استفاده از بسته‌های حاوی نیتروژن، دی‌اکسیدکربن و خلأ برای حفظ کیفیت خرما ارقام مضافتی و کلوته طی انبار سرد

مینا خزاعی پور[۱]، سیدحسین میردهقان[۱*]، محمدحسین شمشیری[۱]، موسی نجفی نیا[۲]
[۱] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر(عج)، رفسنجان
[۲] مرکز تحقیقات کشاورزی جنوب استان کرمان، جیرفت
*نویسنده مسئول: mirdehghan@vru.ac.ir

چکیده

این پژوهش به‌منظور مقایسه بین بسته‌بندی‌های فاقد اکسیژن به‌صورت فاکتوریل در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای استفاده شده در این پژوهش شامل بسته‌بندی معمولی (شاهد)، اتمسفر معمولی، خلأ ۶۰ ٪، خلأ ۸۰ ٪، دی‌اکسید کربن ۱۰۰ ٪ و نیتروژن ۱۰۰ ٪ بود و میوه‌ها پس از بسته‌بندی در دمای ۱± ۲ درجه سلسیوس قرار گرفتند. پارامترهای سفتی بافت، فعالیت آبی، کاهش وزن، رنگ و فعالیت میکروبی میوه‌ها طی دوره انبارمانی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بهترین عملکرد از نظر حفظ سفتی بافت جلوگیری از کاهش فعالیت آبی و کاهش وزن، جلوگیری از تغییرات رنگ مربوط به تیمار ۱۰۰ ٪ گاز دی‌اکسیدکربن و بعد از آن ۱۰۰ ٪ گاز نیتروژن بود اما کمترین فعالیت میکروبی به تیمار خلأ ۶۰ ٪ در رقم مضافتی و خلأ ۸۰٪ در رقم کلوته تعلق داشت.

کلمات کلیدی: **اتمسفر تغییریافته، فعالیت آبی، کروما، زاویه رنگ، کاهش وزن، فعالیت میکروبی**

مقدمه

ایران در حال حاضر با تولید ۱/۰۸میلیون تن در سال(FAO, 2013) دومین تولیدکننده خرما در جهان است و از نظر ارزش صادراتی در رتبه‌ی پایینی در مقایسه با سایر کشورهای صادرکننده قرار دارد که از علل عمده‌ی پایین بودن کیفیت خرمای ایران وضعیت نامناسب بسته‌بندی و درجه بسته‌بندی و عدم رعایت موازین بهداشتی است. از دیگر مشکلات پس از برداشت خرما می‌توان به مواردی مثل، قهوه‌ای شدن آنزیمی و غیر آنزیمی، ترشیدگی، جدا شدن پوست از گوشت میوه، تجمع قندها در زیر پوست که در ارقام نرم مشاهده می‌شود و ترشیدگی که در اثر فعالیت گونه‌ای مخمر از گروه Zygosaccharomyces در شرایط قند بالا، دمای بالاتر از ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت بیشتر از ۲۵ درصد و پوسیدگی خرما در اثر فعالیت قارچ‌های آسپرژیلوس، آلترناریا و پنیسلیوم در رطوبت بالا اشاره کرد (Yahia *et al.*, 2011).

افزایش غلظت گاز CO_2 و کاهش غلظت گاز O_2، شدت تنفس و فعالیت‌های متابولیکی میوه را به حداقل می رساند. هم‌چنین مشخص گردیده است که MAP با کاهش یا جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده پکتین سبب حفظ سفتی بافت و در نتیجه افزایش ماندگاری بسیاری از میوه‌ها و سبزی‌ها استفاده می‌شود (مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۵). در پژوهشی مشخص شد که استفاده از گاز دی‌اکسیدکربن در اتمسفر کنترل شده سبب کاهش تبدیل خرما از مرحله خلال به مرحله بلوغ می‌شود و رسیدن را به تأخیر می‌اندازد، همچنین استفاده از دی‌اکسیدکربن باعث می شود که میوه کاهش وزن کمتری داشته باشد و میزان سفتی بافت حفظ شود و تغییر رنگ به سمت کدر شدن نیز کاهش یابد و میزان TSS نیز تغییر محسوسی نداشته باشد (Al-Eid *et al.*, 2012). تأثیر اتمسفر کنترل شده بر حفظ ثبات خرما رقم دهاکی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که در اتمسفر کنترل شده در مقایسه با سایر تیمارها میوه خرما دارای کمترین تغییر در کیفیت و ظاهر بود. و در اتمسفر کنترل شده با نیتروژن پایین‌ترین فعالیت را داشت و بیشترین حفظ ثبات را در این شرایط داشت (Baloch *et al.*, 2006). همچنین در پژوهشی به‌منظور بررسی تغییرات

