



## مقایسه اثر نگهدارندگی کاه و برخی جاذب‌های اتیلنی در بسته‌بندی میوه زردآلو

جابر سلیمانی<sup>۱\*</sup> و محمد زرین‌بال<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۲۲

تاریخ پذیرش: ۴۰۰/۸/۱۲

<sup>۱</sup> استادیار، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران

<sup>۲</sup> استادیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش

و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران

\* مسوول مکاتبه: Email: j.soleymani@areeo.ac.ir

### چکیده

**زمینه مطالعاتی:** شدت تنفسی بالا و تولید اتیلن زیاد، میوه زردآلو را در دسته میوه‌های فرازگرا قرار داده است. این ویژگی باعث کاهش ماندگاری میوه زردآلو می‌شود. هدف: استفاده از ظرفیت برخی مواد در حذف اتیلن از اتمسفر داخلی بسته‌بندی در جهت افزایش ماندگاری میوه زردآلو بود. روش کار: ارقام مختلف میوه زردآلو شامل مراغه‌ای ۹۰، عسگرآباد، قرمز شاهرود و آبیاتان ۹۰، پس از برداشت و سورتینگ از نقطه نظر عدم وجود صدمات مکانیکی و فیزیکی و بیماری، در بسته‌های حاوی ریزه‌های کاه و جاذب‌های اتیلنی بنتونیت، کربن فعال، پتاسیم پرمنگنات و بسته‌های فاقد این مواد، بسته‌بندی شدند. همه بسته‌ها در دمای حدود ۱°C و رطوبت نسبی حدود ۹۰٪ به مدت ۱۶ روز نگهداری شدند. آزمون‌های مورد نظر، اندازه‌گیری ماده جامد کل، pH و سفتی بود که هر چهار روز یکبار تا شانزدهمین روز انجام گرفت. طرح آماری، طرح فاکتوریل بر پایه‌ی طرح کامل تصادفی با سه تکرار بود. **نتایج:** ماده جامد کل و pH با افزایش مدت زمان نگهداری افزایش یافت ولی سفتی کاهش نشان داد. تیمار بسته‌بندی بدون جاذب اتیلنی کمترین تاثیر را بر سفتی نشان داد و تاثیری بر کند شدن روند نرم‌شدگی زردآلو نداشت. جاذب‌های اتیلنی پتاسیم پرمنگنات و کربن فعال بیشترین تاثیر را بر سفتی نشان دادند و منجر به کندتر شدن نرم‌شدگی میوه زردآلو شدند. تاثیر بنتونیت به عنوان جاذب اتیلنی بر خلاف انتظار بود و تاثیر زیادی بر صفات مورد نظر نشان نداد. تیمار بسته‌بندی حاوی کاه تاثیری مشابه با تیمار بسته‌بندی حاوی بنتونیت داشت. **نتیجه‌گیری نهایی:** پتاسیم پرمنگنات و کربن فعال به عنوان جاذب‌های اتیلنی فارغ از نوع رقم زردآلو منجر به افزایش ماندگاری میوه شدند. استفاده از جاذب‌های اتیلنی برای افزایش ماندگاری ارقام صنعتی قابل توجیه نیست. در مورد ارقام تازه‌خوری استفاده از جاذب‌های اتیلنی به خصوص ترکیبی از آن‌ها توصیه می‌شود. ظرفیت نگهدارندگی کاه در مورد میوه زردآلو پایین بود و تاثیر جزیی در نگهداری میوه زردآلو نشان داد.

**واژگان کلیدی:** بسته‌بندی، زردآلو، ماندگاری، کاه، جاذب‌های اتیلنی

## مقدمه

تولید سالانه‌ی زردآلو در جهان در سال ۲۰۱۷ میلادی بالغ بر ۴،۲۵۷،۲۴۱ تن بوده است. ایران با تولید ۲۳۹،۷۱۲ تن، رتبه پنجم را بعد از کشورهای ترکیه، ازبکستان، ایتالیا و الجزایر به خود اختصاص داده است. در حالی که در سال ۲۰۱۰ میلادی، ایران با تولید ۲۸۸،۰۴۹ تن زردآلو، بعد از ترکیه در جایگاه دوم تولید زردآلو در جهان قرار داشت (ملتم و مولوت ۲۰۲۰). میزان تولید زردآلو در آذربایجان شرقی حدود ۷۲۰۰۰ تن می‌باشد و در حدود ۳۰٪ از کل تولید میوه‌ی زردآلوی کشور در این استان تولید می‌شود (احمدی و همکاران ۱۳۹۶). در ایران، سالانه حدود یک سوم محصولات باغی و زراعی به طرق مختلف از بین می‌رود. از عوامل مهم در افزایش ضایعات بعد از برداشت محصولات کشاورزی، می‌توان به برداشت و چیدن نامناسب، حمل و نقل غیر اصولی، عدم نگهداری صحیح و بسته‌بندی نامناسب اشاره کرد (سلیمانی و مظفری ۱۳۹۹). میزان تولید بالا، ضایعات و فساد زیاد، عمر ماندگاری کم و محبوبیت زردآلو از نظر مصرف‌کننده‌ها باعث افزایش اهمیت تحقیقات در زمینه افزایش ماندگاری این محصول شده است (محمدی و همکاران ۱۳۹۶).

میوه‌ی زردآلو دارای ارقام مختلفی می‌باشد که یا به صورت تازه‌خوری مصرف می‌شوند مانند ارقام قرمز شاهرود و آبیاتان ۹۰ یا مانند ارقام مراغه‌ای ۹۰، اردوباد، نصیری و عسگرآباد به صورت صنعتی (برگه و قیسی) فرآوری و مصرف می‌شوند. زردآلو جزء میوه‌های فرازگرا بوده و در زمان رسیدن میوه، اتیلن زیادی تولید می‌کند. زردآلو حساسیت زیادی به وجود اتیلن دارد. در فضای نگهداری زردآلو، وجود مقادیر خیلی کمی از اتیلن در حدود  $0.1 - 0.3 \mu\text{L/L}$  به این میوه صدمه می‌رساند (مارتینز-رومرو و همکاران ۲۰۰۷). اتیلن هورمون شبه رشدی<sup>۲</sup> است که رسیدگی و پیری را با افزایش نرخ

تنفسی میوه‌ها و سبزی‌های فرازگرا تسریع و در نتیجه، عمر انباری آن‌ها را کاهش می‌دهد. در نتیجه، تخلیه اتیلن از فضای بسته‌بندی، روند پیری را کند و عمر انباری را طولانی‌تر خواهد کرد (اوزدمیر و فلوروس ۲۰۰۴). بنابراین، یافتن روش‌هایی برای بازاری‌سازی زردآلو که فرآیند رسیدگی میوه را کندتر نماید، برای بهبود وضعیت بازاری‌سازی آن کاملاً ضروری می‌باشد (پرتل و همکاران ۲۰۰۰). استفاده از مواد بسته‌بندی مناسب و روش‌های به حداقل رساندن ضایعات و تهیه محصولات غذایی سالم و با ایمنی بیشتر، همواره مورد توجه تولیدکنندگان بوده است. انواع فن‌آوری‌های بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته برای دستیابی به کیفیت بهتر و سالم مواد غذایی توسعه یافته است. این فن‌آوری‌ها، افق‌ها و فرصت‌های جدیدی در بسته‌بندی مواد غذایی ایجاد کرده‌اند. از جمله این فن‌آوری‌ها می‌توان استفاده از جاذب‌های اکسیژن، بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته (MAP)، استفاده از جاذب‌های اتیلنی و نشرکننده‌های کربن دی‌اکسید، جاذب‌های بوهای نامطبوع، استفاده از ضد میکروب‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها، سیستم‌های بسته‌بندی هوشمند نظیر نشان‌گر گازها، نشان‌گر رسیدگی یا تازگی ماده غذایی را نام برد (پاساد و کوچار ۲۰۱۴).

