Archive of SID

نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال نهم / شماره دوم / تابستان ۱۳۹۸

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 12:30 IRDT on Wednesday August 7th 2019

بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف پوترسین و ایندول بوتیریک اسید (IBA) بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی پایه هیبرید GN۱۵

اکبر انگوتی[۱]، جلیل اجلی[۲*] و شهرام حسین‌زاده[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۱۴)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر پوترسین و اکسین (IBA) بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی پایه هیبرید GN۱۵، آزمایشی در آزمایشگاه بیولوژی گل‌دهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال ۱۳۹۴ انجام شد. قلمه‌های مورد نیاز از پایه‌های هیبرید مذکور، از ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند تهیه شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار و پنج تیمار شامل IBA با غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌مدت پنج ثانیه، پوترسین در سه سطح ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌مدت یک دقیقه و همچنین تیمار شاهد انجام گرفت. نتایج نشان داد که تمامی صفات از قبیل درصد ریشه‌زایی، حجم ریشه، میانگین طول قسمت ریشه‌دار شده، تعداد ریشه و میانگین طول ریشه تحت تأثیر تیمارها قرار گرفتند. بیشترین درصد ریشه‌زایی (۶۲/۲۷ درصد) در تیمار پوتریسین۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر دیده شد به‌طوری که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. برای صفات طول قسمت ریشه‌دار و حجم ریشه تیمار IBA با غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین میزان را نشان داد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها دارد. همچنین برای صفات طول ریشه، تعداد ریشه و وزن تر و خشک تیمارهای پوتریسین ۳۰۰۰ و IBA با غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین بودند و اختلافات معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها نشان دادند، ضمن اینکه تیمار شاهد بیشترین درصد پینه‌زایی را از خود نشان داد. در کل تیمارهای پوترسین ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و پس از آن IBA با غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بهترین عملکرد را برای صفات یاد شده داشتند و می‌توانند به‌عنوان غلظتی مناسب برای ریشه‌دار کردن قلمه‌های GN۱۵ معرفی شوند.

واژه‌های کلیدی: اکسین، پینه‌زایی، ریشه، قسمت ریشه‌دار

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز
۲ و ۳. دانش‌آموخته کارشناسی و استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: Jalil.ajali@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 12:30 IRDT on Wednesday August 7th 2019

مقدمه

در میوه‌کاری نوین و صنعتی امروزه پایه پیوندی در میزان تولید، اقتصاد باغ، پیرایش و عمر درختان، برداشت محصول و در پایان در مدیریت باغ نقش اساسی و تعیین کننده‌ای را ایفا می کند. در واقع نیمی از پیکره درخت را پایه تشکیل می‌دهد که درون خاک قرار گرفته و پس از احداث باغ قابل تعویض و بهبود نیست (۱۸). از این نظر گزینش پایه مناسب برای یک رقم و برای شرایط اقلیمی و خاکی یک منطقه، همانند گزینش رقم پیوندی دارای اهمیت است. از مهم‌ترین مشکلات موجود در باغ‌های میوه به‌ویژه بادام و هلو می‌توان به عدم یکنواختی در رشد ناشی از ازدیاد از طریق بذر اشاره کرد که باعث کاهش بهره‌وری لازم در باغ‌ها می‌شود. از طرفی، یکی از بهترین روش‌های حفظ خواص ژنتیکی درختان میوه استفاده از روش ازدیاد رویشی آنها است که در این روش گیاهان از نظر ظاهری و ژنتیکی همانند هستند. بر همین اساس، به‌دلیل مشکلات مذکور به‌جای پایه‌های بذری از پایه‌های رویشی استفاده می‌شود که این پایه‌های جدید عمدتاً حاصل کار برنامه‌های اصلاحی هستند. در این برنامه‌ها توانایی ازدیاد غیرجنسی، مقاومت به بیماری‌های خاکی و نماتدها و مقاومت به رطوبت زیاد یا کم خاک مد نظر است (۱۸).

هیبریدهای هلو و بادام برای مقاومت به کمبود آهن ناشی از آهک در بسیاری از کشورها به‌خصوص کشورهای حوزه مدیترانه استفاده می‌شود. از دیگر خصوصیات این پایه‌ها سازگاری خوب با هلو و بادام است. این پایه‌ها اغلب قوی بوده و برای خاک‌های خشک و فقیر مناسب است و در حذف و جایگزینی باغ‌ها نیز می‌تواند استفاده شود (۴). در کشور ما نیز در سال‌های اخیر اقداماتی به‌منظور استفاده از پایه‌های رویشی در تولید نهال درختان میوه انجام شده و تمایل روز افزونی برای استفاده از نهال‌های پیوند شده روی پایه‌های رویشی در بین باغداران و تولیدکنندگان میوه وجود دارد. یکی از موانع کشت‌وکار درختان میوه با استفاده از پایه‌های رویشی در ایران محدودیت دسترسی به این نهال‌ها به‌دلیل موانع و مشکلات تولید این نهال‌ها است. از مشکلات عمده پرورش و کشت میوه‌ها به‌ویژه هلو و بادام عدم استفاده از پایه‌های کلونی مثل GF۶۷۷ و GN است و در دسترس نبودن آن به‌دلیل مشکل تکثیر آن در ایران است که به ناچار از پایه‌های بذری استفاده می‌شود که این پایه‌ها به‌دلیل عدم یکنواختی و ناهمرسی میوه‌ها مشکلات عدیده‌ای را برای باغداران ایجاد می‌کند. لذا در دسترس بودن پایه‌های کلونی نظیر GN به‌صورت انبوه و با ساده‌ترین روش تکثیر، کاملاً احساس می‌شود که این پژوهش در راستای مرتفع کردن این مشکل انجام شده است. GN یک هیبرید هلو- بادام است که مهم‌ترین پایه‌های این گروه شامل GN۱۵ (Garnem) GN۲۲ (Felinem) و GN۹ است. این پایه علاوه بر داشتن کلیه خصوصیات GF۶۷۷ به‌طور معمول به‌عنوان پایه مقاوم به نماتد برای هلو و بادام استفاده می‌شود. ازدیاد این پایه سخت است و این امر تأمین نیازهای بازار را دچار مشکل می‌کند (۲۲).

