

تأثیر محلول‌های استیک اسید و سدیم دی استات بر رساندن مصنوعی میوه خرمای مضافتی

ابوالفضل گلشن تفتی^{۱*}، نجمه سلیمانی ده دیوان^۲، اصلان عزیزی^۳

۱- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

۲- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

۳- دانشیار بخش تحقیقات مهندسی صنایع غذایی و فناوری‌های پس از برداشت، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۲۲)

چکیده

در این پژوهش، تأثیر محلول‌های استیک اسید و سدیم دی استات در رساندن میوه خرمای مضافتی مورد بررسی قرار گرفت. خوشه‌های خرما در اواخر مرحله خلال برداشت و در محلول‌های ۴ درصد استیک اسید و ۰/۳ درصد سدیم دی استات غوطه‌ور و در داخل اتاق مخصوص به مدت ۳-۵ روز در دمای ۳۸-۴۰°C و رطوبت نسبی ۷۰-۸۰ درصد قرار گرفتند. آزمون‌های شیمیایی (درصد کل مواد جامد محلول، قند کل، قندهای احیاء کننده، مقدار رطوبت، میزان اسیدیت، pH، میکروبی و درصد رسیدگی در تیمارها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. محلول‌های استیک اسید و سدیم دی استات سبب تشدید رسیدن و نرمی بافت میوه‌های خرمای مضافتی شدند. ترکیب شیمیایی (درصد قند کل، قندهای احیاء کننده، کل مواد جامد محلول) میوه‌های رسیده روی درخت بیش از میوه‌های تیماردهی شده بود. مقدار رطوبت در میوه‌های تیمار شده با استیک اسید و سدیم دی استات به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$) بیش از میوه‌های طبیعی بود درحالی‌که از نظر میزان اسیدیت اختلاف معنی‌دار بین آن‌ها مشاهده نگردید. ارزیابی حسی نمونه‌ها نشان داد که محلول‌های استیک اسید و سدیم دی استات، سفتی گوشت میوه را به‌طور قابل‌توجهی کاهش داده و از نظر تأثیر روی طعم و مزه میوه اختلاف معنی‌دار بین آن‌ها وجود نداشت. با توجه به نتایج حاصل از پژوهش، تیماردهی خلال مضافتی با محلول ۴ درصد استیک اسید و سپس قرار دادن آن در دمای ۳۸-۴۰°C و رطوبت نسبی ۷۰-۸۰ درصد روشی مؤثر و اقتصادی برای رساندن میوه مضافتی پیشنهاد گردید.

کلید واژگان: خرمای مضافتی، رساندن مصنوعی، استیک اسید، سدیم دی استات

* مسئول مکاتبات: golshan_ta@yahoo.com

۱- مقدمه

خرما، یکی از قدیمی‌ترین محصولات کشاورزی به شمار می‌آید و به‌عنوان یک جزء مهم از رژیم غذایی در بسیاری از مناطق خرماییز جهان از جمله خاورمیانه و شمال آفریقا در نظر گرفته می‌شود [۱]. خصوصیات فیزیکوشیمیایی و شکل ظاهری میوه خرما به شرایط رشد و عوامل ژنتیکی میوه بستگی دارد. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه در طی رسیدگی عامل کلیدی در مدیریت بهتر پس از برداشت ارقام مختلف خرما است. بررسی ویژگی خرما، برای توسعه محصول، کنترل کیفیت، طراحی دستگاه‌های فرآوری، پیش‌بینی عمر مفید نگهداری و بسته‌بندی محصول حائز اهمیت است [۲، ۳، ۴]. تغییراتی که در میوه خرما در طی رسیدگی صورت می‌گیرد، در نگهداری و بازاریابی محصول نیز نقش دارد [۵]. میوه خرما منبع خوبی از کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها، مواد معدنی، فیبرهای غذایی و اسیدهای آمینه است [۶]. میوه خرما بسته به رقم و تقاضای بازار در مراحل خلال، رطب و تمر برداشت‌شده و به بازار عرضه می‌شود [۷].

