

اثر محیط کشت پایه، تنظیم‌کننده‌های رشد و بستر کشت بر ریزازدیادی پایه گلابی نیمه‌پاکوتاه کننده
پیروودوارف (Pyrodwarf)

Effects of Basal Medium, Growth Regulators and Growth Medium on
Micropropagation of Semidwarf Pear Rootstock "Pyrodwarf"

عاطفه مشاری نصیر کندی^۱، بهمن حسینی^۲، علیرضا فرخزاد^۳ و لطفعلی ناصری^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۲ و ۴- دانشیار، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۳- استادیار، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۲۲

چکیده

مشاری نصیر کندی، ع. حسینی، ب. فرخزاد، ع. ر. و ناصری، ل. ۱۳۹۷. اثر محیط کشت پایه، تنظیم‌کننده‌های رشد و بستر کشت بر ریزازدیادی پایه گلابی نیمه‌پاکوتاه کننده پیروودوارف (Pyrodwarf). مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۳۴: ۱۷۰-۱۵۳. 10.22092/sppj.2018.118942

پایه گلابی پیروودوارف (Pyrodwarf) از جمله پایه‌های نیمه‌پاکوتاه کننده می‌باشد که به دلیل داشتن مزایای متعدد مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش با هدف بهینه‌سازی شرایط ازدیاد درون شیشه‌ای پایه گلابی پیروودوارف (Pyrodwarf) و بررسی اثر محیط‌های کشت پایه، ترکیبات مختلف تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر پرآوری و ریشه‌زایی این پایه انجام شد. در آزمایش اول، اثر پنج نوع محیط کشت پایه شامل: 1.5MS، 2MS، WPM و B5 بر تعداد شاخه‌چه و طول شاخه‌چه بررسی شد. در آزمایش دوم اثر دو نوع تنظیم‌کننده رشد گیاهی BAP و TDZ در غلظت‌های صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر بر صفات رویشی تعداد شاخه‌چه، طول شاخه‌چه، تعداد گره و طول میانگره بررسی شد. در آزمایش سوم اثر دو نوع محیط کشت پایه MS و 1/2MS تکمیل شده با دو نوع تنظیم‌کننده رشد گیاهی IBA و NAA در غلظت‌های صفر (شاهد)، ۱/۵، ۳ و ۴/۵ میلی‌گرم در لیتر بر صفات تعداد و طول ریشه در سه و چهار روز نگهداری در تاریکی بررسی شد. سازگاری پایه گلابی پیروودوارف در محیط‌های پرلیت درشت، پرلیت ریز، پرلیت همراه با پیت‌ماس و پیت‌ماس بررسی شد. در آزمایش اول نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که، در پایه پیروودوارف حداکثر میزان پرآوری ۳/۷۱ شاخه‌چه به ازای ریزنمونه در محیط کشت B5 مشاهده شد. در آزمایش دوم نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که در پایه پیروودوارف، بیشترین تعداد شاخه‌چه با میانگین ۱۲/۴۴ شاخه‌چه به ازای ریزنمونه در غلظت یک میلی‌گرم در لیتر BAP مشاهده شد. در آزمایش سوم نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که، در پایه پیروودوارف، در محیط کشت 1/2MS نسبت به محیط کشت MS نتایج بهتری به دست آمد. حداکثر درصد ریشه‌زایی با میانگین ۱۰۰ درصد و تعداد ریشه با میانگین ۳/۰۴ در محیط کشت 1/2MS تکمیل شده با ۴/۵ میلی‌گرم در لیتر IBA مشاهده شد. به طور کلی در مرحله سه روز تاریکی، ریشه‌هایی با کیفیت بهتر مشاهده شد. بیشترین سازگاری و درصد زنده‌مانی گیاهچه‌ها در پایه گلابی پیروودوارف در محیط پرلیت درشت به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: گلابی، ازدیاد درون شیشه‌ای، بهینه‌سازی، پرآوری، سازگاری.

مقدمه

گلابی (*Pyrus communis*) یکی از میوه‌های دانه‌دار و متعلق به تیره گل‌سرخیان (Rosaceae) و زیر تیره پوموئیده (Pomoideae) است (Rom and Carlson, 1987). پایه‌های همگروه گلابی که به جنس *Pyrus* تعلق دارند شامل چهار گروه پایه‌های رویشی OH×F، BP، BU و همچنین پایه‌های Fox هستند (Campbell, 2003). از بین پایه‌های همگروه آلمان تنها پایه BU5-18 به صورت تجاری و انبوه مورد توجه می‌باشد که با نام تجاری پیرووارف (Pyrodwarf) و نام حق انحصاری رنوس-۱ (Rhenus 1) معرفی و ثبت شده است. این پایه از دورگ‌گیری بین رقم الدهم به عنوان والد مقاوم به بیماری آتشک و رقم لوئیزبون (Louise Bonne) به عنوان والد دهنده صفت سهل ریشه‌زایی تولید شده است (Jacob, 1998). این پایه دارای مقاومت متوسط نسبت به آتشک می‌باشد و سبب زودباردهی رقم پیوند شده بر روی آن می‌شود (Nourmohamadi et al., 2015).

بهینه‌سازی و افزایش پرآوری شاخه موضوع پایه‌ای برای ریزازدیادی است و در این زمینه مطالعات زیادی بر روی نوع محیط کشت پایه و همچنین ترکیباتی که در محیط کشت استفاده می‌شوند انجام شده است. با این حال توسعه یک محیط کشت مناسب، نوع و غلظت تنظیم‌کننده رشد گیاهی مورد استفاده برای یک محصول

ویژه می‌تواند کاملاً پیچیده باشد، زیرا پاسخ به محیط کشت و ترکیب تنظیم‌کننده رشد آن، اغلب وابسته به ژنوتیپ می‌باشد (Qamar et al., 2015; Greenway et al., 2012; Ramage and Williams, 2002).

نتایج مطالعات نشان داده است که رشد گیاه در محیط کشت با مواد غذایی زیر حد بهینه و یا غلظت بالای تنظیم‌کننده‌های رشد مختل شده و محیط کشت با مواد غذایی بهینه و غلظت مناسب تنظیم‌کننده‌های رشد منجر به رشد بهتر گیاه می‌شود (Preece, 1995). محققان گزارش کردند که در شرایط درون شیشه‌ای افزایش غلظت سیتوکینین باعث افزایش شاخه‌زایی در ارقام مختلف گلابی می‌شود (Karimpour et al., 2013). محیط کشت WPM برای رشد ریزنمونه‌های استقرار یافته در پنج رقم گلابی آسیایی بهترین نتایج را به دنبال داشت که غلظت دو میلی‌گرم در لیتر BAP دارای بالاترین میزان پرآوری در پنج رقم گلابی آسیایی بود (Roosban et al., 2002).

