مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

تأثیر پوشش خوراکی پکتین نانو کیتوزان حاوی اسانس مریم گلی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و زمان ماندگاری انگور سیاه

فاطمه محدثی خراسانی[۱]، شیما یوسفی[۲*]، وریا ویسانی[۳]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی صنایع غذایی دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲-هیئت علمی گروه مهندسی صنایع غذایی دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۳- هیئت علمی گروه علوم زراعی و باغی دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱ /۰۵/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۲۵

کلمات کلیدی:

اسانس،

انگور سیاه،

پکتین،

کیتوزان،

مریم گلی.

DOI: 10.22034/FSCT.19.131.331

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.26.7

* مسئول مکاتبات:

shyousefi81@gmail.com

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از مواد طبیعی در کنار استفاده از تکنولوژی‌های نوین که علاوه بر افزایش عمرماندگاری باعث حفظ خواص کیفی و ارزش تغذیه‌ای محصولات شوند، اهمیت دو چندان پیدا کرده است. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. بر اساس نتایج به دست آمده افزایش مدت زمان نگهداری باعث کاهش رطوبت، pH، آنتوسیانین، فنل، رنگ‌سنجی و افزایش افت وزن و اسیدیته شد، بیشترین تأثیر در ۲۱ روز نگهداری مشاهده شد. کاربرد پوشش خوراکی پکتین-نانوکیتوزان حاوی اسانس مریم گلی باعث کاهش افت وزن و فعالیت آنتی‌اکسیدانی و افزایش آنتوسیانین، فنل و رنگ سنجی گردید. در ۷ روز پس از نگهداری کمترین افت وزن به مقدار ۲/۳ درصد و در ۱۴ و ۲۱ روز پس از نگهداری کمترین افت وزن به مقدار ٤/۲۵ و ٥/۸٦ درصد را تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان دارا بود. با توجه به نتایج به دست آمده کاربر پوشش خوراکی پکتین-نانوکیتوزان حاوی اسانس مریم گلی به خصوص تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان بیشترین تأثیر را در افزایش ماندگاری انگور سیاه داشت.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.26.7]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.331]

۱- مقدمه

محصولات باغی به دلیل داشتن طبیعت فسادپذیر، نفس، تبخیر و تعرق، رسیدن و سایر فعالیت‌های بیوشیمیایی منجر به از بین رفتن کیفیت آن‌ها می‌شود. انگور سیاه (*Vinifera vitis*) از خانواده Vitaceae بومی مناطق مدیترانه‌ای، اروپای مرکزی و جنوب غربی آسیا است. دانه و پوست انگور در طب سنتی و میوه آن بعنوان مکمل غذایی استفاده می‌شود. انگور سیاه حاوی ترکیبات فعالی چون فلاونوئیدها، پلی‌فنولها، آنتی‌سیانین، پروآنتوسیانیدین و پروسیانیدین‌ها می‌باشد [۱]. امروزه تقاضا برای میوه‌هایی باکیفیت مشابه تازه و ماندگاری بالادر حال افزایش است. طولانی نمودن عمر نگهداری میوه‌ها همیشه مسئله‌ساز بوده و از توجه ویژه‌ای برخوردار بوده است. دلایلی همچون فساد میکروبی بالا، تجزیه آنزیمی ترکیبات مغذی، از دست دادن رطوبت و تغییر رنگ باعث کاهش کیفیت میوه ها شده که کاهش بازارپسندی و صرفه اقتصادی را به دنبال خواهد داشت [۲]. از آنجاییکه میوه به گروه مواد غذایی فاسد شدنی تعلق دارد و بایستی در شرایط سرمایی نگهداری گردد، یکی از دغدغه‌های مهم صنعت مربوطه افزایش عمر نگهداری این محصولات می‌باشد. عمر نگهداری مناسب به منظور جلوگیری از تغییرات نامطلوب حسی، تغذیه‌ای، میکروبیولوژی و نیز از جنبه ایمنی از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد. از طرف دیگر تمایل مصرف کنندگان بر مصرف محصولات سالم‌تر که عاری از مواد نگهدارنده شیمیایی و میکروارگانیسم‌ها باشد باعث گردیده که صنعت مواد غذایی به دنبال راه حلی باشد [۳]. از جمله روش‌های موثر و جدید جهت حفظ کیفیت میوه‌ها و سبزی‌های تازه استفاده از نگهدارنده‌ها می‌باشد که موجب کاهش فساد، حفظ کیفیت وافزایش عمر ماندگاری می‌گردد [٤].

برخی از تازه‌ترین پیشرفت‌های حاصل شده در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی مرتبط با فناوری نانو است که علم مطالعه نانوذره‌ها است و تأثیر بزرگی بر مواد مورد استفاده در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی داشته است. با بهره‌گرفتن از ابداعاتی که در مقیاس نانو صورت می‌گیرد می‌توان به ایده‌های جدیدی در خواص فنی و قابلیت ممانعت‌کنندگی ظروف، ایده‌های جدید در تشخیص عوامل بیماری‌زا و راهکارهای جدید بسته‌بندی فعال و هوشمند دست یافت[۳]. پکتین پلی‌ساکاریدی محلول در آب است که به عنوان پوشش خوراکی نیز مورد استفاده قرارمی‌گیرد. باتوجه به ماهیت آبدوست بودن پکتین، کارایی کمی در مقابل از دست دادن رطوبت دارد، اما مانع مناسبی را به منظور جلوگیری از تبادلات گازی ایجاد می‌کند [۵]. پژوهشگران در آزمایشی اثر چهار نوع پوشش خوراکی پکتین، گلوتن، نشاسته و پروتئین سویا را روی سطح میوه توت‌فرنگی، به مدت ١٦ روز در دمای ۷ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد مقایسه نمودند.نتایج نشان داد که پوشش پکتین در طی ١٦ روز نسبت به بقیه پوشش‌ها مناسب‌تر بود [٦].

