فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد هیجدهم/ شمارهٔ اول/ بهار و تابستان ۹۷
DOI: 10.22084/ppt.2018.5070.1315

بررسی اثر نوع بسته‌بندی و شرایط انبار بر کیفیت میوه خرما (*Phoenix dactylifera* L.)، رقم برحی

Effects of Packaging Type and Storage Conditions on the Quality of Date (*Phoenix dactylifera* L.), Fruits cv. Barhee

سیدمحمدحسن مرتضوی[۱*]، احمد مستعان[۲]، عبدالامیر راهنما[۳]، سلاله نجفی[۴] و فاطمه عزیزالهی[۵]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۰۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۱۳

چکیده

میوه خرما به دلیل داشتن رطوبت کم و قند بالا ماندگاری بالایی دارد، ولی نوع بسته‌بندی و شرایط نگهداری می‌تواند بر کیفیت میوه موثر باشد. این آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به‌منظور بررسی اثر نوع بسته‌بندی (در چهار سطح شامل شاهد، خلاء، دست‌چین در جعبه مقوایی و پرس شده) و دمای نگهداری (سردخانه و دمای اتاق) بر کیفیت ماندگاری میوه خرما، رقم برحی انجام شد. میوه‌ها در مقاطع زمانی ۰ (صفر)، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ روز پس از نگهداری از نظر خصوصیات کیفی شامل کاهش وزن، تیرگی بافت، غلظت مواد جامد محلول، pH، اسیدیته، غلظت مواد فنولی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تجزیه کیفی شدند. نتایج نشان داد که در بسته‌بندی‌های وکیوم و پرس شده تغییرات کیفی میوه به حداقل رسید. برای میوه دست‌چین در جعبه مقوایی علاوه بر کاهش وزن یا جذب رطوبت قابل‌توجه (به‌ترتیب در دمای اتاق و سردخانه)، پایداری و قوام جعبه‌ها نیز تحت تأثیر قرار گرفت. غلظت مواد جامد محلول و pH عصاره تحت تأثیر نوع بسته‌بندی و دمای نگهداری قرار نگرفت ولی در طول ۲۴۰ روز نگهداری دچار تغییرات قابل‌توجهی شدند. طولانی شدن دوره نگهداری، سبب افزایش غلظت مواد فنولی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و تیره‌تر شدن رنگ عصاره شد ولی مقدار رطوبت میوه کاهش یافت. علیرغم عدم تأثیر معنی‌دار نوع بسته‌بندی بر عمده خصوصیات کیفی اندازه‌گیری شده، بیشتر آن‌ها تحت تأثیر شرایط نگهداری به‌طور معنی‌داری تغییر کردند و نگهداری در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد توانست مانع از افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون، تیرگی بافت و کاهش وزن گردد.

واژه‌های کلیدی: خلاء، مواد فنولی، مواد جامد محلول، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

۱، ۴ و ۵. به‌ترتیب دانشیار و دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲ و ۳. به‌ترتیب استادیار و دانشیار گروه فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده خرما و میوهای گرمسیری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
*: نویسنده مسئول Email: mortazavi_mh@scu.ac.ir

مقدمه

ایران با برخورداری از حدود ۱۶۳ هزار هکتار نخلستان و تولید حدود یک میلیون تن محصول خرما در سال، از کشورهای برتر تولیدکننده خرما به شمار می‌آید (*فائو*، 2013). وجود مشکلات جدی در زمینه نحوه بسته‌بندی، نگهداری و فروش محصول خرمای تولیدشده در کشور، همواره یکی از مسائل پس از برداشت خرما عنوان شده است. رقم برحی یکی از مهم‌ترین ارقام پرمحصول و متوسطرس خرما می‌باشد که از میوه‌ای نرم و لذیذ برخوردار است (*زاید*، 1983). در حال حاضر رقابت بسیار فشرده و سختی میان کشورهای اصلی تولیدکننده این محصول ازنظر استفاده از روش‌های جدید بسته‌بندی، نگهداری و عرضه به بازار وجود دارد. اهمیت و نقش بسته‌بندی در بازارپسندی خرما از دیرباز مطرح بوده است. *داوسون*[1] در سال ۱۹۶۲ به روش‌های مختلف بسته‌بندی سنتی خرما اشاره کرده است. به‌طورکلی می‌توان گفت که بسته‌بندی خرما در دنیا به دو صورت عمده و جزئی انجام می‌گیرد. به‌عنوان مثال خرمای دگلت‌نور در بسته‌های ۱۵ پوندی و در جعبه‌های فیبری یا چوبی به بازار فرستاده می‌شود (*بارولد*[2]، 1993). در بسته‌بندی عمده (فله‌ای) که غالباً به‌منظور صادرات به یک کشور واسطه جهت بسته‌بندی مجدد انجام می‌گیرد، محصول درون جعبه‌های کارتنی با وزن ۳۵-۱۲ کیلوگرم بسته‌بندی می‌شود. مسلماً بسته‌بندی در ابعاد کوچک از ارزش‌افزوده بیشتری برخوردار بوده و در سال‌های اخیر به دلیل گسترش شبکه‌های بزرگ توزیع مواد غذایی رشد زیادی نموده است. در بسته‌بندی‌های کوچک، معمولاً خرما به‌صورت فشرده یا آزاد، در بسته‌های لوکس با پوشش کاغذهای زرورقی، بی‌رنگ و یا سلوفان عرضه می‌شد. برای مصارف صنعتی و عمده، معمولاً محصول خرما در کارتن، جعبه‌های چوبی یا کیسه‌های نایلونی تا ۲۵ کیلوگرم قابل بسته‌بندی است (گسیلی و همکاران، ۱۳۸۵). نحوه عرضه خرمای بسته‌بندی شده به‌صورت وکیوم، پرس شده و یا دست‌چین شده از رواج بیشتری برخوردار است. عموماً خرماهای دست‌چین و پرس شده درون جعبه‌های کارتنی و یا پلی‌اتیلنی شفاف عرضه می‌شوند (مرتضوی، ۱۳۸۵). بسته‌بندی به‌صورت غیرفشرده و دست‌چین برای رقم مضافتی بسیار مورداستفاده قرار می‌گیرد. فشرده‌سازی میوه خرما درون جعبه یا کارتن از روش‌های قدیمی بسته‌بندی و حفظ کیفیت میوه است که با خروج هوای اطراف میوه‌ها ضمن جلوگیری از نفوذ آفات به درون جعبه، فعالیت میکروارگانیسم‌های هوازی و واکنش‌های آنزیمی که منجر به تغییر رنگ و کاهش کیفیت میوه می‌شوند را محدود می‌سازد. فشرده‌سازی میوه درون جعبه فقط برای میوه‌هایی امکان‌پذیر است که رطوبت بالایی نداشته و از بافتی نسبتاً نرم و انعطاف‌پذیر برخوردار باشند (اشرف جهانی، ۱۳۸۱). در بسته‌بندی خلاء، حذف هوای اطراف محصول سبب کاهش حجم بسته و جلوگیری از رشد باکتری‌های هوازی و قارچ‌ها و محدود نمودن تغییرات کیفی میوه به دلیل واکنش‌های اکسایشی می‌شود، و نیز مانع از نفوذ هوا به داخل بسته شده و از تیره‌شدن اکسیدایشی میوه‌ها جلوگیری می‌کند (*بارولد*، 1993؛ مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۶). بررسی‌ها نشان داده، استفاده از فیلم‌های PVC (پلی‌ونیل‌کلراید) برای تولید اتمسفر تغییر یافته نتایج مطلوبی برای بعضی میوه‌ها مثل آواکادو و گل ساعتی داشت (*چامارا* و همکاران، 2000). *گارسیا* و همکاران (2004) با بررسی کیفیت توت‌فرنگی‌های بدون پوشش و بسته‌بندی‌شده در پوشش‌های پلی‌پروپیلن منفذدار، پلی‌پروپیلن بدون منفذ و پلی‌ونیل‌کلراید در طول انبار مشاهده کردند. در فاصله زمانی تولید تا عرضه به بازار، محصول متأثر از شرایط نگهداری خود دچار تغییرات کیفی قابل‌توجهی می‌شود. ازجمله مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر کیفیت میوه طی مدت‌زمان نگهداری، شرایط بسته‌بندی و دمای نگهداری آن می‌باشد. دمای انبار، عامل محیطی مهمی است که پیری میوه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد زیرا سرعت همه فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مرتبط را تنظیم می‌کند (*المغربی*[3] و همکاران، 1995). دمای بهینه برای انبار کردن طولانی‌مدت خرما، حدود صفر درجه سانتی‌گراد می‌باشد ولی برای ارقام با رطوبت بالا از دماهای زیر صفر (حداکثر دمای یخزدگی خرما) استفاده می‌شود. خرماهای با رطوبت ۲۰٪ یا کمتر را می‌توان برای مدت بیشتر از یک سال در دمای **۱۸°C**-، برای یک سال در دمای **۰°C**، برای هشت ماه در دمای ۴°C و برای یک ماه در دمای محیط نگهداری کرد (*بیگلری*[4] و همکاران، 2009). دمای پایین نگهداری سبب کاهش روند تغییر رنگ، طعم و کیفیت بافت، به تعویق افتادن شکرک زدن، جلوگیری از شیره‌ای شدن (با توجه به تبدیل ساکارز به قندهای احیا) و ترش شدن ارقامی که رطوبت بیش‌ازحد دارند، می‌شود (*کیدر و حسین*[5]، 2009). این پژوهش باهدف بررسی تغییرات کیفی میوه خرما رقم برحی برداشت شده در مرحله تمار، در چهار نوع بسته‌بندی و متأثر از شرایط نگهداری بلندمدت انجام گردید.

