مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال دوازدهم، شماره 1، بهار 1396، صفحات 97-89

تأثیر میزان غلظت گاز دی‌اکسید کربن بر خواص کیفی و ماندگاری خرمای رقم برحی بسته‌بندی شده با اتمسفر اصلاح شده

ایران محمدپور[1]، بهجت تاج الدین[2]

1- مربی پژوهشی گروه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

2- استادیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، پست الکترونیکی: behjat.tajeddin@yahoo.com

تاریخ دریافت: 94/11/17 تاریخ پذیرش: 95/3/21

چکیده

سابقه و هدف: خرمای رقم برحی، یکی از محصولات با ارزش ایران است که هنوز از جایگاه واقعی خود در بازارهای داخلی و خارجی برخوردار نیست. به‌منظور افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت آن در مرحله دمباز طی بازار رسانی، پژوهش زیر انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: خرما به روش اتمسفر اصلاح شده (MAP فعال) با دو غلظت گازی (5 درصد اکسیژن/10 درصد دی‌اکسید کربن/85 درصد نیتروژن)، (5 درصد اکسیژن/20 درصد دی‌اکسید کربن/75 درصد نیتروژن)، و تیمار شاهد (بسته‌بندی با MAP غیرفعال) بسته‌بندی شد. برای بسته‌بندی از کیسه پلی‌اتیلنی پنج لایه با 80 میکرون ضخامت استفاده شد. بسته‌ها در سردخانه با برودت0 تا ^{o}C 3- و رطوبت نسبی80-75 درصد قرار گرفتند. پس از 30، 60 و90 روز، بسته‌ها از انبار خارج و از نظر خواص کمی و کیفی شامل تغییرات رنگ، قند اینورت و قند کل، مواد جامد محلول، اسیدیته، pH، درصد تبدیل به رطب و کاهش وزن ارزیابی شدند. نتایج تحت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی توسط نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها به‌روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($p<0/05$) انجام گرفت.

یافته‌ها: میوه‌ها در بسته‌بندی MAP فعال با10 و20 درصد دی‌اکسید کربن دارای کمترین کاهش وزن نسبت به شاهد بودند. در تیمار شاهد با گذشت زمان انبارداری، قند اینورت و قندکل میوه‌ها افزایش داشت. در تیمارهای MAP با10 و 20 درصد دی‌اکسید کربن با گذشت زمان انبارداری، تغییرات رسیدگی معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری: تبدیل میوه‌ها به رطب در بسته‌بندی با10 و 20 درصد دی‌اکسید کربن، و نگهداری در دمای پایین از روند کاهشی برخوردار بوده و کمترین تغییرات کیفی را داشتند. روشن‌ترین رنگ قهوه‌ای در تیمار MAP فعال با 20 درصد دی‌اکسید کربن مشاهده شد.

واژگان کلیدی: اتمسفر اصلاح شده (MAP)، خواص کمی و کیفی خرمای رقم برحی، ماندگاری

• مقدمه

میوه تمام ارقام خرما طی سه مرحله از مراحل رشد و نمو یعنی خارک (خلال)، رطب، و تمار قابل برداشت و فروش است. میوه در مرحله رطب کامل، 45-30 درصد رطوبت دارد، فیبر آن نرم، و فاسد شدنی است (1). استفاده از بسته‌بندی‌های مناسب، منجر به حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری و عمر قفسه‌ای این محصول می‌شود. بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده یا تغییر یافته (MAP)، با کاهش سرعت واکنش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی و همچنین کاهش رشد میکروارگانیزم‌ها سبب افزایش عمر ماندگاری محصولات می‌شود. در منابع علمی، اصطلاح اتمسفر تغییریافته یا اصلاح شده غیر فعال به وسیله محصول (MAP غیر فعال)، به معنی دست‌یابی به توازن مناسبی از اتمسفر بسته بر اساس تنفس محصول و خصوصیات نفوذپذیری بسته است. در واقع اتمسفر مورد نیاز به صورت انفعالی در اثر مصرف اکسیژن و تولید دی‌اکسید کربن طی فرآیند تنفس ایجاد می‌شود. از طرف دیگر سیستم هوای تغییر یافته فعال (MAP فعال) با خارج کردن هوای معمولی از بسته و ایجاد خلاء و جایگزینی سریع مخلوط گازی موردنظر به جای آن، به وجود می‌آید (2).

روش MAP، مزایایی چون کاهش تنفس، کاهش تولید اتیلن و کاهش حساسیت به اتیلن دارد. MAP ، نرم‌شدگی بافت و تغییرات ترکیبات میوه را به تأخیر می‌اندازد و علائم فیزیولوژیکی نامطلوب و خسارت میوه را کاهش می‌دهد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

بسته‌بندی محصولات در فیلم‌های پلیمری منتج به اصلاح اتمسفر توسط محصول می‌شود. اتمسفر اصلاح شده درون چنین بسته‌هایی بستگی به نفوذپذیری فیلم، میزان تنفس محصول و حجم آزاد اولیه و ترکیب اتمسفری درون بسته دارد. درجه حرارت، رطوبت نسبی و جریان هوای اطراف بسته، روی نفوذپذیری فیلم مؤثر است (3).

به هر حال، مقالات متعددی با ترکیبات گازی متفاوت و جنس مواد بسته‌بندی گوناگون برای محصولات مختلف زراعی و باغی وجود دارد. به برخی از پژوهش‌های انجام گرفته در مورد MAP خرما در زیر اشاره می‌شود.

