

بررسی اثر متقابل بنزیل آدنین و کیتوسان در پرآوری درون شیشه‌ای توت‌فرنگی رقم سلوا

Investigation on Interaction Effect of Benzyladenine and Chitosan on *in vitro* Proliferation of Strawberry (*Fragaria ananassa* cv. Selva)رسول جلیلی‌مردی^{1*}، لطفعلی ناصری¹، مهدی محسنی‌آذر¹، رامین حاجی‌تقی‌لو¹ و محمدرضا مرحمتی¹

چکیده

ریز ازدیادی توت‌فرنگی امکان تکثیر سریع آن را فراهم می‌کند تنظیم‌کننده‌های رشد می‌توانند در ریز ازدیادی توت‌فرنگی و تکثیر سریع آن موثر باشند. با توجه به اهمیت مرحله پرآوری ریز ازدیادی، در این پژوهش اثر متقابل بنزیل آدنین و کیتوسان مورد بررسی قرار گرفت. محیط کشت موراشیک و اسکوک (MS) با دو غلظت بنزیل آدنین (1 و 2 میلی‌گرم در لیتر) و پنج غلظت کیتوسان با وزن مولکولی بالا (صفر، 20، 30، 40 و 60 میلی‌گرم) مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تکرار به کار برده شد. صفات مورد ارزیابی شامل تعداد شاخساره‌ها، قطر شاخساره‌ها، طول شاخساره‌ها، تعداد برگ، سطح برگ، میزان کلروفیل و وزن خشک توده گیاهی بود. براساس نتایج به دست آمده بین غلظت 1 یا 2 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین از لحاظ تاثیر بر صفات مورد آزمایش تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. بیش‌ترین تعداد شاخساره، قطر شاخساره، تعداد برگ و وزن خشک توده گیاهی در غلظت 1 یا 2 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین و بدون کیتوسان به دست آمد. اما بیش‌ترین طول شاخساره و میزان کلروفیل در ترکیب 1 یا 2 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین با 30 میلی‌گرم در لیتر کیتوسان مشاهده گردید. بیش‌ترین سطح برگ در ترکیب 1 یا 2 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین با صفر، 20، 30 یا 40 میلی‌گرم در لیتر کیتوسان به دست آمد. بر اساس نتایج، ترکیب 1 میلی‌گرم بنزیل آدنین در پرآوری رقم توت‌فرنگی سلوا معنی‌دار بود.

واژه‌های کلیدی: پرآوری، توت فرنگی، بنزیل آدنین، کیتوسان، درون شیشه‌ای

1. به ترتیب دانشیار، استادیار، کارشناس ارشد بیوتکنولوژی، کارشناس ارشد باغبانی و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

* نویسنده مسوول

پوسته سخت‌پوستان مانند خرچنگ‌ها و میگوها به‌دست می‌آید فریپونس (Freepons 1991). یکی از عوامل مهم در میزان تاثیر کیتوسان از لحاظ کنترل بیماری‌های قارچی، نفوذ پذیری اکسیژن و بخار آب، فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، پرآوری و رشد گیاهچه‌ها در شرایط درون‌شیشه‌ای، غلظت و وزن مولکولی آن می‌باشد پارک و همکاران (Park et al. 2002)، نگ و همکاران (Nge et al. 2006) و چین و همکاران (Chien et al. 2007).

کیتوسان در کشت بافت انگور سبب تحریک رشد و نمو ریزنمونه‌ها گردیده و با غلظت 1/75 درصد سبب افزایش وزن خشک ریشه، شاخساره‌ها و طولی شدن ساقه گردیده است اما در غلظت بالاتر از 2/5 درصد اثر منفی داشته است ایت بارکا و همکاران (Ait Barka et al. 2004). گزارش شده است که کیتوسان تحریک‌کننده رشد و عامل افزایش پرآوری در کشت بافت ارکیدها می‌باشد. کیتوسان میگوپی و قارچی، رشد و نمو بافت مریستم ارکید را در محیط کشت مایع و جامد افزایش می‌دهد. مقادیر کم کیتوسان تاثیر زیادی بر روی رشد و نمو بافت گیاهی ارکید دارد نگ و همکاران (2006). تاثیر مثبت کیتوسان با وزن مولکولی کم، بر بازایی درون شیشه‌ای جنین‌های سوماتیکی در تولید مجدد کالوس هویج، تولید دوباره ریشه و شاخساره در توت‌فرنگی و بافت مریستم جوانه‌های جانبی ارکیدها گزارش گردیده است کومه و همکاران (Kume et al. 2002) و نگ و همکاران (2006).

براساس پژوهش‌های انجام گرفته در کشت بافت سیب‌زمینی گزارش شده است که غلظت‌های بین 5 الی 15 میلی‌گرم در لیتر کیتوسان سبب افزایش وزن تر و خشک ریشه می‌شود و غلظت‌های بالاتر سبب کاهش وزن تر ریشه‌ها گردیده است اصغری ذکریا و همکاران (Asghari-Zakaria et al. 2009). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که کیتوسان موجب افزایش میزان کلروفیل در بافت‌های گیاهی می‌شود زانگ و همکاران (Zhang et al. 2009).

