

تأثیر غلظت‌های مختلف IBA و نوع قلمه بر قابلیت ریشه‌زایی قلمه‌های برخی از گونه‌های گلابی

مشهد هناره^{۱*}، محمدنقی پاداشت^۲ و ناصر بوذری^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۳/۱۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲)

چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی ریشه‌زایی قلمه تعدادی از گونه‌های گلابی ایران انجام شد. این گونه‌ها می‌توانند بعنوان پایه برای ارقام تجاری گلابی استفاده شوند. قلمه‌های ابتدایی و انتهایی گونه‌های *P. glabra*، *P. salicifolia*، *Pyrus syriaca*، دو ژنوتیپ از گلابی خوج گیلان به اسامی LG1461 و LG1462 از گونه *P. communis* و پایه پیروودوارف با غلظت‌های ۰، ۲۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید ایندول بوتیریک به مدت ۱۰ ثانیه تیمار شدند. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد مطالعه شامل نوع ژنوتیپ، غلظت هورمون و نوع قلمه بود. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین درصد قلمه‌های کالوس‌دار با ۸۵/۸٪ و ۵۸/۳٪ به ترتیب در خوج LG1462 و *P. glabra* مشاهده شد. بیشترین کالوس‌زایی و ریشه‌زایی به ترتیب در غلظت‌های ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هورمون اسید ایندول بوتیریک بدست آمد. دو نوع قلمه از لحاظ کالوس‌زایی اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی قلمه انتهایی شاخه ریشه‌زایی بیشتری نسبت به قلمه ابتدایی شاخه داشت. بیشترین درصد قلمه‌های ریشه‌دار در قلمه انتهایی شاخه در پایه پیروودوارف با تیمار ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید ایندول بوتیریک با ۴۰ درصد ریشه‌زایی مشاهده شد. در ژنوتیپ‌های وحشی بیشترین درصد قلمه‌های ریشه‌دار در *P. salicifolia* با تیمار ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و *P. syriaca* با تیمارهای ۶۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر این هورمون در قلمه انتهایی با ۲۰ درصد ریشه‌زایی ثبت شد.

کلمات کلیدی: *Pyrus spp.*، اسید ایندول بوتیریک، قلمه ابتدایی، قلمه انتهایی

۱- استادیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

۲- استادیار پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران.

۳- دانشیار پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

* پست الکترونیکی: mashhidh@gmail.com

مقدمه

پایه در درختان میوه نقش عمده‌ای در گسترش میوه‌کاری دارد. پایه در کنترل اندازه درخت، مقاومت به آفات و بیماری‌های خاکزی، مقاومت به شرایط نامساعد خاک مانند خاک‌های آهکی، مقاومت به خشکی و یا رطوبت زیاد خاک، القای زود باردهی به پیوندک، القای مقاومت به سرما به پیوندک، افزایش کیفیت میوه و افزایش عملکرد محصول تأثیر بسزایی دارد (گنجی‌مقدم، ۱۳۹۵؛ ماچادو^۱ و همکاران، ۲۰۱۸). در گلابی بر اساس نیاز از پایه‌های کوئینس، زالزالک، پایه‌های بذری، پایه‌های رویشی و بعضی گونه‌های وحشی گلابی استفاده می‌شود (عبداللهی، ۱۳۹۴). این پایه‌ها قدرت رشد متفاوتی به رقم می‌دهند، در خاک‌های ضعیف از پایه‌های پر رشد مانند *P. calleryana* و در خاک‌های حاصلخیز از پایه کم رشد مانند پایه‌های کوئینس استفاده می‌شود (پاسا^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). ایران یکی از مراکز مهم تنوع و تولید گلابی در جهان محسوب می‌شود (هناره و حسنی، ۱۳۹۸). به‌طوری که از بین ۲۲ گونه گلابی موجود در جهان ۱۲ گونه آن در ایران شناسائی شده است (ثابتی، ۱۳۸۷؛ حداد و همکاران، ۱۳۹۴). ارزیابی رویشگاه‌های گونه‌های وحشی گلابی ایران بیانگر این است که بعضی از این ژنوتیپ‌ها در خاک‌های خشک و سنگلاخی چندین سال است که به حیات خود ادامه می‌دهند و از رشد مناسبی هم برخوردار می‌باشند (هناره و همکاران، ۱۳۹۳). نتایج مطالعات نشان داده است که ژنوتیپ‌های از *P. salicifolia* از جمله متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی بوده و ژنوتیپ‌هایی از دو گونه *P. salicifolia* و *P. glabra* علاوه بر تحمل به خشکی، پتانسیل پاکوتاهی را نیز از خود نشان دادند (تاتاری^۳ و همکاران، ۲۰۱۹). با توجه به وضعیت موجود در کشور بخصوص شرایط خشکسالی، دستیابی به پایه‌های متحمل به خشکی بسیار اهمیت دارد.

استفاده از قلمه جهت تکثیر پایه‌های درختان میوه در صورت موفقیت در ریشه‌زایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. زیرا پایه‌های بدست آمده از قلمه نسبت به پایه‌های بذری شبیه پایه مادری بوده و از یکنواختی

بیشتری برخوردار بوده و نسبت به روش‌های دیگر تکثیر غیرجنسی مانند کشت بافت و خوابانیدن در مدت کوتاهی و با امکانات کمتری انجام می‌شود (هارتمن^۴ و همکاران، ۱۹۹۷؛ کاور^۵، ۲۰۱۷). با وجود اینکه قلمه یکی از راحت‌ترین و اقتصادی‌ترین روش‌های ازدیاد درختان میوه می‌باشد (حاج‌نجاری و همکاران، ۱۳۹۲) ولی در مورد گلابی تاکنون نتایج قابل توجهی اعلام نشده است. گلابی نسبت به سیب و به سخت ریشه‌زا می‌باشد (عبداللهی و محمدی‌گرمارودی، ۱۳۹۷). بطور کلی ازدیاد از طریق قلمه‌های چوب‌نرم و نیمه‌خشبی هیچ درصدی از موفقیت را در مورد گلابی در بر نداشته است (وطن‌دوست‌جرتوده و همکاران، ۱۳۹۰).

