



The Effect of Packaging on Maintaining the Quality and Increasing the Shelf Life of Walnut Halva

Fatemeh Yousefzadeh¹, Naser Sedaghat^{*2}

¹PhD Student, Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. Email Address: f.yousefzadeh95@yahoo.com

²Correspondence: Professor, Food Science and Technology Department, Technology Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran Email Address: sedaghat@um.ac.ir

ARTICLE INFO

Article history:

Article Type: Research paper

Received: 8 November 2025

Received in revised form: 25 November 2025

Accepted: 6 Desember 2025

Available online: 20 Desember 2025

Keywords:

Packaging

Walnut Halva

Shelf Life

Quality

ABSTRACT

In this article, by reviewing the methods and types of packaging of chocolate and similar sweets, the appropriate packaging method for maintaining the quality and safety of walnut halva, which is a traditional sweet in Khorasan Razavi, was evaluated. The results of various studies showed that for products that have similar storage conditions as walnut halva, as well as nuts for use in the production process of walnut halva, it is considered a traditional sweet, and maintaining the freshness of the walnut kernels used in it is important. This product is sensitive to humidity, temperature, and oxygen. Suitable materials for packaging walnut halva include the use of multilayer film for each slice for primary packaging, containing biaxially stretched polypropylene with polyethylene or polyethylene terephthalate with polyethylene (BOPP/PE or PET/PE), and the use of a stylish cardboard box with an inner polyethylene coating to prevent fat leakage for secondary packaging. By observing these points mentioned in this article, walnut halva can be packaged in the best way and its quality and freshness can be protected. In the sensory evaluation test of this product, 20 trained judges were selected. The scoring system was a 5-point hedonic scale (very poor: 1 and excellent: 5). walnut halva samples were provided to the evaluators in a traditional and unpackaged form along with industrially packaged samples, and the results of the sensory evaluation of the two industrially packaged samples and the unpackaged sample showed that for all sensory characteristics (at a 95% confidence level), a significant difference was observed between the two samples, with the packaged sample having a more uniform color, softer texture, and fresher aroma than the other sample. In the unpackaged sample, signs of aroma reduction due to contact with air and surface discoloration were observed. The results of the texture analysis test showed that the packaged samples showed a softer texture and less hardness due to the preservation of moisture and fats.

Cite this article: F. Yousefzadeh and N. Sedaghat, "The Effect of Packaging on Maintaining the Quality and Increasing the Shelf Life of Walnut Halva," Journal of Packaging Sciences and Techniques, vol. 16, no. 3, pp. 45-57, 2025.

DOI: <https://doi.org/10.47176/packaging.2026.1245>



© Author(s) retain the copyright and full publishing rights

OPEN ACCESS

Publisher: Imam Hossein University.

Introduction

The production of confectionery and chocolate products, like any food product, involves many steps, and each step carries contamination risks that can involve many people and machines. Each step of production must have adequate safety guidelines. Food products of various types are one of the most vulnerable products offered in production units, including commercial and industrial units and domestic and traditional units. The aim of creating stable conditions is to ensure the shelf life of these products in different climatic conditions and for a long period of time. It is valuable to investigate the effects of vacuum packaging (V) or modified atmosphere packaging (MA) on the quality of common chocolate products during their long-term storage.

Research Objectives and Questions

This study seeks to investigate and evaluate industrial packaging on the texture quality and sensory characteristics of halva and compare it with the product without packaging. In addition to maintaining the quality of the product, appropriate packaging also increases customer attraction and sales. This research aims to investigate and evaluate industrial packaging on the texture quality and sensory characteristics of walnut halva product and compare it with the product without packaging.

- 1- Appropriate packaging increases customer attraction.
- 2- Industrial packaging of walnut halva increases its shelf life and quality.

Methodology

The raw material for walnut halva is made from a plant root called chobak, which is peeled and cut into pieces and boiled in a pot with some water. When the water volume has reduced, about a glass of water is poured into a cast-iron pot heated on the stove, along with grape juice, and a long-handled wooden spoon is used to stir the mixture continuously until it becomes a uniform solution. Then, the chobak juice is poured into a large earthenware dish and mixed with egg whites. When this dessert is prepared, if some of the solution is removed with a spatula, it is ready. After mixing the added ingredients, such as walnuts, it is placed on a table with a little barley flour on it, which is naturally cold, to cool.

For packaging sweets, including halva jozi, it is important to choose the right materials to maintain the appearance and attractiveness of the product and keep it healthy and fresh. The most important packaging material options include plastics and thermoforming films, biodegradable films, paper and cardboard, glass and metal, and multilayer films. The final choice varies depending on the type of sweets. For example, for dry sweets such as biscuits, films containing oriented polypropylene (OPP) or biaxially oriented polypropylene (BOPP) are used, for moist sweets such as cakes and rolls, multilayer films with moisture and oxygen barriers are used, and for luxury export sweets, cardboard boxes with inner film or foil are used. Texture analysis was performed using a texture measuring device and sensory evaluation was conducted by more than 20 trained evaluators. Data analysis was conducted using SPSS, Excel, and Expert Choice software.

Findings

The results of the studies show that the packaging elements: quality, creativity and attractiveness of the packaging affect the feelings and cognition of customers. The research findings also show that the feelings of the customer do not affect the intention to buy, but the knowledge of the customer does affect the intention to buy. Therefore, in the packaging of food products, in addition to paying attention to quality and freshness, it is necessary to prevent the penetration of air and moisture by choosing appropriate packaging materials and using functional packaging to help these products become more recognizable and significantly increase the marketability and purchasing decision of customers.

Considering the sensitivity of halvah to moisture and oxygen and based on the review of the results of the studies, the use of moisture-absorbing and oxygen-absorbing packaging systems is recommended as the best type of packaging. Also, for mass production and uniformity of packaging, the use of automatic machines is recommended. These machines increase the speed of production and prevent human error. The packaging should be easy for customers to open and close, have an attractive and appropriate design, and provide complete information about the product, including ingredients, production and expiration dates, and storage conditions. Suitable materials for packaging walnut halva are used in primary packaging with multilayer film (BOPP/PE or PET/PE) in each cut, and secondary packaging with a stylish cardboard box with polyethylene inner packaging to prevent fat leakage. This combination both increases the shelf life of the product and creates a suitable appearance for export of the product.


Discussion

The results of the sensory evaluation of the walnut halva product by consumers showed that for all characteristics (at the 95% confidence level), a significant difference was observed between the two samples ($p < 0.05$). The evaluators reported that the packaged sample had a more uniform color, a softer texture, and a fresher aroma. In the unpackaged sample, signs of aroma loss due to contact with air and surface discoloration were observed. Packaging resulted in better moisture retention, prevention of fat oxidation, and longer shelf life of aroma and flavor. Bulk halva had a decrease in sensory quality due to direct contact with air and light. Overall consumer acceptance was significantly higher for the packaged sample. The evaluators reported that the packaged sample had a more uniform color, a softer texture, and a fresher aroma. In the unpackaged sample, signs of aroma loss due to contact with air and surface discoloration were observed. Packaging resulted in better moisture retention, prevention of fat oxidation, and longer shelf life of aroma and flavor. Bulk walnut halva has lower sensory quality due to direct contact with air and light. Overall consumer acceptance was significantly higher for the packaged sample. Texture test results showed that the unpackaged samples were harder and more brittle and had lower moisture content. Internal adhesion and cutability were better maintained in the packaged samples, indicating texture stability. Due to the overlapping data values, internal adhesion did not show a significant difference. In the texture test results, the hardness value was reported as 17.86 N for the unpackaged halva and 10.42 N for the packaged walnut halva. A significant difference was observed between the two halva samples. The unpackaged samples are in direct contact with air, as a result of which moisture evaporates and the texture becomes dry. In contrast, packaging retains moisture and reduces hardening. Packaging reduces moisture exchange, prevents recrystallization of sugars, and maintains a homogeneous structure in the halva sample, which keeps these hardness factors low. In the unwrapped samples, hardness was significantly higher. This increase in hardness is mainly due to reduced moisture, increased fat oxidation, oil migration, and structural changes.