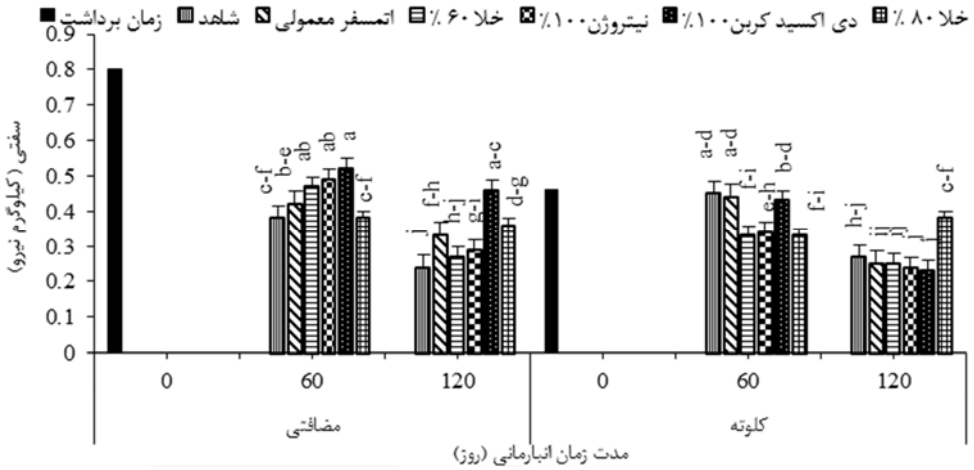
شیمیایی خرمای رقم برحی بسته‌بندی شده با اتمسفر کنترل شده نتیجه گرفته شد که میوه‌های تیمار شده با ۲۰ درصد CO_2 نسب به شاهد ثبات رنگ، سفتی، درصد مواد جامد محلول، قند و تانن کل تغییرات کمتری داشت. لذا هدف از این پژوهش بررسی راهکارهای کاهش اکسیژن با استفاده از افزودن گازهای نیتروژن، دی‌اکسیدکربن و خلأ برای حفظ کیفیت خرمای ارقام مضافتی و کلوته طی انبار سرد بود.

مواد و روش‌ها

میوه‌های ارقام مضافتی و کلوته در مرحله رطب از نخلستان‌های شهرستان جیرفت برداشت و به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت منتقل گردید. میوه‌های سالم جهت اعمال تیمارهای بسته‌بندی تحت خلأ (خلأ ۶۰ درصد، خلأ ۸۰ درصد اتمسفر تغییر یافته با نیتروژن ۱۰۰ ٪، اتمسفر تغییریافته با دی‌اکسیدکربن ۱۰۰ ٪، بسته‌بندی با اتمسفر معمولی و بسته‌بندی معمولی (جعبه‌های مقوایی معمولی) به ۶ گروه تقسیم شدند. در هر واحد آزمایشی تعدادی میوه با وزن تقریبی ۱۵۰ تا ۲۰۰ گرم وجود داشت که درون یک کیسه‌ی پلی‌اتیلنی با قطر ۷۰ میکرون قرار داده شد و بسته‌بندی توسط دستگاه هنکلمن مدل BOXER 42 انجام گرفت. خرماهای بسته بندی شده در دمای سردخانه (2±1 درجه سلسیوس) قرار گرفت. ارزیابی پارامترهای کیفی در سه زمان انبارمانی صفر، ۶۰ و ۱۲۰ روز انبارداری انجام شد. برای اندازه‌گیری رنگ از دستگاه رنگ‌سنج (Konica Minolta CR 400) استفاده شد و رنگ میوه‌ها بر اساس فواصل رنگی L، a و b به دست آمد و پس از تبدیل به کروما گزارش گردید. سفتی بافت ۶ میوه از هر واحد آزمایشی با تماس میله‌ی دستگاه سفتی‌سنج مدل Lutron FG5020 اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها برحسب کیلوگرم نیرو بیان شد (Mirdehghan and Rahimi, 2016). میزان کاهش وزن با توزین میوه‌ها قبل (وزن اولیه) و پس از دوره‌ی انباری (وزن ثانویه) برحسب درصد محاسبه گردید. به‌منظور اندازه‌گیری فعالیت آبی از دستگاه Hygroplam استفاده گردید. برای اندازه‌گیری میزان فعالیت میکروبی پس از تهیه‌ی محلول آگار و پپتون واتر ۱ درصد و استریل نمودن آن‌ها با اتوکلاو به همراه تمامی وسایل موردنیاز، ۱۰ گرم میوه توزین شده و در کیسه استریل به همراه ۹۰ میلی‌لیتر محلول پپتون واتر همگن‌سازی گردید. سپس با انجام رقیق‌سازی لازم از محلول نهایی ۱ میلی‌لیتر جدا و روی سطح آگار موجود در پتری‌دیش‌ها پخش گردید. میزان فعالیت میکروبی پس از ۴ روز قرار دادن پتری‌دیش‌ها در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس با شمارش تعداد کلنی‌های تشکیل شده روی سطح آگار و با لگاریتم تعداد کلنی‌های تشکیل شده در ۱ گرم وزن تازه برحسب $\log CFU\ g^{-1}$ محاسبه شد (Mirdehghan and Rahimi, 2016).