در بررسی تأثیر MAP در دمای صفر درجه سلسیوس برای افزایش ماندگاری خارک رسیده و زرد رنگ برحی، ترکیب‌های گازی 20، 10، 5 درصد دی‌اکسید کربن استفاده شد. میوه‌ها با تیمار 20 درصد دی‌اکسید کربن دارای ماندگاری طولانی‌تر به‌مدت 182 روز نسبت به سایر تیمارها بودند و تیمار شاهد به‌مدت 49 روز ماندگاری داشت. در تیمار20 درصد دی‌اکسید کربن، میزان کل مواد جامد و تانن میوه حفظ شد. دی‌اکسیدکربن، تجزیه ترکیبات فنلی را به تأخیر انداخته و رنگ و سفتی و کیفیت خوراکی میوه را حفظ کرده است (4).

تأثیر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده و تحت خلاء در رقم دگلت نور خرما بررسی شد. گاز مورد استفاده، نیتروژن (80 درصد) و دی‌اکسید کربن (20 درصد) بود که به مقدار 10 و 15 درصد حجم بسته به داخل آن تزریق گردید. بسته‌ها در دماهای 20، 30 و40 درجه سلسیوس نگهداری شدند. نتایج نشان داد که هر دو نوع بسته‌بندی تحت خلاء و MAP سبب کاهش از دست رفتن رطوبت میوه‌ها در طول مدت نگهداری شده‌اند ولی محصول نگهداری شده در دمای 20 درجه سلسیوس با بسته‌بندی 10 درصد مخلوط گازی بهترین ماندگاری را به‌مدت 6 ماه داشته است (5).

تأثیر بسته‌بندی تحت خلاء و MAP غیر فعال خارک برحی در دمای 4درجه سلسیوس بررسی شد. نتایج نشان داد که میوه‌ها در بسته‌بندی MAP غیر فعال، دارای کمتر از 1% کاهش وزن و کمترین درصد تبدیل به رطب بودند. در بسته‌بندی تحت خلاء گرچه درصد کاهش وزن و میوه‌های چروکیده حداقل بوده است، بخش بزرگی از میوه‌ها به رطب تبدیل شده و سفتی میوه به نحو قابل توجهی کاهش یافته است (6).

بررسی تأثیر بسته‌بندی MAP بر خصوصیات و جمعیت میکروبی رطب شاهانی در دمای صفر درجه سلسیوس نشان داده است که تیمار 30 درصد دی‌اکسید کربن و 70 درصد نیتروژن، بهترین تیمار از نظر ثابت ماندن شکل ظرف و رنگ رطب و میزان شکرک زدگی بوده است (7).

بررسی امکان استفاده از اتمسفرهای تعدیل یافته در نگهداری رطب نشان داد که با استفاده از MAP حاوی 40 درصد دی‌اکسید کربن و دمای نگهداری صفر درجه سلسیوس، قابلیت ماندگاری محصول نهایی تا 225 روز افزایش یافته است. این درحالی است که قابلیت ماندگاری نمونه‌های شاهد نگهداری شده در بسته‌بندی تحت اتمسفر معمولی و دمای یخچال، به طور متوسط 28- 35 روز بوده است (8).

تأثیر بالشتک‌های جاذب اتیلن در شرایط بسته‌بندی MAP خارک برحی در مقایسه با تیمار MAP غیر فعال در کیسه‌های پلی‌اتیلنی در دو دمای 5 و 15 درجه سلسیوس نشان داد که میوه‌ها در تیمار MAP حاوی بالشتک جاذب اتیلن دارای کمترین درصد کاهش وزن و کمترین درصد تبدیل رطب (35 درصد) و بیشترین سفتی بافت بوده‌اند. از نظر صفات کیفی نیز کمترین کاهش را داشتند. ضمناً، دمای 5 درجه سلسیوس نسبت به 15 درجه سلسیوس در حفظ خصوصیات کیفی میوه مؤثرتر بوده است (9).

تأثیر غلظت‌های بالای دی‌اکسیدکربن در بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده بر کیفیت خرمای سایر (استعمران) نشان داد که MAP حاوی 85 درصد دی‌اکسید کربن 3 درصد اکسیژن 12درصد نیتروژن، در 4 درجه سلسیوس بهترین نتایج را از نظر حشره‌زدایی و نگهداری خرمای رقم سایر دارد (10).

میزان و نوع قندهای موجود در میوه خرما بسته به رقم متفاوت است. خرمای نرم عمدتاً دارای گلوکز و فروکتوز و مقادیر جزئی ساکارز می‌باشد در حالی که خرمای خشک حاوی درصد بالایی از ساکارز است (11). آنزیم انورتاز در تبدیل ساکارز به قندهای انورت دخالت داشته و بیشترین فعالیت این آنزیم، در مراحل پایان رسیدگی میوه در خرماهای نرم می‌باشد (12). در فرآیند رسیدن میوه از مرحله کیمری به خرمای کامل، میزان قند آن افزایش می‌یابد اما سایر ترکیبات مانند رطوبت، پروتئین، چربی، خاکستر، فیبر و مواد پکتینی کم می‌شوند (13). پژوهش‌های انجام شده در مورد شرایط نگهداری خرما نشان داده است که بعد از دو ماه نگهداری خرمای رقم خلاص، در برودت 3- درجه سلسیوس و خرمای برحی به مدت یک سال در همین برودت، کیفیت میوه‌ها به‌خوبی حفظ شده است که این تفاوت، به سبب تفاوت در اندازه و بافت میوه می‌باشد (14). در همین راستا، اثر سه نوع فیلم

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

بسته‌بندی (پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن و سلوفان) بر خواص فیزیکوشیمیایی سه رقم خرما (کبکاب، پیارم و سایر) در مدت شش ماه انبارداری در دماهای مختلف نشان داد که در دمای 25 درجه سلسیوس، فساد خرما سریع‌تر رخ می‌دهد. تمام فیلم‌های بسته‌بندی شده، بعد از دو ماه نگهداری در دمای 5 درجه سلسیوس سبب کمترین تغییرات در خواص کیفی خرما می‌شوند. در نگهداری بیش‌تر از دو ماه، فیلم‌های پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن باعث کاهش میزان بریکس و قندهای احیاءکننده و قند کل خرما می‌گردند (15).