Conclusions and Implications

Industrial packaging has a greater impact on all sensory characteristics than the unpackaged sample and prevents direct contact with hands, dust, insects and other contaminants. Packaged halva has a significant advantage over the bulk and unpackaged type in terms of maintaining quality, shelf life, food safety, economic value and marketability and exportability. Although it requires initial investment and management in the selection of packaging materials, in the long run it increases product shelf life, customer satisfaction and market development. In the unpackaged samples, hardness was significantly higher. This increase in hardness is mainly due to reduced moisture, increased fat oxidation, oil migration and structural changes. The packaged samples showed a softer texture and lower hardness due to the preservation of moisture and fats.

بررسی تاثیر بسته‌بندی در حفظ کیفیت و افزایش زمان نگهداری حلوا جوزی

فاطمه یوسف‌زاده^۱، ناصر صداقت^{۲*} 

^۱ دانشجوی دکتری گرایش فناوری علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. رایانامه: f.yousefzadeh95@yahoo.com

^۲ استاد گروه علوم و صنایع غذایی، گرایش فناوری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران (نویسنده مسئول). رایانامه: sedaghat@um.ac.ir

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی پژوهشی
دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۱۷
بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۰۴
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۵
ارائه آنلاین: ۱۴۰۴/۰۹/۲۹

کلیدواژه‌ها:

بسته بندی
حلوا جوزی
ماندگاری
کیفیت

چکیده

در این مقاله با مرور روش‌ها و انواع بسته‌بندی نمونه‌های شکلات و شیرینی‌های مشابه، روش مناسب بسته‌بندی جهت حفظ کیفیت و ایمنی حلوا جوزی که نوعی شیرینی سنتی در خراسان رضوی است مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج مطالعات مختلف نشان داد که برای محصولاتی که شرایط نگهداری مشابه با حلوا جوزی دارند و همچنین مغزها به جهت استفاده در فرایند تولید حلوا جوزی، نوعی شیرینی سنتی به شمار می‌آید و حفظ طعم تازگی مغز گردوی استفاده شده در آن حائز اهمیت می‌باشد. این محصول به رطوبت، دما و اکسیژن حساس است. مواد مناسب جهت بسته‌بندی حلوا جوزی برای بسته‌بندی اولیه استفاده از فیلم چند لایه برای هر برش، حاوی پلی پروپیلن دو محوره کشیده شده به همراه پلی اتیلن و یا پلی اتیلن ترفتالات همراه با پلی اتیلن (BOPP/PE یا PET/PE) و بسته‌بندی ثانویه استفاده از جعبه مقوایی شکیل با روکش داخلی پلی اتیلن برای جلوگیری از نشت چربی، می‌باشد. با رعایت این نکات اشاره شده در این مقاله، می‌توان حلوا جوزی را به بهترین شکل بسته‌بندی کرده و از کیفیت و تازگی آن محافظت نمود. در آزمون ارزیابی حسی این محصول تعداد ۲۰ نفر از داوران آموزش دیده، انتخاب شدند. سامانه امتیازدهی بصورت مقیاس هدونیک ۵ امتیازی (خیلی ضعیف: ۱ و عالی: ۵) بود. نمونه‌های حلواجوزی بصورت سنتی و بدون بسته‌بندی با نمونه‌های بسته‌بندی شده صنعتی در اختیار ارزیابان قرار گرفت و نتایج ارزیابی حسی دو نمونه بسته‌بندی شده بصورت صنعتی و نمونه بدون بسته‌بندی، نشان داد، برای تمام ویژگی‌های حسی (در سطح اطمینان ۹۵ درصد) تفاوت معنی داری بین دو نمونه مشاهده شد که نمونه بسته‌بندی شده نسبت به نمونه دیگر دارای رنگ یکنواخت‌تر، بافت نرم‌تر و عطر تازه‌تر است. در نمونه بدون بسته‌بندی، نشانه‌هایی از کاهش عطر به علت تماس با هوا و تغییر رنگ سطحی مشاهده شد. نتایج آزمون تجزیه و تحلیل بافت نشان داد، نمونه‌های بسته‌بندی شده، به دلیل حفظ رطوبت و چربی‌ها، بافت نرم‌تر و سختی کم‌تری نشان دادند.

استناد: یوسف‌زاده، فاطمه، صداقت، ناصر، بررسی تاثیر بسته‌بندی در حفظ کیفیت و افزایش زمان نگهداری حلوا جوزی، نشریه علوم و فنون بسته بندی،

دوره ۱۶، شماره ۳، صفحات ۴۵-۵۷، ۱۴۰۴. DOI: <https://doi.org/10.47176/packaging.2026.1245>

© نویسنده(گان) حق نشر و حقوق کامل انتشار را برای خود محفوظ می‌دارند.



ناشر: دانشگاه جامع امام حسین(ع).

OPEN ACCESS

۱- مقدمه

بسته بندی، محصولات را در برابر اثرات مخرب شامل تغییر رنگ، بد طعم شدن باشد و توسعه بوی بد، از دست دادن مواد مغذی، تغییرات بافت، بیماری زایی و سایر عوامل قابل اندازه گیری محافظت می کند [۱]. تولید محصولات شیرینی و شکلات مانند هر محصول غذایی مراحل زیادی را شامل می شود و هر مرحله خطرات آلودگی را به همراه دارد که می تواند افراد و ماشین آلات زیادی را درگیر کند. هر مرحله از تولید باید دارای دستورالعمل های ایمنی کافی باشد که قوانین تولید و استفاده مرتبط با آن توسط سازمان غذا و دارو تعیین می شود. از سوی دیگر مواد غذایی خام و نوع بسته بندی نامناسب می تواند روی کیفیت و یا ایمنی محصول تاثیر منفی بگذارد. مواد و محیط در تماس با غذا، منبع نادیده گرفته شده آلودگی مواد غذایی هستند. آنها این پتانسیل را دارند که عناصر مضر را آزاد کرده و متعاقباً به داخل غذا منتقل کنند. فرآورده های قنادی در مقایسه با سایر مواد غذایی، عموماً پایدار بوده و ماندگاری نسبتاً طولانی دارند. میزان بالای قند موجود در محصولات قنادی آنها را کمتر در معرض فساد میکروبیولوژیکی قرار می دهد. بنابراین، تغییرات فیزیکی و شیمیایی که منجر به بدتر شدن طعم، بافت، رنگ یا بوی محصول می شود، از عوامل اصلی فساد هستند [۲]. تغییر در طعم محصول به دلیل جذب عطر و انتقال طعم های نامطلوب از بسته بندی مواد مبتنی بر پلیمر قابل نفوذ به بافت مواد غذایی است. ثابت شده است که مصرف کنندگان اغلب می توانند کیفیت محصولات بسته بندی شده را تنها بر اساس اطلاعات به دست آمده از بسته بندی قضاوت کنند. شکل، اندازه و وزن ظرف، مواد، طراحی بصری و اطلاعات بر درک مصرف کننده و تصمیمات خرید محصول تأثیر می گذارد [۳]. بسته بندی تلفیق علم، هنر و مهارت با هدف سهولت در حمل، توزیع، نگهداری و ذخیره کالا است. بسته بندی صنعتی در نتیجه مراحل از جمله طراحی و ایده، ارزیابی و تولید وجود می آید. طراحی بسته بندی رابطه مستقیمی با نوع کالا و محصول تجاری دارد. محصولات غذایی در اقسام مختلف، یکی از آسیب پذیرترین محصولات عرضه شده در واحدهای تولیدی اعم از واحدهای تجاری و صنعتی و واحدهای خانگی و سنتی هستند. هدف از ایجاد شرایطی پایدار، ماندگاری این محصولات در شرایط آب و هوایی مختلف و برای مدت زمان طولانی است. بررسی اثرات روش بسته بندی و کیوم (V¹) یا روش بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده (MA²) بر کیفیت