خرمای مضافتی از ارقام خرمای تجارتي و غالب استان کرمان است که با داشتن بافتی نرم از کیفیت مطلوبی برخوردار است. از آنجا که تمام میوه‌های موجود در خوشه‌ها به‌طور هم‌زمان نمی‌رسند، برداشت محصول از هنگامی که میوه‌ها شروع به رسیدن می‌کنند در طی چند نوبت صورت می‌گیرد تا از تخمیر و ترش شدن میوه‌ها و هجوم آفات جلوگیری شود. البته تعداد دفعات برداشت محصول به شرایط آب و هوایی و ویژگی‌های فصل برداشت آن نیز بستگی دارد، به‌طوری‌که در هنگام بارندگی و رطوبت بالای هوا، تعداد دفعات برداشت محصول افزایش می‌یابد. برداشت محصول در چند نوبت، هزینه‌های کارگری را افزایش می‌دهد که اگر بتوان این هزینه‌ها را با برداشت خوشه خرما در یک مرحله کاهش داد، کمک بزرگی به کشاورزان منطقه شده است. از طرفی، به‌دلیل نرم و آبدار بودن بافت رطب مضافتی، هرگونه بی‌دقتی در عملیات برداشت، سبب آسیب رساندن به بافت میوه و بروز آلودگی‌های بعدی خواهد شد. مورد دیگر، بالا بودن مقدار رطوبت رطب مضافتی در هنگام برداشت است که امکان شستشو و سپس حذف رطوبت سطحی از آن

به‌دلیل نفوذ آب به داخل محصول وجود ندارد. یکی از روش‌هایی که می‌توان میزان آلودگی و خسارت پس از برداشت را در خرمای مضافتی کاهش داد و محصولی بهداشتی و با کیفیت مطلوب به بازار عرضه کرد، برداشت میوه در مرحله خلال و رساندن آن در شرایط کنترل‌شده است. رساندن مصنوعی خرما در مناطقی که میوه روی درخت به‌طور طبیعی نمی‌رسد و یا این‌که تغییرات شرایط آب و هوایی و همچنین باران‌های زود هنگام باعث ایجاد خسارت به محصول می‌شود، کاربرد گسترده‌ای دارد. فرآیند رساندن نیاز به اتاق‌های مخصوص داشته که بتوان هوای داخل آن را به گردش درآورد و درجه حرارت و رطوبت نسبی داخل آن را کنترل کرد [۸]. درجه حرارت اتاق‌های رساندن، بسته به رقم خرما متفاوت است ولی نباید از ۵۰ درجه سانتی‌گراد متجاوز گردد. رساندن مصنوعی خرما با تغییر مسیر فیزیولوژیک از مرحله خلال به تمر، سبب می‌شود که قسمت گوشتی داخل خرما وزن کم‌تری را در طی رسیدن از دست دهد، لذا احتمال جدایی قسمت گوشتی از پوست بیرونی کاهش می‌یابد [۹]. در خصوص رساندن مصنوعی ارقام خرما مطالعاتی در داخل و خارج از کشور انجام گرفته است که می‌توان به پژوهش‌های چاتا و همکاران در مورد خرمای خضراوی، شرما و همکاران در خصوص ارقام خرمای حیانی و خضراوی [۱۰] و فرحناکی و همکاران (۲۰۰۹) در مورد خرمای کبکاب اشاره کرد [۱۱]. مرخند و همکاران (۲۰۱۴) از محلول‌های استیک اسید و سدیم کلرید برای رساندن مصنوعی خرمای آسپیل استفاده کردند. نتایج، حاکی از تأثیر مثبت محلول ۲ درصد سدیم کلرید در وزن و ویژگی‌های حسی (ظاهر، رنگ، مزه، بافت) خرمای آسپیل بود [۱۲]. سلیم و همکاران (۲۰۰۵) نیز غلظت ۲ درصد سدیم کلرید را برای تسریع در رسیدگی مصنوعی خرمای داکي^۱ پیشنهاد کردند [۱۳]. آواد (۲۰۰۷)، کیسه کردن خرمای حالالی در مرحله رشد و استفاده از بخار اتانول را در تسریع رسیدگی این رقم خرما مؤثر دانست [۱۴].

