Applied Biology, Volume 11, Issue 44, 2022

Research Article

Effect of modified atmosphere packaging and cinnamon and ginger essential oils on microbial growth and sensory properties of creamy donuts[1]

Nazanin Zand | Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran **(Corresponding author).** n_zand2008@yahoo.com

Mohammad Reza Eshaghi | Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran. mr.eshaghi @yahoo.com

Hiva Abolghasem | M.Sc., Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran. abolghasemhiva@gmail.com

Abstract

Objectives: The effect of different concentrations of three types of gas mixtures (carbon dioxide, nitrogen),as well as vacuum and ordinary condition and ginger and cinnamon essential oils were evaluated to prolong shelf life of of creamy donut at ambient (25ºC) in one 4-layer container (119 µ).

Methods: Ordinary packaging, as control samples were compared with four type of modified atmosphere packaging 1) 80% CO_2 + 20% N_2; 2) 20% CO_2 + 80% N_2; 3) 50% CO_2 + 50% N_2, and 4) under vacuum condition along with injection ginger and cinnamon essential oils and samples without essential oils. Experiments were performed on samples as follows microbial test (aerobics count, mold and yeast count),chemical pH test, amount of dripped water and sensory evaluation during 20 days.

Results: The shelf life, of creamy donut samples were reported with ginger essential oil under gas compositions, 80% CO_2; 50% CO_2 & 20% CO_2 20, 19, 16 days in vacuum and ordinary conditions were 13, 11 days respectively, with cinnamon essential oil under different modified atmospheres, vacuum and ordinary conditions were 18, 16, 14, 11, 9 days, without essential oil injection, under gas compounds above and vacuum and ordinary conditions were 15, 13, 11, 9, 6 days respectively.

Conclusion: The best condition belonged to samples containing ginger essential oil under conditions 80% CO_2 till 20 days, which had desirable effects on microbial population (aerobics bacteria "4.82 logcfu/ml", mold & yeast "2.56 logcfu/ml"), amounts of pH (5.49), dripped water (%0.61) and also sensory properties of samples.

Keywords: Modified Atmospheric Packaging, Microbial growth, Creamy donut, Ginger essential oil, Cinnamon essential oil.

1. **Received:** 2021/09/27 ; **Revision:** 2021/11/06 ; **Accepted:** 2021/12/06 ; **Published online:** 2021/12/22

© the authors http://sjoapb.journal.qom-iau.ac.ir

Publisher: Qom Islamic Azad University

بیولوژی کاربردی، دوره ۱۱، شماره ۴۴، ۱۴۰۰

مقاله پژوهشی

اثر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده و اسانس‌های دارچین و زنجبیل بر رشد میکروبی و خواص ارگانولپتیکی پیراشکی کرمدار[۱]

نازنین زند | استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران. n_zand2008@yahoo.com

محمدرضا اسحاقی | استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران (نویسنده مسئول). mr.eshaghi@yahoo.com

هیوا ابوالقاسم | کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین– پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران. abolghasemhiva@gmail.com

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر بررسی اثر غلظت‌های مختلف سه نوع مخلوط گازی (دی‌اکسید کربن و نیتروژن) و تحت خلأ و نیز بسته‌بندی بدون تزریق گاز و اسانس‌های زنجبیل و دارچین برای افزایش زمان ماندگاری پیراشکی کرم‌دار در شرایط محیط ($25^{o}C$) درون یک پوشش۴ لایه ۱۱۹ میکرون بود.

مواد و روش‌ها: بسته‌بندی معمولی به‌عنوان شاهد با ۴ نوع بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده با ترکیب‌های گازی که شامل: ۸۰ درصد CO_2 + ۲۰ درصد N_2؛ ۲۰ درصد CO_2 + ۸۰ درصد N_2؛ ۵۰ درصد CO_2 + ۵۰ درصد N_2؛ تحت خلأ، همراه با تزریق اسانس‌های دارچین و زنجبیل به‌میزان ۰/۲ درصد وزنی و بدون اسانس بودند، مقایسه شد. نمونه‌های بسته‌بندی شده، طی ۲۰ روز مورد آزمون‌های شمارش باکترهای پاتوژن هوازی، کپک و مخمر، pH، مقدار آب تراوش شده و ارزیابی حسّی قرار گرفتند.

نتایج: مدت ماندگاری پیراشکی در ترکیبات گازی ۸۰ درصد CO_2، ۵۰ درصد CO_2، ۲۰ درصد CO_2، تحت خلاء و شاهد به ترتیب با اسانس زنجبیل ۲۰،۱۹، ۱۶، ۱۳ و۱۱روز، همراه با اسانس دارچین ۱۸، ۱۴،۱۶، ۱۱ و ۹ روز، بدون تزریق اسانس، در ترکیبات گازی، خلاء و شاهد به ترتیب ۱۳،۱۵،۱۱، ۹ و ۶ روز گزارش شد.

نتیجه‌گیری: بهترین شرایط در روز ۲۰ام متعلق به نمونه‌های حاوی اسانس زنجبیل تحت شرایط ۸۰٪ CO_2 بود و تأثیر مطلوبی بر جمعیت میکروبی (باکتری‌های هوازی پاتوژن ۴/۸۲logcfu/ml و کپک و مخمر ۲/۵۶logcfu/ml)، میانگین تغییرات pH (۵/۴۹)، میزان آب تراوش‌شده (۰/۶۱٪) و نیز خواص حسّی نمونه‌ها گذاشت.

کلیدواژه‌ها: بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده، رشد میکروبی، پیراشکی کرم‌دار، اسانس زنجبیل، اسانس دارچین.

---

۱. **پژوهش حاضر برگرفته از:** پایان‌نامه کارشناسی ارشد هیوا ابوالقاسم، با عنوان: **اثر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده و لفاف‌های انعطاف‌پذیر چندلایه بر رشد باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی و خواص ارگانولپتیک پیراشکی کرم‌دار**، ارائه شده در دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا است.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۵؛ **تاریخ اصلاح:** ۱۴۰۰/۰۸/۱۵؛ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۰/۰۹/۲۵؛ **تاریخ انتشار:** ۱۴۰۰/۱۰/۰۱

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم

۱. مقدمه

امروزه محصولات خمیری به عنوان یکی از ترکیبات اصلی غذایی در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیراشکی یک محصول خمیری است و به‌عنوان میان‌وعده غذایی پرانرژی یا به عنوان صبحانه کامل به‌شمار می‌رود که در بسیاری از هتل‌ها، رستوران‌ها و مغازه‌های اسنک‌فروشی در بسیاری از نقاط جهان سرو می‌شود. تولید و پخت فرآورده‌های تخمیری سابقه طولانی دارد و بیشتر از چند هزار سال است که انسان از فراورده‌های آردی تخمیری استفاده می‌کند. در ایران با توجه به پیشرفت زندگی ماشینی و تمایل افراد به غذاهای آماده، مصرف پیراشکی از توجه بالایی برخوردار است (۱). فرآورده‌های آردی به‌عنوان ارزان‌ترین منبع انرژی و پروتئین، در تغذیه قسمت اعظمی از مردم جهان نقش حیاتی دارند. مردم کشورهای خاورمیانه و خاور نزدیک در حدود ۷۰ درصد انرژی مورد نیاز روزانه خود را از فرآورده‌های آردی تأمین می‌کنند (۲).