محصولات شکلاتی رایج در طول نگهداری طولانی مدت آنها ارزشمند است. روش بسته بندی ۷ عمده شامل حذف هوا از بسته بندی قبل از آب بندی آن است و انتظار می رود که از محصولات غذایی در برابر اکسیداسیون و همچنین در برابر باکتری های بی هوازی نامطلوب محافظت کند [۴]. در پژوهش کیتا و همکاران (۲۰۲۰) تأثیر نوع بسته بندی (سنتی، و کیوم، اتمسفر اصلاح شده) بر خواص شیمیایی و حسی نمونه های شکلاتی حاوی میوه ها و آجیل های مختلف (گیلاس، انجیر، فندق و بادام) در طول نگهداری طولانی مدت آنها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که بسته بندی های سنتی و و کیوم را می توان برای نگهداری گیلاس و انجیر روکش شده با شکلات، بسته بندی های اتمسفر اصلاح شده و و کیوم برای فندق روکش شده با شکلات، در حالی که بسته بندی های اتمسفر اصلاح شده برای بادام روکش شده با شکلات جهت حفظ کیفیت بالای آنها در طول دوره نگهداری طولانی پیشنهاد می شود [۵]. در پژوهش یاداو و همکاران (۲۰۲۴) یک یوتکتیک^۳ کوتایی از n-دودکانول^۴ و الکل ستوستئاریل^۵ به عنوان یک ماده تغییر فاز (PCM) تهیه و سپس با استفاده از پلیمریزاسیون به کمک اولتراسوند^۶ برای کاربردهای مدیریت دما، نانوکپسوله (nPCM) شد. PCM های یوتکتیک (e-PCM) و پودر نانوکپسول ها از طریق کالریتری روبشی تفاضلی^۷ (DSC) بررسی شدند. از پودر نانوکپسول های تهیه شده برای نشان دادن عملکرد در مدیریت دما در داخل جعبه بسته بندی انواع شکلات با دمای کنترل شده^۸ (TCP) استفاده شد [۶]. زارع و همکاران (۱۳۹۱) مطالعه ای در زمینه شرایط نگهداری پسته خام در مواد بسته بندی، نایلون، سلفون و قلع فلزی در شرایط خلاء انجام دادند، شرایط نگهداری در نایلون تحت خلاء نسبت به سایر تیمارها نتایج بهتری از جهت حفظ طعم، تازگی و رنگ را نشان داد [۷]. حامدی (۱۳۹۴) گزارش نمود که استفاده از پوشش ها و بسته بندی های مناسب در شرایط اتمسفری اصلاح شده، از فعال شدن آنزیم لیپاز^۹ و افزایش اندیس پراکسید در مغز گردو جلوگیری می کند [۸]. سلاجقه و همکاران (۲۰۲۰) گزارش نمودند که استفاده از یک فیلم پنج لایه و ترکیب گاز ۵٪ O₂ و ۱۵٪ CO₂ در نگهداری مغز گردو در حفظ میزان رطوبت و یکنواختی مغز مطلوب بود [۹]. در پژوهشی یافته های تحقیق نشان داد که بهترین

³ Eutectic⁴ n-Dodecanol⁵ Cetostearyl⁶ Ultrasound⁷ Differential scanning calorimetry(DSC)⁸ Controlled temperature(TCP)⁹ Lipase¹ Vacuum² Modified Atmosphere

موادی با مانع متوسط یا زیاد در برابر بخار آب مانند BOPP/metBOPP^۱ (پلی پروپیلن با جهت دو محوری چند لایه تا متالیز شده و مقاوم به حرارت) و BOPP/BOPP (پلی پروپیلن چند لایه شده به پلی پروپیلن دو محوره سفید، مقاوم به حرارت) بسته بندی شوند تا از تغییرات رئولوژیکی^۲ در طول ذخیره سازی جلوگیری شود.

نتایج بیانگر این بود که این نوع بسته بندی هیچ تغییری در ویسکوزیته^۳، محدودیت جریان و بافت نمونه ها، در طول ۲۷۰ روز نگهداری نشان ندادند [۱۵]. در پژوهش رودریگز-پارادا نگرش ها و احساسات مصرف کننده نسبت به بسته بندی خوراکی چاپ سه بعدی در تجربیات غذایی بررسی شد و یک میان وعده شکلات شیری سرو شده در یک بسته بندی شکلات خوراکی بصورت چاپ سه بعدی را با یک بسته بندی سرامیکی سنتی مقایسه شده است. نتایج نشان می دهد که در مقایسه با بسته بندی سرامیکی، بسته بندی خوراکی سطوح بالاتری از شگفتی، جذابیت و تمایل مصرف را ایجاد می کند و در نتیجه رضایت مصرف کننده را بیش از ۱۰ درصد افزایش می دهد. بخشی از این کار با هدف آشنایی مصرف کنندگان با این نوع نوآوری از غذای سه بعدی و نشان دادن ارتباط و پتانسیل آن برای صنعت غذا انجام شده است. این یافته ها به درک نگرش مصرف کنندگان نسبت به غذاهای چاپ سه بعدی کمک می کند و زمینه تحقیقاتی بالقوه جدیدی را پیشنهاد می دهد که مسیری را برای تقویت کاربرد رایج آن در صنعت غذا ایجاد می کند. در پژوهشی دیگر مشخص شده است ترکیب موم زنبور عسل یا موم کارناوبا^۴ در فیلم های مبتنی بر پروتئین آب پنیر ایزوله و گلیسرول، ماهیت آبریز فیلم را بهبود می بخشد و در عین حال دارای اثرات پلاستیک کننده نیز می باشد و برای جذب رطوبت در محصولات غذایی حساس به رطوبت کاربرد دارد [۱۶].

۲- فرایند تولید حلوا جوزی

حلوا جوزی، نوعی شیرینی سنتی است و در تهیه آن روغن و چربی به کار گرفته نشده است. ماده اولیه حلوا جوزی از ریشه گیاهی به نام چوبک تهیه می شود، که بعد از آنکه پوست آن گرفته شد، آن را قطعه قطعه کرده و در ظرفی با مقداری آب می جوشانند. هنگامی که حجم آب کاهش یافت، حدود یک لیوان از آب را همراه با شیره انگور درون دیگ چدنی که بر روی اجاقی گرم شده می ریزند و با کفچه