بررسی اخیر در جهت برطرف نمودن برخی از مسائل پس از برداشت رطب مضافتی صورت گرفت که در مرحله اول شامل برداشت خوشه کامل خرما و به شکل نارس (خلال) و در مرحله

۲-۳- آزمون‌های شیمیایی

میزان pH میوه خرما با دستگاه pH متر دیجیتال مدل 691 Metrohm و مقدار اسیدیته (برحسب درصدی از لاکتیک اسید) با روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری شد. درصد کل مواد جامد محلول (TSS) با استفاده از رفراکتومتر دستی مدل Carl Zeiss, Germany و درصد قند نیز با روش فهلینگ تعیین شد. برای این منظور، ۲۵ گرم میوه خرما همراه با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در داخل مخلوط‌کن مخلوط گردید و عصاره صاف شده برای انجام آزمون استفاده شد [۱۰].

۲-۴- بررسی آلودگی میکروبی

برای بررسی امکان رشد میکروارگانیسم‌ها (باکتری‌ها و قارچ‌ها) از محیط کشت پلیت کانت آگار^۳ استفاده شد. شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها با روش پورپلیت انجام گرفت و در نهایت تعداد پرگنه در هر گرم نمونه به دست آمد [۱۶].

۲-۵- آزمون حسی

برای تشخیص تفاوت بین تیمارهای مختلف از نظر صفات حسی (بافت، طعم و مزه) و مقایسه آن با تیمار شاهد از آزمون تفاوت چند نمونه‌ای^۴ استفاده شد. برای این منظور، فرمی تهیه و برای ارزیابی حسی به ۲۰ نفر کارشناس آموزش‌دیده، داده شد. مقیاس اندازه‌گیری بر مبنای ۱-۱۰ (یک معادل غیرقابل قبول و ۱۰ عالی) بود.

۲-۶- تجزیه و تحلیل آماری

داده‌ها در یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه یک مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون دانکن استفاده شد و نمودارها با نرم‌افزار EXCEL ترسیم شدند.

۳- نتایج و بحث

برای رساندن مصنوعی، از میوه مضافتی در مرحله خلال استفاده شد. در این مرحله، میوه از لحاظ فیزیولوژیکی به حداکثر رشد و نمو طبیعی خود رسیده است ولی قابل استفاده برای مصرف‌کننده

بعد رساندن مصنوعی آن با محلول‌های استیک اسید و سدیم دی استات در شرایط کنترل‌شده حرارتی و رطوبتی بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده‌سازی و رساندن مصنوعی

میوه خرما مضافتی از ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان واقع در شهرستان بم و در اواخر مرحله خلال به صورت خوشه برداشت گردید. سپس میوه‌هایی که در اوایل مرحله رسیدن بودند، به منظور جلوگیری از بروز خطا در نتایج آزمایش، جدا شدند تا خوشه‌های نسبتاً یکنواخت از خلال برای رساندن مصنوعی به دست آید. در مرحله بعد، کلیه خوشه‌ها با آب، شستشو و با جریان هوا، رطوبت سطحی آن‌ها گرفته شد. برای رساندن خوشه‌ها از ترکیبات شیمیایی نظیر استیک اسید ۴ درصد، سدیم دی استات ۰/۳ درصد و همچنین آب (شاهد) استفاده شد. میوه‌های خرما به مدت ۵ دقیقه در محلول‌های مذکور غوطه‌ور شده و پس از خشک شدن سطح خوشه‌ها، به اتاق عایق‌بندی شده حرارتی منتقل شدند و در دمای ۴۰-۳۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۰-۷۰ درصد تحت فرایند رساندن قرار گرفتند. رطوبت نسبی داخل اتاق از طریق دستگاه مه‌پاش تأمین می‌شد و پنکه نیز رطوبت و دما را در سراسر اتاق به طور یکنواخت حفظ می‌کرد. درجه حرارت و رطوبت نسبی داخل اتاق به وسیله دستگاه اندازه‌گیری حرارت و رطوبت نسبی هوا^۲ (مدل ETHG 913 R) اندازه‌گیری شد. پس از گذشت ۳-۵ روز و حصول همگنی نسبی در رنگ، خوشه‌های خرما از اتاق خارج گردیده و میوه‌های رسیده با دقت از خوشه‌ها جدا شدند. نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایش در داخل کارتن‌های مقوایی با آستر پلاستیکی بسته‌بندی شده و در سردخانه با دمای صفر درجه سلسیوس نگهداری شدند.