در راستای بهبود کیفیت فرآورده‌های آردی، افزایش زمان ماندگاری و نیز کاهش ضایعات آن‌ها، تحقیقات زیادی صورت گرفته است. آنچه باید مورد بررسی و مطالعه مجدد قرار گیرد، چگونگی بسته‌بندی و نگهداری فرآورده‌های آردی ایرانی است که در محدوده زمان توزیع و مصرف، سالم و تازه بماند. زمان ماندگاری فرآورده‌های آردی به‌طور کلی توسط دو فاکتور اصلی فساد میکروبی و بیاتی محدود می‌شود. فرآورده‌های آردی بعد از پخت معمولاً عاری از کپک‌ها و باکتری‌های زنده‌اند، اما بعضی از اسپورهای باکتریایی می‌توانند فرآیند پخت را تحمل کنند و یا آلودگی می‌تواند قبل از اینکه فرآیند بسته‌بندی کامل گردد، اتفاق بیافتد (۳). از سوی دیگر، فرآورده‌های آردی به دلیل داشتن رطوبت و نیز pH مناسب، محیط مستعدی برای رشد کپک‌ها در طی مدت نگهداری هستند که به نظر می‌رسد با انتخاب یک روش بسته‌بندی مناسب و کنترل شرایط محیط نگهداری نمونه‌های بسته‌بندی شده، می‌توان کیفیت و ماندگاری را افزایش داد (۴). دو عامل بسیار مهم تعیین‌کننده دیگر در زمان ماندگاری این محصولات به صورت کپک نزده، فعالیت آبی و دمای نگهداری آن‌ها است. هرچه مقدار این عامل کم‌تر باشد، زمان ماندگاری محصول طولانی‌تر خواهد شد، اما کاهش زیاد فعالیت آبی بر خصوصیات ارگانولپتیکی محصول تاثیر می‌گذارد (۵). اسانس‌های گیاهی به عنوان ترکیبات ضدمیکروبی طبیعی، قابلیت مناسبی را جهت مقابله با میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و عامل فساد در انواع مواد غذایی دارا هستند. این ترکیبات، عصاره‌های فرّار و معطری هستند که از بخش‌های مختلف گیاهان شامل گل، دانه، غنچه، برگ و

ریشه بدست می‌آیند. بدلیل ویژگی‌های شناخته شده زیستی و طعم‌دهندگی عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی، این دسته از ترکیبات در میان پرمصرف‌ترین مواد افزودنی (به اشکال مختلف) در انواع فرآورده‌های غذایی محسوب می‌شوند (۶).

زنجبیل با نام علمی *Zingiber officinale Rosceo* به عنوان یک ادویه، بیش از دوهزار سال است که مورد استفاده قرار می‌گیرد. زنجبیل به دلیل داشتن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی فرّار و غیرفرّار، در قسمت‌های مختلف، به خصوص ریزوم آن می‌تواند به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی به‌کار رود. ترکیب بدست آمده از ریزوم آن محتوی ترکیبات پلی فنول است که مهم‌ترین آن *۶-Gingerol* و مشتقات آن می‌باشد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی بالایی دارند. ارتباط مستقیمی بین میزان فنول و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان وجود دارد (۷).

دارچین با نام علمی *Cinnamomum zeylanicum* درختچه‌ای از تیره برگ بو (*Lurales*) و از راسته لورالس (*Lauraceae*) است.

در حال حاضر این گیاه در صنایع غذایی به‌عنوان طعم‌دهنده (طعم شیرین به علت مانیتول) و در صنایع دارویی به‌عنوان آنتی‌اکسیدان با فعالیت بالا، ضدقارچ و ضدباکتری، کاربردهای فراوانی دارد. پوست دارچین دارای ۲/۵-۰/۵ درصد اسانس، شامل بیش از ۵۰ ترکیب مختلف است (۸). ترکیبات مهم دارچین سینام‌آلدئید (۸۰-۶۰ درصد) و اوژنول (۵-۱۰ درصد) است که بیشترین اثر ضد باکتریایی مربوط به سینام‌آلدئید می‌باشد؛ سایر ترکیبات آن سینامیك اسید، ترکیبات فنلی مانند اوژنول، فلاندرن و سافرول، ترکیبات ترپنی مانند لیمونن و لینالول، ترانس سینام آلدئید، تانن، کومارین، رزین، ترکیبات فنیل پروپانی مثل هیدروکسی سینام آلدئید و مانیتول هستند (۹). فرآورده‌های آردی بلافاصله پس از خارج شدن از فر، عاری از میکرو ارگانیسم‌های زنده می‌باشند. فقط اسپور باکتری‌هایی که در مقابل حرارت مقاوم هستند، زنده مانده و آلودگی این محصولات با اسپور باکتری‌ها، قارچ‌ها و کپک‌ها، اغلب در اثر آلودگی ثانویه و خارجی به وجود آمده است. در میان گروه باکتری‌ها، یک گونه از باسیل‌ها که در پخت عملاً ایجاد چسبندگی می‌نماید، باسیلوس سوبتیلیس (باکتری هوازی) است و اسپور آن به علت مقاومتی که از خود نشان می‌دهد، در مغز فرآورده‌های آردی باقی می‌ماند. در محصولات آردی مغزدار، به‌دلیل سرایت رطوبت از قسمت مغز به قسمت داخل، فساد سریع‌تر صورت گرفته و مصرف آن‌ها باعث ایجاد اختلال در دستگاه گوارش می‌گردد. همچنین در بخش رویین انواع شیرینی‌های سنّتی، رشد انواع قارچ‌های کپکی به

دلیل وجود شکر کافی، مشاهده می‌گردد (۳). سیستم MAP[1] یا بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده، عمل اصلاح ترکیب فضای داخلی یک بسته به منظور بهبود عمر مفید و کیفیت انواع مواد غذایی تازه و فرآوری شده می‌باشد (۱۰). بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده، به معنی جایگزین کردن هوای موجود در بسته با مخلوطی از گازهای متفاوت شامل دی اکسید کربن، نیتروژن و اکسیژن است. در بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده، فضای خالی درون بسته‌بندی ابتدا خلاء می‌شود، سپس ترکیب گازهای مورد نظر، تحت فشار، جایگزین این فضا می‌گردد و بدین ترتیب فعالیت‌های آنزیمی و میکروبی محصول کنترل می‌شود. تعیین نسبت گازها و نگهداشتن این اتمسفر درون بسته‌بندی و اطراف ماده غذایی، چندان ساده نیست و در برخی موارد نیز غیرممکن است. در مورد یک بسته‌بندی، پیش‌بینی تغییرات آتی و در واقع قابل پیش‌بینی بودن این تغییرات تاثیر بسیار زیادی در تخمین عمر ماندگاری خواهد داشت (۱۱،۱۲).