با توجه به موارد فوق، از آن‌جایی که خرما یکی از محصولات با ارزش و قابل توجه ایران بوده و کار کمتری روی بسته‌بندی آن انجام شده است، این مقاله، کاربرد روش MAP را برای خرمای رقم برحی، یکی از با ارزش‌ترین ارقام خرمای استان خرماخیز هرمزگان به‌منظور افزایش عمر ماندگاری و حفظ کیفیت آن در مرحله دمباز طی بازار رسانی، بررسی می‌کند.

• مواد و روش‌ها

میوه برحی با خوشه یا پنگ در مرحله خارک زرد رنگ از درخت برداشت شد. برای سرد کردن اولیه خارک‌ها، از آب سرد استفاده شد. سپس خوشه‌ها به آزمایشگاه منتقل و میوه-ها از خوشه جدا شدند. رطب‌ها و خارک‌های سبز رنگ نارس نیز از غیر نارس‌ها جدا گشتند. میوه‌ها تا زمان اعمال تیمار در دمای یخچال قرار گرفتند تا به حالت دمباز (به مرحله رشد میوه از شروع رطب شدن و نرم شدن بافت تا قبل از مرحله نرم شدن کامل یا رطب کامل اطلاق می‌شود) تبدیل شوند و بسته‌بندی گردند. از دو روش ترکیب گازی فعال و غیر فعال برای بسته‌بندی استفاده شد. در روش فعال، دو ترکیب گازی شامل (5 درصد اکسیژن/10 درصد دی‌اکسید کربن/85 درصد نیتروژن) و (5 درصد اکسیژن/20 درصد دی‌اکسید کربن/75 درصد نیتروژن) به کار گرفته شد. از فیلم پلاستیکی پلی‌اتیلن پنج لایه (لایه خارجی پلی‌آمید و لایه‌های داخلی پلی‌اتیلن و اینومرها) با ضخامت کلی 80 میکرون و غیر قابل نفوذ به بخار آب و گازها برای بسته‌بندی استفاده گردید. 12 عدد میوه درون فیلم قرار گرفت و با استفاده از دستگاه بسته‌بندی (Henkelmen، مدل A 200، ساخت هلند)، تزریق گاز و عمل بسته‌بندی انجام شد. در تیمار شاهد یعنی روش MAP غیر فعال، پس از قراردادن میوه‌ها در پوشش پلاستیکی، برنامه دستگاه به گونه‌ای تنظیم شد که پس از خارج کردن هوا، بدون تزریق گاز، دربندی (دوخت) صورت گیرد. بسته‌های خرما پس از توزین اولیه، درون سبدهای پلاستیکی مستطیل شکل به ابعاد 60 ×40 x 14 قرار گرفتند و سبدها روی هم قفل شدند. سپس، سبدها به انبار (3-)-0 درجه سلسیوس با رطوبت نسبی 75-80 درصد منتقل گشتند. در فواصل 30، 60 و 90 روز پس از بسته‌بندی، خواص کیفی میوه‌ها مشتمل بر تغییرات رنگ، درصد قند کل و احیاء، درصد مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، pHسفتی بافت، درصد تبدیل به رطب، رطوبت و درصد کاهش وزن اندازه‌گیری گردید.

pH: با استفاده از pHمتر (مدل Metrohm، ساخت سوئیس)، pH عصاره خرما تعیین شد.

اسیدیته: برای اندازه‌گیری اسیدیته، ده میلی‌لیتر از عصاره خرما با صد میلی‌لیتر آب مقطر رقیق و در مجاورت شناساگر فنل فتالئین با سود یک دهم نرمال تا ظهور رنگ صورتی کمرنگ تیتر شد. سپس درصد اسیدیته برحسب اسید مالیک محاسبه شد (16).

موادجامد محلول: موادجامد محلول به روش رفراکتومتری، با رفراکتومتر (مدل GHD، ساخت ژاپن) تعیین گردید.

برای تعیین رطوبت، مقدار ده گرم از خرما توزین و در آون معمولی با دمای حدود 75 درجه سلسیوس به مدت 48 ساعت تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد. پس از سرد شدن در دسیکاتور، درصد رطوبت نمونه‌ها محاسبه گردید (16).

بافت: سنجش بافت گوشت میوه با دستگاه سفتی‌سنج (مدل FT 327، ساخت ایتالیا) انجام گرفت.

