

اثر پوشش خوراکی چیتوزان و اسانس آویشن بر عمر پس از برداشت انگور رقم "شاهرودی"

Effect of Chitosan Edible Coating and Thyme Essential oil on Postharvest Life of 'Shahroudi' Table Grape

مریم دهستانی اردکانی^{۱*} و یونس مستوفی^۲

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۴/۰۸
(مقاله پژوهشی)

چکیده

در پژوهش حاضر، اثر چیتوزان، اسانس آویشن و ترکیب آن‌ها بر زمان ماندگاری پس از برداشت و کیفیت انگور رقم "شاهرودی" مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. میوه‌های انگور با محلول ۰/۵ و ۱ درصد (وزنی به حجمی) چیتوزان، ۱۵۰ و ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن و نیز ترکیب آن‌ها تیمار شدند و میوه‌های شاهد تیماری دریافت نکردند. برای تهیه محلول‌های ترکیبی ابتدا محلول چیتوزان تهیه و پس از آن اسانس آویشن با غلظت‌های مورد نظر به آن اضافه گردید. انگورها در بسته‌های ۲۰۰ گرمی بسته‌بندی و به انبار $2 \pm 2^\circ\text{C}$ و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به مدت ۹۰ روز منتقل شدند. تغییرات در وزن، رنگ، pH، مواد جامد محلول، فساد و فاکتورهای کیفی میوه در فواصل ۱۰ روز یک‌بار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که با گذشت زمان میزان کاهش وزن میوه‌ها، pH*، a*، فساد، قهوه‌ای شدن، چروکیدگی و ریزش حبه‌ها افزایش یافت. در حالی که مواد جامد محلول، سفتی، درخشندگی، b*، رنگ و طعم و بافت میوه‌ها کاهش یافت. تیمارهای چیتوزان و اسانس آویشن به‌طور معنی‌داری میزان کاهش وزن، فساد، تغییرات رنگی، چروکیدگی و ریزش حبه‌ها را کاهش و عطر و طعم و رنگ و کیفیت آن‌ها را در مقایسه با شاهد افزایش دادند. براساس نظر گروه ارزیابی چشایی، میوه‌های تیمار شده با ۱ درصد چیتوزان + ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن، طعم، رنگ و پذیرش بهتری نسبت به سایر میوه‌ها داشتند. به‌طور کلی، چیتوزان، اسانس آویشن و ترکیب آن‌ها توانست ضمن افزایش زمان ماندگاری پس از برداشت انگور، کیفیت آن‌ها را حفظ نماید.

واژه‌های کلیدی: زمان ماندگاری، رنگ، فساد قهوه‌ای شدن، ریزش حبه‌ها

۱. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، یزد، ایران
۲. استاد گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
*: نویسنده مسئول
Email: mdehestani@ardakan.ac.ir

های چیتوزانی عمر تازه توت‌فرنگی‌های پوشش داده شده را به مدت ۷ روز در دمای 20°C و رطوبت نسبی ۵۳ درصد افزایش داد. گزارش شده است که چیتوزان با افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی موجب تأخیر در فرایند رسیدگی میوه گواوا در طول انبار سرد گردید (هونگ^۹ و همکاران، ۲۰۱۲). پوشش ترکیب چیتوزان-g-سالسیلیک اسید، غلظت سالسیلیک اسید خارجی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شامل سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و گلوکاتینون ردوکتاز در طول دوره انبارمانی خیار را افزایش داد (ژانگ^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۵). مشاهده شده است که تولید رادیکال‌های آزاد سوپراکسید و مالون‌دی‌آلدئید به‌طور معنی‌داری در آلوهای تیمار شده با ترکیبی از چیتوزان و اسید آسکوربیک کاهش یافت (لیو^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۴). روبیلار^{۱۲} و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که با افزودن عصاره بذر گریپ‌فروت و کارواکرول به فیلم چیتوزان، فیلم‌های تجزیه‌شده شفاف به‌دست آمد. افزودن این عوامل طبیعی به فیلم بر خواص مکانیکی، سدکنندگی و رنگ فیلم چیتوزان اثر گذاشت.

افزودن اسانس‌ها به پوشش‌های خوراکی می‌تواند عمر انبارمانی میوه‌ها را (در صورتی که غلظت مناسبی از اسانس به‌کار برده شود) به علت داشتن فعالیت ضد میکروبی افزایش دهد، زیرا ترکیبات اسانس‌ها به مرور زمان روی سطح محصول آزاد می‌شود (اوتارا^{۱۳}، ۲۰۰۰). آماده‌سازی پوشش‌های حاوی اسانس نیازمند استفاده از مواد امولسی‌فایر می‌باشد تا از چسبیدن آن‌ها به سطح میوه اطمینان حاصل شود (بونیلار^{۱۴} و همکاران، ۲۰۱۲). اسانس‌ها از ترکیبات معطر متعددی ساخته شده‌اند. به نظر می‌رسد که اثرات ضدقارچی و ضد میکروبی آن‌ها در نتیجه عملکرد هم‌زمان ترکیبات متعدد آن است. این بدین معنی است که این ترکیبات به تنهایی مؤثر نیستند (جوینگ^{۱۵}، ۲۰۰۷). اسانس‌ها اغلب اثر قارچ‌کشی دارند، این بدین معنی است که رشد قارچ با قرار گرفتن در معرض اسانس‌ها متوقف می‌شود، اما اگر اسانس برداشته شود قارچ به رشد خود ادامه می‌دهد (جوینگ، ۲۰۰۷). فعالیت بیولوژیکی اسانس‌ها به ترکیبات شیمیایی آن‌ها بستگی دارد، که به‌وسیله ژنوتیپ آن‌ها تعیین می‌گردد و تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (مارتینز-رومرو^{۱۶} و همکاران، ۲۰۰۸).

در سال ۱۳۹۴ از مجموع حدود ۲/۶۸ میلیون هکتار سطح باغ‌های کشور (اعم از غیربارور و بارور) حدود ۳۰۶ هزار هکتار معادل ۱۱/۴ درصد به میوه‌های دانه‌ریز اختصاص داشته که از این مقدار ۹۶/۲ درصد زیرکشت انگور بوده است (آمارنامه کشاورزی، ۲۰۱۴). از مجموع ۳/۲۵ میلیون تن میوه‌های دانه‌ریز تولید شده در این سال، انگور ۹۷/۶ درصد از کل میزان تولید را به خود اختصاص داده است (آمارنامه کشاورزی، ۲۰۱۴). انگور میوه‌ای بسیار فساد پذیر و نافرازگرا با عمر انبارمانی کوتاه به علت سفتی کم، ریزش حبه‌ها، قهوه‌ای شدن دم خوشه‌ها، از دست دادن آب و پوسیدگی قارچی می‌باشد (دی‌سوسا^۱ و همکاران، ۲۰۱۳). میوه‌ها و سبزی‌ها پس از برداشت هنوز زنده هستند و نفس می‌کشند. به هر حال، آن‌ها از منابع آب و غذایشان جدا شده‌اند و بنابراین در صورتی که به‌صورت دقیق محافظت نشوند، بسیار سریع دچار فساد می‌گردند. کاهش ضایعات پس از برداشت که به‌طور معنی‌دار ممکن است تا بیش از ۴۰ درصد محصولات برداشت شده برسد، یکی از استراتژی‌هایی است که می‌توان از امنیت غذایی (کمیت و کیفیت غذا) که به جمعیت رو به رشد عرضه می‌گردد، اطمینان حاصل نمود (فائو، ۲۰۱۱). استراتژی‌های مختلفی (مانند کاهش دما، اتمسفر تغییر یافته، تیمارهای شیمیایی) به‌صورت تجاری برای کاهش میزان تنفس، رسیدگی و پیری، توقف نمو بیماری‌ها و افزایش عمر قفسه‌ای^۲ به‌کار می‌روند تا موجب حفظ کیفیت محصول گردند (پدرسچی و لوری^۳، ۲۰۱۵).