هدف پژوهش حاضر ارزیابی اثرات متقابل اتمسفر اصلاح شده در یک پوشش ۴ لایه انعطاف‌پذیر همراه با به‌کارگیری اسانس‌های دارچین و زنجبیل به جهت کنترل رشد باکتری‌های هوازی پاتوژن، کپک و مخمر، تغییرات pH، آب تراوش شده و خواص حسی (رنگ، بو، مزه، ظاهر و بافت) طی ۲۰ روز نگهداری پیراشکی کرم‌دار، یک فرآورده آردی پر مصرف با بار آلودگی بالا و مدت ماندگاری کم می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. آماده‌سازی و تولید و بسته‌بندی پیراشکی کرم‌دار

مواد اولیه:

۷ کیلوگرم پیراشکی کرم‌دار مورد نظر این تحقیق، به وزن هر پیراشکی ۵۰ گرمی، در یک قنادی واقع در غرب شهر تهران در شرایط کاملاً بهداشتی، با فرمولاسیون مشخص تولید گردید. محیط‌های کشت مورد نیاز (PCA، Chocolate Agar، PDA) از شرکت کیوبلنت (کانادا)، پوشش ۴ لایه جهت بسته‌بندی از شرکت پلاستیک ماشین الوان و اسانس‌ها از شرکت بل (آلمان)، تهیه گردید.

1. Modified Atmosphere Packaging

تولید نمونه‌ها:

۱) تهیه خمیر (آرد و آب، تخم‌مرغ، شیر، شکر، روغن، نشاسته، بیکینگ پودر، مخمر خشک)،
۲) فرآیند زدن خمیر،
۳) فرآیند استراحت خمیر،
۴) فرآیند حالت دادن خمیر،
۵) فرآیند پختن (سرخ کردن) در روغن مخصوص (بدون ترانس)،
۶) فرآیند تزریق کرم در پیراشکی.

بسته‌بندی نمونه‌ها:

کلیه پیراشکی‌های ۵۰ گرمی (اندازه قطعات ۵×۵)، به آزمایشگاه بیوفیزیک گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران منتقل شده، پس از کنترل دما، نمونه‌ها آماده بسته‌بندی گردید و درون پوشش ۴ لایه ۱۱۹ میکرون، پس از تزریق اسانس دارچین و اسانس زنجبیل با سرنگ استریل به میزان۰/۲درصد وزنی نمونه (W_E/W_s)، قرار داده شد و برای تزریق گاز و دوخت بسته، به دستگاه بسته‌بندی منتقل شد. سپس با دستگاه بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده (HENKELMAN مدل A200، ساخت کشور آلمان) توسط ۵ نوع گاز، G_1 (۸۰ درصد دی‌اکسید کربن + ۲۰ درصد نیتروژن)، G_2 (۲۰ درصد دی‌اکسید کربن + ۸۰ درصد نیتروژن)، G_3 (۵۰ درصد دی‌اکسید کربن + ۵۰ درصد نیتروژن) و G_4 (خلاء) و G_5 بسته‌بندی شاهد (بدون تزریق گاز)، پس از تخلیه هوا و در لفاف بسته‌بندی، به همراه تزریق اسانس در ۳ سطح E_1 (اسانس دارچین)، E_2 (اسانس زنجبیل) و E_3 (بدون اسانس) بسته‌بندی شده و بلافاصله به آزمایشگاه محل نگهداری انتقال یافت و در دمای محیط ($T = ۲۵^{\circ}C$) نگهداری گردید. در مدت زمان ۲۰ روز Z_1-Z_4 طی روزهای پنجم، دهم، پانزدهم و بیستم، نمونه‌ها از محل خارج شد، سپس به آزمایشگاه کنترل کیفیت دانشگاه آزاد واحد ورامین- پیشوا جیهت انجام آزمون‌های میکروبی و شیمیایی مربوطه و بخش کنترل کیفیت شرکت پلاستیک ماشن الوان جهت آزمایشات تکمیلی انتقال داده شدند.

خصوصیات پوشش مورد استفاده (حاوی لایه‌های مختلف پلی‌استر، آلومینیم، پلی پروپیلن جهت داده شده و پلی اتیلن با دانسیته کم) مطابق با نتایج بدست آمده، در جدول (۱) آمده است (۱۳).

جدول ۱- خصوصیات پوشش پلیمری ٤ لایه مورد استفاده در تحقیق

نمونه	لایه	ضخامت فیلم (μ)	ضخامت درزبندی فیلم	درصد عبور اکسیژن ($ml/m^2.day$)	درصد عبور آب ($g/m^2.day$)
PET/AL/OPP/LLD	۱۲/۷/۲۰/۸۰	۱۱۹	۵۹/۱۱	۰	۰/۱۸۶

PET: Poly Ethylene Terephthalate; OPP: Oriented Poly Propylene; LLD: Liner Low Density Poly Ethylene; AL: Aluminum

۲-۲. آزمون‌های میکروبی

۲-۲-۱. شمارش کلی میکرو ارگانیسم‌های هوازی پاتوژن در محیط کشت‌های PCA[1] & Chocolate Agar

شمارش کلی میکروارگانیسم‌های هوازی پاتوژن با استفاده از محیط کشت PCA و Chocolate Agar به روش کشت سطحی و گرمخانه‌گذاری در دمای ۳۷°C به مدت ۳ روز با توجه به استاندارد ملی به شماره ۲۳۲۴ انجام شد. برای این منظور، ابتدا ۱گرم نمونه (پیراشکی کرم‌دار) در زیر هود میکروبی در آزمایشگاه وزن و در ۱۰ سی‌سی محلول رینگر حل شده و به محیط کشت غنی‌کننده Chocolate Agar ۱۰ سی‌سی اضافه گردید و به مدت سه روز در انکوباسیون ۳۷°C انکوبه شد. سپس به روش CFU یک سری ۶تایی لوله حاوی آب مقطر استریل با افزودن ۱ سی‌سی از نمونه به لوله شماره ۱ سریال رقت تهیه و به روش پور پلیت در محیط کشت PCA کشت داده شد و به مدت ۷۲ ساعت در انکوباتور ۳۷°C، جهت شمارش کلی میکروارگانیسم‌های هوازی پاتوژن انکوبه شد. از دستگاه کلنی کانتر جهت شمارش تعداد میکروارگانیسم‌ها استفاده شد (۱۵،۱۴).

۲-۲-۲. شمارش کلی کپک و مخمر در محیط کشت PDA

شمارش کلی کپک و مخمر با استفاده از محیط کشت PDA به روش کشت دو لایه در دمای ۲۵°C به مدت ۳ روز با توجه به استاندارد ملی به شماره ۲۳۹۵ انجام شد. برای این منظور، ابتدا ۱ گرم نمونه (پیراشکی کرم‌دار) در زیر هود میکروبی در آزمایشگاه وزن و در ۱۰ میلی لیتر محلول رینگر حل شد، سپس یک سری ۶تایی لوله حاوی آب مقطر استریل با افزودن یک میلی لیتر از نمونه به لوله شماره ۱ رقت تهیه و به روش پورپلیت دو لایه در محیط کشت PDA کشت داده شد و به مدت ۷۲ ساعت در جار بی‌هوازی ۲۵ درجه سانتی‌گراد جهت شمارش کپک و مخمر

1. Plate Count Agar

گرمخانه‌گذاری گردید. از دستگاه کلنی کانتر جهت شمارش تعداد میکروارگانیسم‌ها استفاده شد (۱۵).

۲-۳. آزمون شیمیایی- اندازه‌گیری pH

دستگاه pH متر دیجیتال (شرکت پارمیس طب آزما مدل HP9010 – ساخت کشور سنگاپور) برای اندازه‌گیری pH در مواد اسیدی و (OH−) در مواد قلیایی بکار گرفته شد. در روش اندازه‌گیری pH، با توجه به استاندارد ملی به شماره ۲۳۹۵، دستگاه pH متر ابتدا با محلول‌های تامپون ۴ و ۷ تنظیم شد. مقدار ۱۰ گرم پیراشکی در ۵۰ سی‌سی آب مقطر حل شد و سپس الکترود pH متر را پس از تنظیم مستقیم در محلول نمونه فرو برده، به طوری که حباب حساس pH متر کاملاً داخل نمونه پیراشکی کرم‌دار قرار گرفت. حداقل ۶۰ ثانیه الکترود با نمونه در تماس بوده و pH رونیت شده ثبت گردید (۱۵).

