مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۴ شماره ۳ صفحه‌های ۳۶۷ تا ۳۷۶ (۱۴۰۲)
مقاله پژوهشی

بررسی اثر اسانس و موسیلاژهای گیاهی بر کیفیت پس از برداشت میوه توت‌فرنگی رقم پاروس

Effect of Plant Essential Oils and Mucilages on Postharvest Quality of Strawberry Fruit (*Fragaria* x *ananassa* cv. Parus)

عزیز رضایی[1*]، رحیم نیکخواه[1*]و محمد امین کهن‌مو[2]

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر
۲. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر.
*نویسندگان مسئول، پست الکترونیک: (rnikkhah@pgu.ac.ir , nikkhah.r@gmail.com)
(aziz.rezayees1494@gmail.com)
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۹، تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۱۱/۰۳

چکیده

میوه توت‌فرنگی پس از برداشت به‌دلیل تنفس شدید، بافت لطیف، میزان آب فراوان و حساسیت زیاد به عوامل بیماری‌زا، حساس و فسادپذیر بوده و به همین دلیل عمر انبارمانی کوتاهی دارد. این مطالعه به‌منظور بررسی اثر پوشش‌های خوراکی موسیلاژ و اسانس‌های گیاهی بر افزایش عمر انبارمانی و حفظ کیفیت میوه توت فرنگی رقم پاروس در مدت ۱۲ روز نگهداری در انباری با دمای ۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۷۵ درصد، طراحی و اجرا شد. اثر اسانس‌های آویشن، زنیان و موسیلاژهای اسفرزه و کتان و ترکیب آن‌ها با یکدیگر، جهت پوشش‌دار نمودن میوه توت‌فرنگی استفاده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا و پارامترهایی مانند درصد پوسیدگی، سفتی بافت میوه، اسکوربیک اسید، مواد جامد محلول کل (TSS)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) و اسیدیته (pH) آب میوه ۴، ۸ و ۱۲ روز پس از انبارمانی اندازه‌گیری شد. براساس نتایج با پیشرفت زمان انبارداری در پارامترهایی مانند ویتامین ث، TA، سفتی بافت و آنتوسیانین روند کاهشی و در درصد پوسیدگی و pH آب میوه روندی افزایشی داشتند. به طور کلی تیمارهای پوششی موسیلاژ و اسانس به تنهایی یا ترکیب با یکدیگر برای نگهداری و پس از برداشت توت فرنگی رقم پاروس مناسب می‌باشد. تیمار ترکیبی اسفرزه به همراه اسانس‌های آویشن و زنیان با داشتن بیش‌ترین تاثیر بر خصوصیات کمی و کیفی میوه‌های توت‌فرنگی در این پژوهش به‌عنوان تیمارهای برتر معرفی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: اسفرزه، آویشن، آنتوسیانین، زنیان، کتان.

مقدمه

توت‌فرنگی از جمله میوه‌های سریع فاسد شونده می‌باشد و تا اوایل قرن اخیر به ندرت انبار می‌شد و بیشتر مصرف تازه خوری داشت اما مسائل بازاریابی و پیشرفت‌های قابل توجهی که در زمینه حمل و نقل این میوه با هواپیما و کشتی به نقاط دوردست حاصل شده بسیاری از پژوهشگران را به بررسی راه‌های مناسب افزایش عمر انباری این محصول با کیفیت حتی به مدت چند روز علاقه‌مند ساخته است. از دشواری‌های عمده انبارمانی میوه توت فرنگی، پسمان‌ها در نتیجه اثر رشد عوامل بیماری‌زای قارچی و کاهش وزن و کیفیت ظاهری میوه در اثر تعرق و آب از دست دهی است (Karami & Rostami, 2005). برای جلوگیری از هدر رفت بیشتر این محصول استراتژیک و اقتصادی و سودآور، پرداختن به مشکل‌های پس از برداشت آن و یافتن تیمار مناسب انبارداری منطبق با شرایط منطقه ضروری به نظر می‌رسد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

موسیلاژ و اسانس گیاهان دارویی از جمله ترکیبات طبیعی هستند که در سال‌های اخیر کاربرد آن‌ها برای افزایش عمر انبارمانی و حفظ کیفیت میوه‌ها و سبزی‌ها مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است. موسیلاژها ترکیباتی کربوهیدراتی، با ساختار شیمیایی پیچیده، دارای مولکول‌های بزرگ با وزن مولکولی زیاد هستند که در آب حل شده و پس از جذب آب متورم و محلول‌های چسبناکی تشکیل می‌دهند(Romanazzi *et al*., 2007). استفاده از اسانس‌های گیاهی در کنترل بیماری‌های پس از برداشت میوه به عنوان روشی جدید در چند سال اخیر مطرح شده است. این ترکیبات نه تنها اثرات جانبی نداشته، بلکه به علت ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی، کیفیت و طول دوره انبارمانی میوه‌ها را افزایش می‌دهند (Plaza *et al*., 2004). استفاده از ترکیبات طبیعی به منظور جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و کاهش شاخص‌های کمی وکیفی در پاسخ به فشار مصرف کننده در جهت کاهش و یا توقف استفاده از مواد شیمیایی سنتزی برای محصولات کشاورزی در حال افزایش است (Aghababaei., 2014). نتایج بررسی اثر کاربرد سطوح مختلف موسیلاژ اسفرزه و اسانس آویشن شیرازی بر عمر پس از برداشت هویج نشان داد که موسیلاژ اسفرزه و اسانس آویشن نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری داشت و منجر به کاهش درصد افت وزن و بالاتر ماندن ویتامین ث و مواد جامد محلول کل طی مدت نگه‌داری نسبت به شاهد شد و به طور کلی اثر موسیلاژ نسبت به اسانس آویشن را بر عمر ماندگاری هویج موثرتر گزارش کردند(Fazelzadeh, 2016). بررسی اثر موسیلاژهای اسفرزه و کتان به عنوان پوشش خوراکی به تنهایی و در ترکیب با اسانس‌های آویشن و موشکورک (*Oliveria decumbens*) بر طول عمر و کیفیت پس از برداشت توت فرنگی گزارش شد که کاربرد پس از برداشت موسیلاژ به همراه اسانس موجب افزایش عمر انبارمانی توت فرنگی می‌شود(Negahban, 2018). لذا با درک چگونگی تاثیر پوشش‌ها بر انبارمانی میوه توت فرنگی، ارائه این محصول با کیفیت بالا در بازارهای محلی و بین المللی امکان پذیر می‌شود. با توجه به اینکه میوه توت فرنگی دارای عمر پس از برداشت کوتاهی می‌باشد، پژوهش حاضر در راستای بررسی اثرهای پوشش‌های موسیلاژ و اسانس‌های گیاهی به عنوان یک پوشش ارگانیک و بدون ضرر در حفظ کیفیت میوه توت فرنگی طی مدت انبارمانی می‌باشد.

