بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر ریزازدیادی گوجه‌فرنگی گیلاسی در شرایط *in vitro*

محمود اطرشی[1*] و رامین کریمی دهکردی[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۱۹)

چکیده

گوجه‌فرنگی گیلاسی، با میوه‌های کوچک، یکی از واریته‌های گوجه‌فرنگی است که سرشار از ویتامین‌های مختلف از جمله ویتامین C، A و K و عوامل آنتی‌اکسیدان همچون لیکوپن می‌باشد و به همین جهت از اهمیت بالای دارویی و غذایی برخوردار است. این تحقیق به منظور بهینه‌سازی محیط کشت ریزازدیادی این گیاه از طریق تکنیک کشت تک‌گره در شرایط درون شیشه انجام گرفت. نتایج نشان داد که بهترین تیمار برای ریزازدیادی گیاه گوجه‌فرنگی گیلاسی با توجه به درصد باززایی، درصد ریشه‌زایی، طول ساقه، طول ریشه و تعداد میانگره، محیط کشت پایه MS حاوی یک میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه یک میلی‌گرم در لیتر NAA بود که در آن طول ساقه و تعداد میانگره در میان تمامی تیمارها حداکثر بود. تمامی گیاهچه‌های منتقل شده به گلخانه زنده مانده و به مرحله باردهی رسیدند. بیشترین میانگین وزن میوه‌های هر بوته نیز مربوط به ریزنمونه‌های کشت شده در محیط کشت پایه MS حاوی یک میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه یک میلی‌گرم در لیتر NAA بود.

واژه‌های کلیدی: کشت بافت، کشت تک‌گره‌ای، باززایی

مقدمه

گیاه گوجه‌فرنگی گیلاسی متعلق به خانواده Solanaceae است و منشأ آن کشور پرو و شمال شیلی می‌باشد. این گیاه که یکی از واریته‌های گوجه‌فرنگی است، سرشار از ویتامین‌های مختلف همچون ویتامین C، A و K و عوامل آنتی‌اکسیدان مانند لیکوپن می‌باشد و به همین جهت از اهمیت زیاد دارویی و غذایی برخوردار است (۱۳، ۱٤، ۱٦، ۱۷ و ۲۳). به‌علت اهمیت اقتصادی و غذایی گیاه گوجه‌فرنگی، این گیاه موضوع تحقیق و پژوهش‌های بسیاری قرار دارد و در علم ژنتیک به‌عنوان یکی از گیاهان الگو شناخته می‌شود. کشور ایران بین ۱۰ کشور اول تولیدکننده و مصرف‌کننده گوجه‌فرنگی می‌باشد و به همین دلیل این گیاه در کشور ایران از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار است. یکی از دلایل اصلی انتخاب این واریته از گوجه‌فرنگی در این تحقیق، مقاومت این واریته در برابر پژمردگی ورتیسیلیومی، فوزاریومی و کپک برگی (Leaf mould) می‌باشد (۹). هم‌چنین، این واریته به‌علت وجود ضخامت زیاد غشای کوتیکولی میوه، از مقاومت نسبی بالایی در برابر ترک خوردگی برخوردار است (۱۹).

روش اصلی تکثیر گوجه‌فرنگی، از طریق نشاکاری می‌باشد که وابسته به کاشت بذر جهت نشاگیری است. تأمین بذر از جمله مشکلات تولید این محصول به شمار می‌رود که بسیار گران بوده و اکثر کشاورزان توان مالی جهت تأمین آن را ندارند. روند رو به رشد قیمت ارز در سال‌های اخیر در کشور ایران و

۱. بخش تحقیقات کشت بافت، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران (ABRII)، اصفهان،ایران

۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دامغان، ایران

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: otroshy@yahoo.com

هیبرید بودن بذرهای وارداتی نیز همواره سبب وابستگی مادام‌العمر آن به کشورهای تولید کننده بذر می‌شود. علاوه بر این، به‌دلیل دگرگشن بودن این گیاه، نسل‌های بعدی که از طریق بذر گیاه اولیه تکثیر می‌شوند با نسل‌های قبلی خود متفاوت خواهند بود و امکان کاهش میزان باردهی در هر نسل نسبت به نسل قبل وجود دارد (۱۲). هم‌چنین، به‌دلیل وجود عوامل بیماری‌زای خاک‌زی که موجب پوسیدگی بذر می‌شوند، درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. با توجه به مطالب ذکر شده، یکی از راه‌های قابل استفاده به‌منظور تکثیر این گیاه در مقیاس کلان و با خصوصیات گیاهچه مادری، استفاده از تکنیک‌های مختلف کشت بافت، از جمله تکنیک کشت تک‌گره است که نسبت به کشت بذر روشی مقرون به صرفه‌تر و با بازدهی بیشتر می‌باشد.