پلی‌آمین‌ها، پلی‌کاتیون‌هایی از دسته کربوهیدرات‌های آلیفاتیک با وزن مولکولی کم و با ساختار زنجیره‌ای هستند که دارای گروه‌های ایمینو و آمینو هستند و در تمام موجودات زنده یافت می‌شوند. این مواد گروه جدیدی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند که در گیاهان دارای نقش‌های فیزیولوژیکی زیادی از جمله جنین‌زایی، تقسیم سلولی نمو و تشکیل ریشه هستند (۱۷). اخیراً گزارش شده که این گروه مواد دارای قابلیت نمو و افزایش ریشه‌زایی هستند که از بین پلی‌آمین‌ها، پوتریسین (PUT) نسبت به سایرین بیشترین عملکرد و پاسخ را در مورد ریشه‌زایی از خود نشان داده است (۳۲). برای اولین بار، تأثیر پوتریسین بر ریشه‌زایی روی شاخه‌های زیتون مشاهده شد (۲۱). همچنین کاربرد پوتریسین در ریزقلمه‌های توت‌فرنگی، منجر به افزایش سطوح پوتریسین درونی، افزایش شمار ریشه نابه‌جا و طول ریشه شد (۲۸). در مطالعه‌ای مشاهده شد که ریزنمونه‌های شاخساره پایه سیب MM۱۰۶ در کشت درون شیشه‌ای هنگامی که پلی‌آمین‌ها در اولین روز کشت اضافه شوند حتی بدون حضور IBA سبب افزایش ریشه‌زایی می‌شوند

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 12:30 IRDT on Wednesday August 7th 2019

همچنین این پژوهش نشان داد که پلی‌آمین‌ها در کنترل ریشه‌زایی نقش دارند (۱۹).

در بیشتر نواحی معتدل و نیمه‌گرمسیری مواد گیاهی برای تهیه قلمه از درختانی گرفته می‌شود که در معرض تغییرات فصلی قرار دارند و تشکیل ریشه‌های نابه‌جا از قلمه علاوه‌بر ژنوتیپ به شرایط رشد گیاه مادری ارتباط دارد. تغییرات فصلی دما، بارش، طول روز و گل‌دهی گیاهان مادری روی تشکیل ریشه‌های نابه‌جا از قلمه مؤثر است (۶). نتایج پژوهشی نشان داد که زمان مناسب برای جمع‌آوری قلمه‌ها که به بیشترین ریشه‌دهی منجر شود، به رقم بستگی دارد (۲۶). به‌طورکلی غلظت مناسب ریشه‌زایی برای قلمه‌های چوبی بیشتر از قلمه‌های نیمه‌چوبی است. در تأیید این مطلب در ریشه‌زایی چهار رقم آلو گزارش شد که غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA در تابستان و غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از این هورمون در پاییز و فصل خواب، بیشترین ریشه‌زایی و زنده‌مانی قلمه‌ها را به‌همراه داشت (۲۵).

اکسین هورمون اصلی محرک رشد برای آغازش رشد ریشه‌های جانبی و نابه‌جا است. پژوهشگران متعددی بیان کرده‌اند که اکسین قابلیت تحریک تشکیل ریشه‌های نابه‌جا را دارد. اکسین‌های مصنوعی که به‌صورت خارجی به‌کار برده می‌شوند می‌توانند ذخیره ایندول-۳- استیک اسید را غنی‌تر سازند (۲). گزارش‌های زیادی در خصوص تأثیر اکسین بر افزایش ریشه‌دهی، سرعت تشکیل ریشه، تعداد و کیفیت و یکنواختی ریشه‌ها در قلمه‌های ساقه ارائه شده است و احتمالاً ایندول بوتیریک اسید بهترین ماده برای ریشه‌دهی این نوع قلمه‌ها است و بر ریشه‌دهی تعداد زیادی از گونه‌ها مؤثر است (۱۰). در خصوص هیبریدهای بادام غلظت‌های مورد استفاده از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده و نتایج متفاوتی در این خصوص ارائه شده است (۱، ۷ و ۹). در بررسی اثر غلظت‌های مختلف ایندول بوتیریک اسید و نوع بستر کشت بر ریشه‌زایی قلمه‌های چوب سخت دو پایه از دورگه‌های طبیعی بادام و هم‌گروه GF۶۷۷، گزارش شد که بیشترین درصد ریشه‌زایی، تعداد و طول ریشه مربوط به غلظت ۳۰۰۰ IBA میلی‌گرم در لیتر با بستر پرلایت است (۵). همچنین در اثر استفاده از پوترسین با غلظت‌های دو و چهار میلی‌مولار (به‌مدت پنج دقیقه) و IBA با غلظت‌های ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (به‌مدت پنج ثانیه) روی قلمه‌های پایه GF۶۷۷ مشخص شد که بیشترین درصد ریشه‌زایی مربوط به پوترسین دو میلی‌مولار است، درحالی‌که IBA با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از درصد ریشه‌زایی کمی برخوردار بوده است (۱۴).