مواد و روش ها

میوه توت‌فرنگی رقم پاروس در مرحله بلوغ تجاری (زمانی که بیش از ۷۵ ٪ سطح آنها قرمز رنگ شده بودند) از واحد تولیدی گلخانه‌ای شهرستان جیرفت واقع در استان کرمان برداشت و به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی خلیج فارس منتقل شد. میوه‌های سالم، هم شکل و هم اندازه، انتخاب و پس از شست و شو با آب مقطر در دمای اتاق خشک شدند. سپس میوه ها با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از اسانس‌های آویشن و زنیان و غلظت ۱۰۰ گرم از موسیلاژ اسفرزه و کتان به روش زیر تیمار شدند.

استخراج اسانس

هر یک از اندام‌های دارویی گیاهان آویشن و زنیان به وسیله آسیاب خورد شده و اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب به کمک دستگاه کلونجر به مدت سه ساعت صورت گرفت. هر بار ۱۰۰ گرم از اندام‌های مورد نظر گیاهان مذکور استفاده شد. اسانس‌های استخراج شده تا زمان استفاده در شیشه‌های کوچک تیره رنگ که برای جلوگیری از خروج مواد فرار درب آن با پارا فیلم مسدود شده است، در شرایط تاریکی درون یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس تا زمان اعمال تیمارها نگهداری گردید. اسانس‌های مذکور در غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر برای تیمار کردن میوه توت‌فرنگی مورد استفاده قرار گرفت.

استخراج موسیلاژ

به میزان ۱۰۰ گرم دانه اسفرزه و کتان به طور جداگانه در داخل آسیاب آزمایشگاهی قرار گرفت و به مدت ۲ دقیقه آسیاب گردید. پس از آسیاب کردن دانه‌ها، برای جدا سازی مغز دانه از پوسته از الک آزمایشگاهی با مش ۳۰ عبور استفاده شد. پوسته حاصله به نسبت ۱ به ۵۰ با آب مخلوط و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری تا بخوبی آب جذب کرده و متورم گردد. مخلوط به‌دست آمده با استفاده از سانتریفیوژ در ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید تا باقی مانده دانه از داخل ژل جدا گردد. ژل بدست آمده به میزان ۳ برابر در الکل اتانول ۹۸ درصد مخلوط گردید و هیدروکلوئید به طور کامل رسوب داده شد و رسوب حاصل مجدد با سانتریفیوژ با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه استخراج

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

تا مواد رنگی و آب از داخل هیدروکلوئید خارج گردد. در نهایت محلول استخراج شده در آون آزمایشگاهی در دمایی ۴۰ درجه سلسیوس خشک و موسیلاژ درون ظرف شیشه‌ای تا زمان اعمال تیمارها نگهداری شدند.

اعمال تیمارها و ویژگی‌های اندازه‌گیری شده

در ادامه توت فرنگی‌ها به مدت یک دقیقه در پوشش موسیلاژ و ترکیب موسیلاژ با اسانس غوطه ور شدند و در تیمار اسانس، اسانس‌ها روی سطح میوه اسپری شدند. میوه‌های توت‌فرنگی بدون تیمار نیز به عنوان شاهد استفاده شدند. پس از اعمال تیمارها، میوه‌ها در ظرف‌های یک‌بار مصرف پلاستیکی در دار به مدت ۱۲ روز در دمای ۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۷۵ درصد انبار گردید و در فواصل زمانی ۴ روز یک‌بار پارامترهایی مانند درصد پوسیدگی (به منظور تعیین درصد پوسیدگی، پس از پایان هر ماه میوه‌های آلوده هر بسته بر تعداد کل میوه‌های هر بسته تقسیم و در ۱۰۰ ضرب شد)، سفتی بافت میوه (با استفاده از دستگاه نفوذسنج دستی مدل FT 372 با پروپ ۸ میلی‌متر میزان استحکام بافت میوه‌های هر بسته اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به عنوان استحکام بافت میوه هر تکرار بر اساس کیلوگرم بر سانتی متر بیان شد)، pH (با استفاده از pH متر مدل PT_15)، TSS (با استفاده از دستگاه قندسنج دیجیتال مدل B126012)، TA (به روش تیتراسیون با استفاده از هیدروکسید سدیم یک دهم نرمال تا رسیدن به pH برابر ۸/۲)، اسکوربیک اسید (به روش تیتراسیون با استفاده از ید در یدور پتاسیم تا حصول رنگ آبی تیره) (۱۴) و آنتوسیانین (به روش اختلاف pH براساس سیانیدین- ۳- گلوکوزاید) (۱۲) اندازه‌گیری شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور شامل عامل ترکیبات گیاهی با ۹ سطح که شامل شاهد (آب مقطر)، اسانس آویشن و زنیان در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، و موسیلاژ اسفرزه و کتان در غلظت ۰/۵ درصد و ترکیب اسانس و موسیلاژ و عامل زمان‌های مختلف انبارمانی که در ۳ سطح ۴، ۸ و ۱۲ روز می‌باشد با ۳ تکرار در قالب طرح کاملا تصادفی اجرا شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۴) به روش آنالیز واریانس تجزیه و بررسی گردید. مقایسه میانگین‌های پارامترها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج

درصد پوسیدگی

درصد پوسیدگی با گذشت زمان روندی افزایشی را نشان داد به طوریکه بیشترین میزان آن در روز دوازدهم مشاهده شد (جدول ۲). در روز دوازدهم میوه های تمام تیمارها پوسیدگی داشتند که بیشترین درصد پوسیدگی مربوط به تیمار شاهد (۱/۶۶ ٪) و کمترین آن در تیمارهای آویشن (۰/۱۱ ٪)، زنیان (۰/۲۲ ٪)، ترکیب کتان و زنیان (۰/۱۶ ٪) و ترکیب کتان و آویشن (۰/۵ ٪) حاصل شد. مطابق جدول ۱ برهمکنش پوشش خوراکی و زمان انبارمانی به این صورت بود که بیشترین پوسیدگی در تیمار شاهد، در روز هشتم و دوازدهم انبارمانی به ترتیب با ۲/۳۳ و ۲/۶۶ درصد مشاهده شد.

سفتی بافت میوه

برهمکنش عامل‌های پوشش‌های خوراکی و زمان انبارمانی به این صورت بود که سفتی بافت میوه توت فرنگی در مدت زمان کاهش یافت. بیشترین و کمترین سفتی بافت میوه به ترتیب مربوط به تیمار اسفرزه به همراه زنیان در ۴ روز اول (۳/۶ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) و تیمار شاهد در پایان انبارمانی (۰/۳۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) بود که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). به‌طور کلی تمام تیمارهای پوششی نسبت به تیمار شاهد نتیجه بهتری داشتند و باعث حفظ بیشتر سفتی بافت میوه شدند.

اسکوربیک اسید

نتایج به‌دست آمده در جدول ۱ نشان داد که با افزایش طول دوره انبارمانی، میزان اسکوربیک اسید کاهش می‌یابد، به طوری که بیشترین میزان اسکوربیک اسید در ۸ روز اول انبارمانی و کمترین میزان آن در روز آخر انبارمانی مشاهده شد. نتایج بررسی ترکیبات پوششی حاکی از این بود که بیشترین مقدار ویتامین ث در تیمارهای اسفرزه، کتان و آویشن به تنهایی و هم‌چنین ترکیب اسفرزه و آویشن، اسفرزه و زنیان و کتان و زنیان مشاهده شد درحالی‌که تیمار شاهد و زنیان، کمترین میزان اسکوربیک اسید را به خود اختصاص دادند. همچنین بررسی مقایسه میانگین برهمکنش دو فاکتور زمان انبارمانی و ترکیبات پوششی بر میزان اسکوربیک اسید نشان داد که کمترین اسکوربیک اسید در تیمار شاهد و در روز های هشتم و دوازدهم نگهداری و همچنین

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

در تیمارهای اسفرزه و زنیان در روز دوازدهم انبارمانی به دست آمد در حالی‌که سایر تیمارها بجز زنیان، حداقل در یکی از زمان‌های ۴ و ۸ روز، دارای بیشترین میزان اسکوربیک اسید بودند.

مواد جامد محلول کل

بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که روند تغییرات TSS در مدت انبارمانی متغیر می‌باشد به‌طوری‌که در روز هشتم انبارمانی TSS کاهش و پایان انبارمانی افزایش یافت، هرچند که این افزایش نسبت به روز چهارم معنی‌دار نبود. برهمکنش دو عامل پوشش خوراکی و زمان نشان می‌دهد که در روز چهارم نگهداری پوشش‌های اسفرزه (۴/۹۳) و کتان (۵/۲۳) و در روز دوازدهم انبارمانی، ترکیب اسفرزه با آویشن (۴/۹)، بیشترین میزان مواد جامد محلول کل را به خود اختصاص دادند. همچنین کمترین میزان مواد جامد محلول کل در روز چهارم در تیمار با زنیان (۳/۱) و در روز هشتم نگهداری در پوشش‌های کتان (۲/۸۳) و ترکیب کتان و آویشن (۲/۹) مشاهده شد (جدول ۱).

اسیدیته قابل تیتراسیون

بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها برای TA نشان داد که با افزایش زمان انبارمانی میزان اسیدیته قابل تیتراسیون کاهش یافت به طوریکه در پایان ۱۲ روز کمترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه‌های توت‌فرنگی ثبت شد که نسبت به ۴ روز اول به میزان ۲۰ درصد کاهش داشت. در بین پوشش ها، اسفرزه در روز چهارم انبارمانی (۱/۰۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه) به طور معنی‌داری نسبت به بقیه تیمارها بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون را داشته است. کمترین اسیدیته نیز در تیمارهای شاهد در ۸ روز پایانی، زنیان به تنهایی و ترکیب اسفرزه و زنیان در روز دوازدهم، کتان به همراه آویشن در روز هشتم و ترکیب کتان به همراه زنیان در روز چهارم مشاهده شد (جدول ۱).

pH آب میوه

نتایج مقایسه میانگین اثر زمان انبارمانی بر میزان pH آب میوه نشان داد که با افزایش زمان انبارمانی میزان اسیدیته عصاره میوه نیز افزایش یافت. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دو فاکتور زمان انبارمانی و پوشش خوراکی بر اسیدیته عصاره میوه نشان داد که بیشترین و کمترین میزان اسیدیته به ترتیب در تیمار اسفرزه و در ۴ روز پایانی (۴/۷) و تیمار اسفرزه به همراه آویشن در ۴ روز اول نگهداری (۳/۸۳) به دست آمد (جدول ۱).