در درختان میوه مناطق سردسیری و معتدله بیشتر از قلمه‌های خشبی استفاده می‌شود. تعدادی از فاکتورها مانند ژنوتیپ، وضعیت پایه‌های مادری، وضعیت و اندازه قلمه‌ها، فیتوهورمون، ضدعفونی قلمه‌ها قبل از کشت، ایجاد زخم در ته قلمه‌ها، بستر کشت، شرایط محیطی گلخانه مانند دما، نور، رطوبت، استفاده از پاگرما در بستر کشت از جمله عوامل موثر در ریشه‌زایی قلمه‌ها می‌باشند (لبدف^۶، ۲۰۱۹؛ رحیمی^۷ و همکاران، ۲۰۱۱). پایه‌های مادری جهت تهیه قلمه بایستی جوان، سالم و قوی باشند. ایجاد زخم در ته قلمه‌ها موجب شکافتن حلقه اسکلرانشیمی در منطقه کورتکس شده و احتمالاً نفوذ ریشه‌های در حال توسعه (نابجا) را به‌طرف بیرون ممکن می‌سازد (رمضانی و همکاران، ۱۳۸۴).

جهت تولید ریشه‌های نابجا در گیاهان، غلظت‌های معینی از تنظیم‌کننده رشد طبیعی به‌ویژه اکسین در گیاهان ضروری است. بکارگیری تنظیم‌کننده رشد گیاهی نظیر اکسین‌های طبیعی یا مصنوعی، پیش‌نیازی برای آغازیدن ریشه نابجا روی ساقه است (رنجبر و احمدی، ۱۳۹۵؛ گوان^۸ و همکاران، ۲۰۲۰). تشکیل ریشه‌های نابجا در اندام‌های گیاهی در سه مرحله القا، شروع و توسعه انجام می‌شود که در هر مرحله تغییرات خاصی در بافت‌های

6. Lebedev
7. Rahimi
8. Guan

1. Machado
2. Pasa
3. Tatari
4. Hartmann
5. Kaur

قلمه‌ها در گلخانه سازمان سیما، منظر و فضای سبز شهری شهرداری ارومیه ریشه‌دار شدند. بستر مورد استفاده جهت ریشه‌زایی پرلیت ۲-۳ میلی‌متری بود. قلمه‌ها در بستر پرلیت با فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر و داخل ردیف ۱۰ سانتی‌متر با عمق کاشت حدود یک‌سوم طول قلمه (حدود ۷ سانتی‌متر) کشت شدند. در طول مدت ریشه‌زایی از پاگرما استفاده شد بطوریکه دمای بستر کشت حدود ۲۱-۲۳ درجه سانتی‌گراد و دمای محیط گلخانه حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد در روز و ۲-۳ درجه سانتی‌گراد در شب بود. رطوبت نسبی داخل گلخانه حدود ۶۵-۷۰ درصد بود. جهت حفظ رطوبت بستر کاشت، هر ۵ روز آبیاری بستر با آب‌پاش انجام شد. آزمایش بصورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد مطالعه شامل نوع ژنوتیپ (شش ژنوتیپ)، غلظت هورمون (چهار غلظت)، نوع قلمه (دو نوع قلمه) و در مجموع آزمایش شامل ۴۸ ترکیب تیماری بود. در هر تکرار برای هر ترکیب تیماری ۱۵ قلمه در نظر گرفته شد. یادداشت برداری‌های لازم بعد از دو ماه از زمان کاشت قلمه‌ها شامل درصد قلمه‌های کالوس‌دار، میزان کالوس تشکیل شده در ته قلمه‌ها، درصد قلمه‌های ریشه‌دار، تعداد ریشه و طول مجموع کل ریشه‌ها در هر قلمه بود. درصد کالوس‌زایی به این صورت اندازه‌گیری شد که اگر کالوس بطور کامل، سه‌چهارم، نصف و یک‌چهارم سطح مقطع قلمه را پوشانده باشد به ترتیب ۱۰۰٪، ۷۵٪، ۵۰٪ و ۲۵٪ کالوس‌زایی می‌باشد. پس از خاتمه کار، داده‌های ثبت شده مرتب و با استفاده از نرم‌افزار MSTATC نسخه 2.2 تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کالوس‌زایی و ریشه‌زایی قلمه‌ها در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گلابی متفاوت بود بطوریکه درصد قلمه‌های کالوس‌دار، درصد کالوس قلمه‌های کالوس‌دار، درصد قلمه‌های ریشه‌دار، تعداد ریشه قلمه‌های ریشه‌دار و طول مجموع ریشه قلمه‌های ریشه‌دار این ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۱). بیشترین درصد قلمه‌های

ساقه به‌وقوع می‌پیوندد تا در نهایت ریشه‌های نابجا تشکیل و ظاهر شوند. در هر سه مرحله اکسین دخالت و باعث گسترش این ریشه‌ها می‌شود (گوان و همکاران، ۲۰۱۹). جهت ریشه‌زایی قلمه‌های سخت‌ریشه‌زا مانند گلابی دمای بستر کاشت و گلخانه خیلی اهمیت دارد چون تشکیل کالوس و ریشه‌زایی بایستی قبل از جوانه‌زنی جوانه‌های رویشی قلمه‌ها باشد و جوانه‌ها در مدت زمان ریشه‌زایی رشد نکنند تا رقابتی برای جذب مواد غذایی داخل قلمه بین تشکیل کالوس و ریشه‌زایی و رشد جوانه‌ها بوجود نیاید (هارتمن و همکاران، ۱۹۹۷). در نتیجه جهت تحقق این مسئله لازم است بستر کاشت دارای پاگرما و محیط گلخانه سرد باشد. پژوهش حاضر به منظور بررسی ریشه‌زایی قلمه گونه‌های گلابی در جهت استفاده از این گونه‌ها در آینده بعنوان پایه برای ارقام تجاری گلابی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ریشه‌زایی قلمه‌های گلابی از گونه‌های *P. glabra*، *P. salicifolia*، *P. syriaca* (هر کدام یک ژنوتیپ)، دو ژنوتیپ از خوج‌های جنگلی گیلان به اسامی LG1461 و LG1462 از گونه *P. communis* و پایه پیرودارف^۱ استفاده شد. جهت تهیه قلمه‌ها از شاخه‌های سال جاری، پایه‌های مادری در اوایل سال ۱۳۹۸ هرس شدید شدند تا شاخه سال جاری قوی حاصل شود. جهت مراقبت از پایه‌های مادری، وجین علف‌های هرز، آبیاری، کوددهی و مبارزه با آفاتمانند پسیل گلابی در طول فصل رویشی ۱۳۹۸ به‌موقع انجام شد. در اوایل اسفند ۹۸ از این ژنوتیپ‌ها قلمه‌هایی به طول حدود ۲۰ سانتی‌متر از شاخه‌های سال جاری تهیه گردید. دو نوع قلمه ابتدایی و انتهایی از شاخه‌های پایه‌های مادری گرفته شد. ته قلمه‌ها زیر گره بریده شد و جهت تسهیل در ریشه‌زایی چند برش مورب (شکاف‌دهی) با قیچی باغبانی در ته قلمه‌ها ایجاد گردید. جهت ضدعفونی، قلمه‌ها در محلول بنومیل ۲ در هزار غوطه‌ور شدند. به‌منظور تسریع ریشه‌زایی قلمه‌ها از هورمون اسید ایندول‌بوتیریک در سه غلظت ۲۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (ppm) و همچنین بدون هورمون استفاده گردید. ته قلمه‌ها به مدت ۱۰ ثانیه در محلول‌های هورمونی قرار داده شد.