کیتوزان امروزه در صنایع پزشکی و دارویی به دلیل سازگاری زیستی بالا، زیست تخریب‌پذیری و غیرسمی بودن، به عنوان ماده حامل اهمیت زیادی پیدا کرده است [٤]. کیتوزان به دلیل وجود گروه‌های آمین آزاد در طول زنجیره پلیمر و حلالیت خوب در اسیدهای ضعیفی چون اسید استیک، جایگاه مناسبی را در بین پلی‌ساکاریدها به خود اختصاص داده است [٤]. نانو ذرات کیتوزان علاوه بر دارا بودن طیف وسیعی از فعالیت‌های بیولوژیکی از جمله خواص ضد باکتریایی، ضد قارچی، آنتی‌اکسیدانی، پتانسیل بالایی جهت درون پوشانی ترکیبات زیست فعال با ماهیت آبدوستی و آبگریزی دارند و به طور گسترده‌ای در مواد غذایی و دارویی کاربرد دارند [۷]. نتایج نشان داده است که استفاده از کیتوزان طی دوره ۷ روزه سبب کاهش۷۳ درصدی در رشد قارچ آسیب زننده با بافت میوه انگور قرمز و هندوانه می‌شود [۸]. نانو امولسیون کیتوزان به عنوان یک ترکیب ضد میکروبی عمل می‌کند و همچنین باعث حفظ کیفیت محصولات تازه می‌شود و پیش‌بینی شده است کاربرد آن باعث پیشرفت‌ها و تحولات زیادی در مواد غذایی می‌شود [۹]. استفاده از ترکیبات زیست فعال و آنتی اکسیدان‌های طبیعی مانند عصاره‌ها و اسانس‌های میوه‌ها و گیاهان مختلف می‌تواند منجر به القای خواص آن‌ها در پوشش‌های خوراکی شود. اسانس مریم گلی دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی است، از این‌رو در این راستا نظر مصرف انگور، استفاده از پوشش‌های خوراکی زیست تخریب‌پذیر به همراه اسانس‌های گیاهی امری ضروری به نظر می‌رسد، لذا اهداف این تحقیق شامل بررسی امکان افزایش زمان ماندگاری میوه انگور سیاه پوشش داده شده توسط نانوکیتوزان بارگذاری شده با اسانس گیاه دارویی مریم گلی و نیز تولید پوشش

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.26.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.331]

خوراکی مطلوب جهت افزایش عمر ماندگاری محصولات فاسد شونده برای تولید صنعتی آن در جامعه بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

کیتوزان (درجه انحلال ۸۵-۷۵ درصد و وزن ملکولی ۷۶۰ کیلودالتون)، پنتاسدیم تری فسفات، اسید استیک گالسیال، تری کلرو استیک اسید، مالون دی آلدهید و سدیم هیدروکسید از شرکت مرک تهیه شد [۱۰].

۲-۲- آماده سازی پوشش پکتین-نانوکیتوزان حاوی نانوامولسیون اسانس مریم گلی

کیتوزان و پودر پکتین با درجه استری بالا (۶ درصد وزنی/حجمی) با نسبت‌های مشخص ۰: ۱۰۰، ۷۰:۳۰، ۵۰:۵۰، ۷۰:۳۰:۵۰ و ۰:۱۰۰ درصد وزن/حجمی بر روی همزن مغناطیسی (۵۰۰ دور بر دقیقه) به مدت ۲۰دقیقه در دمای محیط مخلوط گردید. سپس مخلوط حاصل در اسید استیک ۱ درصد حجمی/حجمی به مدت یک شبانه‌روز بر روی همزن مغناطیسی در دمای محیط حل گردید. بعد از انحلال کامل، توئین ۸۰ در غلظت ۰/۱ درصد به عنوان عامل فعال سطحی به محلول اضافه و به مدت دو ساعت تا رسیدن به محلولی یکنواخت هم زده شد. محلول تری سدیم پلی فسفات (عامل ژل کننده) به میزان ۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر افزوده شد. در ادامه برای تولید محلول پوششی، نانوامولسیون اسانس مریم گلی به نسبت ۴۰ درصد به محلول پکتین-نانوکیتوزان با نسبت‌های مختلف اضافه گردید و در دمای اتاق به وسیله همزن مغناطیسی (۵۰۰ دور بر دقیقه) به مدت ۱۰ دقیقه مخلوط شد.

۲-۳- پوشش‌دهی

انگور سیاه از بازار تهیه و به آزمایشگاه مواد غذایی منتقل شد. بعد از شستشوی اولیه، نمونه‌ها در شرایط آزمایشگاه به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شدند تا آب اضافه خارج شده و جهت غوطه‌وری در محلول پوششی پکتین-نانوکیتوزان حاوی اسانس مریم گلی آماده شد. میوه‌های انگور ابتدا از نظر سلامت فیزیکی و عدم آسیب ظاهری یا عفونت‌های قارچی و یکنواختی در اندازه و شکل، غربال‌گری شد. میوه انگور سیاه سپس به مدت ۳ دقیقه به طور کامل در محلول پوششی غوطه‌ور و در حدود ۱ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی-گراد نگهداری شد تا پوشش روی سطح میوه به کمک جریان هوا، خشک شود. در نهایت، انگورهای پوشش داده شده در ظروف یکبار مصرف پلی پروپیلن قرار گرفته و در تاریکی در دمای ۱°C±۴ و رطوبت نسبی ۷۰ درصد نگهداری شدند.

۲-۴- رطوبت

رطوبت با استفاده از آون خلأ و مطابق روش استاندارد ملی شماره ۶۷۲ ایران اندازه گیری شد [۶].

۲-۵- افت وزن

وزن میوه‌های شاهد و تیمارشده قبل از انتقال به سردخانه و در روزهای نمونه‌برداری توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری و میزان کاهش وزن نمونه‌ها به صورت درصد کاهش وزن اولیه محاسبه شد [۱۱].

۲-۶- pH

برای اندازه‌گیری pH، ابتدا ۵ گرم از انگور به ۴۵ میلی‌لیتر اضافه شد و با استفاده ازدستگاه هموژن کننده اولتراکس عمل هموژنیزاسیون در ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ ثانیه و در نهایت با استفاده از دستگاه pHمتر دیجیتال اندازه‌گیری شد[۱۲].

۲-۷- اسیدیته

اندازه‌گیری اسیدیته به روش خنثی‌سازی آب میوه با استفاده از سود مترN ۰/۱ تا رسیدن به pH ۸/۱ با استفاده از pH انجامو میزان سود مصرفی در محاسبه مقدار اسید بر حسب درصد اسیدتارتاریک استفاده شد [۱۳].

۲-۸- فنل

محتوایفنلکلبهروشفولین-سیوکالتو اندازه‌گیری و با استفاده از منحنی استاندارد اسید گالیک، فنل کل به صورت میلی‌گرم اسید گالیک در یک کیلوگرم وزن تر محاسبه گردید [۱۴].

۲-۹- فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از روش اندازه‌گیری کاهش ظرفیت رادیکالی مورد به کمک ۲،۲-دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH)انجام شد و نتایج به صورت درصد خنثی کردن رادیکال آزاد ارزیابی گردیدبرای این منظور، ۰/۱ میلی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.26.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.331]

لیتر از عصاره میوه با ۹ میلی‌لیتر اتانول رقیق گردید. ۰/۱ میلی لیتر از عصاره رقیق شده برای آزمون مورد استفاده قرار گرفت. دو میلی لیتراز محلول اتانولی DPPH (با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار معادل با ۰/۳۹٤ میلی‌گرم) به ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره افزوده و مخلوط حاصله به شدت همزده شد. لوله‌های آزمایش به مدت ۳۰ دقیقه در محل تاریک قرار گرفتند. بعد از این مدت، میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر خوانده شد. لازم به ذکر است که در نمونه کنترل، عصاره با ۳ میلی‌لیتر متانول جایگزین شد. در نهایت درصد مهار رادیکالهای توسط عصاره با فرمول زیر محاسبه گردید:

درصد مهار رادیکال آزاد = (Ac-As)/Ac*100

که در این رابطه As و Ac به ترتیب جذب نمونه و جذب کنترل می‌باشد[۱۵].

