

بررسی اثر 1- متیل سیکلو پروپین (MCP) بر خصوصیات حسی، بافتی و تغذیه ای گوجه فرنگی رقم "راپسونا"

سمیه السادات مهرزاد^{1*}، علی محمدی ثانی¹

¹ باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران

تاریخ پذیرش: 1393/2/11

تاریخ دریافت: 1392/5/24

چکیده

در این پژوهش از ترکیب 1-متیل سیکلو پروپین به عنوان یک عامل مهار کننده اتیلن استفاده شد و اثر غلظت‌های مختلف محلول 1-متیل سیکلو پروپین، بر خصوصیات حسی، بافتی و تغذیه ای گوجه فرنگی رقم راپسونا در طول زمان انبارداری 4 هفته، در دمای 2 ± 12 درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی 85 تا 90% و زمان‌های تماس 12 و 24 ساعت بررسی گردید. تیمارها عبارت بودند از تیمار اول: نمونه بدون اعمال محلول MCP (نمونه کنترل)، تیمار دوم: نمونه با اعمال محلول MCP با غلظت $0/35 \mu\text{L/L}$ ، تیمار سوم: نمونه با اعمال محلول MCP با غلظت $0/7 \mu\text{L/L}$ ، تیمار چهارم: نمونه با اعمال محلول MCP با غلظت $1 \mu\text{L/L}$ و تیمار پنجم: نمونه با اعمال محلول MCP با غلظت $1/5 \mu\text{L/L}$. نمونه برداری به صورت هفتگی از هر یک از تیمارها انجام و متغیرهای سفتی بافت، رنگ و ویتامین ث سنجیده شدند. این آزمایش در غالب طرح آماری کاملاً تصادفی بر پایه آزمون فاکتوریل در 3 تکرار انجام شد. داده‌ها توسط نرم افزار SPSS تحت آنالیز واریانس قرار گرفتند. طبق نتایج، تیمار 1 و پس از آن $0/7 \mu\text{L/L}$ محلول MCP به شکل مناسبی اثر اتیلن موجود در محیط محصول گوجه فرنگی را کنترل و روند رسیدگی این محصول را با تاخیری 12 تا 18 روزه مواجه کردند. با این حال موضوع نرم شدن بافت میوه در هفته سوم و خصوصاً چهارم دوره نگهداری و همچنین کاهش میزان ویتامین ث و عدم یکنواختی رنگ در نمونه‌ها، با افزایش غلظت محلول MCP مسئله‌ای است که قضاوت در مورد کاربرد این ترکیب در کنترل رسیدگی گوجه فرنگی را با تأمل روبروی کند.

واژه‌های کلیدی: 1- متیل سیکلو پروپین، گوجه فرنگی، مهار کننده اتیلن، خصوصیات حسی، بافتی و تغذیه ای.

1-مقدمه

گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum mill*) از خانواده *Solanaceae*، بومی امریکا می باشد که عمده مصرف آن مربوط به گونه (*Lycopersicon esculentum*) است. در حال حاضر، مقدار تقریبی ضایعات گوجه فرنگی در کشور 1/8 میلیون تن است (1) که این رقم نشان دهنده حجم قابل توجه ضایعات این محصول در کشور است. فراز گرا¹ بودن گوجه فرنگی از علل اصلی محدود بودن دوره نگهداری آن است. گاز اتیلن توسط اکثر میوه ها و سبزی های فراز گرا تولید می شود و در نقش یک هورمون گیاهی، کار تنظیم و یا تحریک برخی فرایندهای گیاهی مانند کنترل تنفس، باز شدن گل ها، رسیدن میوه ها و ریزش برگ ها را انجام می دهد (5). تجمع این گاز و دیگر مواد فرار مانند استالیدی و اتانل در هوای انبار، یک مشکل عمده در مرحله انبارداری محصولات کشاورزی و خصوصاً انواع فراز گرای آنها است (7). وجود مقادیر کم اتیلن در محیط هوای انبارها سبب تسریع رسیدن میوه ها می شود و واکنش های ناخواسته ای مانند افزایش طعم تلخ، زرد شدن سبزی های برگی و افزایش قابلیت بیماری های انباری را به همراه دارد (4). طی چند سال اخیر یافتن روش هایی برای به حداقل رساندن مصرف ترکیبات مضر و در عین حال حفظ میوه و سبزی ها در انبارهای نگهداری در شرایط مناسب مورد توجه قرار گرفته است که عبارتند از: تهویه هوای انبار، استفاده از پرمنگنات پتاسیم، اتمسفر هیوبار، اکسنده های کاتالیتیک و اوزون که البته هر یک از این راه ها مشکلاتی به همراه دارند. کاربرد 1- متیل سیکلو پروپین (1-MCP) هم یکی از آخرین روش ها در این زمینه است (8).

