغازنده‌های ریشه‌های نهفته و از پیش تشکیل شده می‌باشد (۱۶). زیرا اکسین‌ها بعد از آغازش در ریشه‌های نابجا در فرایندهایی مانند تقسیم، طویل شدن و تمایز سلولی نیز شرکت می‌کنند (۱۱)، که نتیجه در افزایش تعداد و طول ریشه دارد (شکل ۶ الف و ب).

باتوجه به نتایج اثرات متقابل در این بررسی علاوه بر غلظت بیشتر ایندول بوتریک اسید نوع بستر نیز تعداد و

طول ریشه را تحت تأثیر قرارداده، بطوری‌که بیشترین تعداد ریشه مربوط به بستر خاک اره و بیشترین طول ریشه نیز اختصاص به بستر خاک اره و خاک ترکیبی داشت. همان-طور که ذکر شد در بستر خاک اره قلمه‌ها کمترین زمان را برای ایجاد ریشه‌های نابجا داشتند با شروع تولید ریشه‌های نابجا در این قلمه‌ها، تولید ریشه نیز مسلماً تحت تأثیر قرارگرفته و بیشتر شده است که منجر به تولید ریشه بیشتر شد و در محیط خاک اره و خاک ترکیبی چون بستر سبک بوده و نفوذ آب و اکسیژن به‌راحتی انجام شده است، ریشه به‌راحتی تقسیم سلولی انجام داده و طویل شده است.

طی بررسی‌هایی انجام شده بر انگور یاقوتی، بیشترین تعداد ریشه مربوط به قلمه‌های تیمار شده با هورمون ایندول بوتریک اسید در بستر کشت ترکیبی خاک به‌اضافه شن و ماسه بود (۱۴). طی بررسی دیگری نیز بیشترین طول ریشه توسط ۳۵۰۰ ایندول بوتریک اسید و بستر کشت خاک – ماسه بدست آمد (۲۲). بنابراین با مقایسه نتایج این محققین و نتایج پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که با تیمار قلمه‌ها توسط هورمون ایندول بوتریک اسید و کشت آنها در بسترهای خاک ترکیبی، نتایج بهتری ازنظر ریشه‌زایی و تولید ریشه حاصل می‌شود.

افزایش هورمون ایندول بوتریک اسید اگرچه باعث افزایش ریشه‌دهی می‌شود اما در مراحل بعدی رشد، این امر باعث مرگ برگ‌ها و سرشاخه‌های سبز می‌شود (۲۸). با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر همان‌طور که ذکر گردید قلمه‌های بستر کشت‌های ماسه و خاک اره علی‌رغم ریشه‌دهی خوبی که داشتند اما دارای درصد گیرایی کمتری در خاک بودند. از آنجا که این بستر کشت‌ها ازنظر مواد غذایی ضعیف می‌باشند و ریشه‌دهی آنها بیشتر تحت تأثیر هورمون اکسین و مقدار کربوهیدرات موجود در ساقه بوده است، بنابراین با مصرف مواد غذایی (کربوهیدرات‌های) قلمه‌ها طی ریشه‌دهی، گیاه دچار کمبود مواد غذایی شده، که درنهایت ضعیف و خشک‌شده و استقرار و درصد گیرایی آنها کاهش می‌یابد (۱۰). در بستر کشت ترکیبی به دلیل ترکیب خاک اره و ماسه با خاک علاوه بر اینکه بستر کشت از منافذ خوبی برای نگهداری آب و اکسیژن برخوردار بود، بلکه خاک معمولی در ترکیب این نوع بستر به‌عنوان یک تکیه‌گاه فیزیکی برای رشد گیاه (قلمه) محسوب شده و باعث افزایش درصد گیرایی قلمه گردید، اما در غلظت ۴ گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید به دلیل تعداد کم و طول بیشتر ریشه (شکل‌های ۶ الف و ب) درصد گیرایی قلمه باوجود تکیه‌گاه فیزیکی خاک، کمتر از قلمه‌های تیمار شده توسط ۲ گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید بود. از طرفی می‌توان کاهش درصد گیرایی قلمه‌ها را به شکنندگی ریشه نیز نسبت داد. در بستر کشت‌های ماسه و خاک اره که خاک ضعیف می‌باشد ریشه به دلیل اثر اکسین رشد طولی زیادی داشته که با جابجایی و برگرداندن ساقه دچار آسیب شده و درصد گیرایی قلمه را کاهش می‌دهد. احتمالاً در صورت رعایت قطبیت کاشت قلمه‌ها بلافاصله بعد از ظهور کالوس در انتهای آنها، بتوان درصد گیرایی قلمه‌ها را افزایش داد، چراکه در غیراین صورت مواد غذایی موجود در طول قلمه صرف رشد و ریشه‌زایی خواهد گردید.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج کلی ازاین بررسی حاکی از این بود که تحت هورمون ایندول بوتریک اسید و غلظت بیشتر (۴ گرم در لیتر) در بستر کشت خاک اره زمان موردنیاز جهت کالوس‌زایی و القاء ریشه‌های نابجا کاهش یافت که افزایش درصد کالوس‌زایی، تعداد و طول ریشه را در پی داشت. اما بیشترین درصد گیرایی قلمه‌ها مربوط به بستر کشت خاک ترکیبی با غلظت ۲ گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید بود که این امر نشان می‌دهد در بستر کشت خاک اره باوجود تراکم بیشتر ریشه، درصد گیرایی قلمه‌ها کاهش یافت. بنابراین پیشنهاد می‌گردد جهت کاهش هزینه‌ها، تعادل در ریشه‌زایی و افزایش درصد گیرایی قلمه‌ها از غلظت ۲ گرم

