استفاده از اسانس گل راعی، مورخوش و سالویا در جلوگیری از رشد قارچ بوتریتیس سینرر در دو رقم میوه توت فرنگی

سمیه رستگار[1*] و سولماز طهماسبی[2]

1-استادیار، دانشگاه هرمزگان، دانشکده کشاورزی،گروه باغبانی، بندرعباس، ایران
2-دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه هرمزگان، دانشکده کشاورزی، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: 1395/09/17 تاریخ پذیرش: 1396/06/29

چکیده

اسانسهای گیاهی نقش مهمی در کنترل ضایعات پس از برداشت محصولات کشاورزی دارند. با توجه به اینکه توت‌فرنگی نسبت به عوامل قارچی بسیار حساس است و در نتیجه عمرماندگاری کوتاهی دارد. این تحقیق به منظور بررسی تاثیر اسانس های گل راعی، مورخوش و سالویا در کنترل قارچ بوتریتیس سینرر در میوه دو رقم کاماروسا و پاروس توت فرنگی و حفظ کیفیت ماندگاری آن انجام شد.ازمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. میوه ها بعد از ضد عفونی با قارچ بوتریتیس سینرر مایه کوبی، سپس با اسانهای مورد نظر در غلظتهای 250 میکرولیتر در لیتر و 500 میکرولیتر در لیتر تیمار گردید. بعد از 16 روز نگهداری میوه ها در دمای یخچال، فاکتورهای مختلف شامل درصد پوسیدگی، درصد کاهش وزن، اسیدیته، ویتامین ث، رنگ، سفتی و مواد جامد محلول میوه مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج به دست آمده اسانس ها تاثیر قابل توجهی در کنترل پوسیدگی میوه های رقم کاماروسا نشان دادند. اسانس سالویا تاثیر معنی داری در جلوگیری از کاهش وزن میوه های پاروس نشان دادند. میوه های هر دو رقم تیمار شده با اسانسهای گیاهی سفتی و مواد جامد بالاتری نسبت به شاهد نشان دادند. بیشترین ویتامین ث مربوط به تیمارهای اسانس گل راعی 500 میکرولیتر در لیتر در رقم پاروس بود. میوه های تیمار شده با غلظت پایینتر اسانس ها کیفیت رنگی بهتری نشان دادند. بطور کلی اسانس های مورد نظر تاثیر معنی داری بر حفظ کیفیت میوه توت فرنگی نشان دادند که البته تاثیر آن ها بسته به رقم متفاوت مشاهد شد.