با توجه به مطالب گفته شده، تعیین غلظت مناسب هورمون در زمان ریشه‌زایی اهمیت بسزایی دارد، زیرا مصرف بیش از حد هورمون سبب به‌هم خوردن تعادل هورمونی گیاه می‌شود و نتایج خوبی را به‌دنبال نخواهد داشت (۸). به همین دلیل این آزمایش انجام شد تا بهترین غلظت از نظر ریشه‌زایی پایه‌های GN۱۵ مشخص شود تا مشکلات تکثیر این پایه مهم و تجاری تا حدودی برطرف شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در آزمایشگاه بیولوژی گل‌دهی و رشدونمو میوه دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در تابستان سال ۱۳۹۴ انجام یافت. مواد گیاهی شامل قلمه‌های نیمه‌خشبی پایه‌های GN۱۵ که از شاخه‌های سال جاری از درختان مادری واقع در ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند تهیه شدند و سپس در داخل ظرف حاوی یخ به‌سرعت به آزمایشگاه انتقال یافتند. برای آماده‌سازی قلمه‌ها، از شاخه‌های گزینش شده، قلمه‌های به طول تقریبی ۱۵ سانتی‌متر تهیه (هر تیمار شامل چهار تکرار و هر تکرار شامل ۱۲ قلمه) و سپس ته قلمه‌ها به‌وسیله یک تیغ استریل حدود دو سانتی‌متر خراش داده شد به‌طوری که قسمتی از بافت چوب قلمه نیز زخمی شد ولی آسیبی به جوانه موجود در ته قلمه وارد نشد. سپس قلمه‌ها به‌منظور ضدعفونی در محلول قارچکش کاپتان به غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌مدت پنج دقیقه قرار داده شدند. قلمه‌ها در سه سطح پوتریسین (۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌مدت یک دقیقه) و IBA (۴۰۰۰ میلی‌گرم در

www.SID.ir

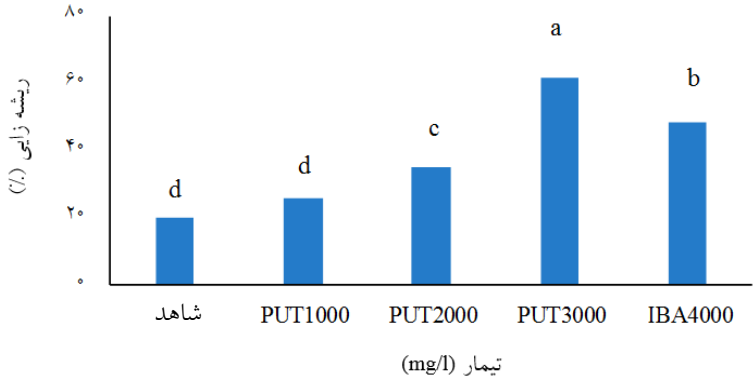
Archive of SID

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 12:30 IRDT on Wednesday August 7th 2019

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف پوتریسین و IBA بر ریشه‌زایی قلمه‌های هیبرید GN۱۵

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد ریشه‌زایی	تعداد ریشه	درصد کالوس‌زایی	میانگین طول ریشه	حجم ریشه	طول قسمت ریشه‌دار شده	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه
تیمار	۴	۱۱۷۹/۷۰**	۳/۴۵۵**	۲۰۹/۱۸۷**	۱۰/۶۷۹**	۰/۵۲۲ **	۷/۶۷۰**	۰/۰۴۶ **	۰/۰۰۱**
خطا	۱۵	۹/۳۶۵	۰/۰۸۷	۱/۲۹۹	۰/۰۶۲	۰/۰۰۴	۰/۱۳۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
ضریب تغییرات (٪)		۷/۹۴	۸/۹۶	۴/۰۷	۴/۶۶	۸/۶۱	۶/۵۱	۰	۰

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد



شکل ۱. درصد قلمه‌های ریشه‌دار شده هیبرید GN تحت تاثیر غلظت‌های مختلف هورمون پوترسین و IBA. حروف غیر مشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن است.