آنتوسیانین

بررسی روند تغییرات در مدت ۱۲روز انبارمانی نشان داد که میزان آنتوسیانین با افزایش زمان، کاهش محسوسی را نشان داد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دو فاکتور زمان انبارمانی و پوشش خوراکی بر میزان آنتوسیانین مشخص کرد که بیشترین آنتوسیانین در روز چهارم متعلق به ترکیب اسفرزه و آویشن (۳/۲۰ میلی‌گرم در لیتر) و تیمار آویشن به تنهایی (۳/۱۲ میلی‌گرم در لیتر) بود در حالی‌که کمترین آنتوسیانین در روز دوازدهم نگهداری و در تیمارهای شاهد (۰/۴۲ میلی‌گرم در لیتر) و ترکیب کتان و زنیان (۰/۶۳ میلی‌گرم در لیتر) مشاهده شد که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۱).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات پس از برداشت پوشش‌های خوراکی و زمان انبارمانی بر پارامترهای مورد بررسی در میوه توت فرنگی

Table 1. Mean comparison of effects of edible coating and storage time on the studied traits in strawberries

پوشش خوراکی Edible coating	مدت انبارمانی Storage duration (day)	درصد پوسیدگی Percentage of decay (%)	سفتی Firmness (kg/cm^2)	اسکوربیک اسید Vitamin C (mg/100ml)	TSS (Brix)	TA (mg/100ml)	pH	آنتوسانین Anthocyanin (mg/l)
شاهد	4	0.01 e	0.73 h	79.33 bcd	4.06 e-h	0.62 b-f	4.28 e	2.57 c
Control	8	2.33 a	0.63 i	68.0 efg	3.86 f-i	0.53 fgh	4.39 cd	1.51 gh
	12	2.66 a	0.33 k	67.22 fg	4.13 efg	0.50 gh	4.57 b	0.42 m
اسفرزه (۰/۵ درصد)	4	0.01 e	0.93 fg	85.94 abc	4.93 ab	1.03 a	4.13 g	1.45 h
Psyllium (0.5%)	8	0.66 cde	0.90 g	89.46 ab	3.43 jk	0.69 bcd	4.16 fg	1.0 jk
	12	1.0 bcd	0.86 g	70.4 d-g	4.63 bcd	0.59 c-g	4.7 a	0.94 jk
کتان (۰/۵ درصد)	4	0.01 e	0.93 fg	93.86 a	5.23 a	0.71 b	4.14 g	2.82 b
Flax (0.5%)	8	0.5 de	0.73 h	85.65 abc	2.83 l	0.66 b-e	4.17 fg	1.36 hi
	12	1.66 b	0.66 hi	78.61 b-e	3.83 f-j	0.58 d-g	4.29 de	0.89 jk
آویشن (۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر)	4	0.01 e	0.70 hi	77.73 c-f	3.73 g-j	0.65 b-e	4.16 fg	3.12 a
Thyme (1000mg/l)	8	0.01 e	0.70 hi	83.6 abc	4.0 e-h	0.65 b-e	4.17 fg	1.73 fg
	12	0.33 de	0.66 hi	82.42 bc	4.03 e-h	0.58 efg	4.31 de	0.87 jk
زنیان (۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر)	4	0.01 e	2.93 b	77.14 c-f	3.1 kl	0.64 b-e	4.13 g	2.18 d
Ajowan (1000mg/l)	8	0.01 e	1.16 d	79.78 bcd	4.63 bcd	0.59 c-g	4.30 de	1.46 h
	12	0.66 cde	0.73 h	61.89 g	4.8 b	0.50 gh	4.35 cde	0.85 kl
اسفرزه + آویشن	4	0.01 e	1.0 ef	89.46 ab	4.23 def	0.71 b	3.83 h	3.20 a
Psyllium + Thyme	8	1.33 bc	0.73 h	81.25 bcd	4.3 cde	0.66 b-e	4.13 g	2.53 c
	12	1.33 bc	0.70 hi	82.13 bc	4.9 ab	0.57 e-h	4.32 de	1.90 ef
اسفرزه + زنیان	4	0.16 e	3.6 a	90.05 ab	4.06 e-h	0.65 b-e	4.1 g	2.57 c
Psyllium + Ajowwan	8	0.66 cde	1.0 ef	83.30 abc	4.66 bc	0.65 b-e	4.13 g	2.84 b
	12	1.33 bc	0.86 g	75.97 c-f	4.15 efg	0.51 gh	4.33 de	1.45 h
کتان + آویشن	4	0.01 e	1.26 c	83.6 abc	3.53 ij	0.69 bc	4.08 g	2.43 c
Flax + Thyme	8	0.01 e	1.06 e	74.8 c-f	2.9 l	0.53 fgh	4.32 de	1.33 hi
	12	1.5 b	1.03 e	75.68 c-f	4.36 cde	0.57 e-h	4.44 c	1.52 gh
کتان + زنیان	4	0.01 e	0.73 h	74.64 c-f	3.66 hij	0.46 h	4.12 g	2.01 de
Flax + Ajowan	8	0.33 de	0.63 i	90.05 ab	4.63 bcd	0.60 c-g	4.15 fg	1.12 ij
	12	0.16 e	0.43 j	82.13 bc	4.6 bcd	0.62 b-f	4.25 de	0.63 lm

Means in each column with at least a same letter are not significantly different according to Duncan (P<0.05).