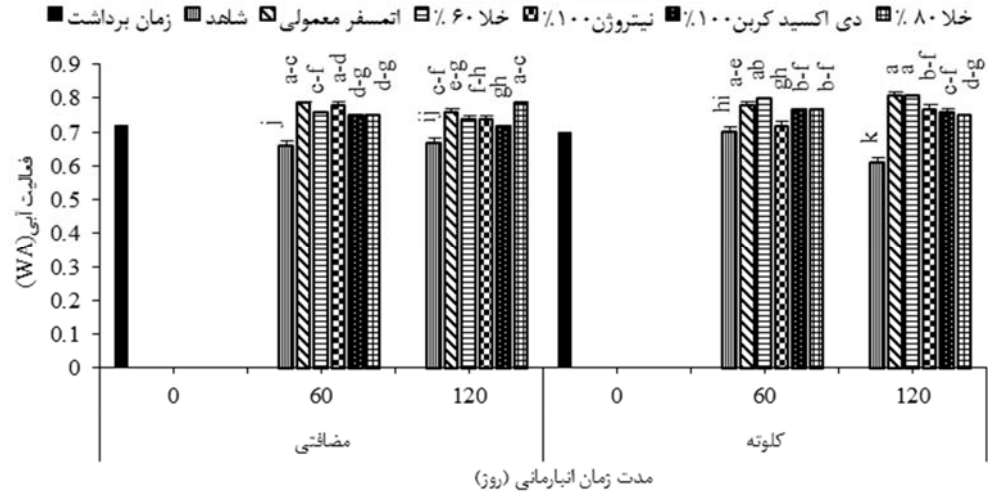
نتایج و بحث

در رقم مضافتی بیشترین کاهش سفتی در تمام دوره انبارمانی مربوط به تیمار شاهد بود اما در رقم کلوته ۶۰ روز پس از انبارمانی مقدار سفتی نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. به‌طورکلی براساس نتایج بدست آمده در این پژوهش بیشترین میزان سفتی مربوط به رقم مضافتی، تیمار CO_2 و ۶۰ روز پس از شروع آزمایش (۰/۵۲ کیلوگرم نیرو) است و کمترین میزان سفتی به رقم مضافتی، تیمار بسته‌بندی معمولی (شاهد) و ۱۲۰ روز پس از انبارمانی (۰/۲۴ کیلوگرم نیرو) تعلق داشت (شکل ۱). مهم‌ترین عوامل مؤثر در نرم شدن بافت فعال شدن آنزیم‌های تجزیه‌کننده پکتین نظیر پکتین‌استراز و پلی‌گالاکترونار می‌باشد و هر عاملی که سبب تأخیر در فعال شدن این آنزیم‌ها شود به حفظ سفتی بافت می‌انجامد (Wills *et al.*, 1998).



