

تأثیر ضایعات چای و زئولیت به عنوان بستر کشت بدون خاک بر رشد و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی

محمد احمدی دهج¹، محمود قاسم‌نژاد^{2*}، محسن زواره³ و محمدعلی شیری⁴

تاریخ دریافت: 89/9/13 تاریخ پذیرش: 90/12/17

1- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

2- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

3- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

* مسئول مکاتبه: E-mail: ghasemnezhad@guilan.ac.ir

چکیده

امروزه کمبود آب آبیاری، وجود بیماری‌های خاک‌زی، عملکرد و کیفیت پایین محصول در بسترهای خاکی منجر به توسعه سیستم‌های هیدروپونیک گردیده است. در این پژوهش، تأثیر پنج بستر کشت مختلف شامل ضایعات چای، نسبت‌های حجمی ضایعات چای: زئولیت (1:3)، ضایعات چای: زئولیت (1:1)، ضایعات چای: زئولیت (3:1) و زئولیت: پرلیت (2:1) به عنوان بستر کشت بدون خاک بر رشد و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی رقم 'گاوریش' بررسی گردید. نتایج نشان داد که نوع بستر بر ارتفاع ساقه و طول ریشه و نیز خصوصیات کیفی میوه از جمله سفتی بافت، ویتامین ث، میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوجه‌فرنگی تأثیر معنی‌داری داشته است. بالعکس، قطر ساقه، تعداد میوه و رنگ میوه‌ها تحت تأثیر نوع بستر قرار نگرفت. با افزایش حجم ضایعات چای به زئولیت طول ریشه و ارتفاع ساقه کاهش یافته به طوری که بیشترین ارتفاع گیاه در بستر زئولیت (2:1) پرلیت بدست آمد. همچنین همبستگی مثبتی بین میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها مشاهده شد. بنابراین، نتایج نشان داد که ضایعات چای به تنهایی یا همراه با زئولیت می‌تواند بستر مناسبی برای کشت گوجه‌فرنگی باشد.

واژه‌های کلیدی: زئولیت، ضایعات چای، گوجه‌فرنگی، کشت بدون خاک، کیفیت میوه

Effect of Tea Waste and Zeolite as a Growing Substance in Soilless Culture on Growth and Quality of Tomato Fruit

M Ahmadi Dahaj¹, M Ghesemnezhad^{2*}, M Zavareh³ and MA Shiri⁴

Received: 4 December 2010 Accepted: 7 March 2012

¹MSc. Graduated student, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Iran

²Assist Profs, Faculty of Agric, Univ of Guilan, Iran

³MSc Student, Faculty of Agric, Univ of Guilan, Iran

*Corresponding author: E-mail: ghasemnezhad@guilan.ac.ir

Abstract

Recently, water deficiency, existence of soil-borne pathogens and low fruit yield and quality which produced in soil culture systems lead to develop hydroponic systems. In the present study, effect of five different growing media including tea waste, tea waste + zeolite (1:1), tea waste + zeolite (3:1), tea waste + zeolite (1:3), zeolite + perlite (1:2) (v/v) as a soilless growing media on tomato (*Lycopersicon esculentum*, cv. gavrish) growth and fruit quality was investigated. The results showed that the kind of growing media have significantly affected on stem height, root length and fruits quality characteristics such as firmness, vitamin C, total phenol and antioxidant capacity of tomato. Conversely, stem diameter, fruit numbers and fruits color value was unaffected by growing media. With increasing tea waste to zeolite ratio, stem height and root length decreased, as the most stem height was found in zeolite: perlite (1:2) medium. Moreover, positive correlation between total phenol and antioxidant capacity of fruits was observed. Overall, the results showed that using tea waste alone or incorporation with zeolite can be a suitable medium for growing tomato.

KeyWords: Fruit quality, Soilless culture, Tea waste, Tomato, Zeolite

مقدمه

غذایی انسان به حساب می‌آید (لی و همکاران 1999 و زنیدارکیک و پوزرل 2006). همچنین مصرف گوجه-فرنگی به دلیل داشتن خواص آنتی‌اکسیدانی بالا در پیشگیری از بیماری‌های قلبی، عروقی و سرطان‌ها توصیه می‌شود (باربر و باربر 2002). در سال‌های اخیر همگام با افزایش تولید جهانی گوجه‌فرنگی، میزان تولید و سطح زیر کشت این محصول در ایران نیز افزایش یافته است، به طوری که افزایش سطح زیر