۲-۱۰- آنتوسیانین

برای سنجش آنتوسیانین یک میلی‌لیتر نمونه را توسط بافر 0.2 NKCL/0.2NHCl با pH=1 به حجم ۲۵ میلی‌یتر رساندهشد. ۱۰ میلی‌لیتر دیگر از همان نمونه توسط بافر 1 NCH_3CO_2Na/1NHCl با pH=٤/۵ به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده، میزان جذب این دو نمونه در طول موج ۵۱۰ نانومتر قرائت شد. میزان آنتوسیانین توسط رابطه ۱ محاسبه شد:

$$C_{mg/l} = (Abs_{pH=1} - Abs_{pH=4.5}) 484.82 \cdot 1000/24825 \cdot DF$$

در این رابطه ٤۸٤/۸۲ جرم مولکولی سیانیدین -۳- گلوکوزید، ۲٤۸۲۵ جذب مولی سیانیدین-۳- گلوکوزید در pH=۱ و DFفاکتور رقیق‌سازی بود[۱٦].

۲-۱۱- رنگ‌سنجی

اندازه‌گیری رنگ پوست نمونه‌های مورد بررسی با استفاده از رنگ سنج انجام شد و فاکتورهای L* (روشنایی)، a* (قرمزی/سبزی)، b* (زرد/آبی) اندازه‌گیری گشت. تغییرات رنگ نمونه‌ها با استفاده از رابطه ۲ زیر محاسبه شد.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta a2 + \Delta b2 + \Delta l2}$$

۲-۱۲- تجزیه و تحلیلی آماری

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل پوشش‌های خوراکی در سطوح شاهد، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر کیتوزان، ۳۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۷۰ میلی‌گرم در لیتر کیتوزان، ۵۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۵۰ میلی‌گرم در لیتر کیتوزان،۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر کیتوزان و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین و زمان نگهداری در سطوح ۱، ۷، ۱٤ و ۲۱ روز بود. پس از پایان آزمایشات، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.3 و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- رطوبت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر رطوبت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، اثر متقابل پوشش خوراکی با زمان نگهداری بر رطوبت معنی‌دار نبود (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین رطوبت تحت تأثیر پوشش خوراکی پکتین-نانو کیتوزان حاوی اسانس مریم گلی، بیشترین رطوبت از تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان به میزان ۷۱/۸٤ درصد به دست آمد. کمترین رطوبت به مقدار ٦۹/۹۵ درصد از تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان، ٦۹/۹۸ درصد از تیمار عدم مصرف پکتین با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان، ۷۰/۵ درصد از تیمار شاهد و ۷۱/۰۱ درصد از تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین در عدم حضور نانو کیتوزان حاصل شد (جدول ۲). با افزایش مدت نگهداری درصد رطوبت کاهش پیدا کرد، بیشترین رطوبت به مقدار ۷۵/۳٦ درصد یک روز پس از نگهداری و کمترین رطوبت به مقدار ٦٦/۳۹ درصد ۲۱ روز پس از نگهداری مشاهده شد (جدول ۳). رطوبت، یکی از عامل‌های مهم در حفظ کیفیت میوه طی دوره نگهداری است. سرعت انتقال رطوبت بین غذا و اتمسفر اطراف آن با پوشاندن کامل ماده غذایی با فیلم یا پوشش خوراکی کاهش می‌یابد [۱۷]. به طورکلی، اثر مثبت پوشش‌های خوراکی بر اساس خواص هیگروسکوپی است، که به عنوان سدی بین میوه و محیط اطراف قرار دارد، بنابراین تبادلات خارجی را کاهش می‌دهد [۱۸].

۳-۲- افت وزن

نتایج تجزیه واریانس مشخص کرد که اثر پوشش خوراکی، زمان نگهداری و اثر متقابل پوشش خوراکی با زمان نگهداری در سطح احتمال یک درصد بر افت وزن تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۱). بیشترین افت وزن از شاهد به میزان ٦/۸۵ درصد و کمترین افت وزن به مقدار ۳/۱ درصد از تیمار ۷۰ میلی‌گرم در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.26.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.331]

لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان حاصل گردید (جدول ۲). با افزایش زمان نگهداری افت وزن افزایش پیدا کرد، کمترین افت وزن به میزان صفر درصد مربوط به روز نخست بود، بالاترین افت وزن به مقدار ۸/۹۷ درصد مربوط به زمان نگهداری ۲۱ روز بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین افت وزن تحت تأثیر پوشش خوراکی پکتین-نانو کیتوزان حاوی اسانس مریم گلی در زمان‌های مختلف نگهداری نشان داد که در تیمارهای مختلف پوشش خوراکی با افزایش مدت نگهداری افت وزن بیشتری رخ داده است. بیشترین افت وزن را تیمار شاهد با نگهداری به مدت ۲۱ روز به میزان ۱۳/۵۱ درصد را به خود اختصاص داد. در ۷ روز پس از نگهداری کمترین افت وزن به مقدار ۲/۳ درصد مربوط به تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان بود. در ١٤ و ۲۱ روز پس از نگهداری کمترین افت وزن به مقدار ٤/۲۵ و ۵/۸٦ درصد را تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان دارا بود (نمودار جدول ٤). افتوزن یکی از مهم‌ترین مشکلات در دوره نگهداری پس از برداشت می‌باشد. افت رطوبت، علاوه بر چروکیدگی و تغییر خصوصیات ظاهری می‌تواند روی سایر خصوصیات کیفی شیمیایی میوه نیز تأثیرگذار باشد [۱۹]. افزایش شدت تنفس باعث تسریع فرآیندهای رسیدگی و پیری شده و به سبب آن مصرف موادغذایی میوها افزایش پیدامی‌کند و این باعث کاهش وزن میوه‌ها طی نگهداری می‌شود [۲۰]. پوشش نانو کیتوزان با مسدود نمودن منافذ موجود در میوه باعث کاهش افت وزن و کنترل سرعت تنفس می‌شود [۲۱].