میانگین‌های موجود در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

بحث

براساس نتایج این پژوهش در مدت انبارمانی سفتی بافت میوه کاهش و پوسیدگی افزایش یافت. در واقع پوسیدگی فعالیت عوامل قارچی تغذیه‌کننده از سطح بافت میوه مربوط می‌شود. بنابراین اسانس و موسیلاژها، احتمالا بر کاهش جمعیت قارچی تأثیر داشته که پوسیدگی میوه را به تأخیر انداخته است. در واقع مواد مؤثره اسانس‌های گیاهی که با کیفیت و کمیت‌های مختلف در این ترکیبات فرار وجود دارند، تأثیرات ضد میکروبی مختلفی بسته به نوع عامل بیماریزا و همچنین حداقل غلظت بازدارنده از خود نشان می‌دهند (Delaquis, 2002). به نظر می‌رسد تاثیر ضد قارچی اسانس آویشن به دلیل خاصیت آب‌گریزی و انحلال پذیری آن در غشاء سیتوپلاسمی و تشکیل باندهای هیدروژنی توسط ترکیبات فنولی آن با پروتیئن‌های غشاء سیتوپلاسمی قارچ بعد از تجزیه در قسمت لیپیدی غشاء می‌باشد (Juven, 1994). در گزارشیاثر اسانس‌های نعناع، رزماری، آویشن، زنیان، زیره سبز و رازیانه در غلظت‌های ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی گرم در لیتر روی نارنگی کینو بررسی و نشان دادند که این اسانس‌ها تاثیر به‌سزایی در ثبات کیفیت داشته و همچنین باعث کنترل پوسیدگی شده‌اند. همچنین بیان کردند که اسانس‌های نعناع و زنیان بیشترین تاثیر را در غلظت ۷۵۰ میلی گرم در لیتر داشتند که می‌توان استفاده از آن‌ها برای مدیریت پوسیدگی پس از برداشت نارنگی کینو را امیدبخش دانست و توصیه نمود (Aboutalebi & Mohammadi, 2011). در پژوهشی نشان داده شد که با افزایش زمان انبارمانی توت‌فرنگی تازه در سردخانه با دمای ۱۰ درجه سلسیوس جمعیت کپک و مخمرها روند افزایشی را طی می‌کند (Hernández-Muñoz *et al*., 2008).

نرمی بافت میوه می‌تواند در نتیجه تغییرات در ساختار دیواره سلولی شامل کاهش همی‌سلولز، گالاکتوز و حل‌شدن و دپلیمریزه‌شدن پکتین باشد. از طرف دیگر نرمی بافت میوه در نتیجه فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده دیواره سلولی نظیر پلی‌گالاکتوروناز، پکتین متیل‌استراز و بتاگلوکوزیداز صورت می‌گیرد که همه این آنزیم‌ها پکتین را مورد هدف قرار می‌دهند(Tournas & Katsoudas, 2005). بدیهی است که سفتی بافت به میزان آنزیم پلی گالاکتوروناز نیز مربوط شود و با یکدیگر رابطه معکوس دارند. از طرفی اسانس‌های گیاهی موجب کاهش فعالیت این آنزیم‌ها شده، بنابراین در جلوگیری از تخریب دیواره سلولی و نرم شدن میوه موثر می‌باشد(Vidrih, 1998). تغییراتی که در سفتی میوه توت فرنگی در این پژوهش بخصوص در تیمار شاهد از روز ۴ تا ۱۲ دیده می‌شود بیانگر این موضوع است که چون توت فرنگی میوه نافرازگرا (غیرکلیماکتریک[۱]) می‌باشد و با توجه به از دست دادن رطوبت میوه با گذشت زمان خشک‌تر و در نتیجه سفت‌تر خواهد شد اما اگر فاسد شود، نرم می‌شود. در همین راستا نشان دادند که سفتی بافت میوه خرمالو در مدت انبارمانی به دلیل تجزیه ترکیبات پکتینی دیواره سلولی کاهش یافت که با نتایج بدست آمده از این پژوهش همخوانی دارد(Promyo & Park, 2009). در پژوهشی دیگر با بررسی اثر موسیلاژهای اسفرزه و کتان در ترکیب با اسانس آویشن و موشکورک بر طول عمر و کیفیت پس از برداشت توت‌فرنگی گزارش شد که موسیلاژ اسفرزه چه به تنهایی و چه در ترکیب با اسانس‌های موشکورک و یا آویشن می‌تواند تاثیر معنی‌داری بر حفظ سفتی بافت میوه داشته باشد(Negahban, 2018). به منظور افزایش عمر انبارمانی و حفظ کیفیت میوه توت فرنگی با استفاده از پوشش خوراکی موسیلاژ و اسانس آویشن آزمایشی انجام شد و نتایج نشان داد، در تیمارهایی که از اسانس آویشن به صورت ترکیبی با موسیلاژ استفاده گردید، میزان فساد میکروبی میوه کاهش یافت و موجب حفظ سفتی میوه گردید و در تیمارهایی که از موسیلاژ چه به صورت خالص و چه به صورت ترکیبی با اسانس آویشن استفاده شد، سفتی افزایش و آب میوه و تردی بافت حفظ گردید (Alikhani *et al*., 2009)که با نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر همسو است.