1. Pyrodwarf

دقیقه در چهار غلظت ۳، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هورمون اسید ایندول بوتیریک فرو بردند. نتایج نشان داد که تنها در رقم نطنز قلمه‌ها ریشه‌دار شدند. در قلمه‌های رقم سبری ۴۰ درصد کالوس ایجاد شد که پس از مدتی کالوس‌ها سیاه شدند و ریشه‌ای تولید نشد. قلمه‌های رقم شکری در هیچ کدام از تیمارها کالوس و ریشه تولید نکرد.

غلظت هورمون بر تمامی فاکتورهای اندازه‌گیری شده در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱). در کالوس‌زایی، غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید ایندول بوتیریک بهتر عمل نموده و بیشترین کالوس‌زایی را ایجاد نموده است. کمترین کالوس‌زایی در تیمار بدون هورمون ثبت شد در تیمارهای هورمونی با افزایش غلظت هورمون از ۲۰۰۰ تا ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، درصد کالوس‌زایی کاهش یافته است (جدول ۲). بیشترین ریشه‌زایی در تیمار ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ۱۶/۱ درصد قلمه‌های ریشه‌دار و میانگین ۳/۳ عدد ریشه در هر قلمه ثبت شد و در قلمه‌های بدون هورمون هیچ گونه ریشه‌زایی صورت نگرفت. با افزایش غلظت هورمون از ۴۰۰۰ به ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، درصد ریشه‌زایی کاهش یافت (جدول ۲). تقسیم اولین سلول‌های آغازنده ریشه، به وجود اکسین درونی و یا اکسین مصنوعی وابسته است. اکسین موجب طولی شدن، تقسیم و تمایز سلولی می‌شود. (ایانگ^۲ و همکاران، ۲۰۱۵؛ گوان و همکاران، ۲۰۱۹). از طرف دیگر مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی دارای منحنی غلظت پاسخ زنگوله‌ای هستند و در غلظت‌های بیشتر از حداکثر به صورت بازدارنده عمل می‌کنند. بنابراین، غلظت‌های استفاده شده باید به اندازه‌ای باشند که تأثیر بازدارنده بر قلمه‌های تحت تیمار نداشته باشند (عطارزاده و همکاران، ۱۳۹۵). در مطالعه ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی دو ژنوتیپ اهلات^۳ خاکستری و روشن از گونه *P. elaeagnifolia* و یک رقم از گونه *P. communis* با استفاده از غلظت‌های هورمونی ۰، ۱۰۰۰، ۴۰۰۰، ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید ایندول بوتیریک و ترکیب ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین^۴ با ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید ایندول بوتیریک، ثابت شد که

کالوس‌دار (۸/۸۵٪) و کالوس‌زایی (۱/۶۵٪) در خوج LG1462 مشاهده شد (جدول ۲). کمترین درصد قلمه‌های کالوس‌دار و کالوس‌زایی به ترتیب در گونه‌های *P. glabra* و *P. salicifolia* ثبت گردید.

بیشترین درصد قلمه‌های ریشه‌دار (۱/۲۲٪)، تعداد ریشه در قلمه‌های ریشه‌دار (۳/۶ عدد) و طول مجموع ریشه در قلمه‌های ریشه‌دار (۲/۹ سانتی‌متر) در پایه پیروودوارف و کمترین مقدار این فاکتورهای اندازه‌گیری شده در خوج‌ها مشاهده شد. پایه پیروودوارف نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر از ریشه‌زایی به مراتب بهتری برخوردار بود (جدول ۲). پایه پیروودوارف از تلاقی بین دو رقم الدهم و لوئیزبن در سال ۱۹۸۰ بدست آمده است (عبداللهی و محمدی‌گرماردی، ۱۳۹۷). رقم لوئیزبن سهل‌ریشه‌زا بوده و این مشخصه را به این پایه منتقل نموده است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۴). در بین سه گونه مورد مطالعه، گونه *P. glabra* کمترین ریشه‌زایی داشت. دو خوج هر چند بیشترین قلمه‌های کالوس‌دار داشتند اما کمترین قلمه‌های ریشه‌دار را دارا بودند. بر اساس نتایج بدست آمده از تحقیقات تعداد زیادی از محققین، غالباً اولین ریشه‌ها از میان کالوس بیرون می‌آیند و این امر باعث پیدایش این عقیده شده است که تشکیل کالوس اساس ریشه‌زایی می‌باشد. در بیشتر گیاهان تشکیل کالوس و ریشه مستقل بوده و اینکه پیدایش آنها هم‌زمان اتفاق می‌افتد به شرایط محیطی و داخلی گیاه بستگی دارد (هارتمن و همکاران، ۱۹۹۷). ژنوتیپ‌های گلابی مورد مطالعه در این پژوهش پتانسیل مختلف ریشه‌زایی نشان داده‌اند. در گیاهان در گونه‌های سخت ریشه‌زا توسعه حلقه‌های پیوسته اسکلرانشیمی (دارای دیواره‌های ضخیم و چوبی) در خارج از نقطه منشا ریشه‌های نابجا، مانعی برای تولید این ریشه‌ها می‌باشد و بسته به نوع ژنوتیپ این بافت اسکلرانشیمی می‌تواند ضخیم‌تر و چوبی‌تر باشد و بیشتر از توسعه ریشه‌های نابجا جلوگیری نماید. البته علاوه بر این مورد، عواملی مانند میزان هورمون‌های تحریک‌کننده ریشه‌زایی، مقدار کربوهیدرات و عناصر غذایی موجود در هر ژنوتیپ نیز می‌تواند بر میزان تولید ریشه‌های نابجا تأثیر بگذارد (هارتمن و همکاران، ۱۹۹۷؛ دروگ^۱ و همکاران، ۲۰۱۹). وطن‌دوست و همکاران (۱۳۹۰) طی تحقیقی قلمه‌های خشبی سه رقم نطنز، سبری و شکری را به مدت ۱۵

2. Ouyang

3. Ahlat

4. Putrescine

1. Druege

ژنوتیپ بیشتر باشد واکنش آن به هورمون ریشه‌زایی بهتر خواهد بود (عطارزاده و همکاران، ۱۳۹۵).