(1-MCP)، یک سیکلو آلکن با فرمول مولکولی C_4H_6 و مشتق از سیکلو پروپان است که به عنوان تنظیم کننده رشد گیاهی استفاده می شود، این گاز در دمای معمولی فرار و در 12 درجه می جوشد. مکانیسم عمل ارتباط تنگاتنگی با گیرنده های اتیلن در گیاه و احتمالاً بلوک کردن آنها در برابر اثرات اتیلن دارد (9). هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر کاربرد غلظتهای مختلف 1- متیل سیکلو پروپین بر خصوصیات حسی، بافتی و تغذیه ای گوجه فرنگی رقم "راپسونا" که در مرحله شکستگی رنگ برداشت شده است، می باشد.

2-مواد و روش ها

2-1- نحوه برداشت میوه

گوجه فرنگی رقم راپسونا از یک مزرعه واقع در شهرستان اسداباد انتخاب و برداشت شد. در ضمن برداشت نمونه های گوجه فرنگی در مرحله شکستگی رنگ صورت گرفت. برای چیدن گوجه فرنگی بهتر است میوه را با دست راست گرفته و به طرف راست یا چپ چرخانده و با یک حرکت جزئی میوه از بوته جدا شود و سپس در جعبه های مناسب که در سایه واقع گردیده قرار داده شوند. نمونه های برداشتی در شرایط مناسب و بلافاصله توسط خودرو به سردخانه در دمای 0/5 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 90 درصد موجود در منتقل شدند (2).

2-2- تیماردهی با 1-MCP

قرص های یک گرمی 1-MCP مورد استفاده در پژوهش، ساخت آمریکا² و بر اساس ادعای شرکت سازنده دارای درجه خلوص 0/127 درصد بود. برای تهیه محلولی با غلظت مورد نظر، مقدار مشخصی از پودر 1-MCP را براساس دستورالعمل شرکت سازنده، با محلول 1% (KOH:NaOH) ترکیب کرده و داخل ظروف تیمار قرار داده شد. در مدت زمانی کمتر از 20 ثانیه درب ظرف مسدود گردید تا گاز متصاعد شده از واکنش، از ظرف خارج نشود. در این پژوهش تاثیر 4 تیماردهی مختلف با 1-MCP در مقایسه با نمونه کنترل بررسی شد. تیمارها شامل نمونه های گوجه فرنگی تحت 1-MCP در غلظت های 0/35، 0/7، 1 و 1/35 درون یک جار دهان گشاد با ظرفیت 5 لیتر و در دمای 20 درجه سانتی گراد بود. در تیمار کنترل نمونه ها بدون اعمال 1-MCP درون یک جار قرار گرفتند. دهانه جارها پس از اعمال تیمار با یک لایه پوشش پلی پروپیلن به ضخامت 0/2 میلیمتر مسدود و سپس درب بندی صورت گرفت و تیمارها برای مدت 12 یا 24 ساعت در دمای 22 ± 2 درجه سلسیوس قرار گرفتند. پس از این مدت درب ظروف باز شده و هوای داخل ظروف در هوای آزاد تهویه شد. در ادامه نمونه ها تا مدت 4 هفته در مکانی با دمای 2 ± 12 درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی 85 تا 90% نگهداری شدند. طی این مدت و هر هفته 10 عدد گوجه فرنگی به صورت تصادفی از هر یک از تیمارها برداشته شد و در سه تکرار و پس از 4 ساعت نگهداری در دمای 20 تا 25 درجه