چیتوزان یک پلیمر شبه طبیعی بوده که به‌صورت تجاری در اثر داستیلاسیون کیتین اسکلت خارجی سخت‌پوستان به‌دست می‌آید (رینادو^۴، ۲۰۰۶). نشان داده شده است که پوشش چیتوزان دارای پتانسیل برای کاهش پوسیدگی قارچی (زو^۵ و همکاران، ۲۰۰۷) و حفظ کیفیت حسی انگور (اردکانی و همکاران، ۲۰۱۰؛ گائو^۶ و همکاران، ۲۰۱۳) می‌باشد. اثرات آن علیه کپک خاکستری هم در قبل و هم پس از برداشت مورد بررسی قرار گرفته است و برخی محصولات بر پایه چیتوزان در بازار موجود هستند (رومانازی^۷ و همکاران، ۲۰۱۲). ولیکووا^۸ و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که پوشش-

9. Hong
10. Zhang
11. Liu
12. Rubilar
13. Outtara
14. Bonilla
15. Jobing
16. Martínez-Romero

1. De Sousa
2. Shelf life
3. Pedreschi and Lurie
4. Rinaudo
5. Xu
6. Gao
7. Romanazzi
8. Velickova

تهیه محلول چیتوزان

چیتوزان خریداری شده از شرکت سیگما آمریکا با درجه استیل زدایی ۸۰ درصد به مقدار لازم در ۱۰۰ سی سی محلول حجمی ۱ درصد اسید استیک ریخته و با هم زدن آن رباپی با ۱۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه حل گردید. در این پژوهش از دو غلظت ۰/۵ و ۱ درصد چیتوزان استفاده شد. با استفاده از سود ۱ نرمال pH محلول روی ۵/۴ تنظیم گردید. خوشه‌ها به مدت ۶۰ ثانیه در محلول فروربرده شدند و سپس به مدت ۲ ساعت در اتاق آویزان شدند تا کاملاً خشک شوند. نمونه‌های شاهد به مدت ۶۰ ثانیه درون آب مقطر استریل فروربرده شدند و همانند نمونه‌های تیمار شده آویزان شدند تا کاملاً خشک شوند. پس از خشک شدن، خوشه‌ها توزین و به میزان ۲۰۰ گرم درون ظروف پلاستیکی (۲۰ × ۲۰ cm²) قرار گرفتند. جهت حفظ رطوبت، بسته‌ها درون پوشش پلی اتیلنی با دانسیته کم (LDPE)^۴ (ضخامت ۰/۰۳ میلی متر) قرار گرفته و به انبار ۲±۲°C منتقل گردیدند (لیو و همکاران، ۲۰۱۶).

تهیه محلول اسانس آویشن

اسانس آویشن مورد استفاده از شرکت تولید و فرآوری گیاهان دارویی زردبند، خریداری شد. برای تعیین مواد مؤثره اسانس، در بخش تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه شهید بهشتی آنالیز صورت گرفت. برای آنالیز اسانس ابتدا آن را به دستگاه GC/MS تزریق کرده و پس از یافتن برنامه ریزی مناسب حرارتی ستون برای جداسازی کامل ترکیبات اسانس‌ها و تعیین زمان بازداری هر ترکیب، اسانس به دستگاه GC/MS تزریق و طیف جرمی اسانس مشخص شد. به منظور تهیه محلول مورد استفاده برای فروربری نمونه‌ها، ۱۵۰ و ۳۰۰ میکرولیتر اسانس آویشن در یک لیتر آب مقطر با استفاده از توئین ۸۰ به نسبت ۰/۵ درصد حل گردید. نمونه‌های شاهد به مدت ۶۰ ثانیه درون آب مقطر استریل فروربرده شدند. پس از غوطه‌ور کردن میوه‌ها در محلول و نیز شاهد، روی طناب آویزان کرده تا خشک شدند و پس از آن ۲۰۰ گرم میوه در ظروف پلاستیکی درون کیسه‌های پلی اتیلنی با دانسیته کم (LDPE) (ضخامت ۰/۰۳ میلی متر) جهت حفظ رطوبت قرار داده شد و به انبار منتقل گردید (زو و همکاران، ۲۰۰۷).

تهیه محلول ترکیبی چیتوزان و اسانس آویشن

برای تهیه محلول‌های ترکیبی ابتدا محلول چیتوزان به روشی که قبلاً توضیح داده شد تهیه و پس از آن اسانس با غلظت‌های مورد نظر به آن اضافه گردید. انگورها به روش

دوس سانتوس^۱ و همکاران (۲۰۱۲) کارآیی ترکیبی از چیتوزان و اسانس مرزنجوش^۲ را در جلوگیری از رشد *Aspergillus niger* و *Rhizopus stolonifer* در محیط کشت آزمایشگاه روی انگور (*Vitis labrasca* L.) و تأثیر آن بر خصوصیات فیزیکی، فیزیکوشیمیایی و حسی در طول دوره انبارمانی بررسی کردند. نتایج به دست آمده نشان داد که استفاده از پوشش ترکیبی چیتوزان و اسانس مرزنجوش به طور معنی داری از رشد میسیلیوم قارچ‌های مورد بررسی جلوگیری کرد. هم چنین از جوانه زنی اسپور قارچ جلوگیری نمود و موجب تغییرات مورفولوژیکی در اسپور و میسیلیوم قارچ شد. با اندازه گیری خواص فیزیکی و فیزیکوشیمیایی میوه‌ها مشخص شد که پوشش ترکیبی موجب حفظ کیفیت انگورها و بهبود خواص حسی آن‌ها در طول دوره مورد بررسی شده است. مارتینز-رومرو و همکاران (۲۰۰۵) اثر اسانس‌های آروماتیک طبیعی (تیمول و منتول) را در نگهداری کیفیت پس از برداشت انگور کریمسون بررسی کردند. هر دو تیمار اثر معنی داری در جلوگیری از کاهش وزن و میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در مقایسه با شاهد نشان دادند. همین طور تغییرات رنگ میوه‌ها و سفتی آن‌ها نیز به تأخیر افتاد. آزمایشات میکروبی نیز نشان داد که هر دو نوع اسانس اثر معنی داری در کاهش مخمرها، کپک‌ها و کلونی‌های مزوفیلیک غیرهوازی داشتند.

هدف از انجام پژوهش حاضر استفاده از چیتوزان، اسانس آویشن^۳ و ترکیب آن‌ها به عنوان جایگزین مناسب ترکیبات شیمیایی به منظور افزایش عمر انبارمانی و حفظ کیفیت انگور رقم "شاهرودی" بود. هم چنین اثر آن‌ها بر برخی خصوصیات فیزیکی و فیزیکوشیمیایی میوه‌های انگور در زمان نگهداری در انبار بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

انگور رقم "شاهرودی" در مرحله رسیدگی تجاری زمانی که میزان مواد جامد محلول کل میوه‌ها حدوداً ۱۸ درصد بریکس بود، برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردیدند. خوشه‌ها براساس اندازه، رنگ و وزن انتخاب شده و حبه‌های آلوده و زخمی از بین آن‌ها حذف گردید. پس از اعمال تیمارها میوه‌ها به سردخانه (۲±۲°C) و رطوبت نسبی ۹۰ درصد منتقل گردیدند.

1. Dos Santos
2. *Origanum vulgare* L.
3. *Thymus vulgaris* L.

4. Low Density Polypropylene

استفاده شد (دل- واله^۱ و همکاران، 2005). * L (Lighting) نشان‌دهنده روشنی یا تیرگی رنگ است.

غوطه‌وری با این محلول تیمار و پس از خشک شدن، بسته‌بندی و به انبار منتقل شدند.

طرح آماری

این آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا گردید و در آن از تیمارهای چیتوزان در سه سطح (صفر، ۰/۵ و ۱ درصد) و اسانس آویشن در سه سطح (صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر) در انگور رقم "شاهرودی" استفاده گردید. به این ترتیب ۹ تیمار شامل: چیتوزان ۰/۵ درصد، چیتوزان ۱ درصد، ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن، ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن، چیتوزان ۰/۵ درصد + ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن، چیتوزان ۱ درصد + ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن، چیتوزان ۰/۵ درصد + ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن و چیتوزان ۱ درصد + ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن، هر کدام با سه تکرار و نیز تیمار شاهد بدون تیمار با اسانس آویشن و چیتوزان با سه تکرار در نظر گرفته شد. پس از بررسی صفات موردنظر در ابتدای آزمایش، انگورها در روزهای ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ از سردخانه خارج شده و به منظور ایجاد حالت مشابه با خرده‌فروشی به مدت ۲۴ ساعت در شرایط دمای ۲۵°C و رطوبت نسبی ۷۰ درصد قرار گرفته و سپس در آزمایشگاه از نظر صفات کمی و کیفی موردبررسی قرار گرفتند.

اندازه‌گیری pH

با استفاده از pH متر صورت گرفت.

اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل (TSS^۲)

با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی (مدل VBR-90A) صورت گرفت (مستوفی و نجفی، ۱۳۸۵).

اندازه‌گیری درصد فساد

میزان رشد قارچ به صورت بصری ارزیابی و میزان رشد قارچ در هر بسته به صورت درصد بیان گردید (زو و همکاران، 2007).

فاکتورهای ظاهری

بر اساس سیستم نمره‌دهی پنج نقطه‌ای در مقیاس ۵-۱ صورت گرفت (زو و همکاران، 2007).

سفتی بافت میوه

۱. سفت ۲. کمی نرم ۳. متوسط ۴. نرم ۵. خیلی نرم.

قهوه‌ای شدن حبه‌ها

۱. ندارد ۲. کم ۳. متوسط ۴. شدید ۵. خیلی شدید.

چروکیدگی حبه‌ها

۱. خیلی چروکیده ۲. کمی چروکیده ۳. معمولی ۴. صاف ۵. کاملاً صاف.

ریزش حبه‌ها

برای ارزیابی ریزش حبه‌ها، خوشه‌ها را به وسیله دم آن نگه داشته و سپس به طور عمودی و در فاصله پنج سانتی‌متر سه ضربه معتدل عمودی به آن وارد شد. در این حالت با توجه به تعداد حبه‌های ریزش کرده در یکی از کلاس‌های زیر قرار گرفتند: ۱. خیلی کم ۲. کم ۳. متوسط ۴. شدید ۵. خیلی شدید.