ماده بسته بندی پلاستیک پلی پروپیلن است زیرا، از دست دادن رطوبت، بافت و کاهش شیرینی در آب نبات ها جلوگیری می کند [۱۰]. بسته بندی فعال شرایط جو بسته را به گونه مطلوبی تغییر می دهد که موجب افزایش عمر نگهداری ماده غذایی گردد. برخلاف بسته بندی سنتی که بر اساس آن کیفیت نگهداری فرآورده باید به گونه ای حفظ گردد که حداقل بر هم کنش بین فرآورده و بسته صورت گیرد بر اساس پیشرفت های جدید به عمل آمده در دهه های اخیر در صنایع بسته بندی بر هم کنش بین بسته بندی و فرآورده سودمند به حساب می آید. بسته بندی تغییر یافته فعال طی ۲۵ سال اخیر به ویژه در آمریکا و ژاپن به منظور نگهداری مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته است و کاربرد انواع گوناگون این نوع بسته بندی روز به روز در حال گسترش است. این نوع بسته در انواع مختلفی تولید شده است مانند انواعی که دارای افزودنی هایی به منظور حفظ تازگی محصول است که می توانند کاربردهای متعددی داشته و در مقایسه با بسته بندی قدیمی در نگهداری ماده غذایی موثر است [۱۱]. نتایج پژوهش دولیچ و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که استفاده ضمنی از شکل و رنگ در بسته بندی محصول می تواند تاثیر قابل توجهی بر جستجوی طعم خاص داشته باشد و همچنین می تواند بر درک کیفیت محصول تاثیر بگذارد [۳]. در پژوهشی دیگر گزارش شد هم زمان ذخیره سازی و هم نوع بسته بندی بر کیفیت محصولات نهایی تأثیر می گذارد. همچنین نتایج نشان داد در شکلات های حاوی میوه گیلان و انجیر، بسته بندی تحت خلا و بسته بندی بصورت سنتی، و در شکلات های با مغز فندق بسته بندی تحت خلا و اتمسفر اصلاح شده و شکلات های حاوی مغز بادام با روکش های شکلاتی، بسته بندی اتمسفر اصلاح شده بهترین پوشش برای حفظ کیفیت این محصولات توصیه می شود [۱۲]. در پژوهشی دیگر نتایج نشان داد، در نمونه های شکلات تلخ بسته بندی شده با یک جاذب اکسیژن صرف نظر از مواد بسته بندی، ماندگاری حداقل ۱۲ ماه بود. نمونه های شکلات بسته بندی شده با یک جاذب اکسیژن در مواد بسته بندی مانع، عطر، طعم و کیفیت غذایی خود را به میزان قابل توجهی نسبت به سایر روش های بسته بندی حفظ می کند [۱۳]. جاذب های اکسیژن امروزه به عنوان فناوری متداول و شناخته شده در بسته بندی فعال مطرح هستند. جاذب های اکسیژن از طریق جلوگیری از رشد میکروارگانیسم ها و کاهش واکنش های اکسیداسیو افت کیفیت محصول غذایی را کند می نمایند [۱۴]. در پژوهش ورد و همکاران نتایج نشان داد که شکلات های دارای الیاف فیبر باید در

^۱ Metallized/Biaxially oriented polypropylene

^۲ Rheological

^۳ Viscosity

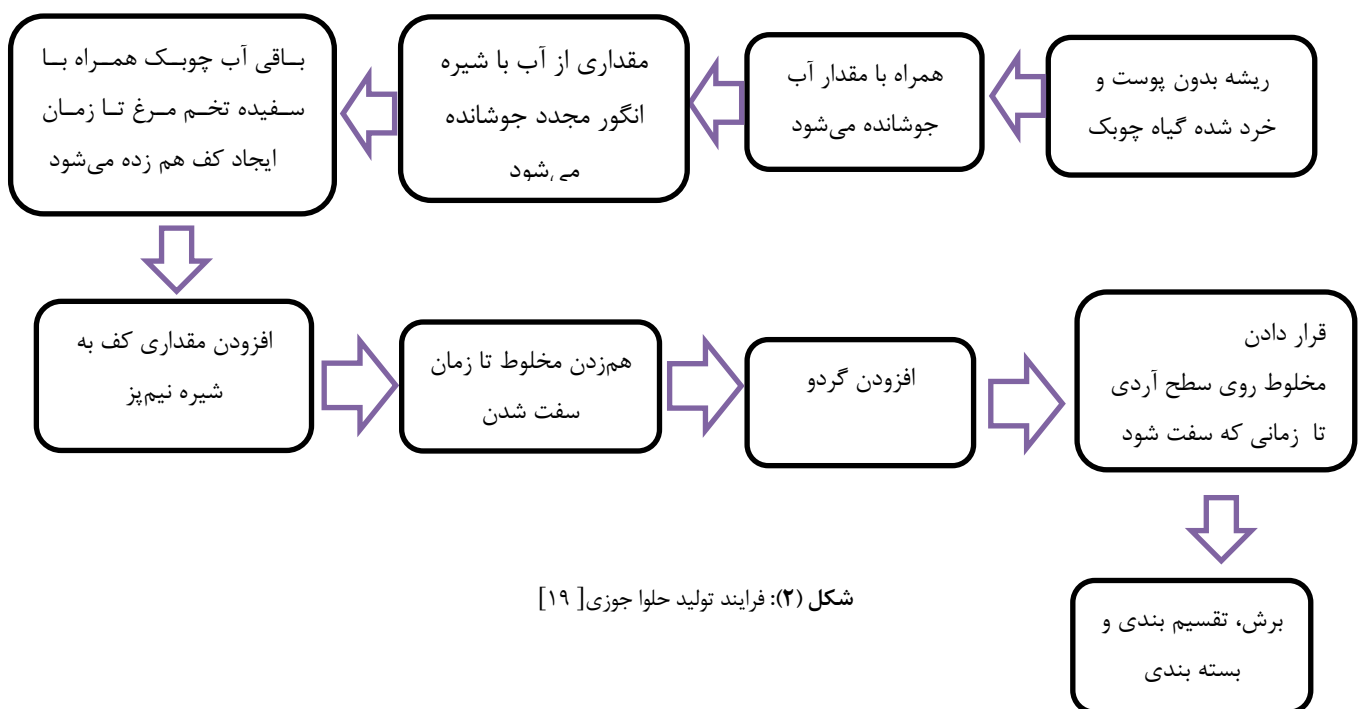
^۴ Carnauba

است. پس از مخلوط شدن مواد اضافه شده مانند گردو آن را بر روی سفره ای که روی آن را کمی آرد چو که طبعاً سرد است قرار می دهند تا سرد شود. تصاویر و مراحل تولید آن در شکل (۱) و (۲) نشان داده شده است [۱۷].

چوبی دسته بلند مخصوص این کار، بصورت یکنواخت و پیاپی شروع به هم زدن می‌کنند تا به صورت محلول یکنواخت درآید. سپس آب چوبک را درون یک ظرف سفالی بزرگ ریخته و همراه با سفیده تخم مرغ هم می‌زنند. در زمان آماده شدن این شیرینی، اگر مقداری از محلول، با کاردک برداشته شود اگر طوری باشد که کش بیاورد آماده



شکل (۱): تصاویر مربوط به تهیه حلوا جوزی [۱۸]



شکل (۲): فرایند تولید حلوا جوزی [۱۹]

تجهیزات و دستگاه‌های بسته بندی شیرینی‌جات بسیار متنوع هستند و براساس نوع محصول، حجم تولید، ماندگاری مورد انتظار انتخاب می‌شوند. به طور کلی شامل دستگاه‌های توزین و پرکن، دستگاه‌های بسته بندی اولیه، دستگاه‌های بسته بندی ثانویه هستند.

۳-۱- دستگاه‌های توزین و پرکن

پرکن وزنی مناسب برای شیرینی‌های خشک، بیسکویت، حلواجویی و شکلات هستند که وزن دقیق هر بسته اهمیت دارد.

۳-۲- دستگاه‌های بسته‌بندی اولیه

شامل دستگاه‌های بسته بندی اولیه برای بیسکویت، شکلات، ویفر، شیرینی خشک و محصولات تکی، دستگاه بسته بندی ساشه برای پودر کیک، کاکائو و شکلات داغ و دستگاه بسته بندی و کیوم برای ماندگاری بیشتر شیرینی‌های سنتی و تازه کاربرد دارد.