رنگ: به منظور اندازه‌گیری رنگ، تصاویر نمونه‌های خرما به کمک اسکنر (مدل HP scanjet G4010، ساخت کانادا) تهیه گردید. برای جلوگیری از ورود هرگونه نور جانبی، سطح اسکنر با پارچه کاملاً سیاه و ضخیم پوشانیده شد. تصاویر با وضوح dpi 300 و فرمت JPEG ذخیره شدند. پس از انتقال تصاویر به رایانه، مختصات رنگی آن‌ها در فضای رنگی Lab با نرم‌افزار Image (version 1.40g) استخراج گردید. مدل رنگی Lab مرکب از مؤلفه L (روشنی) با محدوده صفر (سیاه) تا 100 (سفید)، مؤلفه a (قرمزی) نامحدود با طیف رنگی سبز (مقادیر منفی) تا قرمز (مقادیر مثبت) و مؤلفه b (زردی) نامحدود با طیف رنگی آبی (مقادیر منفی) تا زرد (مقادیر مثبت) بود (17). شاخص تفاوت کلی رنگ TCD (Total colour difference) برحسب میزان تغییرات مؤلفه‌های رنگی a، L و b نمونه‌های خرمای تیمار شده نسبت به رنگ نمونه تازه (l_0= 39/23 , b_0= 27/7 , a_0= -0/385) طبق رابطه (1) محاسبه شد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

رابطه (1)

$$TCD = \sqrt{(l_0 - l)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2}$$

درصد تبدیل دمباز به رطب کامل: برای محاسبه درصد تبدیل دمباز به رطب کامل، میوه‌های رطب شمارش شده و با تقسیم تعداد آن‌ها بر کل میوه‌ها (12 عدد) و ضرب در عدد صد، درصد تبدیل به رطب حاصل شد.

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آزمایش فاکتوریل در سه تکرار انجام شد. دو تیمار "نوع بسته‌بندی" و "مدت زمان نگهداری" هر کدام در سه سطح، تیمارهای این مطالعه بودند. بنابراین، با توجه به تعداد و سطح تیمارها، و سه تکرار، تعداد کل 27 نمونه آزمایشی، مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه آماری نتایج توسط نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($p<0/05$) انجام گرفت. برای رسم نمودارها، از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

• یافته‌ها

نتایج داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های کمی و کیفی خرمای برحی مشتمل بر PH، مواد جامد محلول، درصد اسیدیته، قند اینورت، قند کل، و درصد رطوبت، در مرحله دمباز در جدول 1 نشان داده شده است.

رطوبت: مطابق جدول 2، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر بسته‌بندی بر درصد رطوبت خرما در سطح 1 درصد معنی‌دار شده است. شکل1، بیانگر این است که تیمار MAP با 20 درصد دی‌اکسید کربن دارای کمترین اثرات تنفسی میوه از جمله حفظ بیشتر رطوبت با کاهش کم میزان تنفس در حضور دی‌اکسید کربن بیشتر و اکسیژن کمتر است. اثرات متقابل بسته‌بندی و مدت انبارداری (جدول 3)، نیز نشان می‌دهد که با افزایش مدت انبارمانی نمونه‌ها، در تیمار MAP غیرفعال به علت افزایش میزان تنفس نسبت به تیمارهای MAP فعال با دی‌اکسید کربن بالا، کاهش رطوبت بیشتری نسبت به زمان صفر انباری مشاهده شد.

جدول 1. برخی خواص کمی و کیفی خرمای برحی در مرحله دمباز

pH	مواد جامد محلول (%)	اسیدیته (%)	قند اینورت (%)	قند کل (%)	رطوبت (%)
7/5	25	0/15	23	25	67

جدول 2. خلاصه تجزیه واریانس شاخص‌های کیفی خرمای برحی

		میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	pH	اسیدیته	رطوبت	قند اینورت	قندکل	مواد جامد محلول	کاهش وزن
نوع بسته‌بندی (A)	2	0/03 ns	0/00 ns	25/63 **	61/89**	49/14 **	36/37 **	0/017 **
مدت	2	0/25 **	0/000ns	3/9 ns	0/11 ns	0/13 ns	3/71 ns	0/078 **
A*B	4	0/03 ns	0/000 ns	13/92 *	2/98 *	1/60 *	0/44 ns	0/003 ns
خطا	18	0/02	0/0002	3/37	0/7	0/52	1/71	0/001
ضریب تغییرات(%)		1/96	25/4	2/8	3.8	2/97	5/79	15/5

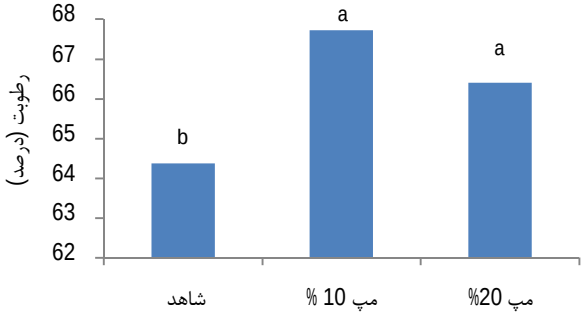
** اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد، * اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد، ns غیر معنی‌دار

جدول 3. مقایسه میانگین اثر متقابل بسته‌بندی و مدت زمان انبارداری بر شاخص‌های رطوبت، قند کل، و قند اینورت خرمای برحی

تیمار	رطوبت (%)	قندکل (%)	قند اینورت (%)
شاهد- یک ماه	66/7 ±0/8 ab	26/3 ±0/3b	24/0 ±0/3b
شاهد - دو ماه	64/2 ±1bc	27/67 ±0/3a	26/5 ±0/3a
شاهد- سه ماه	62/27 ±1c	27/0 ±0/6 ab	25/0 ±0/6 b
MAP 10% - یک ماه	67/2 ±0/6 ab	23/67 ±0/7 c	21/52 ±0/7 c
MAP 10% - دو ماه	67/87 ±۰/۵ a	22/1 ±۰/۶ d	19/83 ±۰/۶ d
MAP 10% - سه ماه	67/1±۱/۱ ab	22/67 ±۰/۳ dc	20/67 ±۰/۳ dc
MAP 20% - یک ماه	66/93 ±۱/۴ab	23/3 ±۰/۳ dc	20/93 ±۰/۵ dc
MAP 20% - دو ماه	64/06 ±۰/۱ bc	23/06 ±۰/۰ dc	20/67 ±۰/۳dc
MAP 20% - سه ماه	67/3 ±۰/۵ a	23/0 ±۰/۰ dc	20/67 ±۰/۳ dc