ارزیابی حسی

برای ارزیابی کیفیت میوه از تعداد ۹ نفر پانلیست شامل ۵ مرد و ۴ زن در سنین بین ۲۵ تا ۶۵ سال استفاده شد. پانلیست‌ها

فاکتورهای مورد اندازه‌گیری

درصد کاهش وزن

کاهش وزن میوه‌ها به کمک ترازو دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. میوه‌ها قبل از ورود به انبار و پس از بیرون آوردن از آن در روزهای آزمایش وزن شدند.

اندازه‌گیری رنگ

رنگ ظاهری میوه با استفاده از رنگ‌سنج قابل حمل (Minolta CR400 Japan) با منبع نوری D65 بررسی شد. از هر تیمار ۵ حبه به تصادف انتخاب گردید و رنگ آن‌ها قرائت گردید. دامنه کوردینیت (Coordinate) رنگ از L=0 (سیاه) تا L=100 (سفید)، -a (سبزی) تا +a (قرمزی)، -b (آبی) تا +b (زردی) بود. یک صفحه استاندارد مینولتا $b^* = -0/9$ ، $a^* = -0/7$ و $L^* = 92/4$ و صفحه سفید برای استاندارد کردن دستگاه

وزن، افزایش می‌یابد (زو و همکاران، ۲۰۰۷). عمر تازه انگورها تحت تأثیر کاهش وزن حبه‌ها و دم خوشه‌ها قرار می‌گیرد، زمانی که حبه‌ها وزن خود را از دست می‌دهند نسبت به فساد قارچی نیز حساسیت بیش‌تری پیدا می‌کنند. به‌طور کلی، اثر مثبت پوشش‌های خوراکی بر اساس خواص هیگروسکوپی است، که به‌عنوان سد بین میوه و محیط اطراف قرار دارد، بنابراین تبادلات خارجی را کاهش داده و در نهایت جلوی از دست دادن آب میوه‌ها را می‌گیرد (زو و همکاران، ۲۰۰۷).

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، میزان pH میوه‌ها با گذشت زمان به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، این نتایج با نتایج هرئاندز-موناز و همکاران (۲۰۰۶) که اثر پوشش چیتوزان را بر حفظ کیفیت توت‌فرنگی بررسی کرده بودند، مطابقت نشان داد (هرئاندز-موناز و همکاران، ۲۰۰۶). همین‌طور میزان pH در نمونه‌های تیمار شده با ۱ درصد چیتوزان و تیمارهای ترکیبی آن و شاهد تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). بیش‌ترین میزان pH در میوه‌های تیمار شده با ۰/۵ درصد چیتوزان و ۰/۵ درصد چیتوزان + ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن به‌دست آمد (جدول ۳). در واقع روند افزایش pH با کاهش میزان مواد جامد محلول در میوه‌ها مطابقت داشت. تغییر در میزان اسیدیته میوه بیانگر رسیدن و زوال آن است. پوشش‌ها تغییرات pH را کند کرده و به‌طور مؤثری رسیدن و زوال آن‌ها را به تعویق می‌اندازند (هرئاندز-موناز و همکاران، ۲۰۰۶). پوشش نیمه‌نفوذپذیر چیتوزان اتمسفر درونی را تغییر داده و میزان O₂ و CO₂ اطراف میوه را تغییر داده، بنابراین رسیدن میوه را به تعویق می‌اندازد (هرئاندز-موناز و همکاران، ۲۰۰۶). استفاده از پوشش‌ها سرعت تنفس میوه‌ها را با تأخیر در استفاده از اسیدهای ارگانیک در واکنش‌های آنزیمی تنفس کاهش می‌دهد (هرئاندز-موناز و همکاران، ۲۰۰۶).

تغییرات در میزان مواد جامد محلول کل طی ۹۰ روز نگهداری در انبار در جدول ۲ نشان داده شده است. با گذشت زمان میزان مواد جامد محلول کل به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. کم‌ترین و بیش‌ترین میزان TSS به‌ترتیب در نمونه‌های شاهد و تیمار شده با ۰/۵ درصد چیتوزان + ۱۵۰ و ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن به‌دست آمد (جدول ۳). بر اساس نتایج به‌دست آمده کاهش TSS با افزایش pH میوه همراه بود (جدول ۳). هم‌چنین این کاهش میزان TSS با افزایش دهیدراسیون میوه‌ها در طی دوره انبارمانی همراه بود. در واقع بیش‌ترین تغییرات TSS در میوه‌هایی رخ داد که آب بیش‌تری از دست داده بودند. میزان TSS در میوه‌های تیمار شده با ۱ درصد چیتوزان + ۱۵۰ یا ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر

به‌صورت ثابت در روزهای نمونه‌برداری کیفیت میوه‌ها را که شامل فاکتورهای زیر بود را بر اساس مقیاس هدونیک از صفر تا ده (۱-۰. بسیار ضعیف ۱-۳. ضعیف ۳-۵. متوسط ۵-۷. خوب ۷-۱۰. عالی) ارزیابی کردند (آلند و همکاران، ۲۰۰۸)

۱. طعم و مزه میوه ۲. بافت میوه ۳. رنگ میوه ۴. نظر کلی پانلیست در مورد میوه

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آنالیز اسانس آویشن با دستگاه کروماتوگرافی گازی همراه با طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) در جدول ۱ آورده شده است. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود تیمول با ۶۷/۹۳ درصد بالاترین میزان ماده مؤثره اسانس گیاه آویشن را تشکیل داده است.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده با گذشت زمان میزان کاهش وزن میوه‌ها افزایش یافت (جدول ۲). نمونه‌ها تا روز چهارم نگهداری در انبار کاهش وزن معنی‌داری نسبت به زمان آغاز آزمایش نشان ندادند. بیش‌ترین کاهش وزن در روز ۹۰ انبارمانی (۰/۸۷ درصد) به‌دست آمد. در میان تیمارهای مختلف بیش‌ترین کاهش وزن در نمونه‌های شاهد (بدون تیمار) (۰/۸۲ درصد) به‌دست آمد (جدول ۳). با اعمال تیمارهای مختلف میزان آب از دست‌دهی نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌طوری‌که کم‌ترین کاهش وزن (۰/۴۱ درصد) در میوه‌های تیمار شده با ۱ درصد چیتوزان + ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن به‌دست آمد (جدول ۳). همان‌طور که از نتایج به‌دست آمده مشاهده می‌شود، چیتوزان به‌طور معنی‌داری نسبت به اسانس آویشن درصد آب از دست‌دهی نمونه‌ها را کاهش داده است. با گذشت زمان و تشدید تبخیر و تعرق به دلیل عدم یکسان بودن فشار بخار آب میان فضای بین سلولی بافت‌های میوه و اتمسفر احاطه‌کننده میوه از یک سو و تشدید فرایندهای تنفسی از سوی دیگر، کاهش وزن در طی زمان امری طبیعی است. از طرفی بالاتر بودن میزان کاهش وزن در نمونه‌های شاهد را می‌توان به تهویه بهتر و شرایط مساعدتر جهت انجام فرایندهای تنفسی نسبت داد (مستوفی و همکاران، ۱۳۸۹). به‌طور کلی تیمارها بهتر از شاهد وزن اولیه خود را حفظ کردند. نتایج حاصل از پوشش‌دهی انگورها با چیتوزان و اسانس بذر گریپ فروت که توسط زو و همکاران (۲۰۰۷) صورت گرفت نیز نشان داد که میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد کاهش وزن کم‌تری داشتند. هم‌چنین آن‌ها بیان کردند که با گذشت زمان میزان کاهش