۳-۳- دستگاه‌های بسته‌بندی ثانویه

کارتن چین: قرار دادن بسته‌های کوچک در کارتن مادر
شیرینک پک^۱: جمع کردن چند بسته در کنار هم با نایلون حرارتی
غلاف‌گذاری: قرار دادن جعبه های شیرینی در کاورهای مقوایی
اشکال مختلف بسته‌بندی قادر است محصول و مواد غذایی فساد پذیر را به راحتی و برای مدت زمان بسیار زیاد و بعضاً چند ساله نگهداری نماید. چنین عملکردی را نمی‌توان از روش‌های بسته‌بندی سنتی انتظار داشت. بسته‌بندی مواد غذایی باید علاوه بر حفظ خواص محصول و جلوگیری از عدم فساد آن، طراحی مناسبی داشته باشد و شامل مندرجات مورد نیاز خریدار باشد. بسته‌بندی شکلات باید مانع خوبی در برابر عطر، گاز (به ویژه اکسیژن) و همچنین نور باشد. این امر به طور معمول با استفاده از فویل آلومینیومی با ضخامت های مختلف برای بسته بندی محصول به دست می‌آید. از آنجایی که آلومینیوم به تنهایی نمی‌تواند مانع گرما شود، از این رو، انتشار (انتقال جرم) عطر، گاز و سایر مولکول‌ها (به عنوان مثال، اجزای روغن معدنی) به محصول را نمی‌توان حذف کرد. علاوه بر این، اصالت محصول، عامل مهم ایمنی مواد غذایی، ممکن است تضمین نشود [۲۰]. به این دلیل بسیاری از مفاهیم بسته بندی توصیف شده شامل یک لایه بسته‌بندی اضافی، یعنی کاغذ یا مقوا هستند.

بسته‌بندی انواع شکلات در فروش آن تاثیر بسزایی دارد، زیرا معمولاً مشتریان با یک تصمیم آنی اقدام به خرید می‌کنند. بنابراین بسته

۳- دستگاه‌های مناسب برای بسته‌بندی

طراحی جدید انواع ماشین‌آلات بسته‌بندی مواد غذایی و دستگاه بسته‌بندی شیرینی‌جات، مسیر جدیدی را به سمت فناوری‌های نوین صنایع غذایی باز کرده‌است. تمامی این تجهیزات بسته‌بندی، تطبیق‌پذیری عالی را ارائه می‌دهند و اکثر آنها به گونه‌ای طراحی شده‌اند تا نیاز به متصدی و نیروی انسانی را تا حد امکان کاهش دهند. البته برخی از این تجهیزات به نظارت و کنترل دستی، وابسته هستند. با استفاده از دستگاه‌های بسته‌بندی می‌توانید سفارشات مشتریان را در زمان کوتاه‌تری و با مصرف انرژی کمتر آماده کرد. مهم‌ترین مزایای ماشین‌آلات بسته‌بندی، شامل انعطاف‌پذیری برای بسته‌بندی انواع شیرینی‌های قالبی، شکلات تخت، آبنبات‌های مختلف و خوراکی‌هایی از این دسته می‌باشد. به علاوه، اتوماتیک بودن اکثر عملیات دستگاه، باعث سرعت بخشیدن به کار بسته بندی می‌شود که البته این فرآیندها با حفظ دقت و استانداردهای بهداشتی همراه است. انواع ماشین‌آلات بسته‌بندی شکلات که در شرکت ماشین سازی مسائلی تولید می‌شوند از مواد اولیه مرغوب و باکیفیت برای ساختمان استفاده شده‌است؛ این تجهیزات با ضمانت به مشتریان ارائه می‌گردند. ماشین‌آلات بسته‌بندی را می‌توان تجهیزات همه کاره نامید که ارزش سرمایه‌گذاری را دارند (شکل ۲).



الف) دستگاه بسته بندی افقی^۱



ب) دستگاه بسته بندی عمودی عمودی^۲

شکل (۳): تجهیزات بسته بندی مناسب بسته بندی حلوا جویی

^۳Shrink wrap

^۱ Horizontal packaging machine(HFFS)

^۲ Vertical packaging machine(VFFS)

استفاده کرد و در نتیجه از تلفات غیر ضروری در مقادیر زیاد جلوگیری نمود.

۵-۱- بسته‌بندی جاذب رطوبت

با توجه به اینکه انواع مختلف شیرینی‌ها خصوصاً حلوا جوزی مستعد جذب رطوبت است، شکر موجود در شکلات در محیط مرطوب حل می‌شود. این امر می‌تواند باعث ایجاد شکوفه‌ای شدن یا تغییر بافت شود. بسته‌بندی باید مقاومت خوبی در برابر رطوبت داشته باشد. در بسته‌بندی حلوا جوزی می‌توان از جاذب‌های رطوبت استفاده کرد. این جاذب‌ها به حفظ کیفیت و جلوگیری از فاسد شدن حلوا جوزی در اثر رطوبت کمک می‌کنند. جاذب‌های رطوبت به بسته‌بندی فعالی اطلاق می‌شود که حاوی مواد جاذب رطوبت نظیر سیلیکاژل^۴، اکسید کلسیم^۵ و خاک رس^۶ طبیعی هستند [۲۱]. سیلیکا ژل‌ها به دلیل غیرسمی بودن و خواص غیرخورندگی یکی از پرمصرف‌ترین جاذب‌های رطوبت محسوب می‌شوند [۲۲]. این مواد جاذب رطوبت معمولاً به صورت بالشتک و یا پد در بسته‌بندی قرار می‌گیرند. علاوه بر این در دسترس بودن مواد بسته‌بندی مختلف مینی بر پلیمرهای زیست تخریب پذیر جاذب‌های رطوبت، پتانسیل آنها را در جهت استفاده در این نوع محصولات به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داده است [۲۳].

۵-۲- بسته‌بندی جاذب اکسیژن

تماس بیش از حد با اکسیژن می‌تواند باعث اکسید شدن شکلات و سپس ایجاد طعم نامطلوب شود. شکلات سفید و شکلات شیری سرشار از لبنیات و کم کاکائو هستند، بنابراین نسبت به شکلات تلخ بیشتر در معرض خطر اکسیداسیون قرار دارند [۲۴]. ساخت سیستم جذب اکسیژن، طعم و تازگی محصول را حفظ کرده و ماندگاری آن را تا ۴۵ روز افزایش می‌دهد. گزارش شده است که افزودن نانوذرات اکسید روی به ماتریس‌های پلیمری مانند پلی‌یورتان و کیتوزان، میزان انتقال بخار آب و اکسیژن را در مقایسه با فیلم‌های خالص کاهش می‌دهد [۲۵].

۵-۳- بسته‌بندی انتشار دهنده اتانول

سامانه‌های بهبود وضعیت بسته‌بندی با گاز اتانول یکی از این روش‌هاست که از رشد کپک، باکتری و مخمر جلوگیری می‌کند. اما

بندی نقش حیاتی در فروش انواع شکلات ایفا می‌کند. حلوا جوزی همانند شکلات یک محصول حساس به گرما می‌باشد و نیاز به بسته بندی دارد که کیفیت آن در دمای بالا حفظ شود. برای تولید این جعبه‌ها ابتدا طرح مورد نیاز طراحی می‌شود و بعد از چاپ، برش و خط تا می‌گیرد. در آخر نیز طلق شفاف با جعبه سرهم‌بندی می‌شود. نوع دیگر بسته بندی نایلونی (پلاستیکی با دوخت حرارتی) است که رایج‌ترین نوع بسته بندی برای انواع شکلات است، که امکان چاپ بر روی آن‌ها وجود دارد و با دوخت حرارتی مهر و موم می‌شود. اکسیژن و رطوبت دو عامل مهم در ماندگاری مواد غذایی هستند، از این جهت بسته بندی کاربردی معمولاً از مواد منعطف با استفاده از یک یا چند لایه ساخته می‌شوند که احتمال نفوذ رطوبت و اکسیژن به داخل بسته بندی را کاهش می‌دهد.

۴- مواد اولیه مناسب بسته‌بندی حلوا جوزی

برای بسته‌بندی شیرینی‌جات از جمله حلوا جوزی، انتخاب مواد مناسب جهت حفظ ظاهر و جذابیت محصول و سالم و تازه ماندن آن مهم است. مهم‌ترین گزینه مواد بسته بندی شامل پلاستیک‌ها و فیلم‌های ترموform^۱، فیلم‌های زیست تخریب پذیر، کاغذ و مقوا، شیشه و فلز و فیلم‌های چند لایه هستند. انتخاب نهایی بسته به نوع شیرینی فرق دارد. مثلاً برای شیرینی‌های خشک مانند بیسکویت از فیلم‌های حاوی پلی پروپیلن جهت‌دار (opp^۲) یا پلی پروپیلن جهت‌دار دو محوری (Bopp^۳)، برای شیرینی‌های مرطوب مثل کیک‌ها و رول‌ها از فیلم چند لایه با مانع رطوبت و اکسیژن و برای شیرینی‌های صادراتی لوکس از جعبه مقوایی با فیلم داخلی یا فویل استفاده می‌شود.