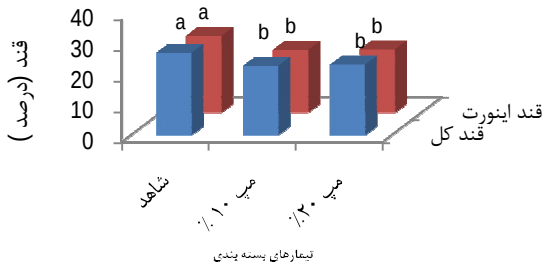
(حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار آماری در سطح 1درصد است)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]



شکل 1. مقایسه میانگین‌های اثر تیمار بسته‌بندی بر درصد رطوبت خرمای برحی
(حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار آماری در سطح 1% می‌باشد)

قند اینورت و قند کل: بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس شاخص میزان قند اینورت و قند کل (جدول 2) حاکی از آن است که اختلاف معنی‌داری در سطح 1 درصد بین بسته‌بندی‌ها وجود دارد. در این نمونه‌ها، در تیمار شاهد نیز چه از لحاظ ظاهری و چه از نظر آماری، میزان تبدیل دمباز به رطب بیشتر و به همان نسبت، قند اینورت و قند کل بالاتری از تیمارهای MAP مشاهده شد (شکل 2).

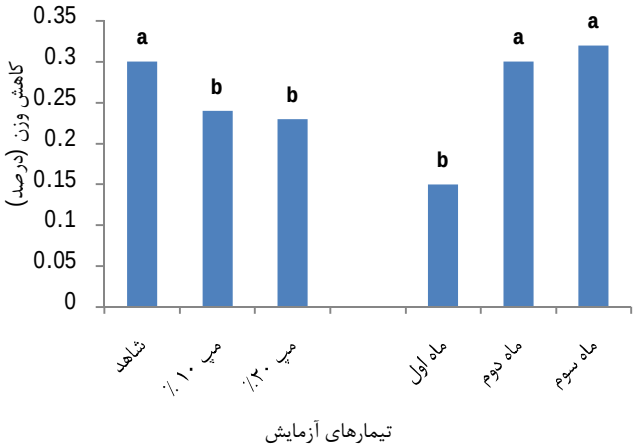


شکل 2. مقایسه میانگین‌های اثر تیمار بسته‌بندی بر درصد قند (اینورت و کل) خرمای برحی
(حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار آماری در سطح 1 درصد است)

تیمارهای MAP با دو ترکیب گازی 10 و 20 درصد دی-اکسید کربن، رسیدن میوه را کند کرده است. در این فرآیند، تیمار MAP 20 درصد دی‌اکسید کربن نسبت به ترکیب گازی 10درصد دی‌اکسید کربن، نقش بیشتری داشته است. اثرات متقابل بسته‌بندی و مدت زمان انبارداری اثر معنی‌دار در سطح 1 درصد بر قند اینورت و قند کل داشتند (جدول 2).

مواد جامد محلول: همان‌طور که جدول 2 نشان می‌دهد، مواد جامد محلول عصاره خرما تحت تأثیر بسته‌بندی، تغییر معنی‌داری در سطح 1 درصد داشته است.

کاهش وزن: بررسی جدول تجزیه واریانس (جدول2) بیانگر آن است که اختلاف معنی‌داری در سطح 1 درصد بین بسته‌بندی‌ها و مدت زمان نگهداری از نظر شاخص کاهش وزن، وجود دارد. شکل 3 نشان می‌دهد که بسته‌بندی غیر فعال از بسته‌بندی MAP با دو ترکیب گازی اتلاف وزن بیشتری دارد. مقایسه میانگین‌های تأثیر مدت زمان انبارداری بر درصد کاهش وزن خرما، بیانگر این است که اتلاف وزن نمونه‌ها تا مدت دو ماه انبارداری افزایش داشته و بعد از آن، میزان اتلاف وزن چشمگیر نبوده است.



شکل 3. مقایسه میانگین‌های اثر تیمارهای آزمایش بر درصد کاهش وزن خرمای برحی
(حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار آماری در سطح 1 درصد است)

PH : PH عصاره خرما، تحت تأثیر مدت زمان انبارداری، تغییر معنی‌داری در سطح 1 درصد داشته است (جدول 2). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در ماه اول انبارمانی، کاهش میزان تنفس میوه در تیمارهای MAP فعال با 10 و 20 درصد گاز دی‌اکسید کربن سبب حفظ PH میوه شده است. همچنین در MAP غیرفعال، اتمسفر اصلاح شده خوبی در ماه اول انبارداری برای حفظ میوه بوجود آمده است. اما در ماه‌های دوم و سوم انبارداری، کاهش PH در نمونه‌ها مشاهده شد.