در اکثر پژوهش‌های انجام شده بیشترین میزان پرآوری شاخه در پایه‌های گلابی در غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین یا بنزیل‌آمینوپورین گزارش شده است (Khodae Chegenee et al., 2011; Singha, 1982). حداکثر میزان پرآوری برای پایه گلابی پیرووارف، در محیط QL تغییر یافته به میزان ۳/۳ شاخه‌چه به ازای ریزنمونه و

میلی گرم در لیتر حداکثر تعداد شاخساره را در *P. pyrifolia* تولید می‌نماید (Kadota and Niimi, 2003). در پژوهشی برای استقرار، شاخه‌زایی و ریشه‌زایی گلابی از سه محیط کشت MS، 1/2MS و WPM استفاده شد که محیط کشت WPM از نظر درصد شاخه‌زایی، تعداد و طول ساقه نسبت به سایر محیط کشت‌های مورد مطالعه برتری داشت، ولی بیشترین ریشه‌زایی در محیط کشت 1/2MS حاصل شد (Rehman et al., 2014). اکسین‌ها در تشکیل و طویل شدن ریشه‌ها مؤثر هستند. مناسبترین اکسین‌های ریشه‌زایی برای گلابی NAA و IBA گزارش شده است (Seyed Tabatabaei and Omid, 2012).

تعداد ریشه‌ی نابجای تولیدی به ازاء شاخه‌چه در پایه پیرودارف در چهار هفته روی محیط MS فاقد تنظیم کننده رشد و پس از شش هفته روی محیط حاوی 0/5 میلی گرم در لیتر IBA مشاهده شد. پایه‌های گلابی در محیط کشت MS همراه با یک میلی گرم در لیتر IBA از نظر تعداد ریشه و طول ریشه بهترین پاسخ را نشان دادند (Nourmohamadi et al., 2015). پژوهشگران، طی بررسی تیمار درازمدت و کوتاه‌مدت با غلظت یک میلی گرم در لیتر IBA در چند رقم گلابی عدم توان ریشه‌زایی ریزنمونه‌ها را در تیمار درازمدت گزارش کردند و در پژوهشی که روی ریشه‌زایی رقم‌های گلابی انجام دادند غلظت یک میلی گرم در لیتر IBA برای القای ریشه در شاخه‌ها، بهترین نتیجه

برای پایه OH×F87 در محیط QL به میزان 5/3 شاخه‌چه به ازای ریزنمونه گزارش شد و پس از آن محیط‌های MS، DKW و MS تغییر یافته در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (Nourmohamadi et al., 2015).

افزودن ترکیبات CaCl_2 ، MgSO_4 و KH_2PO_4 به محیط کشت MS (Murashige and Skoog, 1962) باعث بهبود رشد شاخه‌ها شد و بهترین کیفیت در گلابی پیرودارف در بیشترین غلظت ترکیبات CaCl_2 ، MgSO_4 و KH_2PO_4 (2/5MS) مشاهده شد. ترکیبات فوق بر بیشتر پاسخ‌های رشدی گیاهان و ژنوتیپ‌ها اثر مثبت می‌گذارند (Reed et al., 2013). نصرتی و همکاران (Nosrati et al., 2009)، محیط کشت MS را در مقایسه با محیط کشت QL (Quoirin and Lepoivre, 1997) به منظور ریزازدیادی و توسعه ارقام گلابی ایرانی مناسبتر گزارش نمودند. در حالی که در برخی دیگر از مطالعات انجام شده، محیط QL و QL تغییر یافته (Leblay et al., 1991) نسبت به محیط MS واجد برتری معرفی شده است (Abdollahi et al., 2005; DePaoli et al., 1994).

محققان گزارش نموده‌اند که غلظت بهینه BA برای تولید شاخساره در *P. calleryana* 0/5 میلی گرم در لیتر می‌باشد (Berardi et al., 1992). پژوهشگران دیگر گزارش کرده‌اند که BA با غلظت حدود دو

پیروودوارف (Pyrodwarf) که قبلاً در محیط کشت بافت تهیه و آماده شده بودند برای پرآوری استفاده شد. این نمونه‌ها پس از برداشت از محیط کشت و حذف برگ‌ها برای کشت آماده شدند. به منظور بررسی شرایط بهینه تکثیر درون شیشه این پایه، سه آزمایش مجزا در آزمایشگاه کشت بافت گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه از مهر ماه ۱۳۹۴ تا پایان اردیبهشت ماه ۱۳۹۵ انجام و به ترتیب اثر محیط‌های کشت پایه، نوع، غلظت و ترکیب تنظیم‌کننده رشد گیاهی و شرایط ریشه‌زایی روی پایه گلابی مورد نظر مورد بررسی قرار گرفت.

آزمایش اول: بررسی اثر نوع محیط کشت

پایه

در این آزمایش اثر پنج نوع محیط کشت پایه شامل MS (Murashige and Skooge)، 1.5MS (یک‌ونیم برابر سه نمک CaCl_2 ، MgSO_4 و KH_2PO_4)، 2MS (دو برابر نمک‌های CaCl_2 ، MgSO_4 و KH_2PO_4)، WPM (Woody Plant Medium) و B5 (Gamborg Medium) بر میانگین تعداد و طول شاخچه‌چه پایه نیمه‌پاکوتاه کننده پیروودوارف بررسی شد.

آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و سه ریزنمونه در هر تکرار انجام شد. در کلیه محیط‌های مورد استفاده از یک میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آدنین استفاده شد. هر

را به همراه داشت (Abdollahi et al., 2006). در آزمایشی بهترین شرایط ریشه‌زایی در دوره گلابی به دو نحو تیمار طولانی مدت و کوتاه مدت غلظت‌های IBA ارزیابی شد و نتایج نشان دهنده برتری تیمار کوتاه مدت نسبت به تیمار بلندمدت بود و حداکثر درصد ریشه‌زایی در غلظت دو میلی‌گرم در لیتر IBA بدست آمد (Khodae Chegenee et al., 2011). اکسین‌های IAA، IBA و NAA موجب ریشه‌زایی درون شیشه‌ای شاخساره‌های تولید شده *P. syriaca* می‌شوند و حداکثر ریشه‌زایی (۷۲ درصد) در محیط کشت MS دارای سه میلی‌گرم در لیتر IBA مشاهده شد (Shibli et al., 1997).