واژه های کلیدی: گیاه دارویی، ضد قارچ، پس از برداشت

[*]مسوول مکاتبات: rastegarhort@gmail.com

1-مقدمه

میوه‌ها و سبزی‌های نقش مهمی در تامین انواع ویتامین‌ها و عناصر معدنی برای انسان دارند. در نتیجه نگهداری و حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری آن ها از اهمیت فراوانی برخوردار است که به‌طور عمده با وضعیت بازار فروش آنها ارتباط دارد. توت‌فرنگی یکی از میوه های مهم تجاری است که عمر پس از برداشت کوتاهی دارد به‌طوری که در برخی موارد ضایعات انباری آن به 40 درصد می‌رسد. دلایل اصلی فساد میوه، چروکیدگی به علت از دست دهی آب و تجزیه مواد غذایی و فساد میکروبی ناشی از انواع قارچ می‌باشد. قارچ سینرر یکی از عوامل مهم ضایعات پس از برداشت میوه توت فرنگی می باشد. از سال های گذشته از سموم شیمیایی چون ترکیبات بنزومیدازول، ایمازالیل، ترکیبات گوگردی آلی و معدنی و مواد اکسید کننده جهت کنترل ضایعات پس از برداشت محصولات باغی استفاده میشوند. امروزه آثار سوء مصرف قارچ‌کش‌ها و سموم شیمیایی بر انسان و محیط زیست باعث شده است که تمایل افراد به استفاده از محصولات ارگانیک یا محصولاتی عاری از باقی‌مانده آلاینده‌های مضر مانند سموم، حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش-های مضر و مواد شیمیایی افزایش یابد (5). از جمله روش‌های سالم و بی‌خطر برای کنترل بیماری‌های پس از برداشت، استفاده از ترکیبات طبیعی تحت عنوان عصاره طبیعی یا اسانس‌های گیاهی است. اسانس‌های گیاهی گستره وسیعی از متابولیت های ثانویه را شامل می‌شوند که در بیشتر حالات دارای خاصیت ضد میکروبی، آللوپاتی و آنتی اکسیدانی و زیست تنظیمی هستند. از نظر شیمیایی اسانس‌ها، ترکیبات پیچیده‌ای هستند که انواع مختلف مواد شیمیایی شامل هیدروکربن‌ها، الکل‌ها، کتون ها، آلدئیدها و غیره در ترکیب آن‌ها وجود دارد (5). Shao و همکاران (2012) اثر اسانس درخت چای را بر دو قارچ بیماری‌زای بوتریتیس سینرا و ریزوپوس استولونیفر بر توت‌فرنگی بررسی کردند. بخار اسانس در شرایط آزمایشگاهی اثر بهتری بر کنترل رشد میسیلیوم قارچ‌ها داشت. بخار اسانس در غلظت 0/9 گرم بر لیتر به طور معنی‌داری قارچ‌های مایه کوبی شده کپک خاکستری و پوسیدگی نرم را در شرایط آزمایشگاهی کاهش داد و در طول مدت ذخیره توت‌فرنگی های تیمار شده ظاهر بهتری نسبت به شاهد داشتند. اثر مثبت اسانس‌های ریحان، پرتقال، لیمو و خردل در کاهش ضایعات ناشی از آنتراکنوز در شرایط آزمایشگاهی و روی میوه، نیزگزارش شده است. Perdones و همکاران (2016) اظهار داشتند که استفاده از پوشش کیتوزان به همراه اسانس لیمو تاثیر قابل توجهی در کنترل پوسیدگی میوه توت فرنگی نگهداری شده در دمای 20 درجه به مدت 7 روز دارد. گزارشاتی از استفاده از اسانسهای گیاهی در کنترل پوسیدگی میوه هلو(2)، گوجه فرنگی(12) و مرکبات (12) گزارش شده است. تا کنون گزارشی از ارزیابی اسانس گیاهان دارویی گل راعی، سالویا و مورخوش بر دو رقم کاماروسا و پاروس توت فرنگی گزارش نشده است. لذا در این پژوهش، از اسانسهای مورد نظر به منظور افزایش کیفیت ماندگاری و کنترل پوسیدگی میوه توت فرنگی استفاده شد و امید است که بتوان فرهنگ جایگزینی این مواد طبیعی را به جای استفاده از قارچ‌کش‌ها و مواد شیمیایی ترویج داد.

2-مواد و روشها

2-1-استخراج اسانس

هر یک از نمونه‌ها به وسیله آسیاب خرد شده و اسانس‌گیری به روش تقطیر با بخار آب به کمک دستگاه کلونجر به مدت سه ساعت صورت گرفت. هر بار 80 گرم از قسمت‌های مورد نظر استفاده شد. اسانس حاصل تا

زمان استفاده در شیشه‌های کوچک تیره رنگ که برای جلوگیری از خروج مواد فرّار در آن با پارافیلم مسدود شده است، در شرایط تاریکی در یخچال با دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