جاذب‌ها برای حذف ترکیبات نامطلوب از محیط داخلی بسته‌بندی طراحی شده‌اند. اتمسفر داخلی بسته‌بندی به طور فعال توسط موادی که گازها را جذب می‌کنند، کنترل می‌شود. مهاجرت مواد بین جاذب و محصول مورد نظر اتفاق نمی‌افتد که مزیت نسبی استفاده از جاذب‌ها محسوب می‌شود. اما در نهایت، جاذب باعث افزایش ماندگاری ماده غذایی خواهد شد (ویروا و بارسکا ۲۰۱۷). جاذب‌های اتیلنی در حذف غلظت‌های اتیلن از فضای بسته‌بندی موثر هستند. بند دوگانه موجود در اتیلن‌گازی باعث شده است که اتیلن ترکیب خیلی واکنش‌گری باشد که با روش‌های گوناگونی می‌توان آن را تغییر داد یا

<sup>3</sup>. Modified atmosphere packaging

<sup>1</sup>. Climacteric

<sup>2</sup>. Growth-simulating

۱۶۰ روز بر روی سیب، رقم فوجی بررسی کرد. محتوای اتیلنی بسته‌بندی دارای جاذب اتیلنی به طور معنی‌داری کاهش یافت. تیمار دما و جاذب اتیلنی موثرترین روش برای افزایش عمر انباری و کیفیت مطلوب بود.

در تحقیقی، یک سیستم جاذب اتیلنی مشتمل بر کربن فعال و پالادیوم‌کلراید (Pdci) به عنوان کاتالیست، استفاده شد. استفاده از این سیستم، فرایند نرم‌شدگی در کیوی و موز را به حداقل رساند و تجزیه کلروفیل در برگ‌های اسفناج نگهداری شده در  $20^{\circ}\text{C}$  را کاهش داد (اوزدمیر و فلوروس ۲۰۰۴).

ایشاق و همکاران (۲۰۰۹) از جاذب اتیلنی پتاسیم پرمنگنات بر روی زردآلوی بسته‌بندی شده در پلی‌اتیلن در دماهای  $20-30^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی ۶۳-۶۰٪ استفاده کردند. بعد از ۱۰ روز مشاهده کردند که روند کاهش وزن، کاهش محتوای ویتامین C، کاهش TSS و افزایش pH کندتر شد.

سردابی و همکاران (۲۰۱۴) از سیستم جاذب اتیلنی پتاسیم پرمنگنات پوشش داده شده با زئولیت بر روی سیب، رقم گلدن در دمای  $0^{\circ}\text{C}$  و نگهداری شده به مدت پنج ماه استفاده کردند. نتایج نشان داد که این سیستم جاذب منجر به کند شدن افزایش pH، کاهش TSS و به تاخیر اندازی کاهش سفتی شد.

علی و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر مواد بسته‌بندی مختلف و جاذب اتیلنی پتاسیم پرمنگنات را بر روی ویژگی‌های بیوشیمیایی و فعالیت آنزیمی و آنتی‌اکسیدانی زردآلو، رقم حبی در دمای محیط را بررسی کردند. از فیلم‌های پلی‌اتیلنی سوراخ‌دار با دانسیته‌های کم، متوسط و زیاد همراه با کاغذ و پتاسیم پرمنگنات نشانه در عمق اسفنج استفاده شد. حداکثر کیفیت از نظر ویژگی‌های بیوشیمیایی و فعالیت‌های آنزیمی و آنتی‌اکسیدانی در پلی‌اتیلن با دانسیته کم مشاهده شد. زردآلوه‌های برداشت شده در مرحله بلوغ تجاری و بسته‌بندی شده در پلی‌اتیلن با دانسیته کم دارای جاذب اتیلنی پتاسیم پرمنگنات

تجزیه کرد (گایکواد و همکاران ۲۰۲۰). جاذب‌های اتیلنی می‌توانند به روش‌های شیمیایی یا فیزیکی اتیلن را جذب و حذف کنند (یلدریم و همکاران ۲۰۱۸). در این روش‌ها، از ظرفیت برخی مواد یا تیمارها برای اکسیداسیون، تجزیه یا جذب گاز اتیلن با استفاده از مکانیسم‌های متفاوت استفاده می‌شود. به عنوان مثال، پتاسیم پرمنگنات یک ماده اکسیدکننده با طیف گسترده است و به طریق شیمیایی و با اکسیداسیون اتیلن به اتیلن‌گلیکول یا اکسیداسیون اتیلن به کربن دی‌اکسید و آب آن را حذف می‌کند. اما، برخی جاذب‌ها مانند کربن فعال، زئولیت و بنتونیت با جذب اتیلن به صورت فیزیکی اقدام به حذف آن می‌کنند (آلوارز-هرناندز و همکاران ۲۰۲۰ و گایکواد و همکاران ۲۰۲۰).

جاذب‌های اتیلنی به چند دسته تقسیم می‌شوند. رس‌های طبیعی (زئولیت و بنتونیت)، اکسیدکننده‌های کاتالیتیک (پتاسیم پرمنگنات، پتاسیم دی‌کرومات و پالادیوم)، جاذب‌های قابل احیاء (پروپیلن‌گلیکول و گزین‌گلیکول)، دی‌ان‌ها و تری‌ان‌های کاهش‌دهنده‌ی الکترون<sup>۱</sup> (بنزن و پریدین) و سایر جاذب‌ها (کربن فعال، سیلیکاژل و آلومنیوم‌اکسید) (گایکواد و همکاران ۲۰۲۰).

بر اساس داده‌های موجود تقریباً ۵۰ سال است که از پتاسیم پرمنگنات در سیستم‌های بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود و تا سال ۲۰۱۹ حدود ۷۰ مطالعه علمی برای ارزیابی علمی تاثیر آن بر کیفیت مواد غذایی به ویژه در مورد میوه‌های فرازگرا صورت گرفته است.

جاذب‌های اتیلنی در افزایش ماندگاری میوه‌های فرازگرایی مانند زردآلو، سیب، موز، مانگو، خیار، کیوی، گوجه‌فرنگی، آووکادو، خرمالو و سبزی‌هایی مانند هویج، سیب‌زمینی و مارچوبه به‌کار برده شده‌اند (اوزدمیر و فلوروس ۲۰۰۴ و یلدریم و همکاران ۲۰۱۸).

کیم (۱۹۹۷) در تحقیقی، اثر تیمارهای حرارت ( $38^{\circ}\text{C}$ )، اشعه ماوراء بنفش (U.V)، موم و جاذب اتیلنی قبل از دربندی بسته در فیلم پلی‌اتیلنی و انبار  $1-2^{\circ}\text{C}$  به مدت

<sup>۱</sup>.Electron-deficient

آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی تهیه شدند. جاذب‌های اتیلنی بنتونیت، کربن فعال و پتاسیم پرمنگنات از فروشگاه‌های محلی تهیه شدند. خرده کاه به وسیله دستگاه خرد کن تهیه شد. برای پوشش بسته‌بندی از فیلم پلی‌اتیلن با دانسیته کم (LDPE) استفاده شد. پس از بسته‌بندی، زردآلوه‌ها در دمای  $1^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی ۹۰٪ به مدت ۱۶ روز نگهداری شدند. هر چهار روز آزمون‌های لازم بر روی ارقام زردآلو انجام گرفت.

آزمون مواد جامد محلول کل (TSS): اندازه‌گیری TSS با استفاده از رفراکتومتر دیجیتالی پرتابل (میلواکی)<sup>۴</sup> ساخت چین انجام شد.

آزمون pH: از pH متر دیجیتالی (متروهم مدل ۶۹۱، ساخت سوئیس) - استفاده شد.

آزمون سفتی بافت: برای اندازه‌گیری سفتی میوه از بافت‌سنج<sup>۵</sup> مدل لاترون<sup>۶</sup> با دقت ۰/۱ ساخت تایوان استفاده شد. پروب استنلیس استیل با قطر ۳ میلی‌متر جهت آزمون سفتی مورد استفاده قرار گرفت.

ترازوی مورد استفاده، ترازوی آزمایشگاهی مدل سارتوریوس<sup>۶</sup> با دقت ۰/۱ بود.