برخی پژوهشگران برای ریشه‌دار کردن شاخساره‌های تولید شده درون شیشه‌ای همگروه‌های گلابی از محیط کشت MS و QL با نصف یا یک چهارم غلظت نمک‌ها استفاده کردند (Sun et al., 2009).

با توجه به گسترش استفاده از روش‌های کشت بافت جهت تولید پایه‌های رویشی و نیاز به وجود دستورالعمل‌های بهینه تکثیر در شرایط درون شیشه این مطالعه به منظور بهینه‌سازی پرآوری، ریشه‌زایی و سازگاری پایه‌ی گلابی نیمه‌پاکوتاه کننده پیروودوارف (Pyrodwarf) در شرایط درون شیشه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر از شاخساره‌ای گلابی

تنظیم کننده رشد گیاهی اسیداین‌دول بوتیریک (IBA) و اسیدنفتالین استیک (NAA) در چهار غلظت مختلف شامل: صفر (شاهد)، ۱/۵، ۳ و ۴/۵ میلی گرم بر لیتر استفاده شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل (۲×۲×۴) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد.

بدین منظور شاخه‌چه‌های پایه گلابی در تیمارهای آزمایشی شامل MS و ۱/۲MS با غلظت‌های مختلف اسیداین‌دول بوتیریک و اسیدنفتالین استیک واکشت شدند. محیط کشت‌ها حاوی نمک‌های MS با ۳۰ گرم بر لیتر ساکارز و ۶ گرم آگار بود. ویتامین‌های محیط کشت شامل: تیامین، نیکوتینیک اسید و پیریدوکسین بود. اسیدیته کلیه محیط‌های کشت قبل از افزودن آگار در حد ۵/۷ تنظیم شد.

کلیه شاخه‌چه‌های مورد استفاده برای ریشه‌زائی به صورت جداگانه به مدت سه و چهار روز در محیط حاوی تنظیم کننده رشد گیاهی و در تاریکی قرار گرفتند. همزمان با آغازش کالوس‌ای تازه و سفیدرنگ در انتهای آنها، به محیط عاری از تنظیم کننده‌های رشد منتقل شدند. میانگین درصد ریشه‌زایی، تعداد و طول ریشه‌چه‌ها به ازای هر ریزشاخه در محیط‌های مختلف بود. یادداشت‌برداری‌ها بر اساس شروع آغازش و رشد ریشه‌ها پس از گذشت چهار هفته انجام شد.

سازگاری

به منظور بررسی اثر نوع محیط‌های خاکی

شیشه کشت حاوی ۴۰ میلی لیتر محیط کشت بود که به مدت ۲۰ دقیقه در فشار ۱/۲ اتمسفر و دمای ۱۲۱ درجه سانتی گراد در دستگاه اتوکلاو استریل گردید. نمونه‌ها در شرایط ۱۶ ساعت روشنایی ایجاد شده توسط لامپ‌های فلئورسنت سفید و دمای شبانه‌روزی 24 ± 1 درجه سانتی گراد نگهداری شد. یادداشت‌برداری‌ها پس از دو ماه و دو بار واکشت و قبل از ورود شاخه‌چه‌ها به مرحله پیری و چوبی شدن انجام شد.

آزمایش دوم: بررسی اثر نوع و غلظت

تنظیم کننده‌های رشد گیاهی

در این آزمایش از محیط کشت انتخابی B5، به دست آمده از آزمایش اول و دو نوع تنظیم کننده رشد گیاهی ۶- بنزیل آمینوپورین (BAP) و تیدیاورون (TDZ) در چهار غلظت مختلف شامل: صفر (شاهد)، ۱/۵، ۱ و ۲ میلی گرم بر لیتر استفاده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. شاخص‌های مورد بررسی در این آزمایش شامل، میانگین تعداد و طول شاخه‌چه، میانگین تعداد گره و طول میانگره بود. یادداشت‌برداری‌ها پس از چهار هفته انجام شد.

آزمایش سوم: ارزیابی توان ریشه‌زایی

شاخه‌چه‌های ریزازدیادی شده روی محیط کشت پایه MS و ۱/۲MS حاوی دو نوع

معمولی گلخانه سازگاری نگهداری شدند.

نتایج و بحث

اثر نوع محیط کشت پایه

مقایسه اثر نوع محیط کشت نشان داد در پایه گلابی پیروودوارف نوع محیط کشت تأثیر معنی داری بر تعداد شاخه‌چه داشت ولی بر طول شاخه‌چه تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر تعداد شاخه‌چه با میانگین ۳/۷۱ در محیط کشت B5 و حداقل تعداد شاخه‌چه با میانگین ۲/۱۰ در محیط کشت 2MS مشاهده شد (جدول ۱).

بر استقرار مواد گیاهی در محیط خارج از شیشه، شاخه‌چه‌های گیاهی ریشه‌دار شده به صورت جداگانه به محیط‌های حاوی پرلیت درشت، پرلیت ریز، پیت ماس همراه با پرلیت و پیت ماس در اردیبهشت ماه ۱۳۹۵ منتقل شدند و در شرایط گلخانه سازگاری آزمایشگاه کشت بافت گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه با رطوبت ۹۰ درصد و میانگین دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. گیاهچه‌ی تولیدی تا آغاز رشد اولیه در زیر ظروف پلاستیکی شفاف و پس از آن در شرایط

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر محیط کشت پایه بر تعداد شاخه‌چه پرآوری شده در پایه گلابی پیروودوارف در شرایط درون شیشه

Table 1. Mean comparison of the effect of basal medium on shootlet number proliferated in pear rootstock "Pyrodwarf" in *in vitro* conditions

محیط کشت Basal medium	تعداد شاخه‌چه Shootlet number
MS	2.54bc
1.5MS	2.33c
2MS	2.10c
WPM	3.40b
B5	3.71a

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی دار ندارند.

Means followed by at least one letter in common are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

(Perose *et al.*, 1998). این تفاوت می‌تواند به دلیل نیازهای مختلف هر رقم برای مواد معدنی، ویتامین‌ها، تنظیم‌کننده‌های رشد و سایر موارد باشد. در هر رقم تفاوت در تحریک رشد ممکن است با تفاوت در محتوای عناصر ماکرو و میکرو در ارتباط باشد (Skiada *et al.*, 2010).

میان محیط کشت‌های MS، 1/5MS و 2MS تفاوت معنی دار مشاهده نشد ولی بین محیط کشت 2MS با WPM و B5 تفاوت معنی داری مشاهده شد (جدول ۱). تنوع و تفاوت در میزان پرآوری ارقام مختلف به وسیله تحقیقات قبلی گزارش شده است

(2.5xMS) مشاهده شد که با نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر مطابقت نداشت.