¹.Climactic². Ethylbloc (Rohm – Haas, Spring House, PA), USA

3- نتایج و بحث

3-1- سفتی بافت

در این مطالعه اثر متقابل غلظت محلول‌های 1-MCP و زمان تماس با آن بر سفتی بافت نمونه های گوجه فرنگی معنی دار بود. با افزایش غلظت محلول متیل سیکلو پروپین، اختلاف سفتی بافت بین گوجه‌هایی که 12 یا 24 ساعت در معرض گاز متصاعد شده از محلول MCP بوده‌اند افزایش یافت. جدول (1) به بررسی اثر متقابل زمان تماس و غلظت می پردازد.

جدول 1- اثر متقابل زمان تماس و غلظت بر سفتی بافت

میانگین	غلظت	زمان تماس
18/11 ^{be}	صفر	12 ساعت
18/94 ^{bd}	0/35	
21/7 ^{bc}	0/7	
24/35 ^b	1	
26/91 ^{ab}	1/35	
17/95 ^{ae}	صفر	24 ساعت
20/59 ^{ad}	0/35	
24/78 ^{ac}	0/7	
28/29 ^{ab}	1	
29/59 ^a	1/35	

در هر ستون حروف یکسان نشانه عدم تفاوت آماری معنی دار در آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد است.

با افزایش زمان نگهداری و همزمان با توسعه فعالیت‌های آنزیمی و پیشرفت مراحل رسیدگی، سفتی بافت میوه کاهش می‌یابد (3). بیشترین مقدار سفتی بافت به زمان برداشت مربوط می‌شود. در هفته‌های 2، 3 و 4 نگهداری، میانگین سفتی بافت تیمارهای مختلف گوجه فرنگی به ترتیب حدود 50، 30 و 22 درصد مقدار اولیه می‌رسد. به این ترتیب در هفته چهارم نگهداری، سفتی بافت میوه به کمترین مقدار خود رسید. تیمار شاهد طی 11 تا 13 روز اول نگهداری 70% سفتی اولیه خود را از دست می‌دهد. اما این کاهش برای تیمارهای 0/7 و بالاتر به شکل ملایم‌تر رخ داده و این سطح از نرم شدن بافت از روزهای 18 تا 21 پس از نگهداری اتفاق می‌افتد. این نتایج موید این موضوع است که طی 2 هفته نخست پس از برداشت، نرخ کاهش سفتی بافت محصول در بیشترین مقدار خود بوده و پس از آن سفتی بافت گوجه فرنگی با شیب کمتری کاهش می‌یابد. با افزایش غلظت محلول‌های MCP،

سانتی گراد (شرایط آزمایشگاهی) از نظر متغیرهای زیر ارزیابی گردید.

3-2- سفتی بافت

برای اندازه‌گیری سفتی بافت از یک دستگاه بافت سنج دستی دیجیتالی TR با قطر پروب 5 میلی‌متر استفاده شد. بر روی هر گوجه فرنگی 3 اندازه‌گیری انجام و میانگین آن به عنوان سفتی بافت بر حسب نیوتن گزارش شد (5).

4-2- سنجش رنگ

اندازه‌گیری رنگ توسط یک دستگاه رنگ سنج قابل حمل Color Analyser مدل 5100 ساخت تایوان انجام شد. بر روی هر گوجه فرنگی 3 اندازه‌گیری انجام و میانگین آن به عنوان عدد رنگ بر حسب فاکتور R (فرمزی رنگ) گزارش شد (10).

5-2- اندازه‌گیری ویتامین ث

برای اندازه‌گیری ویتامین ث (میزان میلی گرم آسکوربیک اسید در 100 گرم نمونه) میوه‌ها، از روش 2و6 دی کلرو فنل ایندوفنل استفاده شد. مقدار ویتامین ث بر حسب میلی گرم آسکوربیک در 100 گرم نمونه از رابطه زیر بدست آمد (5).

$$C = [V \times T/W] \times 100$$

C = میلی گرم آسکوربیک اسید در 100 گرم نمونه

V = میلی لیتر دی کلرو فنل ایندوفنل مصرفی در تیتراسیون حجم معینی از نمونه صاف شده

T = اکی والان آسکوربیک اسید که بر حسب میلی گرم آسکوربیک اسید در میلی لیتر رنگ بیان می‌شود.