کالوس‌زایی در دو نوع قلمه ابتدایی و انتهایی شاخه تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۱)، اما ریشه‌زایی تحت تأثیر نوع قلمه قرار گرفت و درصد قلمه‌های ریشه‌دار، تعداد ریشه تولید شده و طول ریشه در قلمه انتهایی بطور معنی‌داری بیشتر از قلمه ابتدایی بود (جدول ۲). یکی از دلایل این امر می‌تواند خشبی شدن زیادتر قسمت ابتدای شاخه نسبت به قسمت انتها و در نتیجه ممانعت بیشتر بافت اسکلرانشیمی از تولید ریشه‌های نابجا در قسمت ابتدای شاخه باشد. مطالعات نشان داده است در گونه‌های سخت ریشه‌زا موقعیت قلمه بر روی شاخه بسته به نوع گیاه بر روی ریشه‌زایی تأثیر متفاوتی دارد (هارتمن و همکاران، ۱۹۹۷). در تحقیقی اثر جایگاه قلمه بر ریشه‌زایی دو پایه مالینگ مرتون ۱۰۶ و ۱۱۱ مورد بررسی قرار گرفت. نوع قلمه بر درصد ریشه‌زایی تأثیر نداشت، اما درصد کالوس‌زایی در قلمه‌های وسط و سرشاخه بهتر از پایین شاخه بود و میانگین تعداد ریشه در قلمه‌های پایین شاخه بهتر بود (حاج‌نجاری و همکاران، ۱۳۹۲).

اثر توام ژنوتیپ و نوع قلمه بر کالوس‌زایی معنی‌دار و بر ریشه‌زایی غیر معنی‌دار بود (جدول ۱). تفاوت معنی‌داری در بین قلمه‌های ابتدایی و انتهایی پایه پیروودارف، گونه‌های سالیسیفولیا و سریاکا و خوج LG1461 در درصد قلمه‌های کالوس‌دار مشاهده نشد، اما در گونه گلابرا قلمه انتهایی و در خوج LG1462 قلمه ابتدایی در درصد قلمه‌های کالوس‌دار افزایش معنی‌داری نشان دادند. بیشترین درصد قلمه‌های کالوس‌دار در قلمه‌های ابتدایی خوج LG1462 مشاهده شد (شکل ۶). میزان تشکیل کالوس در قلمه‌های انتهایی پایه پیروودارف و گونه‌های سالیسیفولیا و سریاکا بیشتر از قلمه‌های ابتدایی ولی در گونه گلابرا و خوج‌ها قلمه ابتدایی مقدار کالوس بیشتری تولید نمودند (شکل ۷). مقدار کالوس‌زایی در قلمه‌ها تحت تأثیر مقدار اکسین طبیعی، کربوهیدرات‌ها، مواد غذایی و حتی نسبت کربوهیدرات‌ها به ازت موجود در گیاه مادری قرار می‌گیرد. مقادیر این مواد با توجه به وضعیت پایه مادری و نوع قلمه‌ای که از پایه مادری گرفته می‌شود، می‌توانند متغیر باشند (هارتمن و همکاران، ۱۹۹۷).

اثر متقابل غلظت هورمون و نوع قلمه و اثر توام سه گانه ژنوتیپ، غلظت هورمون و نوع قلمه بر هیچ کدام از

بیشترین تعداد ریشه از اهلات خاکستری در غلظت ۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید ایندول بوتیریک حاصل شد (دومان‌اغلو^۱ و همکاران، ۱۹۹۹).

اثر متقابل ژنوتیپ و غلظت هورمون بر شاخص‌های کالوس‌زایی و ریشه‌زایی به ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌داری بود (جدول ۱). در اکثر ژنوتیپ‌ها بیشترین درصد قلمه‌های کالوس‌دار در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید ایندول بوتیریک حاصل شد اما در خوج LG1462 غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نتیجه بهتری داد. بیشترین و کمترین درصد قلمه‌های کالوس‌دار به ترتیب در خوج LG1462 با غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و پایه پیروودارف بدون هورمون مشاهده شد. در خوج LG1462، تیمار بدون هورمون با غلظت ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۱). در درصد کالوس‌زایی، به غیر از گونه گلابرا در ژنوتیپ‌های دیگر اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های هورمون مشاهده نشد، در گونه گلابرا بیشترین درصد کالوس‌زایی در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده گردید و با دو غلظت اختلاف معنی‌داری داشت. در دو ژنوتیپ خوج و گونه سریاکا تیمار بدون هورمون با هر سه غلظت هورمون و در گونه گلابرا با غلظت ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در درصد کالوس‌زایی تفاوت معنی‌داری نشان نداد (شکل ۲).

درصد قلمه‌های ریشه‌دار شده در تمام ژنوتیپ‌ها به غیر از سریاکا در غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشتر بوده اما در این گونه غلظت ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بهتر عمل نموده، هر چند این اختلافات معنی‌دار نبوده است. هیچ کدام از ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بدون هورمون ریشه تولید نکردند (شکل ۳). در پایه پیروودارف، گونه‌های سریاکا و گلابرا و خوج LG1462 تعداد ریشه در غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید ایندول بوتیریک بیشتر از غلظت‌های دیگر بوده است. در گونه سالیسیفولیا غلظت ۲۰۰۰ و در خوج LG1461 غلظت ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تعداد ریشه بیشتری تولید نموده است (شکل ۴). طول ریشه در پایه پیروودارف و گونه‌های سریاکا و گلابرا در غلظت ۴۰۰۰، در گونه سالیسیفولیا در غلظت ۲۰۰۰ و در دو خوج در غلظت ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشتر بوده است (شکل ۵). میزان اکسین داخلی در ارقام مختلف یک گیاه فرق می‌کند، هرچه میزان اکسین داخلی یک رقم یا

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد در گیاهان سخت ریشه‌زا مانند گلابی جهت حصول نتایج قابل قبول، استفاده از پاگرما و پایین نگه‌داشتن دمای گلخانه اهمیت زیادی دارد. پایه پیروودوارف در مقایسه با ژنوتیپ‌های دیگر از ریشه‌زایی به مراتب بهتری برخوردار بود. بطوریکه قلمه انتهایی شاخه پایه پیروودوارف با تیمار ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید ایندول بوتیریک تا ۴۰ درصد ریشه‌زایی داشت. بر خلاف تصور، سه گونه وحشی ریشه‌زایی بیشتری نسبت به دو ژنوتیپ خوج داشتند. تشکیل کالوس مستقل از ریشه‌زایی بود و افزایش تشکیل کالوس با افزایش ریشه‌زایی همراه نبود و این در تحقیقات محققین دیگر نیز

فاکتورهای مورد مطالعه معنی‌دار نبود (جدول ۱). با این وجود بیشترین درصد قلمه‌های ریشه‌دار (۴۰ درصد) در قلمه انتهایی شاخه در پایه پیروودوارف با تیمار ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید ایندول بوتیریک مشاهده شد. در ژنوتیپ‌های وحشی حداکثر درصد قلمه‌های ریشه‌دار (۲۰ درصد) در *P. salicifolia* با تیمار ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و *P. syriaca* با تیمارهای ۶۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر این هورمون در قلمه انتهایی ثبت شد (شکل ۸).