1. Dowson
2. Barreveld
3. Al-Mughrabi
4. Biglari
5. Kader and Hussein

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

این پژوهش در سال ۹۰-۱۳۸۹ در آزمایشگاه فیزیولوژی گروه علوم باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز و کارگاه الگویی بسته‌بندی خرما (مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور) اجرا گردید. میوه‌های موردنیاز جهت انجام این پژوهش از قطعه درختان خرما رقم برحی واقع در کلکسیون نخیلات مؤسسه تحقیقات خرما واقع در اهواز در مرحله تمار (۲۰٪ رطوبت) تهیه و به کارگاه الگویی بسته‌بندی خرما منتقل شدند. میوه‌های یکسان و عاری از صدمات فیزیکی و پاتولوژیکی جهت اعمال تیمارهای موردنظر جداسازی و انتخاب شدند. به‌منظور زدودن آلودگی‌های سطحی، میوه‌های انتخاب‌شده به ملایمت و به‌صورت دستی شستشو گردید و سپس رطوبت میوه‌ها توسط جریان پیوسته باد خنک گرفته شد.

تیمار بسته‌بندی

به‌منظور اعمال تیمارهای بسته‌بندی خلاء، دست‌چین در جعبه مقوایی (میوه‌ها ابتدا در پوشش پلی‌اتیلنی قرار گرفتند) و پرس شده در ظرف شفاف پلاستیکی دوخت شده و تیمار بدون بسته‌بندی (شاهد) میوه‌ها به ۴ گروه تقسیم شده و برای هر گروه یکی از تیمارهای ذکر شده اعمال گردید. بسته‌بندی خلاء و پرس شده در بسته‌هایی از جنس PVC-PE انجام گردید، و برای هر واحد آزمایشی ۲۵۰ گرم میوه در نظر گرفته شد.

شرایط نگهداری

میوه‌های بسته‌بندی شده به گروه علوم باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز منتقل شده و به‌منظور شبیه‌سازی شرایط نگهداری متداول در دو شرایط مختلف شامل سردخانه (دمای ۷°C، رطوبت نسبی ۵±۸۰٪) و دمای اتاق (دمای ۳±۲۵°C) نگهداری شدند.

آنالیز کیفی

میوه‌ها در پنج مقطع زمانی شامل روزهای صفر (۰)، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ از زمان نگهداری ازنظر خصوصیات کیفی مختلف آنالیز شدند. میوه‌ها در شروع آزمایش و نیز در روزهای تجزیه توزین شده و درصد کاهش وزن میوه‌ها براساس اختلاف وزن نسبت به شروع آزمایش محاسبه گردید. به‌منظور اندازه‌گیری غلظت مواد جامد محلول، pH و اسیدیته قابل تیتر، ۵ گرم از بافت گوشت میوه با ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر عصاره‌گیری شد. pH عصاره میوه با استفاده از دستگاه pHمتر (ساخت شرکت آیلا، ژاپن) و اسیدیته میوه به روش تیتراسیون با سود ۰/۰۱ نرمال، تا رسیدن pH به ۸/۱ اندازه‌گیری گردید. پس از قرار دادن مقدار سود مصرفی در رابطه تیتراسیون سود و اسید ($N_1V_1=N_2V_2$)، نتایج به‌صورت درصد بیان شد. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی مدل ATAGO (ژاپن) استفاده شد.

به‌منظور اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و غلظت مواد فنولی بافت، یک گرم از نمونه همگن با ۱۰ سی‌سی متانول ۸۰٪ عصاره‌گیری و عصاره حاصله به‌مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. روشناور، جدا شده و تا زمان تجزیه در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها به روش بنزی و استرین[1] (1996) با کمی تغییرات اندازه‌گیری شد. بدین منظور ۸۰ میکرولیتر از روشناور را با ۳/۶ میلی‌لیتر ماده واکنشگر FRAP (شامل بافر استات + محلول[2] TPTZ + محلول $FeCl_3$ + آب مقطر) ترکیب و سپس ۴۰۰ میکرولیتر آب مقطر به آن اضافه شد. نمونه به‌دست‌آمده به‌مدت ۵۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس میزان جذب اسپکتروفتومتری در طول‌موج ۵۹۳ نانومتر قرائت گردید. در این آزمایش از سولفات آهن آب‌دار ($FeSO_4.7H_2O$) به‌عنوان استاندارد (غلظت‌های ۰/۱، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱/۰ میلی‌مولار) استفاده و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی برحسب میلی‌مول آهن II در گرم وزن‌تر گزارش گردید. محتوی ترکیبات فنولی نیز به روش *اسلینکارد* و *سینگلتون*[3] (1977) اندازه‌گیری شد. بدین‌منظور ۲۰۰ میکرولیتر از روشناور را با ۱/۵ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۶ درصد ترکیب و سپس ۱/۵ میلی‌لیتر از معرف فولین-سیوکالچو[4] به آن اضافه گردید. مخلوط حاصله به‌مدت ۹۰ دقیقه در تاریکی و دمای اتاق قرار گرفته و سپس میزان جذب آن در طول‌موج ۷۲۵ نانومتر قرائت گردید. میزان مواد فنولی براساس غلظت اسید گالیک استاندارد (غلظت‌های ۰/۱، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱/۰ میلی‌مولار) و برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن‌تر گزارش شد. میزان تیره شدن رنگ بافت براساس تغییر در واحد جذب عصاره میوه در طول‌موج ۴۱۰ نانومتر و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UNICAM 8700 series) محاسبه گردید (*بلوچ*[5]، 2006).