### تجزیه و تحلیل آماری

طرح آماری مورد استفاده در این تحقیق، طرح فاکتوریل بر پایه‌ی طرح کامل تصادفی با سه تکرار بود. فاکتور اول شامل ارقام زردآلو (آبیاتان ۹۰، مراغه‌ای ۹۰، عسگرآباد و قرمز شاهرود)، فاکتور دوم شامل جاذب‌های اتیلنی (بنتونیت، کربن فعال، پتاسیم پرمنگنات، خرده‌های کاه و بسته‌بندی بدون جاذب) و فاکتور سوم شامل زمان (روز چهارم، روز هشتم، روز دوازدهم و روز شانزدهم) بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SPSS 16 و برای مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

به طور موفقیت‌آمیزی به مدت دو هفته در دمای محیط نگهداری شد.

منصور بهمنی و همکاران (۲۰۱۸) از سیستم جاذب اتیلنی پتاسیم پرمنگنات نشانده بر روی بنتونیت و ژئولیت در مورد گوجه‌فرنگی، رقم والورو استفاده کردند. بسته‌ها در دمای  $7^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی ۹۰٪ به مدت ۳۵ روز نگهداری شدند. استفاده از سیستم جاذب اتیلنی منجر به کاهش غلظت اتیلن، به تاخیر اندازی نرم‌شدگی، کندتر شدن کاهش ویتامین C و افزایش محتوای لیکوپن شد.

آلوارز-هرناندز و همکاران (۲۰۲۰) جاذب اتیلنی پتاسیم پرمنگنات بر پایه سپیولیت را در نگهداری زردآلو، رقم میرلونارنجا در ترکیب با اتمسفر تغییر یافته (MAP) در دمای  $2^{\circ}\text{C}$  و شرایط بسته‌بندی هوا در دمای  $15^{\circ}\text{C}$  بررسی کردند. نتایج نشان داد که حذف اتیلن منجر به کند شدن از دست دادن وزن، کند شدن تغییرات TSS شد. ویژگی‌های حسی و کیفیت خوب میوه در مدت انبارداری در  $2^{\circ}\text{C}$  به مدت ۳۶ روز و در  $15^{\circ}\text{C}$  به مدت ۱۴ روز حفظ شد. در نهایت، استفاده از جاذب اتیلنی فرآیند رسیدگی میوه‌های رسیده را به تاخیر انداخت.

در این تحقیق، علاوه بر جاذب‌های اتیلنی که عموماً استفاده شده و یا تحقیقاتی بر روی آن‌ها صورت گرفته است، مانند بنتونیت، کربن فعال و پتاسیم پرمنگنات، برای اولین بار خرده‌های کاه به کار برده شد. از زمان‌های قدیم از کاه در نگهداری میوه‌هایی نظیر انگور و هندوانه در نواحی روستایی ایران استفاده می‌شده است. بنابراین، در این تحقیق از ظرفیت کاه در نگهداری میوه‌ها، برای نگهداری زردآلو استفاده شد.

### مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده در این پروژه شامل زردآلو با ارقام آبیاتان ۹۰، مراغه‌ای ۹۰، عسگرآباد و قرمز شاهرود بود که از ایستگاه تحقیقاتی باغبانی سهند، مرکز تحقیقات و

4. Texture analyzer

5. Lutron

6. Sartorius

1. Total soluble solid

2. Milwaukee

3. Metrohm

## نتایج و بحث

### بررسی مواد جامد محلول کل (TSS)

با توجه به نتایج به دست آمده، میزان TSS تحت تاثیر رقم و نوع تیمار (جاذب‌های اتیلنی) بود. تاثیر رقم بر صفت TSS در شکل یک نشان داد که رقم مراغه‌ای ۹۰ بالاترین میزان TSS و رقم آبیاتان ۹۰ پایین‌ترین میزان TSS را نسبت به سایر ارقام داشتند.

TSS بیان‌گر وجود ریز مولکول‌هایی مانند گلوکز، فروکتوز، مالتوز و برخی اسیدهای آلی می‌باشد. با افزایش مدت زمان نگهداری میوه‌ها، مقادیر TSS نیز افزایش می‌یابد، چون درشت مولکول‌هایی مانند نشاسته به ریز مولکول‌هایی مانند گلوکز، مالتوز و دکسترین‌ها تبدیل می‌شود و همچنین رطوبت محصول نیز کاهش می‌یابد که منجر به افزایش مواد جامد محلول می‌شود. اما در دمای پایین این افزایش کند است، چون در دماهای پایین فعالیت فیزیولوژیکی میوه نیز کند می‌شود (راحی ۱۳۷۳).

رقم مراغه‌ای ۹۰ به دلیل میزان بالای TSS جزء ارقام خشکباری (صنعتی) است و جهت تولید برگه یا قیسی استفاده می‌شود و رقم عسگرآباد هم مصرف خشکباری و هم مصرف تازه‌خوری دارد، ولی بیشتر جهت تهیه برگه و قیسی استفاده می‌شود (دژم‌پور و رهنمون ۱۳۸۸). ارقام آبیاتان ۹۰ و قرمز شاهرود مصارف تازه‌خوری دارند (حکیمی ۱۳۷۵).

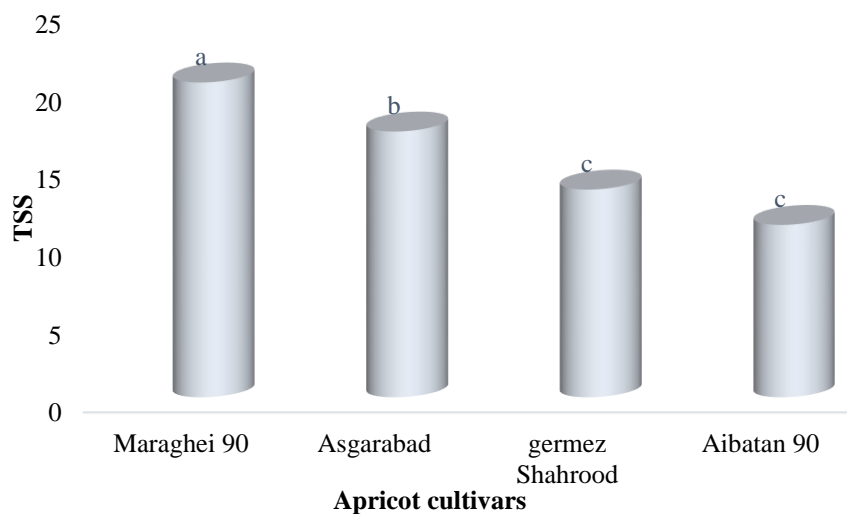
شکل دو نشان داد که تیمار بسته‌بندی بدون جاذب اتیلنی بیشترین تاثیر و تیمارهای دارای جاذب اتیلنی پتاسیم پرمنگنات و کربن فعال کمترین تاثیر را بر افزایش میزان TSS دارا بودند.

تیمارهایی که شامل انواع جاذب‌های اتیلنی هستند، در عین حال می‌توانند رطوبت محصول را هم جذب کنند که منجر به کاهش رطوبت محصول می‌گردند و از این راه، باعث افزایش مواد جامد محلول خواهند شد. بنتونیت

تمایل به جذب رطوبت داشته و قادر است آب را بدون اینکه تغییری در ساختار بلورین و ویژگی جذب رطوبت خود ایجاد کند، جذب کند (یلدریم و همکاران ۲۰۱۸). به نظر می‌رسد که تیمار بنتونیت از این طریق باعث افزایش TSS ارقام زردآلو شد. در نهایت، تاثیر جاذب‌های اتیلنی بر صفت TSS طبق داده‌های این پژوهش، کم بود. پژوهش‌گران نظرات متفاوتی در ارتباط با تاثیر جاذب‌های اتیلنی بر صفت TSS بیان کرده‌اند. والدس و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهشی تاثیر جاذب‌های اتیلنی بر خصوصیات کیفی زردآلو، ارقام مدستو و پاترسون طی انبارداری را بررسی کردند. نتایج حاصل نشان داد که TSS تحت تاثیر اتیلن قرار نگرفت و حذف اتیلن تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت. پالو و کریسوستو (۲۰۰۳) گزارش دادند که وجود و میزان پتاسیم پرمنگنات هیچ تاثیری بر TSS زردآلو ارقام پاترسون و کسلبرایت نداشت. به عبارت دیگر، وجود و عدم وجود جاذب‌های اتیلنی بر صفت TSS تاثیری نخواهد گذاشت. در نقطه مقابل، ژو و همکاران (۲۰۰۶) در مورد هلو و برگولی و همکاران (۲۰۰۵) در مورد شلیل گزارش دادند که وجود یا عدم وجود اتیلن، بر صفت TSS موثر بود.

