

اثر نوع و شرایط نگهداری بر ویژگی‌های بافتی میوه‌ی خرما (واریته کبکاب) طی انبارداری

سیما چراغی دهدزی^{۱*}، ناصر همدی^۲

۱- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، گروه علوم و صنایع غذایی، شوشتر، ایران

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۸)

چکیده

تغییر خواص فیزیکوشیمیایی خرما بدلیل نامناسب بودن شرایط نگهداری و نوع بسته بندی آن در طی زمان انبارمانی، از مهمترین مشکلات صنعت خرما است. در این تحقیق خرماهای (رقم کبکاب) بسته بندی شده بصورت تحت خلأ و با فشار اتمسفری، در دماهای ۲۰-، ۴، ۲۵ و ۴۰ درجه سلسیوس نگهداری شد و در طول دوره شش ماهه، کیفیت آنها از لحاظ بافت بررسی گردید. بر اساس نتایج حاصله، اثر دما، زمان نگهداری و نوع بسته بندی بر سفتی، پیوستگی و خاصیت کشسانی خرما، در سطح احتمال یک درصد معنی دار می باشد. اثر زمان و نوع بسته بندی بر چسبندگی خرما به ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد معنی دار است و دما بر این ویژگی بافتی خرما اثر معنی داری ندارد. در کل بسته ها در شش ماه نگهداری، همه ویژگی های بافتی در خرماهای نگهداری شده در دمای ۴۰ درجه سلسیوس نسبت به سایر دماها بیشتر بوده است. میزان سفتی در دماهای مختلف در هر دو بسته بندی تحت فشار اتمسفری و خلأ با شیب ملایمی رو به افزایش است و در دمای ۴۰ درجه سلسیوس شیب تندتر است.

کلید واژگان: خرما، سفتی، پیوستگی، چسبندگی، خاصیت کشسانی.

* مسئول مکاتبات: simach.de@gmail.com

۱- مقدمه

میوه خرما^۱ از نظر گیاه شناسی یک میوه سته از خانواده پالم^۲ می‌باشد که از یک هسته که توسط درون‌بر (اندوکارپ) فیبری کاغذ مانند احاطه شده است، یک میان‌بر (مزوکارپ) گوشتی و پوست میوه (برون‌بر یا اپی‌کارپ) تشکیل شده است [۱].

شرایط نگهداری مانند دما و تکنیک‌های بسته بندی از عوامل موثر بر عمر ماندگاری میوه‌ها می‌باشد [۲]. حساسیت خرما نسبت به دو نوع فساد میکربی و فیزیولوژیکی با شرایط نامناسب نگهداری افزایش می‌یابد. فساد میکربی در اثر تخمیر ناشی از فعالیت مخمرها و کپک‌زدگی روی می‌دهد و تیرگی و کاهش عطر و طعم محصول مربوط به فساد فیزیولوژیکی است [۱]. کیفیت خرما تحت تأثیر فاکتورهایی مانند ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی، مکانیکی و رئولوژیک و ویژگی‌های حسی آن می‌باشد [۳]. کیفیت بافتی خرما تحت تأثیر شرایط نگهداری است، زیرا فعالیت آنزیم پلی‌گالاکتورناز و محلول شدن پکتین که باعث نرمی میوه می‌شود و چوبی شدن که موجب استحکام محصول می‌گردد، به شرایط نگهداری بستگی دارد [۳].

افزایش عمر ماندگاری خرما در دمای پائین و دمای انجماد بر اساس کاهش تدریجی فعالیت آنزیمی می‌باشد. در بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکی شیمیایی دو واریته خلاص و برحی خرما به مدت ۲ ماه و ۱ سال در دماهای ۳- و ۲۵- درجه سلسیوس، کیفیت رقم خلاص بعد از دو ماه در ۳- C و کیفیت رقم برحی، یک سال در این دما به خوبی حفظ می‌شود [۳]. با بکارگیری دماهای ۱۰- و ۲۰- درجه سلسیوس در نگهداری خرما می‌توان از تغییرات کیفی آن جلوگیری کرد. البته رنگ در ۱۰- درجه سلسیوس، تیره‌تر و بافت در ۲۰- درجه سلسیوس، نرم‌تر می‌شود. بسته بندی در پلی‌اتیلن نیز موجب افزایش دوره نگهداری در دمای صفر درجه سلسیوس می‌گردد [۴]. به منظور نگهداری و افزایش عمر ماندگاری خرماها با رطوبت زیاد، بسته بندی با گاز خنثی یا خلأ پیشنهاد شده است [۵]. بکارگیری بسته بندی خلأ نسبی در خرما در مرحله تمر و