نتیجه‌گیری کلی

جدول شماره ۱- خلاصه تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در قلمه‌های گلابی

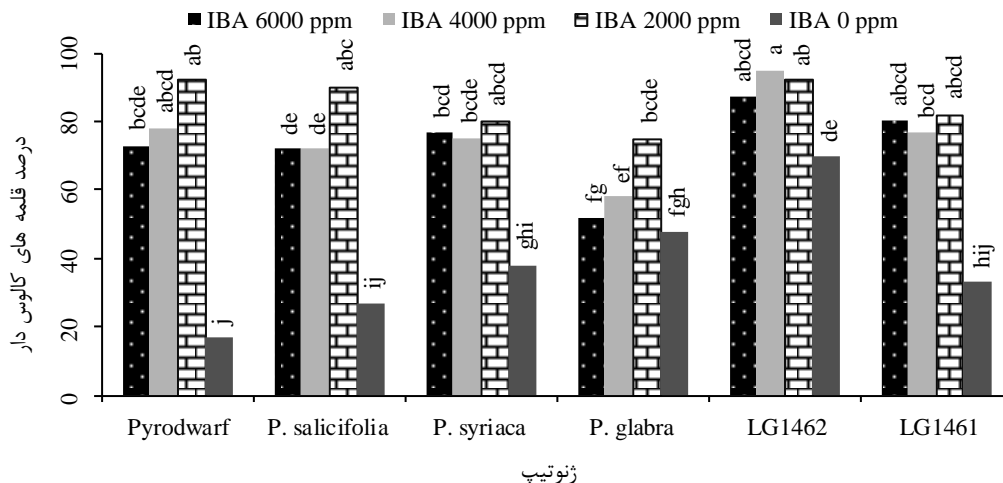
میانگین مربعات		درصد قلمه‌های		درجه آزادی	منابع تغییرات
طول مجموع ریشه در قلمه‌های ریشه‌دار	تعداد ریشه در قلمه‌های ریشه‌دار	درصد قلمه‌های ریشه‌دار	درصد کالوس‌زایی در قلمه‌ها	درصد قلمه‌های کالوس‌دار	
۱/۲۹۶**	۱/۱۸۸**	۱۷/۰۷۴**	۱۱۳۰/۲۸۱**	۲۰۶۱/۵۶**	۵ ژنوتیپ
۹/۶۰۵**	۹/۹۷۲**	۷۱/۷۵۱**	۲۵۶۰/۱۴۱**	۱۴۸۰۹/۹**	۳ غلظت هورمون
۰/۳۴۰*	۰/۳۸۲*	۲/۱۶۴*	۶۷۶/۸۲۳**	۶۷۱/۰۰۷**	۱۵ ژنوتیپ×غلظت هورمون
۱/۰۸۱*	۰/۹۲۳*	۴/۶۵۴*	۴/۲۳۷ ^{ns}	۳۹/۰۶۳ ^{ns}	۱ نوع قلمه
۰/۱۶۷ ^{ns}	۰/۲۱۶ ^{ns}	۱/۰۲۶ ^{ns}	۲۹۴/۴۶۳**	۳۰۴/۸۹۶*	۵ ژنوتیپ×نوع قلمه
۰/۱۴۳ ^{ns}	۰/۲۰۷ ^{ns}	۰/۶۰۳ ^{ns}	۱۹۸/۸۰۸ ^{ns}	۴۹/۲۴۸ ^{ns}	۳ غلظت هورمون×نوع قلمه
۰/۱۸۹ ^{ns}	۰/۲۲۷ ^{ns}	۰/۳۷۸ ^{ns}	۱۱۵/۲۸۱ ^{ns}	۱۱۹/۵۲۵ ^{ns}	۱۵ ژنوتیپ×غلظت هورمون×نوع قلمه
۰/۱۶۳	۰/۱۹۸	۱/۱۵۸	۸۳/۴۴۴	۱۰۵/۹۰۳	۹۶ اشتباه آزمایشی
۲۱/۲	۱۹/۹۶	۱۸/۴۱	۱۶/۳۴	۱۵/۰۸	ضریب تغییرات (%)

ns, **, و * به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

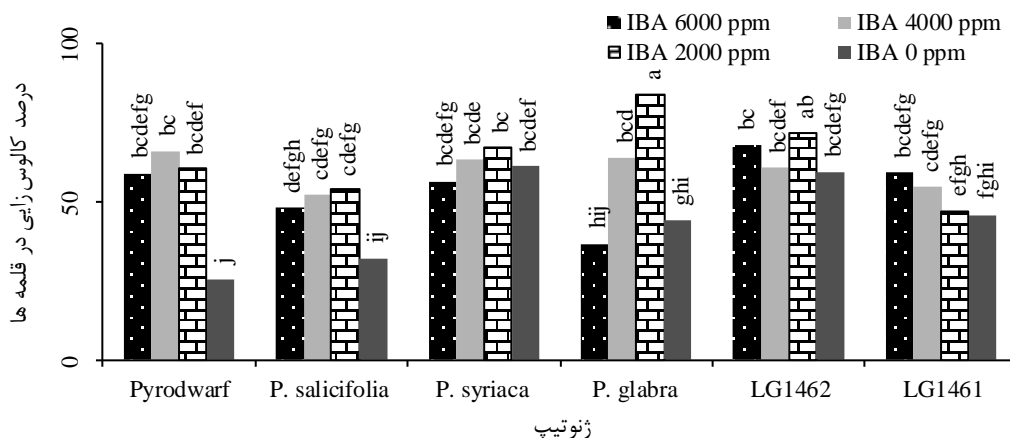
جدول ۲- اثر فاکتورهای مورد مطالعه بر میانگین صفات اندازه‌گیری شده در قلمه‌های گلابی