گوجه‌فرنگی یکی از مهمترین سبزی‌های مورد کشت و کار در دنیای صنعتی امروز است که علاوه بر مصرف تازه خوری، به صورت فرآوری شده مثل سس، رب، پوره و غیره نیز استفاده می‌شود (آرتس و همکاران 1999). گوجه‌فرنگی و فرآورده‌های آن به دلیل چربی و کالری پایین، کلسترول آزاد کم، کاروتن و لیکوپن بالا و غنی بودن از فیبر جزء غذاهای سالم رژیم

بر رشد گیاهان دارد. در پژوهشی روی کاهو پیچ³ نشان داده شد که استفاده از زئولیت موجب افزایش رشد گیاه، افزایش مقدار پتاسیم و نیتروژن در بافت گیاهی و کاهش آبشویی پتاسیم شده است (گول و همکاران 2005). در کشت هیدروپونیک رز، استفاده از بستری با نسبت 1:3 پرلیت و زئولیت، بیشترین عملکرد و بهترین کیفیت تولید را باعث گردید (سامارتزیدیس و همکاران 2005). همچنین اثر مثبت زئولیت در افزایش تولید گل‌های ژبررا و هورتانسیا نیز گزارش شده است (اپنا و ویلیام 2003). با توجه به وجود منابع غنی زئولیت در ایران و از طرفی ارزان و فراوان بودن ضایعات چای (قلی‌زاده و همکاران 1385)، در این پژوهش اثر این دو بستر بر رشد و کیفیت میوه گوجه-فرنگی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

برای مقایسه اثر بسترهای مختلف، آزمایشی با پنج بستر با نسبت‌های حجمی مختلف شامل T₁: ضایعات چای، T₂: نسبت 3:1 ضایعات چای به زئولیت، T₃: نسبت 1:1 ضایعات چای به زئولیت، T₄: نسبت 1:3 ضایعات چای به زئولیت و T₅: نسبت 1:2 زئولیت به پرلیت با سه تکرار در قالب طرح کامل تصادفی بر روی گوجه‌فرنگی رقم 'گاوریش' در گلخانه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان اجرا شد.

قبل از کاشت و شروع تغذیه گیاهان، نمونه‌هایی از بسترهای مختلف برای انجام آزمون‌های خاکشناسی تهیه گردید. پس از کاشت و آغاز رشد گیاهان تغذیه گیاهان به‌طور یکسان با محلول غذایی هوگلند انجام گرفت. میانگین دمای روزانه و شبانه گلخانه در طول دوره آزمایش به ترتیب 27 و 18 درجه سانتی‌گراد، میزان رطوبت نسبی گلخانه 70-85 درصد و شدت نور بین 14000-16000 لوکس متغیر بود.

ارتفاع گیاهان از سطح گلدان تا انتهای ساقه اصلی در پایان مدت آزمایش اندازه‌گیری و بر حسب متر بیان شد. اندازه‌گیری قطر بوته‌ها در ارتفاع پنج سانتی‌متری

کشت فقط در کشت‌های خاکی نبوده، بلکه کشت‌های بدون خاک آن افزایش قابل توجهی را نشان می‌دهد (پیوست و برزگر 1384) که می‌تواند به دلیل مدیریت بهتر آب و مواد غذایی در این نوع سیستم کشت باشد (گول و همکاران 2005). اغلب واحدهای تولیدی در ایران از پرلیت، پیت و لیکا در مواردی از پشم سنگ¹ به‌عنوان بستر کشت استفاده می‌کنند، که به دلیل گرانی، باعث افزایش هزینه تولید گردیده است. استفاده از ضایعات چای و زئولیت با توجه به هزینه پایین، عدم اثر نامطلوب بر رشد گیاه و نیز به دلیل فراوانی در ایران، می‌تواند جایگزین مناسبی برای بسترهای رایج در کشور معرفی گردند. در ارتباط با گزینش بستر مناسب با توجه به شرایط موجود در محل تولید تحقیقات زیادی انجام گرفته است. ایکدا و همکاران (2001) گزارش نمودند که بستر آلی نسبت به بسترهای معدنی موجب عملکرد بالاتری گردید. هارتز و همکاران (1996) نسبت‌های مختلف کمپوست ضایعات سبز گیاهی و پیت را آزمایش کردند و نشان دادند که نسبت (1:1) این دو ماده موجب بالاترین عملکرد در گوجه-فرنگی شده است. چن و همکاران (1988) مخلوط کود حیوانی و تفاله انگور کمپوست شده را جایگزین مناسبی برای پیت در تولید گیاهان زینتی معرفی کردند. در بررسی انجام شده روی تأثیر بستر بر رشد کاهو بالاترین میزان رشد، ماده خشک و وزن هد در بستر ضایعات چای مشاهده گردید (ماستوئی و همکاران 2004). کیفیت میوه از جمله صفاتی است که ممکن است به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع بستر قرار گیرد. پریموزیک و همکاران (1998) گزارش نمودند که میزان ویتامین ث گوجه‌فرنگی در بسترهای آلی بیشتر از بسترهای معدنی می‌باشد. زئولیت طبیعی (کلینو پتیلولیت²) از جمله بسترهای است که در سال 1980 میلادی کشف گردید (گول و همکاران 2005). این بستر به دلیل دارا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی بالا، ظرفیت بالای جذب و نگهداری آب و مواد معدنی، تأثیر مطلوبی