نگهداری آن در دمای ۲۰ درجه سلسیوس عمر ماندگاری را از ۳/۸ ماه در بسته بندی معمولی به ۹ ماه افزایش می‌دهد [۶]. با توجه به اهمیت محصول خرما و میزان ضایعات بالای آن در کشور، لازم است به منظور افزایش زمان ماندگاری و حفظ کیفیت آن از روش‌های مناسب بسته بندی و دماهای مناسب نگهداری استفاده شود. تحقیق حاضر به منظور بررسی تأثیر دما، مدت زمان نگهداری و نوع بسته بندی بر کیفیت خرما کی‌کاب و تعیین شرایط مناسب نگهداری انجام گرفت.

۲- مواد و روشها

۲-۱- تهیه و نگهداری ماده اولیه

در این تحقیق خرما رقم کی‌کاب از منطقه‌ای در اطراف بهبهان برداشت شده و به اصفهان منتقل شدند. نمونه‌ها از طریق غوطه‌وری در آب به مدت ده دقیقه مورد شستشو قرار گرفته و پس از خروج از آب در دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. مقداری از خرماها جهت انجام آزمایشات اولیه برداشت شده، باقی آنها در کیسه‌های پلاستیکی پنج لایه از جنس پلی‌امید/ پلی‌اتیلن با ضخامت ۱۰۰ میکرون، به دو صورت تحت خلأ و با فشار اتمسفری بسته بندی شده و در دماهای ۲۰-، ۴، ۲۵ و ۴۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. کیفیت خرماها در طول دوره نگهداری شش ماهه، از لحاظ بافت، مورد بررسی قرار گرفت.

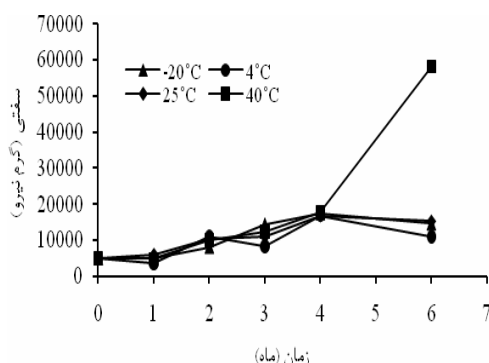
۲-۲- بررسی بافت

بافت خرما با بکارگیری آزمون تجزیه پروفیل بافت^۳ مورد بررسی قرار گرفت و از این طریق ۶ پارامتر بافتی شامل سفتی^۴، چسبندگی^۵، پیوستگی^۶، خاصیت کشسانی^۷، خاصیت صمغی‌بودن^۸ و قابلیت جوندگی^۹ محاسبه گردید [۷ و ۸]. در این آزمون ابتدا هسته خرما بصورت دستی جدا شده سپس با فشردن سازی خرما هسته‌گیری شده، از طریق صفحه‌ای با قطر ۵۰ میلی‌متر و سرعت ۵۰ میلی‌متر در دقیقه در دستگاه اینستران (مدل ۱۱۴۰ ساخت

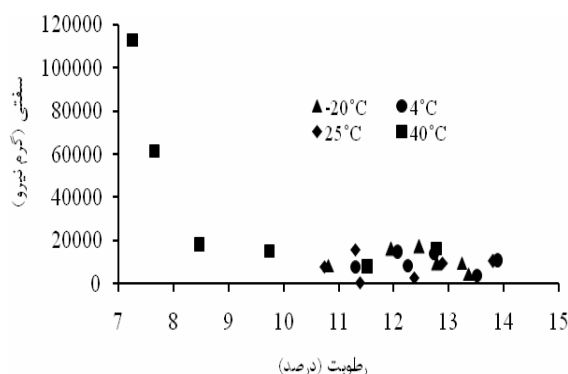
3. Texture Profile Analysis
4. Hardness
5. Adhesiveness
6. Cohesiveness
7. Springiness
8. Gumminess
9. Chewiness

1. *Phoenix dactylifera*
2. Palmaceae

گزارش شده است [۸]. تغییرات سفتی در خرماي بسته بندی شده تحت فشار اتمسفری با توجه به تغییرات رطوبت دردهماهای مختلف در شکل ۲ نشان داده شده است. بر اساس این شکل، در دمای ۴۰ درجه سلسیوس با توجه به کاهش شدیدتر رطوبت خرما در طول دوره نگهداری، افزایش سفتی خرما نیز بیشتر رخ می‌دهد.