حفظ شدن اسید اسکوربیک بیانگر حفظ کیفیت و ارزش تغذیه‌ای میوه است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش زمان انبارمانی میزان اسید اسکوربیک کاهش یافت. زمانی که میوه در معرض آسیب‌های برداشت و ذخیره سازی باشد، اسید اسکوربیک به تخریب حساس‌تر است و میزان خسارت به اسید اسکوربیک با افزایش مدت زمان انبارمانی، بالا رفتن درجه حرارت، کاهش رطوبت نسبی، آسیب‌های فیزیکی و سرمازدگی افزایش پیدا می‌کند. کاهش میزان ویتامین ث در دوره پس از برداشت می‌تواند به علت تنفس بالا باشد. کاهش این ویتامین در هنگام رسیدن سریع می‌شود و تا زمان پیری ادامه دارد. در واقع

۱- Non Climacteric

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

اسانس‌ها با کاهش و در نتیجه کند کردن فرآیند رسیدن و پیری میوه، سبب جلوگیری از تخریب و در نتیجه حفظ اسکوربیک اسید در میوه شدند. کاهش اسید اسکوربیک در مدت دوره نگهداری در نتیجه پیشرفت پیری و برای حذف رادیکال‌های آزاد نیز صورت می‌گیرد، در حالی‌که حفظ آن سبب به تاخیر انداختن پیری می‌شود. کاهش در محتوای اسید اسکوربیک در گیاهان می‌تواند باعث افزایش تولید رادیکال‌های آزاد شود که با پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی واکنش داده و باعث نرم شدن یا از هم‌پاشیدگی سلول می‌شود (Perez-Gago, 2006). در همین راستا گزارش شد که مقدار اسید اسکوربیک در مدت ۱۲ روز انبارمانی توت فرنگی کاهش یافت(Wang & GAO, 2013). پوشش‌های خوراکی یک لایه نازک محافظتی بین میوه و محیط اطراف فراهم می‌کنند که انتقال رطوبت و اکسیژن و مبادله دی اکسیدکربن را کاهش می‌دهند، بنابراین یک محیط با اکسیژن کم درون بافت میوه ایجاد می‌کنند و می‌توانند با مهار اکسایش از کاهش اسید اسکوربیک در طی انبارمانی جلوگیری کنند. در واقع یکی از دلایل کاهش اسید اسکوربیک در هنگام انبارمانی میوه‌ها اکسایش است (Park *et al*., 1994). در یک بررسی(Negahban, 2018) افزایش اسید اسکوربیک در اثر استفاده از اسانس و موسیلاژ های گیاهی در توت فرنگی را گزارش کردند که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. در پژوهشی حفظ بیشتر محتوای اسید اسکوربیک طی مدت نگه داری میوه‌های تیمارشده نسبت به شاهد در تیمار با موسیلاژ اسفرزه گزارش شد (Fazelzadeh, 2016) که با نتایج پژوهش حاضر همسو است. در پژوهش حاضر با به‌کارگیری پوشش اسانس و موسیلاژ و کاهش شدت تنفس، میزان مواد جامد محلول کل از روند افزایشی ملایم‌تری برخوردار بود که دلیل افزایش میزان مواد جامد محلول کل را می‌توان به تخریب کربوهیدرات‌ها، کاهش اسیدهای آلی، افزایش پکتین‌های محلول و ترکیبات فنولی و شروع پوسیدگی میوه‌ها نسبت داد (Wang & GAO, 2013). همچنین افزایش میزان مواد جامد محلول کل و کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون در توت فرنگی‌های نگهداری شده در دمای ۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۱ روز گزارش شد(Pelayo *et al*., 2003). در بین تیمار ترکیب کتان و آویشن به طور معنی‌داری نسبت به بقیه تیمارها کمترین میزان مواد جامد محلول کل را داشته است. با بررسی اثر موسیلاژ اسفرزه در بهبود کیفیت و عمر انباری پاپایا نشان دادند که با گذشت زمان، موسیلاژ اسفرزه باعث افزایش مواد جامد محلول کل در مقایسه با تیمار شاهد شد هم‌چنین گزارش کردند اسید قابل تیتراسیون در تمامی نمونه‌ها کاهش یافت، درحالی‌که موسیلاژ اسفرزه باعث حفظ اسید قابل تیتراسیون در مقایسه با تیمار شاهد شد(Yousuf & Srivastava, 2015). از آنجا که اسیدهای آلی به عنوان پیش ماده برای واکنش‌های آنزیمی تنفس به کار می‌روند، انتظار می‌رود طی دوره پس از برداشت اسید قابل تیتراسیون میوه کاهش و مقادیر pH عصاره آن افزایش یابد. اسیدیته به طور مستقیم در ارتباط با غلظت اسید آلی غالب میوه است که یک پارامتر مهم در نگهداری و حفظ کیفیت میوه می‌باشد. در این پژوهش مشخص شده که تیمار اسفرزه به تنهایی بالاترین اسیدیته قابل تیتراسیون را داشت. در واقع پوشش‌های خوراکی با ایجاد مانع در مقابل گازهای تنفسی، ورود اکسیژن و خروج دی اکسید کربن را محدود کرده و در نتیجه موجب کاهش تنفس می‌شوند که نتیجه آن حفظ اسیدهای آلی و پایین ماندن اسیدیته می‌شود که با افزایش زمان نگهداری این موضوع مشهودتر است. در همین راستا با بررسی تأثیر موسیلاژ اسفرزه و اسانس آویشن شیرازی بر بار میکروبی و بهبود نگهداری هویج برش تازه گزارش کردند، نمونه‌های تیمار شده با غلظت ۱۰۰ و ۲۵۰ میلی گرم در لیتر اسانس و غلظت ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر موسیلاژ اسفرزه بالاترین اسیدیته را داشتند و اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد نشان دادند (Azizi *et al*., 2015).