ترکیبات شیمیایی متعددی که در محیط کشت به‌کار می‌روند بر میزان کالوس‌زایی ریزنمونه در کشت درون شیشه تأثیر می‌گذارند (۳). میزان بازدهی تکنیک‌های مختلف کشت بافت، با توجه به هدف آزمایش، به عوامل متعددی از جمله نوع ریزنمونه وابسته است. تاکنون مطالعات موفقیت‌آمیزی در جهت استفاده از ریزنمونه‌های مختلف، از جمله هیپوکوتیل و کوتیلدون، به‌منظور ریزازدیادی واریته‌های مختلف این گیاه انجام گرفته است (۴). هم‌چنین، آزمایش‌هایی با استفاده از ریزنمونه‌های دیگر از جمله ریشه، محور زیر لپه، محور روی لپه، تک‌گره و برگ‌های گیاه گوجه‌فرنگی به منظور ریزازدیادی واریته‌های دیگری از گوجه‌فرنگی از طریق باززایی مستقیم، غیرمستقیم و جنین‌زایی سوماتیک انجام گرفته است (۱ و ۱۸).

از دیگر عوامل دخیل در میزان بازدهی تکنیک‌های مختلف کشت بافت می‌توان به ترکیب محیط کشت و محرک‌های رشد به‌کار رفته در آن اشاره کرد. در این زمینه، به تازگی مطالعاتی در مورد کاربرد تلفیقی عصاره تحریک‌کننده زیستی جلبک‌های دریایی و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در شرایط درون شیشه به‌منظور تکثیر گیاه گوجه‌فرنگی انجام گرفته است (۲۱).

پژوهش حاضر به‌منظور بهینه‌سازی انتخاب محیط کشت برای ریزازدیادی گیاه گوجه‌فرنگی گیلاسی از طریق تکنیک کشت تک‌گره انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه کشت بافت پژوهشکده بیوتکنولوژی منطقه مرکزی کشور در سال ۱۳۹۱ صورت پذیرفت. جهت انجام این تحقیق، به‌منظور ضد عفونی بذرها برای تولید گیاهچه، بذرها به‌وسیله جریان آب شهری به‌مدت ۲۰ دقیقه شستشو شدند. سپس با الکل ۷۰% به‌مدت یک دقیقه ضدعفونی شدند و پس از شستشو با آب مقطر، بذرها به‌وسیله هیپوکلریت سدیم ۱% به‌مدت ۲۰ دقیقه ضدعفونی گردیدند و در نهایت سه مرتبه به‌وسیله آب مقطر استریل شستشو شدند.

به‌منظور جوانه‌زنی، از محیط کشت MS (موراشیگ اسکوگ) (۲۰) حاوی ۳۰ گرم در لیتر ساکارز و ۵/۸ گرم در لیتر آگار استفاده شد. محیط‌های کشت، قبل از کشت بذر توسط اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۰ دقیقه استریل شدند. در ادامه، ۵ عدد بذر در هر یک از محیط‌های استریل شده کشت شد و به اتاق رشد با شرایط دمای ۲۵ درجه سلسیوس در روز و ۲۰ درجه سلسیوس در شب، با دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، با شدت نور ۲۷۰۰ لوکس، انتقال یافتند.

بعد از جوانه‌زنی و رشد اولیه، از گیاهچه‌های ۱۸-۲۰ روزه ریزنمونه‌های جوانه جانبی جدا و جهت کشت تک‌گره روی محیط‌های استریل شده، حاوی تنظیم‌کننده رشد کینتین (Kin) با ۷ غلظت (صفر، ۱، ۲، ۳، ٤، ٥ و ٦ میلی‌گرم در لیتر) به همراه تنظیم‌کننده رشد نفتالن استیک اسید (NAA) با ۳ غلظت (۰/۲، ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در لیتر) قرار گرفتند. به‌منظور رشد، نمونه‌های کشت شده به اتاق رشد منتقل گردیدند. یک ماه پس از کشت تک‌گره، شاخص‌های رشد از جمله طول بلندترین ریشه، طول ساقه، درصد ریشه‌زایی، درصد باززایی و تعداد میانگره اندازه‌گیری شد.