شکل ۱ تغییرات سفتیدر خرماي بسته بندی شده تحت خلأ در طول دوره نگهداری دردهماهای مختلف



شکل ۲ تغییرات سفتیدر خرماي بسته بندی شده تحت فشار اتمسفری در طول دوره نگهداری بر اساس میزان رطوبت دردهماهای مختلف در شکل ۳ تغییرات سفتیدر خرماي بسته بندی شده تحت خلأ و فشار اتمسفری در طول دوره نگهداری بر اساس میزان رطوبت در دمای ۴۰°C نشان داده شده است. بر اساس این شکل این تغییرات در خرماهای بسته بندی شده تحت فشار اتمسفری، بدلیل کاهش رطوبت بیشتر، شدیدتر است. سفتی که از ویژگی‌های الاستیک بودن است با کاهش رطوبت افزایش می‌یابد [۷].

انگلستان)، منحنی‌های نیرو- زمان بدست آمد [۹]. داده‌های خام حاصل از دستگاه به نرم افزار اکسل^۱ منتقل شده و مورد بررسی قرار گرفتند. سفتی، حداکثر نیروی مورد نیاز برای فشردن خرما در اولین فشرده سازی، چسبندگی، سطح منفی بعد از اولین فشرده سازی، پیوستگی، نسبت سطح زیر منحنی دومین به اولین فشار و خاصیت کشسانی، نسبت حداکثر نیروی مورد نیاز برای فشردن خرما در فشرده سازی دوم به سفتی می‌باشد.

۳-۲ طرح آماری مورد استفاده و روش آنالیز نتایج

در این تحقیق، بررسی و تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از آزمایشات به وسیله آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار با استفاده از نرم افزار SPSS 16 انجام شد و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن^۲ و T student در سطح احتمال ۵ درصد نیز برای مقایسه میانگین‌ها استفاده گردید. تیمار دمای نگهداری در چهار سطح (۲۰-، ۴، ۲۵ و ۴۰ درجه سلسیوس)، زمان انبارداری در هفت سطح (قبل از بسته بندی، ماه اول، دوم، سوم، چهارم، پنجم و ششم) و نوع بسته بندی در دو سطح (تحت فشار اتمسفری و تحت خلأ) بوده است.

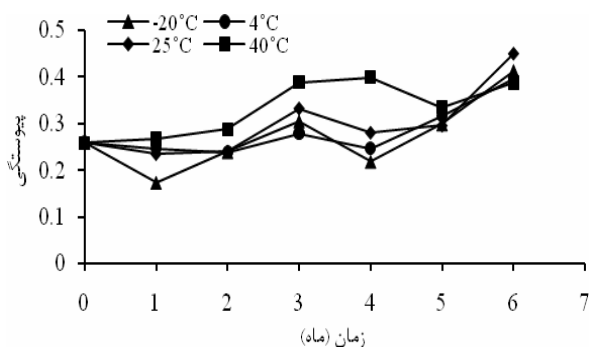
۳- نتایج و بحث

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر دما، زمان نگهداری و نوع بسته بندی بر سفتی خرما، معنی‌دار است. بر اساس مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد، بیشترین سفتی مربوط به خرماي نگهداری شده در دمای ۴۰ درجه سلسیوس می‌باشد (جدول ۲)، و صرف نظر از نوع بسته بندی و دمای نگهداری، بیشترین میزان این خاصیت، مربوط به خرما در ماه ششماست (جدول ۳). تغییرات سفتی در خرماي بسته بندی شده تحت خلأ در طول دوره نگهداری دردهماهای مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به این شکل، در طول دوره نگهداری با گذشت زمان، سفتی خرما دردهماهای ۲۰-، ۴ و ۲۵ درجه سلسیوس با شیب ملایمی رو به افزایش است و در دمای ۴۰ درجه سلسیوس شیب تندتر است. ناچیز بودن تغییرات بافتی در دهماهای پائین نگهداری در آناناس نیز

