

اثر ۶- بنزیل آمینوپورین و سایکوسل بر تولید ریزغده در دو رقم سیب زمینی در شرایط درون شیشه‌ای

حمیدرضا روستا^{۱*}، سمیرا وزیری نسب^۲ و محمود رقاهی^۳

۱، ۲ و ۳. دانشیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۲۵ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۵/۴)

چکیده

به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف ۶-بنزیل آمینوپورین (BAP) و سایکوسل (CCC) بر تولید ریزغده (میکروتیوبر) در دو رقم سیب زمینی در شرایط درون شیشه‌ای، آزمایشی به صورت فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل BAP در ۴ غلظت صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر، CCC در ۴ غلظت صفر، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و رقم سیب زمینی در دو سطح (سانته^۱ و آریندا^۲) بود. نتایج نشان داد که بهترین رقم برای تولید ریزغده رقم آریندا و بهترین ترکیب تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی از نظر تعداد ریزغده، غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر BAP+۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر CCC بود. اگرچه بیشترین عملکرد ریزغده در غلظت ۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP و بدون حضور CCC به دست آمد. وزن خشک و قطر غده در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر BAP و بدون حضور CCC به بیشترین مقدار خود رسید. از سوی دیگر عملکرد و تعداد ریزغده بالا و اندازه بزرگ‌تر آن‌ها که ناشی از تیمار BAP و CCC بود، با کاهش طول شاخساره و ریشه همراه بود.

واژه‌های کلیدی: ریزغده، BAP (۶- بنزیل آمینوپورین)، CCC (سایکوسل).

مقدمه

در سیستم‌های مرسوم و سنتی عمدتاً برای تکثیر و تولید سیب زمینی از غده‌های بذری استفاده می‌شود، این روش تکثیر معایبی از قبیل سرعت تکثیر پایین، بازدهی کم و خطر انتقال بیماری‌ها دارد (Struik & Wiersema, 1999). از سوی دیگر حدود ۱۵ درصد از سطح زیر کشت سیب زمینی دنیا برای تولید غده‌های بذری به شیوه سنتی صرف می‌شود (FAO, 2000). غده بذری یکی از عوامل بسیار مهمی است که در خواص کمی و کیفی تولید سیب زمینی نقش مؤثری دارد. غده‌های بذری سالم و مناسب علاوه بر افزایش کمی به میزان شایان توجهی در کاهش ضایعات محصول مؤثرند، بنابراین با توجه به اهمیت آن لازم است راهکارهای مناسب به منظور دستیابی به غده بذری بیشتر با کیفیت بهتر به کار گرفته شود.

کشت سیب زمینی در ایران از دو قرن پیش مرسوم شده و به تدریج توسعه یافته است، به طوری که اوایل دهه ۱۳۴۰، سطح زیر کشت این محصول ۲۰ هزار هکتار بوده است ولی در طول سه دهه اخیر سیب زمینی جایگاه ویژه‌ای در الگوی تغذیه مردم کشور پیدا کرده و موجب توسعه سطح زیر کشت محصول تا حدود ۱۴۶ هزار هکتار با متوسط عملکرد غده ۲۹/۴ تن در هکتار شده است. با توجه به سطح زیر کشت سیب زمینی در کشور که حدود ۱۴۶ هزار هکتار و متوسط نیاز بذری هر هکتار سه تن است، به طور متوسط نیاز بذری سالیانه کشور در حدود ۴۵۰ هزار تن سیب زمینی بذری است (Dashtban & Laei, 1997).

از ویروس در محیط کشت مایع یا جامد است که از هر گره یک میکروغده تولید می‌شود. اساس بیولوژیکی برای غده‌زایی و تولید ریزغده در شرایط درون‌شیشه‌ای عبارت است از: ساکارز بالا، استفاده از هورمون سیتوکینین، القای روز کوتاه یا تاریکی مطلق، دمای پایین یا استفاده از ضد جیبرلین‌هایی نظیر کلروکولین کلراید (سایکوسل) (Leclerc *et al.*, 1994). در پژوهشی در استفاده از ریزغده‌ها برای کاشت مستقیم در مزرعه نشان داده شد که گیاهان حاصل از ریزغده رشد بهتری داشتند و ۷ روز زودتر از بذرهای رایج استفاده‌شده، غده تشکیل دادند و وزن تازه غده هم بیشتر بود با وجود این محدودیت‌های خاص خودشان را داشتند (Kawakami *et al.*, 2003).

نوع رقم استفاده‌شده در هدف تولید ریزغده مؤثر است. ارقام سیب‌زمینی از نظر تعداد، وزن و اندازه غده تولیدی با همدیگر متفاوت‌اند. بعضی تعداد غده کم با اندازه بزرگ و بعضی تعداد غده زیاد با اندازه کوچک تولید می‌کنند (Rolot *et al.*, 2002). حتی واکنش ارقام به تولید غده در کشت بافت متفاوت است. بعضی ارقام در کشت درون‌شیشه‌ای واکنش خوبی دارند و تعداد غده مطلوب با اندازه مناسب می‌دهند. از طرفی برخی ارقام واکنش مناسبی به تولید ریزغده در کشت درون‌شیشه‌ای نداشته‌اند (Nistor *et al.*, 2010).

تنظیم‌کننده‌های رشدی نظیر سیتوکینین‌ها از جمله BAP و کینتین، اکسین‌ها از جمله NAA و یا کندکننده‌های رشدی نظیر آلا، آنسیمیدول، سایکوسل و کومارینو فلوریدون در غده‌زایی در شرایط درون‌شیشه‌ای نقش دارند (Donnelly *et al.*, 2003). استفاده از سیتوکینین خارجی در محیط غده‌زایی در کشت بافت سبب تحریک غده‌زایی و رشد غده شد، هرچند که بسته به رقم آزمایش‌شده گاهی ممکن است کاربرد خارجی سیتوکینین‌ها در برخی ارقام فقط سبب رشد غده شود. در پژوهشی با بررسی اثر مقدار ساکارز و BAP بر القای غده‌زایی در رقم سانت^۱ در کشت بافت مشاهده شد که افزایش ساکارز و BAP منجر به هدایت الگوی رشد و تمایز جوانه به سمت تشکیل ریزغده می‌شود. با اینکه بالاترین وزن تر ریزغده‌ها در محیط BAP ۵ میلی‌گرم بر لیتر و ساکارز ۶۰ گرم بر لیتر وجود

برای تکثیر جنسی سیب‌زمینی می‌توان از بذر حقیقی استفاده کرد (Akita & Takayama, 1994). در مقایسه با غده‌های بذری، بذور حقیقی مشکلاتی از جمله شرایط ویژه برای جوانه‌زنی بذر، کم‌بودن قدرت گیاهچه، توسعه اولیه ضعیف گیاه، کوچک‌بودن غده‌های تولیدشده و تفاوت ژنتیکی بین گیاهچه‌ها دارند (Struik & Wiersema, 1999). البته استفاده از بذور حقیقی زیاد کاربرد ندارد و به‌منظور جایگزینی گیاهانی که سلامت خود را از دست داده‌اند و نیز برای ایجاد ارقام جدید استفاده می‌شود (Sharma *et al.*, 1998). استفاده از غده‌های بذری برای کشت نیز مشکلاتی دارد، از جمله اینکه این غده‌های بذری می‌توانند ناقل انواع بیماری‌ها و آفت‌ها باشند که این عوامل موجب کاهش وزن غده‌های بذری و کیفیت آن‌ها می‌شود. در واقع غده بذری منبع اصلی آلودگی است و می‌تواند سبب شیوع آفت‌ها و بیماری‌ها شود. بنابراین، آفت‌ها و بیماری‌ها از نسلی به نسل دیگر توسط تکثیر غیرجنسی منتقل می‌شوند و شیوع پیدا می‌کنند. در شرایط طبیعی کشت، حدود ۲۵ ویروس و یک ویروئید سیب‌زمینی را آلوده می‌سازند که از این ویروس‌ها، ویروس‌های S، A، Y و X در آلوده‌سازی سیب‌زمینی تأثیر بیشتری دارند. تقریباً تمام غده‌های بذری استفاده‌شده برای کاشت آلودگی ویروسی دارند. استفاده از بذرهای با کیفیت مطلوب و عاری از ویروس مانند بذر مادری در شروع تولید غده بذری، شرط موفقیت تولید غده بذری سالم است. برای تهیه غده‌های عاری از ویروس باید اقدام به تهیه گیاه مادری عاری از ویروس کرد (Struik & Wiersema, 1999). یکی از روش‌ها برای تولید بذر سیب‌زمینی گواهی‌شده و عاری از ویروس، استفاده از کشت بافت است که با این روش می‌توان در تمام طول سال غده بذری باکیفیت تولید کرد. ریزغده (میکروتیوبر) سیب‌زمینی برای اولین بار در اواسط دهه ۱۹۵۰ به روش کشت بافت تولید شد. ریزغده‌ها ساختارهای در حال رکودی هستند که برای شکستن رکودشان، آن‌ها را در کیسه‌های پلی‌اتیلن سوراخ‌دار در شرایط خشک و تاریک و در دمای ۵-۶ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳-۴ ماه نگهداری می‌کنند. محدوده وزنی ریزغده‌ها بین ۱-۲/۰ گرم است. رایج‌ترین روش تولید ریزغده استفاده از کشت تک‌گره گیاه عاری

۳، ۶، ۹ و ۱۲ درصد بهترین نتیجه در محیط دارای مقادیر ۶ درصد ساکارز و BAP به دست آمد. افزودن ساکارز به میزان ۸ درصد با توقف طویل شدن شاخه‌ها و متورم شدن ناحیه زیر رأسی هر یک از شاخه‌ها همراه بود. یافته‌ها در یک آزمایش نشان داد که دامینوزاید سبب مهار رشد ریزغده‌ها شد در حالی که CCC موجب توسعه غده‌زایی و کاهش ارتفاع گیاهان در شرایط کشت بافت شد (Vreugdenhil, 2007).

بنابراین، این آزمایش به منظور شناسایی مؤثرترین غلظت ۶-بنزیل آمینوپورین (BAP) و سایکوسل (CCC) برای تولید ریزغده در دو رقم سیب‌زمینی در شرایط کشت بافت، اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف بررسی اثر ۶- بنزیل آمینوپورین و سایکوسل بر تولید ریزغده در دو رقم سیب‌زمینی در شرایط درون‌شیشه‌ای در آزمایشگاه کشت بافت دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر^(عج) رفسنجان انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل با ۳ فاکتور BAP، CCC و رقم، و طرح پایه کاملاً تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. تیمارها شامل کاربرد برگی ۴ غلظت ۶-بنزیل آمینوپورین (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر) و ۴ غلظت سایکوسل (۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بر روی دو رقم سیب‌زمینی (سانته و آریندا) بود.