W = گرم نمونه در حجمی از محلول تیترا شده

6-2- تجزیه و تحلیل آماری

به منظور بررسی تاثیر 1-MCP بر خواص حسی، بافتی و تغذیه ای گوجه فرنگی رقم "راپسونا" آزمایش در غالب طرح آماری کاملاً تصادفی بر پایه آزمون فاکتوریل، در پنج سطح 0، 0/35، 0/7، 1 و 1/35 $\mu\text{L/L}$ به مدت 12 و 24 ساعت روی نمونه های گوجه فرنگی انجام شد. آنالیز واریانس (ANOVA) با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با بهره‌گیری از آزمون دانکن در سه تکرار انجام شد.

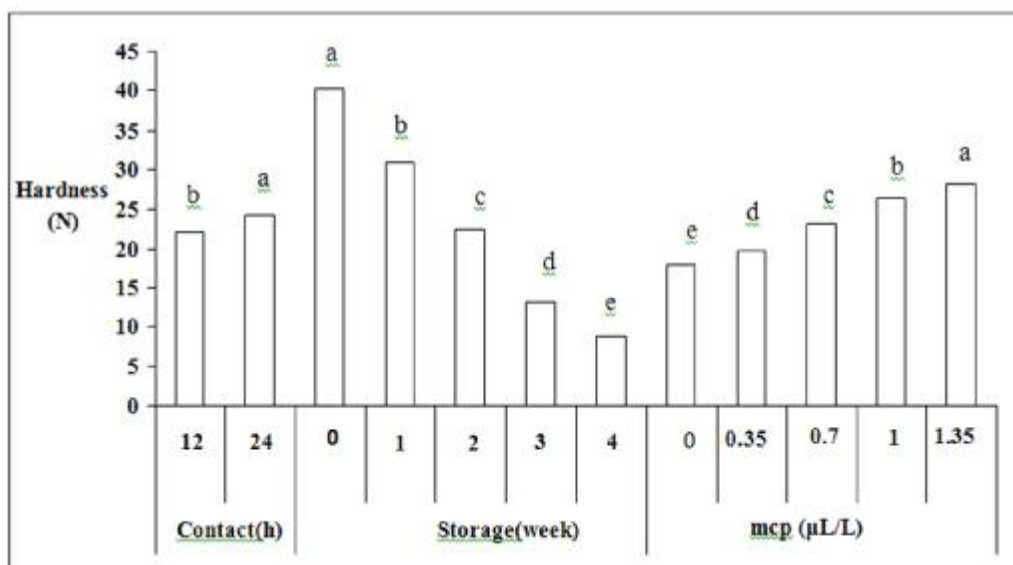
ضروری است که در هفته چهارم دوره نگهداری نرم شدن بافت میوه‌ها در کلیه تیمارها قابل توجه بوده و خطرات و آسیب‌های فیزیکی ناشی از این نرم شدگی بافت باید مدنظر قرار گیرد. این نتایج با داده‌های حاصل از تحقیق ویلز و کو (2002) که روی میوه گوجه فرنگی اجرا شده است هم‌خوانی داشته و آن را تایید می‌کند (12).

3-2- رنگ میوه

مطابق این نتایج، متغیرهای مدت نگهداری، غلظت محلول و زمان تماس با گاز تولیدی از محلول فعال شده، اثر معنی‌داری بر رنگ تیمارهای گوجه فرنگی داشته است. با افزایش زمان نگهداری و هم‌زمان با پیشرفت مراحل رسیدگی میوه، رنگ سبز محصول توسط طیفی از رنگ‌های نارنجی تا قرمز جایگزین می‌شود (6). این تغییرات از طریق افزایش میزان عددی مولفه R و کاهش مولفه‌های B و G (به ترتیب معرف معرف رنگ‌های آبی و سبز)