pH -۳-۳

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن بود که اثر پوشش خوراکی، زمان نگهداری و اثر متقابل پوشش خوراکی با زمان نگهداری در سطح احتمال یک درصد بر pH معنی‌دار بود (جدول ۱). کمترین pH از تیمار صفر میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۱۰۰ میلی-گرم در لیتر نانو کیتوزابه میزان ٤/٤۸ و بیشترین pH به مقدار ٤/۵۵ از تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان حاصل شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین pH تحت تأثیر زمان نگهدای نشان داد که با افزایش زمان نگهداری pH کاهش پیدا کرد، بیشترین pH به میزان ٤/۵٦ مربوط به روز نخست بود، حداقل pH به مقدار ٤/۵ مربوط به زمان نگهداری ۲۱ روز بود (جدول ۳). در تیمارهای مختلف پوشش خوراکی با افزایش مدت نگهداری pH کاهش پیدا کرد. بیشترین pH را تیمار شاهد با نگهداری به مدت ۱ روز به میزان ٤/٦۲ درصد را دارا بود. در ۷ روز پس از نگهداری بیشترین pH به مقدار ٤/۵٦ مربوط به تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان و همچنین شاهد بود. در ١٤ روز پس از نگهداری بیشترین pH به مقدار ٤/٤۷ راتیمار صفر میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان داشت. ۲۱ روز پس از نگهداری بیشترین pH به مقدار ٤/٤٦ راتیمار صفر میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۱۰۰ میلی-گرم در لیتر نانو کیتوزان و همچنین شاهد داشت (جدول ٤). کاهش pH در نمونه‌ها درطی دوره نگهداری می‌تواند به دلیل افزایش شدت تنفس، فعالیت میکروبی و افزایش اسیدیته در نمونه‌ها باشد [۲۲]. پوشش‌ها تغییرات pH را کند کرده و به طور مؤثری رسیدن و زوال آن‌ها را به تعویق می‌اندازند. پوشش نیمه نفوذپذیر کیتوزان اتمسفر درونی را تغییر داده و میزان اکسیژن و دی اکسید کربن اطراف میوه را تغییر می‌دهد، بنابراین رسیدن میوه را به تعویق می‌اندازد [۹].

۳-٤- اسیدیته

نتایج تجزیه واریانس مشخص کرد که اثر پوشش خوراکی، زمان نگهداری و اثر متقابل پوشش خوراکی با زمان نگهداری در سطح احتمال یک درصد بر اسیدیته تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اسیدیته تحت تأثیر پوشش خوراکی پکتین-نانو کیتوزان حاوی اسانس مریم گلی، بالاترین اسیدیته از شاهد به میزان ۰/۵٦۹ درصد، از تیمار صفر میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان به میزان ۰/۵٦۸ و از تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با صفر میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان به میزان ۰/۵۷ درصد و کمترین اسیدیته به مقدار ۰/۵۳۹ درصد از تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان به دست آمد (جدول ۲). با افزایش زمان نگهداری اسیدیته افزایش یافت، کمترین اسیدیته به میزان ۰/۵۲۸ درصد مربوط به روز نخست بود، بالاترین اسیدیته به مقدار ۰/۵۸۸ درصد مربوط به زمان نگهداری ۲۱ روز بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اسیدیته تحت تأثیر پوشش خوراکی پکتین-نانو کیتوزان حاوی اسانس مریم گلی در زمان‌های مختلف نگهداری مشخص کرد که در تیمارهای مختلف پوشش خوراکی با افزایش مدت نگهداری اسیدیته افزایش پیدا کرد. کمترین اسیدیته را تیمار شاهد با نگهداری به مدت ۱ روز به میزان ۰/٤۹۸ درصد را به خود اختصاص داد. بیشترین اسیدیته به مقدار ۰/٦۲۲ درصد از

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.26.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.331]

تیمار شاهد با نگهداری به مدت ۲۱ روز حاصل گردید. در ۷ روز پس از نگهداری کمترین اسیدیته به مقدار ۰/۵۳٤ درصد مربوط به تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان بود. در ١٤ و ۲۱ روز پس از نگهداری کمترین اسیدیته به مقدار ۰/۵٤۳ و ۰/۵۵۲ درصد را تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان به خود اختصاص داد (جدول ٤). معمولا اسیدهای آلیه هنگام رسیدن میوه در اثر تنفس و یا تبدیل به قندها کاهش میابند و کاهش آنها رابطه مستقیم با فعالیتهای متابولیکی دارد. افزایش و حفظ رطوبت سبب کاهش اختلاف بخار آب بین محصول و بسته بندی شده در نتیجه سبب کاهش تنفس و به دنبال آن سبب کاهش تجزیه قند به اسید و جلوگیری از کاهش pH می‌شود [۲۳]. به خوبیاثبات شده است که پوشش‌ها در کاهش فرایند تنفس درطی نگهداری محصولات باغی نقش دارند. فرایند تنفس نیز در مصرف اسیدهای آلی و کاهش اسیدیته نقش دارد [٢٤]. در هنگام رسیدن و افزایش فعالیت‌های سوخت و ساز، اسیدهای آلی میوه کاهش پیدا می‌کنند. پوشش‌های خوراکی با تغییر اتمسفر درونی و کاهش سرعت تنفس میوه باعث حفظ بهتر اسیدهای آلی می‌شوند[۲۵].

۳-۵- آنتوسیانین

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر پوشش خوراکی، زمان نگهداری در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل پوشش خوراکی با زمان نگهداری در سطح احتمال پنج درصد بر آنتوسیانین معنی‌دار شد (جدول ۱). با کاربرد تیمارهای مختلف پوشش خوراکی آنتوسیانین نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. کمترین آنتوسیانین به مقدار ۱/۳۹ میکروگرم در میلی‌لیتر در تیمار شاهد و بیشترین آنتوسیانین به مقدار ١/٦٩ میکروگرم در میلی‌لیتر در تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان مشاهده شد (جدول ۲). با افزایش زمان نگهداری آنتوسیانین کاهش یافت، بیشترین آنتوسیانین به میزان ۱/۸۲ میکروگرم در میلی‌لیتر مربوط به روز نخست و کمترین آنتوسیانین به مقدار ۱/۲۹ میکروگرم در میلی‌لیتر مربوط به زمان نگهداری ۲۱ روز بود (جدول ۳). در تیمارهای مختلف پوشش خوراکی با افزایش مدت نگهداری آنتوسیانین کاهش پیدا کرد. بیشترین آنتوسیانین را تیمار ۳۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۷۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان با نگهداری به مدت ۱ روز به میزان ۱/۸۹ میکروگرم در میلی‌لیتر نشان داد. در ۷ روز پس از نگهداری بیشترین آنتوسیانین به مقدار ۱/۸۲ میکروگرم در میلی‌لیتر مربوط به تیمار ۳۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۷۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان بود. در ١٤ و ۲۱ روز پس از نگهداری بیشترین آنتوسیانین به مقدار ١/٦٩ و ١/٤٦ میکروگرم در میلی‌لیتر راتیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان داشت (جدول ٤). در زمان رسیدن میوه میزان آنتوسیانین افزایش می‌یابد، اما به تدریج بعد از برداشت به دلیل تسریع فرآیندهای تخریبی و پیری میزان انتوسیانین روند کاهشی پیدا می‌کند [٢٤]. کاهش آنتوسیانین در میوه‌های شاهد می‌تواند به دلیل وقوع پوسیدگی در میوه‌ها و از بین رفتن آنتوسیانین در فرآیندهای شیمیایی مرتبط با فعالیت پاتوژن‌ها باشد [٢٦]. بر اساس نتایج، با گذشت زمان به دلیل پیشروی فرآیند پیری در میوه‌ها مقدار انتوسیانین کاهش یافت، اما این روند در میوه‌های پوشش یافته با پکتین-نانو کیتوزان غنی شده با اسانس مریم گلی با سرعت کمتری رخ داد. به نظر می‌رسد بین رسیدن میوه و افزایش آنتوسیانین نوعی ارتباط وجود دارد که پوشش غنی شده تا حدودی آن را به تأخیر انداخت.