۲-٤. آزمون فیزیکی- مقدار آب تراوش شده

جهت ارزیابی مقدار آب تراوش شده و وزن نمونه‌های پیراشکی در طول۲۰ روز نگهداری، با توجه به استاندارد ملی به‌شماره ۲۳۲۶، پس از باز کردن بسته‌ها، وزن آب تراوش شده اندازه‌گیری و بر وزن نمونه تقسیم شد (W_W/W_S)، سپس عدد در ۱۰۰ ضرب گردید. مقدار آب تراوش شده طبق استاندارد نباید از ۶ درصد وزن نمونه بسته‌بندی شده بیشتر باشد (۱۶).

۲-۵. ارزیابی حسی (ظاهر، بافت، مزه، بو، رنگ)

به منظور ارزیابی ویژگی‌های حسی نمونه‌های پیراشکی کرم‌دار، از روش حواس پنج‌گانه (هدونیک ۵ نقطه‌ای) استفاده شد. ارزیابی در روزهای ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ برای هر ۵ نوع بسته‌بندی، بر اساس ویژگی‌های ارگانولپتیکی (ظاهر، رنگ، بافت، مزه و بو) و با استفاده از یک رتبه‌بندی به صورت ۱،۲،۳،۴،۵ به ترتیب برای بسیار خوب، خوب، متوسط، بد، بسیار بد انجام گردید (۱۷). داوران حسی، امتیاز مشخصی را نسبت به حداکثر امتیازی که در فرم‌های ارزشیابی مشخص شده بود، برای نمونه‌های پیراشکی تعیین کردند. در این رابطه از ۱۰ نفر اعضای پانل آموزش دیده با میانگین سنی ۲۵ تا ۳۵ سال (دانشجویان آموزش دیده) کمک گرفته شد (۱۸). ارزیابی حسی تحت شرایط مشابه نور و دمایی انجام گرفت، این شرایط در کل دوره‌های آزمایش ثابت بود. امتیازدهی با مقیاس۱ تا ۵ (۱ بهترین امتیاز و ۵ بدترین امتیاز)، در این روش، محدوده تغییرات

حسی، صرفاً از زمان خروج پیراشکی از بو و طعم طبیعی (به عنوان فساد درجه اول) تا رسیدن به بو و طعم غیرقابل قبول (به عنوان فساد درجه دوم)، مبنای ارزیابی قرار داده شد (۱۹).

۲-٦. روش تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی و فاکتوریل در سه تکرار طراحی و انجام شد. فاکتور E (اثر نوع اسانس) در ۳ سطح E_1 تا E_3 و فاکتورG (ترکیب گازی مورد استفاده برای بسته‌بندی) در ۵ سطح G_1 تا G_5، فاکتور Z (زمان نگهداری) در ۴ سطح Z_1 تا Z_4، طی ۲۰ روز بر جمعیت میکروبی، آب تراوش شده، pH و خواص حسی پیراشکی کرم‌دار مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها پس از جمع‌آوری، مرتب شده و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

۳. یافته‌ها

۳-۱. شمارش کلی باکتری‌های هوازی پاتوژن

نتایج شمارش کلی باکتری‌های هوازی نمونه‌های پیراشکی بسته‌بندی شده در بسته‌بندی ۴ لایه ۱۱۹ میکرون تحت شرایط مختلف اتمسفر اصلاح شده و نیز اسانس‌های زنجبیل و دارچین در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج در مدت زمان نگهداری، روند رشد باکتری‌های هوازی برای کلیه تیمارها افزایش معنی‌داری در شمارش کلی باکتری‌های هوازی در روزهای پنجم، دهم، پانزدهم داشت که در روز بیستم افزایش معنی‌دار با شدت بالاتری حاصل گردید ($p\leq$۰/۰۵). مطابق با جدول مقایسه میانگین شمارش کلی باکتری‌های هوازی و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن، مشخص شد که در روز ۲۰ام نگهداری، بیشترین تعداد شمارش باکتری‌های هوازی (۶/۶۵ log cfu/ml)، متعلق به تیمار E_3G_5 بسته‌بندی بدون تزریق گاز و اسانس بود. کم‌ترین تعداد شمارش باکتری‌های هوازی (۳/۸۳ log cfu/ml) را تیمار E_2G_1 بسته‌بندی تحت شرایط ۸۰ درصد گاز CO_2 و ۲۰ درصد گاز N_2 و اسانس زنجبیل در روز ۵ام نگهداری به خود اختصاص داده است. با توجه به نتایج تجزیه واریانس شمارش کلی باکتری‌های هوازی (جدول ۶)، نتایج آزمایشات نشان دادند که نوع اسانس‌ها، شرایط بسته‌بندی و زمان نگهداری، تفاوت کاملا معنی‌داری بر شمارش کلی باکتری‌های هوازی پیراشکی بسته‌بندی شده داشتند ($p<$۰/۰۱). کلیه اثرات متقابل دو جانبه و اثر متقابل سه جانبه (نوع اسانس × شرایط بسته‌بندی × زمان نگهداری)

نیز تاثیر کاملا معنی‌داری بر شمارش کلی باکتری‌های هوازی پیراشکی بسته‌بندی شده داشتند (p<۰/۰۱). معادله خطی درجه اول پیشنهادی به صورت زیر تعریف شده است.

شمارش کلی باکتری‌های هوازی E = G + Z×0.126 + 3.077×0.168 + 0.385

جدول ۲ - مقایسه میانگین شمارش کلی باکتری‌های هوازی پاتوژن (log cfu/ml) پیراشکی بسته‌بندی شده در پوشش ٤ لایه انعطاف‌پذیر تحت اتمسفر اصلاح شده و اسانس‌های زنجبیل و دارچین