براساس نتایج این پژوهش مشاهده شد که با افزایش زمان انبارمانی به‌تدریج میزان pH افزایش می‌یابد که با یافته‌های Alikhani (*et al*., 2009) مبنی بر افزایش میزان pH عصاره میوه طی دوره انبارمانی گلابی همخوانی داشت. اسانس‌ها به عنوان یک پوشش خوراکی ورود و خروج گازها را کاهش می‌دهند و با کاهش میزان تنفس از تجزیه کربوهیدرات‌ها جلوگیری می‌کنند. همچنین فنول‌های موجود در اسانس به کاهش تنفس و تولید اتیلن کمک کرده و سرعت فرآیندهای متابولیکی را کاهش داده و باعث حفظ pH می‌شود (Nabifarkhani *et al*., 2015). افزایش مقدار pH می‌تواند بیانگر مصرف اسیدهای آلی در مدت زمان نگهداری باشد. نتایج این پژوهش حاکی از کاهش میزان آنتوسیانین توت فرنگی در دوره انبارمانی بود. وجود رنگیزه آنتوسیانین نقش مهمی در کیفیت بازارپسندی میوه توت‌فرنگی دارد، بنابراین جلوگیری از کاهش آن یکی از فاکتورهای مهم برای حفظ کیفیت این میوه است. تغییرات غلظت آنتوسیانین در توت فرنگی پس از برداشت و طی دوره نگهداری بسته به نوع رقم، دمای نگهداری، حضور و یا عدم حضور بسته بندی و نوع بسته بندی متفاوت است(Cordenunsi *et al*., 2005). در برخی ارقام توت

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

فرنگی با گذشت زمان افزایش و در برخی دیگر کاهش آنتوسیانین مشاهده شده است و گاهی مقدار آن در مدت دوره انبارمانی ثابت می‌ماند. بسیاری از نتایج پژوهشگران نشان دهنده کاهش میزان آنتوسیانین کل توت فرنگی در انبارمانی است (Gol *et al.*, 2013). تیمارهای پوششی تخریب آنتوسیانین را طی انبارداری کاهش دادند که می‌تواند به دلیل کاهش فعالیت آنزیم های پلی فنول اکسیدازها[1] (PPO) و پراکسیدازها[2] (POD) در پاسخ به تغییرات داخلی میوه باشد (Varasteh *et al.*, 2012). اسانس آویشن بر مقدار آنتوسیانین اثر مثبت داشت. اسانس‌ها به دلیل ویژگی آنتی‌اکسیدانی قوی که دارند از اکسایش آنتوسیانین در مدت انبارمانی جلوگیری می‌کنند(Mohammadi &Aminifard, 2012). یافته‌های حاصل از این پژوهش با یافته های حاصل از آزمایش‌محمدی و امینی فرد (2012) مبنی بر افزایش آنتوسیانین در میوه هلوی تیمار شده با اسانس دارچین همخوانی داشت.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کاربرد پس از برداشت موسیلاژ به همراه اسانس به‌طور موثری باعث حفظ ویژگی‌های کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی در مدت انبارمانی گردید. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که اسانس آویشن و زنیان به تنهایی و در ترکیب با موسیلاژ کتان سبب کاهش درصد پوسیدگی شد. تیمار آویشن، کتان و ترکیب کتان و زنیان به همراه تیمار اسفرزه و ترکیب آن با اسانس، بیشترین تاثیر را بر میزان اسکوربیک اسید داشتند، این در حالی است که اسفرزه به تنهایی بالاترین اسیدیته قابل تیتراسیون و در ترکیب با آویشن بر آنتوسیانین و pH و در ترکیب با زنیان بر سفتی بافت میوه موثر واقع شده است. زمان انبارمانی نیز تاثیر بسیار زیادی بر عمر نگهداری میوه‌ها داشت، به‌طوری که اثر معنی‌داری بر همه صفات بررسی شده، نشان داد. در نهایت این پژوهش تایید کرد که تیمارهای پوششی موسیلاژ و اسانس به تنهایی یا ترکیب با یکدیگر برای نگهداری در دوره پس از برداشت توت فرنگی رقم پاروس مناسب می‌باشد و می‌توانند به عنوان یک روش کارامد برای انبارمانی و حمل و نقل توت فرنگی پیشنهاد شوند.

منابع References

Aboutalebi, A.H., & Mohammadi, M. J. (2011). The effect of medicinal plants essential oil on quality stability and post-harvest caries management. *Seed and Plant Production Journal*, *27*(4), 501-504. (In Persian).

Aghababaei, L., Mortazavi, S.A., Javanmardi dakheli, M., Elhami Rad, A.H., & Meshkati, M. (2014). Optimization of edible Coating formulation of Methyl Cellulose and *Zataria multiflora* extract on Grape quality and storage Life. *Innovative Food Technologies*, *2*, 24-15. (In Persian).

Alikhani, M., Sharifani, M., Azizi, M., Hemmati, Kh., & Mousavizadeh, S.J. (2009). The effect of natural plant compounds on shelf life and quality characteristics of pear fruit (Shah Meyweh cultivar of Isfahan). *The Journal of Agriculture and Natural Resources Sciences*, *16* (3), 158-171. (In Persian).

Azizi, M., Safaei, Z., Mirmostafaei, S., & Blourian, S. (2015). The Effect of Isabgol (Plantago psyllium) Mucilage and Shiraz Thyme Essential Oils on Microbial Load and Improving Shelf Life of Fresh-Cut Carrot. *Journal of Horticultural Science*, *29* (3), 406-415. (In Persian).

Cordenunsi-Lysenko, B. R., Genovese, M. I., Nascimento, J. R. O. do, Hassimotto, N. M. A., Santos, R. J. dos, & Lajolo, F. M. (2005). Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. *Food Chemistry*, *91*(1), 113-121.

Delaquis, P. J., Stanich, K., Girard, B., & Mazza, G. (2002). Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, (*74*),101-109.

Fazelzadeh, T. (2016). Effect of psyllium and Shiraz Thyme on life after carrot harvest. *Master Thesis*, Islamic Azad University of Shiraz, 78 Pp. (In Persian).