۳-٦- فعالیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج تجزیه واریانس مشخص کرد که اثر پوشش خوراکی، زمان نگهداری و اثر متقابل پوشش خوراکی با زمان نگهداری در سطح احتمال یک درصد بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۱). کاربرد پوشش خوراکی با کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی همراه بود. بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار شاهد به میزان ۳/۲۳ میلی‌گرم در میلی‌لیتر و کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی به مقدار ۲/۹ میلی‌گرم در میلی‌لیتر از تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان به دست آمد (جدول ۲). با افزایش زمان نگهداری فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش پیدا کرد، کمترین فعالیت آنتی-اکسیدانی به میزان ٢/٤٤ میلی‌گرم در میلی‌لیتر مربوط به روز نخست بود، بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی به مقدار ۳/۸۳ میلی‌گرم در میلی‌لیتر نگهداری به مدت ۲۱ روز مشاهده شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین فعالیت آنتی‌اکسیدانی تحت تأثیر پوشش خوراکی پکتین-نانو کیتوزان حاوی اسانس مریم گلی در زمان‌های مختلف نگهداری نشان داد که در تیمارهای مختلف پوشش خوراکی با افزایش مدت نگهداری فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش یافت. بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.26.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.331]

تیمار شاهد با نگهداری به مدت ۲۱ روز به میزان ٤/١٤ میلی‌گرم در میلی‌لیتر نشان داد. کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را تیمارهای مختلف پوشش گیاهی در روزهای مختلف نگهداری دارا بودند (جدول ٤). سیستم آنتی‌اکسیدانی به وسیله سمیت‌زدایی گونه‌های فعال اکسیژن، میوه‌ها را از ناهنجاری‌ها محافظت کرده و باعث افزایش کیفیت تغذیه‌ای و ظاهری میوه‌ها می‌شود. کیتوزان باعث فعال کردن سیستم‌های مقاومت در سلول‌های گیاهی و نیز اثرات قارچ‌کشی، کاهش تولید و اثر اتیلن، کاهش تولید آنزیم‌های تخریب کننده و افزایش تولید و پتانسیل آنتی‌اکسیدانی می‌شوند [۲۳]. استفاده از پوشش‌های کیتوزان تهیه شده برپایه فناوری نانو می‌توانند به طور قابل توجهی فعالیت سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی میوه را افزایش و باعث کاهش فساد میکروبی شود [۲۷].

۳-۷- فنل

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر پوشش خوراکی، زمان نگهداری و اثر متقابل پوشش خوراکی با زمان نگهداری در سطح احتمال یک درصد بر فنل معنی‌دار بود (جدول ۱). با کاربرد پوشش خوراکی فنل نسبت به شاهد افزایش یافت، پایین‌ترین فنل در تیمار شاهد به میزان ١٦/١٧ میلی‌گرم در لیتر و بالاترین فنل به مقدار ١٩/٦٣ میلی‌گرم در لیتر در تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان مشاهده گردید (جدول ۲). با افزایش زمان نگهداری فنل کاهش پیدا کرد، بالاترین فنل به میزان ٢٤/٠٧ میلی‌گرم در لیتر مربوط به روز نخست و پایین‌ترین فنل به مقدار ۱۳/۰۱ میلی-گرم در لیتر مربوط به زمان نگهداری ۲۱ روز بود (جدول ۳). در تیمارهای مختلف پوشش خوراکی با افزایش مدت نگهداری فنل کاهش یافت. کمترین فنل را تیمار شاهد با نگهداری به مدت ۲۱ روز به میزان ۱۰/۳۲ میلی‌گرم در لیتر را به خود اختصاص داد. بیشترین فنل در تیمارهای مختلف پوشش خوراکی در روز نخست به دست آمد (جدول ٤). پوشش کیتوزان با کاهش مقدار اکسیژن، فرایندهای فیزیولوژیکی را کند و دسترسی آنزیم‌های پلی‌فنلاکسیداز و پراکسیداز را به اکسیژن محدود کرده و از کاهش فنل‌ها در طول دوره نگهداری جلوگیری می‌کند [۲۸].

Table 1 The results of analysis of variance of the effect of pectin-nano chitosan edible coating containing Commin sageessential oil on the physicochemical properties and shelf life of black grapes

S.O.V	df	Moisture	Weight loss	pH	Acidity	Anthocyanin	Antioxidant activity	Phenol	ΔL	Δa	Δb
Edible coatin (a)	5	7.52**	20**	0.01**	0.002**	0.16**	0.16**	18.97**	16.91**	20.31**	26.41**
Storage time (b)	3	266.47**	269.44**	0.01**	0.01**	0.95**	6.33**	421.46**	18.66**	46.01**	16.45*
a*b	15	3.8^{ns}	3.94**	0.002**	0.001**	0.02*	0.03**	1.59**	0.13^{ns}	0.33^{ns}	0.08^{ns}
Error	48	2.11	1.04	0.00004	0.00004	0.01	0.002	0.07	1.02	1.49	6.28
CV%		2.05	22.19	0.14	1.13	6.3	1.46	1.47	5.72	3.46	8.07

ns * and **: Non significant, Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

Table 2 Comparing the averages of the effect of pectin-nano chitosan food coating containing Commin sage essential oil on the physicochemical properties of black grapes