۵- استفاده از روش‌های نوین بسته بندی برای

حلواجوزی

می‌توان از انواع سامانه‌ها و فناوری‌ها، مانند بسته‌بندی جاذب رطوبت، جاذب اکسیژن، بسته‌بندی انتشار دهنده اتانول، بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده برای بسته‌بندی انواع شیرینی از جمله حلوا جوزی

^۴ SiO₂nH₂O

^۵ Cao

^۶ Clay

^۱ Thermoform

^۲ Oriented polypropylene

^۳ Biaxial oriented polypropylene

هستند که هم‌زمان با رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها، در سطح ماده‌ی غذایی آزاد و موجب بازداری از رشد آن‌ها و جلوگیری از فساد مواد غذایی می‌شوند که شدت این اثر به ماهیت ماده‌ی ضد میکروبی بستگی دارد. در این میان سیستم‌های فعال نانوکامپوزیتی^۴، شامل عوامل ضد میکروبی در مقیاس نانو است که به دلیل افزایش نسبت سطح به حجم، قادر است سطح درگیر در واکنش میان ماده‌ی غذایی و اجزای ضد میکروبی را گسترش دهد و به‌نحو کارآمدتری در مقایسه با ترکیبات همانند خود در جهت افزایش عمر مفید مواد غذایی ایفای نقش نماید [۳۱].

۶- ارزیابی حسی حلواجوزی توسط مصرف‌کنندگان

به منظور بررسی تاثیر بسته‌بندی بر میزان کیفیت محصول حلواجوزی از ۲۰ نفر ارزیاب حسی آموزش دیده و سالم در رنج سنی ۱۸ تا ۶۰ سال، ۱۰ نفر مرد و ۱۰ نفر زن، نظرسنجی شد و ارزیابی حسی در این محصول برای تعیین کیفیت نهایی از نظر ظاهر، رنگ، بافت، طعم و بوی این محصول انجام شد.

۶-۱- روش انجام آزمون

تعداد ۲۰ نفر از داوران آموزش دیده حسی انتخاب شدند. سامانه امتیازدهی به‌صورت مقیاس هدونیک^۵ ۵ امتیازی (خیلی ضعیف: ۱ و عالی: ۵) می‌باشد. نمونه‌های حلواجوزی به‌صورت سنتی بدون بسته‌بندی و با بسته‌بندی صنعتی در اختیار ارزیابان حسی قرار گرفت و نتایج ارزیابی بصورت جدول (۱) گزارش شد.

پارامترهای مورد ارزیابی:

ظاهر (درخشندگی، یکنواختی رنگ)

رنگ (طبیعی و شفاف بودن)

بافت (سفتی، چسبندگی و تردی)

طعم (مزه گردو، شیرینی، تعادل طعم‌ها)

پذیرش کلی^۶

جدول (۱): نتایج ارزیابی حسی حلواجوزی

شاخص‌های ارزیابی	حلواجوزی سنتی بدون بسته‌بندی	حلواجوزی با بسته‌بندی صنعتی
ظاهر	۳/۲±۱/۰۲ ^A	۴/۹±۱/۰۸ ^{BC}
رنگ	۳/۴±۱/۰۵ ^A	۴/۳±۱/۰۳ ^B
بافت	۳/۰±۱/۰۶ ^{AB}	۴/۸±۱/۰۷ ^C
طعم	۳/۶±۱/۰۱ ^{BC}	۴/۸±۱/۰۹ ^{CD}
بو	۳/۳±۱/۰۱ ^A	۴/۷±۱/۰۶ ^B
پذیرش کلی	۳/۱±۱/۰۱ ^A	۴/۶±۱/۰۴ ^B

عیب آن این است که با سایر محصولات سازگار نیست و بو و طعم آنها را تغییر می‌دهد. از نظر مصرف‌کننده، ممکن است به دلیل کاهش^۷، خواص ضد میکروبی و خواص ضد بیاباتی نگهدارنده‌ی بهتری نسبت به سایر مواد شیمیایی باشد [۲۶]. انتشاردهنده‌های اتانول بالشتک‌هایی هستند که بخار اتانول^۱ را در فضای باز بسته‌بندی، رها می‌کنند و از رشد کپک‌ها جلوگیری می‌کنند [۲۷].

۵-۴- بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده

یکی از بهترین و پیشرفته‌ترین این روش‌ها برای افزایش ماندگاری محصول، بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده است که بین ۵۰ تا ۴۰ درصد بازدهی دارد. مواد یا عوامل فعال به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در تماس با مواد غذایی می‌باشند. ترکیبات فعال شامل جاذب‌های اکسیژن، دی‌اکسید کربن، رطوبت، اتیلن، عوامل آزاد کننده اتانول، مواد طعم‌دهنده و عوامل ضد میکروب می‌باشد. بسته بندی فعال، به بسته‌ها اجازه می‌دهد تا با غذا و محیط تعامل داشته باشند و نقشی پویا در نگهداری مواد غذایی ایفا کنند [۲۸]. همچنین مزایای بسیار زیادی نیز داشته که یکی از آن‌ها سالم نگه داشتن مواد غذایی در هر شرایطی است. در واقع طراحی بسته‌بندی فعال شامل گنجاندن مواد فعال در بسته‌بندی می‌باشد که قرار است به غذای درون بسته آزاد شده یا از داخل غذای بسته بندی شده یا محیط اطراف آن جذب شوند [۲۹]. در گذشته بسته‌های کوچک یا ساشه‌ها در داخل بسته‌بندی‌ها قرار می‌گرفتند تا رطوبت و بوی مواد را جذب کنند. هدف محصولاتی که از بسته‌بندی فعال استفاده می‌کنند، این است که طعم و بوی خوبی داشته باشند. محصولاتی که دارای بوی خوب هستند از دی‌هیدرات^۲ استفاده می‌کنند تا در زمانی که درب محصول باز می‌شود، بوی خوبی احساس شود که به آن فرایند انتشار طعم و بو می‌گویند. موادی مانند اسید آلدهید^۳ نیز باعث کاهش میزان طعم آب در مواد غذایی می‌شود و طعم خالص را در مواد غذایی نگه می‌دارد. در بسته بندی فعال، با توجه به مولکول‌ها و موادی که سامانه‌های مختلف در بسته‌بندی‌ها انتشار می‌دهند، رطوبت، اکسیژن، خشکی و میکروب‌های اضافی را از بین می‌برد. کاربرد این نوع بسته‌بندی در شرکت‌های بزرگ در حال افزایش است و به‌زودی با پیشرفت‌های صورت گرفته، جهانی می‌شود [۳۰]. هنگام استفاده از این بسته‌بندی‌ها باید به جنبه‌های سلامت غذا نیز توجه شود و میزان مهاجرت نانوذرات به سطوح مواد خوراکی تحت کنترل قرار گیرد؛ زیرا امکان بلعیدن این ذرات به همراه مواد غذایی وجود دارد. اغلب سامانه‌های فعال بسته‌بندی شامل ترکیبات ضد میکروبی