2-2-آلوده سازی میوه ها با سوسپانسیون قارچ

برای تهیه سوسپانسیون قارچ ابتدا قارچ بوتریتیس سینرا از روی نمونه‌های آلوده در آزمایشگاه گیاهپزشکی شناسایی شد و سپس نمونه قارچ جداسازی شد و در محیط کشت PDA کشت داده شد. تهیه سوسپانسیون قارچ، از کشت یک هفته‌ای آن نگهداری شده در دمای 25 درجه سانتی‌گراد و دوره نوری معمولی (12 ساعت روشنایی و 12 ساعت تاریکی) استفاده شد و به کمک هماسیتومتر[1] به غلظت 10^6 اسپور در هر میلی‌لیتر تعیین شد. میوه توت-فرنگی از یک گلخانه‌ی تجاری واقع در شهر سی‌سخت برداشت شد. جهت مقایسه اثر اسانس‌ها بر روی ارقام مختلف میوه توت‌فرنگی، از دو رقم کاماروسا و پاروس برداشت انجام شد. هنگام برداشت میوه‌هایی که به میزان دو سوم کل میوه رنگ گرفته بودند انتخاب و برداشت می‌شدند. پس از برداشت میوه ها سریعا به آزمایشگاه منتقل شده و با هیپو کلریت سدیم یک درصد به مدت دو دقیقه به حالت غوطه وری ضدعفونی شدند. بعد از ضدعفونی مایه کوبی قارچ بوتریتیس سینرا انجام شد. میوه‌ها به مدت 3 دقیقه در سوسپانسیون قارچ غوطه‌ور بودند. پس از استقرار قارچ بر روی سطح میوه، میوه‌ها در مجاورت هوا قرار داده شدند تا به‌خوبی خشک شوند. پس از خشک شدن میوه‌ها تیمار ها اعمال شدند. برا ی این کار از غلظت 250 میکرولیتر در لیتر و 500 میکرولیتر در لیتر از هر اسانس استفاده شد. هر تیمار در سه تکرار انجام شد و برای هر تکرار مقدار 150 گرم میوه استفاده شد. پس از اعمال تیمارها میوه‌های هر تکرار در مجاورت هوا قرار داده شد تا خشک شود و پس از خشک شدن در ظروف یک بار مصرف مخصوص بسته بندی توت‌فرنگی قرار داده و با سلفون بسته بندی شد. پس از بسته بندی هر بسته که برابر یک تکرار بود را وزن کرده و وزن دقیق بسته که وزن اولیه بود یادداشت شد. پس‌از وزن گیری نمونه ها به یخچال منتقل شده و به مدت 16 روز در دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس خصوصیات مختلف میوه مورد ارزیابی قرار گرفت. درصد پوسیدگی میوه به صورت مشاهده‌ای در پنج درجه شامل صفر: سطح میوه عاری از هرگونه علامت پوسیدگی، یک: کمتر یا مساوی پنج درصد سطح میوه دارای آلودگی، دو: بیشتر از پنج درصد و کمتر یا مساوی 20 درصد از سطح میوه دارای علامت بیماری، سه: بیشتر از 20 درصد و کمتر یا مساوی 50 درصد از سطح میوه دارای علامت پوسیدگی، چهار: بیشتر از 50 درصد از سطح میوه دارای علامت پوسیدگی، نمره‌دهی شد. شاخص پوسیدگی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (16):

(تعداد کل میوه در هر تکرار)/[(تعداد میوه در هر درجه پوسیدگی)×(درجه پوسیدگی)]∑= شاخص پوسیدگی

همچنین میزان سفتی با سفتی سنج دستی (مدل SN,0585، ساخت کشور هلند) با قطر پیستون یک سانتی‌متر، میزان کاهش وزن با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه گیری شد. آسکوربیک اسید با استفاده از روش تیتراسیون با سدیم-2، 6- دی کلروفنل- ایندو فنل، کلروفیل و کاروتنوئید با اسپکتروفتومتر و شاخص‌های رنگ پوست میوه با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج مینولیتا (مدل CR-400، ساخت کشور ژاپن) اندازه‌گیری شد. از هر نمونه در سه نقطه اندازه گیری به عمل آمد. فاکتورهای رنگ (درخشندگی*L) ،(*aقرمز- سبز) و (*b زرد –

1 - Haemocytometer

آبی) اندازه‌گیری شدند. مقدار *L بیان کننده میزان روشنی و تیرگی است (0 = سیاه، 100 = سفید).
آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد انجام شد

2-3-تجزیه و تحلیل آماری

داده ها بعد از جمع آوری توسط نرم افزار آماری MSTAT-C ، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. هم‌چنین برای ترسیم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده گردید.