اثر نوع و غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی

بر ریزازدیادی

مقایسه اثر تنظیم کننده رشد گیاهی نشان داد در پایه گلابی پیرو دوارف نوع تنظیم کننده رشد گیاهی اثر معنی داری بر طول شاخه چه داشت ولی بر تعداد شاخه چه تأثیر معنی داری نداشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر طول شاخه چه با میانگین ۲/۶۹ سانتی متر در محیط کشت حاوی BAP و حداقل طول شاخه چه با میانگین ۲/۰۶ سانتی متر در محیط کشت حاوی TDZ مشاهده شد (جدول ۲).
تنظیم کننده رشد گیاهی BAP از جمله

بنابراین نتایج به دست آمده از یک محیط کشت خاص برای یک ژنوتیپ ممکن است با نتایج به دست آمده از ژنوتیپ‌های دیگر متفاوت باشد (Lu, 2005).

نتایج تحقیقات نورمحمدی و همکاران (Nourmohammadi *et al.*, 2015) نشان داد که حداکثر میزان پرآوری برای پایه گلابی پیرو دوارف در محیط کشت QL تغییر یافته به میزان ۳/۳ شاخه چه به ازای ریزنمونه به دست آمد. رید و همکاران (Reed *et al.*, 2013) گزارش کردند که افزودن ترکیبات $CaCl_2$ ، $MgSO_4$ و KH_2PO_4 به محیط کشت موراشیگ و اسکوگ (MS) باعث بهبود رشد شاخه‌ها شده و بهترین کیفیت در شاخه چه‌های تولیدی در گلابی پیرو دوارف در بیشترین غلظت ترکیبات $CaCl_2$ ، $MgSO_4$ و KH_2PO_4

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تنظیم کننده رشد گیاهی بر طول شاخه چه در پایه گلابی پیرو دوارف در شرایط درون شیشه

Table 2. Mean comparison of the effect of plant growth regulator on shootlet length in pear rootstock "Pyrodwarf" in *in vitro* condition

تنظیم کننده رشد گیاهی Plant growth regulator	طول شاخه چه (سانتی متر) Shootlet length (cm)
BAP	2.69a
TDZ	2.06b

میانگین‌هایی که دارای حرف متفاوت می‌باشند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی دار دارند.

Means followed by different letter are significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

جانبی انجام می‌گیرد. غلظت‌های بالاتر سیتوکینین باعث شیشه‌ای شدن گیاهچه‌ها و تولید شاخه‌های کوتاه‌تر و دارای حالت جارویی می‌شود. همچنین غلظت‌های بالاتر

تنظیم کننده‌های محرک رشد و تکثیر شاخه می‌باشد و در غلظت‌های نسبتاً بالای این تنظیم کننده رشد، رشد شاخه‌های جانبی به دلیل ذخیره شدن این تنظیم کننده رشد در جوانه‌های

داشت ولی اثر متقابل نوع \times غلظت تنظیم‌کننده رشد اثر معنی‌داری بر تعداد و طول شاخه‌چه نداشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر تعداد شاخه‌چه با میانگین ۱۲/۴۴ در غلظت یک میلی‌گرم در لیتر و حداقل تعداد شاخه‌چه با میانگین ۵/۵۵ در سطح صفر (شاهد) مشاهده شد (جدول ۳).

تولید شاخه‌های رزت می‌نمایند و نیازمند سطوح پایتتر سیتوکینین برای ایجاد شاخساره‌هایی با طول بیشتر می‌باشد (Evers *et al.*, 1988).

مقایسه اثر غلظت تنظیم‌کننده رشد گیاهی BAP نشان داد در پایه گلابی پیروودوارف غلظت تنظیم‌کننده رشد گیاهی اثر معنی‌داری بر تعداد و طول شاخه‌چه

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر غلظت تنظیم‌کننده رشد گیاهی BAP بر تعداد و طول شاخه‌چه در پایه گلابی پیروودوارف در شرایط درون شیشه

Table 3. Mean comparison of the effect of plant growth regulator BAP concentration on shootlet number and shootlet length in pear rootstock "Pyrodwarf" in *in vitro* conditions

غلظت تنظیم‌کننده رشد گیاهی (میلی‌گرم بر لیتر) Plant growth regulator concentration (mg l ⁻¹)	تعداد شاخه‌چه Number of shootlet	طول شاخه‌چه (سانتی‌متر) Shootlet length (cm)
0.0	5.55b	1.74b
0.5	6.88b	3.12a
1.0	12.44a	3.12a
2.0	11.99a	2.78a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می‌باشند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌دار ندارند. Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 1% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

یک و دو میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین یا بنزیل‌آمینوپورین مشاهده شد که با نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر مطابقت داشت.

حداکثر طول شاخه‌چه با میانگین ۳/۱۲ سانتی‌متر در غلظت‌های ۰/۵ و یک میلی‌گرم در لیتر و حداقل طول شاخه‌چه با میانگین ۱/۷۴ سانتی‌متر در سطح صفر (شاهد) مشاهده شد (جدول ۳). تحریک تولید چند برابر شاخساره با کشت ریزنمونه در محیط کشت حاوی مقادیر نسبتاً بالای سیتوکینین‌ها به دست می‌آید. نتایج تحقیقات کریم‌پور و همکاران

تنظیم‌کننده رشد گیاهی سیتوکینین باعث تقسیم سلولی می‌شود و به این دلیل تقسیم سلولی بیشتر باعث افزایش تعداد شاخه خواهد شد. تفاوت در سن فیزیولوژیک ریزنمونه، پاسخ‌های مختلف در بیان ژن ریزنمونه به تنظیم‌کننده رشد به کار رفته، سطوح داخلی تنظیم‌کننده رشد درون‌زا و سایر عوامل دخیل بر اندام‌زایی درون شیشه‌ای مؤثر می‌باشد (Evers *et al.*, 1988). نتایج تحقیقات سینگا (Singha, 1984) نشان داد که حداکثر میزان پرآوری شاخه در پایه‌های گلابی در غلظت‌های

تعداد و طول شاخه‌چه داشت ولی اثر متقابل نوع × غلظت تنظیم کننده رشد اثر معنی داری بر تعداد و طول شاخساره نداشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد شاخه‌چه با میانگین ۱۰/۶۶ در غلظت یک میلی گرم در لیتر و کمترین تعداد شاخه‌چه با میانگین ۵/۵۵ در سطح صفر (شاهد) مشاهده شد (جدول ۴).