۲-۲- تعیین درصد رسیدگی

درصد رسیدگی خرما با تقسیم تعداد میوه‌های رسیده (میوه‌هایی که ۹۰ درصد بافت آن‌ها نرم شده و رنگشان سیاه شده بود) در هر خوشه بر تعداد کل میوه در هر خوشه به دست آمد [۱۵].

3. Plate count agar
4. Multiple sample different test

2. Thermohygrometer

سلول، ترکیب نامحلولی را با پروتوپلاست تشکیل می‌دهد. با آغاز رسیدن، این آنزیم وارد فضای بین سلولی شده و به راحتی در آب حل و فعال می‌گردد.

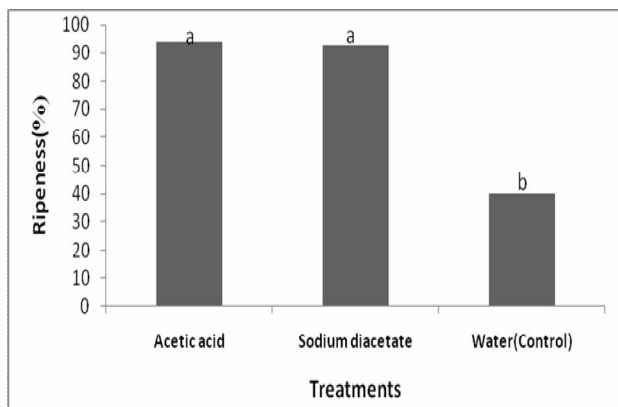


Fig 2 Effect of different treatments on ripeness rate in Mazafati date fruit

آنزیم‌های هیدرولیتیک دیگر نظیر سلولاز، پلی‌گالاکتوروناز و پکتین متیل استراز نیز از طریق تجزیه پکتین و سلولز در نرم شدن میوه خرما نقش مهمی ایفاء می‌کنند [۱۰]. افشاری جویباری و فرحناکی (۲۰۱۱) گزارش کردند که محلول‌های استیک اسید و سدیم کلرید داغ، سبب تسریع در رسیدن میوه خرما می‌شوند [۱۵]. مقایسه میانگین ترکیب شیمیایی خرما می‌مضافتی رسیده روی درخت (طبیعی) و میوه‌هایی که تحت تیمارهای استیک اسید و سدیم دی استات قرار گرفته بودند، در جدول ۱ آورده شده است. خرما می‌مضافتی رسیده روی درخت به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) دارای بیش‌ترین درصد قند کل، قندهای احیاءکننده و کل مواد جامد محلول بود. میوه‌هایی که با محلول سدیم دی استات تیماردهی شده بودند، از نظر این ترکیبات در پایین‌ترین سطح ($p < 0.05$) قرار داشتند.

نیست. همان‌طور که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود، خلال خرما می‌مضافتی به دلیل این‌که در معرض گردوخاک بوده، وضعیت ظاهری مناسبی ندارد ولی به دلیل صافی پوست میوه در این مرحله، شستشو به طور مؤثری صورت خواهد پذیرفت.