¹ Rock Wool

² Clinoptilolite

³ *Lactuca sativa* var. *capitata*

نتایج و بحث

بسترها

نتایج اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بسترها در جدول 1 خلاصه شده است. همان‌طوری که نتایج نشان می‌دهد، بستر ضایعات چای کمترین وزن مخصوص ظاهری، وزن مخصوص حقیقی و pH را داشته است، در حالی که بیشترین میزان EC را در مقایسه با سایر بسترها دارا بود.

ارتفاع گیاه

ارتفاع گیاهان گوجه‌فرنگی تولید شده در بسترهای مختلف، در پایان دوره مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان دادند. بالاترین میزان ارتفاع گیاه در پایان دوره آزمایش با طولی برابر با 2/8 متر در بستر زئولیت (2:1) پرلیت و کمترین ارتفاع در بستر ضایعات چای (1:1) زئولیت (2/32 متر) مشاهده شد. ولی این دو بستر از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را با سایر بسترها نشان ندادند (جدول 2). در مطالعات قبلی نیز تأثیر متفاوت بسترها بر ارتفاع گیاهانی چون گوجه‌فرنگی (لوپز و همکاران 2004)، کاهو و کلم (بوستامنت و همکاران 2007) گزارش گردیده است. اثر بستر کشت بر ارتفاع گیاه می‌تواند به‌خاطر تغییر ظرفیت تبادل کاتیونی، pH یا بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دیگر باشد (لی و همکاران 1999).

طول ریشه

بیشترین طول ریشه در بستر زئولیت (2:1) پرلیت با 68/33 سانتی‌متر مشاهده گردید (جدول 2). نتایج نشان داد که افزودن ضایعات چای به بستر کشت گوجه‌فرنگی در سیستم هیدروپونیک باعث کاهش گستردگی طول ریشه می‌گردد که با افزایش میزان آن، اثر بازدارندگی بر طول ریشه نیز بیشتر می‌شود. لذا بیشترین طول ریشه در بستر زئولیت (2:1) پرلیت فاقد ضایعات چای بدست آمد (جدول 2). نتایج گارسیا گمز و همکاران (2001) ثابت کرد که افزودن میزان بالای

سطح گلدان به‌وسیله کولیس صورت گرفته و طول ریشه‌ها نیز با خطکش اندازه‌گیری شده و بر حسب سانتی‌متر بیان گردید. میوه‌های هر بوته به‌طور جداگانه در مرحله قرمز رسیده برداشت شدند.

اندازه‌گیری رنگ گوشت میوه‌های کاملاً رسیده با استفاده از دستگاه کرومومتر (Minalta CR400) انجام شد. در این روش مقادیر L (میزان روشنایی)، a (میزان قرمزی) و b (میزان زردی) به‌طور مستقیم توسط دستگاه کرومومتر قرائت شد. سفتی بافت میوه‌ها نیز با دستگاه سفتی‌سنج (FTO 11) بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع اندازه‌گیری شد.

میزان ویتامین ث با استفاده از معرف استاندارد ایندوفنول (پیریموزیک و همکاران 1998)، توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل PG Instruments ltd – T80+ UV/VIS) اندازه‌گیری و بر حسب میلی‌گرم در صد گرم وزن تازه بیان شد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه‌های گوجه‌فرنگی از طریق خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH¹ (ننادیس و تسمیدو 2002) مطابق فرمول زیر محاسبه شد.

$$\%DPPHsc = [(A_{cont} - A_{smp}) \times 100] / A_{cont}$$

%DPPHsc = درصد بازدارندگی

A_{samp} = (DPPH + نمونه) جذب

A_{cont} = DPPH میزان جذب

اندازه‌گیری میزان فنل کل میوه‌ها نیز با استفاده از معرف فولین-سیوکالچو² (سینگلتو و رزی 1965) انجام گرفت.