لیتر به‌مدت پنج ثانیه) تیمار شدند و به‌همراه تیمار شاهد در بستر کشت (دستگاه کنترل کننده دما و رطوبت نسبی) حاوی پرلایت با دمای ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد استقرار یافتند. بعد از گذشت ۴۰ روز، صفات شامل درصد قلمه‌های ریشه‌دار شده، درصد پینه‌زایی و تعداد ریشه به‌وسیله شمارش محاسبه شد. طول ریشه و طول قسمت ریشه‌دار شده با خط‌کش و حجم ریشه نیز به‌وسیله استوانه مدرج (از طریق براورد اختلاف حجم آب استوانه مدرج قبل و بعد از قرارگیری ریشه‌ها در استوانه) اندازه‌گیری شد. توزین وزن تر ریشه‌ها به‌وسیله ترازوی دیجیتالی انجام و همچنین به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک، ریشه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت درون آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس وزن خشک آنها محاسبه شد. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و هر تیمار شامل چهار تکرار (هر تکرار حاوی ۱۲ قلمه) انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها به‌وسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد و همچنین رسم نمودارها به‌وسیله نرم افزار اکسل ۲۰۱۳ انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

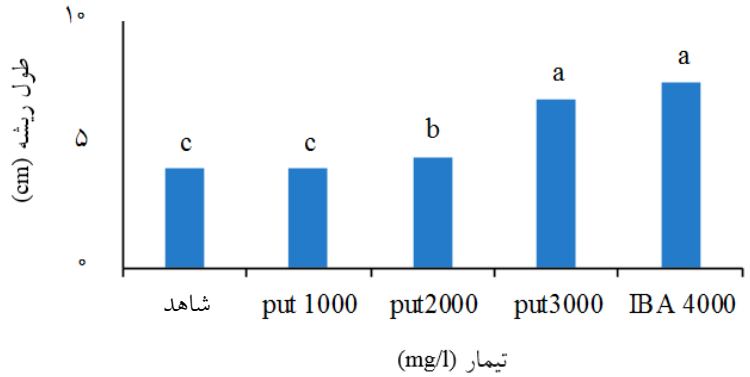
درصد ریشه‌زایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارها برای صفت درصد ریشه‌زایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که غلظت‌های مختلف پوترسین و اکسین در صفت درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها دارای اثرات متفاوت بوده‌اند. بالاترین درصد قلمه‌های ریشه‌دار شده (۶۲/۲۷ درصد) مربوط به تیمار پوترسین با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر است که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها دارد (شکل ۱). طی تحقیقی مشخص شد که بیشترین درصد ریشه‌زایی در قلمه‌های خشبی GF۶۷۷ را

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 12:30 IRDT on Wednesday August 7th 2019



شکل ۲. طول ریشه در قلمه‌های هیبرید GN تحت تأثیر غلظت‌های مختلف هورمون پوترسین و IBA. حروف غیر مشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن است.

به‌ترتیب تیمارهای دو و چهار میلی‌مولار پوتریسین داشته‌اند این در حالی بود که درصد ریشه‌زایی تیمار ۳۰۰۰ میلی‌مولار IBA حتی از تیمار شاهد هم کمتر بود (۱۴). همچنین طی پژوهشی تأثیر تیمارهای IBA، پراکسید نیتروژن و پوتریسین بر ریشه‌زایی قلمه‌های خشبی و نیمه‌خشبی هیبرید GF۶۷۷ ارزیابی و مشخص شد که تیمارهای ترکیبی اکسین با پوتریسین بیشترین تأثیر را بر ریشه‌زایی و کالوس‌زایی قلمه‌های چوب سخت زمستانه داشت (۱۵). در تحقیق حاضر پایین‌ترین درصد ریشه‌زایی مربوط به تیمار شاهد (۲۰/۰۷ درصد) است که اختلاف معنی‌داری بین این تیمار و تیمار پوترسین با غلظت ۱۰۰۰ (۲۵/۷۹ درصد) ندارد که نشان از غلظت کم این تیمار برای اثربخشی مناسب بر ریشه‌زایی این قلمه‌ها دارد. به نظر می‌رسد اگر غلظت پوترسین از ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هم بیشتر می‌شد، احتمالاً شاهد نتایج بهتری نیز بودیم.

طبق مطالعات گذشته، اگرچه تیمار IBA باعث افزایش درصد ریشه‌زایی پایه‌های هیبرید بادام – هلو از جمله GF۶۷۷ می‌شود، ولی نتایج این پژوهش‌ها چندان مطلوب نیست. بنابراین برای به دست آوردن نتایج بهتر، شاید استفاده از سایر روش‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی گره‌گشای این مشکل باشد (۳۰). نتایج نشان می‌دهد که کاربرد این ماده باعث افزایش معنی‌دار درصد ریشه‌زایی نسبت به شاهد شد (۴۸/۷۵ درصد) که با نتایج تحقیقات سایر پژوهشگران هماهنگی دارد. ساریخانی و همکاران در بررسی اثر غلظت‌های مختلف IBA و NAA (Naphthalenacetic acid) روی قلمه‌های خشبی پایه‌های GN ضمن مشاهده تأثیر چشمگیر این مواد روی ریشه‌زایی قلمه‌ها، بیان کردند که بیشترین درصد ریشه‌زایی مربوط به تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA است (۲۳). در پژوهشی دیگر روی GF۶۷۷ مشخص شد که از بین دو غلظت ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA، تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ۴۰ درصد بیشترین درصد ریشه‌زایی و ترکیب پوترسین با هیدروژن پراکسید موجب دو برابر شدن درصد ریشه‌های تشکیل شده در مقایسه با تیمار IBA به‌تنهایی می‌شود (۳۳).