بهترین مواد گیاهی‌ای که برای تهیه ریزغده در شرایط درون‌شیشه‌ای استفاده می‌شوند گیاهچه‌های عاری از ویروس حاصل از کشت مریستم‌اند (Sanchez *et al.*, 1991). در این آزمایش برای رقم آریندا از مینی‌تیوبرهای عاری از ویروس و برای رقم سانته از گیاهچه‌های درون‌شیشه‌ای حاصل از کشت مریستم تهیه‌شده از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج استفاده شد. محیط کشت پایه MS استفاده‌شده در این آزمایش در جدول ۱ آمده است.

در مرحله اول محیط کشت برای بازایی نمونه‌های گیاهی تهیه شد. برای انجام این کار از محیط کشت پایه MS استفاده شد. به ترتیب از ویتامین‌های نیکوتینیک اسید و پیرووکسین ۰/۵ میلی‌لیتر، تیامین ۰/۱ میلی‌لیتر، گلاسیسین ۲ میلی‌لیتر و میواینوزیتول ۱۰۰ میلی‌گرم در

داشت، محیط کشت دارای ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر BAP و ۸۰ گرم بر لیتر ساکارز از برتری‌های نسبی بیشتری برای تکثیر ریزغده‌ها برخوردار بود. این برتری‌ها عبارت بودند از: خفتگی ریزغده‌ها در محیط القایی طولانی و بین ۳ تا ۴ ماه بود که از نظر انبارداری اهمیت زیادی دارد. در این تیمار ریزغده‌ها با وجود وزن و ابعاد کمتر، از سلامت بیشتری برخوردار بودند و میزان ازدست‌دهی آب آن‌ها کمتر و میزان ماده‌سازی در آن‌ها در مقایسه با دیگر تیمارها بیشتر بود (Ebadi & Iranbakhsh, 1999).

در آزمایشی استفاده از BAP به میزان ۵ میلی‌گرم بر لیتر و ساکارز ۸ درصد سبب القای غده‌زایی و افزایش تعداد ریزغده در دو رقم سیب‌زمینی دیامونت^۱ و ردنورلند^۲ شد و افزایش BAP به مقدار ۶ میلی‌گرم بر لیتر و کاهش ساکارز به ۷ درصد سبب افزایش وزن ریزغده رقم دیامونت شد. در رقم ردنورلند استفاده از کینتین به مقدار ۲ میلی‌گرم بر لیتر و ساکارز به میزان ۶ درصد بهترین نتیجه را از نظر القای غده‌زایی، وزن و تعداد ریزغده داشت (Aslam & Iqbal, 2010).

بررسی اثر کینتین و BAP بر روی تولید ریزغده در دو رقم دیامونت و آریندا در کشت بافت نشان داد که در محیط کشت پایه MS با میزان ۸ گرم بر لیتر آگار و ۸۰ گرم بر لیتر ساکارز در ۴ غلظت از کینتین و BAP (۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۱ میلی‌گرم بر لیتر)، کینتین سبب افزایش تعداد ریزغده به‌ویژه در رقم دیامونت شد که این بیانگر اثر آن بر روی القای غده‌زایی بود. BAP به‌ویژه در غلظت‌های ۰/۷۵ و ۱ میلی‌گرم بر لیتر سبب افزایش اندازه و وزن ریزغده‌ها در هر دو رقم شد (Aryakia & Hamidoghli, 2010).

Tovar *et al.* (1985) محیط مناسب برای تکثیر گیاهان مادری را MS دارای ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP و ۰/۴ میلی‌گرم بر لیتر GA₃ و ۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر NAA و محیط مناسب برای القای غده‌زایی را MS حاوی ۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر CCC و ساکارز ۸ درصد بیان کردند. با بررسی محیط‌های غده‌زایی در کشت بافت دارای مقادیر ساکارز

1. Diamont
2. Red norland

به کشت داخل محیط کشت تهیه شده برای باززایی شدند. بعد از انجام عمل کشت، نمونه‌ها به اتاق رشد منتقل شدند. برای رقم سانتی نیاز به ضدعفونی کردن گیاهچه‌های درون شیشه‌ای نبود. برای باززایی گیاهچه‌ها در زیر هود در شرایط کاملاً استریل از آن‌ها قلمه گرفته شد و داخل محیط کشت باززایی کشت شدند. عمل باززایی نمونه‌ها در دو رقم چندین مرتبه تکرار شد. در مرحله بعدی نمونه‌های حاصل از باززایی به داخل محیط کشت مورد نظر برای تولید ریزغده منتقل شدند و در هر ظرف کشت، ۴ تک‌گره کشت شد و برای هر تیمار ۴ تکرار در نظر گرفته شد (Naik & Karihaloo, 2007).

نمونه‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و شدت نور ۵ هزار لوکس و طول روز ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در اتاق رشد به مدت ۳ الی ۴ هفته نگهداری شدند. این مرحله چندین مرتبه تکرار شد (Naik & Karihaloo, 2007). در مرحله دوم برای تولید ریزغده شرایط به این صورت بود: شرایط تاریکی کامل و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و بسته به رقم به مدت ۶۰ الی ۷۰ روز در اتاق رشد نگهداری شدند.

برداشت ریزغده‌ها در یک مرحله و بسته به رقم حدود ۶۰ الی ۷۰ روز بعد از کشت نمونه‌ها انجام شد. پارامترهای رویشی که در این آزمایش ارزیابی شد عبارت بودند از: تعداد، اندازه، وزن تازه ریزغده‌ها، وزن خشک ریزغده‌ها، طول ریشه، طول شاخساره، وزن تر کل (ریشه و شاخساره)، وزن خشک کل، تعداد چشم بر روی غده، تعداد استولون و عملکرد ریزغده. اندازه ریزغده‌ها با استفاده از کولیس برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. طول ریشه و شاخساره هم با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. وزن تر و خشک ریزغده‌ها و شاخساره با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۰۱ اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک ابتدا نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس وزن شدند.

تجزیه واریانس داده‌های آماری حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و ترسیم نمودارها نیز توسط نرم‌افزار Sigma Plot 12 انجام گرفت. مقایسه بین میانگین تیمارها در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن صورت پذیرفت.

لیتر استفاده شد. میزان ساکارز ۳۰ گرم بر لیتر بود. میزان هورمون‌های اکسین و بنزین آدنین به ترتیب عبارت بودند از میزان ۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر NAA و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر BA و غلظت آگاری که استفاده شد ۸ گرم بر لیتر بود (Naik & Karihaloo, 2007).

مرحله دوم، محیط کشت برای تولید ریزغده تهیه شد، برای ساخت محیط کشت از محیط کشت پایه MS استفاده شد. میزان هورمون‌های BAP در چهار سطح ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و CCC نیز در چهار سطح ۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و میزان ساکارز ۸۰ گرم بر لیتر استفاده شد. محیط کشت به صورت نیمه‌جامد حاوی ۶ گرم بر لیتر آگار بود.

بعد از تهیه، محیط کشت داخل ظروف کشت شیشه‌ای ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد (داخل هر ظرف ۴۰ میلی‌لیتر) و سپس به همراه آب دوبار تقطیر و وسایل مورد نیاز در اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۰ دقیقه استریل شد. سپس ظروف حاوی محیط کشت به زیر هود لامینار منتقل شدند (Naik & Karihaloo, 2007).

در مرحله اول برای رقم آریندا ابتدا مینی‌تیوپرها در سیستم هیدروپونیک در محیط استریل شده (پرلایت) کشت شدند، بعد از یک ماه از کاشت غده‌ها اقدام به گرفتن تک‌گره (قلمه ساقه) از گیاهان شد. پس از تهیه نمونه‌های گیاهی و قطعه‌قطعه کردن آن‌ها به اندازه مناسب (قلمه ساقه تک‌گره‌هایی که یک جوانه داشتند و بدون برگ بودند و از ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر پایین جوانه و حدود ۰/۵ سانتی‌متری بالای جوانه بریده شدند) نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه زیر آب جاری قرار داده و سپس با مایع ظرفشویی شسته شدند. پس از شست‌وشو و آبکشی، نمونه‌ها برای مراحل بعدی استریل و کاشت زیر هود منتقل شدند.

برای ضدعفونی کردن نمونه‌ها از الکل ۷۰ درصد و هیپوکلرید سدیم ۲۵ درصد استفاده شد، به این صورت که ابتدا نمونه‌ها به مدت ۱ دقیقه در الکل ۷۰ درصد شسته شدند، سپس به مدت ۱۰ دقیقه در هیپوکلرید سدیم ۲۵ درصد قرار گرفتند و بعد از آن ۳ بار با آب استریل شده هر بار به مدت ۳ دقیقه شست‌وشو شدند. سپس برای گرفتن آب نمونه‌ها آن‌ها را روی یک دستمال کاملاً استریل شده قرار داده و پس از آن اقدام

جدول ۱. محیط کشت موراشیگ و اسکوک

شمارهٔ محلول پایه	مواد شیمیایی	غلظت محلول پایه (گرم بر لیتر)	مقدار استفاده شده بر حسب میلی لیتر	غلظت نهایی (میلی گرم بر لیتر)
MS ₁	NH ₄ NO ₃	۸۲/۵	۲۰	۱۶۵۰/۰
	KNO ₃	۹۵/۰		۱۹۰۰/۰
MS ₂	MgSO ₄ .7H ₂ O	۳۷/۰	۱۰	۳۷۰/۰
	MnSO ₄ .4H ₂ O	۲/۲۳		۲۲/۳
	ZnSO ₄ .4H ₂ O	۰/۸۶		۸/۶
	CuSO ₄ .5H ₂ O	۰/۰۰۲۵		۰/۰۲۵
MS ₃	CaCl ₂ .2H ₂ O	۴۴/۰	۱۰	۴۴۰/۰
	KI	۰/۰۸۳		۰/۸۳
	CoCl ₂ .6H ₂ O	۰/۰۰۲۵		۰/۰۲۵
MS ₄	KH ₂ PO ₄	۱۷/۰	۱۰	۱۷۰/۰
	H ₃ BO ₃	۰/۰۶۲		۶/۲
	Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	۰/۰۲۵		۰/۲۵
MS ₅	Na ₂ EDTA	۳/۷۲۴	۱۰	۳۷/۲۵
	FeSO ₄ .7H ₂ O	۲/۷۸۴		۲۷/۸۵