در پایان، داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS تجزیه و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD صورت گرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

¹ 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl

² Folin-Cicalteu

بنابراین، مطابق نتایج گزارش‌های قبلی و جدول 1، دلیل کاهش توسعه ریشه گوجه‌فرنگی بالا بودن EC بستر ضایعات چای می‌باشد. اگرچه واکنش گیاهان مختلف به میزان بالای EC متفاوت می‌باشد (لیما و همکاران 2004).

کمپوست به پیت، رشد ریشه گیاهان زینتی را کاهش می‌دهد. آن‌ها دلیل کاهش رشد ریشه گیاه را به بالا بودن میزان EC نسبت دادند. لوپز و همکاران (1989) نیز اثر منفی نسبت‌های بالای کمپوست بر رشد و توسعه ریشه را به میزان بالای EC نسبت دادند.

جدول 1- نتایج حاصل از تجزیه برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بسترهای کشت

EC ($\mu\text{S.cm}^{-2}$)	pH	ظرفیت نگهداری آب (درصد)	تخلخل (درصد)	رطوبت (درصد)	وزن مخصوص		بسترها
					حقیقی (g.cm^{-3})	ظاهری (g.cm^{-3})	
3/4	6/05	163/15	56	62	1/95	0/84	ضایعات چای
2/45	6/56	170/27	48	63	2/2	1/13	ضایعات چای (1:1) زئولیت
2/8	6/11	185/71	50	65	2/15	1/06	ضایعات چای (1:3) زئولیت
2/36	6/18	156/41	49	61	2/26	1/14	ضایعات چای (3:1) زئولیت
2/2	6/28	150	49	60	2/31	1/16	زئولیت (2:1) پرلیت

جدول 2- تأثیر بسترهای مختلف بر شاخص‌های رشدی گیاه و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی

شاخص سطح رنگ			سفتی میوه (kg/cm^2)	تعداد میوه	قطر ساقه (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	ارتفاع گیاه (متر)	تیمار
L	b	a						
33/5 ^{ns}	14/35 ^{ns}	19/44 ^a	3/41 ^a	23 ^{ns}	1/26 ^{ns}	57/33 ^b	2/5 ^{ab}	ضایعات چای
32/55	13/26	18/21 ^{ab}	2/84 ^b	23/33	1/2	59/66 ^b	2/33 ^b	ضایعات چای 1:1 زئولیت
32/93	13/61	18/37 ^{ab}	3/49 ^a	26/66	1/23	59/86 ^b	2/6 ^{ab}	ضایعات چای 1:3 زئولیت
31/77	12/71	16/69 ^{ab}	3/01 ^b	25/33	1/16	63 ^{ab}	2/56 ^{ab}	ضایعات چای 1:3 زئولیت
31/37	12/5	15/07 ^b	2/84 ^b	26/33	1/16	68/33 ^a	2/8 ^a	زئولیت 2:1 پرلیت

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشد.
^{ns} عدم معنی‌داری.

قطر ساقه در بستر زئولیت (2:1) پرلیت، مشاهده شد که با بیشترین ارتفاع ساقه همراه بود. هرچند افزودن ضایعات چای باعث افزایش قطر ساقه گردید، اما این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول 2).

قطر ساقه

بر خلاف ارتفاع گیاه و طول ریشه، قطر ساقه با افزایش میزان ضایعات چای افزایش یافته است. کمترین

و همکاران 2003). به نظر می‌رسد ضایعات چای با تهویه مناسب و قابلیت نگهداری بالای مواد غذایی، شرایط را برای جذب بهتر عناصر در گیاه بالا برده و باعث افزایش سفتی بافت میوه شده است. همچنین این احتمال وجود دارد که افزودن بیشتر زئولیت، باعث تثبیت مقدار بیشتر کلسیم در کوتاه مدت گردیده و به دنبال آن مقدار کلسیم میوه و سفتی بافت آن را کاهش داده است.