آنالیز آماری

1. Benzie and Strain
2. 2,4,6-tri[2-pyridy]-s-triazine
3. Slinkard and Singleton
4. Folin- Ciocalteu
5. Baloch

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه کاملاً تصادفی طراحی گردید که در آن اثر سه فاکتور نوع بسته‌بندی در چهار سطح، شرایط نگهداری در دو سطح و زمان آنالیز در پنج سطح بر خصوصیات کیفی میوه خرمای برحی در سه تکرار بررسی گردید. داده‌های به‌دست‌آمده توسط نرم‌افزار آماری MSTAT-C تجزیه و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون LSD در سطح ۰٪۵ انجام شد. پس از ثبت و مرتب‌سازی داده‌ها در نرم‌افزار Excel، آنالیز آماری با نرم‌افزار آماری MSTATC و تعیین ضریب همبستگی بین صفات با نرم‌افزار SPSS انجام گردید.

نتایج و بحث

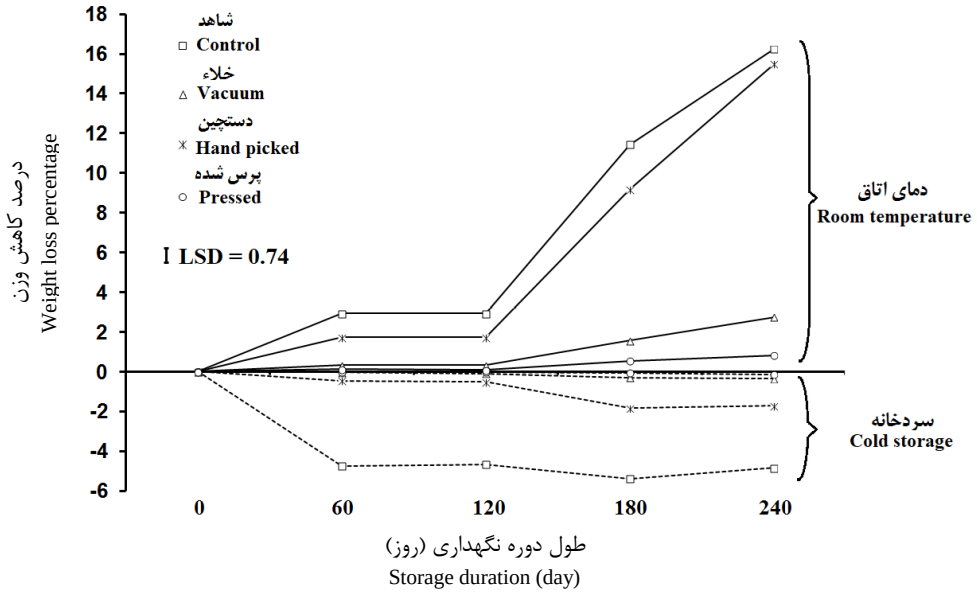
کاهش وزن

همان‌طورکه در شکل ۱ دیده می‌شود درصد کاهش وزن محصول به نحو معنی‌داری تحت تأثیر نوع بسته‌بندی، شرایط نگهداری و زمان انبارداری قرار گرفت. باگذشت زمان نگهداری در دمای اتاق، کاهش وزن در همه تیمارها بیشتر شد ولی در میوه‌های بسته‌بندی نشده (شاهد) و بسته‌بندی دست‌چین در جعبه مقوایی، پس از ۲۴۰ روز نگهداری کاهش وزن میوه‌ها با افزایشی قابل‌توجه به‌ترتیب به ۱۶/۲۳ و ۱۵/۴۹ درصد رسید. برای بسته‌هایی که با پوشش پلی‌اتیلنی دوخت شده بودند، کاهش وزن بسیار ناچیز بود و در میوه‌های پرس شده در پایان آزمایش به حداکثر ۰/۸۳٪ و در بسته‌بندی خلاء به ۲/۷۵٪ رسید. این داده‌ها به‌خوبی نشان می‌دهد افزایش سطح تماس محصول خرما در دو تیمار شاهد و دست‌چین در جعبه مقوایی با هوای محیط که از رطوبتی متغیر برخوردار بود، سبب کاهش قابل‌توجه وزن و درنتیجه خشک شدن بیش از اندازه میوه می‌شود. در مقابل در بسته‌بندی‌های پرس شده و خلاء به علت نفوذپذیری کم پوشش پلی‌اتیلنی بسته نسبت به رطوبت، کم‌ترین کاهش وزن دیده شد. در تیمار پرس شده، هر میوه کاملاً بین میوه‌های اطراف خود پرس بود و عملاً فضایی برای تبادل هوا وجود نداشت ولی در بسته‌بندی خلاء عمده میوه‌ها با فیلم پلی‌اتیلنی محدود بودند که از امکان تبادل گازی برخوردار بود.

بسته‌های نگه‌داری شده در سردخانه کاهش وزن منفی داشتند، به عبارتی بسته‌هایی که در سردخانه قرار داشتند، درنتیجه جذب رطوبت موجود در سردخانه دچار افزایش وزن (کاهش وزن منفی) شدند. روند منفی تغییرات کاهش وزن برای بسته‌های قرار گرفته در دمای سردخانه به گونه‌ای بود که با بیشتر شدن زمان نگهداری به دلیل جذب بیشتر رطوبت محیط، افزایش وزن بیشتری در آن‌ها مشاهده شد. هم‌چنین بسته‌هایی که در دمای محیط دچار کاهش وزن بیشتری بودند (میوه‌های شاهد و دست‌چین شده در جعبه‌های مقوایی) در دمای سردخانه افزایش وزن بیشتری داشتند به گونه‌ای که وزن میوه‌های شاهد (بدون بسته‌بندی) پس از ۲۴۰ روز نگهداری، ۴/۸۵ درصد افزایش یافت. نکته قابل‌ذکر این است که هرگونه افزایش یا کاهش وزن میوه خرما به‌طور مستقیم بر کیفیت آن به‌خصوص بر سفتی بافت و حساسیت آن به بیماری‌های قارچی تأثیر می‌گذارد. هم‌چنین جذب رطوبت توسط جعبه‌های مقوایی سبب گردید تا آن‌ها شکل و قوام خود را تا حدودی ازدست‌داده و جعبه آن‌ها دچار موج شود.

غلظت مواد جامد محلول

از جدول ۱ چنین استنباط می‌شود که با بیشتر شدن زمان نگهداری میوه‌ها، در همه تیمارهای بسته‌بندی، کل مواد جامد محلول افزایش یافت هرچند ازنظر آماری تفاوتی میان ۴ تیمار بسته‌بندی در مقاطع مختلف تجزیه کیفی دیده نشد.