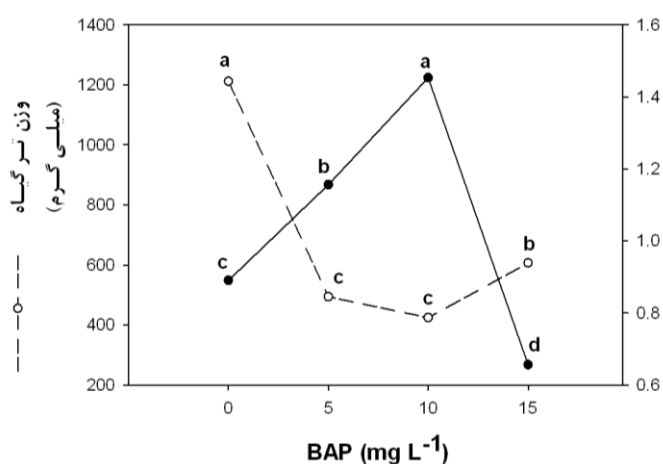
نتایج

پارامترهای رویشی

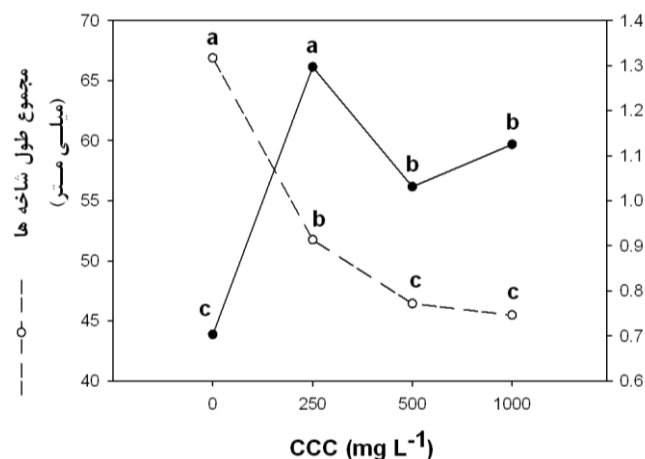
به شدت کاهش پیدا کرده و کمترین تعداد غده (۰/۶۵) را در این غلظت داشته است. هرچه غلظت BAP از صفر به ۵ و سپس به ۱۰ میلی گرم بر لیتر افزایش می یابد وزن تر گیاه کاهش می یابد و کمترین وزن تر گیاه (۴۲۴/۶۹ میلی گرم) مربوط به BAP در غلظت ۱۰ میلی گرم بر لیتر است که با وزن تر گیاه در غلظت ۵ میلی گرم بر لیتر BAP تفاوت معناداری ندارد. ولی پس از آن در غلظت ۱۵ میلی گرم بر لیتر BAP وزن تر گیاه دوباره افزایش می یابد. به طور کلی، از شکل ۱ چنین استنباط می شود که هرچه تعداد غده زیاد می شود وزن تر گیاه کاهش می یابد.

زمانی که غلظت CCC از صفر به ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر افزایش یافت تعداد غده نیز افزایش پیدا کرد به طوری که گیاهان تیمار شده با CCC در غلظت ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر بیشترین تعداد غده (۱/۲۹) را داشت ولی پس از آن تعداد غده در غلظت ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر CCC تا اندازه ای کاهش نشان داد (شکل ۲). شکل ۲ همچنین نشان می دهد که هرچه غلظت CCC از صفر به ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر افزایش یابد مجموع طول شاخه ها کاهش می یابد و کمترین طول شاخساره (۴۵/۴۸ میلی متر) مربوط به CCC در غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر است که البته با مقدار طول شاخساره در غلظت ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر CCC تفاوت معناداری ندارد. به طور کلی، از شکل ۲ چنین استنباط می شود که افزایش تعداد غده سبب کاهش طول شاخساره شده است.

نتایج تجزیهٔ واریانس داده ها نشان داد که اثر BAP، CCC و اثر متقابل آن ها بر تعداد غده، قطر غده، وزن تر و خشک گیاه و تعداد چشم در هر غده در سطح احتمال ۱ درصد معنادار شد (جدول ۲). براساس نتایج این آزمایش رقم آریندا نسبت به سانه به ۱۴/۵۸ درصد افزایش در تعداد غده نشان داد (جدول ۳). گیاهان تیمار شده با ۱۰ میلی گرم بر لیتر BAP و ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر CCC بیشترین تعداد غده را داشتند که نسبت به شاهد ۳۲۰/۹۳ درصد افزایش در تعداد غده نشان دادند و گیاهان تیمار شده با ۱۵ میلی گرم بر لیتر BAP و ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر CCC کمترین تعداد غده را داشتند (جدول ۴). از بررسی برهمکنش بین رقم و BAP مشخص شد که گیاهان تیمار شده با BAP با غلظت ۱۰ میلی گرم بر لیتر در رقم آریندا بالاترین تعداد غده را داشتند که نسبت به شاهد همان رقم ۸۶/۲۰ درصد افزایش در تعداد غده نشان دادند و تیمار BAP در غلظت ۱۵ میلی گرم بر لیتر در رقم آریندا پایین ترین تعداد غده را داشت (جدول ۵). با توجه به شکل ۱ هرچه غلظت BAP از صفر به ۵ و سپس به ۱۰ میلی گرم بر لیتر افزایش می یابد تعداد غده نیز افزایش می یابد به طوری که گیاهان تیمار شده با BAP در غلظت ۱۰ میلی گرم بر لیتر بیشترین تعداد غده (۱/۴۵) را داشتند ولی پس از آن تعداد غده در غلظت ۱۵ میلی گرم بر لیتر BAP



شکل ۱. اثر غلظت‌های مختلف BAP بر تعداد غده و وزن تر گیاه بدون در نظر گرفتن دیگر تیمارها
* حروف متفاوت نشانه اختلاف معنادار میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن است.



شکل ۲. اثر غلظت‌های مختلف CCC بر تعداد غده و مجموع طول شاخه‌ها بدون در نظر گرفتن سایر تیمارها
* حروف متفاوت نشانه اختلاف معنادار میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن است.

جدول ۲. خلاصه نتایج تجزیه واریانس پارامترهای رویشی (تعداد غده در هر گیاه، قطر کوچک و بزرگ غده، وزن تر و خشک گیاه و تعداد چشم در هر غده)

میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییرات
تعداد چشم در هر غده	وزن خشک گیاه	وزن تر گیاه	قطر بزرگ غده	قطر کوچک غده	تعداد غده در هر گیاه		
۸/۶۲**	۶۴۸۶۰۸/۹**	۱۲۴۰۴۴۰۹/۳**	۴۲/۴۹**	۴۱/۴۷**	۱۱/۳۲**	۳	۶- بنزیل آمینوپورین (BAP)
۸/۶۹**	۲۸۶۴۷/۱**	۱۱۱۶۵۵۳/۱**	۵/۴۶**	۵/۴۵**	۵/۹۷**	۳	سایکوسل (CCC)
۰/۷۴*	۴۵۴۸/۱*	۹۵۷۰۳/۱**	۱/۴۳**	۱/۴۷**	۰/۶۳*	۱	رقم
۱۴/۹۳**	۱۲۸۵۳۱/۱**	۶۷۰۷۰۹/۳**	۱۴/۶۰**	۱۵/۷۸**	۶/۹۴**	۹	BAP × CCC
۰/۷۹ ^{ns}	۱۹۳۱۱/۴**	۱۸۰۲۵۶/۳**	۱۴/۳**	۲/۸۰**	۲/۱۳**	۳	رقم × BAP
۵/۲۸**	۱۴۰۲۶/۱**	۸۰۴۰۳/۱**	۱/۴۷*	۱/۷۰**	۰/۶۶ ^{ns}	۳	رقم × CCC
۸/۲۴**	۳۴۲۶۳/۲**	۱۳۰۳۳۴/۳*	۴/۷۸**	۵/۳۲**	۱/۰۰ ^{ns}	۹	رقم × BAP × CCC
۱۷/۰۸	۶۴۰۹۱/۱	۵۸۶۹۵۰/۰	۱۲/۰۴	۱۱/۷۵	۸/۸	۹۶	خطا
۲۷/۴۴	۱۶/۰۴	۱۱/۴۲	۱۲/۷۱	۱۲/۸۸	۲۹/۲۹	-	ضریب تغییرات (CV)

ns, **, * به ترتیب نشانه معنادار بودن در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیرمعنادار بودن است.

جدول ۳. اثر رقم بر تعداد غده در هر گیاه، قطر کوچک و بزرگ غده، وزن تر و خشک گیاه و تعداد چشم در هر غده

رقم	تعداد غده در هر گیاه	قطر کوچک غده (میلی متر)	قطر بزرگ غده (میلی متر)	وزن تر گیاه (میلی گرم)	وزن خشک گیاه (میلی گرم)	تعداد چشم در هر غده
آریندا	۱/۱۰ ^a	۲/۸۲ ^a	۲/۸۹ ^a	۷۱۱/۵۶ ^a	۱۶۶/۹۵ ^a	۱/۶۱ ^a
سانته	۰/۹۶ ^b	۲/۶۰ ^b	۲/۶۷ ^b	۶۵۶/۸۸ ^b	۱۵۵/۰۳ ^b	۱/۴۶ ^b

* حروف متفاوت نشانه اختلاف معنادار میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن است.

جدول ۴. برهمکنش بین BAP و CCC بر تعداد غده در هر گیاه، قطر کوچک و بزرگ غده، وزن تر و خشک گیاه و تعداد چشم در هر غده

رقم	BAP (mg/L)	CCC (mg/L)	تعداد غده در هر گیاه	قطر کوچک غده (میلی متر)	قطر بزرگ غده (میلی متر)	وزن تر گیاه (میلی گرم)	وزن خشک گیاه (میلی گرم)	تعداد چشم در هر غده
۰	۰	۰	۰/۴۳ ^o	۱/۴۴ ^p	۱/۵۹ ^p	۱۱۳۶ ^c	۳۱۰/۳ ^a	۱/۲۰ ⁱ
۵	۲۵۰	۲۵۰	۱/۳۷ ^d	۲/۶۴ ^j	۲/۷۱ ^j	۱۲۸۰ ^b	۲۸۵/۶ ^b	۲/۱۳ ^c
۱۰	۵۰۰	۵۰۰	۱/۰۰ ⁱ	۲/۸۰ ^g	۲/۸۳ ^g	۱۳۶۸ ^a	۲۷۲/۴ ^c	۲/۰۸ ^d
۱۵	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۷۵ ^l	۲/۷۸ ^h	۲/۸۲ ^h	۱۰۶۳ ^d	۲۱۱/۳ ^e	۱/۹۳ ^e
۰	۰	۰	۱/۲۵ ^e	۲/۶۴ ^k	۲/۷۱ ^k	۴۶۹ ⁱ	۸۱/۵ ⁿ	۰/۹۰ ^o
۵	۲۵۰	۲۵۰	۱/۱۲ ^h	۳/۴۴ ^d	۳/۵۱ ^d	۴۵۹ ^k	۵۴/۸ ^p	۱/۳۷ ^j
۱۰	۵۰۰	۵۰۰	۱/۱۲ ^f	۳/۲۱ ^e	۳/۳۹ ^e	۶۶۰ ^f	۱۵۳/۴ ^g	۲/۳۱ ^b
۱۵	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱/۱۲ ^g	۲/۷۱ ⁱ	۲/۷۵ ⁱ	۳۸۹ ^o	۱۹۹/۰ ^j	۱/۳۷ ⁱ
۰	۰	۰	۰/۶۲ ^m	۳/۸۰ ^a	۳/۸۸ ^a	۴۲۴ ⁿ	۱۱۰/۱ ^k	۱/۵۰ ^g
۵	۲۵۰	۲۵۰	۱/۸۱ ^a	۳/۴۸ ^c	۳/۵۴ ^c	۳۸۳ ^p	۸۷/۰ ^m	۲/۴۵ ^a
۱۰	۵۰۰	۵۰۰	۱/۶۲ ^c	۳/۶۹ ^b	۳/۷۳ ^b	۴۵۰ ^l	۹۹/۸ ^l	۱/۵۰ ^h
۱۵	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱/۷۵ ^b	۲/۹۰ ^f	۲/۹۷ ^f	۴۴۳ ^m	۷۵/۰ ^o	۱/۲۵ ^k
۰	۰	۰	۰/۵۰ ⁿ	۲/۲۷ ^m	۲/۳۳ ^m	۴۶۹ ^j	۱۳۳/۶ ⁱ	۱/۱۲ ⁿ
۵	۲۵۰	۲۵۰	۰/۸۷ ^k	۲/۳۱ ^l	۲/۳۵ ^l	۴۷۸ ^b	۱۳۷/۳ ^h	۱/۶۲ ^f
۱۰	۵۰۰	۵۰۰	۰/۳۷ ^p	۱/۷۵ ⁿ	۱/۷۹ ⁿ	۹۰۱ ^e	۲۰۷/۶ ^f	۰/۶۲ ^p
۱۵	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۸۷ ^j	۱/۵۴ ^o	۱/۶۰ ^o	۵۷۹ ^g	۲۳۷/۵ ^d	۱/۱۸ ^m