تیمار	روز ۵	روز ۱۰	روز ۱۵	روز ۲۰
E1G1	۳/۹۲±۰/۰۰^{h}	٤/۱۹±۰/۰۱^{l}	٤/٦۰±۰/۰۰^{k}	٤/۹۳±۰/۰۰^{k}
E2G1	۳/۸۳±۰/۰۱^{k}	٤/۰۹±۰/۰۲^{n}	٤/٤۲±۰/۰۱^{n}	٤/۸۲±۰/۰۰^{l}
E3G1	٤/۲۰±۰/۰۱^{e}	٤/۵۰±۰/۰۱^{g}	٤/۹۵±۰/۰۰^{f}	۵/۳۳±۰/۰۱^{f}
E1G2	٤/۰۵±۰/۰۲^{f}	٤/۵۵±۰/۰۱^{g}	٤/۸۵±۰/۰۱^{i}	۵/۲۵±۰/۰۱^{g}
E2G2	۳/۸۸±۰/۰۳^{i}	٤/۲۳±۰/۰۱^{k}	٤/۵۷±۰/۰۰^{l}	۵/۰۷±۰/۰۰^{j}
E3G2	٤/٤۰±۰/۰۰^{c}	٤/۸۵±۰/۰۱^{c}	۵/۱۹±۰/۰۰^{c}	۵/٦۲±۰/۰۰^{c}
E1G3	۳/۹۷±۰/۰۲^{gh}	٤/۳۹±۰/۰۱^{i}	٤/۷۰±۰/۰۱^{j}	۵/۱۲±۰/۰۰^{i}
E2G3	۳/۷۲±۰/۰۰^{j}	٤/۲۱±۰/۰۰^{m}	٤/٤۳±۰/۰۱^{m}	۵/۰٦±۰/۰۰^{j}
E3G3	٤/۲۲±۰/۰۱^{d}	٤/٦٦±۰/۰۱^{e}	۵/۰٤±۰/۰۰^{e}	۵/٤۳±۰/۰۰^{d}
E1G4	٤/۲۲±۰/۰۱^{e}	٤/٦۸±۰/۰۰^{f}	٤/۹۰±۰/۰۰^{h}	۵/٤۵±۰/۰۰^{e}
E2G4	۳/۹٦±۰/۰۰^{g}	٤/۳۹±۰/۰۱^{j}	٤/۷۵±۰/۰۰^{k}	۵/۲۱±۰/۰۰^{h}
E3G4	٤/۵۰±۰/۰۱^{b}	٤/۹۰±۰/۰۰^{b}	۵/۱۲±۰/۰۰^{b}	۵/۷۵±۰/۰۰^{b}
E1G5	٤/۵۲±۰/۰۱^{b}	٤/۹۸±۰/۰۱^{d}	۵/۱۹±۰/۰۰^{d}	۵/۷۲±۰/۰۰^{c}
E2G5	٤/۲۳±۰/۰۱^{e}	٤/۵٦±۰/۰۱^{h}	٤/۹۹±۰/۰۰^{g}	۵/٤۰±۰/۰۰^{d}
E3G5	٤/۸۸±۰/۰۰^{a}	۵/۵۵±۰/۰۰^{a}	۵/۹۰±۰/۰۰^{a}	٦/٦۵±۰/۰۰^{a}

مقادیر دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند (p>۰/۰۵)

۳-۲. شمارش کلی کپک و مخمر

نتایج شمارش کپک و مخمر نمونه‌های پیراشکی بسته‌بندی شده در پوشش ۴ لایه ۱۱۹ میکرون تحت شرایط مختلف اتمسفر اصلاح شده و نیز اسانس‌های زنجبیل و دارچین در جدول ۳ نشان داده شده است. با توجه به نتایج حاصل در طی مدت زمان نگهداری، روند رشد کپک و مخمر برای کلیه تیمارها یکسان و در طی مدت نگهداری در تمامی تیمارها، روند افزایشی معنی‌داری داشت (p≤۰/۰۵). با توجه به جدول مقایسه میانگین شمارش کپک و مخمر و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن، مشخص گردید که در روز ۲۰ام نگهداری، بیشترین تعداد شمارش کپک و مخمر (۴/۸۰ log cfu/ml) متعلق به تیمار E_3G_5 بسته‌بندی بدون تزریق گاز و

اسانس بود. کم‌ترین تعداد شمارش کپک و مخمر (۱/۷۷ log cfu/ml) را تیمار E_2G_1 بسته‌بندی تحت شرایط ۸۰ درصد گاز CO_2 و ۲۰ درصد گاز N_2 و اسانس زنجبیل در روز۵ام نگهداری به خود اختصاص داده بود. با توجه به جدول تجزیه واریانس شمارش کپک و مخمر (جدول ۶) نتایج آزمایشات نشان دادند که نوع اسانس‌ها، شرایط بسته‌بندی و زمان نگهداری تفاوت کاملا معنی‌داری بر شمارش کپک و مخمر پیراشکی بسته‌بندی شده داشتند (p<۰/۰۱). اثرات متقابل دو جانبه (نوع اسانس‌ها × زمان نگهداری) (شرایط بسته‌بندی × زمان نگهداری) نیز تفاوت کاملا معنی‌داری بر شمارش کپک و مخمر پیراشکی بسته‌بندی داشته است (p<۰/۰۱). اثر متقابل دو جانبه (نوع اسانس‌ها × شرایط بسته‌بندی) تاثیر تقریباً معنی‌داری بر شمارش کپک و مخمر پیراشکی بسته‌بندی شده داشت (۰/۰۵>p>۰/۰۱) و اثر سه جانبه (نوع اسانس × شرایط بسته‌بندی × زمان نگهداری)، تاثیر کاملاً معنی‌داری بر شمارش کپک و مخمر پیراشکی بسته‌بندی نشان داد (p<۰/۰۱). معادله خطی درجه اول پیشنهادی به صورت زیر تعریف شده است:

شمارش کپک و مخمر $= E = 0.279 + 1.013 \times 0.122 + Z \times 0.298 + G$

جدول ۳- مقایسه میانگین شمارش کپک و مخمر (log cfu/ml) پیراشکی بسته‌بندی شده در پوشش ٤ لایه انعطاف‌پذیر تحت اتمسفر اصلاح شده و اسانس‌های زنجبیل و دارچین

تیمار	روز ۵	روز ۱۰	روز ۱۵	روز ۲۰
E1G1	۱/۹۰±۰/۰۰^{m}	۲/۳٤±۰/۰۱^{k}	۲/٤۲±۰/۰۱^{k}	۲/۷۳±۰/۰۱^{k}
E2G1	۱/۷۷±۰/۰۰^{n}	۱/۹۵±۰/۰۲^{m}	۲/۲۰±۰/۰۱^{l}	۲/۵٦±۰/۰۰^{l}
E3G1	۲/۱۹±۰/۰۱^{i}	۲/٤۳±۰/۰۱^{j}	۲/۵۵±۰/۰۰^{j}	۲/۹۳±۰/۰۰^{h}
E1G2	۲/۲۱±۰/۰۰^{h}	۲/۷۸±۰/۰۲^{g}	۲/۸۰±۰/۰۱^{g}	۲/۹٤±۰/۰۰^{h}
E2G2	۱/۹۳±۰/۰۲^{l}	۲/٤۲±۰/۰۱^{j}	۲/٦٤±۰/۰۰^{i}	۲/۸٤۰±۰/۰۰^{j}
E3G2	۲/٤۷±۰/۰۳^{e}	۲/۹۰±۰/۰۳^{e}	۳/۰۱±۰/۰۲^{e}	۳/۲۰±۰/۰۱^{e}
E1G3	۲/۰٦±۰/۰۱^{j}	۲/٤۵±۰/۰۱^{j}	۲/۵٤±۰/۰۰^{j}	۲/۸۹±۰/۰۰^{i}
E2G3	۱/۸۸±۰/۰۲^{n}	۲/۲۰±۰/۰۱^{l}	۲/٤۰±۰/۰۱^{k}	۲/۷٤±۰/۰۱^{k}
E3G3	۲/۲۸±۰/۰۱^{f}	۲/۵۹±۰/۰۰^{h}	۲/۷۲±۰/۰۱^{h}	۳/۱۸±۰/۰۰^{f}
E1G4	۲/۳٤±۰/۰۱^{g}	۲/۷۲±۰/۰۰^{f}	۲/۸٦±۰/۰۰^{f}	۳/۰۸±۰/۰۰^{g}
E2G4	۲/۰۵±۰/۰٤^{k}	۲/۵۵±۰/۰۰^{i}	۲/٦۰±۰/۰۰^{i}	۲/۹۵±۰/۰۰^{i}
E3G4	۲/٦۳±۰/۰۲^{d}	۳/۰٤±۰/۰۰^{d}	۳/۰۹±۰/۰۲^{d}	۳/۳۳±۰/۰۲^{d}
E1G5	۳/۳۹±۰/۰۰^{b}	۳/۵۵±۰/۰۰^{b}	۳/۸۰±۰/۰۰^{b}	٤/۱۷±۰/۰۰^{b}
E2G5	۳/۲۰±۰/۰۱^{c}	۳/۲۰±۰/۰۱^{c}	۳/۵۰±۰/۰۰^{c}	٤/۰۸±۰/۰۰^{c}
E3G5	۳/٤۰±۰/۰۰^{a}	۳/۹۰±۰/۰۰^{a}	٤/۱۸±۰/۰۰^{a}	٤/۸۰±۰/۰۰^{a}