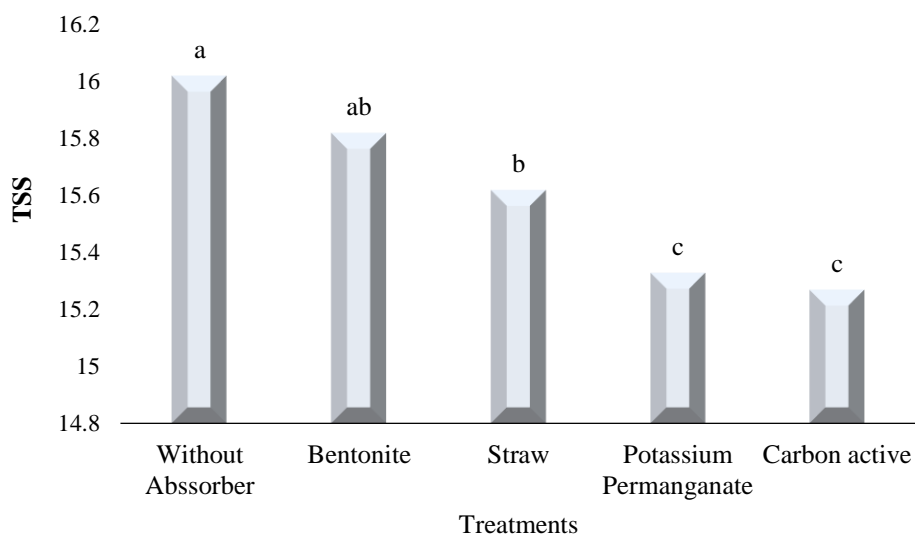
### بررسی pH در تیمارهای مختلف

مطابق با شکل سه، رقم مراغه‌ای ۹۰ بالاترین و رقم آبیاتان ۹۰ کمترین میزان pH را نشان دادند. همان‌طور که در شکل چهار مشاهده می‌شود pH نمونه‌ها با افزایش مدت زمان نگهداری روند صعودی داشت. معمولاً اسیدهای آلی، به هنگام رسیدگی میوه در اثر تنفس و یا تبدیل شدن به قندها، کاهش می‌یابند. اسیدها را می‌توان به عنوان منبع اندوخته انرژی میوه به شمار آورد. بنابراین، می‌توان انتظار داشت طی مراحل رسیدگی و با افزایش فعالیت‌های سوخت و سازی در طول زمان، pH افزایش یابد (راحی ۱۳۷۳).



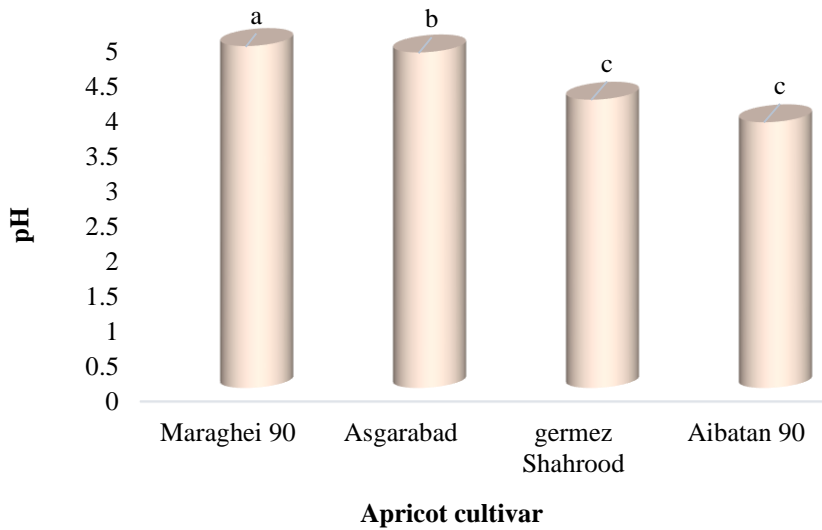
شکل ۱- اثر نوع رقم بر صفت کل مواد جامد محلول

Figure 1- The effect of variety on Total Soluble Solid (TSS) ( $P < 0.05$ )

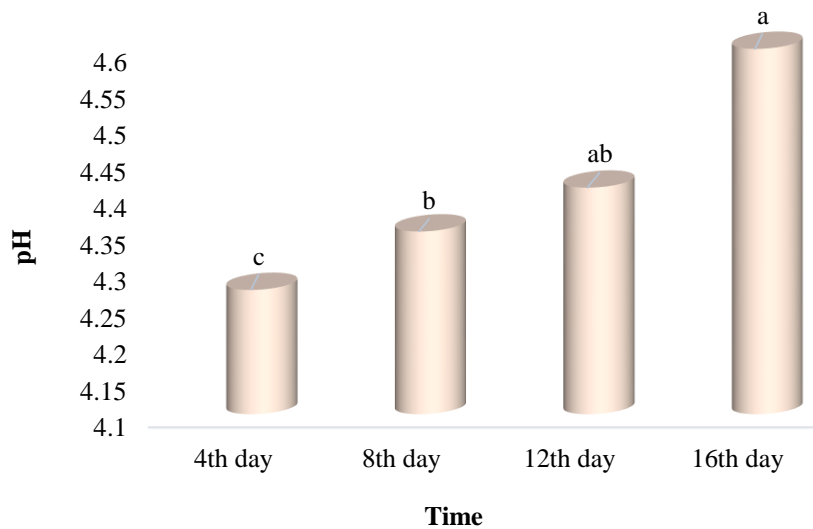


شکل ۲- اثر جاذب‌های اتیلنی بر صفت کل مواد جامد محلول

Figure 2- The effect of ethylene absorber on Total Soluble Solid (TSS) ( $P < 0.05$ )



شکل ۳- اثر نوع رقم بر صفت pH  
**Figure 3- The effect of variety on pH (P< 0.05)**



شکل ۴- اثر زمان بر صفت pH  
**Figure 4- The effect of time on pH (P< 0.05)**

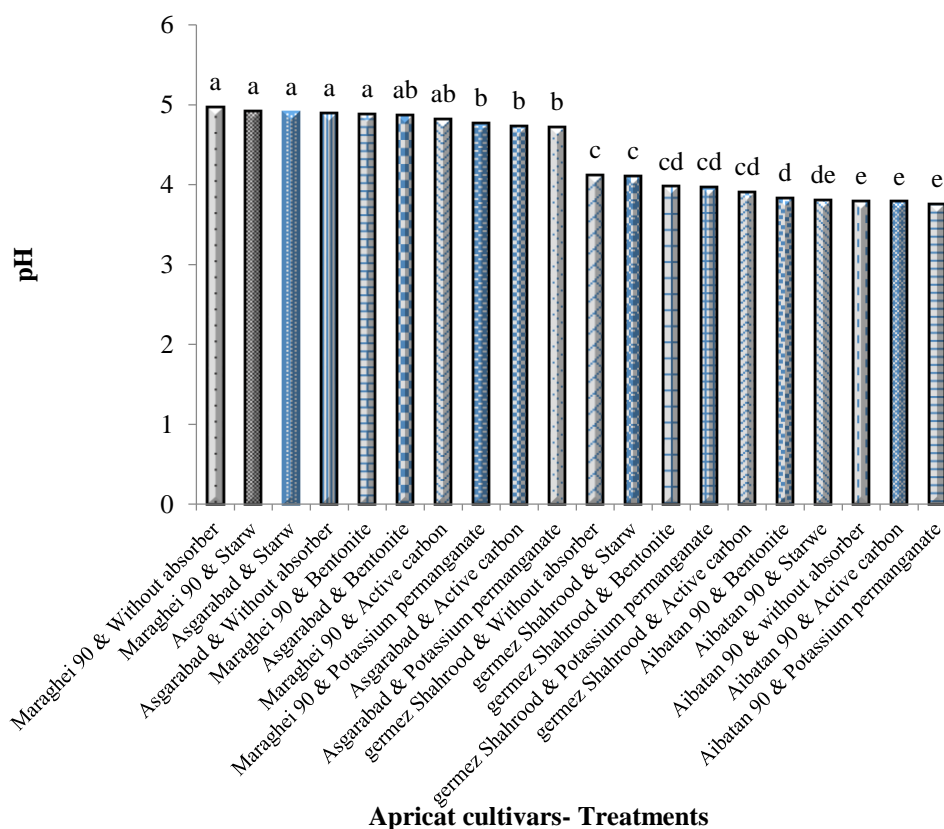
در مورد صفت pH هم مانند صفت TSS نظرات متفاوتی توسط محققین ارائه شده است. در مجموع، طبق نظر پژوهش‌گران تاثیر جاذب‌های اتیلنی بر صفت pH جزئی می‌باشد.