رنگ میوه

بالاترین شاخص رنگ a در تیمار ضایعات چای (19/44) و پایین‌ترین میزان در بستر زئولیت (2:1) پرلیت (15/07) مشاهده شد. اما اختلاف معنی‌داری بین دو شاخص L و b میوه‌های تولید شده در بسترها مختلف، مشاهده نشد (جدول 2). اگرچه شرایط محیطی مانند نور و دما اثر قابل توجهی بر میزان رنگی‌های میوه دارند (زنیدارسیک و پوزرل 2006)، ولی نوع بستر نیز می‌تواند بر میزان شاخص رنگ a تأثیر بگذارد.

ویتامین ث

مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها نشان داد (شکل 1). بسترهای دارای ضایعات چای، میزان ویتامین ث بیشتری نسبت به بستر زئولیت (2:1) پرلیت داشتند. بیشترین میزان ویتامین ث در بستر ضایعات چای (1:1) زئولیت (14/70 میلی‌گرم در 100 گرم وزن تر) مشاهده شد، ولی از لحاظ آماری با سایر بسترهای حاوی ضایعات چای، اختلاف معنی‌داری نشان نداد (شکل 1). بالا بودن میزان هدایت الکتریکی این بستر ممکن است دلیلی بر افزایش اسید آسکوربیک میوه گوجه‌فرنگی باشد. کورترو و فرناندز-مانوز (1999) شوری را یکی از دلایل افزایش ویتامین ث در میوه گوجه‌فرنگی گزارش کردند که با افزایش منوساکاریدها منجر به افزایش ویتامین ث شده بود. لین و گلاس (1999) نیز گزارش کردند که افزایش هدایت الکتریکی منجر به بهبود طعم میوه و بالا رفتن میزان

بنابراین می‌توان گفت، گیاهان در بستر ضایعات چای، دارای رشد و ارتفاع کمتر در مقابل قطر ساقه بیشتری داشته، در نتیجه نسبت به گیاهان سایر بسترهای رشدی محکم‌تر و قوی‌تر می‌باشند.

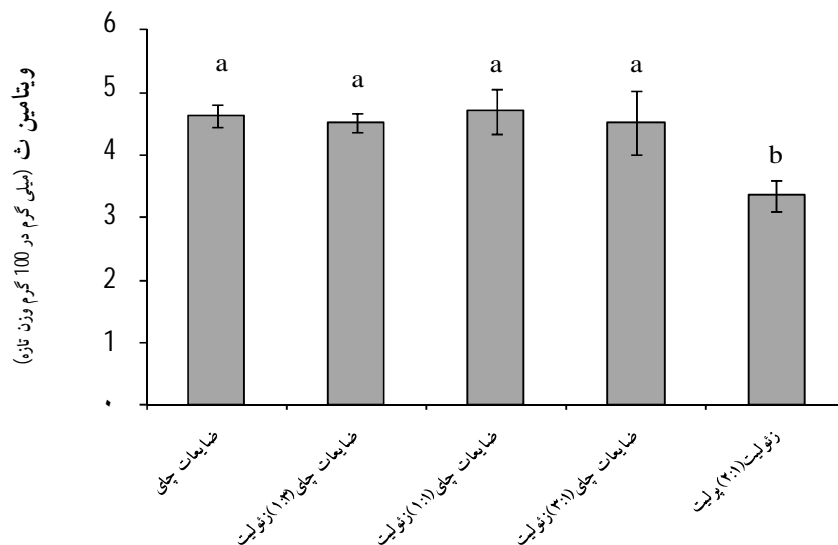
تعداد میوه

اگرچه بالاترین میانگین تعداد میوه در هر بوته (26/66 عدد) در بستر ضایعات چای (1:3) زئولیت و کمترین مقدار (23 عدد) در بستر ضایعات چای مشاهده گردید، ولی هیچ گونه اختلاف معنی‌داری بین بسترها دیده نشد (جدول 2). با افزایش رشد رویشی بر تعداد گره در گیاه افزوده شده و به دنبال آن تعداد میوه و گل نیز افزایش می‌یابد (لوپز و همکاران 2004). در بسترهایی که ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتر و قابلیت نگهداری مواد غذایی بیشتری دارند، رشد رویشی گیاه نیز بیشتر می‌باشد (بیرسدورفر و همکاران 2003). پارکس (2004) با بررسی تأثیر بسترهای کشت مختلف (خاک اره، پیت پوسته نارگیل، پشم سنگ و پرلیت) روی تولید خیار در سیستم کشت بدون خاک به این نتیجه رسید که نوع بستر اثر معنی‌داری بر تعداد میوه دارد. بررسی‌های انجام شده بر روی گوجه‌فرنگی در بستر دارای ضایعات پوست بادام نیز اختلاف معنی‌داری را از نظر تعداد میوه نشان نداد. در بررسی نسبت‌های مختلف کمپوست و پیت بر روی گل‌های زینتی بالاترین تعداد گل در بستر حاوی پیت (1:3) کمپوست مشاهده شد (پارکس 2004).