Edible coatin (mg/Lit)	Moisture (%)	Weight loss (%)	pH	Acidity (%)	Anthocyanin (µg/mL)	Antioxidant activity (mg/mL)	Phenol (mg/Lit)	ΔL	Δa	Δb
Control	70.5^{bc}	6.85^{a}	4.54^{b}	0.569^{a}	1.39^{d}	3.23^{a}	16.17^{e}	15.71^{d}	33.27^{c}	29.46^{c}
0 pectin+100 Chitosan	69.98^{c}	4.32^{bc}	4.48^{d}	0.568^{a}	1.57^{bc}	3.09^{b}	17.37^{d}	18.4^{ab}	34.66^{b}	33.48^{a}
30 pectin+70 Chitosan	71.52^{ab}	4.34^{bc}	4.51^{c}	0.555^{b}	1.69^{a}	3.05^{c}	18.31^{c}	17.74^{b}	36.59^{a}	30.16^{bc}
50 pectin+50 Chitosan	69.95^{c}	3.84^{cd}	4.53^{b}	0.552^{b}	1.64^{ab}	2.96^{d}	19.05^{b}	18.76^{a}	36.61^{a}	30.15^{bc}
70 pectin+30 Chitosan	71.84^{a}	3.1^{d}	4.55^{a}	0.539^{c}	1.69^{a}	2.9^{e}	19.63^{a}	18.51^{ab}	35.76^{a}	31.09^{bc}
100 pectin+0 Chitosan	71.01^{abc}	5.13^{b}	4.54^{b}	0.57^{a}	1.54^{c}	3.1^{b}	17.44^{d}	16.8^{c}	34.7^{b}	32.03^{ab}

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on Duncan test.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.26.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.331]

Table 3 Comparison of the averages of the effect of storage time on the physicochemical characteristics of black grapes

Storage time (day)	Moisture (%)	Weight loss (%)	pH	Acidity (%)	Anthocyanin (µg/mL)	Antioxidant activity (mg/mL)	Phenol (mg/Lit)	ΔL	Δa	Δb
1	0^{d}	75.36^{a}	4.56^{a}	0.528^{d}	1.82^{a}	2.44^{d}	24.07^{a}	18.98^{a}	37.15^{a}	32.33^{a}
7	3.19^{c}	72.17^{b}	4.53^{b}	0.549^{c}	1.7^{b}	2.81^{c}	19.44^{b}	17.82^{b}	35.74^{b}	31.17^{ab}
14	6.22^{b}	69.28^{c}	4.51^{c}	0.572^{b}	1.54^{c}	3.15^{b}	15.45^{c}	17.21^{bc}	34.82^{c}	30.69^{ab}
21	8.97^{a}	66.39^{d}	4.5^{d}	0.588^{a}	1.29^{d}	3.83^{a}	13.01^{d}	16.6^{c}	33.34^{d}	30.06^{b}

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on Duncan test.

Table 4 The effect of pectin-nano-chitosan edible coating containing Commin sage essential oil on the physicochemical properties and shelf life of black grapes

Edible coatin (mg/Lit)	Storage time (day)	Weight loss (%)	pH	Acidity (%)	Anthocyanin (µg/mL)	Antioxidant activity (mg/mL)	Phenol (mg/Lit)
Control	1	0^{l}	4.62^{a}	0.498^{l}	1.75^{a-d}	2.44^{m}	23.57^{b}
Control	7	4.88^{ef}	4.56^{cd}	0.561^{cd}	1.54^{efg}	2.9^{jk}	17.48^{g}
Control	14	9.03^{bc}	4.51^{ij}	0.595^{b}	1.29^{hi}	3.44^{f}	13.31^{k}
Control	21	13.51^{a}	4.46^{lm}	0.622^{a}	0.98^{j}	4.14^{a}	10.32^{m}
0 pectin+100 Chitosan	1	0^{i}	4.51^{hij}	0.552^{de}	1.8^{abc}	2.43^{m}	24.03^{a}
0 pectin+100 Chitosan	7	2.79^{gh}	4.49^{k}	0.555^{d}	1.69^{b-e}	2.84^{k}	18.51^{f}
0 pectin+100 Chitosan	14	5.63^{de}	4.47^{l}	0.571^{c}	1.52^{efg}	3.19^{g}	14.84^{j}
0 pectin+100 Chitosan	21	8.85^{bc}	4.46^{m}	0.595^{b}	1.28^{hi}	3.91^{b}	12.1^{l}
30 pectin+70 Chitosan	1	0^{i}	4.52^{gh}	0.54^{fg}	1.89^{a}	2.43^{m}	24.32^{a}
30 pectin+70 Chitosan	7	3.14^{fgh}	4.5^{j}	0.549^{def}	1.82^{abc}	2.85^{k}	19.9^{e}
30 pectin+70 Chitosan	14	5.76^{de}	4.51^{ij}	0.561^{cd}	1.65^{cde}	3.11^{h}	15.71^{i}
30 pectin+70 Chitosan	21	8.44^{bc}	4.49^{k}	0.571^{c}	1.38^{gh}	3.8^{c}	13.29^{k}
50 pectin+50 Chitosan	1	0^{i}	4.54^{e}	0.534^{gh}	1.8^{abc}	2.42^{m}	24.16^{a}
50 pectin+50 Chitosan	7	2.85^{gh}	4.54^{e}	0.543^{efg}	1.72^{a-d}	2.73^{l}	20.77^{d}
50 pectin+50 Chitosan	14	5.25^{e}	4.53^{fg}	0.561^{cd}	1.61^{def}	3.02^{i}	16.59^{h}
50 pectin+50 Chitosan	21	7.25^{cd}	4.52^{hi}	0.571^{c}	1.44^{fgh}	3.68^{d}	14.68^{j}
70 pectin+30 Chitosan	1	0^{i}	4.56^{c}	0.525^{hi}	1.83^{ab}	2.45^{m}	24.24^{a}
70 pectin+30 Chitosan	7	2.3^{h}	4.56^{c}	0.534^{gh}	1.77^{a-d}	2.67^{l}	21.37^{c}
70 pectin+30 Chitosan	14	4.25^{efg}	4.55^{de}	0.543^{efg}	1.69^{b-e}	2.95^{j}	17.5^{g}
70 pectin+30 Chitosan	21	5.86^{de}	4.54^{ef}	0.552^{de}	1.46^{fg}	3.53^{e}	15.39^{i}
100 pectin+0 Chitosan	1	0^{i}	4.58^{b}	0.516^{i}	1.85^{ab}	2.46^{m}	24.09^{a}
100 pectin+0 Chitosan	7	3.19^{fgh}	4.54^{e}	0.549^{def}	1.68^{b-e}	2.84^{k}	18.61^{f}
100 pectin+0 Chitosan	14	7.41^{cd}	4.52^{hi}	0.598^{b}	1.46^{fg}	3.19^{g}	14.78^{j}
100 pectin+0 Chitosan	21	9.93^{b}	4.5^{j}	0.616^{a}	1.17^{i}	3.92^{b}	12.3^{l}

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on Duncan test.