در شکل پنج، رقم مراغه‌ای ۹۰ با بسته‌بندی بدون جاذب اتیلنی بیشترین افزایش pH و رقم آبیاتان ۹۰ با جاذب اتیلنی پتاسیم پرمنگنات کمترین افزایش در pH را نشان دادند. طبق این نتایج، جاذب‌های اتیلنی در مورد صفت pH یا تاثیری نداشتند یا تاثیرشان در حد بسیار کم بود.

تیمار بدون جاذب اتیلنی برابر با ۶/۴۲ و در حضور جاذب اتیلنی برابر با ۶/۱۴ بعد از ۳۶ روز بود. pH شلیل به طور معنی‌داری تحت تاثیر شرایط نگهداری در این مدت زمان قرار نگرفت. در مورد سایر میوه‌های فرازگرا مانند کیوی (رامین و همکاران ۲۰۱۰)، گوجه‌فرنگی (سالامانکا و همکاران ۲۰۱۸) و موز (تورکی و همکاران ۲۰۱۴) هم نتایج مشابه با زردآلو گزارش شده است.

ایشاق و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که استفاده از پتاسیم پرمنگنات باعث کند شدن کاهش TSS و کند شدن افزایش pH در میوه‌ی زردآلو شد.

عمادپور و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند که تاثیر پتاسیم پرمنگنات پوشش داده شده بر روی نانو ذرات زئولیت بر تغییرات pH میوه‌های هلو و شلیل کم بود. با وجود این، اختلاف معنی‌دار pH هلوئی نگهداری شده در



شکل ۵- اثر متقابل رقم و جاذب اتیلنی بر صفت pH

Figure 5- The effect of variety and ethylene absorber on pH (P< 0.05)

(جدول شماره ۴) مشاهده شد که رقم مراغه‌ای ۹۰- روزهای چهارم و هشتم، بافت سفت‌تری نسبت به سایر تیمارها داشتند. رقم قرمز شاهرود- روز شانزدهم، دارای کمترین سفتی بافت بود. سفتی میوه یکی از اولین نشان‌گرهای تازگی میوه است. شناخت از تغییرات در سفتی میوه و درک از ساختمان دیواره سلولی در میوه‌های بالغ و آنزیم‌های تغییر دهنده

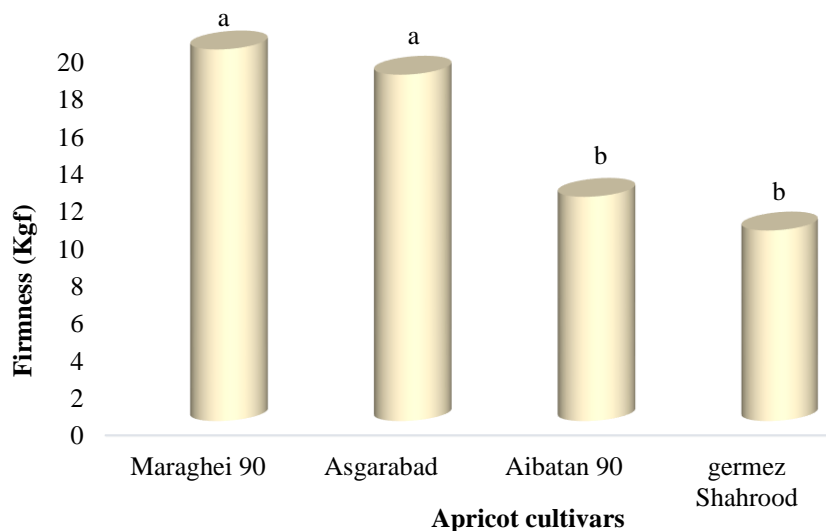
بررسی سفتی زردآلو در تیمارهای مختلف نتایج به‌دست آمده در مورد صفت سفتی نشان داد که این صفت تحت تاثیر رقم، زمان و جاذب اتیلنی بود. مطابق شکل شش، رقم مراغه‌ای ۹۰ سفت‌ترین و رقم قرمز شاهرود نرم‌ترین بافت را دارا بودند. شکل هفت، نشان داد که با افزایش مدت زمان نگهداری، صفت سفتی روند نزولی داشت. در بررسی اثر رقم- زمان بر صفت سفتی



پکتین‌ها در تیغه میانی دیواره سلولی نسبت داده می‌شود (فمینا و همکاران ۱۹۹۸).

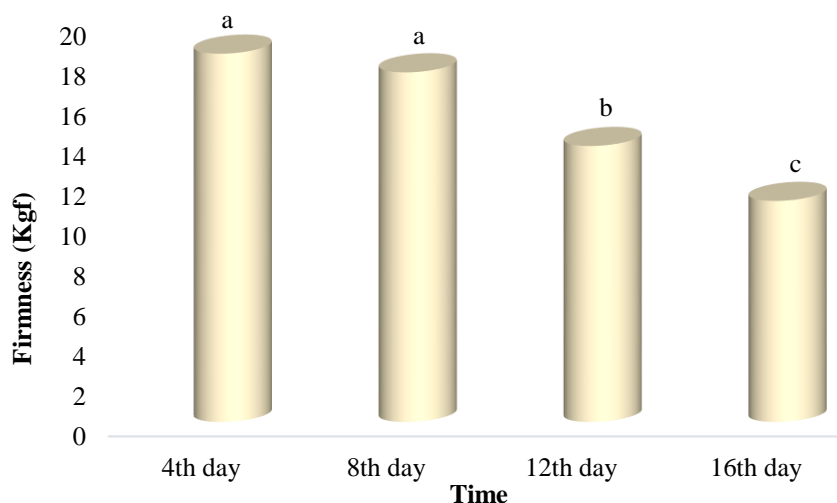
فمنیا و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که در مراحل اولیه رسیدگی میوه زردآلو نسبت قابل توجهی از پلی‌ساکاریدهای پکتینی در کربنات کلسیم قابل حل بوده ولی همین پلی‌ساکاریدها در مراحل بعدی رسیدگی و بلوغ میوه در آب قابل حل بوده‌اند. در طول دوره رسیدگی میوه زردآلو، میزان گالاکتوز و اورونیک‌اسید در عصاره میوه کاهش یافت در حالی‌که مقادیر آرابینوز افزایش یافت. توانایی پلی‌ساکاریدهای پکتینی به اتصال با سایر حلال‌ها در طول دوره رسیدگی میوه‌ی زردآلو از طریق افزایش کلی در مقادیر  $\text{Na}^+$  و  $\text{K}^+$  در باقیمانده‌های غیر قابل حل در الکل می‌باشد که این روند با کاهش در مقادیر  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$  همراه است. در فرآیند رسیدگی میوه، کاهش مقادیر پکتیک گالاکتان‌ها و بازدارندگی از اتصال عرضی پکتین ممکن است با نرم شدن میوه در ارتباط باشد.

پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی لازم است. تغییر در یکپارچگی و اتصال عرضی پلی‌ساکاریدهای پکتینی در فرآیند رسیدگی میوه اتفاق می‌افتد. بیشتر تغییرات گزارش شده در یکپارچگی دیواره سلولی همراه با افزایش در پلی‌ساکاریدهای پکتینی محلول در آب می‌باشد که معمولاً با کاهش کلی در مقادیر گالاکتوز، آرابینوز و اورونیک‌اسید همراه است. همچنین، مشاهده شده است که پکتین‌های محلول تا اندازه‌ای دپلمریزه شده و میانگین وزن مولکولی آن‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. مسیر به وجود آمدن این تغییرات در بین گونه‌های گیاهی ممکن است متفاوت باشد و می‌تواند به ترکیب دیواره سلولی و نیز توانایی میوه‌ها به ادامه سنتز دیواره سلولی، تولید آنزیم‌های هیدرولیتیک و وضعیت نسبی یون‌ها به pH در آپوپلاست مربوط باشد. تغییر در پکتین‌ها در طول دوره رسیدگی میوه به نرم شدن بافت میوه و کاهش سفتی میوه منجر می‌شود. این فرآیند به قابلیت انحلال و هیدرولیز شدن



شکل ۶- اثر نوع رقم بر صفت سفتی

Figure 6- The effect of variety on firmness ( $P < 0.05$ )



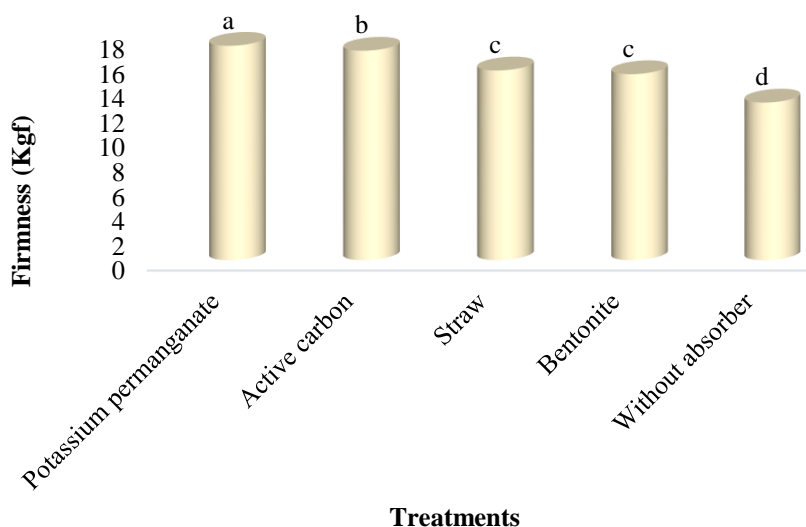
شکل ۷- اثر زمان بر صفت سفتی

Figure 7- The effect of time on firmness ( $P < 0.05$ )

گرانول‌های نانو جاذب به طور موثری فرایند نرم‌شدگی بافت را کاهش داد (عمادپور و همکاران ۲۰۱۵). والدس و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که سفتی میوه وابسته به میزان اتیلن می‌باشد و سفتی میوه به‌طور پیش‌رونده‌ای با افزایش اتیلن، کاهش می‌یابد و استفاده از جاذب‌های اتیلنی این نرم‌شدگی میوه‌های فرازگرا را به تاخیر می‌اندازد. در مورد سایر میوه‌های فرازگرا مانند سیب (سردابی و همکاران ۲۰۱۴)، آووکادو (کارثا و همکاران ۲۰۱۰)، موز (تیرگار و همکاران ۲۰۱۸)، بلوبری (وانگ و همکاران ۲۰۱۸) و خرما (مرتضوی و همکاران ۲۰۱۵) نیز نتایج مشابهی به‌دست آمده است.

بر اساس داده‌های شکل هشت، میوه‌های زردآلوی تیمار شده با جاذب‌های اتیلنی پتاسیم پرمنگنات و کربن فعال بیشترین سفتی را نشان دادند و تاثیر گاه و بنتونیت بر سفتی میوه با همدیگر تفاوت معنی‌دار نشان ندادند. استفاده از تیمارهای جاذب اتیلنی باعث ماندگاری بیشتر میوه‌های زردآلو فارغ از نوع رقم شد.

جاذب اتیلنی پتاسیم پرمنگنات بسته به نوع محصول و حتی رقم، اثرات متفاوتی از خود نشان می‌دهد. به طور کلی، این جاذب می‌تواند رسیدگی و فرآیندهای مرتبط با آن مانند تجزیه‌ی کلروفیل و رنگ، کاهش وزن و سفتی را به تاخیر اندازد (آلوارز-هرناندز و همکاران ۲۰۱۹). میوه‌های کلایمکتیک مانند شلیل و هلو به از دست دادن سفتی با افزایش تولید اتیلن حساس هستند. استفاده از



شکل ۸- اثر جاذب‌های اتیلنی بر سفتی

Figure 8- The effect of ethylene absorber on firmness ( $P < 0.05$ )

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و زمان نگهداری بر صفت سفتی با استفاده از آزمون دانکن ( $P < 0.05$ )

Table 4- Comparison of mean interaction of cultivar and storage time on stiffness using Duncan test ( $P < 0.05$ )

	Result (Kgf)	Variety & time
a	22.63	Maraghei 90 & 8 <sup>th</sup>
a	22.23	Maraghei 90 & 4 <sup>th</sup>
b	19.47	Asgarabad & 4 <sup>th</sup>
bc	18.93	Maraghei 90 & 12 <sup>th</sup>
bc	18.42	Asgarabad & 8 <sup>th</sup>
bc	18.19	Asgarabad & 12 <sup>th</sup>
bc	18.13	Asgarabad & 16 <sup>th</sup>
cd	17.10	Aibatan 90 & 4 <sup>th</sup>
de	15.82	Maraghei 90 & 16 <sup>th</sup>
ef	15.09	Aibatan 90 & 8 <sup>th</sup>
ef	14.72	Germez shahrood & 4 <sup>th</sup>
f	13.69	Germez shahrood & 8 <sup>th</sup>
g	9.25	Aibatan 90 & 12 <sup>th</sup>
g	8.8	Germez shahrood & 12 <sup>th</sup>
h	6.64	Aibatan 90 & 16 <sup>th</sup>
i	3.67	Germez shahrood & 16 <sup>th</sup>

a: The maximum amount

i: The minimum amount

جاذب‌های اتیلنی بر روی صفات TSS و pH تاثیر نداشتند و یا تاثیر جزئی نشان دادند. صفت سفتی تحت تاثیر رقم زردآلو، جاذب اتیلنی و زمان بود. با افزایش زمان، میزان سفتی کاهش یافت و جاذب‌های اتیلنی فارغ از نوع رقم باعث کاهش نرم‌شدگی شدند. بیشترین تاثیر بر سفتی میوه را پتاسیم پرمنگنات نشان داد و موجب افزایش

### نتیجه‌گیری

ارقام صنعتی (خشکباری) مراغه‌ای ۹۰ و عسگرآباد قابلیت ماندگاری بیشتری نسبت به ارقام تازه‌خوری قرمز شاهرود و آیباتان ۹۰ داشتند. ارقام صنعتی به دلیل TSS بیشتر و به تبع آن مواد قندی بیشتر نسبت به ارقام تازه‌خوری، قابلیت ماندگاری بیشتری نشان دادند.

نظر نشان نداد. ظرفیت نگهدارندگی کاه در مورد میوه زردآلو پایین بود و تاثیر جزئی در نگهداری میوه زردآلو نشان داد. اما، می‌توان از پتانسیل کاه برای استفاده در نگهداری زردآلو استفاده کرد که نیاز به تحقیقات بیشتر را می‌طلبد.