سفتی بافت میوه

مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که بسترهای کشت، اثر معنی‌داری بر میزان سفتی بافت میوه داشته‌اند (جدول 2). بالاترین سفتی در میوه‌های تولید شده از بستر ضایعات چای (1:3) زئولیت و ضایعات چای به تنهایی مشاهده شد که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار با سایر بسترها نشان دادند (جدول 2). میزان جذب مواد غذایی، شرایط محیطی پرورش گیاه و تغذیه‌ای آن بر میزان سفتی بافت میوه تأثیر گذار است (بیرسدورفر

از بسترهای معدنی است. ایندن و تورس (2004) نشان داد که نوع بستر تأثیری بر کیفیت میوه گوجه‌فرنگی از لحاظ میزان ویتامین ث ندارد (ایندن و تورس 2004). دوماس و همکاران (2003) بیان کردند که میزان ویتامین ث در گوجه‌فرنگی‌های گلخانه‌ای نسبت به فضای آزاد کمتر است که به کمتر بودن شدت نور در گلخانه نسبت داده می‌شود.



شکل 1- اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان ویتامین ث میوه گوجه‌فرنگی.

خط عمودی خطای استاندارد از میانگین را نشان می‌دهد.

ضایعات چای به‌عنوان بستر کشت استفاده می‌شود، میزان فنل کل افزایش می‌یابد. دلیل این امر می‌تواند ناشی از حفظ قابلیت بالای جذب آب و مواد معدنی در این بسترها باشد (تور و ساواک 2005).

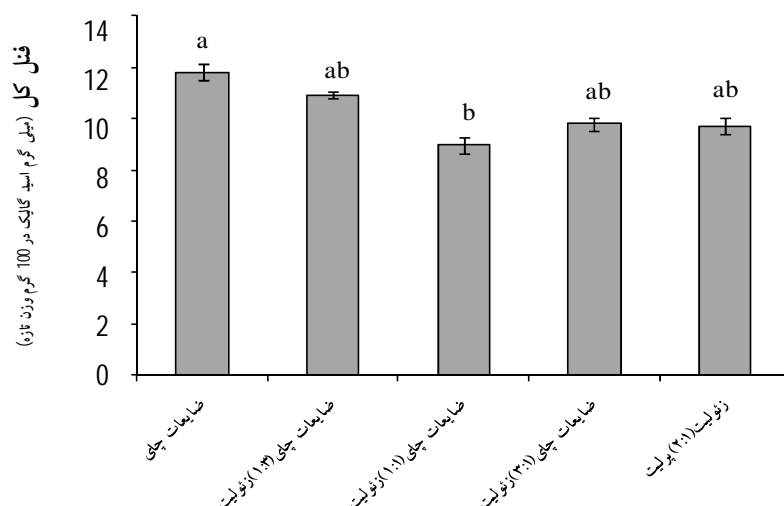
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (درصد بازدارندگی رادیکال آزاد) بالاترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها در بستر ضایعات چای با میزان 60 درصد و پایین‌ترین میزان آن در بستر ضایعات چای (1:3) زئولیت (43/66 درصد) مشاهده گردید (شکل 3). میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها تحت تأثیر فصل رشد، دما و نور محیط قرار می‌گیرد (مانیان و همکاران 2008). مهمترین عوامل مؤثر بر میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه

میزان فنل کل

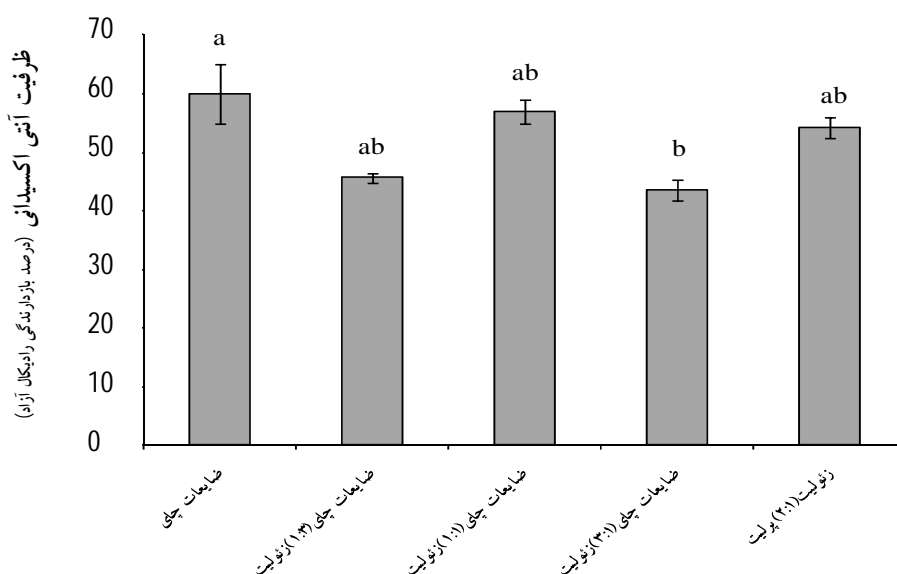
مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها در رابطه با میزان فنل کل نشان داد. بیشترین میزان فنل کل میوه‌ها، در بستر ضایعات چای و کمترین میزان آن در بستر ضایعات چای (1:1) زئولیت مشاهده شد (شکل 2). نتایج تحقیقات قبلی نشان می‌دهد که میزان ترکیبات فنلی میوه‌ها تحت تأثیر عواملی نظیر رقم، شرایط محیطی، عملیات کشاورزی، مرحله برداشت میوه و شرایط انباری قرار می‌گیرد (هانت و باکر 1980 و تور و ساواک 2005). از جمله عوامل محیطی مؤثر بر تجمع ترکیبات فنلی شدت نور و دما می‌باشد (تور و ساواک 2005). در پژوهش حاضر مشخص شد، زمانی‌که از

آنتی‌اکسیدانی و فنل کل میوه همبستگی مثبتی وجود داشت. در این پژوهش معلوم گردید که ظرفیت آنتی-اکسیدانی میوه گوجه‌فرنگی می‌تواند تحت تأثیر نوع بستر نیز قرار گیرد.

گوجه‌فرنگی، میزان نور دریافتی و دمای محیط در فصل رشد بخصوص چند هفته قبل از رسیدگی کامل میوه بیان شده است (تور و ساواگ 2005). تور و ساواگ (2005) گزارش دادند نوع رقم نیز میزان آنتی‌اکسیدان میوه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و بین میزان ترکیبات



شکل 2- اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان فنل کل میوه گوجه‌فرنگی. خط عمودی خطای استاندارد از میانگین را نشان می‌دهد.



شکل 3- اثر بسترهای مختلف کشت بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه گوجه‌فرنگی. خط عمودی خطای استاندارد از میانگین را نشان می‌دهد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی رابطه نزدیکی با فلاونوئیدها، آنتوسیانین، محتوای فنل کل و ویتامین‌ها دارد. البته مطابق بسیاری از پژوهش‌ها، فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها بیشتر تحت تأثیر فنل کل می‌باشد (ونگ و لین 2000). بنابراین، بالا بودن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های تولید شده در بستر حاوی ضایعات چای، می‌تواند با سطوح بالای فنل کل این بسترها در ارتباط باشد (کانو و همکاران 2003).

منابع مورد استفاده

- پیوست غغ و برزگر ر، 1384. پرورش سبزی‌های گلخانه‌ای در کشت خاکی و بدون خاک. 248 صفحه.
- قلی‌زاده آ، اصفهانی م و عزیزی ارنیو م، 1385. مطالعه اثرات تنش آب به همراه کاربرد زئولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*). فصلنامه پژوهش و سازندگی. جلد 73، صفحات 96-102.
- Artes F, Conesa MA, Hernandez S and Gil MI, 1999. Keeping quality of fresh-cut tomato. *Postharvest Biology and Technology* 17: 153-162.
- Barber NJ and Barber J, 2002. Lycopene and prostate cancer. *Prostate Cancer and Prostatic Diseases* 5: 6-12.
- Beiersdorfer RE, Ming DW and Galindo JR, 2003. Solubility and cation exchange properties of zeoponic substrate. *Microporous and Material* 61: 231-247.
- Bustamente MA, Paredes C, Moral R, Agullo E and Abad M, 2007. Composts from distillery waste as peat substitutes for transplant production. *Resources Conversation and Recycling* 41: 21-29.
- Cano A, Acosta M and Arnao MB, 2003. Hydrophilic and lipophilic antioxidant activity changes during on-vine ripening of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Postharvest Biology and Technology* 28: 59-65.
- Chen Y, Inbar Y and Hadar Y, 1988. Composted agricultural wastes as potting media for ornamental plants. *Soil Science* 145: 298-303.
- Curtero J and Fernandez-Manoz R, 1999. Tomato and salinity. *Scientific Horticulture* 78: 83-125.
- Dumas Y, Dadomo M, Di Lucca G and Grolier P, 2003. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83: 369-382.
- Garcia-Gomez A, Bernal MP and Roig A, 2001. Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. *Bioresource Technology* 83: 81-87.
- Gul A, Eroglu D and Ongum AR, 2005. Comparison of the use of zeolites and perlite as substrate of crisp-head lettuce. *Scientific Horticulture* 106: 464-471.
- Hartz TK, Costa FJ and Schrader WL, 1996. Suitability of composted green waste for horticultural uses. *HortScience* 31: 961-964.