(Karimpour et al., 2013) نشان داد که در شرایط درون شیشه‌ای افزایش غلظت سیتوکینین باعث افزایش شاخه‌زایی در ارقام گلابی می‌شود که با نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر مطابقت داشت.

مقایسه اثر غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی TDZ نشان داد که در پایه گلابی پیروودوارف غلظت تنظیم‌نده رشد گیاهی اثر معنی‌ری بر

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی TDZ بر تعداد و طول شاخه‌چه در پایه گلابی پیروودوارف در شرایط درون شیشه

Table 4. Mean comparison of the effect of plant growth regulator TDZ concentration on shootlet number and shootlet length in pear rootstock "Pyrodwarf: in *in vitro* conditions

غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی (میلی گرم بر لیتر) Plant growth regulator concentration (mg l ⁻¹)	تعداد شاخه‌چه Number of shootlet	طول شاخه‌چه (سانتی متر) Shootlet length (cm)
0.0	5.55b	1.74b
0.5	7.33b	2.27a
1.0	10.11a	2.28a
2.0	10.66a	1.94a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می‌باشند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌دار ندارند. Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

ممانع طویل شدن شاخساره‌ها شود. مقایسه اثر نوع و غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی و اثر متقابل آنها نشان داد که نوع و غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی بر طول میانگره اثر معنی داری نداشت ولی بر تعداد گره اثر معنی داری داشت. اثر متقابل نوع × غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی بر تعداد گره و طول میانگره تأثیر معنی داری نداشت. با مقایسه میانگین اثر متقابل نوع × سطوح تنظیم کننده رشد گیاهی، حداکثر تعداد گره با میانگین ۱۳/۷۷ در حداکثر طول شاخه‌چه با میانگین ۲/۲۸ سانتی متر در غلظت یک میلی گرم در لیتر و حداقل طول شاخه‌چه با میانگین ۱/۷۴ سانتی متر در سطح صفر (شاهد) مشاهده شد (جدول ۴). سیتوکینین‌ها در غلظت بالا باعث تولید شاخه‌های متراکم می‌شوند و از طویل شدن شاخساره جلوگیری می‌کنند. هاتمن و پریس (Huetteman and Preece, 1993) نشان دادند که TDZ می‌تواند پرآوری جانبی بیشتری را نسبت به بسیاری از سیتوکینین‌های دیگر ایجاد کند با این حال TDZ ممکن است

محیط حاوی BAP در غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر و حداقل تعداد گره با میانگین ۵/۹۹ در محیط حاوی TDZ در غلظت دو میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (جدول ۵). نتایج نشان داد که تولید گره و میانگره بیشتر تحت تأثیر BAP بود.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع × غلظت تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر تعداد گره و طول میانگره در پایه گلابی پیروودوارف در شرایط درون شیشه

Table 5. Mean comparison of the interaction effect of type × concentration of plant growth regulator on node number and internode length in pear rootstock "Pyrodwarf" in *in vitro* conditions

غلظت تنظیم‌کننده رشد گیاهی (میلی‌گرم بر لیتر) Plant growth regulator concentration (mg l ⁻¹)	تعداد گره Number of node	طول میانگره (سانتی‌متر) Internode length (cm)
cONTROL	6.88bc	0.25bc
BAP + 0.5	13.77a	0.22c
BAP + 1	9.55b	0.33ab
BAP + 2	9.55b	0.29abc
TDZ + 0.5	6.55bc	0.37a
TDZ + 1	8.33bc	0.30abc
TDZ + 2	5.99c	0.33ab

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's multiple range test.

ولی کالوس از جذب آب و مواد غذایی جلوگیری می‌کند.

ارزیابی توان ریشه‌زایی

درصد ریشه‌زایی، تعداد و طول ریشه (سه

روز تاریکی)

مقایسه اثر نوع محیط کشت، نوع و غلظت تنظیم‌کننده رشد گیاهی نشان داد در پایه گلابی پیروودوارف نوع محیط کشت و غلظت تنظیم‌کننده رشد گیاهی اثر معنی‌داری بر درصد ریشه‌زایی و تعداد ریشه داشت. نوع تنظیم‌کننده رشد گیاهی اثر معنی‌داری بر درصد ریشه‌زایی داشت ولی تأثیر معنی‌داری بر تعداد ریشه

مقایسه میانگین اثر متقابل نوع × سطوح تنظیم‌کننده رشد گیاهی نشان داد که حداکثر طول میانگره با میانگین ۰/۳۷ سانتی‌متر در TDZ در غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر و حداقل طول میانگره با میانگین ۰/۲۲ سانتی‌متر در BAP در غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (جدول ۵). نتایج سایر پژوهشگران نیز حاکی از آنست که با افزایش کاربرد BAP طول میانگره‌ها کاهش می‌یابد که این موضوع می‌تواند به دلیل ایجاد کالوس در انتهای ریزنمونه‌ها باشد که به نوبه خود باعث کاهش جذب مواد غذایی و آب می‌شود (Evers *et al.*, 1988). به دلیل اینکه آب در تقسیم سلولی نقش اساسی دارد

نداشت. حداکثر درصد ریشه‌زایی با میانگین ۱۰۰ درصد در محیط کشت MS ۱/۲ حاوی ۴/۵ میلی‌گرم در لیتر IBA و حداقل درصد ریشه‌زایی با میانگین ۳۸/۳۳ درصد در محیط کشت MS حاوی ۴/۵ میلی‌گرم در لیتر IBA مشاهده شد (جدول ۶).

اثر متقابل نوع محیط کشت × نوع × غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی اثر معنی داری بر درصد ریشه‌زایی و تعداد ریشه داشت. مقایسه میانگین اثر متقابل محیط کشت × نوع × سطوح تنظیم کننده رشد گیاهی نشان داد که

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل محیط کشت × نوع × غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی بر درصد ریشه‌زایی و تعداد ریشه در پایه گلابی پیروودارف در شرایط درون شیشه

Table 6. Mean comparison of the interaction effect of medium × type × concentration of plant growth regulator on rooting percentage and number of root in pear rootstock "Pyrodwarf" in *in vitro* conditions