اسانس آویشن کم‌تر از میوه‌های تیمار شده با ۵/۰ درصد چیتوزان + ۱۵۰ یا ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن بود (جدول ۳). در واقع با افزایش غلظت چیتوزان نقش آن در حفظ مواد جامد محلول کل کاهش یافت که شاید به دلیل ایجاد پوشش ضخیم روی میوه و ایجاد حالت تنفس غیرهوازی در میوه‌ها باشد. هرناندز-موناز و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش کردند که میزان مواد جامد محلول کل در توت‌فرنگی‌های رسیده نگهداری شده در انبار سرد در نتیجه افزایش تنفس کاهش یافت (هرناندز-موناز و همکاران، ۲۰۰۶). در واقع با رسیدن میوه‌ها میزان مواد جامد محلول افزایش می‌یابد (منگ و همکاران، ۲۰۰۷). پوشش‌دهی میوه‌ها تغییراتی که موجب رسیدن محصول می‌شود را کند می‌کند. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد، تغییرات صورت گرفته بر روی میزان مواد جامد محلول کل بسیار اندک است که این می‌تواند به دلیل دمای پایین انبار باشد. همین‌طور میزان اندک اکسیژن در اطراف میوه (به دلیل پوشش‌دهی با اسانس و چیتوزان) می‌تواند از مصرف قندها جلوگیری نموده و در نتیجه جلوی متابولیسم تبدیل نشاسته به قند را نیز بگیرد، در واقع اکسیژن هوا، کربوهیدرات‌ها را به اکسیژن و دی‌اکسیدکربن تجزیه می‌کند (نومولا، ۲۰۰۶). در زمان تنفس، مواد جامد محلول و اسیدهای ارگانیک از فعالیت‌های طبیعی در طول دوره انبارمانی، حفاظت می‌کنند. اسید آسکوربیک یکی از مهم‌ترین ترکیبات غذایی انگور و نیز یک آنتی‌اکسیدان مهم برای افزایش کیفیت انگور در طی دوره انبارمانی است (گائو، ۲۰۱۳). در پژوهش حاضر مشخص شد که اسانس آویشن و چیتوزان نقش مؤثری در حفظ مواد جامد محلول کل و pH داشتند. این نتایج ممکن است مربوط به میزان اندک تنفس میوه‌های پوشش داده شده باشد. در واقع اسانس آویشن و چیتوزان با ایجاد پوشش نیمه‌نفوذپذیر روی سطح میوه منجر به محدود شدن متابولیسم تنفس میوه و رشد قارچ شده، بنابراین موجب به تأخیر انداختن کاهش ترکیبات غذایی مانند مواد جامد محلول، اسید آسکوربیک و اسیدیته کل می‌گردد (گائو، ۲۰۱۳). کاهش فرایند پیری در میوه‌های تیمار شده با چیتوزان و اسانس آویشن باعث کاهش تولید و اثر اتیلن و کاهش تنفس و حفظ دیواره سلولی می‌شود که نتیجه آن حفظ بهتر مواد جامد محلول واقعی سلول‌ها می‌باشد.

بافت یکی از فاکتورهای کیفی مهم است که در پذیرش میوه‌های تازه و سبزی‌ها توسط مصرف‌کننده نقش مهمی دارد. انگور میوه‌ای است که از آب از دست‌دهی سریع و کاهش سفتی در طی دوره نگهداری رنج می‌برد که همین مسئله

موجب کاهش عمر پس از برداشت و حساسیت بالای آن به آلودگی قارچی می‌گردد. خصوصیات بافت میوه توسط آماس سلولی و ساختار و ترکیب پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (روjas-گرو^۲ و همکاران، ۲۰۰۷). با گذشت زمان میزان سفتی حبه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که میزان آن از ۵ به ۲/۹۶ پس از ۹۰ روز انبارمانی و ۲۴ ساعت نگهداری در هوای اتاق رسید. نتایج نشان داد که تا روز ۳۰ انبارمانی تغییر معنی‌داری در میزان سفتی میوه‌ها رخ نداده است (جدول ۲). هم‌چنین انگورهای تیمار شده بهتر از شاهد توانستند سفتی بافت میوه را حفظ کنند. به‌طوری‌که ملاحظه می‌شود کم‌ترین میزان سفتی در نمونه‌های شاهد و بیش‌ترین مقدار در میوه‌های تیمار شده با ۱ درصد چیتوزان + ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن به‌دست آمد (جدول ۳). اضافه کردن اسانس به پوشش‌های خوراکی می‌تواند به‌طور معنی‌داری سفتی بافت میوه را حفظ کند (روjas-گرو و همکاران، ۲۰۰۷). تیمار اسانس آویشن و چیتوزان نسبت به میوه‌هایی که تیمار نشده بودند، اثرات مثبتی بر حفظ سفتی میوه در طول دوره انبارمانی نشان داد. در واقع تیمار پوشش‌دهی توانست میزان سفتی اولیه میوه‌ها را حفظ کند. در مقابل، میوه‌های تیمار نشده در طول دوره انبارمانی سفتی خود را از دست دادند. حفظ سفتی بافت میوه ارتباط نزدیکی با کاهش وزن و آب از دست‌دهی آن‌ها دارد. در تیمارهایی که کاهش وزن بیش‌تری صورت گرفته سفتی میوه نیز کاهش بیش‌تری نشان داد. والرو^۳ و همکاران (۲۰۰۶) نیز نشان دادند که انگورهای تیمار شده با اسانس (تیمول و اوگونول) و بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته سفتی خود را بهتر از شاهد حفظ کردند.

با گذشت زمان میزان ریزش، قهوه‌ای شدن و چروکیدگی حبه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که افزایش این فاکتورها با افزایش از دست دادن آب، رشد قارچی و کاهش میزان سفتی بافت میوه همراه بود (جدول ۲). ارزیابی انگورهای تیمار شده نشان داد که میزان ریزش، قهوه‌ای شدن و چروکیدگی در حبه‌های تیمار شده به‌طور معنی‌داری کم‌تر از شاهد بود. به‌طوری‌که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود تیمار اسانس آویشن، چیتوزان و تیمارهای ترکیبی آن‌ها به‌طور معنی‌داری میزان ریزش، قهوه‌ای شدن و چروکیدگی حبه‌ها را در مقایسه با شاهد کاهش داد. زو و همکاران (۲۰۰۷) نیز بیان کردند که بالاترین میزان ریزش حبه مربوط به شاهد بوده که با وقوع فساد بیش‌تر در این حبه‌ها همراه بود و بسیاری از حبه‌ها به

فساد میوه‌های انگور را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. مکانیسم عمل کارواکرول علیه قارچ‌ها هنوز به‌خوبی درک نشده است، اما تمام نظریه‌ها بر آسیب‌های غشا و دیواره سلولی قارچ با تغییر شکل مورفولوژیکی و تخریب کنیدی‌ها و هیف‌ها متمرکز شده‌اند. *والرو* و همکاران (2007) نیز گزارش کردند که در پایان دوره آزمایش وقوع فساد در انگورهای شاهد بیش از ۵۰ درصد بود، درحالی‌که با اضافه کردن تیمول و اوگنول میزان فساد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌علاوه، با افزایش دز اسانس آویشن و غلظت چیتوزان میزان فساد نیز کاهش بیش‌تری نشان داد. عوامل دیگری مانند کاهش میزان تنفس، حفظ فعالیت‌های آنزیم‌های محافظتی و حفظ یکپارچگی غشاء همگی موجب افزایش قدرت توان دفاعی میوه‌ها در برابر میکروب‌ها می‌شود (بیوی و یونژه^۳، 2013).

دلیل رسیدن بیش از حد و رشد قارچ سیاه و نرم شده بودند (زو و همکاران، 2007). چیتوزان و اسانس آویشن مانند یک پوشش روی میوه قرار گرفته و جلوی از دست دادن آب میوه را می‌گیرد. شیرری و همکاران (2013) نیز نشان دادند که انگورهای تیمار شده با چیتوزان به‌طور معنی‌داری ریزش کم‌تری نسبت به شاهد داشتند (شیرری و همکاران، 2013). زو و همکاران (2007) نیز بیان کردند که میزان خردشدگی حبه‌های شاهد در مقایسه با حبه‌های تیمار شده با اسانس بذر گریپ‌فروت و چیتوزان به‌طور معنی‌داری بالاتر بود، که با وقوع فساد بیش‌تر در این حبه‌ها همراه بود و بسیاری از حبه‌ها به‌دلیل رسیدن بیش از حد و رشد قارچ سیاه و نرم شده بودند (زو و همکاران، 2007). سلاموتو^۱ و همکاران (2013) نیز گزارش کردند که نابسامانی‌های فیزیولوژیک مانند قهوه‌ای شدن پوست و گوشت با ترکیبی از اسانس تیمول و اتمسفر تغییر یافته در انگور کاهش یافت. داده‌ها نشان داد که پوشش‌دهی میوه‌ها منجر به کاهش امتیاز رنگی میوه‌ها شد که ممکن است به علت رنگ قهوه‌ای پوشش ترکیبی (چیتوزان + اسانس) باشد. رنگ انگورهای تمام نمونه‌ها به‌تدریج با گذشت زمان قهوه‌ای شد. قهوه‌ای شدن انگورها با فعالیت آنزیم پلی-فنول اکسیداز و حمله قارچی همراه بود. گزارش شده است که فعالیت این آنزیم در حضور اتیلن افزایش می‌یابد (سلاماتو و همکاران، 2013). دوس سانتوس و همکاران (2012) گزارش کردند که استفاده از پوشش چیتوزان به‌همراه *Origanum vulgare* در غلظت‌های زیر حد با‌زدارندگی خواص فیزیکی و فیزیوشیمیایی و نیز صفات حسی میوه را حفظ نمود (دوس-سانتوس و همکاران، 2012). دی سوسا^۲ و همکاران (2013) گزارش کردند که ظاهر و رنگ انگورهای پوشش‌داده شده با اسانس آویشن و شاهد در طول دوره نگه‌داری تفاوت معنی‌دار نشان ندادند.