3-نتایج و بحث

3-1-درصد پوسیدگی

بر اساس جدول1 مقایسه میانگین بین تیمارها و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین درصد پوسیدگی درتیمار500 میکرولیتر در لیتر اسانس مورخوش در رقم پاروس مشاهده شد. درحالیکه این غلظت پوسیدگی را در رقم کاماروسا به طور کلی کنترل کرد. اسانس سالویا نیز در هر دو غلظت پوسیدگی را در رقم پاروس کنترل کرد. پوسیدگی میوه به فعالیت عوامل قارچی تغذیه کننده از سطح بافت میوه مربوط می‌شود. کاهش یافتن میزان پوسیدگی با خاصیت ضد باکتریایی و ضد فارچی اسانس مطابقت دارد. فعالیت ضد میکروبی اسانس‌ها می‌تواند مربوط به حضور یک هسته آروماتیک و گروه OH باشد که می‌تواند بر پیوندهای هیدروژنی آنزیم در میکروارگانیسم‌ها اثر بگذارد (13). همچنین در برخی از مطالعات گزارش شده است که اسانس‌های گیاهی ممکن است مسیر متابولیکی میکروارگانیسم‌ها را تحت تأثیر قرار دهند. ترکیبات فنولی موجود در اسانس در غلظت‌های پایین پروتئین را تخریب کرده و در غلظت‌های بالا به آنزیم‌های درگیر در تولید انرژی آسیب می‌زنند. تفاوت در فعالیت ضد قارچی اسانس‌های گیاهی به اجزای تشکیل دهنده آنها بستگی دارد. یک ترکیب ممکن است به‌تنهایی یا بصورت تشدید کننده همراه با سایر ترکیب‌ها فعالیت ضدقارچی اسانس را باعث شود(14، 6). Aguilar-González و همکاران (2015) نشان دادند که اسانس میخک و خردل نقش موثری در کنترل کپک خاکستری ناشی از قارچ سینره در توت فرنگی دارد. Perdones, و همکاران (2016) اظهار داشتند که استفاده از پوشش کیتوزان به همراه اسانس لیمو تاثیر قابل توجهی در کنترل پوسیدگی میوه توت فرنگی نگهداری شده در دمای 20 درجه به مدت 7 روز دارد.

جدول1- نتایج مقایسه میانگین برهمکنش سطوح مختلف اسانس گیاهی و ارقام مختلف بر درصد پوسیدگی میوه توت‌فرنگی

		درصد پوسیدگی	
		کاماروسا	**پاروس**
سطوح مختلف اسانس گیاهی	اسانس گل‌راعی (µl/lit) 250	8/33 e	22/33 b
	اسانس گل‌راعی (µl/lit) 500	00/00 i	5/67 f
	اسانس سالویا (µl/lit) 250	2/50 h	00/00 i
	اسانس سالویا (µl/lit) 500	2/80 g	00/00 i
	اسانس مورخوش (µl/lit) 250	11/10 d	2/80 g
	اسانس‌مورخوش (µl/lit) 500	00/00 i	33/20 a
	0 (شاهد)	11/60 c	2/87 g

در هر ردیف و ستون اعداد دارای حروف مشترک در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند

3-2-درصد کاهش وزن

بیشترین درصد کاهش وزن در تیمارهای 500 میکرولیتر در لیتر اسانس مورخوش در رقم پاروس و شاهد رقم گاماروس مشاهده شد(جدول2). کمترین درصد کاهش وزن مربوط به اسانس سالویا (500 میکرولیتر در لیتر) در رقم پاروس بود. هرچند که مکانیسم اثر حفاظتی اسانس گیاهان دارویی جهت کاهش تلفات وزن هنوز مشخص نشده است. اما به نظر می‌رسد از آنجا که کاهش وزن با افزایش فساد قارچی همبستگی دارد، لذا احتمالاً، به علت اثر بازدارندگی اسانس‌های گیاهی در برابر رشد قارچ‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها، می‌توانند سبب کاهش تلفات وزن و از دست دادن آب در میوه‌های تیمار شده شوند. Du Plooyوهمکاران (2009) اظهار داشتند که استفاده از اسانسهای گیاهی نقش موثری در حفظ سفتی میوه در مدت انبارمانی داشته است.

جدول2- نتایج مقایسه میانگین برهمکنش سطوح مختلف اسانس گیاهی و کلرید کلسیم و ارقام مختلف بر درصد کاهش وزن میوه توت‌فرنگی

		درصدکاهش وزن	
		کاماروسا	پاروس
سطوح مختلف اسانس گیاهی	اسانس گل‌راعی (µl/lit) 250	6/00^{hi}	10/63^{ab}
	اسانس گل‌راعی (µl/lit) 500	7/60^{ef}	5/90^{hi}
	اسانس سالویا (µl/lit) 250	6/67^{g}	10/13^{bc}
	اسانس سالویا (µl/lit) 500	8/30^{d}	4/90^{j}
	اسانس مورخوش (µl/lit) 250	6/47^{gh}	7/53^{ef}
	اسانس‌مورخوش (µl/lit) 500	9/17^{c}	11/30^{a}
	0 (شاهد)	10/93^{a}	9/17^{c}