در لیتر ایندول بوتریک اسید و از بسترهای کشت خاک اره و ماسه در ترکیب با خاک زراعی جهت تأمین بخشی از عناصر غذایی استفاده شود.

منابع

۱- پیر خضری، م.، آتشکار، د.، حاج نجاری، ح.، و فتحی، د.، ۱۳۸۹. اثر تیمارهای مختلف در ریشه‌زایی تعدادی از پایه‌های رویشی سیب (*Mallus domestica* Borkh.)، مجله به زراعی نهال و بذر، ۲-۲۶(۲)، صفحات ۲۰۶-۱۹۳.

۲- جلیلی مرندی، ر.، ۱۳۸۶. میوه‌های ریز، انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ۲۹۰ صفحه.

۳- حکمتی، ج.، و تفضلی، ع.، ۱۳۹۱. باغبانی علمی و عملی انگور، انتشارات علم کشاورزی ایران، ۲۸۰ صفحه.

۴- راهداری، پ.، مهنا، م.، و اسدی، م.، ۱۳۸۹. اثر سولفات روی بر هورمون‌های NAA و IBA بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه خشبی گیاه آرالیا و اثرات زیست‌محیطی آن، علوم و فنون منابع طبیعی، ۱، صفحات ۱۰۳-۹۵.

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

۶- هاشم‌آبادی، د.، و صداقت حور، ش.، ۱۳۸۵. بررسی اثر ایندول بوتریک اسید (IBA) و نفتالین استیک اسید (NAA) بر ریشه-زایی قلمه‌های درختچه زینتی کاملیا (*Camellia Japonica* L.). دانش نوین کشاورزی، ۲(۵)، صفحات ۷۶-۶۹.

۷- یاری، ف.، موسوی، الف.، مستوفی، ی.، سیدی، س. م.، زمانی، ذ.، و لایمر، م.،۱۳۹۲. اثر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و نوع کلات آهن بر پرآوری و ریشه‌زایی درون شیشه‌ای سه رقم گل سرخ شاخه بریده (*Rosa hybride* L.)، مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۶(۱)، صفحات ۱۱۰-۹۹.

8- Amri, E., 2011. Germination of *Terminalia sericea* Buch. Ex seeds: the effects of temperature regime, photoperiod, gibberellic acid and potassium nitrate. International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology, 2(2), PP: 104–110.

9- Awang, Y., Shaharom, A. S., Mohammad, R. B., and Selamat, A., 2009. Chemical and physical characteristics of cocopeat-based media mixtures and their effects on the growth and development of *Celosia cristata*. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 4(1), PP: 63-71.

10- Blythe, E. K., Sibley, J. L., Ruter, J. M., and Tilt, K. M., 2004. Cutting propagation of foliage crops using foliar application of auxin. Scientia Horticulturae, 103(1), PP: 31-37.

11- El-Kosary, O., 2009. Effect of GA3, NAA and cytophex spraying on Samany and Zaghloul date palm yield, fruit retained and characteristics. Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants - Idosi, 1(2), PP: 49–59.

12- 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), PP: 32-41.

13- Fett-Neto, A. G., Fett, J. P., Veira Goulart, L. W., Pasquali, G., Termignoni, R. R., and Ferreira, A. G., 2001. Distinct effects of auxin and light on adventitious root development in Eucalyptus saligna and Eucalyptus globulus. Tree Physiology, 21, PP: 457–464.

14- 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 and Research in Biology, 3(4), PP: 517-523.

15- Garande, V. K., Gawade, M. H., Sapkal, K. T., and Gurav, S. B., 2002. Effect of IBA and Number of Internodes on Rooting of Stem Cuitings of Grape Rootstocks. Agricultural Science Digest, 22 (3), PP: 176 – 178.

16- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., and Geneve, R. L., 1997. Plant Propagation: principles and practices. Sixth edition, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A., PP: 520-540.

17- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., and Geneva, R. L., 2002. Plant Propagation. 7th Edition. Haworth Press, USA. Chapter 10, 410 p.

18- Iglesias-Diaz, I. M., Lamosa, S., Rodil, C., and Rodriguez, D., 2009. Root development of

Thuja plicata in peat-substitute rooting media. Horticultural Science, 122(1), PP: 102-108.