شکل ۱- اثر متقابل رقم، تیمار و زمان بر سفتی میوه خرما طی انبارمانی

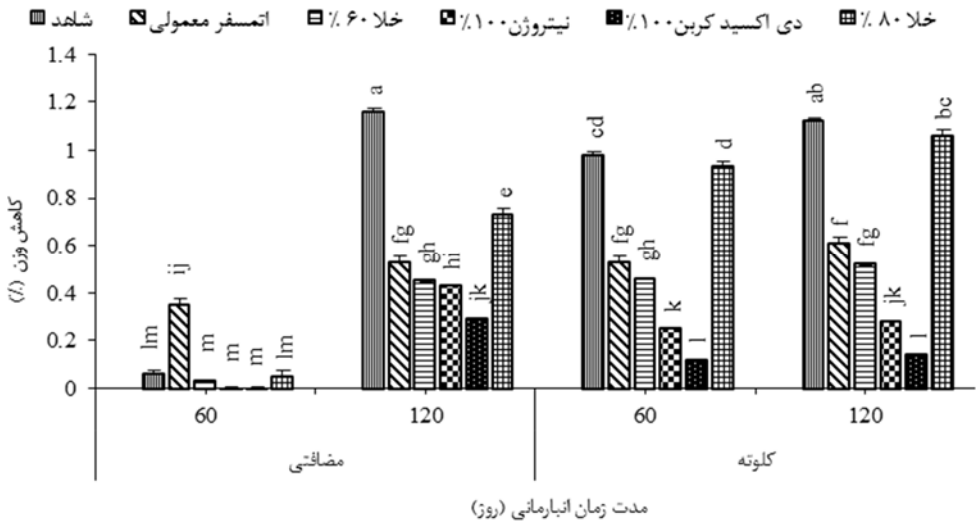
فعالیت آبی طی زمان انبارمانی در شاهد کاهش یافت ولی تیمارها به‌طور مؤثری فعالیت آبی را در مقابل با شاهد حفظ نمودند. میوه‌های رقم کلوته با تیمار اتمسفر معمولی ۱۲۰ روز پس از انبارمانی (۰/۸۱) دارای بیشترین فعالیت آبی بودند و کمترین میزان فعالیت آبی در رقم کلوته و بسته‌بندی معمولی (شاهد) ۱۲۰ روز پس از انبارمانی (۰/۶۱) مشاهده شد (شکل ۲).



شکل ۲- اثر متقابل رقم، تیمار و زمان بر فعالیت آبی میوه خرما طی انبارمانی

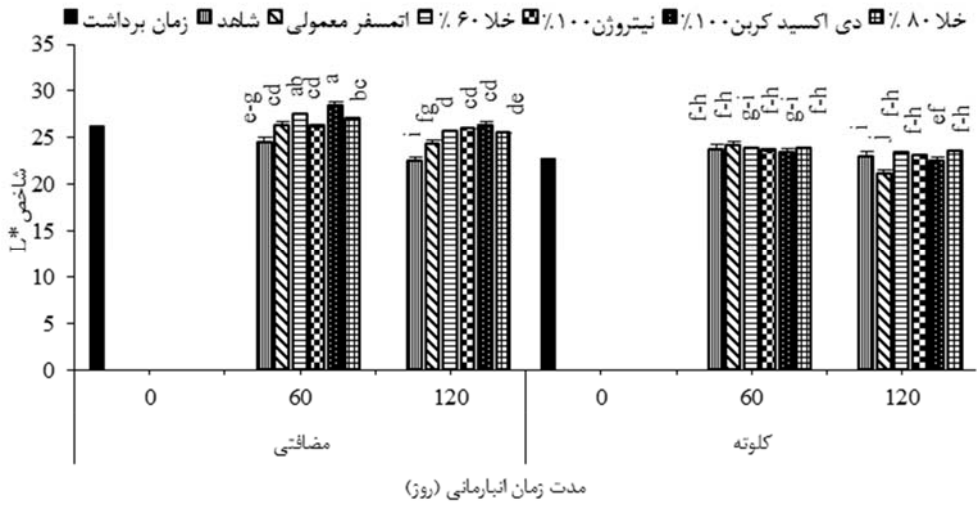
تیمار CO_2 در ۶۰ روز پس از شروع آزمایش توانست کاهش وزن میوه را نسبت به سایر تیمارها تقلیل دهد (شکل ۳). نتایج پژوهش حاضر با نتایج آزمایشات انجام‌شده بر روی میوه خرما که آنان نیز بهترین نتیجه در کاهش از دست دادن وزن را بسته‌بندی اتمسفر کنترل شده با گاز دی‌اکسیدکربن معرفی کرده بودند (Al-Eid, 2012) یکسان بود.

بیشترین میزان شاخص L* مربوط به رقم مضافتی و تیمار CO_2 در ۶۰ روز پس از انبارمانی (۲۸/۴۹) بود و کمترین میزان شاخص L* به رقم کلوته و تیمار اتمسفر معمولی (شاهد) و ۱۲۰ روز پس از انبارمانی (۲۱/۱۹) تعلق داشت. صرف‌نظر از اثر تیمارها مقدار شاخص درخشندگی در رقم مضافتی نسبت به رقم کلوته بیشتر بود (شکل ۴).