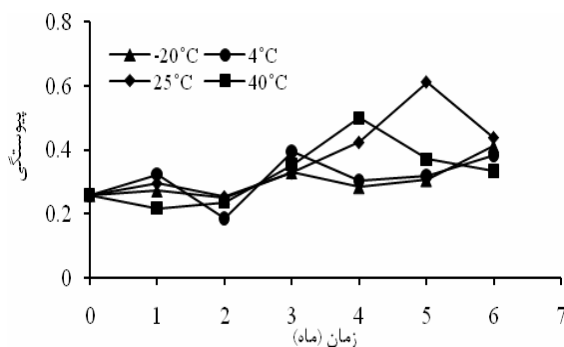
1. Excel

2. Duncans multiple range test

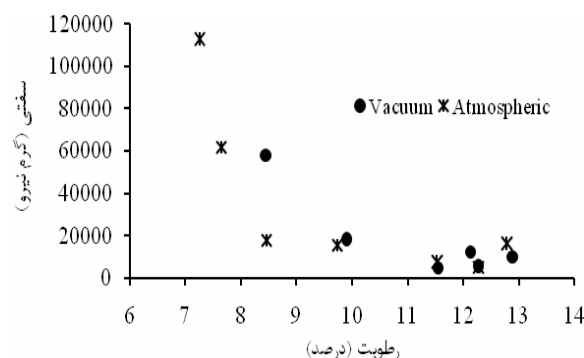
ششم و دمای ۴۰ درجه سلسیوس می‌باشد (جدول‌های ۲ و ۳). صرف نظر از دما و زمان نگهداری، در خرماهای بسته بندی شده تحت خلأ حداکثر پیوستگی مشاهده شده است (جدول ۴). تغییرات پیوستگیدر خرماهای بسته بندی شده تحت خلأ و فشار اتمسفری در طول دوره نگهداری در دماهای مختلف در شکل‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. با توجه به این شکل‌ها، در طول دوره نگهداری، تغییرات منظمی در پیوستگی خرما دیده نمی‌شود اما در همه دماهای نگهداری میزان پیوستگی خرما رو به افزایش است و این تغییر در دماهای بالاتر (۲۵ و ۴۰ درجه سلسیوس) بیشتر رخ داده است.



شکل ۵ تغییرات میزان پیوستگی در خرماهای بسته بندی شده تحت فشار اتمسفری در طول دوره نگهداری در دماهای مختلف پیوستگی که از ویژگی‌های پلاستیک بودن است با کاهش رطوبت تا رسیدن به رطوبت بحرانی افزایش می‌یابد [۷].

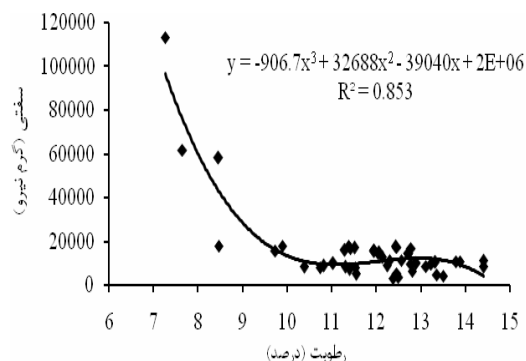


شکل ۶ تغییرات میزان پیوستگی در خرماهای بسته بندی شده تحت خلأ در طول دوره نگهداری در دماهای مختلف



شکل ۳ تغییرات سفتیدر خرماهای بسته بندی شده تحت خلأ و فشار اتمسفری در طول دوره نگهداری بر اساس میزان رطوبت در دمای ۴۰°C

شکل ۴ رابطه بین سفتی و رطوبت خرما در هر دو نوع بسته، در طول دوره نگهداری در دماهای مختلف را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل بدلیل بالا بودن ضریب همبستگی بین سفتی و رطوبت خرما، کاهش رطوبت یکی از مهمترین دلایل افزایش سفتی خرما در طول دوره شش ماهه نگهداری است.



شکل ۴ رابطه پلی نومیال درجه ۳ نسبت سفتی و رطوبت خرما بسته بندی شده تحت خلأ و فشار اتمسفری در طول دوره نگهداری در دماهای مختلف

علاوه بر تغییرات رطوبت، فعالیت آنزیم پلی گالاکتورناز و محلول شدن پکتین (از عوامل نرم شدن میوه) و تشکیل لیگنین (عامل سفت شدن میوه) نیز ممکن است بر کیفیت بافتی موثر باشد [۱۰].

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر دما، زمان نگهداری و نوع بسته بندی بر میزان پیوستگی خرما، معنی دار است. بر اساس مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد، بیشترین پیوستگی مربوط به خرماهای نگهداری شده در ماه

جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس اثر دما، زمان و نوع بسته بندی بر ویژگی های بافتی (سفتی، پیوستگی، چسبندگی و خاصیت کشسانی) خرما در سطح احتمال یک درصد