شکل ۱: اثر نوع بسته‌بندی و شرایط نگهداری بر تغییرات کاهش وزن میوه خرما طی دوره انبارداری (محور عمودی نشان‌دهنده LSD در سطح ۵٪ می‌باشد)

Fig. 1: The effect of package type and storage condition on weight loss changes of date fruits during storage (Vertical bar represents the LSD value at the level of 5%)

جدول ۱: اثر نوع بسته‌بندی و شرایط نگهداری بر تغییرات غلظت مواد جامد محلول خرما طی دوره انبارداری

Table 1: The effect of package type and storage condition on date fruit TSS during storage

شرایط نگهداری Storage condition	نوع بسته‌بندی Pack type	زمان نگهداری (روز) Storage duration (day)				
		0	60	120	180	240
سردخانه Cold storage	شاهد Control	65.57±0.62*	59.27±1.24	72.33±0.93	70.23±0.47	78.73±0.40
	خلاء Vacuum	65.57±0.62	66.50±5.07	79.33±0.62	69.53±0.84	82.20±3.83
	دست‌چین Hand picked	65.57±0.62	67.20±1.07	75.37±2.98	69.30±1.21	83.37±3.09
	پرس شده Pressed	65.57±0.62	70.93±3.74	75.30±5.22	75.60±1.21	81.50±3.90
دمای اتاق Room temperature	شاهد Control	65.57±0.62	66.73±1.42	80.50±1.46	73.27±0.62	83.42±0.79
	خلاء Vacuum	65.57±0.62	67.43±2.87	73.97±0.47	72.07±0.03	79.50±4.67
	دست‌چین Hand picked	65.57±0.62	65.80±1.46	79.10±0.81	74.67±0.47	84.19±3.09
	پرس شده Pressed	65.57±0.62	69.53±2.04	75.60±1.46	73.57±1.44	76.39±4.49

*: داده‌ها شامل میانگین ± خطای استاندارد می‌باشند

*: Data represent mean ± S.E.

مقایسه روند تغییرات غلظت مواد جامد محلول میوه در دو دمای نگهداری نیز نشان‌دهنده افزایش کل مواد جامد محلول میوه‌ها بود. اما در تمام دوره‌ی انجام آزمایش غلظت مواد جامد محلول در تیمار دمای سردخانه همواره کمتر از تیمار دمای اتاق بود. دلیل آن را می‌توان به از دست دادن آب کمتر در دمای سردخانه و نتیجه غلظت کمتر شیره سلولی نسبت داد.

نکته قابل‌توجه در نتایج به‌دست‌آمده افزایش حدود ۱۵ درصدی غلظت مواد جامد محلول در شاهد و دست‌چین در جعبه مقوایی در انتهای آزمایش نسبت به شروع آن بود. اگرچه می‌توان این افزایش را تا حدودی به از دست‌دهی آب‌میوه‌ها مرتبط دانست ولی الگوی مشابه تغییرات کل مواد جامد محلول برای میوه‌های نگهداری شده در دمای محیط و سردخانه تا

حدودی این توجیه را حداقل برای میوه‌های نگهداری شده در سردخانه ضعیف می‌کند. نکته‌ای که می‌توان در توجیه این تغییرات به آن اشاره نمود تبدیل دیگر ترکیبات درون میوه (ازجمله ترکیبات فنولی و اسیدهای آلی) به قندها و مواد محلول طی دوره نگهداری است (*کولی*، 1986). هم‌چنین باید توجه نمود که مهم‌ترین قندهای موجود در میوه خرما را ساکارز، گلوکز و فروکتوز تشکیل می‌دهند که نسبت بین آن‌ها در مراحل مختلف نمو و در ارقام مختلف متفاوت می‌باشد ولی در بیشتر ارقام با رسیده شدن میوه، نسبت قندهای احیاکننده بیشتر می‌شود. در ارقام خشک و نیمه‌خشک، بیش‌ترین ماده قندی موجود در انواع خرمای رسیده را ساکارز تشکیل می‌دهد (فلاحی، ۱۳۷۹). تجزیه قندهای خرمای رقم برحی توسط HPLC نشان داده است که در مرحله تمار، قندهای اصلی تشکیل‌دهنده میوه، فروکتوز و گلوکز می‌باشند و مقدار ساکارز بسیار ناچیز است (*مرتضوی*[1] و همکاران، 2010). اینکه آیا غلظت و نوع قندها در طی دوره طولانی نگهداری تغییر می‌کند و این تغییر بر مقدار کل مواد جامد محلول تأثیر می‌گذارد نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.

pH و اسیدیته میوه

نتایج این پژوهش نشان داد که نوع بسته‌بندی بر pH میوه اثر معنی‌داری نداشت و در زمان‌های مختلف آنالیز نیز اختلاف معنی‌داری بین دو شرایط مختلف نگهداری دیده نشد (شکل ۲A). pH عصاره در ماندگاری محصولات باغی و غذایی اهمیت زیادی دارد. pH عصاره عمدتاً متأثر از گروه‌های آمینو و کربوکسیل آزاد با وزن مولکولی پایین و مقدار کمتری تحت تأثیر ماکرومولکول‌های سلولی (پروتئین‌ها، نوکلوئیک‌اسیدها و پلی‌ساکاریدها) تغییر می‌کند.

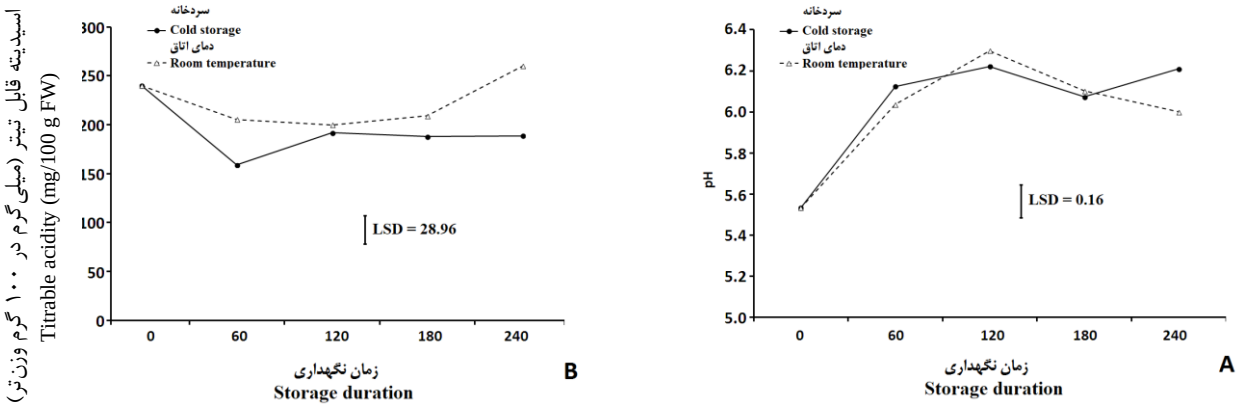
سالاری[2] و همکاران (2008) نیز نشان دادند نوع بسته‌بندی اثر معنی‌داری بر pH خرما نداشت. آن‌چه مسلم است با بیشتر شدن زمان نگهداری، pH عصاره میوه به‌تدریج افزایش یافت به گونه‌ای که نسبت به ابتدای آزمایش (۵/۳۳)، پس از ۲۴۰ روز نگهداری، مقدار pH، برای میوه‌های نگهداری شده در سردخانه و دمای محیط به‌ترتیب به ۶/۲۱ و ۶/۰۰ رسید. ازآن‌جایی‌که شیره سلول‌های گیاهی از خاصیت تامپونی بالایی برخوردار است، همیشه نمی‌توان رابطه‌ای مستقیم میان تغییرات pH و اسیدیته بافت پیدا کرد ولی روند تغییرات اسیدیته قابل تیتر طی دوره انبارداری (شکل ۲B) نوعی همبستگی میان این دو ویژگی کیفی را نشان می‌دهد. pH در مراحلی که میوه قابل‌مصرف است اهمیت زیادی دارد، زیرا مهم‌ترین فاکتورهایی که تحت تأثیر pH عصاره میوه قرار می‌گیرند، فعالیت آنزیم‌ها و میکروارگانیسم‌ها می‌باشند. در pH پایین فعالیت میکروارگانیسم‌ها تحت تأثیر دیگر عوامل محدودکننده مانند فعالیت آبی و دما می‌باشد (*زئوتن و سورنسون*[3]، 2003).