- Hunt GM and Baker EA, 1980. Phenolic constituents of tomato fruit cuticles. *Phytochemistry* 19: 1415-1419.
- Ikeda H, Tan YA and Oda M, 2001. Effects of soilless medium on the growth and fruit yield of tomatoes supplied with urea and/or nitrate. *Acta Horticulturae* 548: 157-164.
- Inden H and Torres A 2004. Composition of four substrates on the growth and quality of tomatoes. *Acta Horticulturae* 664: 205-210.
- Lee B, Lee J, Chung S and Seo B, 1999. Effects of substrates on the growth and fruit quality of hydroponically grown tomato. *Acta Horticulturae* 408: 302-304.
- Lima JS, De Querioz JEG and Freitas HB, 2004. Effect of selected and non-selected urban waste compost on the initial growth of corn. *Resource, Conservation and Recycling* 42: 309-315.
- Lin WC and Glass Ad M, 1999. The effect of NaCl addition and macronutrient concentration on fruit quality and flavor volatiles of greenhouse tomatoes. *Acta Horticulturae* 481:487-493.
- Lopez J, Vasquez F and Ramos F, 2004. Effect of substrate culture on growth, yield and fruit quality of the greenhouse tomato. *Acta Horticulturae* 659: 417-424.
- Lopez-Real JM, Winter E, Midemer FN and Hewett BAO, 1989. Evaluation of composted sewage sludge/straw mixture for horticultural utilization. *Water Science Technology* 21: 889-897.
- Manian R, Anusuya N, Siddhuraju PS and Manian S, 2008. The antioxidant activity and free radical scavenging potential of two different solvent extracts of *Camellia sinensis*. (L.) O. Kuntz, *Ficus bengalensis* L. and *Ficus racemosa* L. *Food Chemistry* 107: 1000-1007.
- Mastoui F, Hassandokht MR and Padasht Dehkaei MN, 2004. The effect of application of agriculture waste compost on growing media and greenhouse lettuce yield. *Acta Horticulturae* 97: 567-572.
- Nenadis N and Tsimidou M, 2002. Observations on the estimation of scavenging activity of phenolic compounds using rapid 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) Tests. J10184 in *JAOCs* 79:1191-1195.
- Opena GB and Williams KA, 2003. Used of recharged zeolite to provide aluminum during blue hydrangea production. *Journal of Plant Nutrition* 26: 825-1840.
- Parks S, 2004. Effect of growing media on cucumber production. Canadian Greenhouse Conference, Vegetable Session, October, 2004.
- Premuzic Z, Bargiela M, Garcia A, Rendina A and Iorio A, 1998. Calcium, iron, potassium, phosphorous and vitamin C content of organic and hydroponic tomatoes. *HortScience* 33: 255-257.
- Samartezidis C, Awada T, Maloupa E, Radoglou K and Constantinidou HIA, 2005. Rose productivity and physiological responses to different substrates for soil-less culture. *Scientia Horticulture* 106: 203-212.

- Singleton VL and Rossi JA, 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology Viticulture* 16: 144-158.
- Toor RK and Savage GP, 2005. Antioxidant activities in different fractions of tomato. *Food Research International* 38: 487-494.
- Wang SY and Lin HS, 2000. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Agricultural and Food Chemistry*. 48: 140-146.
- Znidarcic D and Pozrl T, 2006. Comparative study of quality changes tomato cv. 'Malike' (*Lycopersicon esculentum* Mill.) whilst different temperatures. *Acta Agriculture* 87: 235-243.