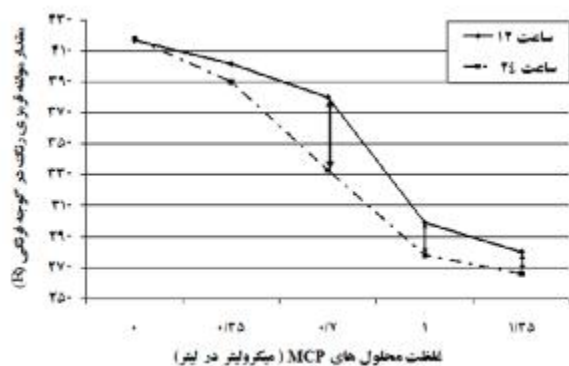
و با سپری شدن زمان نگهداری تغییرات سفتی بافت تیمارهای مختلف گوجه فرنگی، نسبت به سفتی میوه در زمان برداشت الگوهای متفاوتی داشت. در پایان هفته سوم نگهداری، سفتی بافت میوه‌های تیمار شده با محلول‌های آزمایشی با غلظت 0/35، 0/7، 1 و 1/35 میکرولیتر در لیتر نسبت به تیمار شاهد به ترتیب 14، 57، 142 و 185 درصد بالاتر بود. این نتایج در پایان هفته چهارم نگهداری به 8، 33، 83 و 116 درصد کاهش یافت. این نتایج با آنچه در مورد میزان تجمع اتیلن در ظروف تیمارهای مختلف ارائه شد تا هفته سوم نگهداری دارای ارتباط منطقی بوده و یکدیگر را تایید می‌کنند. اما نرم شدن بیش از حد انتظار میوه‌ها در هفته پایانی با این الگو کاملاً انطباق ندارد. بر اساس نظرات ارائه شده از سوی سبسلر (1999) در هفته سوم نگهداری، گیاه فعالیت خود را برای ساختن گیرنده‌های جدید تشدید کرده و به این ترتیب حساسیت میوه به اتیلن مجدداً افزایش می‌یابد. چرا که کاهش سفتی بافت یکی از نتایج مستقیم افزایش تجمع اتیلن در محیط نگهداری میوه‌ها و تسریع روند رسیدگی آنها است (11).

با توجه به نتایج به دست آمده تیمار 0/7 میکرولیتر در لیتر محلول متیل‌سیکلوپروپین، به شکل مناسبی قادر به جلوگیری از نرم شدن بافت نمونه‌های گوجه فرنگی تا ابتدای هفته سوم نگهداری می‌باشد. اما برای نگهداری بیشتر، استفاده از تیمارهای با غلظت بالاتر (1 یا 1/35) ضروری است. با این حال توجه به این نکته



شکل 1- تاثیر زمان تماس، زمان انبارداری و غلظت بر سفتی بافت برحسب (N)

همچنین اختلاف مولفه قرمزی برای دو سطح تماس 12 و 24 ساعت، در تیمارهای با غلظت 0/35، 0/7، 1 و 1/35 میکرولیتر در لیتر به ترتیب برابر 2/7، 14، 8/1 و 5/5 درصد برآورد شد. این نتایج نشان می‌دهد که بیشترین اختلاف در تیمار با غلظت 0/7 ایجاد می‌شود و با افزایش و یا کاهش غلظت محلول تیمار، نقش زمان تماس کاهش می‌یابد (شکل 2).



شکل 2- اثر غلظت های مختلف محلول های MCP بر میانگین قرمزی رنگ گوجه فرنگی های تیمار شده

طی دوره نگهداری تغییرات قرمزی رنگ تیمارهایی که تحت تاثیر مقادیر مختلف متیل سیکلو پروپن قرار داشته‌اند، روند یکسانی نداشت. این وضعیت ناشی از معنی‌دار بودن اثر متقابل مدت نگهداری و غلظت تیمارهای مختلف MCP است. با افزایش زمان نگهداری و غلظت محلول تیمار، طی هفته‌های سوم و چهارم نگهداری، اختلاف میزان قرمزی رنگ بین تیمارها بیشتر و در تیمارهای شاهد، 0/35، 0/7، 1 و 1/35 به ترتیب به 10، 18، 30، 55 و 59 درصد افزایش یافت.