۳-۸- رنگ‌سنجی

ΔL -۱-۸-۳

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری در سطح احتمال یک درصد بر ΔL معنی‌دار بود، اثر متقابل پوشش خوراکی با زمان نگهداری بر ΔL معنی‌دار نشد (جدول ۱). کاربرد پوشش خوراکی باعث افزایش معنی‌دار ΔL نسبت به شاهد شد، کمترین ΔL در تیمار شاهد به میزان ۱۵/۷۱ و بیشترین ΔL به میزان ۱۸/۷۶ از تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان به دست آمد (جدول ۲). با افزایش زمان نگهداری ΔL کاهش پیدا کرد، بیشترین ΔL به میزان ۱۸/۹۸ در روز نخست و کمترین ΔL به میزان ۱۶/۶ در نگهداری به مدت ۲۱ روز حاصل شد (جدول ۳).

Δa -۲-۸-۳

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری در سطح احتمال یک درصد بر Δa معنی‌دار بود، اثر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.26.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.331]

متقابل پوشش خوراکی با زمان نگهداری بر Δa معنی‌دار نشد (جدول ۱). کاربرد پوشش خوراکی باعث افزایش معنی‌دار Δa نسبت به شاهد شد، کمترین Δa در تیمار شاهد به میزان ۳۳/۲۷ و بیشترین Δa به میزان ۳۶/۵۹، ۳۶/۶۱ و ۳۵/۷۶ به ترتیب در تیمارهای ۳۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۷۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان، ۵۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان و ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی-گرم در لیتر نانو کیتوزان به دست آمد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین Δa تحت تأثیر زمان نگهدای بیانگر آن بود که با افزایش زمان نگهداری Δa کاهش پیدا کرد، بیشترین Δa به میزان ۳۷/۱۵ در روز نخست و کمترین Δa به میزان ۳۳/۳۴ در نگهداری به مدت ۲۱ روز حاصل شد (جدول ۳).

Δb -۳-۸-۳

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر پوشش خوراکی در سطح احتمال یک درصد و زمان نگهداری در سطح احتمال پنج درصد بر Δb معنی‌دار بود، اثر متقابل پوشش خوراکی با زمان نگهداری بر Δb معنی‌دار نشد (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین Δb تحت تأثیر پوشش خوراکی پکتین-نانو کیتوزان حاوی اسانس مریم گلی کاربرد پوشش خوراکی افزایش Δb نسبت به شاهد را به همراه داشت، کمترین Δb در تیمار شاهد به میزان ۲۹/۴۶ و بیشترین Δb به میزان ۳۳/۴۸ در تیمار صفر میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانو کیتوزان به دست آمد (جدول ۲). با افزایش زمان نگهداری Δb کاهش پیدا کرد، بیشترین Δb به میزان ۳۲/۳۳ در روز نخست و کمترین Δb به میزان ۳۰/۰۶ در نگهداری به مدت ۲۱ روز حاصل شد (جدول ۳). پس از برداشت، تغییرات اندکی در رنگ میوه‌ها اتفاق می‌افتد، در انبارمانی طولانی ممکن است حبه‌ها قهوه‌ای شوند. همچنین قهوه‌ای شدن ممکن است در پاسخ به برس‌زنی اتفاق بیفتد. دم خوشه‌ها نیز نسبت به قهوه‌ای شدن بسیار حساس هستند، که این ممکن است منجر به کاهش شدید کیفیت دم خوشه‌ها گردد. قهوه‌ای شدن حبه‌ها و دم خوشه‌ها به آب از دست‌دهی آن‌ها بستگی دارد [۲۹]. گزارش شده است که کاربرد نانو کیتوزان باعث افزایش درخشندگی در میوه می‌شود [۳۰]. افزایش a* ممکن است به دلیل افزایش سرعت تنفس و تحریک فعالیت‌های آنزیمی، شامل واکنش‌های قهوه‌ای شدن و سایر واکنش‌ها که مسئول کاهش کیفیت میوه هستند، باشد [۳۱].

٤- نتیجه‌گیری

میوه انگور حاوی بعضی ریزمغذی‌های ضروری و مقادیر زیادی مواد زیست فعال فنولی و آنتوسیانین‌ها بوده و در جلوگیری از تنش اکسایشی، سرطان و بیماری‌های قلبی نقش دارد. پوسیدگی قارچی و کاهش کیفیت از مهم‌ترین عوامل محدود کننده عمر ماندگاری میوه انگور هستند. استفاده از پوشش‌های بیوپلیمری به عنوان نگهدارنده‌های طبیعی و مشتری پسند برای کنترل پوسیدگی و حفظ کیفیت میوه‌ها بسیار حایز اهمیت است. با توجه به نتایج به دست آمده کاربرد پوشش خوراکی پکتین-نانوکیتوزان حاوی اسانس مریم گلی به خصوص تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر پکتین با ۳۰ میلی-گرم در لیتر نانو کیتوزان روی انگور سیاه قابل توصیه می‌باشد.

٥- منابع

[1] Fraige, K., Edenir, R., & Carrilho, E. 2013. Fingerprinting of anthocyanins from grapes produced in Brazil using HPLC-DADMS and exploratory analysis by principal component analysis. Journal of Food Chemistry, 56: 69-75.

[2] Qadri, O.S., Yousuf, B., & Srivastava, A.K. 2015. Fresh-cut fruits and vegetables: Critical factors influencing microbiology and novel approaches to prevent microbial risks—A review. Cogent Food & Agriculture, 1(1): 1121606.

[3] Liu, X., Jia, Y., Hu. Y., Xia, X., Li, Y.,& Zhou, J. 2016. Effect of Citrus wilsonii Tanaka extract combined with alginate-calcium coating on quality maintenance of white shrimps (*Litopenaeusvannamei* Boone), Food Control, 68: 83-91.

[4] Halevas, E., Christiane, M., Evanthia, N., Vasileios Varsamis, C., Eleftheriadou, D., Graham, E., Georgios Litsardakis, J., Lazari, D., Ypsilantis, K.,&Salifoglo, A. 2017. Chitosan encapsulation of essential oil "cocktails" with welldefined binary Zn (II)-Schiff base species targeting antibacterial medicinal nanotechnology. Journal of Inorganic Biochemistry, 10(6): 1-15.

[5] Azeredo, H., Morrugares-Carmona, R., Wellner, N., Cross, K., Bajka, B.,& Waldron, K. 2016. Development of pectin films with pomegranate juice and citric acid, Food chemistry, 198: 101-106.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.26.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.331]

Reagent. Methods in Enzymology, 299: 152–178.

[15] Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E.,&Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT - Food Science and Technology, 28(1): 25–30.

[16] Rapisarda, P., Fanella, F., & Maccarone, F. 2000. Reliability of analytical methods for determining anthocyanin in Blood Orange Juices. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 2249–2252.

[17] Belgheysi, S., Azizi Tabrizzad, M.H., Zohoorian, G., & Hadian, Z. 2008. Assessment of physical properties of whey proteinmonoglyceride edible film and its coating effect on the moisture loss and sensory properties of fresh mutton. Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 3(10): 83- 93.

[18] 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.