رنگ: تجزیه واریانس نتایج میزان تغییر شاخص تفاوت کلی رنگ (TCD) نشان داد که فقط تأثیر تیمارهای بسته‌بندی بر رنگ نمونه‌ها در سطح آماری 5 درصد معنی‌دار است (جدول 4). مقایسه میانگین‌های میزان تغییر شاخص TCD نمونه‌های شاهد و نمونه‌های MAP نشان داد که روشن‌ترین رنگ قهوه‌ای در تیمار MAP با 20 درصد دی‌اکسید کربن و تیره‌ترین رنگ قهوه‌ای در میوه‌های رسیده شاهد، مشاهده شد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

جدول4. خلاصه تجزیه واریانس شاخص تفاوت کلی رنگ (TCD) خرمای برحی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات TCD
نوع بسته‌بندی (A)	2	203/22 *
مدت ا نبارداری(B)	2	28/75 ns
A × B	4	8/169 ns
خطا	18	39/002
ضریب تغییرات(درصد)		59/79

** اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد، * اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد، ns غیر معنی‌دار

درصد تبدیل دمباز به رطب کامل: میانگین درصد تبدیل خارک‌ها در مرحله دمباز به رطب کامل برای نمونه‌های این مطالعه، بعد از یک ماه انبارداری نشان داد در تیمار شاهد، تمام خارک‌ها 100 درصد به رطب تبدیل شده‌اند، حال آن‌که در تیمارهای MAP دارای 10 و 20 درصد دی‌اکسید کربن، فقط 52 درصد به رطب تبدیل گشته‌اند.

• بحث

رطوبت: با توجه به نتایج جدول 2، و همین‌طور شکل 1، معلوم می‌شود که تیمار MAP با 20 درصد دی‌اکسید کربن، دارای کمترین اثرات تنفسی میوه یعنی حفظ بیشتر رطوبت با کاهش کم میزان تنفس در حضور دی‌اکسید کربن بیشتر و اکسیژن کمتر است. همچنین، با افزایش مدت انبارمانی نمونه‌ها، در تیمار MAP غیرفعال به علت افزایش میزان تنفس نسبت به تیمارهای MAP فعال با دی‌اکسید کربن بالا، کاهش رطوبت بیشتری نسبت به دمباز در زمان صفر انباری مشاهده شد که این نتیجه با نتایج Al-Hooti و همکاران (1997) مبنی بر این که از مرحله کیمری تا تبدیل میوه به خرمای کامل رطوبت میوه کاهش می‌یابد، مطابقت دارد (13).

قند اینورت و قند کل: با توجه به اختلاف قابل توجه مقدار قند اینورت و قندکل در مراحل نمو خارک و رطب، هرچه بخش بیشتری از میوه خارک به رطب تبدیل شود، یعنی با افزایش میزان تنفس و متابولیسم میوه، فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده چند قندی‌ها ازجمله اینورتاز با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد. در این پژوهش نیز مطابق شکل 2، در تیمار شاهد، میزان تبدیل دمباز به رطب بیشتر و به همان نسبت، قند اینورت و قند کل بالاتری از تیمارهای MAP مشاهده شد. در تیمارهای MAP با دو ترکیب گازی 10 و 20 درصد دی-اکسید کربن، کاهش میزان تنفس، رسیدن میوه را کند کرده است. تیمار MAP 20 درصد دی‌اکسید کربن موجب کاهش تنفس و رسیدگی کمتر میوه نسبت به ترکیب گازی 10درصد دی‌اکسید کربن گشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به‌دلیل تأثیر متقابل بسته‌بندی و مدت زمان انبارداری بر قند میوه، در تیمار شاهد با گذشت زمان انبارداری، افزایش فرآیند رسیدن میوه سبب افزایش قند اینورت و نهایتاً قند کل شده است. در تیمارهای MAP فعال با 10 درصد و 20 درصد دی‌اکسید کربن، با گذشت زمان انبارداری، تغییرات رسیدگی چشمگیر نبوده است.

مواد جامد محلول: هرچه بخش بیشتری از میوه خارک به رطب تبدیل شود، یعنی با افزایش میزان تنفس و افزایش رسیدن، میزان مواد جامد محلول (بریکس) میوه افزایش می‌یابد. تیمارهای MAP با دو ترکیب گازی 10 و 20 درصد دی‌اکسید کربن با کاهش میزان تنفس، سبب کندشدن رسیدن میوه و مواد جامد محلول کمتر در مقایسه با MAP غیر فعال شده‌اند.

کاهش وزن: مطابق جدول 2 و شکل 3، معلوم شد که بسته‌بندی غیرفعال از بسته‌بندی MAP با دو ترکیب گازی، اتلاف وزن بیشتری دارد که ناشی از میزان تنفس بیشتر محصول در این تیمار می‌باشد. این نتیجه با نتایج سایر محققان مانند Kadar و همکاران (3)، Al-Redhaiman (4)، Achour و همکاران (5)، کرمی و همکاران (9)، و احمدی و همکاران (18) مطابقت دارد. آن‌ها نیز نشان دادند که میزان کاهش وزن کمتر میوه‌ها در تیمارهای MAP فعال نسبت به تیمار شاهد معمولی، مشاهده شده است.