با توجه به پژوهش‌های انجام گرفته در مورد اثرات مثبت کیتوسان و بنزیل آدنین در بازایی برخی گیاهان در شرایط درون شیشه‌ای، در این پژوهش غلظت‌های مختلف بنزیل آدنین و کیتوسان و ترکیب آن‌ها در پرآوری درون شیشه‌ای رقم توت‌فرنگی سلوا مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش که در آزمایشگاه‌های کشت بافت گروه باغبانی دانشگاه ارومیه انجام گرفت از نوک استولون‌های

توت فرنگی سلوا از ارقام تجاری توت فرنگی بوده و رقم روز خنثی می‌باشد جلیلی مرندی (Jalili Marandi. 2007). پژوهش‌گران از کشت مریستم توت‌فرنگی برای ویروس‌زدایی و تولید انبوه استفاده نموده‌اند آبرامنکو (Abramenko 1983) و بات و دار (Bhatt & Dhar 2000). به‌طور کلی می‌توان از قسمت‌های مختلف گیاه توت‌فرنگی نظیر برگ، ساقه، مریستم انتهایی، ریشه، ساقه رونده و قسمت‌های مختلف گل در کشت بافت استفاده نمود خوش‌خوی (Khosh-Khui, 1994). پسویی و همکاران (Passey et al. 2002) در آزمایشی روی شش رقم توت فرنگی با استفاده از ریزنمونه‌هایی از برگ، گلبرگ، گوشوارک و ریشه در محیط کشت موراشیک و اسکوک (MS) و کاربرد اسیدجیبرلیک، اسیدایندول بوتریک اسید و بنزیل آدنین در مرحله پرآوری بهترین نتیجه را از ریزنمونه‌های برگ به‌دست آوردند.

طبق نتایج ساکیلا و همکاران (Sakila, et al. 2007) استفاده از غلظت 0/5 میلی‌گرم در لیتر از بنزیل آدنین با 0/1 میلی‌گرم در لیتر کینتین سبب کوتاه ماندن و کوتوله شدن 50 درصد از گیاهان باززایی شده در توت‌فرنگی گردیده است. در پژوهش انجام شده توسط ساکیلا و همکاران (2007) گزارش شده است که محیط کشت موراشیک و اسکوک تکمیل شده با بنزیل آدنین همراه با جیبرلین یا کینتین، بیش‌ترین پرآوری شاخساره را در توت‌فرنگی داشته است. هم‌چنین طبق اظهار این پژوهش‌گران استفاده از گره‌های بوته توت‌فرنگی در محیط کشت موراشیک و اسکوک با غلظت 1/5 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین همراه با 0/5 میلی‌گرم در لیتر کینتین سبب پرآوری ریزنمونه‌ها می‌شود.

براساس نتایج پژوهش‌های بیسوایس و همکاران (Biswas et al. 2007) غلظت‌های 0/1 میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک برای استقرار اولیه مریستم‌های اولیه توت‌فرنگی و طولی شدن شاخساره‌ها موثر بوده، بنزیل آدنین و کینتین هر کدام به‌طور جداگانه و یا به‌صورت ترکیب در باززایی شاخساره مناسب می‌باشد.

در بین تنظیم‌کننده‌های مختلف به‌کار برده شده در کشت بافت توت‌فرنگی، بنزیل آدنین همراه با نفتالین‌استیک‌اسید نتیجه بهتری نسبت به کینتین و یا استفاده بنزیل آدنین به تنهایی داشته است بات و دار (2000). کیتوسان یک ماده ارزان، قابل تجزیه در طبیعت، غیرسمی و تحریک‌کننده رشد گیاه به شمار می‌آید. کیتوسان، کینتین داستیله شده است و از