Fig 1 Mazafati date fruit at Khalal stage

همچنین، پوسیدگی و ترشیدگی میوه در اثر شستشو، به دلیل اتصال کامل آن به خوشه، وجود نخواهد داشت. تأثیر تیمارهای آب (شاهد)، استیک اسید و سدیم دی استات بر میزان رسیدگی در خرما می‌مضافتی در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به مقایسه میانگین‌ها می‌توان دریافت که کاربرد استیک اسید و سدیم دی استات به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) سبب رساندن میوه خرما نسبت به تیمار شاهد گردیده است. میزان رسیدگی میوه‌های خرما در محلول‌های استیک اسید و سدیم دی استات به ترتیب ۹۳/۹۷ درصد و ۹۲/۹۱ درصد گزارش شد که به طور معنی‌داری بیش از تیمار شاهد (۳۹/۹۴ درصد) بود. در بین تیمارهای مذکور، استیک اسید اثربخشی بیش‌تری بر رسیدن میوه خرما داشت (شکل ۲). مکانیسم عمل استیک اسید در رابطه با نرم شدن میوه را می‌توان به تخریب سلول‌های اپیدرمی و پروتوپلاست و فعال شدن آنزیم اینورتاز نسبت داد. در میوه‌های نارس، آنزیم اینورتاز در درون

Table 1 Chemical composition of naturally ripened Mazafati date and the fruits treated with acetic acid and sodium diacetate solutions

Treatment	TSS (%)	Total sugar (%)	Reducing sugars (%)	Moisture content (%)	Titrate acidity (%)	pH
Naturally ripened dates	64.17 ^a	54.90 ^a	52.60 ^a	32.23 ^c	0.18 ^c	7.50 ^a
Acetic acid	52.50 ^{bc}	48.90 ^{bc}	48.36 ^b	37.86 ^{ab}	0.24 ^{abc}	7.10 ^{bc}
Sodium diacetate	45.01 ^d	45.53 ^{cd}	43.90 ^c	38.23 ^{ab}	0.21 ^{bc}	7.20 ^{abc}

Means with similar letters within the same column are not significantly different ($p < 0.05$).

میکروبی در مرحله نخست رسیدگی میوه خرما (کیمری) بالا است و سپس در مرحله رطب به سرعت افزایش می‌یابد [۱۷]. همچنین تعداد مخمرها و کپک‌ها در خرماهای تازه بیش از باکتری‌ها است. استفاده از موادی نظیر سدیم دی استات و استیک اسید می‌تواند در کاهش آلودگی مؤثر باشد. سدیم دی استات دارای خاصیت باکتری‌کشی و قارچ‌کشی بوده و عمدتاً از رشد کپک‌ها جلوگیری می‌کند. گلیب و ماریانسکی (۱۹۸۱)، تأثیر سدیم دی استات را در جلوگیری از رشد گونه‌های قارچ آسپرژیلوس^۵ و نیز پنی‌سیلیوم^۶ و موکور^۷ گزارش کردند [۱۸]. استیک اسید نیز از رشد گونه‌های سالمونلا، آسپرژیلوس، ساکارومایسس، باسیلوس سرئوس و استافیلوکوکوس اورئوس جلوگیری می‌کند [۱۹].

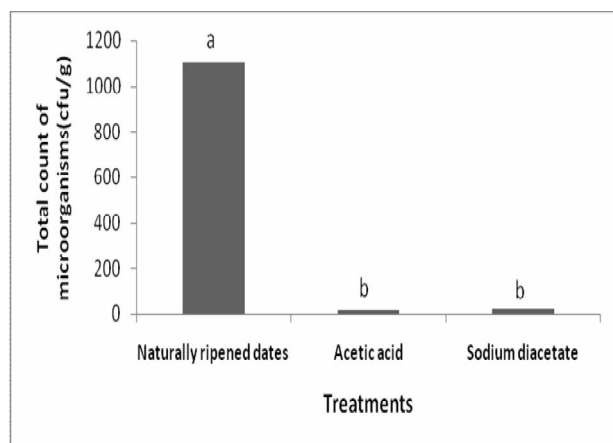


Fig 3 Total count of microorganisms in naturally ripened Mazafati date and the fruits treated with acetic acid and sodium diacetate solutions