فاکتور	درصد قلمه‌های کالوس‌دار	درصد کالوس‌زایی در قلمه‌ها	درصد قلمه‌های ریشه‌دار	تعداد ریشه در قلمه‌ها	طول مجموع ریشه در قلمه‌های ریشه‌دار
ژنوتیپ					
پیروودوارف	۶۵ ^{bc}	۵۲/۹ ^{cd}	۲۲/۱ ^a	۳/۶ ^a	۲/۹ ^a
سالیسیفولیا	۶۵ ^{bc}	۴۶/۶ ^d	۱۰/۸ ^{bc}	۲/۳ ^{ab}	۲/۵ ^{ab}
سریاکا	۶۷/۵ ^b	۶۲ ^{ab}	۱۲/۱ ^b	۲/۱ ^b	۲/۸ ^a
گلابرا	۵۸/۳ ^c	۵۷/۲ ^{bc}	۶/۷ ^{cd}	۱/۸ ^b	۱/۶ ^{bc}
خوج LG1462	۸۵/۸ ^a	۶۵/۱ ^a	۵/۸ ^d	۱/۸ ^b	۱/۶ ^{bc}
خوج LG1461	۶۷/۷ ^b	۵۱/۸ ^{cd}	۵/۸ ^d	۱/۴ ^b	۱/۱ ^c
غلظت هورمون (میلی-گرم در لیتر)					
۶۰۰۰	۷۳/۳ ^b	۵۴/۶ ^b	۱۳/۶ ^a	۲/۹ ^a	۲/۵ ^a
۴۰۰۰	۷۵/۸ ^b	۶۰/۳ ^a	۱۶/۱ ^a	۳/۳ ^a	۳/۳ ^a
۲۰۰۰	۸۵ ^a	۶۴/۱ ^a	۱۲/۵ ^a	۲/۵ ^a	۲/۵ ^a
.	۳۸/۸ ^c	۴۴/۷ ^c	.	.	.
نوع قلمه					
ابتدایی	۶۷/۷ ^a	۵۵/۷ ^a	۹/۳ ^b	۱/۹ ^b	۱/۸ ^b
انتهایی	۶۸/۷ ^a	۵۶/۱ ^a	۱۱/۹ ^a	۲/۴ ^a	۲/۳ ^a

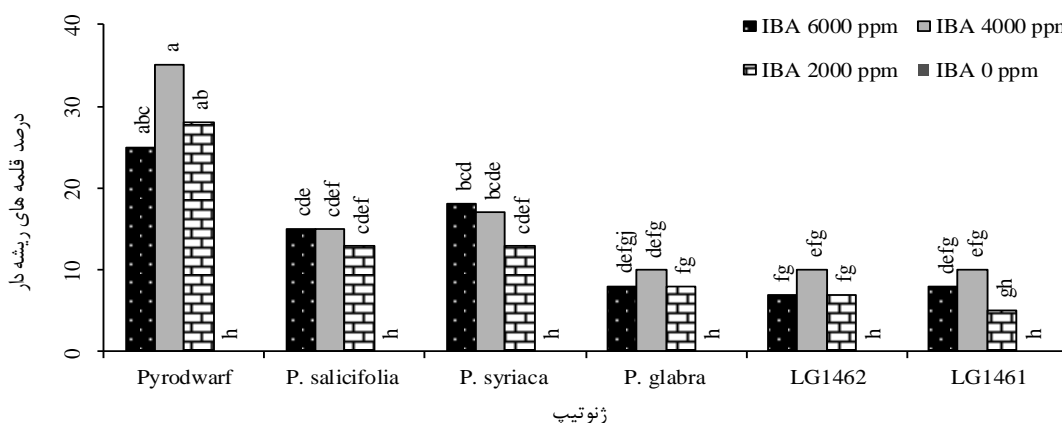
وجود حروف غیرمشابه هر گروه در هر ستون، نشانگر اختلاف معنی‌داری بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن است.



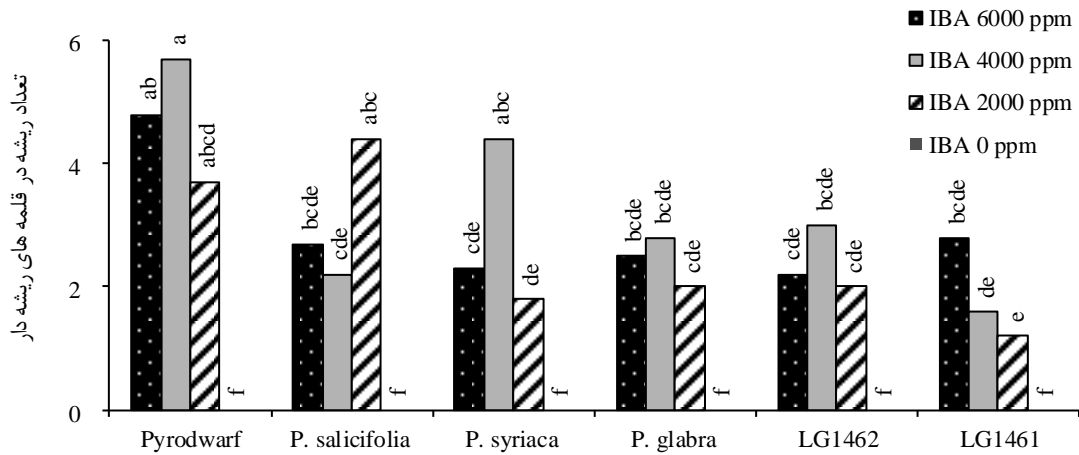
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و غلظت اسید ایندول بوتیریک بر درصد قلمه‌های کالوس‌دار ژنوتیپ‌های گلابی. ستون‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون دانکن ندارند.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و غلظت اسید ایندول بوتیریک بر درصد کالوس‌زایی در قلمه ژنوتیپ‌های گلابی. ستون‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون دانکن ندارند.

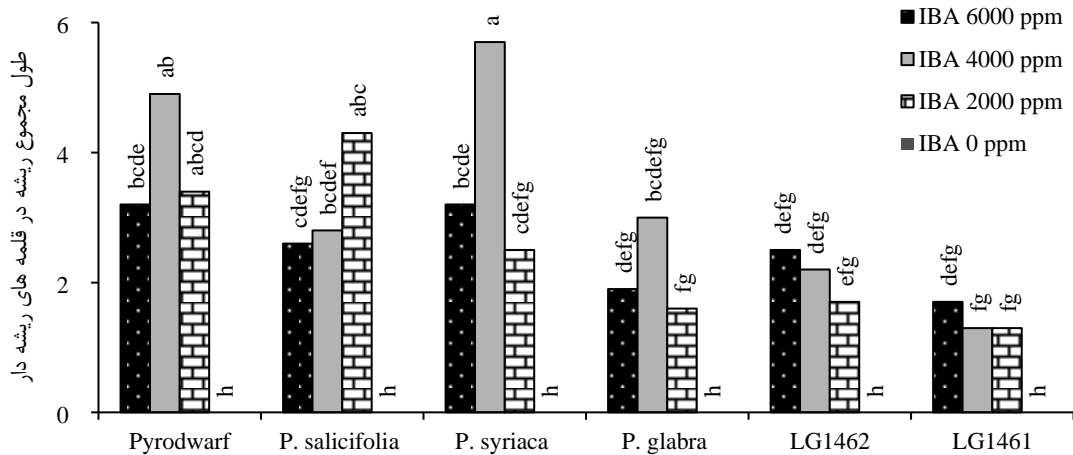


شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و غلظت اسید ایندول بوتیریک بر درصد قلمه‌های ریشه‌دار ژنوتیپ‌های گلابی. ستون‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن ندارند.