(دستک‌ها) توت‌فرنگی رقم سلوا برای پرآوری در شرایط درون‌شیشه‌ای استفاده گردید. برای این منظور ریزنمونه‌های تهیه شده در کلریدجیوه 0/15 درصد به مدت 3 دقیقه قرار گرفت و سپس با آب مقطر استریل 5 الی 6 بار آبشویی شدند. ابتدا ریزنمونه‌ها در محیط کشت موراشیک و اسکوگ برای تولید شاخساره کشت گردید و بعد از 35 روز شاخساره‌های تولید شده که طول 1 الی 1/5 سانتی‌متر داشتند به محیط کشت موراشیک و اسکوگ (MS) تکمیل شده با بنزیل آدنین با غلظت 1 و 2 میلی‌گرم در لیتر و غلظت‌های مختلف کیتوسان واکشت گردید. کیتوسان مورد استفاده در این آزمایش دارای وزن مولکولی بالا بود و از شرکت Sigma-Aldrich Co. تهیه گردید. محیط‌های کشت آماده شده در فشار 1/5 اتمسفر و دمای 121 درجه سانتی‌گراد به مدت 21 دقیقه داخل اتوکلاو استریل گردیدند. سپس ریزنمونه‌ها به داخل ظروف حاوی محیط کشت انتقال داده شده و در اتاق رشد قرار گرفتند. شرایط اتاق رشد شامل فتوپریود شانزده ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی با دمای 24 درجه سانتی‌گراد و شدت نور 2000 الی 3000 لوکس بود. پس از 50 روز بعد از کشت ریزنمونه‌ها، صفات مورد نظر اندازه‌گیری و یادداشت گردید. صفات اندازه‌گیری شده شامل تعداد شاخساره، قطر شاخساره، طول شاخساره، تعداد برگ، سطح برگ، میزان کلروفیل و وزن خشک توده گیاهی بود. تعداد شاخساره تشکیل شده و تعداد برگ شمارش و یادداشت گردید. طول شاخساره‌ها با خط‌کش میلی‌متری و قطر شاخساره‌ها توسط کولیس بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. سطح برگ بر حسب نمره‌دهی از 1 الی 4 ثبت گردید آرورا و همکاران (Arora et al. 2006). برای این منظور سطح تقریبی برگ‌ها به 4 گروه تقسیم شد. در گروه 1 برگ‌هایی با سطح 1 الی 1/5 سانتی‌متر مربع، در گروه 2، سطح برگ‌های 1/5 الی 2 سانتی‌متر مربع، در گروه 3، سطح برگ‌های بین 2 الی 2/5 سانتی‌متر مربع و در گروه 4، سطح برگ‌های بین 2/5 الی 3 سانتی‌متر مربع نمره‌دهی گردید. میزان کلروفیل توسط دستگاه کلروفیل‌متر مدل Konica Minolta 502 بر حسب شاخص SPAD اندازه‌گیری شد.

وزن خشک توده گیاهی بعد از قرار دادن ریزنمونه‌ها تحت دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت در آون، توسط ترازوی حساس توزین و یادداشت گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در هشت تکرار انجام گرفت. هر واحد آزمایشی شامل 4 ظرف بود. فاکتور

اول شامل دو سطح بنزیل آدنین (1 و 2 میلی‌گرم در لیتر) و فاکتور دوم شامل کیتوسان در پنج سطح (صفر، 20، 30، 40 و 60 میلی‌گرم در لیتر) بود. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و ASA انجام گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن استفاده گردید.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس (جدول 1) نشان می‌دهد که بین غلظت‌های بنزیل آدنین از لحاظ تاثیر بر صفات اندازه‌گیری شده، اختلاف معنی‌دار وجود نداشت اما بین غلظت‌های مختلف کیتوسان از لحاظ تاثیر بر صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌دار بود. اثر متقابل بنزیل آدنین و کیتوسان به جز تعداد برگ و شاخص کلروفیل در دیگر صفات مورد نظر معنی‌دار نبود. چنان‌که در شکل 1 مشاهده می‌شود تعداد شاخساره با افزایش غلظت کیتوسان کاهش یافت و بیشترین شاخساره تولید شده مربوط به غلظت صفر میلی‌گرم در لیتر کیتوسان بود. به عبارت دیگر در محیط‌های کشت فاقد کیتوسان که حاوی 1 یا 2 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین بود، بیش‌ترین شاخساره تولید گردید. بر اساس نتایج شکل 2، قطر شاخساره‌های به‌وجود آمده در غلظت‌های مختلف کیتوسان کمتر از ریزنمونه‌های فاقد کیتوسان و حاوی بنزیل آدنین بود. شکل 3 تاثیر غلظت‌های مختلف کیتوسان بر طول شاخساره‌ها را نشان می‌دهد و براساس نتایج به‌دست آمده بیش‌ترین طول شاخساره در غلظت 30 میلی‌گرم در لیتر کیتوسان همراه با غلظت 1 یا 2 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین مشاهده گردید. شکل 4 اثر متقابل بنزیل آدنین و کیتوسان بر تعداد برگ تشکیل شده را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج این شکل بیش‌ترین تعداد برگ در غلظت‌های 1 یا 2 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین با صفر میلی‌گرم در لیتر کیتوسان مشاهده گردید. چنان‌که در شکل 5 ملاحظه می‌شود، بیش‌ترین سطح برگ در ترکیب 1 یا 2 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین با صفر، 20، 30 یا 40 میلی‌گرم در لیتر کیتوسان به‌دست آمد. در غلظت 60 میلی‌گرم در لیتر کیتوسان به علت سوختگی ریزنمونه‌ها کم‌ترین سطح برگ مشاهده گردید.