به‌منظور مقاوم سازی، گیاهچه‌های ریشه‌دار شده حاصل از

کشت بافت به‌مدت یک هفته به گلخانه با شرایط دمایی ۲۵ درجه سلسیوس دمای روز، ۱۸ درجه سلسیوس دمای شب، ۷۵% رطوبت نسبی هوا و طول دوره نوری ۱۶ ساعت انتقال یافتند. بدین منظور، گیاهچه‌های ریشه‌دار شده در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۷ سانتی‌متر حاوی پیت‌ماس و پرلیت (به نسبت ۳:۱) قرار گرفتند و به‌مدت یک هفته با حفظ رطوبت نسبی خاک توسط آبیاری منظم نگهداری شدند. تمامی گیاهچه‌های انتقال یافته نسبت به شرایط گلخانه مقاوم‌سازی شدند. در مرحله بعدی، نشاهای مقاوم‌سازی شده جهت باردهی به گلدان‌های بزرگ‌تر با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر انتقال یافته و با همان ترکیب بستر، در همان شرایط گلخانه‌ای نگهداری شدند. در آخرین مرحله از آزمایش، میزان عملکرد بوته‌ها با توزین میوه‌های حاصله اندازه‌گیری گردید.

این پژوهش بر مبنای طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار انجام شد. داده‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک ذکر شده در شرایط درون شیشه پس از گذشت یک ماه و در شرایط گلخانه تا پایان طول دوره رشد گیاهان جمع‌آوری شده و تجزیه واریانس آنها در سطح اطمینان ۱% توسط نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. هم‌چنین، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) به‌منظور مقایسه میانگین داده‌ها برای تشخیص اختلاف معنی‌دار بین تیمارها استفاده شد.

نتایج و بحث

پاسخ مورفوژنیک درون شیشه‌ای ریزنمونه‌های کشت شده تحت تأثیر اجزای مختلف محیط کشت، از جمله غلظت و نوع تنظیم‌کننده رشد، قرار می‌گیرد (۱۰). به همین دلیل، ارزیابی تأثیر غلظت‌ها و نوع تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر میزان باززایی و شاخص‌های مختلف رشد این گیاه از اهمیت بالایی برخوردار است. تاکنون مطالعات متعددی مبنی بر تعیین بهترین ریزنمونه و بهترین محیط کشت جهت ریزازدیادی، اندام‌زایی مستقیم و غیرمستقیم و هم‌چنین جنین‌زایی واریته‌های مختلف گوجه‌فرنگی انجام گرفته است (۲-۸، ۱۱، ۱۸، ۲۱ و ۲۲).

مقایسات میانگین داده‌های این آزمایش نشان داد که بیشترین میانگین طول ریشه (۹/۲ سانتی‌متر)، طول ساقه (۶ سانتی‌متر) و تعداد میانگره (۴ عدد) در بین تیمارهای مختلف به‌ترتیب مربوط به تیمارهای یک میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر NAA، یک میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه یک میلی‌گرم در لیتر NAA و یک میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه یک میلی‌گرم در لیتر NAA بود (جدول ۱).

نتایج به‌دست آمده نشان داد که در مورد صفت درصد ریشه‌زایی تفاوت معنی‌داری بین تیمارها با شاهد به غیر از تیمار ۶ میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر NAA وجود نداشت (جدول ۱) که نشانگر عدم حساسیت صفت ریشه‌زایی گیاه گوجه‌فرنگی نسبت به ترکیب محیط کشت بود. علت کمینه بودن میزان درصد ریشه‌زایی در تیمار ذکر شده، اثر بازدارندگی غلظت‌های زیاد سیتوکینین‌هایی نظیر Kin بر ریشه‌زایی بود. هم‌چنین، در محیط‌هایی که فقط دارای NAA بودند، با افزایش غلظت NAA تا ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر، به‌علت تشکیل کالوس در انتهای ساقه، میزان ریشه‌زایی کاهش یافت که این نتایج با سایر نتایج حاصل از مطالعات دیگر مشابه بود (۱۵ و ۲۴).