⁴ Nanocomposite

⁵ Hedonic

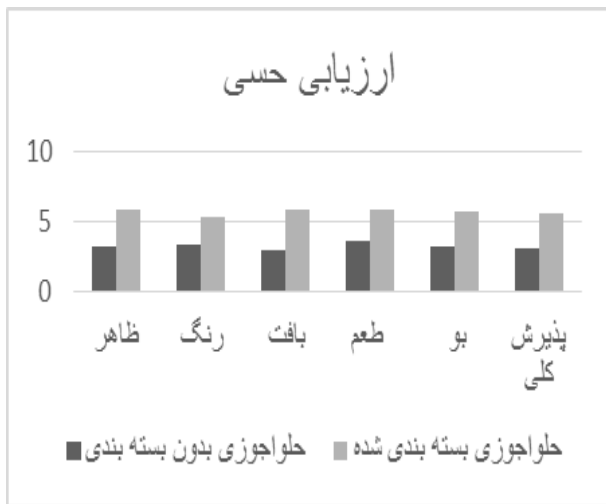
⁶ Overall acceptability

¹ Ethanol

² Dihydrate

³ Aldehyde acid

داد که برای تمام ویژگی‌ها (در سطح اطمینان ۹۵ درصد) تفاوت معنی‌داری بین دو نمونه مشاهده شد ($p < 0/05$). ارزیاب‌ها گزارش کردند که نمونه بسته‌بندی شده دارای رنگ یکنواخت‌تر، بافت نرم‌تر و عطر تازه‌تر است. در نمونه بدون بسته‌بندی، نشانه‌هایی از کاهش عطر به علت تماس با هوا و تغییر رنگ سطحی مشاهده شد. بسته‌بندی سبب حفظ بهتر رطوبت، جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌ها و ماندگاری بیشتر عطر و طعم شده‌است. حلواجوزی فله‌ای به دلیل تماس مستقیم با هوا و نور، افت کیفیت حسی داشته‌است. پذیرش کلی مصرف‌کنندگان به طور معنی‌داری برای نمونه بسته‌بندی شده بالاتر بوده‌است.



نمودار (۱): ارزیابی حسی نمونه‌های حلوا جوزی

نتایج آزمون بافتی نشان داد که نمونه‌های بدون بسته‌بندی سخت‌تر و شکننده‌تر بودند و رطوبت کم‌تری داشتند. چسبندگی داخلی^۲ برش‌پذیری^۳ در نمونه‌های بسته‌بندی شده بهتر حفظ شده‌اند که نشانه پایداری بافت است. به دلیل همپوشانی مقادیر داده‌ها، چسبندگی داخلی اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در نتایج آزمون بافتی، مقدار سختی^۴ در حلواجوزی بدون بسته‌بندی ۱۷/۸۶N و حلواجوزی بسته‌بندی شده ۱۰/۴۲N گزارش شد. که اختلاف معنی‌داری بین دو نمونه حلواجوزی مشاهده شد. نمونه‌های بدون بسته‌بندی در تماس مستقیم با هوا قرار دارند در نتیجه رطوبت تبخیر می‌شود و بافت خشک می‌گردد. در مقابل بسته‌بندی باعث حفظ رطوبت و کاهش سخت‌شدگی می‌شود. بسته‌بندی باعث کاهش تبادل رطوبت، جلوگیری از تبلور مجدد قندها و حفظ ساختار همگن در نمونه حلواجوزی می‌شود که این عوامل سختی را پایین نگه می‌دارد. در نمونه‌های بدون بسته‌بندی سختی به طور معنی‌داری

داده‌های یک ردیف با اندیس متفاوت به صورت معناداری با یکدیگر متفاوت هستند ($p < 0/05$).

۷- آزمون بافت

جهت انجام آزمون بافتی نمونه‌های حلواجوزی با بسته بندی و بدون بسته‌بندی از دستگاه تجزیه و تحلیل بافت^۱ استفاده شد. نمونه‌ها را به شکل مکعب با ابعاد ۲۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر و با وزن ۱۰ گرم در دمای ۲۳ درجه سانتیگراد در دستگاه TPA قرار داده شد و آزمون بافتی در ۳ تکرار و با سرعت پروب دستگاه ۱ میلی‌متر بر ثانیه و درصد کمپرس تا ۵۰ درصد از ارتفاع انجام گرفت.

۸- نتایج و بحث

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که عناصر بسته بندی: کیفیت، خلاقیت و جذابیت بسته‌بندی بر احساس و شناخت مشتریان تأثیر دارد. یافته‌های تحقیق همچنین نشان می‌دهند که احساس مشتری بر قصد خرید تأثیری ندارد ولی شناخت مشتری بر قصد خرید مؤثر است [۳۲]. بنابراین در بسته‌بندی محصولات غذایی علاوه بر توجه به کیفیت و تازگی، باید با انتخاب مواد مناسب بسته‌بندی، از نفوذ هوا و رطوبت جلوگیری کرد و با استفاده از بسته‌بندی‌های کاربردی به شناخته‌شدن بیشتر این محصولات کمک کرد و میزان بازار پسنندی و تصمیم خرید مشتریان را به طور قابل توجهی افزایش داد. با توجه به حساسیت حلوا جوزی به رطوبت و اکسیژن و بر اساس مرور نتایج مطالعات انجام شده، استفاده از سامانه بسته بندی جاذب رطوبت و جاذب اکسیژن به عنوان بهترین نوع بسته بندی پیشنهاد می‌گردد. همچنین برای تولید انبوه و یکنواختی بسته‌بندی، استفاده از دستگاه‌های خودکار توصیه می‌شود. این دستگاه‌ها سرعت تولید را افزایش داده و از خطای انسانی جلوگیری می‌کنند. بسته‌بندی باید به راحتی توسط مشتریان باز و بسته شود و دارای طراحی زیبا و مناسب باشد و اطلاعات کاملی در مورد محصول از جمله ترکیبات، تاریخ تولید و انقضا و شرایط نگهداری ارائه دهد. مواد مناسب جهت بسته بندی حلوا جوزی در بسته‌بندی اولیه با فیلم چند لایه (BOPP/PE) یا (PET/PE) در هر برش و بسته بندی ثانویه از جعبه مقوایی تشکیل می‌شود. این ترکیب هم ماندگاری محصول را افزایش می‌دهد و هم ظاهر مناسبی برای صادرات محصول ایجاد می‌کند. نتایج ارزیابی حسی محصول حلوا جوزی (نمودار ۱) توسط مصرف‌کنندگان نشان

² cohesiveness

³ springiness

⁴ Hardness

¹ Texture Analyzer

[5]. Y. Jaiswal, P. Tatke, S. Gabhe, and A. Vaidya, "Rapid high performance thin layer chromatographic method for quantitation of catechin from extracts of cashew leaves-a short report," *Polish J. Food Nutr. Sci.*, vol. 63, no. 1, pp. 49–54, 2013, doi: 10.2478/v10222-012-0066-4.

[6]. M. Hosseini, S. Khedri, Hassanzadeh, H., & Ghanbarzadeh, B. (2022). A Review on the Application of Active Nanocomposites to Increase the Shelf Life of Foodstuffs. *Packaging Science and Art*, 12(48), 35-53.

[7] F. Jia, W. Yan, X. Yuan, R. Dai, & X. Li, "Modified atmosphere packaging of eggs Effects on the functional properties of albumen. *Food Packaging and Shelf Life*, " 22,100377" 2019.

[8]. A. Kita, S. Lachowicz, & P. Filutowska, "Effects of package type on the quality of fruits and nuts panned in chocolate during long-time storage," *Lwt*, 125, 109212. 2020.

[9]. A. Ghiafeh Shirzadi, & N. Sedaghat, "The Use of New Techniques for Packing Different Types of Cakes," *Packaging Science and Art*, 12(48), 27-34. 2022 (In Persian).

[10] M.P. Indumathi,; G.R. Rajarajeswari, "Mahua oil-based polyurethane/chitosan/nano ZnO composite films for biodegradable food packaging applications," *Int. J. Biol. Macromol.*, 124, 163–174. 2019.

[11].] , A.Yadav, J. Singh, , V. J., Reddy & S. Chattopadhyay, "A novel approach to control the temperature of chocolate in a packaging box using ultrasound-assisted nanoencapsulated eutectic phase change materials powder," *Powder Technology*, 435, 119375. 2024.