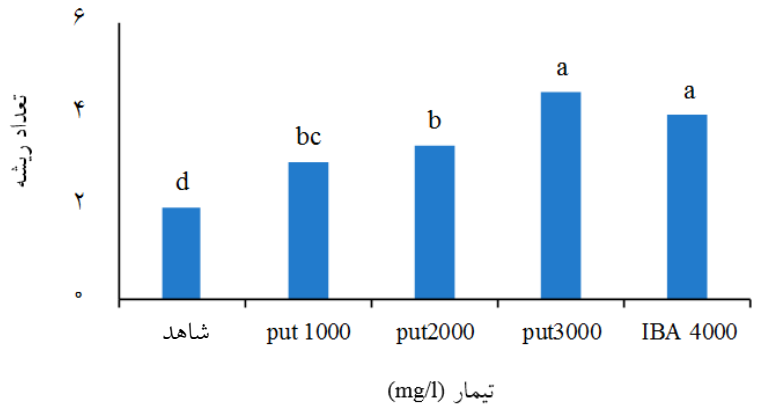
طول ریشه

طول ریشه به‌عنوان یک فاکتور مهم در ارزیابی قلمه‌های ریشه‌دار محسوب می‌شود به‌طوری که مقدار آن در واحد حجم خاک به‌عنوان نشان‌دهنده قدرت گیاه در جذب آب و مواد معدنی به خصوص در شرایط دیم و کم‌آبی مطرح است (۱۸). نتایج تجزیه واریانس برای صفت میانگین طول ریشه، نشان از وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد دارد (جدول ۱). بیشترین میانگین طول ریشه به‌ترتیب برای تیمارهای IBA (۷/۴۲ سانتی‌متر) و پوترسین ۳۰۰۰ (۶/۹۰ سانتی‌متر) مشاهده شد، به‌طوری که بین این دو تیمار و سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد و تیمار شاهد کمترین طول ریشه را دارا است (شکل ۲). در این آزمایش همه تیمارهای

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 12:30 IRDT on Wednesday August 7th 2019



شکل ۳. تعداد ریشه تشکیل شده در قلمه‌های هیبرید GN تحت تأثیر غلظت‌های مختلف هورمون پوترسین و IBA. حروف غیر مشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن است.

پوترسین نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار نشان دادند که با نتایج به‌دست آمده از پژوهش تانگ و نیوتن (۲۷) مطابقت دارد. این پژوهشگران نشان دادند که پلی‌آمین‌ها طویل شدن و رشد ریشه را به‌وسیله افزایش تقسیم سلولی در ریشه افزایش می‌دهند. میزان پوترسین به هنگام طویل شدن در منطقه تمایزیابی، افزایش می‌یابد که این مدعی می‌تواند دلیلی بر علت افزایش طول ریشه‌های تیمار شده در این آزمایش باشد. دیده شده است که کاربرد پلی‌آمین‌ها طول ریشه را در آرابیدوبسیس به‌میزان ۳۹ درصد و وزن آن را تا ۴۴ درصد افزایش داد (۱۳). طی یک آزمایشی تأثیر سطوح مختلف پوترسین و IBA بر ریشه‌زایی قلمه‌های چوب سخت هیبرید GF۶۷۷ بررسی و مشخص شد که بیشترین طول ریشه را تیمار پوترسین چهار میلی‌مول ایجاد کرده است. همچنین تیمار IBA ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌همراه NAA ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، طویل‌ترین ریشه‌ها را در قلمه‌های کاملیا تولید کرد (۱۲).

تعداد ریشه

با توجه به داده‌های به‌دست آمده، بیشترین تعداد ریشه تشکیل شده مربوط به تیمار پوترسین ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۴/۴۷) و بعد از آن IBA ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر است به‌طوری که بین این دو اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری دارند، ضمن آنکه کمترین تعداد ریشه برای تیمار شاهد (۲/۱۲) است (شکل ۳). در پژوهشی مشخص شد که تیمار IBA ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تعداد ریشه را در قلمه‌های خشبی GF۶۷۷ تولید کرده بود (۲۹). افزایش تعداد ریشه بر اثر تیمار با IBA و پلی‌آمین‌ها به‌ویژه پوتریسین در گزارش‌های دانشمندانی چون لیو و همکاران (۱۷) دیده می‌شود. همچنین کاربرد پلی‌آمین‌های اسپرمیدین، اسپرمین و پوتریسین در پسته باعث افزایش قابل توجه در تعداد ریشه‌های تولیدی شد (۲۴). در واقع کاربرد پلی‌آمین‌ها باعث افزایش سنتز پلی‌آمین‌های درونی در بافت گیاه می‌شود. از طرفی، افزایش پلی‌آمین‌ها با افزایش فعالیت میتوزی و افزایش ریشه‌های اولیه و جانبی همراه است (۳). همچنین حضور و دخالت ژن‌ها هم مرتبط با سنتز پلی‌آمین‌هاست که نقش آنها در توسعه ریشه در حضور پلی‌آمین‌ها صورت می‌گیرد (۱۶).