نتایج نشان داد که ریزنمونه‌های قرار گرفته در محیط‌های حاوی ۴ میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر NAA دارای حداکثر میزان باززایی بودند که نشانگر نقش افزاینده اکسین‌هایی نظیر NAA در این غلظت به همراه سیتوکینین‌هایی نظیر Kin بر میزان باززایی بود. هم‌چنین، کمترین میزان باززایی مربوط به محیط‌های حاوی ۴ میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر NAA، ۵ میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه یک میلی‌گرم در لیتر NAA، ۶ میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر NAA و ۶ میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه یک میلی‌گرم در لیتر NAA بود. در این تیمارها، وجود سیتوکینین‌هایی نظیر Kin با غلظت زیاد به‌دلیل تشدید تشکیل کالوس باعث کاهش میزان باززایی در این تیمارها شد که با سایر نتایج به‌دست آمده در دیگر مطالعات مشابه بود (۲۴).

جدول ۱. مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایش بر صفات مختلف گیاه گوجه‌فرنگی گیلاسی

تیمارها (میلی‌گرم در لیتر)	تعداد میانگره	طول ساقه (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	درصد باززایی	درصد ریشه‌زایی
شاهد	۲/۸^{bc}	۸/۲$^{c-f}$	۳/۹^{bc}	۵۹/۸$^{a-e}$	۷۱^{a}
Kin (۰) +NAA (۰/۲)	۳/۲^{b}	۵^{ab}	۳/۶^{c}	۷۲/۸$^{a-d}$	۱۰۰^{a}
Kin (۰) + NAA (۰/۵)	۱/۹۴$^{b-e}$	۲/۲۶$^{c-g}$	۳/۸^{bc}	۵۳/۲$^{a-e}$	۸۰^{a}
Kin (۰) +NAA (۱)	۲/۴^{bcd}	۳/۹$^{a-d}$	۴/۸^{bc}	۶۶/۴$^{a-d}$	۱۰۰^{a}
Kin (۱) + NAA (۰/۲)	۱/۶۴$^{b-f}$	۳$^{b-e}$	۹/۲^{a}	۳۹$^{b-f}$	۱۰۰^{a}
Kin (۱) + NAA (۰/۵)	۰/۹۴$^{d-g}$	۰/۶۶^{fg}	۵/۹^{abc}	۲۶/۴^{def}	۱۰۰^{a}
Kin (۱) + NAA (۱)	۴^{a}	۶^{a}	۴^{bc}	۸۶/۴^{ab}	۸۶/۴^{a}
Kin (۲) + NAA (۰/۲)	۳^{b}	۲/۶۸$^{c-f}$	۷/۹^{bc}	۷۹/۶^{abc}	۱۰۰^{a}
Kin (۲) + NAA (۰/۵)	۱/۹۴$^{b-e}$	۵/۴^{abc}	۴/۴^{bc}	۶۶/۴$^{a-d}$	۸۰^{ab}
Kin (۲) + NAA (۱)	۰/۵۶^{efg}	۰/۶۶^{fg}	۶/۶۸^{abc}	۳۳^{e}	۱۰۰^{a}
Kin (۳) + NAA (۰/۲)	۲/۶^{bc}	۳/۱$^{b-e}$	۵/۵^{abc}	۷۹/۸^{abc}	۷۹/۸^{a}
Kin (۳) + NAA (۰/۵)	۰/۶$^{d-g}$	۰/۶۶^{fg}	۴/۶^{bc}	۴۶/۶$^{a-f}$	۱۰۰^{a}
Kin (۳) + NAA (۱)	۰/۲۶^{fg}	۰/۱۴^{g}	۵/۳^{bc}	۱۳/۲^{ef}	۹۳/۲^{a}
Kin (۴) + NAA (۰/۲)	۲/۶^{bc}	۱/۹$^{d-g}$	۵/۱^{bc}	۹۳/۲^{a}	۷۹/۸^{a}
Kin (۴) + NAA (۰/۵)	۰^{g}	۰^{g}	۳/۸^{bc}	۰^{f}	۷۳^{a}
Kin (۴) + NAA (۱)	۰/۲^{fg}	۰/۱۴^{g}	۵^{bc}	۱۳/۲^{ef}	۹۳/۲^{a}
Kin (۵) + NAA (۰/۲)	۱/۶۸$^{b-f}$	۱/۵^{efg}	۵^{cbc}	۶۴/۴$^{a-f}$	۷۳^{a}
Kin (۵) + NAA (۰/۵)	۱/۳$^{c-g}$	۰/۷^{fg}	۶/۷^{abc}	۶۶/۴$^{a-d}$	۱۰۰^{a}
Kin (۵) + NAA (۱)	۰^{g}	۰^{g}	۷/۵۸^{abc}	۰^{f}	۹۳/۲^{a}
Kin (۶) + NAA (۰/۲)	۲/۳^{bcd}	۱/۶^{efg}	۰^{d}	۸۶/۴^{ab}	۰^{b}
Kin (۶) + NAA (۰/۵)	۰^{g}	۰^{g}	۵/۷^{abc}	۰^{f}	۶۶^{a}
Kin (۶) + NAA (۱)	۰^{g}	۰^{g}	۵/۵^{abc}	۰^{f}	۶۶^{a}