19- Jinks, R. L., 1995. The effects of propagation environment on the rooting of leafy cuttings of ash (*Fraxinus excelsior* L.), sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) and sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.), New Forests, 10, PP: 183-195.

20- Kafi, M., Zand, E., Kamkar, B., Sharifi, H. R., and Goldani, M., 2008. Plant Physiology (first volume). Jahad Daneshgahi Mashhad publications, Chapter 19, 456 p.

21- Karakurt, H., Aslantas, R., Ozkan, G., and Guleryuz, M., 2009. Effects of indol–3-butyric acid (IBA), plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and carbohydrates on rooting of hardwood cutting of MM106 Apple rootstock. African Journal of Agriculture Research, 4(2), PP: 060-064.

22- Karimian, M., and Bidarnamani, F., 2015. Improving the rooting of honeysuckle (*Lonicera japonica*) cuttings by using of Indole-butyric acid treatments and different substrates. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 5(11), PP: 285-290.

23- Kreen, S., Svensson, M., and Rumpunen, K., 2002. Rooting of clematis microshoots and stem cuttings in different substrates. Scientia Horticulturae, 96(1-4), PP: 351-357.

24- Ling, A. P. K., Tan, K. P., and Hussein, S., 2013. Comparative effects of plant growth regulators on leaf and stem explants of Labisia pumila var. alata, Journal of Zhejiang University Science B - Springer, 14(7), PP: 621–631.

25- Lu, J., Teixeira da Silva, J. A., and ma, G., 2012. Vegetative propagation of *Primulina tabucum* Hance by petiole cuttings. Scientia Horticulturae, 134, PP: 163-166.

26- Nair, A., Zhang, D., and Smagula, J., 2008. Rooting and overwintering stem cuttings of *Stewartia pseudocamellia* Maxim. Relevant to hormone, media, and temperature. Horticultural Science, 43(7), PP: 2124-2128.

27- Nasri, F., 2015. Study of Indol Butyric Acid (IBA) effects of cutting rooting improving some of wild genotypes of Damasc Roses (*Rosa damascene* Mill.), Journal of Agricaltural Science, 60(3), PP: 1-4.

28- Ofori, D. A., Newton, A. C., Leakey, R. R. B., and Grace, J., 1996. Vegetative propagation of Milicia excelsa by leafy stem cuttings: effects of auxin concentration, leaf area and rooting medium, Elsevier. Forest Ecology and Management, 84(1–3), PP: 39-48.

29- Saffari, M., and Saffari, V. R., 2012. Effects of media and indole butyric acid (IBA) concentrations on hopbush (*Dodoneae viscosa* L.) cuttings in green house. Annals of Forest Research, 55(1), PP: 61-68.

30- Saglam, A. C., Yaver, S., Baser, I., and Cinkilic, L., 2014. The Effects of Different Hormones and their doses on Rooting of Stem Cuttings in Anatolian Sage (*Salvia Fruticosa* Mill.). Apcbee Procedia, 8, PP: 348-353.

31- Tworkoski, T., and Takeda, F., 2007. Rooting response of shoot cuttings from three peach growth habits. Scientia Horticulturae, 115, PP: 98- 100.

32- Zebari, S. M. K. A., 2011. Effect of auxin (IBA) on rooting and seedlings growth of six fig cultivars (*Ficus carica* L.), Journal of Tikrit University for Agriculture Science, 11(1), PP: 119-125.

Investigation the effect of media and indolebuteric acid hormones (IBA) on rooting of grape cuttings by inverted culture

Kheiri M.[1] and Arshad M.[2]

[1] Graduated Master of Plant Production, Horticultural trends, Islamic Azad University, Mahabad Branch, Mahabad, I.R. of Iran

[2] Assistant Professor of Horticultural Sciences, Islamic Azad University, Mahabad Branch, Mahabad, I.R. of Iran

Abstract

In order to investigate the effect of media and Auxin plant growth regulator on rooting of commercial grape cuttings, an experiment was conducted in a factorial arrangement based on a complete randomized block design with three replications on 'White Seedless' grape cuttings. Various types of media (sand, sawdust, agronomy, combined soil) and different concentrations of indole butyric acid (0, 2 and 4 g /l) were used as a treatments. After applying treatments, some traits such as callus start time, callus percentage, time of onset of misplaced roots, root length, root number and percentage of cuttings were measured. All measured traits significantly affected by various media (except percentage of cuttings) and different concentrations of IBA ($P<0.01$) and their interactions. The results of experiment revealed that the interaction effect of sawdust and 4 g/l IBA significantly ($P<0.01$) decreased times for callus and adventitious root inductions and also produced the highest percentage of callus, root number and length, and rooting ability. The highest percentage of rooting was obtained in cuttings which treated by combined soil and 2 g/l IBA. However, it's concluded that IBA by decreasing the callus induction time and increasing cell division and root number was played a significant role in rooting of cuttings. In fact, in sand and sawdust media with consideration the production of higher root densities, the percentage of rooting was reduced due to lack of food.

Key words: Auxin, Callusing, Sawdust, White grapes