مقادیر دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌داری ندارند (p>۰/۰۵)

۳-۳. میزان آب تراوش شده

نتایج میزان آب تراوش شده نمونه‌های پیراشکی بسته‌بندی شده در پوشش ۴ لایه ۱۱۹ میکرون تحت شرایط مختلف اتمسفر اصلاح شده و نیز اسانس‌های زنجبیل و دارچین در جدول (۴) نشان داده شده است. با توجه به نتایج در طی مدت زمان نگهداری، میزان آب تراوش شده در تمامی تیمارها روند افزایشی معنی‌داری داشت ($p\leq$۰/۰۵). با توجه به جدول مقایسه میانگین آب تراوش شده و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن، مشخص گردید که در روز ۲۰ام نگهداری، بیشترین میزان آب تراوش شده (W_S/W_W) ۰/۰۱۸۵ متعلق به تیمار E_3G_5 بسته‌بندی بدون تزریق گاز و اسانس بود. کم‌ترین میزان آب تراوش شده (W_W/W_S) ۰/۰۰۰۳ را تیمار E_2G_1 بسته‌بندی تحت شرایط ۸۰ درصد گاز CO_2 و۲۰ درصد گاز N_2 و اسانس زنجبیل در روز۵ام نگهداری به خود اختصاص داد. با توجه به جدول تجزیه واریانس میزان آب تراوش شده (جدول ۶)، نتایج آزمایشات نشان دادند که نوع اسانس‌ها، شرایط بسته‌بندی و زمان نگهداری، تفاوت کاملا معنی‌داری بر میزان آب تراوش شده پیراشکی بسته‌بندی شده داشتند ($p<$۰/۰۱). کلیه اثرات متقابل دو جانبه (نوع اسانس‌ها × زمان نگهداری) (شرایط بسته‌بندی × زمان نگهداری) (نوع اسانس‌ها × شرایط بسته‌بندی) و نیز اثر سه جانبه (نوع اسانس × شرایط بسته‌بندی × زمان نگهداری) تاثیر کاملاً معنی‌داری بر میزان آب تراوش شده پیراشکی بسته‌بندی شده داشت ($p<$۰/۰۱).

جدول ٤- مقایسه میانگین میزان آب تراوش شده (W_W/W_s) پیراشکی بسته‌بندی شده در پوشش ٤ لایه انعطاف‌پذیر تحت اتمسفر اصلاح شده و اسانس‌های زنجبیل و دارچین

تیمار	روز۵	روز۱۰	روز۱۵	روز۲۰
E1G1	۰/۰۰۰۵±۰/۰۰۰۰^{k}	۰/۰۰۱۲±۰/۰۰۰۰^{l}	۰/۰۰٤۷±۰/۰۰۰۱^{l}	۰/۰۰۸۰±۰/۰۰۰۱^{hi}
E2G1	۰/۰۰۰۳±۰/۰۰۰۰^{l}	۰/۰۰۰۷±۰/۰۰۰۰^{m}	۰/۰۰۳۳±۰/۰۰۰۱^{m}	۰/۰۰٦۱±۰/۰۰۰۱^{i}
E3G1	۰/۰۰۰۷±۰/۰۰۰۰^{j}	۰/۰۰۱٤±۰/۰۰۰۰^{k}	۰/۰۰٥٦±۰/۰۰۰۱^{k}	۰/۰۰۸٤±۰/۰۰۰۱^{ghi}
E1G2	۰/۰۰۱۵±۰/۰۰۰۰^{g}	۰/۰۰۳۲±۰/۰۰۰۱^{g}	۰/۰۰۷۲±۰/۰۰۰۱^{f}	۰/۰۱۰۸±۰/۰۰۱۰^{ef}
E2G2	۰/۰۰۱۲±۰/۰۰۰۰^{h}	۰/۰۰۲۹±۰/۰۰۰۱^{h}	۰/۰۰٦۷±۰/۰۰۰۱^{g}	۰/۰۱۰۲±۰/۰۰۰۰^{f}
E3G2	۰/۰۰۲۰±۰/۰۰۰۱^{e}	۰/۰۰٤۰±۰/۰۰۰۱^{e}	۰/۰۰۷٥±۰/۰۰۰۱^{e}	۰/۰۱۱۷±۰/۰۰۱۰^{de}
E1G3	۰/۰۰۱۲±۰/۰۰۰۰^{h}	۰/۰۰۲۰±۰/۰۰۰۱^{i}	۰/۰۰٦۲±۰/۰۰۰۱^{i}	۰/۰۰۹٥±۰/۰۰۰۱^{fg}
E2G3	۰/۰۰۱۰±۰/۰۰۰۰^{i}	۰/۰۰۱٦±۰/۰۰۰۰^{j}	۰/۰۰٥٥±۰/۰۰۰۱^{j}	۰/۰۰۸۸±۰/۰۰۰۱^{fgh}
E3G3	۰/۰۰۱٤±۰/۰۰۰۰^{g}	۰/۰۰۲۷±۰/۰۰۰۱^{h}	۰/۰۰٦۷±۰/۰۰۰۱^{h}	۰/۰۰۹۹±۰/۰۰۰۰^{f}
E1G4	۰/۰۰۲۳±۰/۰۰۰۱^{d}	۰/۰۰٤٥±۰/۰۰۰۱^{d}	۰/۰۰۸٤±۰/۰۰۰۱^{d}	۰/۰۱۳۰±۰/۰۰۱۰^{cd}
E2G4	۰/۰۰۱۸±۰/۰۰۰۱^{f}	۰/۰۰۳۹±۰/۰۰۰۱^{f}	۰/۰۰۸۰±۰/۰۰۰۱^{e}	۰/۰۱۱۰±۰/۰۰۱۰^{ef}
E3G4	۰/۰۰۲٥±۰/۰۰۰۱^{c}	۰/۰۰٤۹±۰/۰۰۰۱^{c}	۰/۰۰۸۷±۰/۰۰۰۱^{c}	۰/۰۱٤۰±۰/۰۰۱۰^{bc}