در هر ردیف و ستون اعداد دارای حروف مشترک در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند

3-3-سفتی بافت

بر اساس نتایج بدست آمده تفاوت معنی داری بین تیمارها و شاهد مشاهده شد. کمترین سفتی میوه در هر دو رقم در میوه های شاهد مشاهده شد. همانطور که جدول 3 نشان می‌دهد اسانسهای گیاهی تاثیر معنی‌داری بر افزایش سفتی بافت میوه داشته اند. در مدت زمان انبارداری با توجه به کاهش فشار تورژسانس سلولی و ازدست رفتن هوای بین سلولی و بتدریج شکسته شدن دیواره و غشاء سلولی و خروج آب، میوه شروع به نرم شدن می‌کند. نرم شدن میوه همچنین به افزایش فعالیت آنزیم‌های پلی گالاکتروناز، بتا گالاکتواکسیداز و پکتین متیل استراز بستگی دارد. اسانس‌های گیاهی موجب کاهش فعالیت این آنزیم‌ها می‌شوند بنابراین درجلوگیری از تخریب دیواره سلولی و نرم شدن میوه مؤثر می‌باشند. Ultee و همکاران (1999)، نیز اظهار داشتند که تغییرات و تجزیه مواد دیواره سلولی بخصوص پکتین در حین رسیدن میوه توسط اسانس‌ها ممانعت می‌گردد، بنابراین سفتی میوه که با رسیدن کاهش می‌یابد، از این طریق حفظ می‌گردد.

جدول3- نتایج مقایسه میانگین برهمکنش سطوح مختلف اسانس گیاهی و ارقام مختلف بر سفتی بافت میوه توت‌فرنگی

		سفتی	
		کاماروسا	پاروس
سطوح مختلف اسانس گیاهی	اسانس گل‌راعی (µl/lit) 250	4/80 de	7/10 a
	اسانس گل‌راعی (µl/lit) 500	5/90 b	5/30 bc
	اسانس سالویا (µl/lit) 250	4/07 fg	3/40 gh
	اسانس سالویا (µl/lit) 500	5/20 bc	4/00 g
	اسانس مورخوش (µl/lit) 250	5/37 bc	4/27 ef
	اسانس‌مورخوش (µl/lit) 500	4/43 ef	5/00 d
	0 (شاهد)	1/83 k	3/53 gh

در هر ردیف و ستون اعداد دارای حروف مشترک در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

3-4-درصد مواد جامد محلول

بر اساس جدول 4 مقایسه میانگین برهمکنش سطوح اسانس گیاهی و ارقام مختلف بر درصد مواد جامد محلول میوه توت فرنگی نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در میوه های تیمار شده میزان مواد جامد بیشتری نسبت به شاهد مشاهده شد. میزان مواد جامد محلول از شاخص‌های مهم کیفی است که رابطه ای مستقیم با کیفیت خوراکی میوه در زمان رسیدن دارد و مصرف کنندگان تمایل زیادی به میوه‌های رسیده با میزان TSS بالا دارند. مواد جامد محلول در ابتدای انبارداری به دلیل تغییرات بیوشیمیای ابتدا افزایش می‌یابد و بعد به دلیل تنفس بافت میوه و یا آلودگی قارچی و پوسیدگی میوه شدیدا کاهش پیدا می‌کند. اسانس‌ها با کاهش آلودگی قارچی و پوسیدگی میوه از تنفس زیاد و درنتیجه کاهش مواد جامد محلول جلوگیری می‌کنند(9).