محیط کشت × نوع × غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی Medium × type × concentration of plant growth regulator	درصد ریشه‌زایی (سه روز تاریکی) Rooting (%) (three days dark)	تعداد ریشه (سه روز تاریکی) Number of root (three days dark)
MS	52.66de	1.58bc
MS + 1.5 mg/l IBA	62.88cde	1.87abc
MS + 3 mg/l IBA	52.66de	1.58bc
MS + 4.5 mg/l IBA	38.33e	1.15c
MS + 1.5 mg/l NAA	59.99cde	1.80abc
MS + 3 mg/l NAA	62.66cde	1.88abc
MS + 4.5 mg/l NAA	93.66ab	2.81ab
1/2 MS	59.32cde	1.78abc
1/2 MS + 1.5 mg/l IBA	71.66abcd	2.15abc
1/2 MS + 3 mg/l IBA	64.66bcde	1.94abc
1/2 MS + 4.5 mg/l IBA	100.00a	3.04a
1/2 Ms + 1.5 mg/l NAA	87.99abc	2.64ab
1/2 MS + 3 mg/l NAA	73.32abcd	2.20abc
1/2 MS + 4.5 mg/l NAA	88.33abc	2.65ab

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

حداکثر تعداد ریشه با میانگین ۳/۰۴ در محیط MS ۱/۲ حاوی IBA در غلظت ۴/۵ میلی‌گرم در لیتر و حداقل تعداد ریشه با میانگین ۱/۱۵ در محیط MS حاوی IBA در غلظت ۴/۵ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (جدول ۶). ریشه‌ها به دلیل حساس بودن به زیادی نمک‌ها در محیط MS نسبت به محیط MS ۱/۲ فاقد رشد کافی هستند و در نتیجه تعداد ریشه کافی تشکیل نشد.

ریزنمونه‌های به کار رفته در محیط ریشه‌زایی دارای مواد درونی مورد نیاز برای انگیزش و تولید ریشه به میزان کافی می‌باشند و استفاده از IBA می‌تواند یک عامل تشدید کننده یا تسریع کننده انگیزش ریشه‌زایی باشد.

محیط کشت، نوع و غلظت تنظیم‌کننده رشد گیاهی اثر معنی‌داری بر طول ریشه داشت. همچنین اثر متقابل نوع محیط کشت و نوع تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر طول ریشه اثر معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین اثر متقابل نوع محیط کشت × نوع تنظیم‌کننده رشد گیاهی نشان داد که حداکثر طول ریشه با میانگین ۱/۴۲ سانتی‌متر در محیط ۱/۲MS حاوی NAA و حداقل طول ریشه با میانگین ۰/۸۷ سانتی‌متر در محیط MS حاوی IBA مشاهده شد (جدول ۷).

این تفاوت می‌تواند بدلیل نیازهای مختلف هر رقم به مواد معدنی، ویتامین‌ها، تنظیم‌کننده‌های رشد و سایر موارد باشد (Skiada *et al.*, 2010). محققان برای ریشه‌دار کردن شاخساره‌های تولید شده درون شیشه‌ای همگروه‌های گلابی از محیط کشت MS و QL با نصف یا یک چهارم غلظت نمک‌ها استفاده کردند (Sun *et al.*, 2009).

مقایسه اثر نوع محیط کشت، نوع غلظت تنظیم‌کننده رشد گیاهی نشان داد در پایه گلابی پیروودوارف نوع

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل محیط کشت × تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر طول ریشه در پایه گلابی پیروودوارف در شرایط درون شیشه

Table 7. Mean comparison of the interaction effect of medium × plant growth regulator on root length in pear rootstock "Pyrodwarf" in *in vitro* conditions

محیط کشت × نوع × غلظت تنظیم‌کننده رشد گیاهی Medium × type × concentration of plant growth regulator	طول ریشه (سانتی‌متر) Root length (cm)
MS + IBA	0.87b
MS + NAA	1.23a
1/2MS + IBA	1.40a
1/2MS + NAA	1.42a

میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه می‌باشند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.
Means followed by similar letter are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

به ازای شاخه‌چه در پایه پیروودوارف در چهار هفته روی محیط MS فاقد تنظیم‌کننده رشد و پس از شش هفته روی محیط حاوی ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر IBA مشاهده شد. پایه‌های گلابی (پیروودوارف و OH×F87) در محیط کشت MS همراه با یک میلی‌گرم در لیتر IBA از نظر تعداد ریشه و طول ریشه بهترین پاسخ را داشتند که با

استفاده از NAA میزان تشکیل کالوس را به میزان قابل توجهی کاهش داد که تشکیل کالوس به نوبه خود می‌تواند باعث کاهش جذب مواد غذایی و آب شود که اینها باعث کاهش رشد می‌شود. نتایج تحقیقات نورمحمدی و همکاران (Nourmohammadi *et al.*, 2015) نشان داد که تعداد ریشه‌ی نابجای تولیدی

غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی اثر معنی داری بر درصد ریشه‌زایی ریشه داشت. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل محیط کشت × نوع × سطوح تنظیم کننده رشد گیاهی نشان داد که حداکثر درصد ریشه‌زایی با میانگین ۶۹/۵۵ درصد در محیط کشت MS حاوی سه میلی گرم در لیتر IBA و حداقل درصد ریشه‌زایی با میانگین ۳۶/۳۳ درصد در محیط کشت MS بدون تنظیم کننده رشد گیاهی (شاهد) مشاهده شد (جدول ۸).

نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر مطابقت نداشت.

درصد ریشه‌زایی، تعداد و طول ریشه (چهار روز تاریکی)

مقایسه اثر نوع محیط کشت، نوع و غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی نشان داد که در پایه گلابی پیروودوارف نوع محیط کشت اثر معنی داری بر تعداد و طول ریشه داشت. در حالی که اثر متقابل محیط کشت × نوع ×

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل محیط کشت × نوع × غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی بر درصد ریشه‌زایی در پایه گلابی پیروودوارف در شرایط درون شیشه

Table 8. Mean comparison of the interaction effect of medium × type × concentration of plant growth regulator on rooting percentage in pear rootstock "Pyrodwarf" in, *in vitro* conditions

محیط کشت × نوع × غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی Medium × type × concentration of plant growth regulator	درصد ریشه‌زایی (چهار روز تاریکی) Rooting (%) (four days dark)
MS	36.33def
MS + 1.5 mg/l IBA	37.66cdef
MS + 3 mg/l IBA	69.55a
MS + 4.5 mg/l IBA	30.99f
MS + 1.5 mg/l NAA	41.66bcdef
MS + 3 mg/l NAA	53.33bc
MS + 4.5 mg/l NAA	38.99bcdef
½ MS	47.66bcde
½ MS + 1.5 mg/l IBA	40.99bcdef
½ MS + 3 mg/l IBA	52.33bcd
½ MS + 4.5 mg/l IBA	54.66b
½ MS + 1.5 mg/l NAA	49.66bcde
½ MS + 3 mg/l NAA	48.33bcde
½ MS + 4.5 mg/l NAA	33.33ef

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند.