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
خاصیت کشسانی	چسبندگی	پیوستگی	سفتی		
۰/۰۶۶**	۱۰۲۹۳۱/۱۶۶**	۰/۰۸۹**	۲/۱۵۸×۱۰ ^۹ **	۶	زمان
۰/۰۵۴**	۳۲۴۵۷/۸۳۴ ^{NS}	۰/۰۲۱**	۲/۶۷۱×۱۰ ^۹ **	۳	دما
۰/۰۷۷**	۱۲۸۹۸۵/۵۱۳*	۰/۰۴۵**	۷/۱۰۴×۱۰ ^۸ **	۱	بسته بندی
۰/۰۴۵**	۴۷۶۰۵/۱۲۳ ^{NS}	۰/۰۱۱**	۱/۰۴۸×۱۰ ^۹ **	۱۸	زمان × دما
۰/۰۳۴**	۱۰۲۰۶۰/۱۷۱**	۰/۰۱۳**	۲/۹۸۸×۱۰ ^۸ **	۶	زمان × بسته بندی
۰/۰۹۷**	۵۸۸۴۹/۰۹۲ ^{NS}	۰/۰۰۵ ^{NS}	۷/۸۵۵×۱۰ ^۸ **	۳	دما × بسته بندی
۰/۰۳۳**	۵۳۹۳۶/۸۵۸*	۰/۰۰۶ ^{NS}	۲/۲۱۴×۱۰ ^۸ **	۱۸	زمان × دما × بسته بندی
۰/۰۱۰	۳۰۳۷۱/۱۳۴	۰/۰۰۵	۳۶۱۳۳۱/۸۵۹	۱۱۲	خطا
				۱۶۷	کل

** : معنی دار در سطح احتمال یک درصد * : معنی دار در سطح احتمال پنج درصد NS: غیر معنی دار

جدول ۲ مقایسه میانگین ویژگی های بافتی (سفتی، پیوستگی، چسبندگی و خاصیت کشسانی) خرما در دماهای مختلف نگهداری (آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد)

دما (C°)	* سفتی	* پیوستگی	* چسبندگی	* خاصیت کشسانی
-۲۰	۱۰۳۷۹/۸۴۰۲ ^b	۰/۲۸۲ ^b	۳۵۳/۰۰۹ ^a	۰/۷۳۳ ^b
۴	۹۰۵۰/۲۶۱۹ ^c	۰/۳۰۰۲ ^{ab}	۳۴۷/۷۱۸۹ ^a	۰/۷۲۸ ^b
۲۵	۱۰۱۹۳/۹۵۲۳ ^b	۰/۳۲۷ ^a	۳۷۷/۹۰۳۹ ^a	۰/۷۸۳ ^a
۴۰	۲۵۷۸۱/۱۳۴۹ ^a	۰/۳۲۹ ^a	۴۰۸/۵۱۷۸ ^a	۰/۷۹۹ ^a

* میانگین های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال آماری پنج درصد دارای اختلاف معنی دار هستند.

جدول ۳ مقایسه میانگین ویژگی های بافتی (سفتی، پیوستگی، چسبندگی و خاصیت کشسانی) خرما در زمان های مختلف نگهداری (آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد)

زمان (ماه)	* سفتی	* پیوستگی	* چسبندگی	* خاصیت کشسانی
۰	۵۰۲۲/۱۱۱۱ ^d	۰/۲۵۹۱ ^c	۳۲۵/۳۷۹۸ ^b	۰/۶۹۳۷ ^c
۱	۴۷۶۲/۳۷۸۴ ^d	۰/۲۵۰۹ ^c	۳۳۲/۷۲۷۷ ^b	۰/۷۴۰۹ ^{bc}
۲	۱۰۷۷۰/۰۸۶۸ ^c	۰/۲۳۹ ^c	۳۸۲/۸۰۶۰ ^b	۰/۶۹۳۱ ^c
۳	۱۱۳۱۵/۲۶۹۰ ^c	۰/۳۴۰ ^b	۳۶۷/۳۹۹۶ ^b	۰/۸۱۳۶ ^a
۴	۱۶۶۷۹/۵۱۳۸ ^b	۰/۳۲۶ ^b	۳۲۶/۹۶۴۵ ^b	۰/۸۱۰۱ ^a
۵	۱۵۸۲۱/۵۲۷۷ ^b	۰/۳۵۰ ^b	۵۱۱/۹۰۴۹ ^a	۰/۷۷۴۸ ^{ab}
۶	۳۲۵۸۸/۱۹۴۴ ^a	۰/۴۰۱۹ ^a	۳۵۵/۳۳۱۱ ^b	۰/۸۰۱۹ ^{ab}

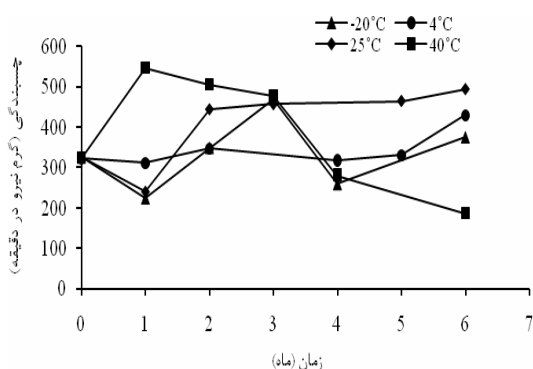
* میانگین های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال آماری پنج درصد دارای اختلاف معنی دار هستند.