[19] Lagnika, C., Zhang, M. &Mothibe, K.J. 2013. Effects of ultrasound and high-pressure argon on physico-chemical properties of white mushrooms (*Agaricus bisporus*) during postharvest storage. Postharvest Biology and Technology, 82: 87-94.

[20] Gao, P., Zhu, Z.,& Zhang, P. 2013. Effects of chitosan–glucose complex coating on postharvest quality and shelf life of table grapes. Carbohydrate Polymers, 95: 371-378.

[21] González-Saucedo, A., Barrera-Necha, L.L., Ventura-Aguilar, R.I., Correa-Pacheco, Z.N., Bautista-Baños, S.,&Hernández-López, M. 2019. Extension of the postharvest quality of bell pepper by applying nanostructured coatings of chitosan with *Byrsonimacrassifolia extract* (L.) Kunth. Postharvest Biology and Technology, 149: 74-82.

[22] Ismail, B., Haffar, I., Baalbaki, R.,& and Henry, J. 2008. Physico-chemical characteristics and sensory quality of two date varieties under commercial and industrial storage conditions. LWT-Food Science and Technology, 41(5): 896-904.

[23] Zhang, Y., Zhang, M.,& Yang, H. 2015. Postharvest chitosan-g-salicylic acid

[6] Yossef, M.A. 2014. Comparison of Different Edible Coatings Materials for Improvement of Quality and Shelf Life of Perishable Fruits. Middle East Journal of Applied Sciences, 2: 416-424.

[7] Ghaderi-Ghahfarokhi, M., Barzegar, M., Sahari, M.A., Ahmadi Gavlighi, H.,& Gardini, F. 2017. Chitosan-cinnamon essential oil nano-formulation: Application as a novel additive for controlled release and shelf-life extension of beef patties. International Journal of Biological Macromolecules, 16(10): 1-17.

[8] Irkin, R.,&Guldas, M. 2014. Chitosan Coating of Red Table Grapes and Fresh-Cut Honey Melons to Inhibit Fusarium oxysporum Growth. Journal of Food Processing and Preservation, 38(4): 1948–1956.

[9] Chaudhary, S., Kumar, S., Kumar, V.,& Sharma, R. 2020. Chitosan nanoemulsions as advanced edible coatings for fruits and vegetables: Composition, fabrication and developments in last decade. International Journal of Biological Macromolecules, 152: 154–170.

[10] Mohammadi, A., Hashemi, M., & Hosseini, S.M. 2016. Postharvest treatment of nanochitosan-based coating loaded with Zataria multiflora essential oil improves antioxidant activity and extends shelf-life of cucumber. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 33: 580-588.

[11] Fisk, C.L., Silver, A.M., Strik, B.C.,& Zhao, Y. 2008. Postharvest quality of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* 'Ananasnaya') associated with packaging and storage conditions. Postharvest Biology and Technology, 47: 338–345.

[12] Abdolahi, M., Rezaei, M.,&Farzi, G. 2013. Influence of chitosan/clay functional bionanocomposite activated with rosemary essential oil on the shelf life of fresh Silver carp. International Journal of Food Science & Technology, 49(1): 811-818.

[13] AOAC. 2002. Acidity (Titratable) of Fruit Products. Gaithersburg, MD: Official Methods of Analysis of AOAC International, Official Method, 942.15.

[14] Singleton, V. L. Orthofer. R.,&Lamuela-Raventos, R. 1999. Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.26.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.331]

application alleviates chilling injury and preserves cucumber fruit quality during cold storage. Food Chemistry, 174: 558-563.
[24] Valero, D., & Serrano, M. 2010. Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality. CRC Press, Spain.
[25] Galvis-Sanchez, A.C., Fonseca, S. C., Morais, A.M., &Malcata, F.X. 2003. Physicochemical and sensory evaluation of 'Rocha' pear following controlled atmosphere storage. Journal of Food Science, 68: 318-327.
[26] Almeida, J.R., Amico, E.D., Preuss, A., Carbone, F., De Vos, C.R., Deiml, B.,& Martens, S. 2007. Characterization of major enzymes and genes involved in flavonoid and proanthocyanidin biosynthesis during fruit development in strawberry (*Fragaria ananassa*). Archives of Biochemistry and Biophysics, 465: 61-71.
[27] Rahaiee, S., Shojaosadati, S.A., Hashemi, M., Moini, S., & Razavi, S.H. 2015. Improvement of crocin stability by biodegradeble nanoparticles of chitosan-alginate. International Journal of Biological Macromolecules, 79: 423-432.
[28] Fernandez-Panchon, M.S., Villano, D., Troncoso, A.M., & Garcia-Parrilla, M.C. 2008. Antioxidant activity of phenolic compounds: from in vitro results to in vivo evidence. Critical reviews in Food Science and Nutrition, 48(7): 649-671.
[29] Lydakis, D.,& Aked, J. 2003. Vapour heat treatment of Sultanina table grapes. II: Effects on postharvest quality. Postharvest Biology and Technology, 27: 117-126.
[30] Hernandez-Munoz, P., Almenar, E., Del Valle, V., Velez, D., &Gavara, D. 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) quality during refrigerated storage. Food Chemistry, 110: 428–435.
[31] Chien, P.J., Sheu, F., & Lin, H.R. 2007. Coating citrus (*Murcott tangor*) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. Food Chemistry, 100: 1160-1164.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.26.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.331]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Effects of edible coating containing nanochitosan/pectin and *Salvia officinalis* essential oil on physicochemical properties and shelf life of black grape

Mohadsi khorasani, F. [1], Yousefi, Sh. [1*], Weisany, W. [1]

1. Department of Agriculture and Food Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

ABSTRACT

In recent years, the using of natural materials, along with the using of new technologies, which, in addition to increasing the shelf life, maintain the quality properties and nutritional value of the products, it has become doubly important.The results showed that increasing the duration of storage caused a decreasing in moisture, pH, anthocyanin, phenol, colorimetry and increased weight loss and acidity, the most effect was observed in 21 days of storage. The using of edible coating containing nanochitosan/pectin and *S. officinalis* decreased weight loss and antioxidant activity and increased anthocyanin, phenol and colorimetry. In 7 days after storage, the least weight loss was 2.3% and in 14 and 21 days after storage, the least weight loss was 4.25 and 5.86% in the treatment of 70 mg/lit pectin with 30 mg/litof nano chitosan. According to the obtained results, the using of edible coating containing nanochitosan/pectin and *S. officinalis* especially the treatment of 70 mg/lit of pectin with 30 mg/lit of nano-chitosan, had the most effect in increasing the shelf life of black grapes.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 08/ 11
Accepted 2022/ 10/ 17

Keywords:

Essential oil,
Black grape,
Pectin,
Chitosan,
Common sage.

DOI: 10.22034/FSCT.19.131.331
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.26.7

*Corresponding Author E-Mail:
shyousefi81@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.26.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.331]