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح ۱% فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

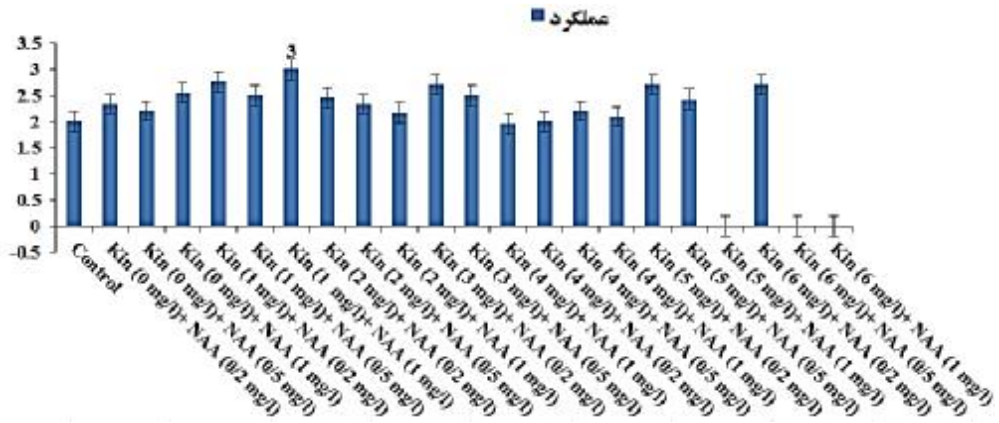
نتایج تجزیه واریانس مشاهدات مربوط به کشت تک‌گره حاکی از معنی‌دار شدن اثر تنظیم‌کننده‌های رشد Kin و NAA بر میانگین صفات باززایی، ریشه‌زایی، طول ریشه، طول ساقه، تعداد میانگره و وزن میوه در سطح احتمال ۱% بود (جدول ۲).

با توجه به نتایج به‌دست آمده مشاهده شد که بیشترین طول ریشه مربوط به تیمار ۱ میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر NAA بود. هم‌چنین، در محیط‌های حاوی فقط NAA، با افزایش غلظت، مقدار طول ریشه همراه با افزایش میزان ریشه‌زایی افزایش یافت که با مطالعات دیگر مبنی بر اثر اکسین‌هایی نظیر NAA بر افزایش میزان طول ریشه مشابه بود (۱۵). هم‌چنین، کمترین طول ریشه مربوط به تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر Kin بود که نشان داد مقادیر زیاد سیتوکینین‌هایی نظیر Kin بر میزان ریشه‌زایی و به‌دنبال آن طول ریشه اثر بازدارنده دارند.

جدول ۲. تجزیه واریانس مشاهدات مربوط به برخی صفات گوجه‌فرنگی آزمایش شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		درصد ریشه‌زایی	درصد باززایی	طول ریشه	طول ساقه	تعداد میانگره	وزن میوه
تیمار	۲۱	۲۳۵۳/۴۸**	۵۰۳۳/۱۱**	۱۷/۲۱**	۱۶/۳۹**	۱۰/۸**	۲/۳۴**
خطای آزمایش	۱۰۹	۴۵۰	۶۱۷/۰۷	۴/۲۴	۱/۴۵	۰/۶۸	۰/۱۲
ضریب تغییرات (%)		۲۵/۶۹	۵۳/۱۷	۳۹/۷۱	۶۴/۲۲	۵۰/۴۸	۱۷/۰۶

**: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱%



شکل ۱. مقایسه میانگین عملکرد بوته‌های حاصل از کشت بافت و شاهد براساس توزین میوه‌های هر بوته

بیشترین طول ساقه و تعداد میانگره، که دو صفت وابسته به هم می‌باشند، مربوط به تیمار یک میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه یک میلی‌گرم در لیتر NAA بود که مؤید نقش سیتوکینین‌هایی نظیر Kin بر میزان باززایی و به‌دنبال آن میزان طول ساقه و تعداد میانگره بود و با نتایج استفاده از سایر ریزنمونه‌های کشت شده در این ترکیب از تنظیم‌کننده رشد نیز مشابه بود (۱۵).