ماندگاری زردآلو نسبت به سایر جاذب‌های اتیلنی شد. رقم مراغه‌ای ۹۰ برای افزایش ماندگاری نیاز به استفاده از جاذب اتیلنی نداشت، چون به دلیل مواد قندی زیاد ذاتاً ماندگاری بالایی داشت. تاثیر بنتونیت به عنوان جاذب اتیلنی بر خلاف انتظار بود و تاثیر زیادی بر صفات مورد

#### منابع مورد استفاده

- احمدی ک، قلی‌زاده ح، عباد زاده ح، حاتمی ف، حسین‌پور ر، عبد شاه ه، رضایی م و فضل‌ی استبرق م، ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۵ جلد سوم. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات.
- راحی م، ۱۳۷۳. فیزیولوژی پس از برداشت مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه و سبزی‌ها (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز.
- حکیمی ج، ۱۳۷۵. پرورش درختان زردآلو، آلو و گوجه. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه.
- سلیمانی ج و مظفری م، ۱۳۹۹. افزایش انبارمانی زردآلو رقم قرمز شاهرود با استفاده از اتمسفر تغییر یافته. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۳۰(۳)، ۷۶-۶۵.
- دژم‌پور ج و رهنمون ح، ۱۳۸۸. خصوصیات میوه واریته‌های زردآلوی موجود در ایران. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج و آموزش، نشر آموزش کشاورزی.
- محمدی م، صیدی م، رجایی م و لک و، ۱۳۹۶. تاثیر عصاره بید و پوشش سلوفان بر کنترل عوامل بیماریزا و ویژگی‌های کیفی میوه زردآلو طی انبارمانی. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۷(۴)، ۶۰-۴۹.
- Ali S, Masud T, Ali A, Abbasi KS and Hussain S, 2015. Influence of packaging material and ethylene scavenger on biochemical composition and enzyme activity of apricot cv. Habi at ambient storage. *Food Science and Quality Management* 35:73-82.
- Álvarez-Hernández MH, Artés-Hernández F, Ávalos-Belmontes F, Castillo-Campohermoso MA, Contreras-Esquivel JC, Ventura-Sobrevilla JM and Martínez-Hernández GB, 2018. Current scenario of adsorbent materials used in ethylene scavenging systems to extend fruit and vegetable postharvest life. *Food and bioprocess technology* 11(3):511-525.
- Álvarez-Hernández MH, Martínez-Hernández GB, Avalos-Belmontes F, Castillo-Campohermoso MA, Contreras-Esquivel JC and Artés-Hernández F, 2019. Potassium permanganate-based ethylene scavengers for fresh horticultural produce as an active packaging. *Food Engineering Reviews* 11(3):159-183.
- Álvarez-Hernández MH, Martínez-Hernández GB, Avalos-Belmontes F, Miranda-Molina FD and Artés-Hernández F, 2020. Postharvest quality retention of apricots by using a novel sepiolite-loaded potassium permanganate ethylene scavenger. *Postharvest Biology and Technology* 160:111061.
- Bregoli AM, Ziosi V, Biondi S, Rasori A, Ciccioni M, Costa G and Torrigiani P, 2005. Postharvest 1-methylcyclopropene application in ripening control of 'Stark Red Gold' nectarines: Temperature-dependent effects on ethylene production and biosynthetic gene expression, fruit quality, and polyamine levels. *Postharvest Biology and Technology* 37(2):111-121.
- Corrêa P, Resende O and Ribeiro DM, 2010. Ethylene absorption analysis in the modified atmosphere composition during the 'Hass' avocado conservation under different temperatures. Pp 317-322. *Acta horticulturae* 864, III International symposium on tropical and subtropical fruits. Fortaleza, Ceara, Brazil.
- Emadpour M, Ghareyazie B, Kalaj YR, Entesari M and Bouzari N, 2015. Effect of the potassium permanganate coated zeolite nanoparticles on the quality characteristic and shelf life of peach and nectarine. *International Journal of Agricultural Technology* 11(5):1263-1273.
- Femenia A, Sánchez ES, Simal S and Rosselló C, 1998. Developmental and ripening-related effects on the cell wall of apricot (*Prunus armeniaca*) fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 77(4):487-493.

- Gaikwad KK, Singh S and Negi YS, 2020. Ethylene scavengers for active packaging of fresh food produce. *Environmental Chemistry Letters*: 1-16.
- Ishaq S, Rathore HA, Masud T and Ali S, 2009. Influence of postharvest calcium chloride application, ethylene absorbent and modified atmosphere on quality characteristics and shelf life of apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit during storage. *Pak J Nutr* 8(6):861-865.
- Kim C, 1997. Influence of heat, ultraviolet and ethylene absorber treatments on storage life in 'Fuji' apples. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* 38(2):153-156.
- Mansourbahmani S, Ghareyazie B, Zarinnia V, Kalatejari S and Mohammadi RS, 2018. Study on the efficiency of ethylene scavengers on the maintenance of postharvest quality of tomato fruit. *Journal of Food Measurement and Characterization* 12(2):691-701.
- Martinez-Romero D, Bailen G, Serrano M, Guillén F, Valverde JM, Zapata P, Castillo S and Valero D, 2007. Tools to maintain postharvest fruit and vegetable quality through the inhibition of ethylene action: a review. *Critical reviews in food science and nutrition* 47(6):543-560.
- Meltem Ö, Mevlüt G, 2020. Marketing structure of apricot production and analysis of its problems: A case of Mut district in Mersin province. *International Journal of Agriculture Forestry and Life Sciences* 4(1):79-86.
- Mortazavi SMH, Karami Z and Mostaan A, 2015. Use of ethylene scavenger sachet in modified atmosphere packaging to maintain storage stability of khalal date fruit. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation* 5(1):52-63.
- Ozdemir M and Floros JD, 2004. Active food packaging technologies. *Critical reviews in food science and nutrition* 44(3):185-193.
- Palou L and Crisosto C, 2003. Postharvest treatments to reduce the harmful effects of ethylene on apricots. Pp 31-38. *Acta Horticultural* 599, International conference: postharvest unlimited. Leuven, Belgium.
- Prasad P and Kochhar A, 2014. Active packaging in food industry: a review. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 8(5):1-7.
- Preteel M, Souty M and Romojaro F, 2000. Use of passive and active modified atmosphere packaging to prolong the postharvest life of three varieties of apricot (*Prunus armeniaca*, L.). *European Food Research and Technology* 211(3):191-198.
- Ramin AA, Rezaei A and Shams M, 2010. Potassium permanganates and short term hypobaric enhances shelf-life of kiwifruits. Pp 849-852. *Acta Horticulturae* 877, IV International postharvest symposium. Antalya, Turkey.
- Sardabi F, Mohtadina J, Shavakhi F and Jafari AA, 2014. The Effects of 1-Methylcyclopropen (1-MCP) and Potassium Permanganate Coated Zeolite Nanoparticles on Shelf life Extension and Quality Loss of Golden Delicious Apples. *Journal of Food Processing and Preservation* 38(6):2176-2182.
- Tirgar A, Han D and Steckl AJ, 2018. Absorption of ethylene on membranes containing potassium permanganate loaded into alumina-nanoparticle-incorporated alumina/carbon nanofibers. *Journal of agricultural and food chemistry* 66(22):5635-5643.
- Tourky M, Tarabih M and El-Eryan E, 2014. Physiological studies on the marketability of Williams banana fruits. *American Journal of Plant Physiology* 9(1):1-15.
- Valdes HH, Pizarro MM, Campos-Vargas RR, Infante RR and Defilippi B, 2009. Effect of ethylene inhibitors on quality attributes of apricot cv. Modesto and Patterson during storage. *Chilean journal of agricultural research* 69(2):134-144.
- Wang S, Zhou Q, Zhou X, Wei B and Ji S, 2018. The effect of ethylene absorbent treatment on the softening of blueberry fruit. *Food chemistry* 246:286-294.
- Wyrwa J and Barska A, 2017. Innovations in the food packaging market: active packaging. *European Food Research and Technology* 243(10):1681-1692.
- Yildirim S, Röcker B, Pettersen MK, Nilsen-Nygaard J, Ayhan Z, Rutkaite R, Radusin T, Suminska P, Marcos B and Coma V, 2018. Active packaging applications for food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 17(1):165-199.
- Zhu S, Liu M and Zhou J, 2006. Inhibition by nitric oxide of ethylene biosynthesis and lipoxygenase activity in peach fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology* 42(1):41-48.