اثر متقابل بنزیل آدنین و کیتوسان بر شاخص کلروفیل برگ‌ها در شکل 6 نشان داده شده است. براساس نتایج این نمودار بیش‌ترین شاخص کلروفیل در ترکیب 1 یا 2 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین با 30 میلی‌گرم در لیتر کیتوسان به‌دست آمد. بیش‌ترین وزن خشک توده گیاهی در ریزنمونه‌های فاقد کیتوسان و حاوی 1 یا 2 میلی‌گرم در لیتر

بررسی اثر متقابل بنزیل آدنین و کیتوسان در پرآوری درون شیشه‌ای توت‌فرنگی رقم سلوا

می‌باشد. در اثر این پدیده ریزنمونه‌ها آبکی گردیده و شفاف می‌شوند. در این آزمایش در هیچ یک از تیمارها عارضه شیشه‌ای شدن مشاهده نگردید.

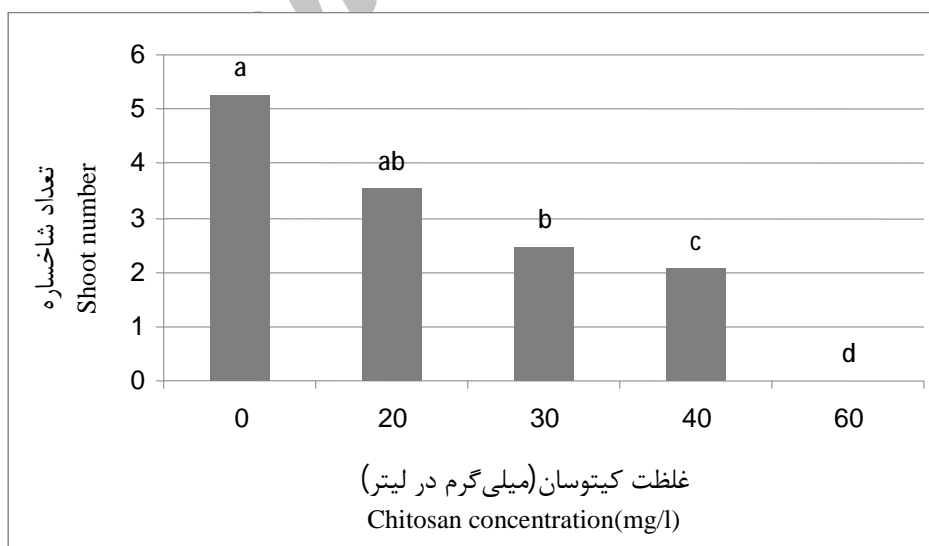
بنزیل آدنین مشاهده گردید (شکل 7) و با افزایش غلظت کیتوسان وزن خشک توده گیاهی کاهش یافت و کم‌ترین وزن خشک مربوط به غلظت 60 میلی‌گرم در لیتر کیتوسان بود. شیشه‌ای شدن یکی از مشکلات معمول در ریزازدیادی

جدول 1: تجزیه واریانس تاثیر بنزیل آدنین، کیتوسان و اثر متقابل آن‌ها بر صفات اندازه گیری شده در توت‌فرنگی سلوا
Tab 1: Anova of benzyladenine, chitosan and their interaction effect on evaluated characteristics of Selva strawberry cultivar

میانگین مربعات MS							منابع تغییرات
وزن خشک توده گیاهی	شاخص کلروفیل	سطح برگ	تعداد برگ	طول شاخساره	قطر شاخساره	تعداد شاخساره	درجه آزادی D.F.
Dry weight of plant mass	Chlorophyll index	size of leaf	Number of leaf	Length of shoot	Diameter of shoot	Number of shoot	Source of Variation
0.000 ^{ns}	0.598 ^{ns}	2.00 ^{ns}	3.581 ^{ns}	0.022 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.06 ^{ns}	بنزیل آدنین Benzyladnine
0.004 ^{**}	46.692 ^{**}	24.50 [*]	49.23 ^{**}	23.932 ^{**}	3.097 ^{**}	5.903 ^{**}	کیتوسان Chitosan
0.000 ^{ns}	1.910 ^{**}	1.37 ^{ns}	8.671 ^{**}	0.114 ^{ns}	0.008 ^{ns}	0.162 ^{ns}	اثر متقابل بنزیل آدنین و کیتوسان Interaction of Benzyladenine×Chitosan
0.000	0.399	0.132	0.961	0.233	0.015	0.148	خطای آزمایش Error
1.76	18.27	15.17	27.56	16.89	7.67	23.23	ضریب تغییرات (%) CV %

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح 5 درصد، 1 درصد و غیر معنی‌دار

*, ** and ns: Significant at $p < 0.01, 0.05$ and not significant, respectively.