جدول4- نتایج مقایسه میانگین برهمکنش سطوح مختلف اسانس گیاهی و ارقام مختلف بر درصد مواد جامد محلول و اسیدیته میوه توت‌فرنگی

		مواد جامد محلول		اسیدیته	
		کاماروسا	پاروس	کاماروسا	پاروس
سطوح مختلف اسانس گیاهی	اسانس‌گل‌راعی (µl/lit) 250	6/47 cd	5/47 fg	1/27 ab	1/30 a
	اسانس‌گل‌راعی (µl/lit) 500	6/77bc	6/20 de	1/27 ab	1/20 abc
	اسانس سالویا (µl/lit) 250	6/57 bc	7/40 a	1/23 ab	1/33 a
	اسانس سالویا (µl/lit) 500	6/43 cd	7/13 ab	1/27 ab	1/13 abc
	اسانس مورخوش (µl/lit) 250	5/90ef	7/27 ab	1/10 bc	1/20 abc
	اسانس‌مورخوش (µl/lit) 500	6/57 bc	5/46fg	1/17 abc	1/20 abc
	0 (شاهد)	5/47fg	5/50 fg	1/10 bc	0/97bcd

در هر ردیف و ستون اعداد دارای حروف مشترک در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

3-5-اسیدیته

بر اساس جدول 4 تفاوت معنی‌داری بین شاهد و میوه‌های تیمار شده در رقم‌های مختلف مشاهده نشد. کاهش اسیدیته می‌تواند حاصل اکسایش اسیدها در چرخه کربس باشد. این چرخه در شرایطی می‌تواند یک جایگزین مناسب برای تأمین انرژی میوه باشد که احتمالا کاهش اکسیژن و افزایش اسید میوه سبب فعال شدن آن شده است. با توجه به این‌که اسانس ها با کاهش آلودگی و آسیب میوه میزان تنفس را کاهش می‌دهند، عدم کاهش اسیدیته در میوه‌های تیمار شده منطقی می‌باشد.

3-6-نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون TSS

وجود اسیدهای آلی همراه قند اثر مهمی بر طعم میوه دارد و نسبت بین قند و اسیدهای آلی عامل تعیین کننده‌ای در طعم میوه دارد. بالا رفتن این نسبت باعث افزایش طعم شیرین در میوه می‌شود. به‌طور کلی کاهش اسید قابل تیتر در میوه‌ها در زمان انبار داری در نتیجه مصرف شدن آنها در فرآیند تنفس می باشد.

pH-7-3

بر اساس جدول 5 مقایسه میانگین‌ها، میوه‌های تیمار شده دارای pH بالاتری نسبت به شاهد بودند. تغییرات pH می‌تواند ناشی از تغییرات بیوشیمیایی باشد. این تغییرات در زمان رسیدن بیشتر ناشی از نشت اسیدهای آلی از واکوئل

ها به سیتوپلاسم سلولی است. در اثر رسیدن بیش از حد میوه، pH عصاره افزایش یافته و از اسیدی به قلیایی تبدیل می‌شود. Rabiei (2011) و همکاران اظهار داشتند که استفاده از اسانس های گیاهی تاثیر معنی داری بر pH میوه سیب داشته است.

3-8-ویتامین ث

بر اساس جدول 5 مقایسه میانگین برهمکنش سطوح اسانس گیاهی و ارقام مختلف بر محتوای ویتامین ث آب‌میوه توت فرنگی نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به طوری‌که بیشترین ویتامین ث مربوط به تیمارهای اسانس گل راعی 500 میکرولیتر در لیتر وکمترین ویتامین ث مربوط به تیمار اسانس مورخوش 500 میکرولیتر در لیتر در رقم پاروس بود. حفظ شدن ویتامین ث بیانگر حفظ کیفیت و ارزش تغذیه‌ای میوه می-باشد(مدرس و همکاران،1393). زمانی که میوه در معرض آسیب‌های برداشت و ذخیره سازی باشد ویتامین ث به تخریب حساس‌تر است. میزان خسارت به ویتامین ث با افزایش مدت زمان انبار داری، بالا رفتن درجه حرارت، کاهش رطوبت نسبی، آسیب‌های فیزیکی و سرمازدگی افزایش می‌یابد. کاهش میزان ویتامین ث می‌تواند به‌علت تنفس بالا باشد. میزان ویتامین ث در دوره بعد از برداشت کاهش می‌یابد. این ویتامین در اثر فعالیت آنزیم آسکوربیک اسید اکسیداز تجزیه و آنگاه هیدرولیز می-شود کاهش این ویتامین در هنگام رسیدن سریع می‌شود و تا زمان پیری ادامه دارد. در واقع اسانس‌ها با کاهش و درنتیجه کند کردن فرآیند رسیدن و پیری میوه ، سبب جلوگیری از تخریب و درنتیجه حفظ آسکوربیک اسید در میوه شدند(7) Geransayeh, و همکاران (2012) گزارش کردند که استفاده از اسانس آویشن نقش موثری در حفظ ویتامین ث در میوه انگور داشته است.