ازجمله صفات موردبررسی که تأثیر زیادی بر کیفیت و مزه میوه دارد اندازه‌گیری غلظت اسیدیته قابل تیتر عصاره بود. نتایج این پژوهش نشان داد که تأثیر شرایط نگهداری نیز بر تغییرات اسیدهای آلی معنی‌دار بود (شکل ۳A) و میوه‌های قرار گرفته در سردخانه از اسیدهای آلی کمتری نسبت به میوه‌های قرار گرفته در دمای اتاق برخوردار بودند (به‌ترتیب ۱۹۳/۱۷ و ۲۲۲/۴۲ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم). اگرچه میوه‌های بسته‌بندی شده نسبت به شاهد ازنظر اسیدهای آلی دارای اختلاف معنی‌داری بودند ولی اختلافی میان خود آن‌ها وجود نداشت. میوه‌های بدون بسته‌بندی با داشتن ۱۸۸/۸ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم، از کم‌ترین غلظت اسیدهای آلی برخوردار بودند و مقدار اسیدهای آلی در میوه‌های بسته‌بندی شده بیشتر بود (شکل ۳B). در بررسی روند تغییرات اسیدیته در دو دمای سردخانه و اتاق مشاهده شد که مقدار آن تقریباً روندی کاهشی بوده و درصد اسیدیته در دمای سردخانه در طی زمان آزمایش همواره کمتر از دمای اتاق بود. اسیدیته میوه ناشی از اسیدهای آلی متعددی است که طی مراحل مختلف متابولیسم میوه بیوسنتز شده و دائماً در حال تبدیل می‌باشند. بررسی ترکیب اسیدهای آلی میوه خرما در طول روند رشد توسط HPLC، نشان داد که در مرحله خلال اسید سوکسینیک، اسید غالب میوه بوده و در مراحل رطب و تمار اسید استیک، غالبیت می‌یابد. به‌طورکلی اسیدیته میوه خرما در مقایسه با دیگر محصولات باغی ناچیز می‌باشد و غلظت آن حداکثر به ۰/۲ درصد می‌رسد (*مرتضوی* و همکاران، 2010). شاید همبستگی منفی روند کاهشی اسیدهای آلی و روند افزایشی تغییرات کل مواد جامد محلول را بتوان بدین گونه توجیه نمود که بخشی از اسیدهای آلی طی دوره نگهداری به‌تدریج به قندهای محلول تبدیل می‌شود.

تیرگی بافت

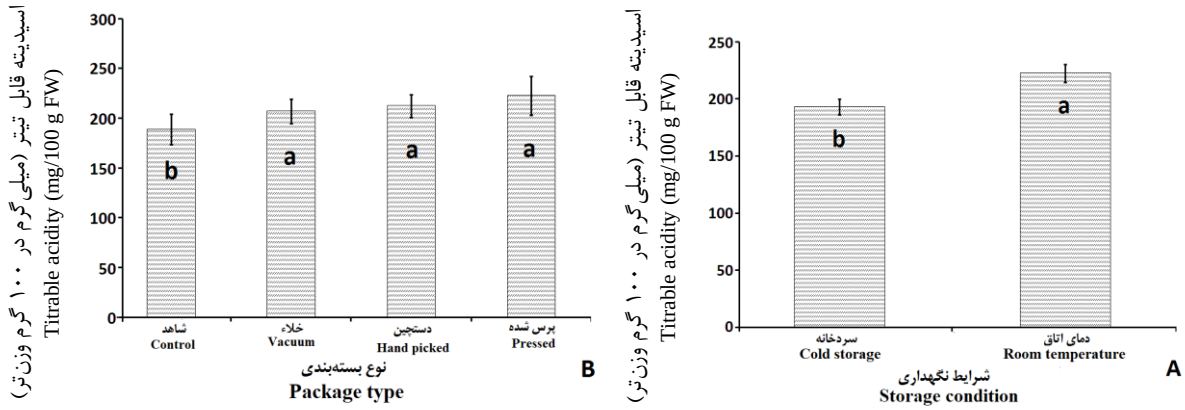
بررسی تیره شدن رنگ عصاره نشان داد هرچند میوه‌های شاهد (بدون بسته‌بندی) از تیرگی بافت بیشتری برخوردار بودند ولی نوع بسته‌بندی تأثیر معنی‌داری بر این پارامتر نداشت.

1. Mortazavi
2. Salari
3. Zeuthen and Sorensen



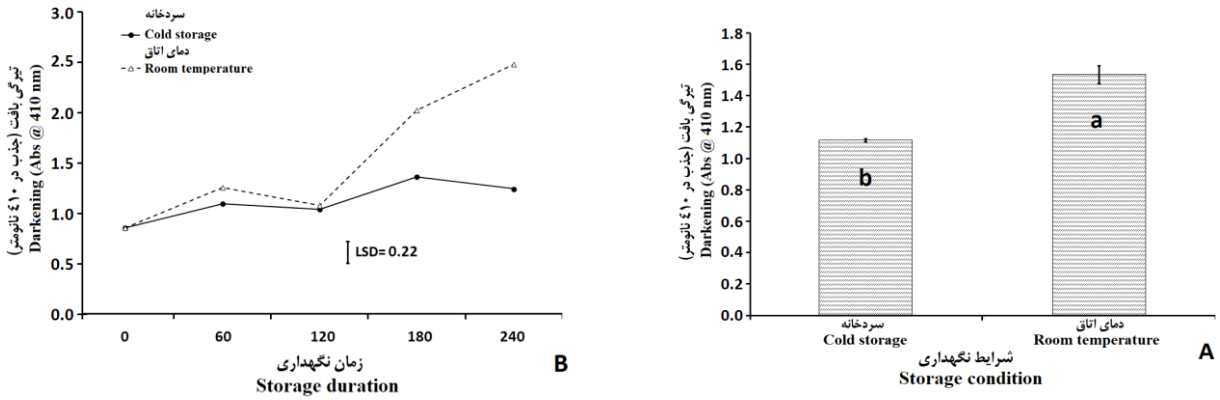
شکل ۲: تغییرات پهاش (A) و اسیدیته قابل تیتر (B) میوه خرما در شرایط مختلف نگهداری طی دوره انبارداری. اختلاف سطوح مختلف تیمارهای اعمال شده در نمودار خطی بر اساس مقدار LSD در سطح ۵٪ نشان داده شده است

Fig. 2: Changes of pH (A) and titratable acidity (B) in date fruit of different storage conditions during storage time. The difference between applied treatments in linear charts is shown based on LSD value at 5%