نتایج حاصل از جدول ۲ نشان می‌دهد که با گذشت زمان میزان فساد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. افزایش رشد قارچ در طول دوره انبارمانی با افزایش از دست دادن آب و کاهش میزان سفتی بافت میوه‌ها همراه بود. براساس نتایج به‌دست آمده تیمارهای چیتوزان و تیمار ترکیبی چیتوزان و اسانس آویشن به‌طور مطلوبی نسبت به شاهد توانستند جلوی رشد قارچ را بگیرند (جدول ۳). نمونه‌ها پس از ۴۰ روز انبارمانی و یک روز نگه‌داری در دمای اتاق نسبت به آغاز آزمایش افزایش معنی‌دار در میزان فساد نشان دادند. *مارتینز-رومرو* و همکاران (2007) بیان کردند که افزودن کارواکرول به درون بسته‌ها

جدول ۱: ترکیبات شیمیایی شناسایی شده در اسانس آویشن (*Thymus vulgaris* L.) با دستگاه GC/MS

Table 1: Identified chemical compounds in Thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil by GC/MS

زمان بازدارندگی Retention time	درصد Percentage	ترکیبات Compounds	
9.02	0.16	Alpha-pinene	آلفا پینن
9.42	0.1	Camphene	کامفن
10.28	0.53	Myrcene	میرسن
10.77	0.04	Alpha-phellandrene	آلفا-فلاندرن
11.11	0.54	Alpha-terpinene	آلفا-ترپینن
11.38	24.43	P-cymene	پی-سیمن
11.46	0.12	Limonene	لیمونن
11.50	0.06	Beta-phellandrene	بتا-فلاندرن
12.28	4.66	Gama-terpinene	گاما-ترپینن
13.06	0.07	Alpha-terpinolene	آلفا-ترپینول
13.25	0.40	Linalool	لینالول
14.93	0.06	Campho	کامفور
18.88	67.93	Thymol	تیمول
22.5	0.74	Beta-aryophyllene	بتا-آریوفیلن
23.36	0.03	Germacrene d	دی-ژرماسرن
24.83	0.03	Spathulenol	سپاتولنول

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر چیتوزان، اسانس آویشن و اثر متقابل آنها بر برخی صفات مورد بررسی در میوه انگور رقم "شاهرودی"

Table 2: ANOVA of chitosan, Thyme essential oil and their interaction effect on some investigated characteristics of table grape fruit cv. 'Shahroudi'

چروکیدگی Sherivel	سفتی Firmness	قهوه‌ای شدن Browning	ریزش حبه Berry abscision	پی‌اچ pH	میزان مواد جامد محلول TSS	کاهش وزن Wheigh loss	درجه آزادی df	منابع تغییرات Sources of variations
0.40**	16.68**	1.75**	1.31**	2.35**	12.80**	0.77**	9	زمان Time
2.18**	9.30**	0.37**	4.55**	0.54**	17.12**	0.71**	2	چیتوزان Chitosan
2.14**	13.68**	0.27**	0.49**	0.02 ^{ns}	7.05**	0.04 ^{ns}	2	اسانس آویشن Thymus essential oil
0.51**	0.96**	0.15**	0.94**	0.04*	2.13**	0.05 ^{ns}	18	زمان × چیتوزان Time × Chitosan
0.28**	0.76**	0.04 ^{ns}	0.10**	0.09**	0.97 ^{ns}	0.04 ^{ns}	18	زمان × اسانس Time × Thymus essential oil
1.47**	4.36**	0.12**	0.60**	0.03 ^{ns}	1.59 ^{ns}	0.20*	4	چیتوزان × اسانس Chitosan × Thymus essential oil
0.40**	0.73**	0.60**	0.12**	0.05**	1.35 ^{ns}	0.05 ^{ns}	36	زمان × چیتوزان × اسانس Time × Chitosan × Thymus essential oil
0.05	0.37	0.03	0.05	0.02	1.10	0.05	160	خطای آزمایشی Experimental error
56.97	341.37	29.58	56.77	31.87	475.66	21.24	249	خطای کل Total error
4.77	15.56	10.35	19.59	3.74	7.04	21.72		ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

ns, * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ns, ** and *: No significant, significant ($\alpha=0.05$ and 0.01), respectively

ادامه جدول ۲: تجزیه واریانس اثر چیتوزان، اسانس آویشن و اثر متقابل آن‌ها بر برخی صفات مورد بررسی در میوه انگور رقم "شاهرودی"

Table 2 continued: ANOVA of chitosan, thyme essential oil and their interaction effect on some investigated characteristics of table grape fruit cv. 'Shahroudi'

نظر کلی پانلیست‌ها General idea of panelists	بافت Texture	رنگ Color	طعم و مزه Flavor	b*	a*	L*	فساد Decay	درجه آزادی df	منابع تغییرات Sources of variations
33.25**	35.14**	26.71**	41.43**	131.99**	38.69**	191.08**	2.57**	9	زمان Time
6.47**	16.70**	11.00**	5.85**	14.11**	1.85	106.01*	20.80**	2	چیتوزان Chitosan
10.16**	6.31**	3.04**	3.54**	36.18**	1.57 ^{ns}	21.86 ^{ns}	1.85**	2	اسانس آویشن Thymus essential oil
1.71**	1.18**	1.59**	1.71**	1.85 ^{ns}	1.50 ^{ns}	38.46 ^{ns}	1.54**	18	زمان × چیتوزان Time × Chitosan
1.85**	1.47**	1.19**	1.16**	2.22 ^{ns}	1.69 ^{ns}	31.44 ^{ns}	0.12**	18	زمان × اسانس Time × Thymus essential oil
4.62**	3.51**	2.64**	3.70**	12.83**	2.02 ^{ns}	46.05 ^{ns}	1.21**	4	چیتوزان × اسانس Chitosan × Thymus essential oil
1.88**	1.38**	1.42**	1.29**	2.28 ^{ns}	2.03**	23.05 ^{ns}	0.10**	36	زمان × چیتوزان × اسانس Time × Chitosan × Thymus essential oil
0.32	0.46	0.53	0.27	1.73	1.17	26.00	0.03	160	خطای آزمایشی Experimental error
539.76	559.49	473.15	558.43	1802.72	711.27	8903.26	112.12	249	خطای کل Total error
9.98	13.25	12.06	9.53	14.31	-84.38	12.53	13.39		ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

ns, * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد
ns, ** and *: No significant, significant ($\alpha=0.05$ and 0.01), respectively

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های اثر مدت زمان نگهداری در انبار سرد بر برخی صفات کمی و کیفی انگور رقم "شاهرودی"

Table 3: Means comparison of the effect of cold storage time on some quantitative and qualitative traits of grape cv. 'Shahroudi'

چروکیدگی Shrivel	ریزش حبه Berry abscission	قهوه‌ای شدن Browning	سفتی* Firmness	مواد جامد محلول (درجه بریکس) TSS (°Brix)	پی‌اچ pH	کاهش وزن (درصد) Weight loss (%)	زمان (روز) Time (day)
5.00 ^a	1.00 ^c	1.00 ^e	5.00 ^a	15.89 ^a	3.13 ^g	0.00 ^d	0
5.00 ^a	1.00 ^c	3.85 ^{cd}	4.67 ^{ab}	15.46 ^{ab}	3.56 ^f	0.43 ^d	10
5.00 ^a	1.00 ^c	3.70 ^d	4.63 ^{ab}	15.41 ^{ab}	3.75 ^e	0.38 ^d	20
4.92 ^{ab}	1.00 ^c	3.96 ^{bc}	4.30 ^{bc}	15.28 ^{abc}	3.74 ^e	0.43 ^d	30
4.92 ^{ab}	1.00 ^c	3.81 ^{cd}	3.81 ^{de}	15.24 ^{abc}	3.93 ^d	0.63 ^c	40
4.92 ^{ab}	1.04 ^c	3.92 ^{bc}	3.96 ^{cd}	14.78 ^{bcd}	3.95 ^{cd}	0.62 ^c	50
4.81 ^{bc}	1.15 ^{bc}	4.07 ^b	3.92 ^{cd}	14.70 ^{cd}	4.02 ^{bc}	0.64 ^c	60
4.81 ^{bc}	1.26 ^b	4.29 ^a	3.48 ^e	14.51 ^d	4.02 ^{bc}	0.74 ^b	70
4.70 ^c	1.51 ^a	4.30 ^a	2.48 ^f	14.48 ^d	4.03 ^b	0.78 ^{ab}	80
4.67 ^c	1.55 ^a	4.33 ^a	2.96 ^f	13.46 ^e	4.20 ^a	0.87 ^a	90

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون LSD ندارند

Means in each column with at least one similar letters are not significantly different at the 5% probability level using LSD Multiple Range Test

*: ارزیابی صفات سفتی، قهوه‌ای شدن، ریزش حبه و چروکیدگی بر اساس سیستم نمره‌دهی پنج نقطه‌ای در مقیاس ۱-۵ صورت گرفت

*: Evaluation of firmness, browning, berry abscission and shrinkage characteristics was performed according to five point scoring system on a scale of 1-5

ادامه جدول ۳: مقایسه میانگین‌های اثر مدت زمان نگهداری در انبار سرد بر برخی صفات کمی و کیفی انگور رقم "شاهرودی"

Table 3 continued: Means comparison of the effect of cold storage time on some quantitative and qualitative traits of grape cv. 'Shahroudi'