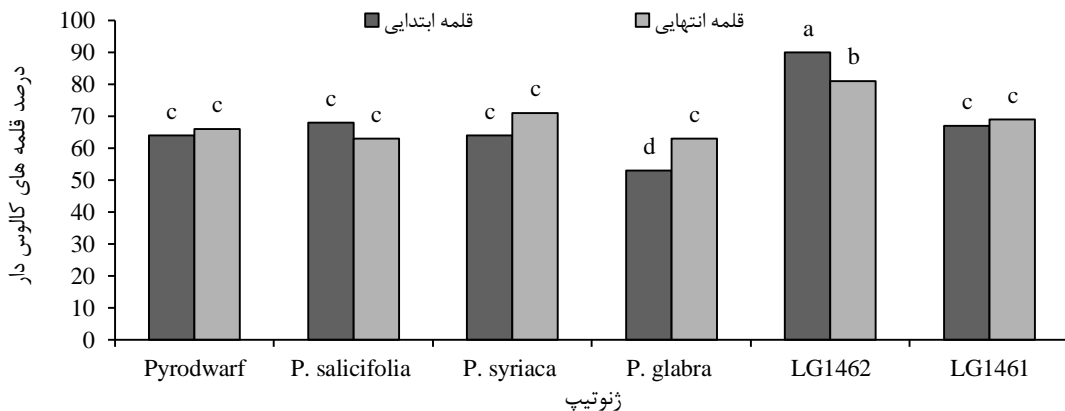
ژنوتیپ

شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و غلظت اسید ایندول بوتیریک بر تعداد ریشه در قلمه‌های ریشه‌دار ژنوتیپ‌های گلابی. ستون‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن ندارند.

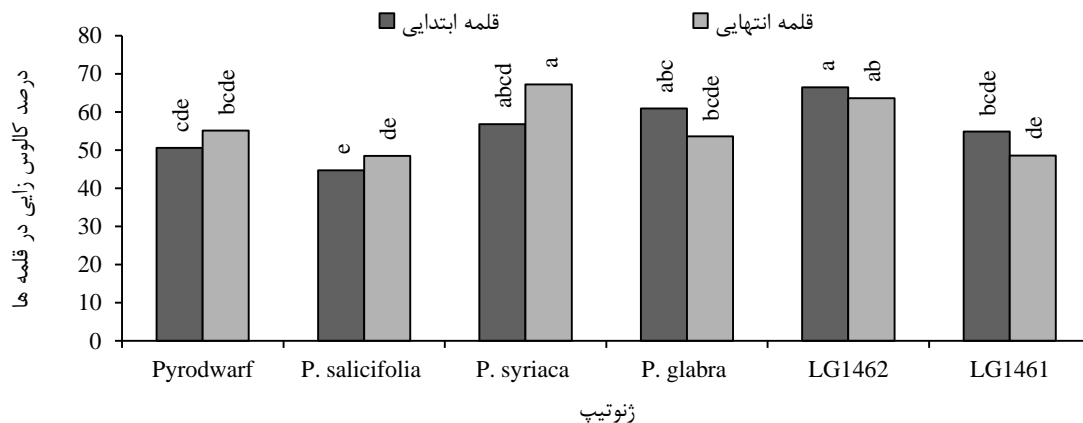


ژنوتیپ

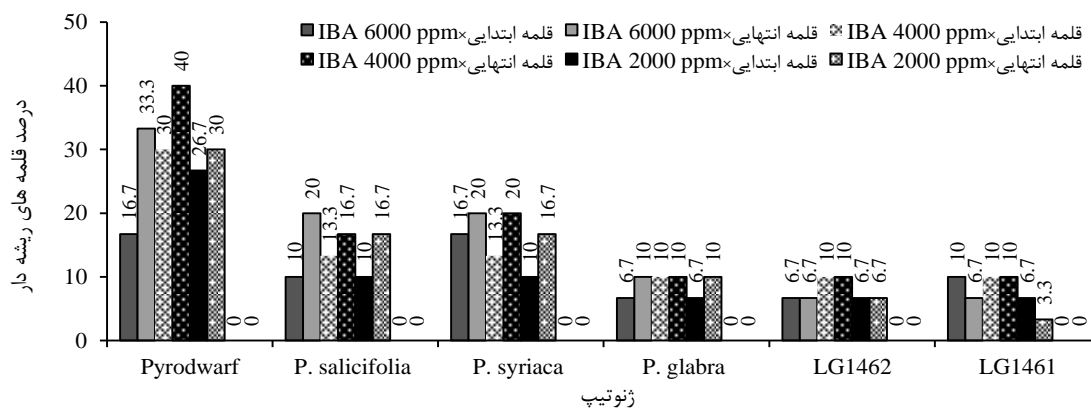
شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و غلظت اسید ایندول بوتیریک بر طول مجموع ریشه در قلمه‌های ریشه‌دار ژنوتیپ‌های گلابی. ستون‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن ندارند.



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و نوع قلمه بر درصد قلمه‌های کالوس‌دار ژنوتیپ‌های گلابی. ستون‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن ندارند.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و نوع قلمه بر درصد کالوس‌زایی قلمه ژنوتیپ‌های گلابی. ستون‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن ندارند.



شکل ۸- میانگین درصد قلمه‌های ریشه‌دار شده در ترکیب‌های تیماری مختلف مورد استفاده.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولین محترم سازمان سیما، منظر و فضای سبز شهری شهرداری ارومیه بخصوص خانم مهندس رضوی بخاطر در دسترس قرار دادن گلخانه سازمان جهت اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

به اثبات رسیده است. در تیمار بدون هورمون کالوس تشکیل شد اما قلمه‌ها تشکیل ریشه ندادند. غلظت ۴۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید ایندول بوتیریک ریشه‌زایی بیشتری نسبت به دو غلظت ۲۰۰۰ و ۶۰۰۰ میلی گرم در لیتر ایجاد نمود. قلمه انتهای شاخه ریشه‌زایی بیشتری نسبت به قلمه ابتدای شاخه داشت.