جدول ۴ مقایسه میانگین ویژگی‌های بافتی (سفتی، پیوستگی، چسبندگی و خاصیت کشسانی) خرما در دو نوع بسته بندی (آزمون T-student در

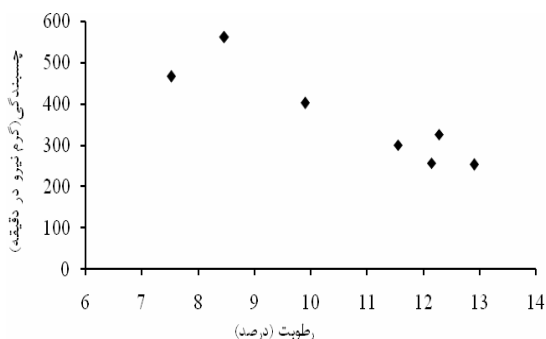
سطح احتمال پنج درصد)

نوع بسته بندی	*سفتی	*پیوستگی	*چسبندگی	*خاصیت کشسانی
تحت خلأ	۱۱۷۹۴/۹۵۶۸ ^a	۰/۳۲۶۲ ^a	۳۴۴/۰۷۹۰ ^a	۰/۷۸۲۵ ^a
تحت فشار اتمسفری	۱۵۹۰۷/۶۳۷۸ ^a	۰/۲۹۳۴ ^b	۳۹۹/۴۹۶۳ ^a	۰/۷۳۹۸ ^a

*میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال آماری پنج درصد دارای اختلاف معنی دار هستند.



شکل ۷ تغییرات میزان چسبندگی در خرمای بسته بندی شده تحت فشار اتمسفری در طول دوره نگهداری در دماهای مختلف

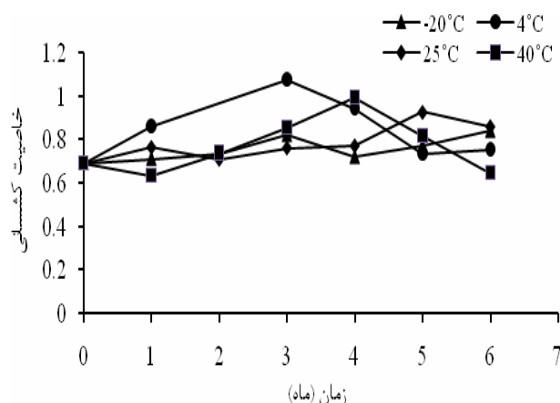


شکل ۸ تغییرات چسبندگی در خرمای بسته بندی شده تحت خلأ در طول دوره نگهداری بر اساس میزان رطوبت در دمای ۴۰°C

شکل ۹ تغییرات چسبندگی در خرمای بسته بندی شده تحت خلأ و فشار اتمسفری در طول دوره نگهداری در دمای ۴۰°C را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل روند تغییرات میزان چسبندگی خرما در دمای ۴۰ درجه سلسیوس در طول دوره نگهداری، در بسته‌های تحت فشار اتمسفری کاهشی و در بسته‌های تحت خلأ افزایشی است.

چسبندگی‌کار لازم برای غلبه بر نیروهای جاذبه بین سطح خرما و سطح پروپ است که با خواص حسی ارتباط دارد [۱۱]. بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر زمان و نوع بسته بندی بر چسبندگی خرما، معنی دار است و دمای نگهداری بر این ویژگی بافتی خرما اثر معنی داری ندارد. بر اساس مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد، صرف نظر از نوع بسته بندی و دمای نگهداری، بیشترین چسبندگی مربوط به خرما در ماه پنجم است (جدول ۳). تغییرات چسبندگی در خرمای بسته بندی شده تحت فشار اتمسفری در طول دوره نگهداری در دماهای مختلف در شکل ۷ نشان داده شده است. با توجه به این شکل، در طول دوره نگهداری با گذشت زمان، در دمای ۴۰ درجه سلسیوس ابتدا چسبندگی افزایش می‌یابد و سپس کاهش پیدا می‌کند که شیب منحنی در ابتدا تندتر است و در انتها کمتر می‌گردد. در دمای ۲۵ درجه سلسیوس ابتدا کاهش در چسبندگی دیده می‌شود و سپس افزایش می‌یابد. در دمای ۴ درجه سلسیوس تغییرات شدیدی مشاهده نمی‌شود و در دمای ۲۰- درجه سلسیوس تغییرات چسبندگی بصورت کاهش، افزایش و سپس کاهش است.