Journal of Food Research, 2022,32(1):93-108

<https://foodresearch.tabrizu.ac.ir>

OPEN ACCESS

© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

DOI: 10.22034/FR.2021.43965.1784

## Comparison of the storage effect of straw and some ethylene absorbers in apricot fruit packaging

J soleimani\*<sup>1</sup> and M Zarrinbal

Received: January 11, 2021

Accepted: November 2, 2021

<sup>1</sup>Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Education and Research Center, Agricultural, Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran

<sup>2</sup>Assistant Professor, Horticulture and Crops Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Education and Research Center, Agricultural, Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran

\*Corresponding author: Email: [j.soleymani@areeo.ac.ir](mailto:j.soleymani@areeo.ac.ir)

**Introduction:** The annual production of apricots in the world in 2017 amounted to about 4/257/241 tons, and among these, Iran with a production of 239/712 tons, is ranked fifth after Turkey, Uzbekistan, Italy and Algeria. While in 2010, Iran was the second largest apricot producer in the world after Turkey with a production of 388/049 tons of apricots (Meltam and Mevlut 2020). Apricot fruit has different cultivars that are either eaten fresh such as Germez-Shahrood and Aybatan 90 cultivars or like Maraghei 90, Ordoobad, Nasiri and Asgarabad cultivars are processed and then consumed. Apricot is one of the climacteric fruits and produce a lot of ethylene when the fruit ripens. Apricots are very sensitive to the presence of ethylene. In apricot storage space, the presence of very low amounts of ethylene in the range of 0.03 - 0.1  $\mu\text{L/L}$  will damage this fruit (Martinez-Romero et al., 2007). Therefore, evacuation of ethylene from the empty packaging space will slow down the aging process and extend the shelf life of apricot (Ozdemir and Floros 2004). Ethylene absorbers are divided into several categories. Natural clays (Zeolite and Bentonite), catalytic oxidants (Potassium permanganate, Potassium dichromate and Palladium), regenerative absorbers (Propylene glycol and Xylene glycol), electron-deficient dienes or trienes (Benzene and Pyridines) and other absorbers such as Active carbon and Aluminum oxide (Gaikwad et al., 2020). Ethylene absorbers have been used to increase the shelf life of climacteric fruits such as apricot, apple, banana, mango, cucumber, kiwifruit, tomato, avocado, persimmon and vegetables such as carrot, potato, and asparagus (Ozdemir and Floros 2004 and Yildirim et al., 2018). In this study, in addition to ethylene adsorbents such as Bentonite, Active carbon, and Potassium permanganate that were commonly used or researched. Straw was used for the first time as an absorber. From ancient times, straw has been used to store fruits such as grapes and watermelons in rural areas of Iran. Therefore, its use in apricot storage was investigated.

**Materials and methods:** Materials used in this study include: apricots with cultivars of Aybatan 90, Maraghei 90, Asgarabad and Germez-Shahrood. Ethylene absorbers include bentonite, active carbon and potassium permanganate were obtained from local markets. To prepare the straw, wheat stalks were crushed using a shredder. Low density polyethylene (LDPE) film was used to cover the

packaging. After packing, apricots were stored at 1°C and tested every 4 days for 16 days. The evaluated parameters in this study were TSS, pH and firmness.

**Results and discussion:** According to the obtained results, the amount of TSS will be affected by cultivar and type of ethylene absorbers. The result showed that Maraghehei 90 cultivar had the highest TSS and Aibatani 90 cultivar had the lowest TSS compared to other cultivars. The effect of ethylene absorbers on the TSS showed, treatment without ethylene absorber had the greatest effect on TSS and treatments with ethylene absorber of potassium permanganate and active carbon had the least effect on increasing TSS. Finally, the effect of ethylene adsorbers on TSS was small according to the data of this study. Researchers reported that the differing views exist on the effect of ethylene absorbers on the TSS attribute. Valdes et al., (2009) and Palo and Crisosto (2003) stated that TSS will not be affected by ethylene and ethylene removal will not have a significant effect on this trait. In contrast, Zhou et al., (2006) reported peach and Bregoli et al., (2005) reported that the presence or absence of ethylene would affect the TSS trait. Regarding the pH trait, Maraghehei 90 cultivar showed the highest and Aibatani 90 cultivar showed the lowest pH. The pH will increase in relation to increasing of fruit shelf life. Maraghehei 90 cultivar with packaging without ethylene absorber showed the most effect on increasing the pH and Aibatani 90 cultivar with ethylene absorber potassium permanganate showed the least effect on increasing the pH. According to these results, ethylene absorbents had a little or no effect on pH. Researchers have offered different views on the pH attribute as well as the TSS attribute. Overall, the researchers believe that the effect of ethylene absorbers on the pH trait is minor. Ishaq et al., (2009) stated that the use of potassium permanganate slowed the decrease of TSS and decreased the amount of pH in apricot fruits. Emadpour et al., (2015) obtained that the effect of coated potassium permanganate on zeolite nanoparticles on pH changes of peach and nectarine fruits was low. Other fruits such as kiwi (Ramin et al., 2010), tomato (Salamanca et al., 2018) and banana (Tourki et al., 2014) have similar results in comparison with apricot fruits. The results obtained on the firmness property showed that it can be influenced by cultivar, time and ethylene absorber. Maraghehei 90 cultivars had the firmest value and germez-Shahrood cultivar had the softest texture. The result showed that with increasing shelf life, firmness had a decreasing trend. The effect of interaction between cultivar and time on firmness, it was observed that Maraghehei 90 cultivar had a firmer texture on the fourth and eighth days than other treatments. Germez-Shahrood cultivar on the 16<sup>th</sup> day, had the lowest texture firmness. Based on the data, apricot fruits treated with ethylene absorbers of potassium permanganate and carbon active represented the highest firmness and the effect of straw and bentonite on fruit firmness did not show a significant difference. The use of ethylene absorbent treatments resulted in longer shelf life of apricot fruits, regardless of cultivar. Ethylene absorbent for potassium permanganate represents different effects depending on the product and even the cultivar. In general, this absorbent can be delay the processing and related processes of chlorophyll decomposition and color, weight loss and firmness (Alvarez-Hernandez et al. 2019). Climacteric fruits such as nectarines and peaches are sensitive to loss of firmness with increased ethylene production. The use of nano absorbent granules effectively reduced the softening process of tissue (Emadpour et al., 2015). Valdes et al., (2009) reported that fruit firmness is dependent on ethylene content consequently fruit firmness was progressively decreased with increasing ethylene, as well as, the use of ethylene absorbents delays mentioned softening of climacteric fruits. Similar results were obtained for other climacteric fruits such as apple (Sardabi et al., 2014), avocado (Corrêa et al., 2010), banana (Tirgar et al., 2018), blueberry (Wang et al., 2018) and dates (Mortazavi et al., 2015).

**Conclusion:** Industrial cultivars such as Maraghehei 90 and Asgarabad were more durable than fresh-eaten cultivars such as Germez-Shahrood and Aibatani 90. Industrial cultivars showed higher shelf life due to higher TSS and consequently higher sugar content than fresh-eaten cultivars. Ethylene absorbents had little or no effect on TSS and pH. Firmness was influenced by apricot cultivar, ethylene absorber and time. With increasing time, the value of firmness decreased and using ethylene absorbers regardless of cultivar type reduced the softening. Potassium permanganate showed the

greatest effect on fruit firmness and increased the shelf life of apricots compared to other ethylene absorbers. Maraghehei 90 cultivar does not need to use ethylene absorbents to increase its shelf life, because it has an inherently high shelf life due to its high sugar content. Straw has the good potential in order to store apricot fruits, but it requires further research.

**Keywords:** Packaging, Apricot, Shelf life, Straw, Ethylene absorbers