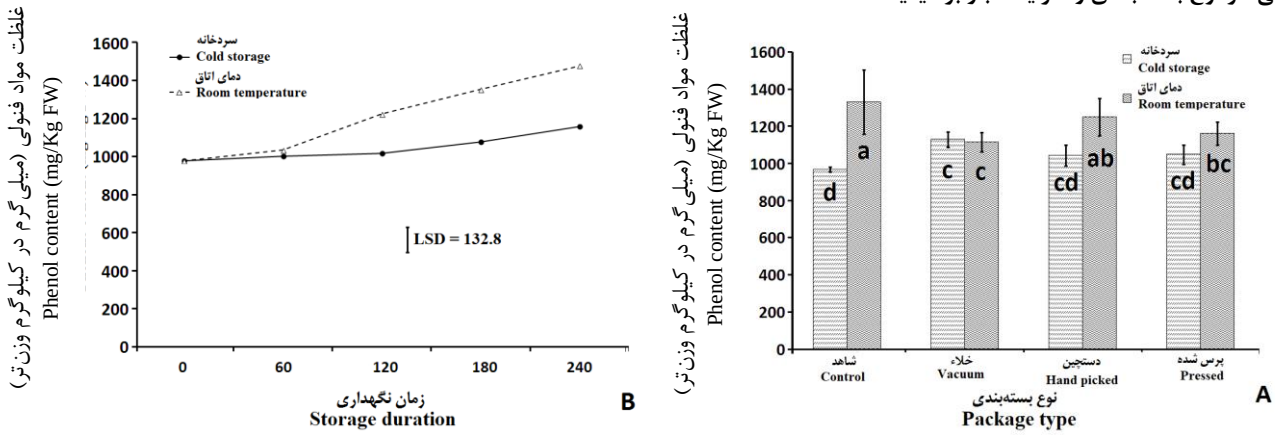
شکل ۳: اثر شرایط نگهداری (A) و نوع بسته‌بندی (B) بر مقدار اسیدیته قابل تیتر میوه خرما. ستون‌های با حروف غیرهمسان در سطح آماری ۵٪ معنی‌دارند

Fig. 3: The effects of packaging type (A) and storage condition (B) on titratable acidity of date fruit. The columns with different letters are significantly different at 5% level



شکل ۴: اثر شرایط نگهداری بر مقدار تیرگی (A) و تغییرات تیرگی بافت میوه خرما در شرایط مختلف نگهداری طی دوره انبارداری (B). ستون‌های با حروف غیر همسان در سطح آماری ۵٪ معنی‌دارند. اختلاف سطوح مختلف تیمارهای اعمال شده در نمودار خطی بر اساس مقدار LSD در سطح ۵٪ نشان داده شده است

Fig. 4: The effects of storage condition on date darkening (A) and Changes of darkening (B) in date fruit at different storage conditions during storage time. The columns with different letters are significantly different at 5% level. The difference between applied treatments in linear charts is shown based on LSD value at 5%



شکل ۵: اثر متقابل نوع بسته‌بندی و شرایط نگهداری بر غلظت مواد (A) و تغییرات غلظت مواد فنولی خرما در شرایط مختلف نگهداری طی دوره انبارداری (B). ستون‌های با حروف غیر همسان در سطح آماری ۵٪ معنی‌دارند. اختلاف سطوح مختلف تیمارهای اعمال شده در نمودار خطی بر اساس مقدار LSD در سطح ۵٪ نشان داده شده است

Fig. 5: The interaction effects of packaging type and storage condition on phenolic contents (A) and Changes of phenolic content (B) in date fruit at different storing conditions during storage time. The columns with different letters are significantly different at 5% level. The difference between applied treatments in linear charts is shown based on LSD value at 5%

براساس نتایج شکل ۴A، رنگ بافت میوه تحت تأثیر دمای نگهداری قرار گرفت و میوه‌های قرار گرفته در دمای اتاق از رنگ تیره‌تری برخوردار بودند. هم‌چنین بررسی روند تغییرات رنگ بافت میوه‌های نگهداری شده در دو دمای سردخانه و اتاق طی ۲۴۰ روز نگهداری (شکل ۴B) نشان داد که با بیشتر شدن زمان نگهداری، رنگ بافت در هر دو دما تیره‌تر شده است، هرچند میزان تغییرات برای میوه‌های قرار گرفته در دمای اتاق به‌مراتب شدیدتر بود. از این شکل می‌توان استنباط نمود که با نگهداری محصول خرما در دمای پایین‌تر به دلیل کند شدن متابولیسم، روند تیره شدن بافت کند شده و به عبارتی کیفیت آن به مدت طولانی‌تری حفظ می‌شود. یکی از مهم‌ترین تغییرات کیفی میوه خرما طی دوره نگهداری تیره شدن رنگ بافت میوه می‌باشد. مرتضوی و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی تغییرات رنگ میوه خرما در سطح و گوشت خرما نشان دادند که تغییرات ظاهری رنگ به دلیل تغییر در رنگ بافت می‌باشد. علت تیره شدن رنگ خرما در رقم دگلت‌نور در دمای ۴۹°C بر اثر قهوه‌ای شدن کربونیل-آمین (واکنش میلارد) و اندکی نیز فعالیت آنزیم پلی‌فنولاز گزارش شده است (*گلاسنر*[1] و همکاران، 2002).

نتایج نشان داد که غلظت مواد فنولی چهار نوع بسته‌بندی در دو دمای نگهداری ازنظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری بود و میوه‌های شاهد (بدون بسته‌بندی) و دست‌چین شده در جعبه مقوایی که در دمای اتاق قرار داشتند به‌ترتیب با داشتن ۱۳۳۰/۷۱ و ۱۲۴۹/۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم از غلظت مواد فنولی بیشتری برخوردار بودند (شکل ۵A). به‌جز میوه‌های خلاء شده، غلظت مواد فنولی در سه تیمار بسته‌بندی دیگر در دمای سردخانه کمتر بود. تغییرات غلظت مواد فنولی هر چهار نوع بسته‌بندی در طول ۲۴۰ روز نگهداری غیرمعنی‌دار بود ولی با بیشتر شدن زمان نگهداری، غلظت مواد فنولی میوه‌ها بیشتر گردید. در شکل ۵B، اثر متقابل دما و زمان نگهداری بر غلظت مواد فنولی نشان داده شده است که براساس آن، با گذشت زمان، تغییرات غلظت مواد فنولی برای میوه‌های قرار گرفته در دمای محیط افزایش بیشتری داشت و از ۹۷۸/۶۹ در ابتدا به ۱۴۷۷/۸۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم رسید. این تغییر برای میوه‌های قرار گرفته در سردخانه از ۹۷۸/۶۹ در ابتدا به ۱۱۵۷/۶۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. آنچه مسلم است کندتر شدن تغییرات غلظت مواد فنولی در سردخانه به دلیل کند شدن متابولیسم می‌باشد. افزایش غلظت مواد فنولی اگرچه منجر به بهبود ارزش غذایی میوه می‌شود ولی ازآنجایی‌که این افزایش به دلیل تولید ترکیبات فنولی با رنگ تیره می‌باشد منجر به تیره شدن رنگ بافت و کاهش کیفیت ظاهری آن شده و نامطلوب می‌باشد. عزیزالهی و همکاران (۱۳۹۰) با مقایسه تغییرات غلظت ترکیبات فنولی ارقام مختلف خرمای خوزستان در مراحل مختلف نمو نشان دادند که میوه خرما در مرحله تمار (مرحله پایانی نمو) ازنظر ترکیبات فنولی بسیار غنی می‌باشد. در میوه‌ی خرما، ترکیبات اسیدی فنولی (گالیک اسید، پروتوکاتکوئیک اسید، وانیلیک اسید، p-هیدروکسی بنزوئیک، کافئیک اسید، سیرینجیک اسید، p-کوماریک اسید، فرولیک و