تیمار	روز۵	روز۱۰	روز۱۵	روز۲۰
E1G5	۰/۰۰۳۰±۰/۰۰۰۱^{b}	۰/۰۰۵۳±۰/۰۰۰۱^{b}	۰/۰۰۹۵±۰/۰۰۰۱^{b}	۰/۰۱۵۰±۰/۰۰۱۰^{b}
E2G5	۰/۰۰۲۵±۰/۰۰۰۰^{c}	۰/۰۰٤٦±۰/۰۰۰۱^{d}	۰/۰۰۸۸±۰/۰۰۰۱^{c}	۰/۰۱٤۰±۰/۰۰۱۰^{bc}
E3G5	۰/۰۰٤۰±۰/۰۰۰۱^{a}	۰/۰۰٦۸±۰/۰۰۰۱^{a}	۰/۰۰۹۹±۰/۰۰۰۱^{a}	۰/۰۱۸۵±۰/۰۰۱۰^{a}

مقادیر دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌داری ندارند (p>۰/۰۵)

۳-٤. میزان تغییرات pH

نتایج میزان pH نمونه‌های پیراشکی بسته‌بندی شده در پوشش ۴ لایه ۱۱۹ میکرون تحت شرایط مختلف اتمسفر اصلاح شده و نیز اسانس‌های زنجبیل و دارچین در جدول (۵) نشان داده شده است. مطابق با نتایج، میزان pH پیراشکی بسته‌بندی شده طی مدت زمان نگهداری در تمامی تیمارها روند کاهشی و افزایشی داشت. با توجه به جدول مقایسه میانگین pH و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مشخص گردید که در کلیه تیمارها در روزهای ۵ام و ۱۰ام نگهداری تغییر جزیی در مقدار pH وجود داشت و در روز ۱۵ام نگهداری بیشترین مقدارpH در کلیه تیمارها مشاهده شد و در نهایت در روز ۲۰ام نگهداری کاهش معنی‌دار مقدار pH مشاهده گردید. نتایج نشان دادند که بیشترین میانگین pH تیمار در زمان × لفاف × گاز (۵/۷۵) متعلق به میانگین تیمارهای E_3G_5 و بسته‌بندی بدون تزریق گاز بدون اسانس بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری در pH نداشت (p≥۰/۰۵). کم‌ترین میانگین pH تیمار در زمان × لفاف × گاز (۵/۴۹) متعلق به میانگین تیمارهای E_2G_1 بسته‌بندی تحت شرایط ۸۰ درصد گاز CO_2 و۲۰ درصد گاز N_2 و اسانس زنجبیل بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری در pH نداشت (p≥۰/۰۵). با توجه به جدول تجزیه واریانس pH (جدول ۶) نتایج آزمایشات نشان داد که نوع اسانس‌ها و شرایط بسته‌بندی، تفاوت کاملاً معنی‌داری بر pH پیراشکی بسته‌بندی شده داشتند (p<۰/۰۱). کلیه اثرات متقابل دو جانبه و نیز اثر سه جانبه (نوع اسانس × شرایط بسته‌بندی × زمان نگهداری) تاثیر معنی‌داری بر pH پیراشکی بسته‌بندی شده نداشتند (p>۰/۰۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین میزان pH پیراشکی بسته‌بندی شده در پوشش ٤ لایه انعطاف‌پذیر تحت اتمسفر اصلاح شده و اسانس‌های زنجبیل و دارچین

تیمار	روز۵	روز۱۰	روز۱۵	روز۲۰
E1G1	۵/٦٦±۰/۱۳^{a}	۵/٦۱±۰/۱۲^{a}	۵/۷۲±۰/۱۳^{bc}	۵/۱۲±۰/۱۱^{ab}
E2G1	۵/٦۱±۰/۱۳^{a}	۵/۵٦±۰/۱۲^{a}	۵/٦۸±۰/۱۳^{c}	۵/۰۳±۰/۱۱^{b}
E3G1	۵/٦۹±۰/۱۳^{a}	۵/٦۳±۰/۱۲^{a}	۵/۷۷±۰/۱۳^{abc}	۵/۲۱±۰/۱۲^{ab}

تیمار	روز۵	روز۱۰	روز۱۵	روز۲۰
E1G2	۵/۷٤±۰/۱۳^{a}	۵/۷۲±۰/۱۳^{a}	۵/۸۰±۰/۱۳^{abc}	۵/۲۷±۰/۱۲^{ab}
E2G2	۵/۷۰±۰/۱۳^{a}	۵/٦۸±۰/۱۳^{a}	۵/۷۷±۰/۱۳^{abc}	۵/۱۹±۰/۴۸^{ab}
E3G2	۵/۷٦±۰/۱۳^{a}	۵/۷٤±۰/۱۳^{a}	۵/۸۸±۰/۱۳^{abc}	۵/٤۱±۰/۱۲^{a}
E1G3	۵/٦۸±۰/۱۲^{a}	۵/٦۷±۰/۱۳^{a}	۵/۷۸±۰/۱۳^{abc}	۵/۱۷±۰/۱۱^{ab}
E2G3	۵/٦٤±۰/۱۳^{a}	۵/٦٥±۰/۱۲^{a}	۵/۷۵±۰/۱۲^{bc}	۵/۰۵±۰/۱۱^{b}
E3G3	۵/۷۱±۰/۱۳^{a}	۵/٦۹±۰/۱۲^{a}	۵/۸٤±۰/۱۳^{abc}	۵/۲٤±۰/۱۲^{ab}
E1G4	۵/۷٦±۰/۱۳^{a}	۵/۷٤±۰/۱۲^{a}	۵/۸۷±۰/۱۳^{abc}	۵/۱۹±۰/۱۷^{ab}
E2G4	۵/۷۲±۰/۱۳^{a}	۵/۷۱±۰/۱۲^{a}	۵/۷۹±۰/۱۳^{abc}	۵/۱۰±۰/۱۶^{ab}
E3G4	۵/۸۰±۰/۱۳^{a}	۵/۷۸±۰/۱۳^{a}	۵/۹٤±۰/۱۲^{ab}	۵/۳۷±۰/۱۲^{ab}
E1G5	۵/۸۰±۰/۱۵^{a}	۵/۸۰±۰/۱۳^{a}	۵/۹۳±۰/۱۳^{abc}	۵/۲۸±۰/۱۱^{ab}
E2G5	۵/۷٤±۰/۱۲^{a}	۵/۷۳±۰/۱۳^{a}	۵/۹۰±۰/۱۳^{abc}	۵/۲۱±۰/۰۸^{ab}
E3G5	۵/۸٤±۰/۱۳ ^{a}	۵/۸۱±۰/۱۳^{a}	٦/۰۲±۰/۱۴^{a}	۵/٤۱±۰/۱۲^{a}

مقادیر دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌داری ندارند (p>۰/۰۵)

جدول٦- جدول تجزیه واریانس تأثیر نوع اسانس‌ها، شرایط بسته‌بندی و زمان نگهداری بر تعداد باکتری‌های هوازی، تعداد کپک و مخمر، آب تراوش شده و pH در پیراشکی