با توجه به نتایج به دست آمده تیمارهای 1 و 1/35 میکرولیتر در لیتر به شکل مناسبی قرمز شدن و تکمیل دوره رسیدگی میوه گوجه فرنگی را با تاخیر مواجه کرد.

3-3- ویتامین ث

با توجه به نتایج بدست آمده، اثر اصلی زمان انبارداری بیشترین تاثیر را بر ویتامین C دارد. در کل با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که زمان تماس، زمان انبارداری و غلظت بر ویتامین C تاثیر معناداری دارند.

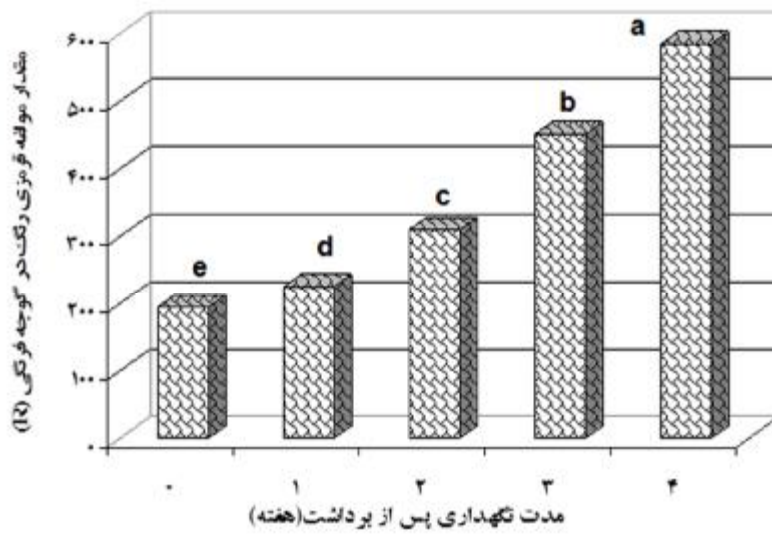
که از سنجش رنگ نمونه‌ها توسط دستگاه رنگ سنج دستی حاصل شده است، نمایش داده می‌شود. این درحالی است که متوسط سه مولفه سبزی، آبی و قرمز برای نمونه‌های سبز در هنگام برداشت به ترتیب برابر 762، 178 و 194 اندازه‌گیری شد. کمترین مقدار قرمزی اندازه‌گیری شده به زمان برداشت مربوط می‌شود. در هفته‌های 2، 3 و 4 نگهداری، میانگین مولفه رنگ قرمز (R)، در تیمارهای مختلف گوجه فرنگی به ترتیب به حدود 1/5، 2/3 و 3 برابر مقدار اولیه رسید. به این ترتیب در هفته چهارم نگهداری، قرمزی رنگ در میوه به بیشترین مقدار خود رسید. طی این مدت مولفه‌های آبی به 17 و سبزی به 29 کاهش یافت.

در این مطالعه اثر غلظت محلول های MCP بر قرمزی رنگ میوه‌ها معنی‌دار بود. به طوری که طی دوره نگهداری، اختلاف میانگین مولفه R برای محلول‌های آزمایشی با غلظت 0/7، 0/35، 1 و 1/35 میکرولیتر در لیتر نسبت به تغییرات این مولفه در نمونه شاهد، به ترتیب 5، 15، 30 و 34 درصد افزایش یافت که این خود به معنی کاهش رنگ قرمز در تیمارهای با غلظت بالاتر است. مطالعه اثر متقابل مدت تماس گوجه فرنگی های تیمار، با گاز حاصل از غلظت‌های مختلف محلول های MCP-1 فعال شده با محلول قلیا نشان می‌دهد که میانگین مولفه قرمزی رنگ در نمونه‌هایی که به مدت 12 ساعت در تماس با گاز فعال تیمار بوده‌اند، حدود 10% بیشتر از آن‌هایی بود که زمان تماس برای آن‌ها 24 ساعت به طول انجامیده است (جدول 2).