* حروف متفاوت نشانه اختلاف معنادار میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن است.

جدول ۵. برهمکنش رقم و BAP بر تعداد غده، قطر کوچک و بزرگ غده، وزن تر و خشک گیاه و تعداد چشم در هر غده

رقم	BAP (mg/L)	تعداد غده در هر گیاه	قطر کوچک غده (میلی متر)	قطر بزرگ غده (میلی متر)	وزن تر گیاه (میلی گرم)	وزن خشک گیاه (میلی گرم)	تعداد چشم در هر غده
۰	۰	۰/۸۷ ^f	۲/۷۸ ^e	۲/۸۶ ^e	۱۲۴۱ ^a	۲۳۸/۱ ^a	۱/۸۶ ^a
۵	۲۵۰	۰/۹۰ ^e	۲/۰۶ ^f	۲/۱۲ ^f	۱۱۸۲ ^b	۲۵۶/۶ ^b	۱/۸۱ ^b
۱۰	۵۰۰	۱/۳۷ ^b	۲/۹۹ ^d	۳/۰۶ ^d	۵۷۶ ^e	۱۲۲/۵ ^e	۱/۷۰ ^d
۱۵	۱۰۰۰	۰/۹۳ ^d	۳/۰۰ ^c	۳/۱۲ ^c	۴۱۳ ^g	۸۱/۸ ^h	۱/۲۸ ^f
۰	۲۵۰	۱/۶۲ ^a	۳/۵۲ ^a	۳/۵۹ ^a	۴۴۶ ^f	۹۵/۵ ^f	۱/۷۲ ^c
۵	۵۰۰	۱/۲۸ ^c	۳/۴۱ ^b	۳/۴۷ ^b	۴۰۴ ^h	۹۰/۵ ^g	۱/۶۲ ^e
۱۰	۱۰۰۰	۰/۵۶ ^h	۱/۹۸ ^g	۲/۰۴ ^g	۵۸۳ ^d	۱۶۶/۷ ^d	۱/۱۵ ^g
۱۵	۱۰۰۰	۰/۷۵ ^g	۱/۹۵ ^h	۱/۹۹ ^h	۶۳۰ ^c	۱۹۱/۳ ^c	۱/۱۲ ^h

* حروف متفاوت نشانه اختلاف معنادار میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن است.

به سانته ۰/۲۲ میلی‌متر بیشتر بود. گیاهان تیمار شده با ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر BAP بدون حضور CCC بیشترین قطر بزرگ و قطر کوچک غده را داشتند به طوری که نسبت به

بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها رقم آریندا نسبت به سانته ۰/۲۲ میلی‌متر افزایش در قطر بزرگ غده نشان داد (جدول ۳). قطر کوچک غده رقم آریندا نیز نسبت

۱/۰۴ و ۱/۰۵ میلی‌متر افزایش نشان داد و گیاهان تیمار شده با BAP در غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر کمترین قطر بزرگ و قطر کوچک غده را نشان دادند و گیاهان تیمار شده با CCC در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بالاترین قطر بزرگ و قطر کوچک غده را داشتند و نسبت به شاهد به ترتیب ۰/۴ و ۰/۳۲ میلی‌متر افزایش قطر نشان دادند. نتایج مربوط به برهمکنش CCC و رقم نشان می‌دهد که گیاهان تیمار شده با CCC در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در رقم آریندا نسبت به شاهد همان رقم بالاترین قطر بزرگ و قطر کوچک غده را داشتند و CCC در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در رقم آریندا نسبت به شاهد کمترین قطر بزرگ و قطر کوچک را داشتند (جدول ۶).

شاهد به ترتیب ۲/۲۹ و ۲/۳۶ میلی‌متر افزایش در قطر بزرگ و قطر کوچک غده نشان دادند و گیاهان شاهد کمترین قطر بزرگ و قطر کوچک غده را داشتند (جدول ۴). گیاهان تیمار شده با BAP در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر در رقم آریندا بالاترین قطر بزرگ و قطر کوچک غده را داشتند که نسبت به شاهد همان رقم به ترتیب ۰/۷۳ و ۰/۷۴ میلی‌متر افزایش نشان داد و گیاهان تیمار شده با ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP در رقم سانته کمترین قطر بزرگ و قطر کوچک غده را داشتند (جدول ۵). با توجه به جدول‌های ۴ و ۵ گیاهان تیمار شده با BAP در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر بالاترین قطر بزرگ و قطر کوچک غده را داشتند و نسبت به شاهد به ترتیب

جدول ۶. برهمکنش رقم و CCC بر تعداد غده در هر گیاه، قطر کوچک و بزرگ غده، وزن تر و خشک گیاه و تعداد چشم در هر غده

CCC (mg/L)	رقم	تعداد غده در هر گیاه	قطر کوچک غده (میلی‌متر)	قطر بزرگ غده (میلی‌متر)	وزن تر گیاه (میلی‌گرم)	وزن خشک گیاه (میلی‌گرم)	تعداد چشم در هر غده
۰	آریندا	۰/۸۷ ^g	۲/۴۹ ^g	۲/۵۹ ^g	۶۳۵/۶ ^e	۱۶۰/۴ ^d	۱/۱۵ ^h
	سانته	۰/۵۳ ^h	۲/۵۸ ^f	۲/۶۶ ^f	۶۱۳/۱ ^f	۱۵۷/۳ ^f	۱/۲۱ ^g
۲۵۰	آریندا	۱/۳۷ ^a	۳/۰۰ ^b	۳/۰۷ ^b	۷۱۱/۹ ^c	۱۵۹/۲ ^e	۲/۳۲ ^a
	سانته	۱/۲۱ ^b	۲/۹۳ ^c	۲/۹۹ ^c	۵۸۷/۵ ^g	۱۲۳/۱ ^h	۱/۴۶ ^e
۵۰۰	آریندا	۱/۰۰ ^f	۳/۰۹ ^a	۳/۱۵ ^a	۸۴۱/۹ ^b	۱۷۴/۴ ^b	۱/۶۰ ^c
	سانته	۱/۰۶ ^d	۲/۶۳ ^e	۲/۷۲ ^e	۸۴۷/۵ ^a	۱۹۲/۳ ^a	۱/۶۵ ^b
۱۰۰۰	آریندا	۱/۱۸ ^c	۲/۶۹ ^d	۲/۷۴ ^d	۶۵۶/۹ ^d	۱۷۳/۸ ^c	۱/۳۷ ^f
	سانته	۱/۰۶ ^e	۲/۲۸ ^h	۲/۳۳ ^h	۵۷۹/۴ ^h	۱۴۷/۶ ^g	۱/۵۰ ^d

* حروف متفاوت نشانه اختلاف معنادار میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن است.

میلی‌گرم) بالاترین وزن خشک را داشتند و گیاهان تیمار شده با CCC در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر در رقم سانته کمترین وزن خشک را داشتند (جدول ۶).

رقم آریندا نسبت به سانته ۱۰/۲۷ درصد افزایش در تعداد چشم هر غده را نشان داد (جدول ۳). برهمکنش بین BAP و CCC نشان داد که گیاهان تیمار شده با ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر BAP و ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر CCC بیشترین تعداد چشم غده را داشتند که نسبت به شاهد ۱۰۴/۱۶ درصد افزایش در تعداد چشم غده را نشان دادند و گیاهان تیمار شده با BAP در غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و CCC در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کمترین تعداد چشم غده را داشتند (جدول ۴). نتایج مربوط به برهمکنش CCC و رقم نشان می‌دهد که

رقم آریندا نسبت به سانته به ترتیب ۷/۶۸ و ۸/۳۲ درصد افزایش در وزن خشک و تر گیاه را نشان داد (جدول ۳). برهمکنش بین BAP و CCC نشان داد که گیاهان تیمار شده بیشترین وزن خشک را داشتند و گیاهان تیمار شده با BAP در غلظت ۵ میلی‌گرم بر لیتر و CCC در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر کمترین وزن خشک را داشتند (جدول ۴). نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که گیاهان شاهد در رقم آریندا بالاترین وزن خشک را داشتند و گیاهان تیمار شده با ۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP در رقم سانته کمترین وزن خشک را داشتند. نتایج مربوط به برهمکنش CCC و رقم نشان می‌دهد که گیاهان تیمار شده با CCC در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در رقم سانته نسبت به شاهد همان رقم (۳۱/۸)

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر BAP، CCC و اثر متقابل آن‌ها بر وزن تر و خشک هر غده، عملکرد غده، طول شاخساره و ریشه و طول استولون در سطح احتمال ۱ درصد معنادار شد (جدول ۷).

گیاهان تیمار شده با CCC در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر در رقم آریندا نسبت به شاهد همان رقم افزایش (۱۰۱/۷۳ درصد) تعداد چشم غده را نشان دادند (جدول ۶).