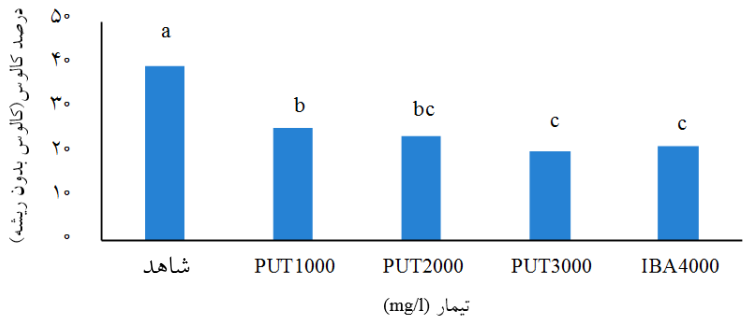
درصد پینه‌زایی

تشکیل پینه نشان می‌دهد شرایط درونی یا محیطی در زمان نمو برای تشکیل ریشه مناسب نیست اما برای تقسیم سلولی قابل قبول است (۳۱). بیشترین درصد قلمه‌های دارای پینه (پینه بدون ریشه) در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۴). وقتی قلمه‌ها در محیط کشت مناسب برای ریشه‌زایی قرار داده می‌شوند لایه پینه در بخش پایینی قلمه‌ها ایجاد می‌شود، لایه حفاظتی ناشی از بافت پینه معمولاً پوسیدن قسمت پایینی

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 12:30 IRDT on Wednesday August 7th 2019



شکل ۴. میانگین درصد پینه تشکیل شده (پینه بدون ریشه) در قلمه‌های هیبرید GN تحت تأثیر غلظت‌های مختلف هورمون پوترسین و IBA. حروف غیر مشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن است.

جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین صفت‌های حجم و وزن تر و خشک ریشه‌های پایه‌های GN تحت تأثیر هورمون‌های ریشه‌زایی

تیمار	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب)
Control	۰/۲۸۱^{d}	۰/۰۲۴^{c}	۰/۴۱۷^{d}
PUT1000	۰/۳۲۶^{c}	۰/۰۳۰^{c}	۰/۴۴۲^{d}
PUT2000	۰/۴۱۱^{b}	۰/۰۳۷^{b}	۰/۶۲۲^{c}
PUT3000	۰/۵۲۴^{a}	۰/۰۴۹^{a}	۰/۹۱۲^{b}
IBA4000	۰/۵۰۴^{a}	۰/۰۵۲^{a}	۱/۲۷۵^{a}

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن است.

قلمه‌ها را به تأخیر می‌اندازد. در برخی موارد لایه پینه به جذب آب قلمه‌ها کمک می‌کند. از سوی دیگر اطلاعات متفاوتی در رابطه با تأثیر لایه پینه روی تشکیل ریشه وجود داشته است (۲۰). با دقت در شکل‌های ۱ و ۴ چنین استنباط می‌شود که هرچه درصد پینه‌زایی بیشتر می‌شود، درصد ریشه‌زایی کاهش می‌یابد که نشان فرایندهای ریشه‌زایی و پینه‌زایی مستقل از یکدیگر هستند و هر دو بر اثر شرایط رطوبتی و حرارتی بیرونی یکسان ایجاد می‌شوند و لزوماً تولید ریشه مستلزم ایجاد پینه نیست که با تفسیر و نتایج تحقیقات دیگر پژوهشگران در خصوص تولید مستقل ریشه و پینه مطابقت دارد (۱۱).

حجم ریشه

برای صفت حجم ریشه، تیمار پوتریسین ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین این میزان را داراست (۱/۲۷سانتی‌متر مکعب) و پس از آن تیمار IBA (۰/۹۱ سانتی‌متر مکعب) است به‌طوری که بین این دو و بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد، با توجه به اینکه تیمارهای پوتریسین ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و IBA با غلظت بیشترین طول و تعداد ریشه را ایجاد کرده، بنابراین بیشترین حجم ریشه نیز در این تیمارها دیده می‌شود. کمترین حجم ریشه مربوط به تیمار شاهد است ولی اختلاف معنی‌داری بین این تیمار و تیمار پوتریسین ۱۰۰۰ میلی‌گرم وجود ندارد(جدول ۲). گفته می‌شود تیمار اکسین انتقال کربوهیدرات‌ها به انتهای قلمه را تسهیل می‌کند. افزایش ریشه‌زایی قلمه‌های تیمار شده با اکسین تا حدودی به واسطه افزایش هیدرولیز ذخایر غذایی تحت تأثیر اکسین، افزایش مقدار پروتئین و نیز افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی است که در مجموع همه موارد مذکور باعث افزایش حجم ریشه در قلمه‌های تیمار شده می‌شود.

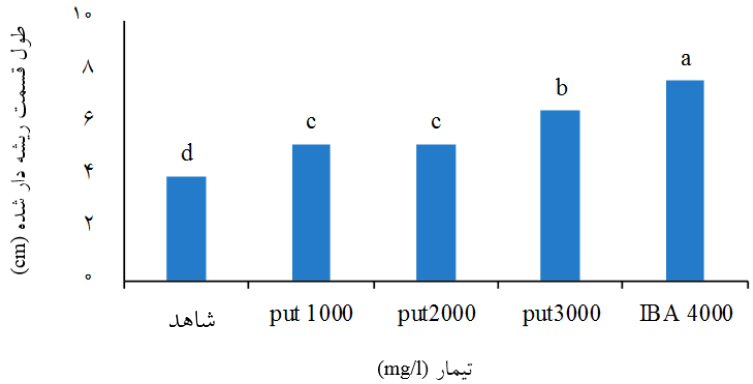
www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 12:30 IRDT on Wednesday August 7th 2019

(d) (c) (b) (a)

شکل ۵. قلمه‌های ریشه‌دار شده هیبریدGN: a) پوتریسین ۳۰۰۰، b) ایندول بوتیریک اسید ۴۰۰۰، c) پوتریسین۱۰۰۰، d) شاهد (کالوس‌زایی)



شکل ۶. طول قسمت ریشه‌دار شده در قلمه‌های هیبرید GN تحت تأثیر غلظت‌های مختلف هورمون پوترسین و IBA. حروف غیر مشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن است.