1. Glasner

o-کوماریک اسید) شناخته شده است (*الفارسی*[1] و همکاران، 2005). در مورد ترکیب فنولی غالب در ارقام خرمای ایران اطلاعاتی وجود ندارد و مواد فنولی کل ارقام خرمای ایران برحسب میلی‌گرم اسید گالیک بیان می‌شوند (*بیگلری* و همکاران، 2009).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج شکل ۶A نشان می‌دهد که بیش‌ترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های شاهد و دست‌چین شده در جعبه مقوایی قرار گرفته در دمای اتاق به‌دست‌آمده است (به‌ترتیب ۱۴۹/۰۹ و ۱۴۶/۲۵ میلی‌مول Fe^{2+} بر ۱۰۰ گرم وزن‌تر). هم‌چنین کم‌ترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به میوه‌های بدون بسته‌بندی قرار گرفته در سردخانه بود (۱۲۰/۱۵ میلی‌مول Fe^{2+} بر ۱۰۰ گرم وزن‌تر). تغییرات ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های ۴ نوع بسته‌بندی طی ۲۴۰ روز نگهداری معنی‌دار بود و با بیشتر شدن زمان نگهداری، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر شد و بیش‌ترین افزایش در میوه‌های دست‌چین در جعبه مقوایی مشاهده شد (شکل ۶B). آنتی‌اکسیدان‌ها موادی هستند که باعث جلوگیری یا به تأخیر انداختن آسیب‌های اکسایشی ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن می‌شوند. فاکتورهای مختلفی مانند رقم، شرایط رشد، مرحله رسیدن، فصل، منطقه جغرافیایی، کوددهی، نوع خاک، شرایط انبارداری و میزان دریافت تابش نور باعث ایجاد تفاوت در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌گردد (*بیگلری* و همکاران، 2008).

همان‌گونه که انتظار می‌رفت و در همبستگی با تغییرات مواد فنولی، تغییرات ظرفیت آنتی‌اکسیدانی برای میوه‌های قرار گرفته در دمای سردخانه بسیار ناچیز بود که می‌توان آن را به متابولیسم کند میوه در دمای پایین نسبت داد. عزیزالهی و همکاران (۱۳۹۰) نیز با مقایسه غلظت مواد فنولی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ارقام مختلف خرما نشان دادند که با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه خرما در مراحل مختلف نمو به نحو چشمگیری متأثر از غلظت مواد فنولی آن‌ها می‌باشد.

بررسی نتایج همبستگی بین صفات (جدول ۲)، نشان داد که بین کاهش وزن و غلظت مواد جامد محلول و تیرگی بافت همبستگی مثبت وجود داشت. در حقیقت کاهش وزن، ناشی از تبخیر رطوبت بسته‌ها می‌باشد و درنتیجه کاهش رطوبت، غلظت مواد جامد محلول افزایش یافته و با بیشتر شدن غلظت رنگیزه‌های تیره، تیرگی بافت میوه افزایش یافته است. هم‌چنین غلظت مواد فنولی با کاهش وزن، مواد جامد محلول، تیرگی بافت و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی همبستگی مثبت نشان داد. بیشتر ترکیباتی که در تیره شدن رنگ بافت میوه نقش دارند، جزو ترکیبات فنولی به‌حساب می‌آیند و نتایج این پژوهش نیز نشان داد که با بیشتر شدن غلظت ترکیبات فنولی، بافت تیره‌تر می‌شود. از طرفی همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنولی مؤید این نکته بود که ترکیبات فنولی خرما بخش قابل‌توجهی از ترکیبات با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را شامل می‌شوند.

جدول ۲: همبستگی بین صفات کیفی میوه خرما در شرایط مختلف نگهداری طی دوره انبارداری

Table 2: The correlation between date fruit quality parameters at different storing conditions during storage time

ردیف Row	صفات Parameters	1	2	3	4	5	6	7
1	کاهش وزن WL	1						
2	مواد جامد محلول TSS	0.35**	1					
3	پهاش pH	-0.04	0.41**	1				
4	اسیدیته قابل تیتر TA	0.28**	-0.01	-0.62**	1			
5	تیرگی بافت میوه Darkening	0.65**	0.41**	0.05	0.22*	1		
6	آنتی‌اکسیدان Antioxidants	0.55**	0.38**	0.12	0.18*	0.61**	1	
7	مواد فنولی Phenolics	0.67**	0.46**	0.18*	0.12	0.65**	0.71**	1

اعدادی که به‌ترتیب با * و ** مشخص شده‌اند نشان‌دهنده همبستگی معنی‌دار و بسیار معنی‌دار هستند

Data showing * and ** represent the significant and high-significant correlation, respectively

1. Al-Farsi

نتیجه‌گیری

روش بسته‌بندی توانست برخی خصوصیات کیفی محصول خرما را تحت تأثیر قرار دهد. در بسته‌بندی‌هایی که تماس میوه با محیط اطراف محدود شده بود، جذب یا از دست دادن رطوبت ناچیز بود ولی برای میوه دست‌چین شده در جعبه مقوایی که یکی از رایج‌ترین روش‌های بسته‌بندی خرما در کشور می‌باشد، علاوه بر کاهش وزن یا جذب رطوبت قابل‌توجه (به‌ترتیب در دمای اتاق و سردخانه)، به دلیل جذب رطوبت، قوام جعبه‌ها نیز تحت تأثیر قرار گرفت. غلظت مواد جامد محلول و pH عصاره اگرچه تحت تأثیر نوع بسته‌بندی و دمای نگهداری قرار نگرفت ولی در طول ۲۴۰ روز نگهداری دچار تغییرات قابل‌توجهی شدند که حاکی از اهمیت طول دوره نگهداری می‌باشد. دمای بالاتر نگهداری سبب بروز از دست‌دهی آب بیشتر، کاهش وزن و تیره شدن بافت میوه و درنتیجه افت قابل‌توجه کیفیت میوه گردید. افزایش تدریجی غلظت مواد فنولی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه خرما در طول دوره نگهداری و به‌خصوص در دمای اتاق اگرچه سبب بهبود ارزش غذایی محصول گردید ولی به دلیل تأثیر منفی قابل‌توجه این شرایط بر خصوصیات کیفی ظاهری نظیر رنگ و آب‌میوه، مطلوب نبوده و قابل توصیه نیست. مقایسه چهار نوع بسته‌بندی شاهد، بسته‌بندی خلاء، بسته‌بندی دست‌چین در جعبه مقوایی و بسته‌بندی پرس شده در ظرف شفاف پلاستیکی دوخت شده نشان داد که در تیمارهای بسته‌بندی که نفوذ هوا بیشتر بود (شاهد و دست‌چین در جعبه مقوایی)، میوه‌ها دچار نوسان بیشتر رطوبتی، تغییر رنگ و ارزش غذایی شده بودند و کم‌ترین تغییرات کیفی در انواع بسته‌بندی وکیوم و پرس شده مشاهده گردید. در مقابل دمای نگه‌داری در بسیاری از صفات موردبررسی تأثیر معنی‌دار داشت. دمای سردخانه توانست مانع از افزایش اسیدیته، تیرگی بافت و نوسانات وزن گردد. مرور نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد، به‌طورکلی نوع بسته‌بندی به کار رفته در این مطالعه در کیفیت بیوشیمیایی خرمای رقم برحی تأثیر معنی‌داری نداشت و می‌توان گفت صرف‌نظر از نقش بسته‌بندی در جلوگیری از شیوع آفات انباری خرمای برحی، نوع بسته‌بندی در این رقم تنها از جنبه‌ی بازاریابی و جلب نظر مصرف‌کننده می‌تواند حائز اهمیت باشد. در مقابل دمای نگهداری در بسیاری از صفات موردبررسی تأثیر معنی‌دار داشت. دمای ۷ درجه سانتی‌گراد توانسته بود مانع از افزایش اسیدیته، تیرگی بافت و کاهش وزن گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی شماره ۱۲۱۰ دانشگاه شهید چمران می‌باشد که با همکاری دانشگاه شهید چمران اهواز و مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور انجام گردید. بدین‌وسیله از معاونت‌های پژوهشی این دو دستگاه جهت حمایت از طرح تشکر می‌شود.