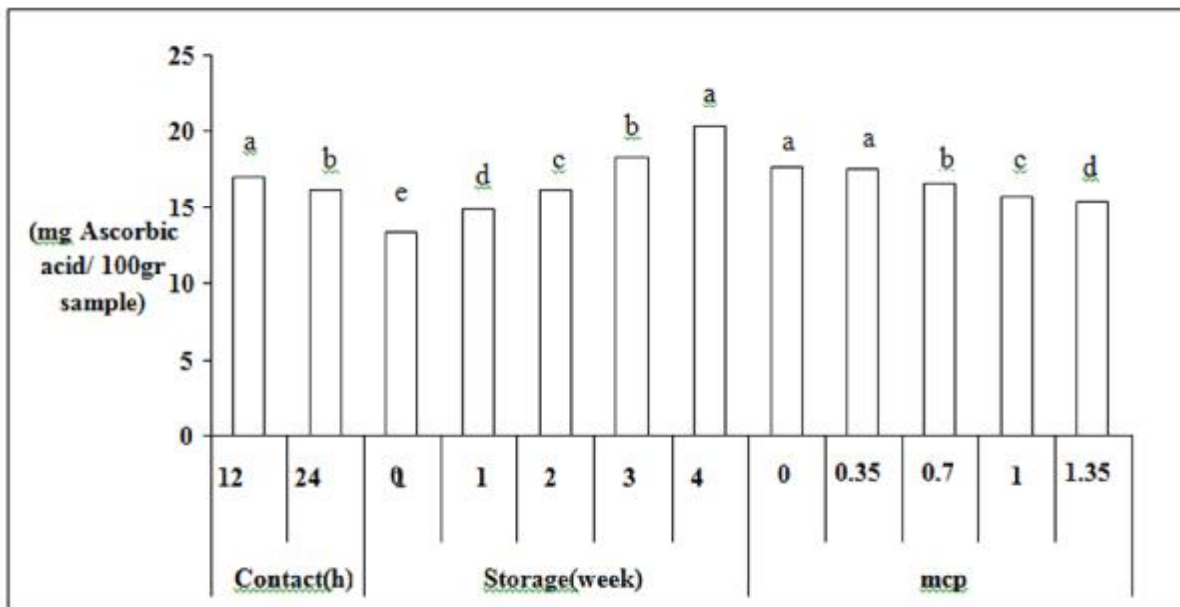
جدول 2- اثر متقابل غلظت و زمان تماس بر رنگ (مولفه R)

گوجه فرنگی		
زمان تماس	غلظت	میانگین
12 ساعت	صفر	431/09 ^a
	0/35	403/19 ^{ab}
	0/7	366/87 ^{ac}
	1	302/26 ^{ad}
	1/35	289/41 ^{ae}
24 ساعت	صفر	429/39 ^{ab}
	0/35	389/09 ^b
	0/7	332/02 ^{bc}
	1	272/76 ^{bd}
	1/35	265/37 ^{be}

در هر ستون حروف یکسان نشانه عدم تفاوت آماری معنی‌دار در آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد است.



شکل 3- اثر زمان نگهداری بر میانگین قرمزی رنگ تیمارهای مختلف گوجه فرنگی



شکل 4- تاثیر زمان تماس، زمان انبارداری و غلظت بر ویتامین C بر حسب (mg Ascorbic acid/ 100gr sample)

مسئله‌ای است که قضاوت در مورد کاربرد این ترکیب در کنترل رسیدگی گوجه فرنگی را دشوار می‌کند.

5- سپاس‌گزاری

در پایان از همکاری بخش تحقیقات فنی مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی استان همدان کمال تشکر را دارم.