Means followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

شیشه‌ای شاخساره‌های تولید شده *P. syriaca* می‌شوند و حداکثر ریشه‌زایی (۷۲ درصد) در محیط کشت MS دارای سه میلی گرم در لیتر

نتایج تحقیقات شیبل و همکاران (Shibli *et al.*, 1997) نشان داد که اکسین‌های IBA، IAA و NAA موجب ریشه‌زایی درون

نشان داد که حداکثر تعداد ریشه با میانگین ۱/۴۵ در محیط کشت $1/2MS$ و حداقل تعداد ریشه با میانگین ۱/۲۱ در محیط MS مشاهده شد (جدول ۹). کاهش غلظت مواد معدنی موجب کاهش پتانسیل اسمزی می‌شود به نحوی که در این شرایط جذب املاح و مواد معدنی توسط گیاه مستلزم ایجاد ریشه و تار کشنده می‌باشد (Naser et al., 2010).

IBA صورت بدست آمد. نتایج تحقیقات خدایی چگنی و همکاران (Khodaei Chegenee et al., 2013) نشان داد که بیشترین درصد ریشه‌زایی در غلظت دو میلی‌گرم در لیتر IBA ایجاد شد که با نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر مطابقت نداشت. مقایسه میانگین اثر ساده نوع محیط کشت

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر محیط کشت بر تعداد و طول ریشه در پایه گلابی پیروودارف در شرایط درون شیشه

Table 9. Mean comparison of the effect of medium on root number and length in pear rootstock “Pyrodwarf” in *in vitro* conditions

محیط کشت Medium	تعداد ریشه Number of root	طول ریشه (سانتی متر) Root length (cm)
MS	1.21b	0.94b
$1/2MS$	1.45a	1.18a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

گلابی پیروودارف نوع بستر کشت اثر معنی‌داری بر درصد زنده‌مانی گیاهچه‌ها داشت. سازگاری گلابی پیروودارف در چهار نوع بستر شامل پرلیت با اندازه درشت، پرلیت با اندازه ریز، پیت‌ماس و ترکیب پرلیت با پیت‌ماس انجام شد که بین پرلیت با اندازه ریز و پیت‌ماس تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی بین بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱۰).

نتایج نشان داد پرلیت درشت بهترین محیط برای سازگاری گلابی پیروودارف است. با افزایش میزان پرلیت در بستر موفقیت برای

مقایسه میانگین اثر ساده نوع محیط کشت نیز حاکی در آن بود که حداکثر طول ریشه با میانگین ۱/۱۸ سانتی‌متر در محیط $1/2MS$ و حداقل طول ریشه با میانگین ۰/۹۴ سانتی‌متر در محیط MS بدست آمد (جدول ۹). ریشه‌زایی توسط عوامل مختلفی مانند وجود تنظیم‌کننده‌های رشد در محیط، نمک‌های پایه، ژنوتیپ و شرایط کشت کنترل می‌شود (Evers et al., 1988).

سازگاری

مقایسه اثر بستر کشت نشان داد در پایه

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثر بستر کشت بر درصد زنده‌مانی گیاهچه‌ها در پایه گلابی پیروودوارف
Table 10. Mean comparison of the effect growth medium on the survival (%) of seedlings in pear rootstock "Pyrodwarf"

Growth medium	بستر کشت	درصد زنده‌مانی Survival (%)
Coarse perlite	پرلیت درشت	84.27a
Fine perlite	پرلیت نرم	71.87ab
Peat moss	پیت ماس	50.00bc
Perlite + Peat moss	پرلیت + پیت ماس	25.00c

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.
Means followed by least one letter in common are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

نتایج این پژوهش نشان داد که محیط کشت B5 مناسبترین محیط برای پرآوری پایه گلابی پیروودوارف بود. حداکثر تعداد شاخساره، طول شاخساره و طول میانگره به ترتیب در غلظت یک میلی‌گرم در لیتر BAP، ۰/۵ و یک میلی‌گرم در لیتر BAP و در غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر TDZ مشاهده شد. تعداد ریشه و طول ریشه در محیط کشت ۱/۲MS نسبت به محیط کشت MS تنظیم کننده رشد بهتر بود. IBA در غلظت ۴/۵ میلی‌گرم در لیتر بیشترین اثر را بر درصد ریشه‌زایی و تعداد ریشه و NAA بیشترین اثر را بر طول ریشه داشت. بیشترین سازگاری و درصد زنده‌مانی گیاهچه‌ها در پایه گلابی پیروودوارف در محیط پرلیت درشت مشاهده شد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مدیریت شرکت دانش بنیان اروم زیست تاک برای تامین گیاهچه استریل پایه گلابی پیروودوارف تشکر و قدردانی

سازگاری افزایش یافت. محیط پرلیت به دلیل داشتن منافذ بزرگ و کاهش پوسیدگی محیط مناسبی برای سازگاری است درحالی‌که محیط پیت ماس و پرلیت ریز با داشتن منافذ ریز و جذب بیش از حد آب باعث پوسیدگی ریشه‌های گلابی می‌شود.

توزیع ریشه در بستر کشت می‌تواند تحت تأثیر توزیع اندازه ذرات در بستر کشت باشد. بستر کشت با ظرفیت نگهداشت آب زیاد و تهویه کم ممکن است به تجمع ریشه‌ها در بخش فوقانی ظرف بستر کشت بویژه اگر بستر کشت در قسمت ته ظرف به مدت طولانی در وضعیت اشباع باقی بماند منجر شود. رشد ریشه در بسترهای کشت با تهویه کم در مقایسه با بسترهای کشت با تهویه خوب، ضعیف، غیرشاداب و حساس به کمبود عناصر کم مصرف و مستعد به عوامل بیماری‌زای پوسیدگی ریشه نظیر فیتوم (Pythium) و فیتوفترا (Phytophthora) می‌باشد (Ingram et al., 2003).

می‌شود. از همکاری خانم مهندس آقایی
گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی
مسئول و کلیه کارکنان آزمایشگاه کشت بافت
دانشگاه ارومیه نیز سپاسگزاری می‌شود.