منابع

اشرف‌جهانی، آ. ۱۳۸۱. خرما، میوه زندگی. نشر علوم کشاورزی، ۱۴۷ صفحه.

عزیزالهی، ف.، مرتضوی، س. م. ح. و نجفی، س. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات ترکیبات فنولیک و آنتی‌اکسیدانی چهار رقم خرما در مراحل مختلف نمو. خلاصه مقالات دومین کنگره ملی فیزیولوژی گیاهی ایران، صفحه ۳۴۶.

گسیلی، ع.، قاسم‌خانی، س. و موسی‌پور، س. ۱۳۸۵. بسته‌بندی صادراتی خرما. دفتر توسعه طراحی و ترویج امور بسته‌بندی. ۴۳ صفحه.

مرتضوی، س. م. ح. ۱۳۸۵. تغییرات فیزیکوشیمیایی در مراحل رشد و رسیدن میوه و تأثیر شرایط مختلف بسته‌بندی بر کیفیت و ماندگاری پس از برداشت خرما (*Phoenix dactylifera* L.)، رقم برحی. پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۴۶ صفحه.

مرتضوی، س. م. ح.، ارزانی، ک. و برزگر، م. ۱۳۸۵. تأثیر بسته‌بندی خلاء و شرایط اتمسفر تغییر یافته بر ماندگاری و کیفیت میوه خرما (*Phoenix dactylifera* L.)، رقم برحی. مجله علمی کشاورزی، ۲۹: ۱۲۵-۱۳۷.

Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Morris, A., Baron, M. and Shahidi, F. 2005. Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53: 7592-7599.

Al-Mughrabi, M., Bacha, M. A. and Abdelrahman, A. O. 1995. Effect of storage temperature and duration on fruit quality of three pomegranate cultivars. Journal of King Saud University, Agricultural Sciences, 7: 239-248.

Baloch, M. K., Saleem, S. A., Baloch, A. K. and Baloch, W. A. 2006. Impact of controlled atmosphere on the stability of Dhakki dates. Food Science and Technology, 39: 671-676.

Barreveld, W. H. 1993. Date Palm Products. Agricultural Services Buletin No 101. 216 pp. F.A.O., Rome.

Benzie, I. F. F. and Strain, J. J. 1996. Ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. Annual Biochemistry, 239: 70-76.

Biglari, F., Alkarkhi, F. M. and Easa, M. A. 2009. Cluster analysis of antioxidant compounds in dates (*Pheonix dactylifera*): Effect of long term cold storage. Journal of Agricultural Food Chemistry, 107: 1636-1641.

Chamara, D., Illeperuma, K. and Galappatty, P. T. 2000. Effect of modified atmosphere and ethylene absorbers on extension of storage life of Kolikuttu banana at ambient temperature. Fruits (Paris), 55 (6): 381-388.

Coley, P. D. 1986. Costs and benefits of defense by tannins in a Neotropical tree. Oecologia, 70: 238-241.

Dowson, V. H. W. and Aten, A. 1962. Dates: Handling, Processing and Packing. FAO Agricultural Development Paper 72: 392 pp. F.A.O., Rome.

FAO. 2013. www.fao.org. FAO statistics.

Garcia-Alonso, M., Pascual-Teresa, S. D., Santos-Buelga, C. and Rivas-Gonzalo, J. C. 2004. Evaluation of the antioxidant properties of fruits. Food Chemistry, 84 (1): 13-18.

Glasner, B., Botes, A., Zaid, A. and Emmens, J. 2002 Date harvesting, packinghouse management and marketing aspects. *In:* Zaid, A. (*Ed.*) Date palm cultivation. FAO Plant Production and Protection Paper: 156: 237-267.

Kader, A. A. and Hussein, A. M. 2009. Harvesting and post harvest handling of dates. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, pp: 1-15.

Mortazavi, S. M. H., Arzani, K. and Barzegar, M. 2010. Analysis of sugars and organic acids contents of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) Barhee during fruit development. Acta Horticulturea, 882: 793-801.

Salari, R., Karazhiyan, H. and Mortazavi, S. A. 2008. Study the effect of different packaging films on physicochemical properties of different Iranian date during storage. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environment Sciences, 3: 485-491.

Slinkard, K. and Singleton, V. L. 1977. Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. American Journal of Enology and Viticulture, 28: 49-55.

Zaid, A. 1983. Date palm cultivation, FAO, Rome, p 300.

Zeuthen, P. and Sorensen, L. B. 2003. Food preservation techniques. CRC Press. 217 p.

Effects of Packaging Type and Storage Conditions on the Quality of Date (*Phoenix dactylifera* L.), Fruits cv. Barhee

Mortazavi[1*], S. M. H., Mostaan[2], A., Rahnama[3], A. A., Najafi[4], S. and Azizollahi[5], F.

Abstract

Due to low water and high sugar content, date fruit has long term longevity but fruit quality is affected by type and storing condition. This experiment was done based on complete randomized design with three replications to study the effects of pakaging type and storage condition on the maintenance quality of date fruit cv. Barhee. The fruit of date was prepared in four pakaging types i.e. control (without pakaging), vacuum, hand picked in cardboard box and pressed and then stored in two conditions i.e. room temperature (RT) and cold room (7°C). Fruits were analyzed at days 0, 60, 120, 180 and 240 of storage for quality attributes including weight loss, texture darkening, TSS, pH acidity, total phenolic content and antioxidant capacity. Results showed that in vacuum and pressed packages, changes in fruit quality were minimized. For fruits handpicked in cardboard box, in addition to significant weight loss or moisture absorption (at RT or cold room respectively), consistency of boxes was also affected. However TSS and pH were not affected by package type and storage temperature but during 240 days of storage, considerable changes was seen in these parameters. Increasing the duration of storage time, led to enhanced fruit phenolic content, antioxidant capacity and fruit darkening but fruit water content reduced. Despite the lack of a significant effect of pakaging type on main quality characteristics, most of them affected by storage condition significantly and so storing at 7°C, could prohibit the increase of titratable acidity, texture darkening and weight loss.

Keywords: Vacum, Phenolic content, Soluble solids, Antioxidant capacity

1, 4 and 5. Associate Professor and MSc Graduated Students, Respectively, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

2 and 3. Assistant Professor and Associate Professor, Respectively, Department of Physiology and Postharvest Technology, Horticultural Science Research Institute, Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Agricultural Researc, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

*: Corresponding author Email: mortazavi_mh@scu.ac.ir