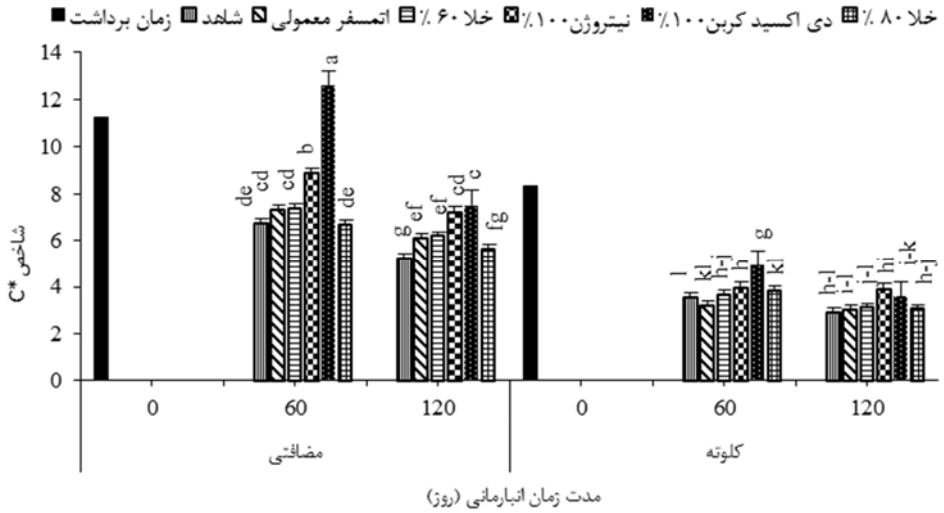


شکل ۳- اثر متقابل رقم، تیمار و زمان کاهش وزن خرما طی انبارمانی

در رقم مضافتی پس از ۶۰ روز انبارمانی بیشترین میزان C* به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها مربوط به تیمار CO_2 ۱۰۰٪ (۱۲/۵۹) بود. در رقم کلوته با افزایش زمان انبارمانی میزان C* در همه‌ی تیمارها تقلیل یافت و کمترین کاهش در این رقم ۶۰ روز پس از انبارمانی در تیمار CO_2 ۱۰۰٪ (۴/۹) مشاهده شد (شکل ۵). ازآنجایی‌که خرما دارای کربوهیدرات، اسیدهای آمینه و ترکیبات فنلی است تیره‌شدن رنگ آن در مرحله انبارمانی افزایش می‌یابد ولی با استفاده از گاز دی‌اکسیدکربن در اتمسفر کنترل شده می‌توان از تغییرات محسوس رنگ جلوگیری کرد (Baloch *et al* ., 2006). بیشترین میزان فعالیت میکروبی با میانگین ۱/۳۸ log CFU g^{-1} به رقم مضافتی و تیمار اتمسفر معمولی تعلق دارد در مقابل کمترین میزان آلودگی مختص رقم مضافتی و تیمار خلأ ۶۰٪ با میانگین ۰/۱۲ log CFU g^{-1} بود. در رقم کلوته هم میزان آلودگی در میوه‌های تیمار شده با اتمسفر معمولی نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود (شکل ۶).