میوه‌های مضافتی که تحت اثر محلول‌های استیک اسید و سدیم دی استات رسانده شده بودند از نظر صفات حسی (بافت، طعم و مزه) با میوه‌های رسیده روی درخت (طبیعی) مقایسه و مورد ارزیابی قرار گرفتند. همان‌طور که از جدول ۲ ملاحظه می‌شود، محلول‌های استیک اسید و سدیم دی استات از نظر تأثیر روی بافت میوه مضافتی، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته و هر دو در یک سطح قرار دارند. کاربرد هر کدام از محلول‌های مذکور، سفتی گوشت میوه را به‌طور قابل‌توجهی کاهش داد و سبب نرمی بافت آن گردید. این یافته‌ها با نتایج سلیم و همکاران (۲۰۰۵) در

کاربرد سدیم دی استات و استیک اسید در مقایسه با میوه طبیعی به‌طور معنی‌داری باعث افزایش میزان رطوبت در میوه خرما گردید. کاربرد این مواد و همچنین رطوبت نسبی بالا در داخل اتاق رساندن، سبب افزایش مقدار رطوبت در نمونه‌های تیماری شده و در نتیجه، غلظت مواد جامد محلول و قند کاهش یافته است. بین نمونه‌های تیمار شده با محلول‌های استیک اسید و سدیم دی استات از نظر قندهای احیاء‌کننده و درصد کل مواد جامد محلول اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که مقدار این ترکیبات در نمونه‌های تیمار شده با استیک اسید بیش‌تر بود. از نظر میزان اسیدیته، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت ولی خرماهای مضافتی رسیده روی درخت کم‌ترین میزان اسیدیته را به خود اختصاص داد (جدول ۱). خرماهای مضافتی رسیده روی درخت به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$) دارای بیش‌ترین میزان pH (۷/۵۰) بود ولی بین نمونه‌های تیمار شده با محلول‌های استیک اسید و سدیم دی استات اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

همان‌طور که اشاره شد، شستشوی رطب مضافتی به‌دلیل بالا بودن رطوبت آن و همچنین آسیب‌های فیزیکی ناشی از روش برداشت، امکان‌پذیر نیست. بنابراین، برداشت میوه در اواخر مرحله خلال امکان شستشوی آن را میسر ساخته و با کاهش تعداد میکروارگانیسم‌ها در تولید محصولی بهداشتی و قابل‌عرضه به بازارهای جهانی نقش بسزایی دارد. تعداد کل میکروارگانیسم‌های موجود در خرماهای مضافتی بیانگر کیفیت بهداشتی آن است. بنابراین، با شمارش تعداد کل میکروارگانیسم‌ها در هر گرم از خرماهای تیماردهی شده با محلول‌های استیک اسید و سدیم دی استات می‌توان تأثیر این مواد را در کاهش آلودگی محصول در مقایسه با نمونه‌های طبیعی مشخص کرد. با توجه به شکل ۳ می‌توان دریافت که غوطه‌وری خلال مضافتی در محلول‌های استیک اسید و سدیم دی استات و سپس رساندن مصنوعی میوه‌ها، تعداد میکروارگانیسم‌ها را به‌طور معنی‌داری در محصول کاهش داده است. بیش‌ترین تعداد میکروارگانیسم‌ها در نمونه‌های شاهد که روی درخت و به‌طور طبیعی رسیده بودند، مشاهده شد. عملیات شستشو نه‌تنها با حذف گردو خاک و آلودگی‌های خارجی، بار میکروبی محصول را کاهش داده بلکه به‌دلیل استفاده از استیک اسید و سدیم دی استات در آب شستشو از رشد برخی کپک‌ها و باکتری‌ها نیز جلوگیری به‌عمل آمده است. شمارش

5. *A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. glaucus*, *A. niger*
 6. *Penicillium expansum*
 7. *Mucor pusilus*

نشد. هیچ‌گونه مزه اسیدی خاص نیز در نمونه‌های تیمار شده با استیک اسید قابل تشخیص نبود که با گزارش‌های موجود مطابقت دارد [۲۰].

استفاده از محلول‌های سدیم کلرید و استیک اسید مطابقت داشت [۱۳]. بین میوه‌های تیمار شده با استیک اسید و سدیم دی استات از نظر طعم و مزه نیز اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) مشاهده

Table 2 Effect of acetic acid and sodium diacetate on sensory attributes of Mazafati date

Treatment	Texture	Taste
Acetic acid	8.75 ^a	7.82 ^a
Sodium diacetate	9 ^a	7.85 ^a

Means with similar letters within the same column are not significantly different ($p < 0.05$).