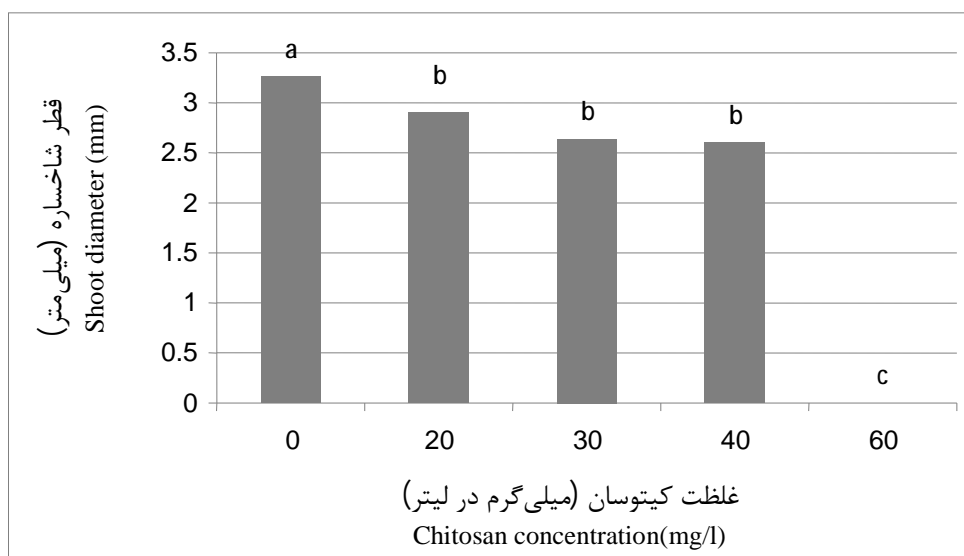


شکل 1: اثر غلظت‌های مختلف کیتوسان بر تعداد شاخساره تولید شده در ریزنمونه‌ها

ستون‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1% با آزمون دانکن ندارد.

Fig 1: Effect of different concentrations of chitosan on shoot number

Columns with the same letters are not significantly different at 1% level of probability using DMRT.

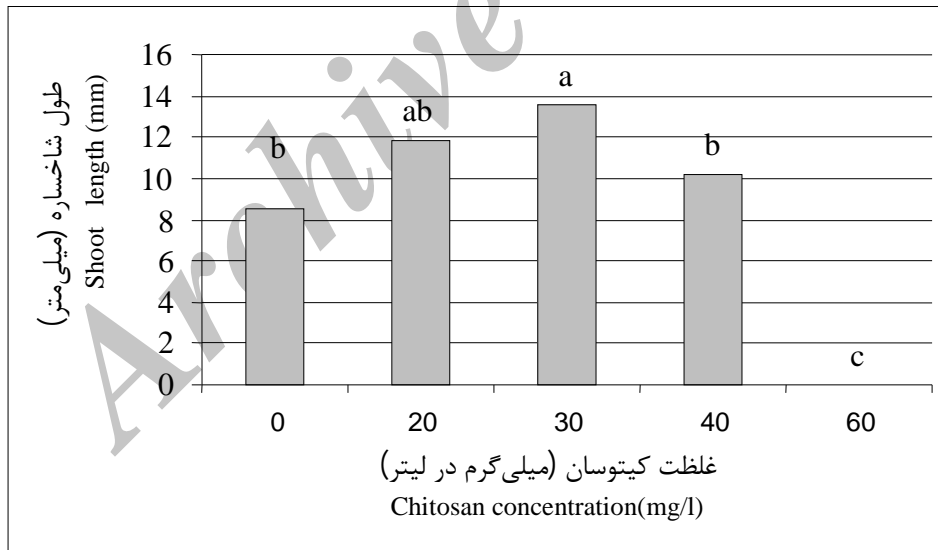


شکل 2: اثر غلظت‌های مختلف کیتوسان بر متوسط قطر شاخساره.

ستون‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1% با آزمون دانکن ندارد.

Fig: 2. Effect of different concentrations of chitosan on shoot diameter

Columns with the same letters are not significantly different at 1% level of probability using DMRT.

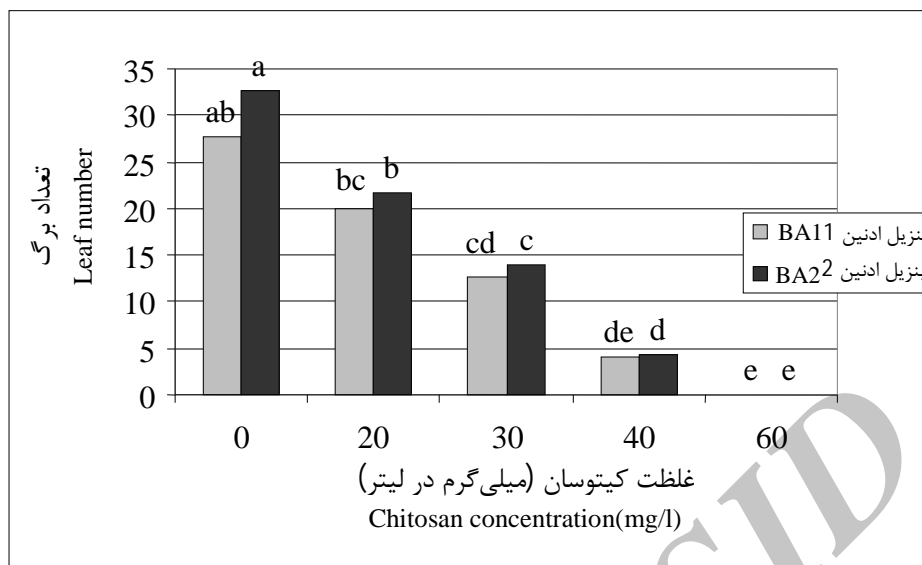


شکل 3: اثر غلظت‌های مختلف کیتوسان بر متوسط طول شاخساره.