۱- Polyphenol oxidases ۲- Peroxidases

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

Gol, N.B., Patel, P.R., & Ramana Rao, T.V. (2013) Improvement of Quality and shelf life of Strawberries with edible coatings enriched with chitosan. *Postharvest Biology and Technology*, *85*, 185-195.

Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., Valle, V., Velez, Del D., & Gavara, R. (2008). Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria× ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry*, *110*(2), 428-435.

Juven, B.J., Kanner, J., Schved, F., & Weisslowicz, H. (1994). Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *Journal of Applied Bacteriology*, *76*(6), 626-631.

Karami, F., & Rostami, A. (2005). Investigation of waste reduction methods in strawberries. National Conference on Agricultural Waste. Tarbiat Modares University, *2*, 335-345. (In Persian).

Mohammadi, S., & Aminifard, M.H. (2012). Effect of essential oils on postharvest decay and some quality factors of peach (*Prunus persica* var. Redhaven). *Journal* of *Biological and Environmental* Sciences, *6*(17),147-153.

Nabifarkhani, N., Sharifani, M., Daraei Garmakhany, A., Ganji Moghadam, E., & Shakeri, A. (2015). Effect of nano-composite and Thyme oil (*Tymus vulgaris* L) coating on fruit quality of sweet cherry (Takdaneh Cv) during storage period. *Food Science and Nutrition*, *3*(4), 349-354.

Negahban, M. (2018). The effect of Psyllium and flax-seed mucilage in combination with thyme and Oliveria-decumbens essential oil as edible coating on strawberry post-harvest quality. Master Thesis. Persian Gulf University. 88 Pp. (In Persian).

Park, H.J., Chinnan, M.S., & Shewfelt, R.L. (1994). Edible coating effects on storage life and quality of tomatoes. *Journal of Food Science*, *59*(3), 568-570.

Pelayo, C., Ebeler, S.E., & Kader, A.A. (2003). Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5 °C in air or air+ 20 kPa CO2. *Postharvest Biology and Technology*, *27*(2), 171-183.

Perez-Gago, M.B., Serra, M., & Del Rio, M.A. (2006). Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. *Postharvest Biology and Technology*, *39*(1), 84-92.

Plaza, P., Torres, R., Usall, J., Lamarca, N., & Vinas., I. (2004). Evaluation of the potential of commercial post-harvest application of essential oils to control citrus decay. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, *79*, 935-940.

Promyo, K., & Park, Y.S. (2009). Shelf life of non-astringent 'Fuyu' persimmon by preheating and hot water dipping with antibrowning agent following cold storage. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*,*50*(5), 437-445.

Romanazzi, G., Karabulut, O.A., & Smilanick, J. (2007). Combination of chitosan and ethanol to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, *45*(1), 134-140.

Tournas, V.H., & Katsoudas, E. (2005). Mould and yeast flora in fresh berries, grapes and citrus fruits. *International Journal of Food Microbiology*, *105*(1), 11-17

Varasteh, F., Arzani, K., Barzegar, M., & Zamani, Z. (2012). Changes in anthocyanins in arils of chitosan-coated pomegranate(*Punica granatum* L. cv. Rabbab-e-Neyriz) fruit during cold storage. *Food Chemistry*,*130*(2), 267-272.

Vidrih, R., Zavrtanik, M., & Hribar, J.J. (1998). Effect of low or high Co, or added acetaldehyde and ethanol on postharvest physiology of cherries. *Acta Horticulture*, *2*, 695-703.

Wang, S.Y., & GAO, H. (2013). Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.). *LWT - Food Science and Technology*, *52*(2), 71-79.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

Yousuf, B., & Srivastava, A.K. (2015). Psyllium (Plantago) gum as an effective edible coating to improve quality and shelf life of fresh-cut papaya (*Carica papaya*). *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 9(7), 702-707.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 24 (3): 367-376 (2023)
Research article

Effect of Plant Essential Oils and Mucilages on Postharvest Quality of Strawberry Fruit (*Fragaria* x *ananassa* cv. Parus)

Aziz Rezaei*[1], Rahim Nikkhah*[1], Mohammad Amin Kohanmoo[2]

1 .Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture and natural resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran
2 .Department of Plant Genetics and production engineering, College of Agriculture and natural resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran
*Corresponding Authors, Email: (nikkhah.r@gmail.com, rnikkhah@pgu.ac.ir, aziz.rezayees1494@gmail.com)

After harvesting, strawberry fruit is sensitive and susceptible to pathogens due to its perishable, soft texture, high water content, and therefore has a short storage life. This study was designed and implemented to investigate the effect of mucilage edible coating and plant essential oils to increase the storage life and maintain the quality of digital Paros strawberries during 12 days of storage in a warehouse with a temperature of 4 degrees Celsius and a relative humidity of 75±5%. The effect of essential oils of thyme (*Thymus vulgaris*), ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) and mucilage of psyllium (*Plantago ovata* L.) and flax (*Linum usitatissimum L*.) and their combination with each other were used to coat strawberry fruit. Factorial experiment in the form of completely randomized design was used. Parameters such as percentage of decay, firmness of fruit tissue, ascorbic acid, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA) and acidity (pH) of fruit juice 4, 8 and 12 days It was measured after storage. Based on the results, with the progress of storage time, there was a decrease in parameters such as vitamin C, TA, tissue firmness and anthocyanin, and an increase in the decay percentage and pH of fruit juice. In general, mucilage and essential oil coating treatments alone or in combination with each other were suitable for the storage of Paros variety strawberries. The combined treatment of psyllium along with essential oils of thyme and ajowan having the greatest effect on the quantitative and qualitative characteristics of strawberry fruits is introduced as the best treatments in this research.

Keywords: Ajowan, Anthocyanin, Flax, Psyllium, Thyme.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]