نظر کلی پانلیست‌ها General idea of panelists	بافت Texture	رنگ Color	طعم و مزه* Flavor	b*	a*	L*	فساد (درصد) Decay (%)	زمان (روز) Time (day)
9.93 ^a	9.56 ^a	9.91 ^a	9.90 ^a	15.07 ^a	-3.28 ^e	45.96 ^a	0.00 ^d	0
6.49 ^b	5.68 ^b	7.29 ^b	6.58 ^b	10.29 ^b	-1.23 ^d	44.94 ^a	0.04 ^d	10
5.92 ^c	5.36 ^b	6.10 ^d	5.67 ^{cd}	9.36 ^c	-0.47 ^c	40.56 ^b	0.59 ^d	20
5.83 ^c	5.82 ^b	6.55 ^c	5.80 ^c	8.92 ^{cd}	-0.46 ^c	40.58 ^b	0.92 ^{cd}	30
5.51 ^d	5.42 ^{bc}	5.85 ^{de}	5.40 ^{cd}	8.38 ^{de}	0.22 ^{abc}	39.34 ^b	2.41 ^c	40
5.62 ^{cd}	5.17 ^c	5.61 ^{ef}	5.27 ^d	7.90 ^e	-0.43 ^c	39.74 ^b	7.89 ^b	50
5.84 ^c	4.57 ^d	5.99 ^{de}	5.67 ^{cd}	7.83 ^e	-0.15 ^{bc}	39.96 ^b	11.26 ^b	60
4.92 ^e	4.34 ^d	5.24 ^{fg}	4.65 ^e	8.15 ^{de}	0.54 ^{ab}	38.37 ^b	16.48 ^b	70
4.15 ^f	3.73 ^e	4.86 ^g	3.77 ^f	8.15 ^e	0.88 ^a	37.91 ^b	23.18 ^a	80
4.15 ^f	3.73 ^e	4.86 ^g	3.77 ^f	7.76 ^e	0.57 ^{ab}	39.50 ^b	24.18 ^a	90

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون LSD ندارند

Means in each column with at least one similar letters are not significantly different at the 5% probability level using LSD Multiple Range Test

*: ارزیابی صفات طعم و مزه، رنگ، بافت و نظر کلی پانلیست‌ها بر اساس سیستم نمره‌دهی پنج نقطه‌ای در مقیاس ۱-۵ صورت گرفت

*: Evaluation of flavor, color, texture and generally idea of panelist's characteristics was performed according to five point scoring system on a scale of 1-5

جدول ۴: مقایسه میانگین‌های اثر ساده اسانس آویشن، چیتوزان و اثر متقابل آن‌ها بر برخی صفات کمی و کیفی انگور رقم "شاهرودی"

Table 4: Means value of the effect of Thyme essential oil and chitosan and their interaction effect on some quantitative and qualitative traits of grape cv. 'Shahroudi'

چروکیدگی	ریزش حبه	قهوه‌ای شدن	سفتی*	مواد جامد محلول (درجه بریکس)	پی‌اچ	کاهش وزن (درصد)	اسانس آویشن (میکرولیتر در لیتر)	چیتوزان (درصد)
Shrivel	Berry abscission	Browning	*Firmness	TSS (°Brix)	pH	Weight loss (%)	Thyme essential oil (μl/l)	Chitosan (%)
4.23 ^b	1.67 ^a	2.80 ^a	2.87 ^e	14.22 ^d	3.79 ^c	0.82 ^a	0	0
4.90 ^a	1.37 ^b	2.57 ^a	3.77 ^{cd}	14.76 ^{bcd}	3.83 ^{bc}	0.65 ^b	150	0
4.97 ^a	1.20 ^c	1.93 ^c	4.43 ^a	15.25 ^{ab}	3.78 ^c	0.59 ^{bc}	300	0
4.87 ^a	1.00 ^d	2.50 ^{ab}	3.67 ^d	15.17 ^{abc}	3.95 ^a	0.63 ^{bc}	0	0.5
4.97 ^a	1.00 ^d	2.07 ^c	3.60 ^d	15.47 ^a	3.93 ^a	0.60 ^{bc}	150	0.5
5.00 ^a	1.00 ^d	1.90 ^c	4.10 ^b	15.62 ^a	3.88 ^{ab}	0.46 ^c	300	0.5
5.00 ^a	1.03 ^d	2.17 ^{bc}	4.27 ^{ab}	14.44 ^d	3.77 ^c	0.52 ^{bc}	0	1
5.00 ^a	1.03 ^d	2.07 ^c	4.06 ^{bc}	14.77 ^{bcd}	3.77 ^c	0.52 ^{bc}	150	1
5.00 ^a	1.03 ^d	1.80 ^c	4.53 ^a	14.60 ^{cd}	3.79 ^c	0.41 ^c	300	1

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون LSD ندارند

Means in each column with at least one similar letters are not significantly different at the 5% probability level using LSD Multiple Range Test

*: ارزیابی صفات سفتی، قهوه‌ای شدن، ریزش حبه و چروکیدگی بر اساس سیستم نمره‌دهی پنج نقطه‌ای در مقیاس ۱-۵ صورت گرفت

*: Evaluation of firmness, browning, berry abscission and shrinkage characteristics was performed according to five point scoring system on a scale of 1-5

ادامه جدول ۴: مقایسه میانگین‌های اثر اسانس آویشن، چیتوزان و اثر متقابل آن‌ها بر برخی صفات کمی و کیفی انگور رقم "شاهرودی"

Table 4 continued: Means value of the effect of Thyme essential oil and chitosan and their interaction effect on some quantitative and qualitative traits of grape cv. 'Shahroudi'

نظر کلی پانلیست‌ها	بافت	رنگ	طعم و مزه	b*	a*	L*	فساد (درصد)	اسانس آویشن (میکرولیتر در لیتر)	چیتوزان (درصد)
General idea of panelists	Texture	Color	Flavor				Decay (%)	Thyme essential oil (μl/l)	Chitosan (%)
4.53 ^e	4.10 ^d	5.25 ^d	4.50 ^c	7.72 ^c	-0.45 ^b	43.24 ^a	46.53 ^a	0	0
5.87 ^{abc}	4.96 ^c	6.02 ^{bc}	5.56 ^{ab}	9.23 ^{bc}	-0.74 ^{ab}	39.92 ^{bc}	17.4 ^b	150	0
5.61 ^{cd}	5.07 ^{bc}	5.86 ^c	5.41 ^b	10.26 ^a	-0.11 ^{ab}	42.25 ^{ab}	11.23 ^c	300	0
5.72 ^{bc}	5.11 ^{bc}	6.14 ^{bc}	5.64 ^{ab}	9.59 ^{ab}	-0.41 ^{ab}	40.02 ^{bc}	0.60 ^d	0	0.5
6.01 ^{ab}	5.19 ^{bc}	6.00 ^{bc}	5.64 ^{ab}	9.46 ^b	-0.23 ^a	40.74 ^{abc}	0.33 ^d	150	0.5
5.38 ^d	5.11 ^{bc}	5.75 ^c	5.36 ^b	8.68 ^{cd}	0.05 ^{ab}	39.66 ^{bc}	0.13 ^d	300	0.5
5.76 ^{bc}	5.39 ^b	6.36 ^{ab}	5.62 ^{ab}	9.86 ^{ab}	-0.49 ^b	41.33 ^{abc}	1.07 ^d	0	1
6.12 ^a	6.03 ^a	6.69 ^a	5.75 ^a	8.37 ^{de}	-0.63 ^{ab}	39.98 ^{bc}	0.70 ^d	150	1
5.73 ^{bc}	5.30 ^{bc}	6.16 ^{bc}	5.55 ^{ab}	9.57 ^{ab}	-0.41 ^{ab}	39.04 ^c	0.27 ^d	300	1

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون LSD ندارند

Means in each column with at least one similar letters are not significantly different at the 5% probability level using LSD Multiple Range Test

*: ارزیابی صفات طعم و مزه، رنگ، بافت و نظر کلی پانلیست‌ها بر اساس سیستم نمره‌دهی پنج نقطه‌ای در مقیاس ۱-۵ صورت گرفت

*: Evaluation of flavor, color, texture and generally idea of panelist's characteristics was performed according to five point scoring system on a scale of 1-5

در اثر پوشش‌دهی محصولات با چیتوزان، شانس تماس میکروب‌ها با سطح میوه کاهش یافته، بنابراین میوه‌ها از تهاجم میکروب‌ها در امان بودند. ضمناً، آمین چیتوزان اثر باکتری‌کشی داشته، می‌تواند میزان میکروب‌ها را کاهش دهد. زو و همکاران (2007) نیز اظهار داشتند که فروبری انگورها در ۰/۵ درصد اسانس بذر گریپ فروت یا ۱ درصد چیتوزان + ۱ درصد اسانس بذر گریپ فروت، به‌طور معنی‌داری میزان فساد قارچی را کاهش داد. فعالیت ضدقارچی چیتوزان ممکن است مربوط به تشکیل سدهای فیزیکی در برابر تهاجم عوامل بیماری‌زا باشد، در نتیجه از جوانه‌زنی کنیدی و رشد میسیلیوم جلوگیری کرده و موجب حفاظت از حبه‌های انگور در برابر قارچ‌ها می‌شود (زو و همکاران، 2007).