[2] Hasnaoui, A., Elhoumaizi, M. A., Asehraoui, A., Sindic, M., Deroanne, C., Hakkou, A. (2010). Chemical composition and microbial quality of dates grown in Figuig Oasis of Morocco. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12: 311–314.

[3] Amira, E. A., Guido, F., Behija, S. E., Manel, I., Nesrine, Z., Ali, F. H., Mohamed, H., Noureddine, H. A., Lotfi, A. (2011). Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at three maturation stages. *Journal of Food Chemistry*, 127: 1744–1754.

[4] Hasnaoui, A., Elhoumaizi, M. A., Hakkou, A., Wathelet, B., Sindic, M. (2011). Physico-chemical characterization, classification and quality evaluation of date palm fruits of some Moroccan cultivars. *Journal of Scientific Research*, 3: 139–149.

[5] Mortazavi, S. M., Azizollahi, F., Moallemi, N. (2015). Some quality attributes and biochemical properties of nine Iranian date (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars at different stages of fruit development. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 2: 161–171.

[6] Al-Shahib, W., Marshall, R. J. (2003). The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future? *Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54: 247–259.

[7] Awad, M. A., Al-Qurashi, A. D., Mohamed, A. S. (2011). Antioxidant capacity, antioxidant compounds and antioxidant enzyme activities in five date cultivars during development and ripening. *Scientia Horticulturae*, 129: 688–693.

[8] Sakr, M. M., Abu-Zeid, I. M., Hassan, A. E., Baz, A. G., Hassan, W. M. (2010). Identification of some date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars by fruit characters. *Indian Journal of Science and Technology*, 3: 338–343.

۴- نتیجه‌گیری

رطب مضافتی در هنگام برداشت دارای رطوبت نسبتاً بالایی است که امکان شستشوی آن وجود ندارد. از طرفی، در شروع مرحله رطب، علاوه بر هجوم آفات و حشرات، احتمال پوسیدگی و ریزش میوه در اثر افزایش رطوبت و درجه حرارت هوا وجود دارد. برای برطرف کردن مسائل مذکور، کاهش هزینه‌های برداشت و امکان صادرات محصولی بهداشتی، می‌توان میوه خرمای مضافتی را در اواخر مرحله خلال برداشت کرده و به‌طور مصنوعی تحت شرایط کنترل‌شده حرارتی و رطوبت نسبی رسانید. برای هر رقم از خرما، شرایط و زمان رساندن متفاوت است که برای فراهم‌سازی شرایط مناسب آن، نیاز به بررسی و مهارت دارد تا بتوان کیفیتی مناسب و مطلوب را در خرماي تجارتي به وجود آورد. برای رساندن میوه مضافتی می‌توان از دمای ۴۰–۳۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۰–۷۰ درصد استفاده کرد. زمان موردنیاز ۳–۵ روز هست که بهتر است میوه‌های رسیده به‌تدریج از خوشه‌ها جدا و بسته‌بندی گردند تا از ترشیدگی و پوسیدگی احتمالی آن‌ها جلوگیری شود. با توجه به نتایج آزمون‌های شیمیایی و میکروبی و برای حذف گردوخاک و آلودگی‌های خارجی و همچنین کاهش بار میکروبی و تسريع در رساندن پیشنهاد می‌شود که خوشه‌های خرماي مضافتی را ابتدا با آب شستشو داده و سپس به مدت ۵ دقیقه در محلول ۴ درصد استیک اسید غوطه‌ور کرد.

۵- منابع

[1] Chao, C. T., Krueger, R. R. (2007). The date palm (*Phoenix dactylifera* L.): Overview of biology, uses and cultivation. *HortScience*, 42: 1077–1082.

- treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 43: 121-127.
- [15] Afshari Jouybari, H., Farahnaky, A. (1390). The effects of acetic acid and sodium chloride solutions on accelerated ripening of Mazafati date. *Journal of Food Research*. 21: 220-227. [in Persian].
- [16] Golshan Tafti, A., Aminaei, M. M. (1386). Microflora of Mazafati date at various stages of maturation. *Iranian Agricultural Engineering Research Institute*, 3-053-221000-00-0000-86008, [in Persian].
- [17] Shenasi, M., Aidoo, K. E., Candlish, A. A. G. (2002). Microflora of date fruits and production of aflatoxins at various stages of maturation. *International Journal of Food Microbiology*, 79: 113-119.
- [18] Glabe, E. F., Maryanski, J. K. (1981). Sodium diacetate: An effective mold inhibitor. *Cereal Foods World*, 26: 285-289.
- [19] Ray, B. (2004). *Fundamental of food microbiology*. CRC Press, USA.
- [20] Karla, S. K., Jawanda, J. S., Munshi, S. K. (1977). Studies on the softening of Doka dates by sodium chloride and acetic acid. *Indian Journal of Horticulture Abstract*, 34: 220-224.
- [9] Navarro, S. (2006). Postharvest treatment of dates. *Stewart Postharvest Review*, 2: 1-9.
- [10] Golshan Tafti, A. (1384). Study on artificial maturation of Mazafati date. Final report, *Iranian Agricultural Engineering Research Institute*, 115-20-81033, [in persian].
- [11] Farahnaky, A., Askari, H., Bakhtiyari, M., Majzoobi, M. (2009). Accelerated ripening of Kabkab dates using sodium chloride and acetic acid solutions. *Iran Agricultural Research*, 28: 99-112.
- [12] Markhand, G. S., Zahida Parveen, Z., Abul-Soad, A. A., Jatoi, M. A., Saleem, S. A. (2014). Accelerated ripening of var. Aseel dates fruit using sodium chloride and acetic acid solutions. *Proceedings of the Fifth International Date Palm Conference*, March 16-18, 2014, Abu Dhabi.
- [13] Saleem, S. A., Baloch, A. K., Baloch, M. K., Baloch, W. A., Ghaffoor, A. (2005). Accelerated ripening of Dhakki dates by artificial means: Ripening by acetic acid and sodium chloride. *Journal of Food Engineering*, 70: 61-66.
- [14] Awad, M. A. (2007). Increasing the rate of ripening of date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) cv. Helali by preharvest and postharvest

The effect of acetic acid and sodium diacetate solutions on artificial ripening of Mazafati date fruit

Golshan Tafti, A.^{1*}, Solaimani Dahdivan, N.², Azizi, A.³

1. Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kerman, Iran
2. Agricultural Engineering Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kerman, Iran
3. Associate Professor, Food & Postharvest Technology Division, Agricultural Engineering Research Institute, AREEO, Karaj, Iran

(Received: 2016/06/15 Accepted: 2016/11/12)

In this research, the effect of acetic acid and sodium diacetate on ripening of Mazafati date fruit was studied. Date bunches were harvested at the end of khalal stage and were dipped in acetic acid (4%) and sodium diacetate (0.3%) solutions. The treated bunches were placed within a room at 38-40°C and 70-80% relative humidity for 3-5 days. Chemical (Total soluble solids, total sugar, reducing sugars, moisture content, acidity, pH) and microbial analysis and also ripeness degree were determined for the treatments. Acetic acid and sodium diacetate solutions induced ripeness and softness of Mazafati date fruits. Chemical composition (TSS, reducing sugars, total sugar) of naturally ripened fruits was more than the treated fruits. Moisture content of the treated fruits was significantly ($p < 0.05$) more than the control, while there was no difference between them on acidity. Sensory evaluation analysis showed that acetic acid and sodium diacetate treatments reduced the fruit firmness and there was no significant difference ($p < 0.05$) between them on taste. It was concluded that treating of Mazafati date with acetic acid solution (4%) and placing it at 38-40°C and 70-80 % relative humidity for 3-5 days was the effective and economical method for artificial ripening of the fruits.

Key Words: Mazafati date, Artificial ripening, Acetic acid, Sodium diacetate

* Corresponding Author E-Mail Address: golshan_ta@yahoo.com