ستون‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1% با آزمون دانکن ندارد.

Fig 3: Effect of different concentrations of chitosan on shoot length

Columns with the same letters are not significantly different at 1% level of probability using DMRT.

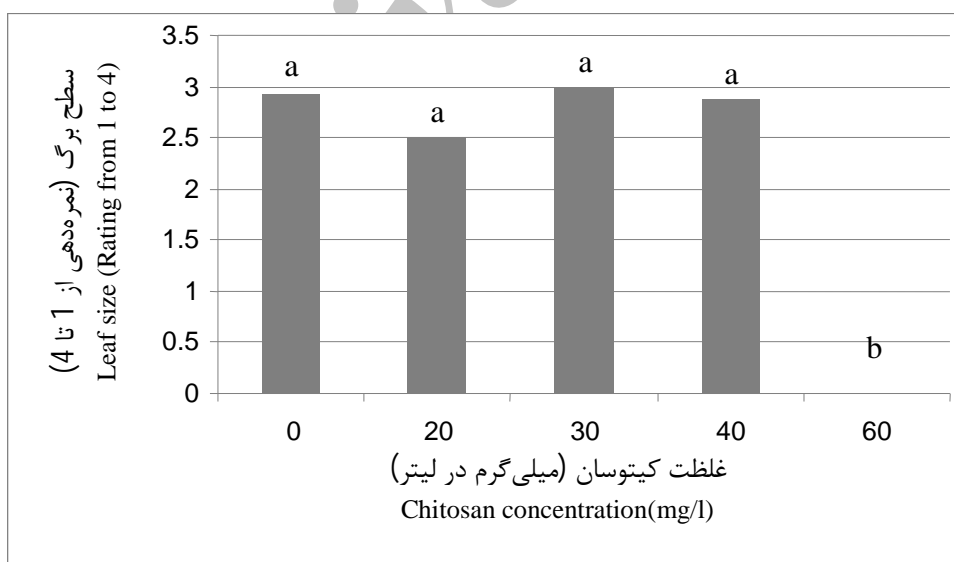


شکل 4: اثرات متقابل بنزیل آدنین و کیتوسان بر تعداد برگ تشکیل شده

ستون‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1% با آزمون دانکن ندارد.

Fig 4: Interaction effect of chitosan and benzyladenine on leaf number

Columns with the same letters are not significantly different at 1% level of probability using DMRT.

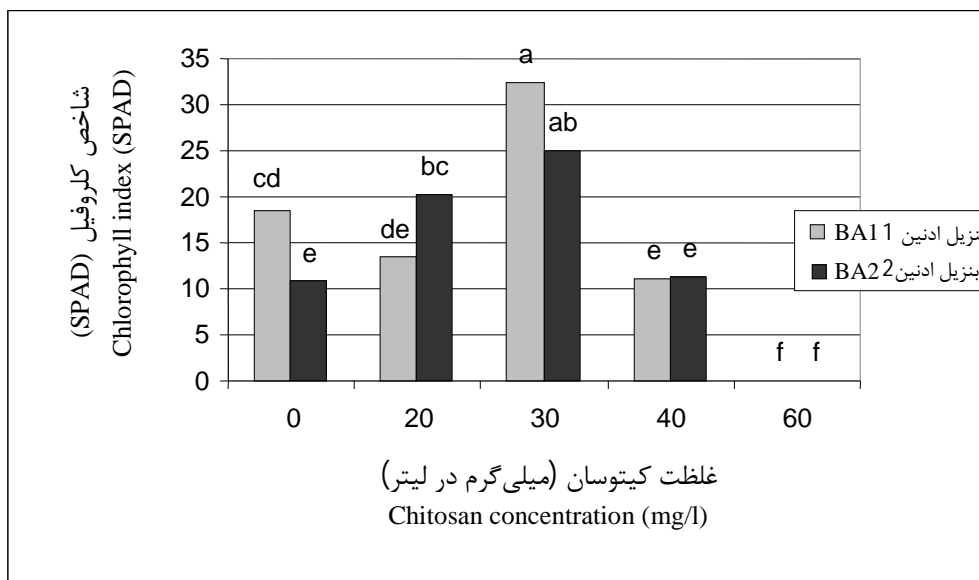


شکل 5: اثر غلظت‌های مختلف کیتوسان بر سطح برگ

ستون‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1% با آزمون دانکن ندارد.