جدول ۳ تغییرات رنگ سطحی (به‌صورت L^* ، a^* و b^*) در طول ۹۰ روز نگهداری انگورها در انبار با دمای $2 \pm 2^\circ C$ را نشان می‌دهد. میوه‌های تیمار شده تغییرات معنی‌داری در دامنه رنگی اولیه میوه نشان دادند. شاخص L^* نشان‌دهنده درخشندگی میوه‌ها می‌باشد. همان‌طور که جدول ۲ مشاهده می‌شود با گذشت زمان درخشندگی میوه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت به‌طوری‌که از ۴۵/۹۶ در روز اول به ۳۹/۵۰ در روز نود نگهداری در انبار رسید. هم‌چنین می‌توان بیان نمود که بیش‌ترین تفاوت معنی‌دار در کاهش شاخص L^* در فاصله زمانی موردبررسی در روز بیست مشاهده گردید و پس از آن تا روز ۹۰ تفاوت معنی‌دار در کاهش شاخص L^* با روز بیست مشاهده نشد (جدول ۲). بیش‌ترین و کم‌ترین میزان شاخص L^* (۴۳/۲۴ و ۳۹/۰۴) به‌ترتیب در نمونه‌های شاهد و تیمار شده با $1/\mu$ اسانس آویشن + ۱٪ چیتوزان به‌دست آمد. براساس نتایج به‌دست آمده، میوه‌های تیمار شده درخشندگی کم‌تری نسبت به شاهد داشتند، البته با افزایش غلظت تیمار تفاوت معنی‌داری میان L^* نمونه‌های تیمار شده مشاهده نشد. با گذشت زمان میزان b^* (زردی میوه) کاهش یافت درحالی‌که شاخص a^* افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). کم‌ترین میزان شاخص b^* در نمونه‌های شاهد و بالاترین مقدار در نمونه‌های تیمار شده با ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن مشاهده شد (جدول ۳). هم‌چنین کم‌ترین میزان a^* در نمونه‌های شاهد و بیش‌ترین مقدار در میوه‌های تیمار شده با ۰/۵ درصد چیتوزان + ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن به‌دست آمد (جدول ۳). همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد کاهش L^* به آب از دست‌دهی نمونه‌ها مربوط می‌شود. همین‌طور به‌نظر می‌رسد که کاهش L^* در این آزمایش با قهوه‌ای شدن حبه‌ها نیز رابطه تنگاتنگی داشته باشد. به‌نظر می‌رسد که افزایش ترکیبات رنگی (ملانین) که موجب قهوه‌ای شدن حبه‌ها

می‌گردند، منجر به کاهش درخشندگی آن‌ها شده است. توجه به هم‌خوانی بین قهوه‌ای شدن حبه‌ها و کاهش L^* می‌تواند دلیلی بر این مدعا باشد (مستوفی و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج به‌دست آمده از این قسمت با نتایج به‌دست آمده در مورد کاهش وزن میوه‌ها مطابقت داشت. بر این اساس، با گذشت زمان میوه‌ها آب خود را از دست دادند که این موجب کاهش میزان درخشندگی آن‌ها شد. دی سوسا و همکاران (2013) نیز گزارش کردند L^* انگورهای تیمار شده با اسانس تا پایان دوره نگهداری حفظ شد (دی سوسا و همکاران، 2013). به نظر می‌رسد که پوشش خوراکی در اطراف میوه‌ها تا اندازه‌ای توانسته از درخشندگی میوه‌ها بکاهد. هرئاندز-موناز و همکاران (2006) نیز گزارش کردند که توت‌فرنگی‌های تیمار شده با چیتوزان درخشندگی بیش‌تری نسبت به شاهد داشتند (هرئاندز-موناز و همکاران، 2006). این تغییر رنگ ممکن است به‌دلیل افزایش سرعت تنفس و تحریک فعالیت‌های آنزیمی، شامل واکنش‌های قهوه‌ای شدن و سایر واکنش‌ها که مسئول کاهش کیفیت میوه هستند، باشد (دی سوسا و همکاران، 2013).

نتایج حاصل از ارزیابی طعم و مزه توسط پانلست‌ها نشان داد که با گذشت زمان طعم و مزه میوه کاهش یافت (جدول ۲). هم‌چنین با گذشت زمان از نظر پانلیست‌ها کیفیت رنگ و بافت میوه‌ها و به‌طورکلی کیفیت میوه‌ها دچار افت شد (جدول ۲). براساس نظر پانلیست‌ها میوه‌های تیمار شده با ۱ درصد چیتوزان + ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن طعم، رنگ و پذیرش بهتری نسبت به سایر میوه‌ها داشتند (جدول ۳). زو و همکاران (2007) نیز گزارش کردند که تیمارهای چیتوزان و اسانس بذر گریپ فروت، کیفیت میوه‌ها را بهتر حفظ می‌کنند. به نظر می‌رسد که پوشش میوه به‌دلیل حفاظت از آن و جلوگیری از آب از دست‌دهی آن توانسته طعم میوه‌ها را بهتر از شاهد حفظ کند (زو و همکاران، 2007). جیانگ و همکاران (2001) نیز نشان دادند که تیمار با چیتوزان، قهوه‌ای شدن میوه‌ها را به تعویق انداخت. جیانگ و همکاران (2005) اظهار داشتند که کیفیت خوراکی میوه‌های لیچی تیمار شده با چیتوزان پس از ۲۰ روز انبارمانی در ۲ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. چین و همکاران (2007) نیز اعلام کردند پوشش‌دهی با چیتوزان کیفیت و عمر تازه انبه‌های برش یافته را افزایش می‌دهد.

به‌طورکلی پس از ۹۰ روز نگهداری انگور رقم شاهرودی در انبار سرد کیفیت میوه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیش‌ترین کاهش وزن، کم‌ترین میزان TSS و کم‌ترین میزان سفتی، بیش‌ترین میزان ریزش، قهوه‌ای شدن و چروکیدگی

اسانس آویشن به‌طور مطلوبی نسبت به شاهد توانستند جلوی رشد قارچ را بگیرند. هم‌چنین با گذشت زمان از نظر پانلیست‌ها کیفیت رنگ و بافت میوه‌ها و به‌طور کلی کیفیت میوه‌ها دچار افت شد. براساس نظر پانلیست‌ها میوه‌های تیمار شده با ۱ درصد چیتوزان + ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن طعم، رنگ و پذیرش بهتری نسبت به سایر میوه‌ها داشتند. به‌طور کلی، چیتوزان، اسانس آویشن و ترکیب آن‌ها توانست ضمن افزایش زمان ماندگاری پس از برداشت انگور، کیفیت آن‌ها را نیز حفظ نماید.

حبه‌ها در نمونه‌های شاهد نسبت به میوه‌های تیمار شده به‌دست آمد. کم‌ترین کاهش وزن و بیش‌ترین سفتی بافت در میوه‌های تیمار شده با ۱ درصد چیتوزان + ۳۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن به‌دست آمد. اسانس آویشن و چیتوزان نقش مؤثری در حفظ مواد جامد محلول کل و pH داشتند. به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان pH و TSS در میوه‌های تیمار شده با ۰/۵ درصد چیتوزان و ۰/۵ درصد چیتوزان + ۱۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس آویشن به‌دست آمد. هم‌چنین بر اساس نتایج به‌دست آمده تیمارهای چیتوزان و تیمار ترکیبی چیتوزان و