PH: PH خرما ، در ماه اول انبارمانی، در تیمارهای MAP فعال با 10 و 20 درصد گاز دی‌اکسید کربن، تغییری نداشته است که کاهش میزان تنفس میوه سبب حفظ آن شده است. همچنین در MAP غیرفعال، احتمالاً به دلیل نفوذپذیری کم فیلم بسته‌بندی، اتمسفر اصلاح شده خوبی در ماه اول انبارداری برای حفظ PH میوه بوجود آمده است (8). اما در ماه‌های دوم و سوم انبارداری، کاهش PH در نمونه‌ها مشاهده شد. معمولاً در میوه خرما با تغییرات میزان تنفس و کاهش میزان رطوبت بافت، تغییرات PH نیز چشمگیر می‌شود. PH عصاره فقط بیانگر یون‌های H^+ بوده و متأثر از مجموعه اسیدهای قوی و ضعیف میوه می‌باشد. اسیدهای عالی عمدتاً جزء اسیدهای ضعیف بوده و تأثیر زیادی بر PH عصاره نداشته و اسیدهای قوی که تغییر سریع PH می‌شوند، معمولاً کمتر از 1 درصد کل عصاره را شامل می‌شوند. PH یا غلظت یون‌های H^+ بر مزه تأثیر ندارد و اهمیت آن بیشتر به دلیل تأثیر بر واکنش‌های آنزیمی و فعالیت میکروارگانیسم‌ها (مخمرها و باکتری‌ها) می‌باشد (19).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

رنگ: یکی از مهم‌ترین عوارض پس از برداشت میوه خرما، تیره‌تر شدن تدریجی رنگ میوه طی دوره نگهداری می‌باشد. تیره شدن بافت میوه ممکن است بر اساس مکانیسم‌های مختلفی صورت گیرد که از جمله می‌توان به قهوه‌ای شدن آنزیمی ناشی از اکسایش ترکیبات فنلی و قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی مانند کاراملیزه شدن قندها اشاره کرد. تغییر رنگ خرما فقط در پوست و لایه زیرین اتفاق نمی‌افتد و مربوط به همه قسمت‌های بافت میوه می‌باشد. جدول 3، نشان داد که فقط تأثیر تیمارهای بسته‌بندی بر رنگ نمونه‌ها معنی‌دار است. مقایسه میانگین‌های میزان تغییر TCD نمونه‌های شاهد و نمونه‌های MAP معلوم کرد که روشن‌ترین رنگ قهوه‌ای در تیمار MAP با 20 درصد دی‌اکسید کربن و تیره‌ترین رنگ قهوه‌ای در میوه‌های رسیده شاهد، مشاهده شد. این نتیجه با نتایج سایر محققان از جمله Al-Redhaiman (4) که نشان داد بسته‌بندی خرمای برحی با MAP فعال با 20 درصد دی‌اکسید کربن و ابوطالبی (7) که مشاهده کرد خرمای شاهانی با 30 درصد دی‌اکسید کربن باعث حفظ بهتر رنگ خرما شده است، مطابقت دارد.

درصد تبدیل دمباز به رطب کامل: بعد از دو ماه انبارداری، 100 درصد دمبازها به رطب تبدیل شدند. به نظر می‌رسد فعال شدن آنزیم‌های تجزیه‌کننده ترکیبات پکتینی در کنار پلی‌فنلازها که با اکسیدکردن ترکیبات فنولیک میوه، رنگ قهوه‌ای ایجاد می‌کنند سبب این تغییرات هستند. مطابق جدول 5، میانگین درصد تبدیل خارک‌ها در مرحله دمباز به رطب کامل در نمونه‌ها بعد از یک ماه انبارداری، نشانگر کاهش روند تبدیل میوه‌ها به رطب در میوه‌های بسته‌بندی شده در شرایط MAP فعال و نگهداری شده در دمای پایین است که به سبب کندشدن شدت تنفس و دیگر فعالیت‌های آنزیمی مؤثر در روند رسیدن میوه می‌باشد. این یافته‌ها با نتایج بدست آمده توسط سایر محققان در مورد خرمای برحی که نشان دادند بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده سبب کاهش تبدیل خارک به رطب شده است، مطابقت دارد (9، 6).

بررسی نتایج بدست آمده از این پژوهش بیانگر این است که میوه‌ها در بسته‌بندی تحت اتمسفر اصلاح شده با 10 و 20درصد دی‌اکسید کربن دارای کمترین کاهش وزن نسبت به شاهد بودند. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل بسته‌بندی و مدت زمان انبارداری بر قند اینورت، قندکل و رطوبت دمباز نشان داد که در تیمار شاهد با MAP غیر فعال، با گذشت زمان انبارداری و در ادامه فرایند رسیدگی میوه، رطوبت آن کاهش و قندها افزایش داشته است. در تیمارهای MAP فعال با 10 درصد و 20 درصد دی‌اکسید کربن با گذشت زمان انبارداری تغییرات رسیدگی چشمگیر نبوده است. همچنین کاهش روند تبدیل میوه‌ها به رطب در میوه‌های بسته‌بندی شده در شرایط اتمسفر اصلاح شده با دی‌اکسید کربن بالا (10 و 20 درصد) و نگهداری شده در دمای پایین، بیانگر کندشدن شدت تنفس و دیگر فعالیت‌های آنزیمی مؤثر در روند رسیدن میوه می‌باشد. مقایسه میانگین‌های میزان تغییر TCD نمونه‌های شاهد و نمونه‌های MAP فعال نشان داد که روشن‌ترین رنگ قهوه‌ای در تیمار MAP فعال با 20 درصد دی‌اکسید کربن و تیره‌ترین رنگ قهوه‌ای در میوه‌های شاهد مشاهده شد.