Fig 5: Effect of different concentrations of chitosan on leaf size

Columns with the same letters are not significantly different at 1% level of probability using DMRT.

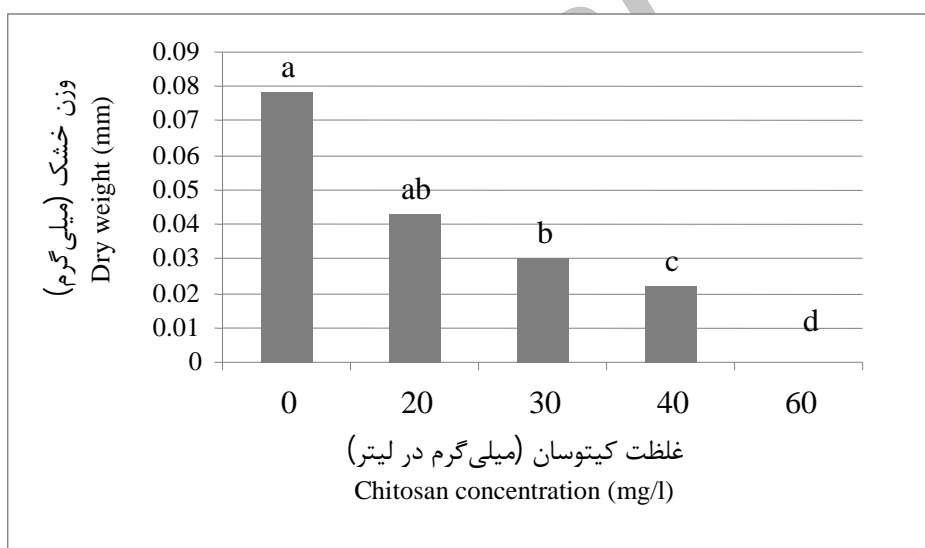


شکل 6: اثرات متقابل بنزیل آدنین و کیتوسان بر شاخص کلروفیل.

ستون‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1% با آزمون دانکن ندارد.

Fig 6: Interaction effect of benzyladenine and chitosan on leaf chlorophyll index.

Columns with the same letters are not significantly different at 1% level of probability using DMRT.



شکل 7: تاثیر غلظت‌های مختلف کیتوسان بر وزن خشک توده گیاهی

ستون‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1% با آزمون دانکن ندارد.

Fig 7: Effect of different concentration of chitosan on dry weight of plant mass

Columns with the same letters are not significantly different at 1% level of probability using DMRT.

بحث

شاخساره‌ها و افزایش وزن خشک توده گیاهی مشاهده شد. موارد فوق اثر مثبت بنزیل آدنین را در پرآوری نشان می‌دهد و با نتایج برخی پژوهش‌گران هم‌هنگ می‌باشد پاسای و همکاران (Passey *et al.* 2002)، کارلی و اشوریجاری (Carelli & Echeverrigary. 2002) و بیس‌واس و همکاران (Biswas *et al.* 2007).

در این پژوهش گرچه اختلاف معنی‌دار بین غلظت 1 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین با غلظت 2 میلی‌گرم در لیتر در صفات اندازه‌گیری شده مشاهده نگردید اما افزودن بنزیل آدنین به محیط کشت سبب افزایش پرآوری شاخساره‌ها گردید و به‌صورت افزایش تعداد شاخساره‌های تشکیل شده، قطر شاخساره، تعداد برگ، کوتاه شدن طول

طبق نتایج این پژوهش غلظت 30 میلی‌گرم در لیتر کیتوسان همراه با 1 یا 2 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین، سبب افزایش طول شاخساره گردید که علت آن ناشی از کاهش تعداد شاخساره تولید شده می‌باشد و در غلظت 60 میلی‌گرم در لیتر کیتوسان سوختگی گیاهی حاصل گردید و به نظر می‌رسد ناشی از اثر منفی غلظت و وزن مولکولی بالای کیتوسان مورد استفاده در این آزمایش باشد. طبق اظهار نگ و همکاران (2006)، کیتوسان حاوی وزن مولکولی بالا تاثیر منفی در پرآوری ریزنمونه‌ها داشته و با نتایج این تحقیق هماهنگی دارد.