جدول ۷. خلاصه نتایج تجزیه واریانس پارامترهای رویشی (وزن تر و خشک هر غده، عملکرد، طول شاخساره و ریشه و تعداد استولون)

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییرات
تعداد استولون	طول ریشه	طول شاخساره	عملکرد	وزن خشک هر غده	وزن تر هر غده	درجه آزادی		
۲۱/۸۴**	۷۵۶۰۷/۸**	۱۳۳۰۵/۹**	۶۲۹۵۲۵۵/۴**	۵۴۹۶۹/۲**	۲۵۰۶۶۲۸/۳**	۳	۶- بنزیل آمینوپورین (BAP)	
۲۳/۹۰**	۲۰۶/۴*	۹۳۸۶/۳**	۸۰۴۲۱۴/۰**	۳۲۰۶۸/۸**	۸۴۴۵۱/۳**	۳	سایکوسل (CCC)	
۶/۱۲**	۲۴۵/۱**	۴۱۵/۱**	۱۲۸۱۶۰۰/۵**	۱۹۸/۳ ^{ns}	۱۶۰۶۷۳/۶**	۱	رقم	
۷۸/۹۶**	۲۲۱۶۸/۷**	۴۳۷۸۵/۹**	۳۲۶۶۶۶۴/۲**	۱۳۲۲۰۱/۴**	۱۸۲۷۸۰۰/۴**	۹	BAP × CCC	
۱۵/۵۰**	۲۵۲/۱*	۵۶۳/۲**	۹۳۵۶۹۴/۱**	۲۹۷۰۴/۵**	۸۷۴۲/۷ ^{ns}	۳	رقم × BAP	
۱۰/۱۸**	۲۳۹/۷*	۵۰۷/۱*	۱۸۸۸۹۸/۰**	۲۳۰۲۵/۸**	۷۰۲۰۷/۸**	۳	رقم × CCC	
۲۸/۴۳**	۴۱۶/۲*	۱۹۸۲/۰**	۱۶۴۵۵۲۹/۰**	۱۱۵۹۶۴/۸**	۳۱۷۰۹۹/۱**	۹	رقم × BAP × CCC	
۹/۲۳	۲۱۳۰/۰	۴۱۷۲/۴	۶۹۱۲۹۵/۵	۱۱۷۰۹/۱	۱۵۶۷۳۷/۷	۹۶	خطا	
۲۰/۴۵	۱۳/۶۸	۱۲/۵۲	۱۷/۶۳	۲۰/۴۱	۹/۵۵	-	ضریب تغییرات (/CV)	

ns، **، *** به ترتیب نشانه معنادار بودن در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیرمعنادار بودن است.

میلی‌گرم افزایش وزن خشک غده نشان دادند. پایین‌ترین وزن خشک هر غده مربوط به ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP در رقم آریندا بود.

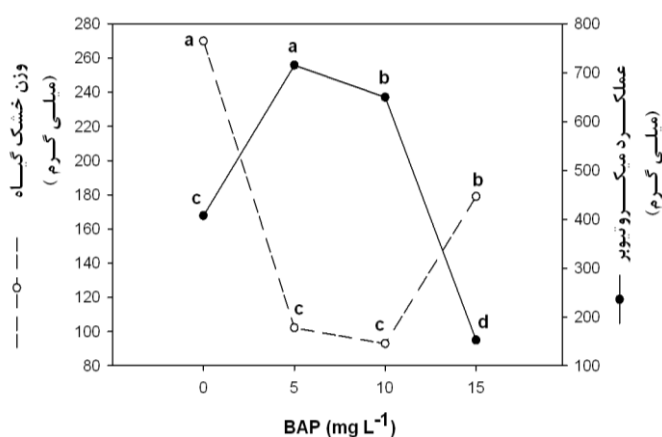
بالاترین عملکرد ریزغده در غلظت ۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP و بدون حضور CCC به دست آمد که نسبت به شاهد ۹۳۱/۹ میلی‌گرم افزایش عملکرد را داشت (جدول ۸). رقم آریندا نسبت به سانه ۲۰۰/۱۳ میلی‌گرم افزایش در عملکرد نشان داد (جدول ۹). برهمکنش بین رقم و CCC نشان داد که در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر CCC در رقم آریندا بالاترین عملکرد را داشت که نسبت به شاهد همان رقم ۲۱۷/۴ میلی‌گرم افزایش عملکرد را نشان داد؛ پایین‌ترین عملکرد در گیاهان شاهد رقم سانه مشاهده شد (جدول ۱۰). با توجه به جدول ۹ گیاهان تیمار شده با BAP در غلظت ۵ میلی‌گرم بر لیتر در رقم آریندا بالاترین عملکرد را داشتند که نسبت به شاهد همان رقم ۴۷۵/۶ میلی‌گرم افزایش عملکرد را نشان دادند. پایین‌ترین عملکرد مربوط به ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP در رقم سانه بود.

شکل ۳ نشان می‌دهد زمانی که غلظت BAP از صفر به ۵ میلی‌گرم بر لیتر افزایش یافت میزان عملکرد افزایش پیدا کرد و به ۷۱۵/۳۱ میلی‌گرم رسید. سپس

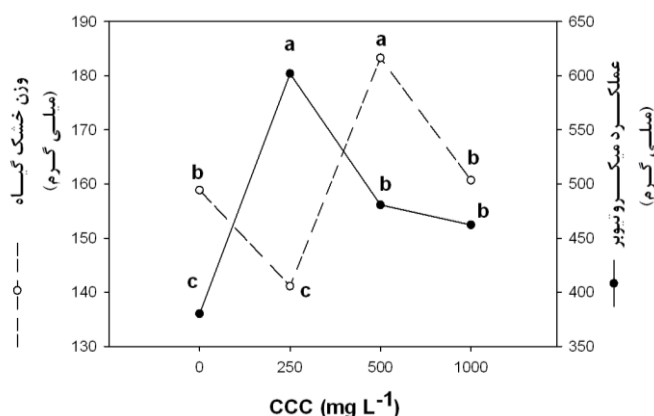
برهمکنش بین BAP و CCC نشان داد که بالاترین وزن تر هر غده در غلظت ۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP بدون حضور CCC به دست آمد که نسبت به شاهد ۶۵۱/۹ میلی‌گرم افزایش وزن نشان داد (جدول ۸). بالاترین وزن خشک هر غده در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر BAP بدون حضور CCC به دست آمد که نسبت به شاهد ۱۷۱ میلی‌گرم افزایش وزن خشک غده را داشت (جدول ۸). براساس نتایج جدول ۹ رقم آریندا نسبت به سانه ۷۰/۸۶ میلی‌گرم افزایش در وزن تر غده نشان داد. برهمکنش بین رقم و CCC نشان داد که در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر CCC در رقم آریندا بالاترین وزن تر هر غده مشاهده شد که نسبت به شاهد همان رقم ۶۹/۴ میلی‌گرم افزایش وزن تر غده را نشان داد؛ پایین‌ترین وزن تر هر غده مربوط به غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر CCC در رقم سانه بود (جدول ۱۰). گیاهان شاهد در رقم سانه بالاترین وزن خشک هر غده را داشتند؛ و پایین‌ترین وزن خشک هر غده مربوط به غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر CCC در رقم سانه بود (جدول ۱۰). با توجه به جدول ۱۱ گیاهان تیمار شده با BAP در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر در رقم سانه بالاترین وزن خشک هر غده را داشت که نسبت به شاهد همان رقم ۶۹/۱۷

افزایش یافته به طوری که گیاهان تیمار شده با CCC در غلظت ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر بیشترین عملکرد (۶۰۱/۸۸ میلی گرم) را داشته است ولی پس از آن عملکرد در غلظت ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر CCC کاهش می یابد که این کاهش بین غلظت ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر CCC معنادار نبوده است. همچنین هرچه غلظت CCC از صفر به ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر افزایش یافته است، وزن خشک گیاه کاهش یافته و به ۱۴۱/۱۴ میلی گرم رسیده است. سپس وزن خشک گیاه در غلظت ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر CCC افزایش یافته و به ۱۸۳/۲۸ میلی گرم رسیده است؛ پس از آن وزن خشک گیاه پیدا کرده و در غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر CCC به ۱۶۰/۶۹ میلی گرم رسیده است. به طور کلی از این دو شکل (۳ و ۴) می توان نتیجه گرفت که هرچه عملکرد افزایش یافته، وزن خشک گیاه کاهش پیدا کرده است.

در غلظت ۱۰ میلی گرم بر لیتر BAP اندکی کاهش پیدا کرد و به ۶۴۹/۷۸ میلی گرم رسید، پس از آن در غلظت ۱۵ میلی گرم بر لیتر BAP افت شدید عملکرد را شاهد هستیم. همچنین زمانی که غلظت BAP از صفر به ۵ میلی گرم بر لیتر افزایش یافت، میزان وزن خشک گیاه کاهش پیدا کرد و به ۱۰۲/۱۶ میلی گرم رسید. کمترین میزان وزن خشک مربوط به غلظت ۱۰ میلی گرم بر لیتر BAP بود و به ۹۲/۹۵ میلی گرم رسید که با مقدار وزن خشک در غلظت ۵ میلی گرم بر لیتر BAP تفاوت معناداری نداشت. پس از آن در غلظت ۱۵ میلی گرم بر لیتر BAP مجدداً افزایش وزن خشک را شاهد هستیم. به طور کلی، می توان نتیجه گرفت که وقتی عملکرد افزایش یافته است وزن خشک گیاه کاهش یافته است. شکل ۴ نشان می دهد زمانی که غلظت CCC از صفر به ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر افزایش یافته است عملکرد نیز



شکل ۳. اثر غلظت های مختلف BAP بر عملکرد و وزن خشک گیاه بدون در نظر گرفتن سایر تیمارها * حروف متفاوت نشانه اختلاف معنادار میانگین ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن است.



شکل ۴. اثر غلظت های مختلف CCC بر عملکرد و وزن خشک گیاه بدون در نظر گرفتن سایر تیمارها * حروف متفاوت نشانه اختلاف معنادار میانگین ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن است.

لیتر BAP بدون حضور CCC به دست آمد که نسبت به شاهد ۹۰ میلی‌متر کاهش نشان داد (جدول ۸).