وزن تر و خشک ریشه‌ها

تیمارهای پوتریسین۳۰۰۰ و IBA با غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین وزن ریشه را هم در صفت وزن تر و هم در صفت وزن خشک ایجاد کرده است به‌طوری که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد است (جدول ۲)، ضمن اینکه در هر دو صفت مذکور تیمار شاهد کمترین میزان را داراست که نتایج مشابهی را صداقت و همکاران (۲۴) در مورد پسته گزارش کرده‌اند. در واقع افزایش در وزن تر و خشک ریشه مرتبط با افزایش میزان رشد، تقسیم، تمایز و بزرگ شدن سلول است که تحریک این اعمال به‌وسیله دو هورمون به‌کار رفته در این آزمایش انجام می‌شود.

طول قسمت ریشه‌دار شده

مطابق جدول تجزیه واریانس (۱) میانگین طول قسمت ریشه‌دار شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. بیشترین طول قسمت ریشه‌دار شده مربوط به تیمار IBA ۴۰۰۰ (۷/۴۲ سانتی‌متر) و کمترین این مقدار برای تیمار شاهد (۳/۹۷ سانتی‌متر) مشاهده شد (شکل ۵ و ۶). هر چه طول قسمت ریشه‌دار شده بیشتر باشد، احتمال بقا و زنده‌مانی قلمه‌ها پس از انتقال به بستر اصلی کشت بیشتر می‌شود (۱۳). طی یک

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 12:30 IRDT on Wednesday August 7th 2019

پژوهشی که روی تأثیر غلظت‌های مختلف IBA بر ریشه‌زایی قلمه‌های خشبی و نیمه‌خشبی پایه جیسلا ۶ انجام شد، مشخص شد که بیشترین طول قسمت ریشه‌دار شده مربوط به تیمار IBA با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر است (۸).

درصد بقای دانهال

با توجه به مشاهدات عینی، تمامی دانهال‌ها زنده مانده و بقای خود را پس از انتقال حفظ کردند. اگرچه تیمارهای حاوی IBA و پوتریسین شادابی بیشتری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند (داده‌ها نشان داده نشده است).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش از تأثیر مثبت پوترسین و IBA بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی پایه هیبرید GN۱۵ حکایت دارد، به گونه‌ای که بین غلظت‌های مختلف هورمون مورد استفاده در تیمار و صفات مورد ارزیابی تفاوت فراوانی وجود دارد. در کل تیمارهای پوترسین ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و پس از آن IBA با غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بهترین عملکرد را برای صفات یاد شده داشتند و می‌توانند به‌عنوان غلظتی مناسب برای ریشه‌دار کردن قلمه‌های GN۱۵ معرفی شوند.

منابع مورد استفاده

1. Alizadeh, A. and O. Gregorian. 2001. Study of the semi-woody cuttings rooting of peach and almond hybrids in the mist. *Journal of Horticultural Science and Technology* 2: 143-154.
2. Bartel, B., S. Leclere, M. Magidin and B. K. Zolman. 2001. Inputs to the active IAA pool. *Journal of Plant Growth Regulation* 20: 198-216.
3. Bultin, D., J. Martin-Tanguy, M. Caree and N. Rossin. 1990. Polyamines hydroxyl cinnamoyl putrescines and root formation in leaf explants of tobacco cultivated in vitro: Effects of the suicide inhibitors of putrescine synthesis. *Plant Physiology* 93: 1398-1404.
4. Company, S., R. Gomez and J. Felipe. 1996. A genecal approach to iron chlorosis in deciduous fruit trees. PP. 167-174. *In:* Abadia, J. (Ed.), Iron Nutrition in Soil and Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
5. Davarinejad, G., A. A. Skokoohiyan and A. Tehranifar. 2015. Effect of indole butyric acid and culture media on rooting of cuttings of two new selected hybrids of peach- almond. *Journal of Horticultural Science* 29(2): 174-184. (In Farsi).
6. Day, J. S. and B. R. Loveys. 1998. Propagation from cuttings of two woody ornamental Australian shrubs, Boronia megastigma Nees (*brown boronia*) and Hypocalymma angustifolium Endl (white myrtle). *Australian Journal of Experimental Agriculture* 38: 201-206.
7. Eliasson, L. and K. Areblad. 1984. Auxin effects on rooting in pea cuttings. *Physiologia Plantarum* 61: 293-297.
8. Ersoy, N. and M. Aydin. 2008. The effect of some hormone and humidity levels on rooting of Mahaleb (*Prunus Mahaleb*) soft wood top cutting. *Suleyman Demirel Universi Esi Ziraat Fakultesi Degisi* 3(1): 32- 41.
9. Guerrero, J. R., G. Garrido, M. Acosta and J. Sanchez-Bravo. 1999. Influence of 2, 3, 5-triiodobenzoic acid and 1-N-naphthylphthalamic acid on indole acetic acid transport in carnation cuttings: relationship with rooting. *Journal of Plant Growth Regulation* 18: 183-190.
10. Hartmann, H. and D. E. Kester. 1990. Plant propagation, principles and practices. *Journal of Plant Growth Regulation* 12(2): 23-29.
11. Hartmann, H., D. E. Kester, F. T. Davies and R. L. Geneva. 2002. Plant Propagation, Haworth Press, America.
12. Hashem-Abadi, D. and SH. Sedaghathoor. 2006. The effect of IBA and NAA on rooting of *Camellia japonica* L. Cutting. *Journal of Modern Agricultural Science* 5: 57-82. (In Farsi).
13. Jang, S. J., U. I. Choi, K. Y. Young and J. Park. 2002. Effects of polyamines on shoot and root development in Arabidopsis seedlings and carnation cultures. *Plant Biology* 45: 230-23.
14. Karimi, S. and A. yadollahi. 2012. Using putrescine to increase the rooting ability of hardwood cuttings of the peach × almond hybrid GF677. *Journal of Agrobiology* 29(2): 63-69.
15. Kordzadeh, S. 2014. Effect of indole butyric acid, putrescine and hydrogen peroxide on the root cultivation of GF677 peach- almond hybrid rootstocks. MSc. Thesis. Buali Sina University. Hamedan, Iran.
16. Kusanp, T. K., T. Yamaguchi, T. Berberich and Y. Takahashi. 2007. Advances in polyamine research in 2007. *Plant*