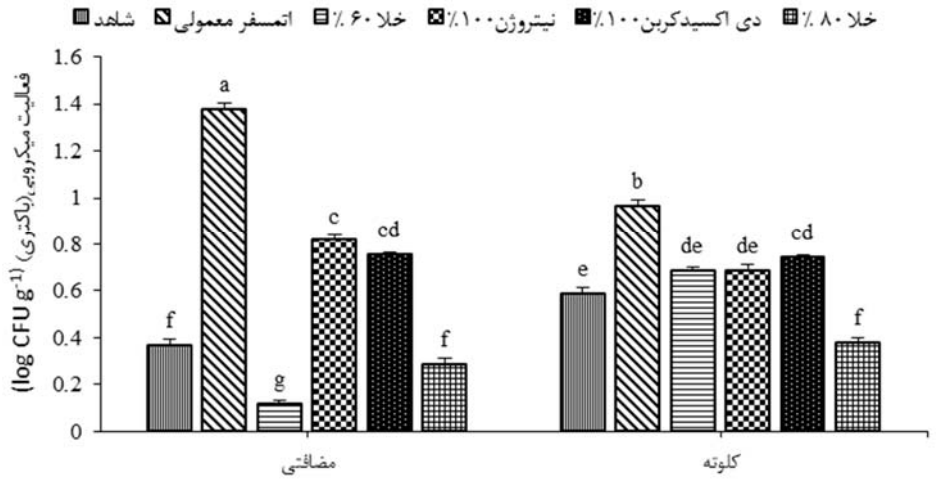


شکل ۴- اثر متقابل رقم، تیمار و زمان بر شاخص L* میوه خرما طی انبارمانی



شکل ۵- اثر متقابل رقم، تیمار و زمان بر *شاخص* C^* میوه خرما طی انبارمانی

گاز دی‌اکسیدکربن در بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته به‌عنوان گاز بازدارنده‌ی رشد قارچ به‌حساب می‌آید (Ohlsson *et al*., 2002). نتایج پژوهش حاضر با نتایج آزمایش انجام‌شده بر روی خرما (Al-Eid *et al*., 2012) که نشان داد در بسته‌بندی شاهد (هوای معمولی) بیشترین کلنی باکتری و در بسته‌بندی کنترل شده کمترین رشد را دارد یکسان بود. تفاوت این آزمایش با آزمایش ذکر شده در بالا این است که تیمار خلأ مورد بررسی قرار نگرفته بود و در آزمایش حاضر مشخص گردید که تیمار خلأ در کاهش فعالیت میکروب‌ها نسبت به تیمارهای اتمسفر کنترل شده با گاز نیتروژن و دی‌اکسیدکربن کارایی بهتری دارد.



شکل ۶- اثر متقابل رقم، تیمار و زمان بر *فعالیت میکروبی* خرما طی انبارمانی

منابع

Al-Eid, S. M., Barber, A. R., Rettke, M., Leo, A., Alsenaien, W. A. and Sallam, A. A. 2012. Utilization of modified atmosphere packaging to extend the shelf life of Khalal fresh dates. International Journal of Food Science and Technology, 47(7): 1518-1525.

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.

FAO 2013. FAO Statistical Databases Available from: http://faostat.fao.org. Accessed Dec.10.2013.

Mirdehghan, S. H., and Rahimi, S. 2016. Pre-harvest application of polyamines enhances antioxidants and table grape (Vitis vinifera L.) quality during postharvest period. Food Chemistry. 196: 1040-1047.

Mortazavi, S.M.H., Arzani, K. and Barzegar, M. 2007. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on the postharvest quality and shelf life of date fruits in Khalal stage. Acta Horticulturae, 736: 471-477.

Ohlsson, T., Gothenburg and Bingtsson, N. 2002. Modified Atmosphere Packaging. In: Ohlsson, T. and Bingtsson, N. (Eds.). Minimal processing technologies in food industry. Cambridge. England. Woodhead publishing limited.

Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., and Joyce, D. 1998. Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruits, Vegetables and Ornamentals. CAB International Press, 262 p.

Yahia, E. M., Kader,A. A. 2011. Date (*Phoenix dactylifera* L.): Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits .Woodhead Publishing Limited, 41-81.

Using the Package of N_2, Co_2, and Vacuum for Preserving the Quality of Date cvs. Mazafati and Kaluteh during Cold Storage

M. Khazaeipour[1], S. H. Mirdehghan[1]*, M. H. Shamshiri[1], M. Najafinia[2]
[1] Dept. Horticultural Science, College of Agriculture, Vali-e-Asr University, Rafsanjan
[2] Plant Protection Research Dept, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research, Jiroft
*Corresponding Author: mirdehghan@vru.ac.ir

Abstract

This study was performed to compare between oxygen free packaging based on factorial design with four replications. The treatments used in this study include common packaging (control), the ambient atmosphere, vacuum 60%, vacuum 80 %, carbon dioxide %100 and nitrogen gas %100 and packaged date fruit was stored in 2 ± 1 ˚C. Different parameters include firmness, water activity, weight loss, color indices and microbial activity were analyzed during storage. The results showed that, best performance in terms of maintaining firmness, avoid reducing water activity and weight loss, and preventing discoloration was obtained in Co_2 100 % treatment, followed by N_2 100% gas, but lowest microbial activity was observed in vaccum 60 % in Mazafati and vaccum 80 % in Kaluteh.

***Keywords*: Modified Atmosphere, Water Activity, Chroma, Hue Angle, Weight Loss, Microbial Activity.**