در شکل ۸ تغییرات چسبندگی در خرمای بسته بندی شده تحت خلأ در طول دوره نگهداری بر اساس میزان رطوبت در دمای ۴۰°C نشان داده شده است. بر اساس این شکل در خرمای بسته بندی شده تحت خلأ با کاهش رطوبت خرما در طول دوره نگهداری میزان چسبندگی افزایش یافته می‌یابد. چسبندگی که از ویژگی‌های الاستیک بودن است با کاهش رطوبت تا رسیدن به رطوبت بحرانی افزایش می‌یابد [۷].

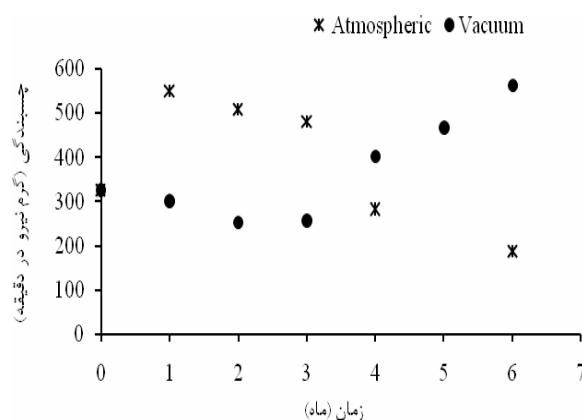


شکل ۱۰ تغییرات میزان خاصیت کشسانی در خرمای بسته بندی شده تحت خلأ در طول دوره نگهداری در دماهای مختلف

تغییرات بافت ممکن است به دلیل فعالیت‌های آنزیمی و سایر عوامل مانند میزان رطوبت و تنفس باشد [۳]. تغییرات بافت، افزایش سفتی و فشار برشی در طول دوره نگهداری در نمونه‌های خرمای برچی نیز گزارش شده است. در این تحقیق خرمای نگهداری شده در دمای پایین (۳ درجه سلسیوس) تغییرات بافتی کمتری داشته‌اند [۳].

۴- نتیجه گیری کلی

با بررسی نتایج اندازه‌گیری شاخص‌های بافت خرمای کبکاب در این تحقیق، مشخص گردید اثر دما، زمان نگهداری و نوع بسته بندی بر سفتی، پیوستگی و خاصیت کشسانی خرمای معنی‌دار می‌باشد. بیشترین میزان سفتی و پیوستگی در دمای ۴۰ درجه سلسیوس و در ماه ششم مشاهده شده است. سفتی در دماهای ۲۰، ۴ و ۲۵ درجه سلسیوس با شیب ملایم و در دمای ۴۰ درجه سلسیوس با شیب تندتر افزایش می‌یابد. میزان پیوستگی خرما در طول دوره نگهداری رو به افزایش است و این تغییر در دماهای بالاتر بیشتر رخ داده است. اثر زمان نگهداری و نوع بسته بندی بر چسبندگی معنی‌دار است و صرف نظر از نوع بسته بندی و دمای نگهداری بیشترین چسبندگی مربوط به خرمای نگهداری شده در ماه پنجم می‌باشد. بیشترین مقدار خاصیت کشسانی مربوط به خرمای نگهداری شده در دمای ۴۰ درجه سلسیوس است و صرف نظر از نوع بسته بندی و دمای نگهداری، بیشترین میزان مربوط به ماه سوم و چهارم می‌باشد.



شکل ۹ تغییرات چسبندگی در خرمای بسته بندی شده تحت خلأ و فشار اتمسفری در طول دوره نگهداری در دمای ۴۰°C