بالاترین طول شاخساره در گیاهان شاهد به دست آمد و کمترین طول شاخساره در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر

جدول ۸. برهمکنش بین BAP و CCC بر وزن تر و خشک هر غده، عملکرد و طول شاخساره و ریشه، تعداد استولون

تعداد استولون	طول ریشه (میلی‌متر)	طول شاخساره (میلی‌متر)	عملکرد (میلی‌گرم)	وزن خشک هر غده (میلی‌گرم)	وزن تر هر غده (میلی‌گرم)	CCC (mg/L)	BAP (mg/L)
۴/۳۷ ^a	۵۳/۱۲ ^e	۱۰۹/۲ ^a	۲۸/۱ ^p	۵/۰ ^p	۶۴/۴ ^p	.	.
۰/۶۳ ^b	۸۷/۹۰ ^a	۷۶/۵ ^c	۸۱۰/۰ ^b	۳۸/۸ ^z	۵۸۰/۰ ^d	۲۵۰	
۰/۶۲ ^o	۸۲/۴۸ ^b	۳۴/۹ ^m	۵۱۱/۳ ⁱ	۸۴/۹ ^c	۵۲۳/۸ ^s	۵۰۰	
۰/۷۵ ^m	۷۷/۹۱ ^c	۴۵/۵ ^b	۲۸۰/۰ ^k	۵۳/۴ ^f	۳۷۲/۵	۱۰۰۰	
۱/۶۲ ^f	۶۲/۵۲ ^d	۹۷/۶ ^b	۹۶۰/۰ ^a	۱۱۳/۵ ^b	۷۱۶/۳ ^a	.	۵
۱/۰۰ ^k	۹/۲۷ ^o	۳۳/۳ ^o	۶۷۸/۸ ^f	۵۰/۶ ^s	۶۰۵/۰ ^c	۲۵۰	
۱/۳۷ ^h	۱۳/۴۱ ^l	۵۷/۴ ^d	۶۱۰/۰ ^h	۷۱/۴ ^d	۵۴۲/۵ ^f	۵۰۰	
۰/۳۷ ^p	۱۱/۱۶ ⁿ	۴۴/۲ ⁱ	۶۱۲/۵ ^s	۵۵/۹ ^e	۵۵۱/۳ ^e	۱۰۰۰	
۱/۸۷ ^d	۳/۳۱ ^p	۱۹/۲ ^p	۴۰۸/۸ ^l	۱۷۶/۰ ^a	۶۷۲/۵ ^b	.	۱۰
۱/۳۷ ^s	۱۳/۶۴ ^k	۵۴/۳ ^f	۶۹۵/۰ ^d	۴۸/۹ ⁱ	۳۸۵/۶ ^j	۲۵۰	
۲/۶۲ ^c	۱۶/۵۳ ^j	۵۵/۶ ^e	۶۷۸/۸ ^e	۴۹/۳ ^h	۴۱۵/۸ ⁱ	۵۰۰	
۲/۷۵ ^b	۱۳/۱۱ ^m	۴۹/۸ ^s	۸۰۱/۰ ^c	۲۱/۵ ^m	۴۵۱/۴ ^h	۱۰۰۰	
۱/۱۲ ⁱ	۲۶/۵۹ ^s	۴۱/۵ ^l	۱۲۳/۸ ⁿ	۱۲/۵ ^o	۲۷۲/۵ ^l	.	۱۵
۱/۷۵ ^e	۲۵/۶۳ ^h	۴۳/۰ ^j	۲۲۳/۸ ^l	۱۷/۹ ⁿ	۲۶۲/۵ ^m	۲۵۰	
۱/۰۰ ^l	۲۴/۸۲ ⁱ	۳۷/۹ ^m	۱۰۷/۵ ^o	۳۸/۸ ^k	۱۷۲/۵ ⁿ	۵۰۰	
۱/۰۰ ^z	۲۹/۱۹ ^f	۴۲/۴ ^k	۱۵۵/۰ ^m	۲۷/۳ ^l	۱۷۶/۳ ^o	۱۰۰۰	

* حروف متفاوت نشانه اختلاف معنادار میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن است.

گیاهان در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر BAP در رقم آریندا کمترین طول ریشه را داشتند و بالاترین طول ریشه مربوط به گیاهان شاهد در رقم آریندا بود (جدول ۱۱).

بیشترین تعداد استولون در گیاهان شاهد مشاهده شد و کمترین تعداد استولون در غلظت ۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP و غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر CCC به دست آمد (جدول ۸). رقم آریندا نسبت به سائنه ۳۴/۱۰ درصد افزایش در تعداد استولون نشان داد (جدول ۹). در برهمکنش بین رقم و CCC بالاترین تعداد استولون را گیاهان شاهد در رقم سائنه داشتند (جدول ۱۰). پایین‌ترین تعداد استولون مربوط به غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر CCC در رقم آریندا بود. گیاهان شاهد در رقم آریندا کمترین تعداد استولون را داشتند و بالاترین تعداد استولون مربوط به گیاهان شاهد در رقم سائنه بود (جدول ۱۱).

در صورتی که بالاترین طول ریشه در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم CCC بدون حضور BAP به دست آمد که نسبت به شاهد ۳۴/۷۸ میلی‌متر افزایش نشان داد و کمترین طول ریشه در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر BAP بدون حضور CCC به دست آمد (جدول ۸). رقم آریندا نسبت به سائنه به ترتیب ۳/۶ و ۲/۷۷ میلی‌متر افزایش در طول شاخساره و ریشه را نشان داد (جدول ۹). در برهمکنش بین رقم و CCC بالاترین طول شاخساره و ریشه را گیاهان شاهد در رقم آریندا داشتند (جدول ۱۰). پایین‌ترین طول شاخساره و ریشه به ترتیب مربوط به غلظت ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر CCC در رقم سائنه بود. برهمکنش بین رقم و BAP نشان داد که گیاهان تیمار شده با غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP در رقم سائنه کمترین طول شاخساره را داشتند و بالاترین طول شاخساره مربوط به گیاهان شاهد در رقم سائنه بود (جدول ۹). در برهمکنش بین رقم و BAP

جدول ۹. اثر رقم بر وزن تر و خشک هر غده، عملکرد، طول شاخساره و ریشه و تعداد استولون

رقم	وزن تر هر غده (میلی گرم)	وزن خشک هر غده (میلی گرم)	عملکرد (میلی گرم)	طول شاخساره (میلی متر)	طول ریشه (میلی متر)	تعداد استولون
آریندا	۴۵۸/۲۱ ^a	۵۵/۳۳ ^a	۵۸۱/۳۰ ^a	۵۴/۴۳ ^a	۳۵/۷۹ ^a	۱/۷۳ ^a
سانته	۳۸۷/۳۵ ^b	۵۲/۸۴ ^a	۳۸۱/۱۷ ^b	۵۰/۸۳ ^b	۳۳/۰۲ ^b	۱/۲۹ ^b

* حروف متفاوت نشانه اختلاف معنادار میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن است.

جدول ۱۰. برهمکنش رقم و CCC بر وزن تر و خشک هر غده، عملکرد، طول شاخساره و ریشه و تعداد استولون

CCC (mg/L)	رقم	وزن تر هر غده (میلی گرم)	وزن خشک هر غده (میلی گرم)	عملکرد (میلی گرم)	طول شاخساره (میلی متر)	طول ریشه (میلی متر)	تعداد استولون
۰	آریندا	۴۴۹/۷ ^c	۵۴/۵۶ ^c	۵۱۸/۳ ^c	۷۱/۳۷ ^a	۴۰/۰۳ ^a	۱/۵۶ ^b
	سانته	۴۱۳/۱ ^d	۹۸/۹۶ ^a	۲۴۲/۱ ^h	۶۲/۳۹ ^b	۳۲/۷۴ ^g	۲/۹۳ ^a
۲۵۰	آریندا	۵۱۹/۱ ^a	۴۱/۸۱ ^e	۷۳۵/۶ ^a	۵۱/۱۶ ^d	۳۴/۱۶ ^c	۱/۰ ^h
	سانته	۳۹۷/۵ ^e	۳۶/۲۵ ^h	۴۶۸/۱ ^e	۵۲/۳۴ ^c	۳۴/۰۶ ^d	۱/۳۷ ^d
۵۰۰	آریندا	۴۶۹/۷ ^b	۷۶/۰۶ ^b	۵۶۴/۴ ^b	۴۹/۲۸ ^c	۳۴/۹۴ ^b	۱/۴۳ ^c
	سانته	۳۵۷/۶ ^h	۴۶/۰۶ ^d	۳۹۶/۹ ^g	۴۳/۶۰ ^h	۳۳/۶۸ ^f	۱/۳۷ ^e
۱۰۰۰	آریندا	۳۹۴/۴ ^f	۳۸/۹۴ ^g	۵۰۷/۰ ^d	۴۵/۹۴ ^f	۳۴/۰۵ ^e	۱/۱۸ ^g
	سانته	۳۸۱/۳ ^g	۴۰/۰۶ ^f	۴۱۷/۵ ^f	۴۵/۰۲ ^g	۳۱/۶۳ ^h	۱/۲۵ ^f

* حروف متفاوت نشانه اختلاف معنادار میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن است.

جدول ۱۱. برهمکنش رقم و BAP بر وزن تر و خشک هر غده، عملکرد، طول شاخساره و ریشه و تعداد استولون

BAP (mg/L)	رقم	وزن تر هر غده (میلی گرم)	وزن خشک هر غده (میلی گرم)	عملکرد (میلی گرم)	طول شاخساره (میلی متر)	طول ریشه (میلی متر)	تعداد استولون
۰	آریندا	۴۱۵/۳ ^c	۶۳/۱۳ ^d	۴۳۳/۲ ^c	۶۵/۲۲ ^b	۷۸/۰۹ ^a	۰/۸۱ ^h
	سانته	۳۵۵/۰ ^f	۲۷/۸۹ ^g	۳۸۱/۵ ^f	۶۷/۸۲ ^a	۷۲/۶۱ ^b	۲/۳۷ ^a
۵	آریندا	۶۴۸/۱ ^a	۷۹/۷۵ ^b	۹۰۸/۸ ^a	۶۲/۶۳ ^c	۲۵/۰۷ ^d	۰/۹۳ ^g
	سانته	۵۵۹/۴ ^b	۶۵/۹۴ ^c	۵۲۱/۹ ^c	۵۳/۵۷ ^d	۲۳/۱۱ ^f	۱/۲۵ ^e
۱۰	آریندا	۵۲۳/۸ ^c	۵۰/۷۵ ^e	۸۲۶/۴ ^b	۴۷/۲۰ ^e	۱۰/۹۱ ^h	۲/۱۲ ^c
	سانته	۴۳۸/۸ ^d	۹۷/۰۶ ^a	۴۷۳/۳ ^d	۴۲/۲۵ ^g	۱۲/۳۸ ^g	۲/۱۸ ^b
۱۵	آریندا	۲۴۵/۶ ^g	۱۷/۷۵ ^h	۱۵۶/۹ ^g	۴۲/۷۱ ^f	۲۹/۱۱ ^c	۱/۳۱ ^d
	سانته	۱۹۶/۳ ^h	۳۰/۴۴ ^f	۱۴۸/۱ ^h	۳۹/۷۰ ^h	۲۴/۰۰ ^e	۱/۱۲ ^f

* حروف متفاوت نشانه اختلاف معنادار میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن است.