References

- Abdollahi, H., Muleo, R., and Ruggini, E. 2005.** Evaluation of different basic salts, growth regulators and pectin effects on micropropagation of pear (*Pyrus communis* L.) genotypes. Seed and Plant 21: 373-384. (in Persian).
- Abdollahi, H., Muleo, R., and Rugini, E. 2006.** Optimization of regeneration and maintenance of morphogenic callus in pear (*Pyrus communis* L.) by simple and double regeneration techniques. Scientia Horticulturae 108: 352-358.
- Berardi, G., Infante, R., and Neri, D. 1992.** Micropropagation of *Pyrus calleryana* Dcn. from seedlings. Scientia Horticulturae 53: 157-165.
- Campbell, J. 2003.** Pear rootstocks. AGFACTS, The State of New South Wales Agriculture, Australia. 13pp.
- DePaoli, G., Rossi, V., and Scozzoli, A. 1994.** Micro-propagazione delle Piante Ortoflotofrutticole. Edagricole, Bologna, Italy. 450 pp.
- Evers, P. W., Donkers, J., Prat, A., and Vermeer, E. 1988.** Micropropagation of forest trees through tissue culture: Pp. 98-102. In: Bonga, J. M., and Aderkas, P. (eds.). *In vitro* culture of trees. Centre for Agricultural Publishing and Documentation (Pudoc).
- Greenway, M. B., Phillips, I. C., Lloyd, M. N., Hubstenberger, J. F., and Phillips, G. C. 2012.** A nutrient medium for diverse applications and tissue growth of plant species *in vitro*. *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant* 48: 403-410.
- Huetteman, C. A., and Preece, J. E. 1993.** Thidiazuron: a potent cytokinin for woody plant tissue culture. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 33: 105-119.
- Ingram, D. L., Henley, R. W., and Yeager, T. H. 1993.** Growth media for container grown ornamental plant. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, EDIS. 16 pp.
- Jacob, H. B. 1997.** Pyrodwarf, a new clonal rootstock high density pear orchards. *Acta Horticulturae* 475: 169-178.

- Kadota, M., and Niimi, Y. 2003.** Effects of cytokinin types and their concentrations on shoot proliferation and hyperhydricity in *in vitro* pear cultivars shoots. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 72: 261-265.
- Karimpour, S., Davarynejad, Gh., Bagheri, A., and Tehranifar, A. 2013.** *In vitro* establishment and clonal propagation of Sebri pear cultivar. *Journal of Agriculture Science Technology* 15: 1209-1217.
- Khodae Chegenee, F., Abdollahi, H., Ershadi, A., and Esnaashari, M. 2011.** Determination of micropropagation protocol for OH×F333 and OH×F69 pear clonal rootstocks. *Seed and Plant Production Journal* 27: 297-312. (in Persian).
- Leblay, C., Chevreau, E., and Raboin, L. M. 1991.** Adventitious shoot regeneration from *in vitro* leaves of several pear cultivars (*Pyrus communis* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 25: 99-105.
- Lu, M. C. 2005.** Micropropagation of *Vitis thunbergii* Sieb et Zucc., a medicinal herb, through high frequency shoot tip culture. *Scientia Horticulturae* 107: 64-69.
- Murashige, T., and Skoog, F. 1962.** A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15: 473-497.
- Naser, Sh., Ghamari Zare, A., Shahrzad, Sh., and Bakhshi Khaniki, Gh. 2010.** Micropropagation of domgavi plant (*Simirnovia turkestan* Bunge). *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*. 18: 74-82. (in Persian).
- Nosrati, S. Z., Zamani, Z., and Babalar, M. 2009.** Micropropagation of four cultivars (Dargazi, Natanzi, Shahmiveh and Williams) of pear (*Pyrus communis* L.). *Iranian Journal of Horticultural Science* 40:83-91. (in Persian)
- Nourmohamadi, N., Abdollahi, H., Moini, A., and Ruholamin, E. 2015.** Effects of growth media and Fe source on micropropagation and rooting of semi-dwarf pear rootstocks Pyrodwarf and OH×F87. *Seed and Plant Improvement Journal* 31: 265-278. (in Persian).
- Peros, J. P., Torregrosa, L., and Berger, G. 1998.** Variability among *Vitis vinifera* cultivars in micropropagation, organogenesis and antibiotic sensitivity. *Journal of Experimental Botany* 49: 171-179.
- Preece, J. 1995.** Can nutrient salts partially substitute for plant growth regulators? *Plant Tissue Culture and Biotechnology* 1: 26-37.

- Qamar, M., Qureshi, S.T, Ahmed Khan, I.A., and Raza, S. 2015.** Optimization of *in vitro* multiplication for exotic banana (*Musa* spp.) in Pakistan. African Journal of Biotechnology 14: 1989-1995.
- Quoirin, M., and Lepoivre, P. 1977.** Improved medium for *in vitro* culture of *Prunus* sp. Acta Horticulturae 78: 437-442.
- Rom, R. C., and Carlson, R. F. 1987.** Rootstocks for fruit crops. 1st Edition. Wiley-Interscience. 494 pp.
- Ramage, C. M., and Williams, R. R. 2002.** Mineral nutrition and plant morphogenesis. In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant 38: 116-124.
- Reed, B. M., DeNoma, J., Wada, S., and Postman, J. 2013.** Micropropagation of pear (*Pyrus* sp). Pp. 3-18. In: Protocols for micropropagation of selected economically important horticultural plants.
- Rehman, H. U., Gill, M. I. S., Dhillon, W. S., and Bedi, S. 2014.** Micropropagation of Pathernakh pear (*Pyrus pyrifolia* (Burm F.) Nakai) using explants obtained from forced cuttings. International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine 2: 54-65.
- Roosban, M., Arzani, K., and Moini, A. 2002.** Study on *in vitro* propagation of some asian pear (*Pyrus serotina* Rehd) cultivars. Seed and Plant Improvement Journal 18: 348-361. (in Persian)
- Seyed Tabatabaei, B., and Omid, M. 2012.** Plant cell and tissue culture. Publication of Tehran University. 367 pp. (in Persian)
- Shibli, R. A., Ajlouni, M. M., Jaradat. A., Aljanabi, S., and Shatnawi, M. 1997.** Micropropagation in wild pear (*Pyrus syrica*). Scientia Horticulturae 68: 237-242.
- Singha, S. 1982.** Influence of agar concentration on *in vitro* shoot proliferation of *Mallus* sp. Almey' and *Pyrus communis* Seckel. American Phytopathological Society 107: 657-660.
- Skiada, F., Grigoriadou, K., and Eleftheriou, E. P. 2010.** Micropropagation of *Vitis vinifera* L. cv. Malagouzia and Xinomavro. Central European Journal of Biology 5: 839-852.
- Sun, Q., Sun, H., and Bell, R. L. 2009.** Effect of polyvinyl alcohol on *in vitro* rooting capacity of shoots in pear clones (*Pyrus communis* L.) of different ploidy. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 99: 299-304.