در مجموع، بهترین محیط برای ریزازدیادی این گیاه، با در نظر گرفتن بیشترین طول ساقه و تعداد میانگره، محیط کشت MS غنی‌سازی شده با یک میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه یک میلی‌گرم در لیتر NAA بود. خصوصیت متمایز این ترکیب محیط کشت نسبت به سایر ترکیبات آزمایش شده در تحقیقات دیگر این بود که در این ترکیب به‌طور هم‌زمان میزان ریشه‌زایی و باززایی حداکثر بود و سبب کاهش زمان یک ماهه در هر دوره کشت به‌دلیل عدم نیاز به انتقال گیاهچه‌های ریشه‌دار نشده به محیط ریشه‌زایی شد که به تبع آن از اتلاف وقت و هزینه اضافه برای تهیه محیط کشت جدید ممانعت به عمل آمد.

در این تحقیق، میزان عملکرد گیاهان حاصل از کشت بافت گوجه‌فرنگی گیلاسی، که ریزنمونه‌های مربوطه در محیط کشت‌های حاوی غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد Kin و NAA کشت شده بودند، از طریق توزین میوه‌های هر بوته ثبت شد. نتایج حاصل حاکی از معنی‌دار شدن اثر تنظیم‌کننده‌های رشد Kin و NAA بر میانگین وزن میوه‌های هر بوته در سطح احتمال ۱% بود (جدول ۲). نتایج این پژوهش نشان داد که گیاهان حاصل از ریزنمونه‌های کشت شده در محیط کشت MS حاوی یک میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه یک میلی‌گرم در لیتر NAA بیشترین میزان عملکرد (۳ کیلوگرم) را دارا بودند که این میزان عملکرد در مقایسه با وزن میوه‌های حاصل از تیمار شاهد بیشتر بود و نشان‌دهنده تأثیر مثبت این

دسته از تیمارها بر افزایش عملکرد این گیاه بود (شکل ۱). این نتایج از نتایج به‌دست آمده در مورد بیشترین طول ساقه و بیشترین تعداد میانگره که مربوط به همین تیمار بود، قابل پیش‌بینی بود.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به منظور بهینه‌سازی انتخاب محیط کشت برای ریزازدیادی گیاه گوجه‌فرنگی گیلاسی از طریق تکنیک کشت تک‌گره انجام گرفت. در مجموع، بهترین محیط برای ریزازدیادی این گیاه، با در نظر گرفتن طول ساقه و تعداد میانگره، محیط کشت MS غنی‌سازی شده با یک میلی‌گرم در لیتر Kin به همراه یک میلی‌گرم در لیتر NAA بود. نتایج این پژوهش نشان داد که گیاهان حاصل از ریزنمونه‌های کشت شده این محیط کشت MS بیشترین عملکرد را داشتند. این عملکرد بیشتر از وزن میوه‌های حاصل از تیمار شاهد بود.

سپاسگزاری

این پژوهش در پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه مرکزی کشور انجام گرفت. از مدیریت محترم و هم‌چنین عوامل اجرایی پژوهشکده مذبور، به‌ویژه خانم مهندس مرادی، به پاس همکاری و فراهم نمودن امکان انجام این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع مورد استفاده