منابع

- ثابتی، ح. ۱۳۸۷. جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران. انتشارات دانشگاه یزد، یزد، ۸۸۶ ص.
- حاج‌نجاری، ح.، پیرخضری، م. و آتشکار، د. ۱۳۹۲. اثر سیستم تکثیری، جایگاه قلمه در ساقه و غلظت IBA بر ریشه‌زایی پایه‌های مالینگ مرتون ۱۰۶ و ۱۱۱. به زراعی کشاورز، ۱۵(۳): ۲۶-۱۵.
- حداد، م.م.، جعفرپور، م. و قاسمی، ا. ۱۳۹۴. بررسی خصوصیات رشد رویشی رقم گلابی شاه میوه روی شش پایه در اصفهان. نهمین کنگره علوم باغبانی، ۵ تا ۸ بهمن، اهواز.

- رضائی، م.، طلایی، ع.ر.، اقدامی، م.ت. و بنیادی، ا. ۱۳۸۴. بررسی برخی عوامل مؤثر در ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی ارقام زیتون سخت ریشه‌زا. پژوهش و سازندگی، ۶۶: ۷۴-۸۱.
- رنجبر، ا. و احمدی، ن. ۱۳۹۵. اثر دو نوع اکسین ایندول بوتیریک اسید، نفتالین استیک اسید و بسترهای کاشت بر ریشه‌زایی قلمه‌های رز مینیاتور (*Rosa hybrida*). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۰(۳): ۵۲۰-۵۲۸.
- عبداللهی، ح. ۱۳۹۴. گلابی (گیاهشناسی، ارقام و پایه‌ها). انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ۱۸۸ ص.
- عبداللهی، ح. و محمدی‌گرمارودی، م. ۱۳۹۷. ارزیابی رشد و باردهی برخی ارقام تجاری گلابی (*Pyrus communis*) روی پایه نیمه‌پاکوتاه‌کننده پیروودوارف (Pyrodwarf). مجله فنآوری تولیدات گیاهی، ۱۸(۲): ۱۷۹-۱۹۰.
- عطارزاده، م.، ابوطالبی، ع. و عطارزاده، م. ۱۳۹۵. تأثیر تیمارهای مختلف هورمونی و مواد کمک ریشه‌زا بر ریشه‌زایی قلمه ارقام زیتون فیشومی و شیراز. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۲۵(۱): ۴۹-۵۷.
- گنجی‌مقدم، ا. ۱۳۹۵. راهنمای پایه‌های درختان میوه: سیب، گلابی، گیلان و آلو. انتشارات تحقیقات آموزش کشاورزی، تهران، ۱۹۲ ص.
- نورمحمدی، ن.، عبداللهی، ح.، معینی، آ. و روح‌الامین، ا. ۱۳۹۴. تأثیر محیط‌های رشد و منبع آهن در ریزازدیادی و ریشه‌زایی پایه‌های نیمه‌پاکوتاه‌کننده گلابی پیروودوارف و OH×F87. مجله نهال و بذر (به‌نژادی)، ۳۱(۱): ۲۶۵-۲۷۸.
- وطن‌دوست‌جرتوده، ص.، داوری‌نژاد، غ.، تهرانی‌فر، ع. و کاوه، ح. ۱۳۹۰. اثر تیمارهای اکسینی و نوع قلمه بر ریشه‌زایی قلمه‌های ارقام نطنز، سبری و شکری گلابی. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵(۱): ۳۸-۴۴.
- هناره، م.، عبداللهی، ح.، پاداشت، م.، سرسیفی، م.، زرین‌بال، م.، قاسمی، ا.، علی‌تبار، ر.، فریدونی، ح.، فتحی، ح. و فتحی، د. ۱۳۹۳. بررسی قابلیت‌های گونه‌های گلابی ایران به منظور دستیابی به پایه‌های کم‌رشد و متحمل به آتشک. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی.
- هناره، م. و حسینی، ق. ۱۳۹۸. ارزیابی خصوصیات رویشی و پومولوژیکی و عملکرد میوه برخی از ارقام گلابی آسیایی در شرایط اقلیمی ارومیه. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۳۵(۱): ۷۳-۹۴.
- Druege, U., Hilo, A., Pérez-Pérez, J.M., Klopotek, Y., Acosta, M., Shahinnia, F., Zerche, S., Franken, P. and Hajirezaei, M.R. 2019. Molecular and physiological control of adventitious rooting in cuttings: phytohormone action meets resource allocation. *Annals of Botany*, 123: 929-949.
- Dumanoglu, H., Aygün, A., Alay, A., Güneş, N.T. and Özkaya, M.T. 1999. Effects of timing, IBA and putrescine on rooting and shooting in *Pyrus elaeagrifolia* Pall., softwood cuttings. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 559-565.
- Guan, L., Tayengwa2 R., Cheng, Z., Peer, W.A., Murphy, A.S. and Zhao, M. 2019. Auxin regulates adventitious root formation in tomato cuttings. *BMC Plant Biology*, 19: 435, 1-16.
- Guan, L., Li, Y., Huang, K. and Cheng, Z.M. 2020. Auxin regulation and MdPIN expression during adventitious root initiation in apple cuttings. *Horticulture Research*, 7: 143: 1-12.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E. and Davies, F.T. 1997. *Plant Propagation, Principles and Practices*, 5th ed. Prentice-Hall, Inc: 647 p.
- Kaur, S. 2017. Evaluation of different doses of indole-3-butyric acid (IBA) on the rooting, survival and vegetative growth performance of hardwood cuttings of Flordaguard peach (*Prunus persica* L. Batch). *Journal of Applied and Natural Science*, 9(1): 173-180.
- Lebedev, V. 2019. The rooting of stem cuttings and the stability of uidA gene expression in generative and vegetative progeny of transgenic pear rootstock in the field. *Plants*, 8(8): 291.
- Machado, B.D., Magro, M., Souza, D.S., Rufato, L. and Kretschmar, A.A. 2018. Study on the growth and spatial distribution of the root system of different European pear cultivars on quince rootstock combinations. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(2): 1-7.
- Ouyang, F., Wang, J. and Li, Y. 2015. Effects of cutting size and exogenous hormone treatment on rooting of shoot cuttings in Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]. *New Forests*, 46: 91-105.
- Pasa, M.S., Schmitz, J.D., Júnior, H.F., Souza, A.K., Malgarim, M.B. and Mello-Farias, P.C. 2020. Performance of 'William's' pear grafted onto three rootstocks. *Revista Ceres*, 67(2): 133-136.
- Rahimi, S., Ganji Moghadam, E. and Kiani, M. 2011. Rooting response of hardwood cuttings of MM111 apple clonal rootstock to indole-3-butyric acid and rooting media. *Asian Journal of Applied Sciences*, 4(4): 453-458.

Tatari, M., Abdollahi, H., Henareh, M. and Dehqani, M. 2019. Selection of open pollination progenies in some pear species in order to achieve dwarf and drought tolerant rootstocks. *Advances in Horticultural Science*, 33(2): 245-255.