• References

1. Pezhman, H. Dates manual planting and harvesting. Agricultural Research Education and Extension Organizations publication. 2001. [in Persian].
2. Tajeddin, B. Modified atmosphere packaging of food. (Translation). Agricultural Research Education and Extension Organizations. 2002. The first edition. 245 - 322. [in Persian].
3. Kadar AA, Zagory D, Kerbel E. L. Modified atmosphere packaging of fruit and vegetables. Crit Rev Food Sci Nutr 1989; 28:1-30.
4. Al.Redhaiman KN. Modified atmosphere extends storage period and maintains quality of Barhi date fruits. Acta Hort 2005; 682: 979-986.
5. Achour M, Amara SM, Ben Salem N, Jebali A, Hamdi M. Effect of vaccum and modified atmosphere packaging on Deglet nour date in Tunisia. Fruits 2003; 58: 205-212.
6. Mortazavi C, Arzani K, Barzegar M. The effect of vacuum and modified atmosphere packaging on shelf life and quality of fruit Barhi dates. Journal of Agriculture 2006; 29:3. [in Persian].
7. Abotalebi AS. The effect of modified atmosphere packaging on physicochemical characteristics and microbial population of Jarom Shahani dates in Rutab stage. Abstract National Conference dates. University of Sistan and Baluchistan. 2008, 2-4 November. [in Persian].
8. Fatemian H. The possibility of using modified atmospheres in the maintenance of dates and study its flora. The final research report. Agricultural Engineering Research Institute 2011; No. 215/90. 88 pages. [in Persian].
9. Karami Z, Mortazavi M, Mosthan A. The effect of ethylene absorbent pads in modified atmosphere packaging on shelf life of Barhi dates fruits.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

Proceedings of the Seventh Congress of Horticultural Sciences, Technology University of Isfahan 2010; 2443-2446. [in Persian].

10. Dehghanshoar Z, Hamidi Isfahani Z, Abbasi SH. The effect of high concentrations of carbon dioxide in packaging with modified atmosphere on quality of Sayer dates fruits. J Agr Eng Res 2007; 8(4): 0.143-156. [in Persian].
11. Navarro S, Donahaye JE, Rinder M, Azrieli A. Storage of dates under carbon dioxide atmosphere for guality preservation. Executire printing services, Clovis, CA, U.S.A., 2001, PP.231-39.
12. Kanner J, Elmaleh H, Reuveni O, Ben-Gra I. Invrtase (Fructofuran-osidase) activity in three date cultivars. J. Agric. Food Chem 1978; 26: 1239-1240.
13. Al-Hooti S, Sidhu JS, Qabazard H. Physicochemical characteristics of five date fruit cultivars grow in the United Arab Emirates. Plant Foods for Human Nutrition 1997; 50:101-113.
14. Ismail B, Haffer I, Baalbaki R, Henry J. Physico-chemical characteristics and sensory quality of two date varieties under commercial and industrial storage conditions. Food Sci Technol 2008; 41(5): 896-904.
15. Salari R, Karazhiyan H, Mortazavi SA. Study the Effect of Different Packaging Films on Physiochemical Properties of Different Iranian Dates During Storage**.** American-Eurasian J Agric & Environ Sci 2008; 3(3): 485-491. [in Persian].
16. Parvaneh V. Qaulity control and the chemical analysis of foods. Tehran Univercity Publication 2007. (in Persian).
17. Fengxia S, Zhanming ZH. Determination of oil color by image analysis. Journal American Oil Chemistry Soceity 2001; 78: 749–752.
18. Ahmadi M, Davarynejad GH, Azizi D, Sedaghat N, Tehranifar A. Effect of modified atmosphere packaging on the quality and increase the shelf life of two varieties of cherries. Horticultural Sciences (Sciences Agricultural Industries) 2008; 22(2): 155-166. [in Persian].
19. Garcia JC, Valdivia CBP, Martinez YR, Hennandaz MS. Acidity changes and pH-buffering capacity of nopalitos. Postharvest Biol Tec 2004; 32:169-174.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

The Effect of Carbon Deoxide Concentration on the Quality and Shelf Life of Modified Atmosphere Packaged Barhi Dates Fruit

*Mohammadpour I[1], Tajeddin B[2]**

1-Academic Member, Agricultural Engineering Research Department, Agricultural and Natural Resources Research, Hormozgan Center, Hormozgan, Iran

*2- *Corresponding author: Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran. Email: behjat.tajeddin@yahoo.com*

Received 6 Feb, 2016 **Accepted 10 Jun, 2016**

Background and Objectives: Dates fruit, Barhi variety, is one of Iran's valuable products, but has not found its rightful place in the national and international markets yet. In order to increase its shelf life and quality protection at Dombaz stage during marketing, this research was performed.

Materials and Methods: Dates fruit were packaged under modified atmosphere (active modification) with two concentrations of gases (5% O_2 +10% CO_2 +85% N_2), (5% O_2+20%CO_2 +75% N_2), and control (passive modification packaging). Five layers of polyethylene bags with 80 micron thickness were used for packaging. The packages were then placed in the cold storage at 0 to -3 ^oC and 75-80% humidity. After 30, 60 and 90 days, the most important factors of samples such as color changes, invert sugar and total sugar, soluble solids, acidity, pH, conversion percent to Rotab, and weight loss were studied. The data were then analyzed with a factorial experiment in a completely randomized design by SAS software and the means comparisons were done through a Duncan's test ($p<0.05$).

Results: Packaged fruits in the active modification by 10% and 20% CO_2 had the lowest weight loss than the control. Invert sugar and total sugar increased in the control during the storage time. The quality changes were not significant in the active MAP treatments with 10% and 20% CO_2 over the storage time.

Conclusions: The conversion of dates fruit into Rotab had a decreasing trend in the treatments with 10% and 20% CO_2, and storage at low temperature. They showed the minimum quality changes. The clearest brown color was observed in the MAP treatment activated with 20% CO_2.

Keywords: Modified atmosphere packaging, Quality of Barhi date fruits, Shelf life

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]