بحث

است (Davies, 1988). از دیرباز مشخص شده است که این تغییرات به واسطه هورمون‌ها صورت می‌پذیرد. در شرایط کشت بافت القا و تشکیل ریزغده با تقسیمات سلولی در بخش‌های رأسی و زیررأسی سبب رشد طولی و قطری استولون شدند (Ebadi & Iranbakhsh, 1999). تولید و القای ریزغده در شرایط درون‌شیشه‌ای به‌طور عمده بر استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد متمرکز شده است و نتایج به‌طور قابل ملاحظه‌ای متنوع بوده است. پاسخ‌های گیاه به شماری از عوامل از جمله غلظت ساکارز،

براساس یافته‌های بسیاری از پژوهشگران اساس بیولوژیکی برای غده‌زایی و تولید ریزغده در شرایط درون‌شیشه‌ای عبارت‌اند از: ساکارز بالا، استفاده از هورمون سیتوکینین، القای روز کوتاه یا تاریکی مطلق، دمای پایین یا استفاده از ضد جیبرلین‌هایی نظیر کلروکولین کلراید (سایکوسل) (Donnelly et al., 2003). غده‌زایی در سیب‌زمینی همراه با تغییرات ریختی و بیوشیمیایی گسترده در بخش‌های هوایی و زیرزمینی آن

پپچیده‌ای است که توسط تنظیم‌کننده رشدی نظیر BAP کنترل می‌شود (Hussy & Stacey, 1984). BAP سبب القای غده‌زایی در کشت درون‌شیشه‌ای می‌شود و نقش کلیدی در غده‌زایی سیب‌زمینی در شرایط درون‌شیشه‌ای ایفا می‌کند (Zhang *et al.*, 2005). سایکوسل یک کندکننده رشد است که با تغییر میزان محتوای هورمون‌های درون‌زا سبب مهار سنتز GA_3 می‌شود و همچنین با کاهش ABA و افزایش سیتوکینین درونی زآتین سبب القای غده‌زایی در سیب‌زمینی می‌شود (Wang *et al.*, 2010). CCC با مهار بیوسنتز GA_3 و افزایش سنتز تیوبرونیک اسید سبب افزایش تعداد ریزغده در کشت بافت شد (Hussain *et al.*, 2006). براساس نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش در رابطه با تعداد غده بهترین تیمار ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر BAP و ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر CCC بدون است. همچنین تیمار ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر BAP بدون حضور CCC اندازه غده را به بیشترین مقدار افزایش داد. بالاترین وزن غده در تیمار ۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP بدون حضور CCC مشاهده شد. این یافته‌ها با یافته‌های Ebadi & Iranbakhsh (1999) و Husain *et al.* (2006) و Peng *et al.* (2010) هم‌خوانی داشت. با توجه به پژوهش‌های Husain *et al.* (2006) افزایش CCC بالاتر از ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سبب کاهش وزن غده می‌شود، این پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که CCC تا غلظت معینی سبب افزایش اندازه غده می‌شود به طوری که غلظت‌های بالاتر یا پایین‌تر موجب کاهش تعداد، وزن و اندازه غده می‌شوند.

سیتوکینین‌ها در غلظت‌های مختلف موجب افزایش اندازه و وزن ریزغده می‌شوند و رابطه خطی بین اندازه و وزن وجود دارد (Liu & Xie, 2001). در برخی پژوهش‌ها با افزایش غلظت BAP تعداد غده کم شده است که دلیل آن برهم خوردن سطح هورمون‌های درونی بر اثر استعمال خارجی هورمون‌هاست (Gopal *et al.*, 1998). سیتوکینین‌ها در مراحل اولیه رشد غده فعالیت آنزیم اسید اینورتاز را تحریک می‌کنند و به‌طور کلی، سبب تحریک و افزایش متابولیسم نشاسته می‌شوند (Kefi *et al.*, 1998). در نتیجه غده را تبدیل به یک مخزن متابولیکی قوی می‌کنند در نهایت سبب تجمع نشاسته در غده و تورم آن می‌شوند و بدین گونه

دما، دوره نوری، شدت نور و رقم وابسته بوده است (Hussain *et al.*, 2006). از اثرات مهم سیتوکینین‌ها تقسیم سلولی و طول‌شدن سلول است که با توجه به همین اثرشان سبب القا و توسعه ریزغده می‌شوند (Kefi *et al.*, 2000) و در غلظت‌های متفاوت سبب افزایش تعداد غده می‌شوند (Ebadi & Iranbakhsh, 1999). ظاهراً تأثیر سیتوکینین‌ها بر تقسیمات سلولی در دو مرحله به شرح زیر صورت می‌پذیرد: ۱. مرحله دو برابر شدن کروموزوم‌ها: در این مورد بررسی‌های متعددی صورت پذیرفته است و نشان می‌دهند که سیتوکینین‌ها به‌طور شایان توجهی بر میزان DNA می‌افزایند. مرحله تقسیم سیتوپلاسم یعنی تبدیل یک یاخته به دو سلول: با اینکه کشت سلول‌ها در محیط فاقد سیتوکینین‌ها و در حضور اکسین‌ها به مضاعف‌شدن کروموزوم‌ها منجر می‌شود و حتی این روند تا مرحله ایجاد دو هسته (dicaryons) پیش می‌رود اما تشکیل دیواره عرضی سلول‌ها در محیط کشت تنها در حضور سیتوکینین‌ها امکان‌پذیر است. سیتوکینین‌ها همچنین می‌توانند بر افزایش اندازه سلول‌ها اثر بگذارند که البته این عمل باید توسط اکسین‌ها انجام گیرد ولیکن مشاهده می‌شود در مواردی که اکسین‌ها بر برخی از سلول‌ها نظیر سلول‌های حاصل از برگ‌های بالغ بی‌تأثیرند آنگاه سیتوکینین‌ها برای چنین اعمالی مؤثر واقع می‌شوند. سیتوکینین‌ها بر رشد طولی ریشه‌ها و ساقه‌ها تأثیر بازدارندگی دارند اما رشد عرضی آن‌ها را افزایش می‌دهند. رشد عرضی در این اندام‌ها نظیر ریشه‌های ذخیره‌ای تربچه بدون وقوع رشد طولی و از طریق ضخیم‌شدن آن‌ها صورت می‌گیرد. سیتوکینین‌ها ساختن پروتئین‌ها را میسر می‌سازند. این مواد بخش کامل‌کننده RNA ناقل (t-RNA) هستند و RNA ناقل مسئول قراردادن آمینواسیدها در زنجیره پروتیدی است. شاید اثرات متفاوت سیتوکینین‌ها در کنترل بیوسنتز پروتئین‌ها و در نتیجه ساخت آنزیم‌هایی که در حیات سلول‌ها دخالت می‌کنند، به دلیل وجود سیتوکینین‌ها در ساختمان t-RNA باشد (Zhang *et al.*, 2005).

ترغیب غده‌زایی در کشت بافت توسط سیتوکینین به‌ویژه BAP از سوی بسیاری از پژوهشگران تأیید شده است. القا و تولید ریزغده در شرایط کشت بافت فرایند

این‌طور برداشت می‌شود که CCC در غلظت‌های بالاتر از ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اثر مثبتی روی غده‌زایی سیب‌زمینی در کشت بافت ندارد. این یافته‌ها با نتایج *Husain et al.* (2006) هم‌خوانی دارد. CCC مانع تبدیل GG پیروفسفات به انت‌کائورن می‌شود. به‌طورکلی، اثر CCC بر پارامترهای غده‌زایی در ارقام مختلف متفاوت است (Wang & Xiao, 2009).

وزن خشک غده در تیمار ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر BAP بدون حضور CCC بالاترین مقدار را داشت، همچنین با بررسی نسبت وزن خشک غده به وزن خشک گیاه تیمار BAP در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر بالاترین نسبت را دارد. همچنین هرچه عملکرد در تیمارهای ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر BAP زیاد شد میزان وزن خشک گیاه کاهش داشت. این نتیجه با یافته‌های Ebadi & Iranbakhsh (1999) هم‌خوانی دارد.

در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر CCC گیاهان بالاترین عملکرد را داشتند. با بررسی نسبت میزان عملکرد به وزن خشک گیاه این نتیجه به دست می‌آید که در بالاترین میزان عملکرد پایین‌ترین وزن خشک گیاه را شاهد هستیم. این موضوع بیانگر این مطلب است که CCC سبب تجمع نشاسته و ماده خشک بیشتر در غده شده و میزان ماده خشک گیاه را کاهش داده است. با توجه به اینکه غده‌ها مخزن قوی هستند اختصاص مواد به غده‌ها سبب کاهش مواد اختصاص یافته به اندام‌های رویشی گیاه سیب‌زمینی شده است. این نتایج با یافته‌های Wang & Xiao (2009) هم‌خوانی دارد.

CCC از طریق مهار سنتز GA₃ و ممانعت از تبدیل پیروفسفات به انت‌کائورن سبب کاهش ارتفاع گیاه شده است. همچنین طول شاخه‌ها نسبت به ریشه‌ها کاهش بیشتری داشته است، البته وزن تازه اندام هوایی و ریشه افزایش یافته، گیاه قه‌رتر شده و وزن خشک ریشه هم افزایش یافت. این نتایج توسط دیگر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Aphalo et al., 1997). سیتوکینین‌ها با از بین بردن غالبیت انتهایی از رشد طولی گیاه جلوگیری می‌کنند و رشد عرضی و جانبی گیاه را افزایش می‌دهند. سیتوکینین‌ها همچنین با کنترل اندازه مریستم و تمایز سلول در ناحیه انتقالی و همچنین با ایجاد سیگنال‌هایی سبب کاهش رشد ریشه می‌شوند (Lioi et al., 2007).

موجب افزایش اندازه و وزن غده می‌شوند (Aryakia & Hamidoghli, 2010). ریزغده‌های بزرگ برای تولید تجاری مناسب هستند زیرا می‌توان آن‌ها را به‌طور مستقیم در مزارع کاشت بدون آنکه نیازی به سازگاری داشته باشد و همچنین دوره خواب آن‌ها کوتاه‌تر است و نیاز به دوره انبارداری کمتری دارند همچنین از دست‌دهی آب ریزغده‌های بزرگ کمتر است (Piao et al., 2003). براساس پژوهش حاضر رقم آریندا نسبت به سانته بالاترین وزن، تعداد و اندازه غده را داشت. در تمامی پارامترهای رویشی رقم آریندا از سانته بهتر بود که دلیل آن پتانسیل ژنتیکی این رقم است. این یافته‌ها با نتایج Aryakia & Hamidoghli (2010) مطابقت دارد. پژوهش‌های زیادی نشان داده است که ارقام مختلف پاسخ متفاوتی به تولید ریزغده در کشت بافت دارند و تولید ریزغده در ژنوتیپ‌های مختلف به پتانسیل و ظرفیت ژنتیکی آن‌ها در تولید تنظیم‌کننده‌های رشد درونی بستگی دارد (Al-Safadi et al., 2000). رقم آریندا با توجه به ویژگی‌های ژنتیکی آن از نظر غده‌دهی سبب افزایش تعداد، اندازه و وزن ریزغده می‌شود (Aryakia & Hamidoghli, 2010).