www.SID.ir

Downloaded from jcpp.iut.ac.ir at 12:30 IRDT on Wednesday August 7th 2019

Research 120: 345-350.
17. Liu, J. H., C. Honda and T. Moriguchi. 2006. Involvement of polyamine in floral and fruit development. *Japan International Research Center for Agricultural Sciences* 40: 51-58.
18. Loreti, F. and S. Morini. 2008. Propaga_on techniques. *The Peach Botany, Production and Uses* (2): 221-243.
19. Naija, S., N. S. Elloumi, S. Ammar, C. Keve and J. Dommes. 2009. Involvement of polyamines in the adventitious rooting of micro propagated shoots of the apple rootstock MM106. *In Vitro Cell Developmental Biology of Plant* 45: 83-91.
20. Pirlak, L. and Y. Baykal. 2009. Effect of IBA and bacteria (Agrobacterium rubi ve Bacillus OSU 142) on the rooting of M9 apple rootstock cutting. *In:* Proceeding of the International Symposium on Sustainable Development, , Sarajevo. PP: 129-134.
21. Rugini, E., G. Francesco, M. Muganu, S. Astolfi and G. Caricato. 1997. The effects of polyamines and hydrogen peroxide on root formation in olive and the role of polyamines as an early marker for rooting ability. *Biology of Root Formation and Developmen Plenum Publishing* 65-73.
22. Sadri, H. and A. Imani. 2013. Effect of different hormone and culture bed treatments on rooting the woody cuttings of GF677 rootstock. *In:* Proceeding of the First Conference on the Application of Modern Science and Technology in Agriculture and Natural Resources. Meybod. 7(3): 160- 167. (In Farsi).
23. Sarikhani, A., V. Roohi, S. Noorbakhsh and A. Rabei. 2014. The effect of IBA and NAA hormones on rooting of hardwood almond cuttings (GN). *In:* Proceeding of the Second National Conference on Medicinal Plants and Sustainable Agriculture. Hamadan. PP. 34-41 (In Farsi).
24. Sedaghat, S., M. Rahemi and B. Baninasab. 2013. Effect of polyamines on increasing rooting of pistachio seedlings (*Badami Zarand*). *Journal of Production and Processing of Crop and Gardening* 3(10): 113-123.
25. Shawn, A. M. 1986. Rooting of interspecific peach hybrids by semi-hardwood cuttings. *Hort Science* 21: 1374-1377.
26. Silva, A. L., M. Rogalski and L. K. Moraes. 2003. In vitro establishment and multiplication of Prunus rootstock. *Revista Brasileira de Fruticultura* 25: 297-300.
27. Tang, W. and R. J. Newton. 2005. Polyamines promote root elongation and growth by increasing root cell division in regenerated Virginia pine (*Pinus virginiana* Mill.). *Plant Cell Reports* 24: 581-589.
28. Tarenghi, E., J. Martin and M. Carre. 1995. Effects of inhibitors of polyamines biosynthesis and of polyamines on strawberry microcutting growth and development. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 42: 47-55.
29. Tatari, M., A. Mousav and M. Mashayekhi. 2014. The effect of auxin concentration and Cutting Type on rooting of Namagard, Santt Julien A., Tetra and GF677 rootstocks. *Journal of Crop Improvement* 16(2): 505-515. (In Farsi).
30. Touqeer, A., R. Haffez-ur and M. H. Laghari. 2004. Effect of different auxins on in vitro rooting of peach rootstock GF677 Sarhad. *Journal of Agricultural* 20: 373–375.
31. Trobec, M., F. S. Tampar, R. Veberic and G. Osterc. 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.
32. Wu, Q. S., Y. N. Zou and X. H. He. 2010. Exogenous putrescine, not spermine or spermidine, enhances root mycorrhizal development and plant growth of trifoliate orange (*Poncirus trifoliata*) seedlings. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 12: 576-580.
33. Zilkah, S., N. Zamiri and M. Ziv. 2010. Putrescine and hydrogen peroxide improve the rooting of GF677 rootstocks in woody cuttings and tissue culture shoots. *Acta Horticulture* 13: 111-123.

www.SID.ir