اثر متقابل بنزیل آدنین و کیتوسان در میزان کلروفیل برگ گیاهچه‌ها معنی‌دار بود و بیش‌ترین میزان کلروفیل در تیمار 1 یا 2 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین و 30 میلی‌گرم در لیتر کیتوسان مشاهده گردید. طبق اظهار کیوپینگ و ونشویی، (2007) (Qiuping & Wenshui) کیتوسان موجب پایداری کلروفیل می‌گردد. زیرا احتمال دارد سبب تحریک بیان برخی ژن‌ها که در مسیر سنتز کلروفیل نقش دارند می‌شود. با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار بین غلظت 1 یا 2 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین بر صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش می‌توان اظهار نمود که ترکیب 1 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین و صفر میلی‌گرم در لیتر کیتوسان با وزن مولکولی بالا برای پرآوری شاخساره در توت‌فرنگی سلوا نسبت به سایر تیمارها مناسب‌تر می‌باشد. زیرا در ترکیب فوق تعداد شاخساره‌های تشکیل شده، وزن خشک توده گیاهی بیشتر بود و از طول مناسب برخوردار بودند. علی‌رغم این که در ترکیب 1 یا 2 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین همراه با غلظت 30 میلی‌گرم در لیتر کیتوسان، طول شاخساره و میزان کلروفیل برگ‌ها افزایش یافت اما با توجه به این که در مرحله پرآوری افزایش تعداد شاخساره مورد نظر می‌باشد لذا کیتوسان مورد استفاده که دارای وزن مولکولی بالا بود، اثر مثبت در این مورد نداشت. در عین حال می‌توان گفت که تمامی گیاهان عکس‌العمل مشابه در مقابل غلظت و وزن مولکولی متفاوت کیتوسان نشان نمی‌دهند و بایستی انواع کیتوسان با غلظت و وزن مولکولی متفاوت برای رقم توت‌فرنگی سلوا و ارقام دیگر توت‌فرنگی به‌طور جداگانه بررسی شود تا شناخت جامعی بر اساس مطالعات انجام گرفته در پرآوری ارقام توت‌فرنگی در ایران به‌دست آید. هم‌چنین امکان استفاده از نانو ذرات کیتوسان و مقایسه آن با نوع معمولی در کشت بافت قابل توصیه می‌باشد.

بر اساس مطالعات ویلکینز و دادز (Wikins & Dodds. 1982) غلظت‌های 2/5 الی 5 میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین سبب افزایش تولید برگ و تولید کالوس در گیاهچه‌های پایه کلت گیلان گردیده و با نتایج این پژوهش مبنی بر اثر بنزیل آدنین در افزایش تعداد برگ در گیاهچه‌های مورد آزمایش توت‌فرنگی سلوا مطابقت دارد. اثر مهم بنزیل آدنین در پرآوری درون شیشه‌ای این آزمایش، افزایش تعداد شاخساره تشکیل شده، کاهش طول شاخساره‌ها و افزایش قطر آن‌ها بود. نتایج برخی آزمایش‌ها نشان می‌دهد که بنزیل آدنین با کاهش چیرگی انتهایی و طول شاخساره‌ها سبب افزایش تعداد شاخساره می‌شود (اون و میلر (Owen & Miller. 1996)، کارلی و اشوریجاری، (2002) و یاکیموا و همکاران (Yokimova et al. 2000).

نتایج این آزمایش نشان داد که در غلظت 30 میلی‌گرم در لیتر کیتوسان طول شاخساره و میزان کلروفیل بیشتر از سایر تیمارها بود اما افزایش غلظت کیتوسان سبب کاهش تعداد شاخساره، قطر شاخساره، تعداد برگ، سطح برگ، وزن خشک توده گیاهی و به‌طور کلی کاهش رشد گیاهچه‌ها گردید. نتایج سایر پژوهش‌گران نیز موارد فوق را تأیید می‌کند (ایت و همکاران (2004) و نگ و همکاران (2006). هم‌چنین براساس گزارش ایت و همکاران (2004) غلظت 1/75 درصد کیتوسان فرموله شده (کیتوزل) موجب افزایش طول شاخساره‌ها و فتوسنتز گردیده اما با افزایش غلظت، تاثیر کیتوسان بر روی گیاهچه‌های انگور منفی بود که با نتایج این پژوهش هماهنگ می‌باشد.

گرچه براساس گزارش‌ها، کیتوسان با وزن مولکولی پایین سبب افزایش پرآوری در کشت بافت ارکیده‌ها گردیده است نگ و همکاران (2006)، اما در این آزمایش به‌دلیل استفاده از کیتوسان با وزن مولکولی بالا، باعث کاهش پرآوری در توت‌فرنگی رقم سلوا گردید. به‌نظر می‌رسد عکس‌العمل گونه‌های مختلف گیاهی نسبت به کیتوسان و وزن مولکولی کیتوسان مورد استفاده متفاوت می‌باشد. هم‌چنین کیتوسان با وزن مولکولی بالا اثر بازدارندگی در پرآوری و توسعه گیاهچه دارد نگ و همکاران (2006). براساس گزارش نگ و همکاران (2006) تاثیر کیتوسان با وزن مولکولی 1 کیلودالتون در رشد و توسعه مریستم جوانه‌های جانبی ارکیده، چهار برابر بیشتر از کیتوسان با وزن مولکولی بالا (100 کیلودالتون) می‌باشد.

منابع:

جهت ملاحظه منابع به صفحه‌های 7-8 متن انگلیسی مراجعه شود.