با توجه به پژوهش انجام‌شده BAP در غلظت ۵ میلی‌گرم بر لیتر بدون حضور CCC در رقم آریندا دارای بالاترین عملکرد و بعد از آن BAP در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر و CCC در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در رقم آریندا قرار دارد و تیمار CCC در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بدون حضور BAP در رقم آریندا در ردیف سوم قرار دارد. به‌طورکلی، بهترین تیمار افزایش عملکرد برای BAP در غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر و برای CCC در غلظت‌های ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد. با توجه به یافته‌های *Husain et al.* (2006)، CCC تا غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سبب افزایش تعداد ریزغده شد و البته با افزایش تعداد ریزغده وزن آن‌ها کم شد. به‌طورکلی، با توجه به نتایج این پژوهش CCC بیشتر در القای ریزغده نقش دارد تا رشد و حجیم‌شدن آن زیرا در تیمارهای CCC بدون حضور BAP هرچه CCC زیاد شده است میزان عملکرد و وزن تازه غده کم شده است. همچنین تعداد غده نیز با افزایش میزان CCC کاهش یافته است و از این نتایج

تعداد چشم در تیمار ۱۰ میلی گرم بر لیتر BAP و ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر CCC در رقم آریندا بالاترین میزان را داشت. تعداد چشم بر روی ریزگده به عوامل ژنتیکی در ارقام سیب زمینی بستگی دارد، هرچه تعداد چشم بیشتر باشد پتانسیل ریزگده برای جوانه زنی و رشد بالاتر می رود.

نتیجه گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که به طور کلی، بهترین رقم در این پژوهش از هر نظر برای تولید ریزگده رقم آریندا بود که بهترین عملکرد و بهترین واکنش به دو هورمون کاربردی را داشت. با توجه به این پژوهش بیشترین تعداد ریزگده در محیط کشت حاوی BAP در غلظت ۱۰ میلی گرم بر لیتر و CCC در غلظت ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر به دست آمد. بزرگ ترین اندازه ریزگده در تیمار BAP در غلظت ۱۰ میلی گرم بر لیتر و بدون حضور CCC به دست آمد. بیشترین عملکرد در گیاهان محیط کشت حاوی BAP در غلظت ۵ میلی گرم بر لیتر و بدون حضور CCC به دست آمد. از نظر طول شاخه و ریشه و وزن تر و خشک گیاه بهترین تیمارها آنهایی بودند که کمترین طول شاخه و ریشه و وزن تر و خشک گیاه را داشتند زیرا در این تیمارها اثرات دو هورمون CCC و BAP سبب غده زایی به بهترین شکل شده بود. بهترین تیمار از این نظر BAP در غلظت ۱۰ میلی گرم بر لیتر و بدون حضور CCC بود.

در این آزمایش هرچه میزان هورمون BAP از صفر به ۱۵ میلی گرم بر لیتر افزایش یافت طول شاخساره کاهش پیدا کرد. کمترین طول ریشه نیز مربوط به تیمار ۱۰ میلی گرم بر لیتر BAP بود. با توجه به نتایج Zhang *et al.* (2005) افزایش غلظت BAP از ۵ به ۱۰ میلی گرم بر لیتر سبب کاهش طول ساقه گیاهچه های سیب زمینی شد. طبق یافته همین پژوهشگران اثر BAP بر روی اندام هوایی سیب زمینی در کشت دورن شیشه ای بیشتر معطوف به تشکیل جوانه و شاخه های جانبی و تقسیم سلولی بوده است. همچنین هرچه میزان CCC از صفر به سمت ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر افزایش یافت طول شاخساره نیز کاهش پیدا کرد. سیتوکینین از طریق تغییر تعادل و بالانس GA₃ و جلوگیری از افزایش طول ساقه و مهار تشکیل ریشه و انتقال مواد به استولون سبب ایجاد ریزگده می شود (Shibli *et al.*, 2001). اساس بیولوژیکی غده زایی توسط سیتوکینین ها تحریک فعالیت آنزیم اینورتاز در استولون های موجود بر روی محیط کشت است که سبب تبدیل سریع مرحله قلبی شکل به مرحله متورم شدن در انتهای استولون می شود و بعد از این مرحله فعالیت اینورتاز کمی کاهش پیدا می کند و زمانی که غده شروع به رشد کرد دوباره فعالیت آن زیاد می شود. سیتوکینین ها فعالیت اولیه آنزیم ها را در انتهای استولون تحریک می کنند و افزایش می دهند، همین امر موجب کوتاه ماندن استولون ها و تولید غده می شود (Aslam & Iqbal, 2010).

REFERENCES

1. Akita, M. & S. Takayama. (1994). Stimulation of potato (*Solanum tuberosum* L.) tuberization by semicontinuous liquid medium surface level control. *Plant Cell Report*, 3, 184-187.
2. Al-Safadi, B., Ayyoubi Z. & Jawdat. D. (2000). The action on effect of gamma irradiation on potato microtuber production *in vitro*. *Plant Cell, Tissue and Organ Plant Cell, Culture*, 61, 183-187.
3. Aphalo, P., Rikala, R. & Sa' nchez, R.A. (1997). Effect of CCC on th morphology and growth potential of containerised silver birch seedlings. *New Forestry*, 14, 167-177.
4. Aryakia, Y. & Hamidoghli, E. (2010). Comparison of Kinetin and 6- Banzyl Amino Purine Effect on *in vitro* Microtuberization of Two Cultivars of Potato (*Solanum tuberosum* L.). *American-Eurasian Journal Agriculture & Environment Science*, 8(6), 710-714.
5. Aslam, A. & Iqbal, J. (2010). Combined effect of cytokinin and sucrose on *in vitro* tuberization parameters of two cultivars i.e., diamant and red norland of potato (*Solanum tuberosum*). *Pakistan Journal of Botany*, 42(2), 1093-1102.
6. Dashtban, A. & laei, Gh. (1997) Investigation of the methods of potato storing into the soil. 5th congress of Horticultural Sciences, Shiraz University, Shiraz, pp 415. (in Farsi)
7. Davies, H.V. (1988) Rapid determination of glucose, fructose and sucrose in potato tubers by capillary gas chromatography. *Potato Research*, 31, 569-572.
8. Donnelly, D., Coleman, K. & Ecoleman, S. (2003). Potato microtuber production and performance. *American Journal of Potato*, 80, 103-115.

9. Ebadi, M. & Iranbakhsh, A. (1999). Induction and growth of potato microtubers cv Sante in response to the different concentration of banzylaminopurine and sucrose in tissue culture condition. *Journal of Basic Sciences of Islamic Azad University*, 78(1), 1-14. (in Farsi)
10. FAO. (2000). FAO Yearbook Production, Food and Agriculture Organization of United Nation, Rome.
11. Gopal, J., Minocha, L. & Dhaliwal, H.S. (1998). Microtuberization in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Cell Report*, 17, 794-798.
12. Hussain, I., Chaudhery, Z., Muhamad, A., Asghar, R. & Rashid, H. (2006). Effect of chlorocholine chloride, sucrose and BAP on *in vitro* tubrization in potato (*Solanum tuberosum* L. CV. Cardinal). *Pakistan Journal of Botany*, 38(2), 275-282.
13. Hussey, G. & Stacey, N.J. (1984). Factors affecting the formation of *in vitro* tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Annual Botany*, 53, 565-578.
14. Kawakami, J., Kazuto, I., Toshihiro, H. & Yutaka, J. (2003). Growth and yield of potato plants grown from microtubers in fields. *American Journal of Potato Research*, 80, 371-378.
15. Kefi, S., Pavlista, A.D. Read P.E. & Kachman, S.D. (2000). Comparson of thidiazuron and two nitroguanidines to kinetin on potato micrituberization *in vitro* under short and long days. *Plant Growth Regulators*, 19, 429-436.
16. Leclerc Y., Doimelly, D. & Seabrook, J.E.A. (1994). Microtuberization of layered shoots and nodal cuttings of potato: The influence of growth regulators and incubation periods. *Plant, Cell, Tissue and Organ Culture*, 37, 113-120.
17. Liu, J. & Xie, C. (2001). Correlation of cell division and cell expansion to potato microtuber growth *in vitro*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 67, 159-164.
18. Naik, P. & Karihaloo, J. (2007). Micropropagation for Production of Quality Potato Seed in Asia-Pacific. Asia-Pacific Consortium on Agricultural Biotechnology, New Delhi, India. 54 P.
19. Nistor, A., Campeanu, G., Atanaslu, N., Chiro, N. & Karcsony, D. (2010). Influence of Genotype over Microtubers Production. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1), 209-212.
20. Peng, M., Wang, X. & Li, L. (2010). The Effect of Plant Growth Regulator and Active Charcoal on the Development of Microtubers of Potatoes. *American Journal of Plant Sciences*, 3, 1535-1540.
21. Piao, X.C., Chakrabarty, D., Hahn, E.J. & Paek, K.Y. (2003). A simple method for mass production of potato microtubers using a bioreactor system. *Current Scientists*, 84, 1129-1132.
22. Rolot, J. L., Seutine, H. & Michelant, D. (2002). Production de minituber cules depomme de terre par hydroponic. *Biotechnology Agronomy Society and Enviroment*, 6(3), 155-161.
23. Sanchez, G.E., Slack, S.A. & Dodds, J.H. (1991). Response of selected *Solanum* species to virus eradication therapy. *American Potato Journal*, 68, 299-315.
24. Sharma, S., Kaure, N. & Gupta, A. (1998). Effect of chlorocholine chloride sprays on the carbohydrate composition and activities of sucrose metabolising enzymes in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Growth Regulation*, 26, 97-103.
25. Shibli, R.A., Abu-Ein, A.M. & Ajlouni, M.M. (2001). *In vitro* and *in vivo* multiplication of virus free 'Spunta' potato. *Pakistan Botany*, 33, 35-41.
26. Struik, P.C. & Wiersema, S.G. (1999). Seed Potao technology. Wageningen Perss, Wageningen. *Plant Cell, Tissus and Organ Culture*, 65, 173-174.
27. Tovar, P., Estrada, R., Schilde-Rentschler, L. & Dodds, J. H. (1985). Induction and use of *in vitro* potato tubers. *CIP Circular*, 13(4), 1-5.
28. Vreugdenhil, D. (2007). *Potato biology and biotechnology advances and perspectives*. Elsevier. 2td, Oxford, UK.
29. Wang, H.Q. & Xiao, L.T. (2009). Effects of chlorocholine chloride on phytohormones and photosynthetic characteristics in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Plant Growth Regulators*, 28, 21-27.
30. Wang, H., Xiao, L., Tang, J. & Liu, F. (2010). Foliar application of chlorocholine chloride improves leaf mineral nutrition, antioxidant enzyme activity, and tuber yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Scientia Horticulturae*, 125, 521-523.
31. Zhang, Z., Zhou, W. & Li, H. (2005). The role of GA, IAA and BAP in the regulation of *in vitro* shoot growth and microtuberization in potato. *ACTA Physiologiae Plantarum*, 27 (3B), 363-369.