1. Bhatia, P. 2003. Regeneration, micropropagation and somatic embryogenesis in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). PhD Thesis, Central Queensland University.
2. Bhatia, P. 2008. Improving the quality of *in vitro* cultured shoots of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Red coat). Biotechnol. 7(2): 188-193.
3. Bhatia, P. and N. Ashwath. 2004. Comparative performance of micropropagated and seed-grown tomato plants. Biol. Plantarum 48(4): 625-628.
4. Bhatia, P., N. Ashwath and D. Midmore. 2005. Effects of genotype, explant orientation, and wounding on shoot regeneration in tomato. In Vitro Cell Dev. Biol. Plant. 41(4): 457-464.
5. Bhatia, P., N. Ashwath, T. Senaratna and D. Midmore. 2004. Tissue culture studies of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Plant Cell, Tissue Organ Cult. 78(1): 1-21.
6. Chaudhry, Z. 2004. Regeneration from various explants of *in vitro* seedling of tomato (*Lycopersicon esculentum* L., cv. Roma). Pak. J. Biol Sci. 7(2): 269-272.
7. El-Bakry, A. 2002. Effect of genotype, growth regulators, carbon source, and pH on shoot induction and plant regeneration in tomoto. In Vitro Cell Dev. Biol. Plant. 38(5): 501-507.
8. Gallo, M., F. Ciccarese and M. Jaupi. 2012. Resistance in lycopersicon esculentum var. Cerasiforme to cladosporium fulvum. Acta Hort. 1: 77-82.
9. Gamborg, O.L., T. Murashige, T.A. Thorpe and I.K. Vasil. 1976. Plant tissue culture media. In Vitro 12(7): 473-478.
10. Gamburg, K.Z. and L.A. Semenova. 1977. Clonal propagation, flowering and fruiting of tomato *in vitro*. Acta Hort. 447: 147-148.
11. Georgiady, M.S., R.W. Whitkus and E.M. Lord. 2002. Genetic analysis of traits distinguishing outcrossing and self-pollinating forms of currant tomato, lycopersicon pimpinellifolium (Jusl.) Mill. Genetics 161(1): 333-344.
12. Gómez, P., M.Á. Ferrer, J.P. Fernández-Trujillo, A. Calderón, F. Artés, M. Egea-Cortines and J. Weiss. 2009. Structural changes, chemical composition and antioxidant activity of cherry tomato fruits (cv. Micro-tom) stored under optimal and chilling conditions. J. Sci. Food Agric. 89(9): 1543-1551.
13. Gubis, J., Z. Lajchova, J. Frago and Z. Jurekova. 2004. Effect of growth regulators on shoot induction and plant regeneration in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Biol., Bratislava 59(3): 405-408.
14. Huang, L. and Y. Li. 2005. Analysis of nutrient components in cherry tomato fruit. Chinese Agric. Sci. Bull. 21(10): 91-92.
15. Lenucci, M.S., D. Cadinu, M. Taurino, G. Piro and G. Dalessandro. 2006. Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars. J. Agric. Food Chem. 54(7): 2606-2613.
16. Leonardi, C., P. Ambrosino, F. Esposito and V. Fogliano. 2000. Antioxidative activity and carotenoid and tomatine

contents in different typologies of fresh consumption tomatoes. J. Agric. Food Chem. 48(10): 4723-4727.
17. Majd, A., S. Poor Mohammad Fatali and M. Mirzaei. 2010. Study effects of some plant growth regulators on somatic embryogenesis and its histological stages in tomato (*Lycopersicum esculentum* L. var. Y). J. Plant Sci. Res. 20: 49-56.
18. Matas, A.J., E.D. Cobb, D.J. Paolillo and K.J. Niklas. 2004. Crack resistance in cherry tomato fruit correlates with cuticular membrane thickness. HortSci. 39(6): 1354-1358.
19. Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plantarum 15(3): 473-497.
20. Pratta, G.R., R. Zorzoli, L.A. Picardi, and E.M. Valle. 2006. Variability for the in vitro culture response in tomato recombinant inbred lines. Biol. Plantarum 50(3): 421-424.
21. Qu, X.Y. and Q.H. Zhou. 2006. A study on tissue culture and rapid propagation of cherry tomato. Acta Agric Univ. Jiang. 28(6): 962-964.
22. Rosales, M.A., J.M. Ruiz, J. Hernández, T. Soriano, N. Castilla and L. Romero. 2006. Antioxidant content and ascorbate metabolism in cherry tomato exocarp in relation to temperature and solar radiation. J. Sci. Food Agric. 86(10): 1545-1551.
23. Sheeja, T.E., A.B. Mondal and R.K.S. Rathore. 2004. Efficient plantlet regeneration in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Plant Tissue Cult. 14(1): 45-53.
24. Vinoth, S., P. Gurusaravanan and N. Jayabalan. 2012. Effect of seaweed extracts and plant growth regulators on high-frequency in vitro mass propagation of lycopersicon esculentum L (tomato) through double cotyledonary nodal explant. J. Appl. Phycol. 24(5): 1329-1337.