جدول5 -نتایج مقایسه میانگین برهمکنش سطوح مختلف اسانس گیاهی وارقام مختلف بر ویتامین ث و pH آب‌میوه توت فرنگی

		ویتامین ث		pH	
		کاماروسا	پاروس	کاماروسا	پاروس
سطوح مختلف اسانس گیاهی	اسانس گل‌راعی (µl/lit) 250	16/83 de	15/83 ef	کاماروسا	پاروس
	اسانس گل‌راعی (µl/lit) 500	18/83 bc	24/83 a	3/50 d	3/63 b-d
	اسانس سالویا (µl/lit) 250	18/83 bc	15/83 ef	3/70 a-d	3/63 b-d
	اسانس سالویا (µl/lit) 500	15/83 ef	16/83 de	3/70 a-d	3/63 b-d
	اسانس مورخوش (µl/lit) 250	15/83 ef	18/83 bc	3/70 a-d	3/73 a-e
	اسانس‌مورخوش (µl/lit) 500	18/83 bc	12/83 j	3/90 a	3/73 a-c
	0 (شاهد)	17/83 cd	15/83 ef	3/80 ab	3/73 a-c

در هر ردیف و ستون اعداد دارای حروف مشترک در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

3-9-رنگ

بر اساس نتایج بدست آمده، اسانسهای سالویا و گل راعی (250 میکرولیتر در لیتر) بهترین وضعیت از نظر شفافیت رنگی (L^*) را نشان دادند. سایر تیمارها نیز تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان دادند(جدول6). رنگ میوه از مهم‌ترین شاخص‌های میوه از نظر پذیرش مصرف کننده می باشد. رنگ مناسب میوه منجر به ایجاد ظاهر مطلوب میوه می‌شود. بنابراین حفظ رنگ میوه در نگهداری آن اهمیت زیادی دارد. در این پژوهش میوه‌های تیمار شده با اسانس گیاهان دارویی نسبت به شاهد شاخص‌های رنگی بهتری داشتند که احتمالا به علت خاصیت آنتی اکسیدانی اسانس‌ها است که از اکسید شدن آنتوسیانین که رنگیزه اصلی توت‌فرنگی است جلوگیری می‌کند. اسانس‌های گیاهی با کنترل پوسیدگی و فساد میوه، فرایند رسیدن میوه را به تأخیر انداخته و درنتیجه با حفظ شاخص‌های رنگی زمان نگهداری آن را افزایش می‌دهند. استفاده از اسانس به‌لیمو به صورت واکس بر روی میوه انبه خسارت ناشی از بیماری‌های قارچی و باکتریایی را کاهش داده و با افزایش مکانیزم دفاعی گیاه از فساد میوه جلوگیری نموده و باعث حفظ رنگ میوه گردید (10). Ramezanian و همکاران (2016) گزارش کردند که اسانس مرزه و آویشن نقش موثری در حفظ کیفیت رنگی میوه پرتقال داشته است.

جدول6- نتایج مقایسه میانگین برهمکنش سطوح مختلف اسانس گیاهی و ارقام مختلف بر فاکتور L میوه توت‌فرنگی

		L*	
		کاماروسا	پاروس
سطوح مختلف اسانس گیاهی	اسانس گل‌راعی (µl/lit) 250	42/53 b	46/90 a
	اسانس گل‌راعی (µl/lit) 500	38/63 cd	38/70 cd
	اسانس سالویا (µl/lit) 250	43/43 b	47/70 a
	اسانس سالویا (µl/lit) 500	37/77 de	38/00 cd
	اسانس مورخوش (µl/lit) 250	37/63 de	41/83 b
	اسانس‌مورخوش (µl/lit) 500	37/60 de	39/70 c
	0 (شاهد)	32/90 fg	31/90 g

در هر ردیف و ستون اعداد دارای حروف مشترک در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

4-نتیجه گیری

به طور کلی بر اساس نتایج این تحقیق اسانس های گل راعی، مورخوش و سالویا نقش موثری در کنترل پوسیدگی و حفظ خصوصیاتی مانند میزان آسکوربیک اسید، رنگ ظاهری میوه توت فرنگی دارند گرچه بسته به رقم شدت تاثیر آنها متفاوت می باشد.