خاصیت کشسانی نشان می‌دهد که خرما بعد از تغییر شکل در اثر فشار اولیه به چه میزان به حالت اولیه برمی‌گردد [۱۱]. بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر دما، زمان نگهداری و نوع بسته بندی بر خاصیت کشسانی خرما، معنی‌دار است. بر اساس مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد، بیشترین خاصیت کشسانیمربوط به خرمای نگهداری شده در دمای ۴۰ درجه سلسیوس می‌باشد (جدول ۲)، و صرف نظر از نوع بسته بندی و دمای نگهداری، بیشترین میزان خاصیت، مربوط به خرما در ماه‌های سوم و چهارم است (جدول ۳). تغییرات خاصیت کشسانی در خرمای بسته بندی شده تحت خلأ در طول دوره نگهداری در دماهای مختلف در شکل ۱۰ نشان داده شده است. بر اساس این شکل بیشترین میزان خاصیت کشسانی با توجه به دمای نگهداری در زمان خاصی در خرما ایجاد می‌شود. این زمان در دماهای ۴۰ و ۲۰ درجه سلسیوس به ترتیب ماه چهارم و ماه ششم می‌باشد. حداکثر میزان خاصیت کشسانی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در ماه پنجم مشاهده شده است. در دمای ۴ درجه سلسیوس نیز در ماه سوم خرما دارای بیشترین خاصیت کشسانی است. خاصیت کشسانی که از ویژگی‌های پلاستیک بودن است با کاهش رطوبت تا رسیدن به رطوبت بحرانی افزایش می‌یابد [۷].

۵- سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر برای تأمین اعتبار لازم و فراهم نمودن امکان اجرای این تحقیق گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به پاس همکاری‌های فراوان در کلیه مراحل انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌شود.

۶- منابع

- [5] Baloch, M.K., Saleema, S.A., Balocha, A.K. and Baloch, W.A. (2006). Impact of controlled atmosphere on the stability of Dhakki dates. *LWT*, 39, 671–676.
- [6] Achour, M., Amara, S., Salem, N., Jebali, A. and Hamdi, M. (2003). Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on DegletNour date storage in Tunisia. *Fruits*, 58, 205- 212.
- [7] Rahman, M.S. and Al-Farsi, S.A. (2005). Instrumental texture profile analysis (TPA) of date flesh as a function of moisture content. *Journal of Food Engineering*, 66, 505–511.
- [8] Montero-Calderón, M., Rojas-Graü, M.A. and Martín-Belloso, O. (2008). Effect of packaging conditions on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananascomosus*). *Postharvest Biology and Technology*, 50, 182–189.
- [9] Nourian, F., Ramaswamy, H.S. and Kushalappa, A.C. (2003). Kinetics of a quality change associated with potatoes stored at different temperatures. *LWT*, 36, 49-65.
- [10] Myhara, R. M., Al-Alawi, A., Karkalas, J., and Taylor, M. S. (2000). Sensory and textural changes in maturing Omani dates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 2181–2185.
- [11] Ahmed, J. and Ramaswamy, H.S. (2006). Physico-chemical properties of commercial date pastes (*Phoenix dactylifera*). *Journal of Food Engineering*, 76, 348–352.
- [1] Barreveld, W.H. (1993). Date palm products, *FAO Agricultural Service Bulletin* (101), Rome.
- [2] Zanon, B., Lavelli, V., Ambrosoli, R., Garavaglia, L., Minati, J. and Pagliarini, E. (2007). A model to predict shelf- life in air and darkness of cut, ready to use, fresh carrots under both isothermal and non- isothermal conditions. *Journal of Food Engineering*, 79, 586-591.
- [3] Ismail, B., Haffar, I., Baalbaki, R. and Henry, J. (2008). Physico-chemical characteristics and sensory quality of two date varieties under commercial and industrial storage conditions. *LWT*, 41, 896-904.
- [4] Abboudi, A.H. and Thompson, A.K. (1996). Effect of temperature on the storage of rutab dates harvested at different maturity stages. Ministry of Agriculture and Fisheries, Dubai.

The effect of storage types and conditions on The texture properties of dates (Kabkab variety) during storage

Cheraghi Dehdezi, S. ^{1*}, Hamdami, N. ²

1. Department of Food science and Technology, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran
2. Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

(Received: 91/8/23 Accepted: 91/10/8)

One of the most important problems in date processing is unsuitable storage conditions, packaging types and then changing physicochemical characteristics. In this research date fruits (Kabkab variety) were packed within aerobic atmosphere and vacuumed PA/PE pouches and stored at different temperatures (-20, 4, 25 and 40 °C). The samples were evaluated for textural parameters (hardness, adhesiveness, cohesiveness and springiness) monthly during the storage period up to 6 months. The storage temperature, time and packaging type greatly ($P < 0.01$) affected hardness, cohesiveness and springiness tested in date fruits during storage. Time and packaging type had significant effects on date adhesiveness, while temperature did not affect it. All texture properties were higher in the dates stored at 40 °C within all packaging types in sixth month. An increase of hardness was detected for atmospheric and vacuum-packed dates throughout the storage period. However, it was noted that increasing was significantly greater at 40 °C compared to other storage temperatures.

Keywords: Date palm, Hardness, Cohesiveness, Adhesiveness, Springiness.

*Corresponding Author E-Mail Address: simach.de@gmail.com