[12]. <https://farachap.com/2020/12/20>

[13]. T. Ghanei Zare, H. Tavakolipour, & A. H. Elhamirad, "The effect of packing material and vacuum conditions on the quality properties of dried pistachio during storage time," *Journal of Food Science and Processing*, 4(1), 65-71. (in Persian) 2012.

[14]. M. Hamed, "Food Chemistry" (2 ed. Vol. 1,): Tehran University Publishing Center. 2015. (in Persian)

[15] F. Salajegheh & B. Tajeddin, "The effect of modified atmosphere packaging and packaging material on walnut kernel shelf-life. *Research and Innovation in Food Science and Technology*," 8(4), 357-368. 2020.

[16]. , N. Nita, A. R. Ramli, , G. T. H. W. Budiardjo, & M. Muhpidah, "Effect of packaging type on the quality of red ginger soft-candy," In *BIO Web of Conferences* (Vol. 96, p. 01033). EDP Sciences, 2024.

[17] <https://irma.ir/xj85MY>

[18] <https://www.yjc.ir/fa/news/7949188>

[19] G. L. Robertson, "Food Packaging: Principles and Practice," 3rd ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, ISBN 9781439862414. 2013. [Google Scholar]

[20] A. Brody, B. Bugusu, , J., Han, C., Sand, & T. McHugh, "Innovative food packaging solutions," *Journal of Food Science*, 73(8), R107–R116, 2008.

[21]. C. Veerakumar, A. Sreekumar, Preparation, thermophysical studies, and corrosion analysis of a stable capric acid/cetyl alcohol binary eutectic phase change material for cold thermal energy storage, *Energy Technol.* (6) 397–405, 2018.

[22]. J. W. Han, L. Ruiz-Garcia, J. P. Qian, and X. T. Yang, 'Food Packaging: A Comprehensive Review and Future Trends', *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, vol. 17, no. 4, pp. 860–877, 2018, doi: 10.1111/1541-4337.12343.

[23]. T. Fadji, M. Rashvand, M. O. Daramola and S. A. Iwarere, "A Review on Antimicrobial Packaging for Extending the Shelf Life of Food," *Processes*, vol. 11, 590. Academic Editor: Yixiang Wang, 2023.

بالتر بود. این افزایش سختی عمدتاً ناشی از کاهش رطوبت افزایش اکسیداسیون چربی‌ها، مهاجرت روغن و تغییرات ساختاری است.

۹- نتیجه‌گیری کلی

بسته‌بندی صنعتی در تمامی ویژگی‌های حسی، عملکرد بهتری نسبت به نمونه بدون بسته‌بندی دارد و از تماس مستقیم دست، گرد و غبار، حشرات و سایر عوامل آلوده‌کننده جلوگیری می‌کند. بسته‌بندی صنعتی حلاجوزی نسبت به نوع فله‌ای و بدون بسته‌بندی، از نظر حفظ کیفیت، ماندگاری، ایمنی غذایی، ارزش اقتصادی و قابلیت بازیابی و صادرات برتری چشمگیری دارد. هر چند نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه و مدیریت در انتخاب مواد بسته‌بندی است، اما در بلند مدت باعث افزایش ماندگاری محصول، رضایت مشتری و توسعه بازار می‌شود. در نمونه‌های بدون بسته‌بندی سختی به طور معنی‌داری بالاتر بود. این افزایش سختی عمدتاً ناشی از کاهش رطوبت، افزایش اکسیداسیون چربی‌ها، مهاجرت روغن و تغییرات ساختاری است. نمونه‌های بسته‌بندی شده، به دلیل حفظ رطوبت و چربی‌ها، بافت نرم‌تر و سختی کم‌تری نشان دادند.

جدول (۲): نتایج آزمون بافتی حلاجوزی

شاخص‌های ارزیابی	حلاجوزی با بسته‌بندی صنعتی	حلاجوزی بدون بسته‌بندی
Hardness	۱۰/۴۲±۱/۵۱ ^{AB}	۱۷/۸۶±۱/۰۶ ^C
cohesiveness	۰/۵۹±۱/۰۴ ^C	۰/۴۶±۱/۰۴ ^D
springiness	۰/۹۱±۱/۰۴ ^D	۰/۷۹±۱/۰۳ ^E
chewiness	۵/۶۱±۱/۰۸ ^{BF}	۶/۴۸±۱/۶۲ ^F

داده‌های یک ردیف با اندیس متفاوت به صورت معناداری با یکدیگر متفاوت هستند ($p < 0.05$)

۱۰- مراجع

- [1] G. H. Zhou, X. L. Xu, and Y. Liu, "Preservation technologies for fresh meat- A review," *Meat Science*, vol. 86, pp. 119–128, 2010.
- [2] P. Subramaniam, "The stability and shelf life of confectionery products. In *The stability and shelf life of food*," Woodhead Publishing pp. 545-573, 2016.
- [3] J. Dolić, M. Petrić, J. Pibernik, & Mandić, "Influence of packaging design on the quality perception of chocolate products. In 11th International Symposium on Graphic Engineering and Design," pp. 547-555. GRID 2022.
- [4]. C. Axel, E. Zannini, and E. K. Arendt, "Mold spoilage of bread and its biopreservation: A review of current strategies for bread shelf life extension," *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 57, no. 16, pp. 3528–3542, 2017, doi: 10.1080/10408398.2016.1147417.

- [29]. L. Rodríguez-Parada, S. de la Rosa, J. S. Salado, P. Desmet & M. A. Pardo-Vicente, Testing the WOW impact of 3D printed chocolate packaging. *Food Quality and Preference*, 123, 105337, 2025.
- [30]. C. Veerakumar, A. Sreekumar, Preparation, "thermophysical studies, and corrosion analysis of a stable capric acid/cetyl alcohol binary eutectic phase change material for cold thermal energy storage," *Energy Technol.* (6) 397–405, 2018.
- [31]. P. Talens and J. M. Krochta, "Plasticizing effects of beeswax and carnauba wax on tensile and water vapor permeability properties of whey protein films," *J. Food Science.*, 70(3), E239–E243.2005.
- [32]. I. Ahmed et al., "A comprehensive review on the application of active packaging technologies to muscle foods," *Food Control*, vol. 82, pp. 163–178, 2017, doi: 10.1016/j.foodcont.2017.06.009
- [33]. N. S. Yaghubi, A. Kordnaeij, & M. Aghaei, "The Impact of Quality, Creativity and Attractiveness of Packaging on the Customer's Purchase Intention to Buy by Considering the Mediating Role of Customer's Effect and Cognition (Case Study: Chocolate Industry)" *Packaging Science and Art*, 11(42), 54-67, 2020.
- [24]. M. Payan, and M. Hamed, "A review of the application of active packaging in the food industry," *Iran Food Science and Industry*, 2012. 10(38), 49-68. SID. (in Persian),
- [25]. A. Kita, S. Lachowicz, , & P. Filutowska, "Effects of package type on the quality of fruits and nuts panned in chocolate during long-time storage,". *Lwt*, 125, 109212, 2020.
- [26]. S. F. Mexis, A. V. Badeka, , K. A. Riganakos, , & M. G. Kontominas, "Effect of active and modified atmosphere packaging on quality retention of dark chocolate with hazelnuts," *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(1), 177-186, 2010.
- [27]. Dodangeh, Sona, Amiri, Saber, Rezad Bari, Laiya. "An overview of the types of active packaging, the mechanism and application of each in the food industry," *Packaging Science and Techniques*, 11(44): 80-90. 2019.(in Persian)
- [28]. A. B. Verde, I. D. Alvim, V. Luccas, , L. M. Júnior, & R. M. V. Alves, "The influence of formulation and packaging material on the rheological properties of milk chocolate," *Applied Food Research*, 2(2), 100199, 2022.