5-منابع

1. Aguilar-González, A.E., Palou, E. and López-Malo, A. 2015. Antifungal activity of essential oils of clove (Syzygium aromaticum) and/or mustard (Brassica nigra) in vapor phase against gray mold (Botrytis cinerea) in strawberries. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 32, pp.181-185.

2. Cindi, M.D., Soundy, P., Romanazzi, G. and Sivakumar, D. 2016. Different defense responses and brown rot control in two Prunus persica cultivars to essential oil vapours after storage. Postharvest Biology and Technology, 119, pp.9-17.

3. Du Plooy, W., Regnier, T. and Combrinck, S. 2009. Essential oil amended coatings as alternatives to synthetic fungicides in citrus postharvest management. Postharvest Biol. Technol. 53(3), 117-122.

4. Farzaneh, M., Kiani, H., Sharifi, R., Reisi, M. and Hadian, J. 2015. Chemical composition and antifungal effects of three species of Satureja (S. hortensis, S. spicigera, and S. khuzistanica) essential oils on the main pathogens of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology, 109, pp.145-151.

5. Geransayeh, M., Mostofi, Y., Abdossi, V. and Nejatian, M.A. 2012. Use of Thymus vulgaris Essential Oil to Improve the Safety and Shelf-life of Iranian Table Grape. J Essent Oil Bear pl. 15(1), 164-173.

6. Kedia, A., Jha, D.K. and Dubey, N.K. 2015. Plant essential oils as natural fungicides against stored product fungi.

7. Lounds-Singlton, A.J. 2003. Influence of thermal postharvest stress on mango (Mangifera indica) polyphenolics during ripening. University of Florida, U.S.A. 68 P.

8. Perdones, Á., Escriche, I., Chiralt, A. and Vargas, M. 2016. Effect of chitosan–lemon essential oil coatings on volatile profile of strawberries during storage. Food chemistry, 197, pp.979-986.

9. Rabiei, V., Shirzadeh, E., RabbiAngourani, H. and Sharafi, Y. 2011. Effect of thyme and lavender essential oil on the qualitative and quantitative traits and storage life of apple Jonagold cultivar. J. Med. Plants, 5(23), 5522-5527.

10. Regnier, T., du Plooy, W., Combrinck, S. and Botha, B. 2008. Fungitoxicity of Lippia scaberrima essential oil and selected terpenoid components on two mango postharvest spoilage pathogens. Postharvest Biology and Technology, 48(2), pp.254-258.

11. Rodriguez-Garcia, I., Cruz-Valenzuela, M.R., Silva-Espinoza, B.A., Gonzalez-Aguilar, G.A., Moctezuma, E., Gutierrez-Pacheco, M.M., Tapia-Rodriguez, M.R., Ortega-Ramirez, L.A. and Ayala-Zavala, J.F. 2016. Oregano (Lippia graveolens) essential oil added within pectin edible coatings prevents fungal decay and increases the antioxidant capacity of treated tomatoes. Journal of the Science of Food and Agriculture.

12. Shao, X., Cao, B., Xu, F., Xie, S., Yu, D. and Wang, H. 2015. Effect of postharvest application of chitosan combined with clove oil against citrus green mold. Postharvest Biology and Technology, 99, pp.37-43.

13. Sharma, N. and Tripathi, A. 2008. Effects of Citrus sinensis (L.) Osbeck epicarp essential oil on growth and morphogenesis of Aspergillus niger (L.) Van Tieghem. Microbiol. Res, 163(3), 337-344.

14. Sivakumar, D. and Bautista-Baños, S. 2014. A review on the use of essential oil for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. Crop Prot. 64, 27-37.

15. Ultee, A., Kets, E.P.W. and Smid, E.J. 1999. Mechanisms of action of carvacrol on the food-borne pathogen Bacillus

cereus. Applied and environmental microbiology, 65(10), pp.4606-4610.
16. Wang, H.C., Huang, X.M., Hu, G.B., Yang, Z.Y., Huang, H.B. 2005. A comparative study of chlorophyll loss and its related mechanism during fruit maturation in the pericarp of fast-and slow-degreening litchi pericarp. Scientia horticulture. 106(2): 247-257.