منابع

- مستوفی، ی. و نجفی، ف. ۱۳۸۵. روش‌های آزمایشگاهی تجزیه‌ای در علوم باغبانی، انتشارات دانشگاه تهران. ۱۳۶ صفحه.
- مستوفی، ی.، مسیب‌زاده، ع. امام جمعه، ز.، جوان نیکخواه، م. و دهستانی اردکانی، م. ۱۳۸۹. بررسی اثر بسته‌بندی در اتمسفر تعدیل یافته (MAP) بر ماندگاری و حفظ خصوصیات کیفی انگور رقم شاهرودی. مجله علوم باغبانی ایران. ۴۱ (۲): ۱۶۳-۱۷۲.
- Agricultural statistics, 2014. Tehran: Ministry of Agriculture, Department of Planning and Economic, Information and Communication Technology Center, volume 3.
- Allende, A., Selma, M.V., López-Gálvez, F., Villaescusa, R. and Gil, M.I. 2008. Role of commercial sanitizers and washing systems on epiphytic microorganisms and sensory quality of fresh-cut escarole and lettuce. *Postharvest Biology and Technology*, 49: 155-163.
- Ardakani, M. D., Mostofi, Y. and Hedayatnejad, R. 2010. Study on the effects of chitosan in preserving some qualitative factors of table grape (*Vitis vinifera* 'Shahroudi'). *Acta Horticulture*, 877: 739-742.
- Artes-Hernandez, F., Tomas- Bareran, F. A. and Artes, F. 2006. Modified atmosphere packaging preserves quality of SO₂ free superior seedless table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 39: 146-154.
- Bonilla, J., Atares, L., Vargas, M. and Chiralt, A. 2012. Effect of essential oils and omogenization conditions on properties of chitosan-based films. *Food Hydrocolloids*, 26: 9-16.
- Chien, P. J., Fuu Sheu, F. and Yang, F. H. 2007. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal of Food Engineering*, 78: 225-229.
- De Sousa, L. L., Andrade, S. C. A., Athayde, A. J. A. A., Oliveira, C. E. V., Sales, C. V., Marta Suely Madruga, M. S. and Souza, E. L. 2013. Efficacy of *Origanum vulgare* L. and *Rosmarinus officinalis* L. essential oils in combination to control postharvest pathogenic *Aspergilli* and autochthonous mycoflora in *Vitis labrusca* L. (table grapes). *International Journal of Food Microbiology*, 165: 312-318.
- Del-Valle, V., Hernandez-Munoz, P., Guard, A. and galotto, M. J. 2005. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus*) indicial and its application to extend strawberry (*Fragaria × ananassa*) shelf-life. *Food Chemistry*, 91: 751-756.
- Dos Santos, N. S. T., Athayde, A. J. A., Vasconcelos de, O. C. D., De Sales, C. V., De Melo, S., Sousa da, S. R., Montenegro, S. T. C. and De Souza, E. L. 2012. Efficacy of the application of a coating composed of chitosan and *Origanum vulgare* L. essential oil to control *Rhizopus stolonifer* and *Aspergillus niger* in grapes (*Vitis labrusca* L.). *Food Microbiology*, 32: 345-353.
- FAO, 2011. Global Food Losses and Food Waste. Extent, Causes and Prevention. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Available at: <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf>.
- Ferrario-Mery, S., Masclaux, C., Aszuki, M. H., Valadier, B., Hirel, K. and Foyer, C. H. 2001. Glutamine and alpha ketoglutarate are meto. *Planta*, 213: 265-271.
- Gao, P., Zhu, Z. and Zhang, P. 2013. Effects of chitosan–glucose complex coating on postharvest quality and shelf life of table grapes. *Carbohydr. Polymer*, 95: 371-378.
- Hernandez-Munoz, P., Almenar, E., Ocio, M. J. and Gavara, R. 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria × ananassa*). *Postharvest Biology and Technology*, 39: 247-253.
- Hong, K., Xie, J., Zhang, L., Sun, D. and Gong, D. 2012. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 144: 172-178.
- Jiang, Y. and Li, Y. 2001. Effects of chitosan on postharvest life and quality of longan fruit. *Food Chemistry*, 73: 139-143.
- Jiang, Y., Li, J. and Jiang, W. 2005. Effect of chitosan coating on shelf life of cold-stored litchi fruit at ambient temperature. *LWT-Food Science and Technology*, 38: 757-761.
- Jobing, J., 2007. Essential oils: Anew idea for postharvest disease control. Sydney postharvest Laboratory information Sheet.

- Liu, J., Tian, S., Meng, X. and Xu, Y. 2006. Effect of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 44: 300-306.
- Liu, K., Yuan, C., Chen, Y., Li, H. and Liu, J. 2014. Combined effects of ascorbic acid and chitosan on the quality maintenance and shelf life of plums. *Scientia Horticulturae*, 176: 45-53.
- Martinez-Romero, D., Guillen, F., Valverde, J. M., Bailen, G., Zapata, P., Serrano, M., Castillo, S. and Valero, D. 2007. Influence of carvacrol on survival of *Botrytis cinerea* inoculated in table grapes. *International Journal of Food Microbiology*, 115: 144-148.
- Martinez-Romero, D., Castillo, S., Valverde, J. M., Guillen, F., Valero, V. and Serrano, M. 2005. The use of natural aromatic essential oils help to maintain post-harvest quality of 'Crimson' table grapes. ISHS Acta Horticulture G82: V Int. post harvest symposium.
- Martínez-Romero, D., Guillén, F., Valverde, J. M., Bailén, G., Zapata, P., Serrano, M., Meng, X., Li, B., Liu, J. and Tian, S. 2008. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. *Food Chemistry*, 106: 501-508.
- Meng, X., Li, B., Liu, J. and Tian, S. 2007. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. *Food Chemistry*, 101: 501-508.
- Outtara, B., Simard, R. E., Piette, G., Begin, A. and Holley, R. A. 2000. Diffusion of acetic and propionic acids from chitosan-based antimicrobial packaging films. *Journal of Food Science*, 65: 768-773.
- Pedreschi, R. and Lurie, S. 2015. Advances and current challenges in understanding postharvest abiotic stresses in perishables. *Postharvest Biology and Technology*, 107: 77-89.
- Rinaudo, M. 2006. Chitin and chitosan: properties and applications. *Progress in Polymer Science*, 31: 603-632.
- Rojas-Grau, M. A., Raybaudi-Massilia, R. M., Soliva-Fortuny, R. C., Avena-Bustillos, R. J., McHugh, T. H. and Martín-Belloso, O. 2007. Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, 45: 254-264.
- Romanazzi, G., Lichter, A., Gabler, F. M. and Smilanick, J. L. 2012. Recent advances on the use of natural and safe alternatives to conventional methods to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 63: 141-147.
- Rubilar, J. F., Rui M. S., Cruz, R. M. S., Silva, H. D., Vicente, A. A., Khmelinskii, I. and Vieira, M. C. 2013. Physico-mechanical properties of chitosan films with carvacrol and grape seed extract, *Journal of Food Engineering*, 115: 466-474.
- Sellamuthu, P. S., Sivakumar, D., Soundy, P. and Korsten, L. 2013. Enhancing the defense related and antioxidant enzymes activities in avocado cultivars with essential oil vapors. *Postharvest Biology and Technology*, 81: 66-72.
- Shiri, A., Bakhshi, D., Ghasemnezhad, M., Dadi, M., Papachatzis, A. and Kalorizou, H. 2013. Chitosan coating improved the shelf life and postharvest quality of table grape (*Vitis vinifera*) cultivar 'Shahrudi'. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37: 148-156.
- Thumula, P. 2006. Studies on Storage Behaviour of Tomatoes Coated with Chitosan-Lysozyme Films. M.Sc. thesis. Department of Bioresource Engineering Faculty of Agricultural and Environmental Sciences. McGill University Montreal, Quebec, Canada, 128 pp.
- Valero, D., valverde, J. M., Romero, D. M., Guillen, F., Castillo, S. and Serrano, M. 2006. The combination of modified atmosphere packaging with eugenol or thymol maintain quality, safety and functional properties of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 41: 317-327.
- Velickova, E., Winkelhausen, E., Kuzmanova, S., Alves, V. D. and Moldao-Martins, M. 2013. Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv. Camarosa) under commercial storage conditions. *LWT - Food Science and Technology*, 52 (2): 80-92.
- Xu, W. T., Huang, K. L., Guo, F., Qu, W., Yang, J. J., Liang, Z. H. and Luo, Y. B. 2007. Postharvest grapefruit seed extract and chitosan treatments of table grapes to control *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biology and Technology*, 46: 86-94.
- Youwei, Y. and Yinzhe, R. 2013. Effect of chitosan coating on preserving character of post-harvest fruit and vegetable: A Review. *Journal of Food Process Technology*, 4: 8. doi:10.4172/2157-7110.1000254.
- Zhang, Y., Zhang, M. and Yang, H. 2015. Postharvest chitosan-g-salicylic acid application alleviates chilling injury and preserves cucumber fruit quality during cold storage. *Food Chemistry*, 174: 558-563.

Effect of Chitosan Edible Coating and Thyme Essential oil on Postharvest Life of 'Shahroudi' Table Grape

Dehestani- Ardakani^{1*}, M. and Mostofi², Y.

Abstract

In this study, the effects of chitosan, Thymus essential oil and their combination on post harvest life and quality properties of grape ('Shahroudi' cultivar) were investigated. The study was conducted as a factorial experiment based on a completely randomized design with 3 replications. Grapes were treated by 0.5 and 1% (w/v) chitosan solution, 150 and 300 μ l/l Thymus essential oil their combination, and control fruits received no treatments. For combined solution, chitosan treatments were first prepared, and then thymus essential oil was added to them. Grapes were packaged in 200 g packs and stored at 0-2°C and 90% \pm 5 relative humidity for 90 days. Changes in weight loss, color, pH, total soluble solid (TSS), decay and sensory quality were measured each 10 days. Results showed that weight loss, pH, a*, decay, browning, shrivel and berry abscission increased during storage time. However TSS, firmness, L*, b*, color and flavor of berries decreased over the time. Chitosan and essential oil treatments significantly decreased weight loss, decay, color change, shrivel and berry abscission and increased flavor, color and quality of berries compared to control. According to the taste panelists, treated fruit by 1% chitosan + 150 μ l/l thymus essential oil had better colour and taste than the others. Generally, chitosan, essential oil and their combination could increase grape postharvest life and maintain their quality.

Keywords: Storage time, Colour, Browning, Berry abscission

1. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Yazd, Iran

2. Professor, Department of Soil Horticultural Sciences and Ladsaping, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

*: Corresponding author Email: mdehestani@ardakan.ac.ir