6- منابع

1. بی نام. 1388. آمارنامه کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان. انتشارات روابط عمومی سازمان جهاد کشاورزی استان همدان.
2. قادری، ر و رضایی، ر. 1389. راهنمای جامع کشت و پرورش گوجه فرنگی. چاپ اول. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

3. Abeles, F.B., and Morgan, P.W. 1992. Ethylene in Plant Biology. 2nd Ed. San Diego, Cal. Academic Press.
4. Akiyama, S., and Togeda, H. 2000. Hikari Shokobaito Kanrenjijutsu: 21 seikikigyō on technology (in Japanese). Tokyo, Japan: Nikkanogyō shimbunsha.
5. Alexander, L., and D, Grierson. 2002. Ethylene biosynthesis and action in tomato. *J. Exp. Bot.*:53:2039-2055.
6. Batu, A. 2004. Determination of acceptable firmness and color values of tomatoes. *Journal of Food Engineering* .61(3): 471-475.
7. Daly, J. and A. Schluter. 2001. EthylBloc: An Industry Perspective. *Perishables Handling Quarterly*. (108): 5. Available at <http://postharvest.ucdavis.edu/datastorefiles/234-95.pdf>.
8. Graham, T.K., Venestra, J.N., and Armstrong, P.P., 1998. Ethylene removal for long-term conservation of fruits vegetables. *Food Quality and Pref* 4(3): 126-199.
9. Guillen, F., Castillo, S., Zapata, P.J., Martinez-Romero, D., Serrano M. and Valero, D. 2007. Efficacy of 1-MCP treatment in tomato fruit: 1. Duration and concentration of 1-MCP to gain an effective delay of postharvest ripening. *Postharvest Biol. Technol.* 43(1):23-27.
10. Horwitz, W. 2000. Association of Official Analytical Chemists International (AOAC) Gaithersburg, USA.
11. Sisler, E.C., Serek, M., 2003. Compounds interacting with the ethylene receptor in plants. *Plant Biol.* (5): 473-80.

جدول 3- اثر متقابل غلظت و زمان تماس بر غلظت ویتامین C

زمان تماس	غلظت	میانگین
	صفر	17/73 ^a
	0/35	17/67 ^a
12 ساعت	0/7	17/1 ^{ab}
	1	16/75 ^{ac}
	1/35	16/22 ^{ad}
	صفر	17/74 ^{ab}
	0/35	17/5 ^{ab}
24 ساعت	0/7	16/11 ^b
	1	14/75 ^{bc}
	1/35	14/51 ^{bd}

در هر ستون حروف یکسان نشانه عدم تفاوت آماری معنی دار در آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد است.

با توجه به نتایج بدست آمده بیشترین مقدار ویتامین C در غلظت صفر و کمترین آن در غلظت 1/35 می باشد. همچنین سطوح غلظت 0/35 و صفر از لحاظ ویتامین C با یکدیگر یکسان بوده و در یک گروه قرار دارند.

همچنین طبق نتایج به دست آمده، بیشترین مقدار ویتامین C در هفته چهارم و کمترین آن در لحظه پس از برداشت می باشد. تمامی سطوح زمان انبساط از لحاظ ویتامین C با یکدیگر دارای تفاوت معناداری می باشند. میزان ویتامین C نمونه های تیمار شده با غلظتهای مختلف 0/35، 0/7، 1 و 1/35 میکرولیتر در لیتر از محلول MCP نسبت به تیمار شاهد به ترتیب 11، 135، 45 و 165 درصد کاهش یافت.

4- نتیجه گیری

مطابق مجموعه نتایج به دست آمده اجرای این مطالعه، تیمار 1 و پس از آن 0/7 میکرولیتر در لیتر محلول متیل سیکلو پروپین به شکل مناسبی اثر اتیلن موجود در محیط محصول گوجه فرنگی را کنترل و روند رسیدگی این محصول را با تاخیری 12 تا 18 روزه مواجه کردند. با این حال موضوع نرم شدن بافت میوه در هفته سوم و خصوصاً چهارم دوره نگهداری، حتی در میوه‌هایی که رسیدگی آنها با تاخیر مواجه شد و خطرات ناشی از این نرم شدن در احتمال بروز کپک زدگی میوه و همچنین کاهش میزان ویتامین C در نمونه ها با افزایش غلظت محلول متیل سیکلو پروپین

12. Wills, R. B. H. and Ku V.V.V. 2002. Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. *Postharvest Biol. Technol.* 26(1):85-90.