نوع منبع تغییرات (SOV)	باکتری هوازی		کپک و مخمر		آب تراوش شده		pH	
	(F)	(P)	(F)	(P)	(F)	(P)	(F)	(P)
اثر اسانس (E)	۲۷۵۹٤/۲٦۰**	۰/۰۰۰	۱۲۰۹۱/۱۵٦**	۰/۰۰۰	۱۲۸/۹۹۵**	۰/۰۰۰	۷/٦٦۷**	۰/۰۰۱
اثرشرایط بسته‌بندی(G)	۱۰۸۹۷/۹۵۷**	۰/۰۰۰	٤۲۸۹٤/٦۱۲**	۰/۰۰۰	۷۵۸/۸۹۵**	۰/۰۰۰	۸/۹۱۱**	۰/۰۰۰
اثر زمان نگهداری (Z)	۷۲٦۲۳/۸٦۷**	۰/۰۰۰	۲۲۱۸۰/۱٤۵**	۰/۰۰۰	۵٦۵۰/۰۰٤**	۰/۰۰۰	۱٦٦/۸۱۳**	۰/۰۰۰
اثر متقابل (G×E)	٤۵/۵۳۷**	۰/۰۰۰	۳۳/۰۰۱**	۰/۰۰۰	۳/٤٤۲**	۰/۰۰۲	۰/٤۰٦^{ns}	۰/۹٤۱
اثر متقابل(Z×E)	۵۵/۱٦۹**	۰/۰۰۰	۷۷/۰۰٤**	۰/۰۰۰	۵/۹۹٦**	۰/۰۰۰	۰/۳۳۹^{ns}	۰/۹۱۱
اثر متقابل (Z×G)	۱۲۸/٤۳۹**	۰/۰۰۰	۱٦۵/۹۷۸**	۰/۰۰۰	۳۷/۰۰٦**	۰/۰۰۰	۰/۲۸۸^{ns}	۰/۹۱۱
اثرمتقابل(Z×G×E)	۱٤/۲۱۰**	۰/۰۰۰	۷۳/۸٦۹**	۰/۰۰۰	۲/۲٤۲**	۰/۰۰۳	۰/۲۷۵^{ns}	۱/۰۰۰

علامت ** نشان‌دهنده تفاوت کاملاً معنی‌دار (p<۰/۰۱)

علامت * نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری (۰/۰۵>p>۰/۰۱)

علامت ns نشان‌دهنده عدم معنی‌داری (p>۰/۰۵)

۳-۵. ارزیابی حسی

نتایج مقایسه تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که با توجه به نوع اسانس‌ها، شرایط بسته‌بندی و زمان نگهداری در پیراشکی بسته‌بندی شده، اثرات قابل ملاحظه‌ای بر خصوصیات حسی ظاهر، بافت، مزه، بو و رنگ دارد. با توجه به جداول (۷ و ۸)، نتایج اثر متقابل دو جانبه (نوع اسانس‌ها ×

زمان نگهداری) بر صفات حسی در روزهای ۵،۱۰، ۱۵ و۲۰ نشان داد که تیمار نمونه بسته‌بندی شده بدون اسانس کم‌ترین و بدترین اثر و تیمار نمونه بسته‌بندی شده با اسانس زنجبیل، بیشترین اثر را روی خواص حسی گذاشتند. از طرفی، نتایج اثر متقابل دو جانبه (ترکیب گازی × زمان نگهداری) بر صفات حسی در روزهای ۵،۱۰، ۱۵ و ۲۰، حالت شاهد (بسته‌بندی بدون تزریق گاز) بیشترین و بدترین امتیاز ارزیابی حسی و ترکیبات گاز G_1 و G_3 کم‌ترین و امتیاز ارزیابی حسی و بهترین اثر را روی صفات حسی به خود اختصاص داد. نتایج اثر متقابل دو جانبه (ترکیب گازی × نوع اسانس‌ها) بر حسی نشان داد که نمونه بسته‌بندی شده بدون اسانس و بدون تزریق گاز کم‌ترین و بدترین اثر و نمونه بسته‌بندی شده با اسانس زنجبیل به همراه ترکیبات گازی G_1 و G_3 و نمونه بسته‌بندی شده با اسانس دارچین به همراه ترکیب گازی G_1 بیشترین اثر را روی خواص حسی گذاشتند.

جدول ۸- جدول واریانس(MS) صفات ارزیابی حسی در پیراشکی کرم‌دار

منبع تغییرات (SOV)	عطر و بو	رنگ	طعم و مزه	بافت	ظاهر
اثر اسانس (E)	۳/٦۳٥**	۲/٤٤۱**	۲/٤۲۹**	٤/۷٤۱**	٤/۷٦۹**
اثر شرایط بسته‌بندی (G)	٥/٥٥۰**	٤/۷٦٥**	٥/٦۱٥**	۲/٦۹۸**	۲/۷۲۲**
اثر زمان نگهداری (Z)	۷٦/٦۲۰**	۷۰/۹۳۸**	٦۰/٦۳۱**	٥۸/۷۳٦**	٥۸/۷۲۹**
اثر متقابل (G×E)	۰/۳۰٤**	۰/۱۱٦**	۰/۲۳۲**	۰/۱۹۰**	۰/۱۸۹**
اثر متقابل (Z×E)	۰/٤۲۰**	۰/۳۹۹**	۰/۰۸۱**	۰/۳٥۰**	۰/۳٤۸**
اثر متقابل (Z×G)	۰/۸۲٤**	۰/٤۲٥**	۰/٤۹٥**	۰/۲۷۳**	۰/۲۷٤**
اثر متقابل (Z×G×E)	۰/۱۳۳**	۰/۱۹٥**	۰/۲۲۰**	۰/۲٥٥**	۰/۲٥۸**

- علامت ** نشان‌دهنده تفاوت کاملا معنی‌دار (p<۰/۰۱)
- علامت * نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار (۰/۰۱>p>۰/۰٥)
- علامت ns نشان‌دهنده عدم معنی‌داری (p>۰/۰٥)

جدول ۷ - نتایج ارزیابی حسی پیراشکی کرم‌دار بسته‌بندی شده در فیلم ٤ لایه با توجه به نوع اسانس، شرایط بسته‌بندی و زمان‌های نگهداری

G1: ۸۰ درصد گاز CO_2 + ۲۰ درصد گاز N_2، G2: ۲۰ درصد گاز CO_2 +۸۰ درصد گاز N_2، G3: ۵۰ درصد گاز CO_2 + ۵۰ درصد گاز N_2 +۳ درصد گاز O_2، G4: خلأ، G5: بسته‌بندی معمولی بدون تزریق گاز (نمونه شاهد).
E1: اسانس دارچین، E2: اسانس زنجبیل، E3: بدون اسانس.
رتبه‌بندی ۱،۲،۳،٤،٥ به ترتیب برای بسیار خوب، خوب، متوسط، بد، بسیار بد است.
مقادیر دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند (p>۰/۰٥).

تیمار	بو		رنگ		مزه		بافت		ظاهر	
	روز ۱۵ام	روز ۲۰ام	روز ۱۵ام	روز ۲۰ام	روز ۱۵ام	روز ۲۰ام	روز ۱۵ام	روز ۲۰ام	روز ۱۵ام	روز ۲۰ام
E1G1	1/01±0/01^{b}	3/99±0/01^{b}	1/01±0/01^{b}	3/99±0/01^{b}	1/01±0/01^{b}	3/98±0/02^{b}	1/01±0/01^{b}	3/99±0/01^{b}	1/01±0/01^{b}	3/99±0/01^{b}
E2G1	1/00±0/00^{b}	2/98±0/02^{c}	1/00±0/00^{b}	2/96±0/05^{c}	1/00±0/00^{b}	2/98±0/02^{c}	1/00±0/00^{b}	2/98±0/02^{c}	1/00±0/00^{b}	2/95±0/03^{c}
E3G1	1/02±0/02^{b}	4/03±0/04^{b}	1/02±0/02^{b}	4/03±0/04^{b}	1/02±0/02^{b}	4/03±0/04^{b}	1/96±0/05^{a}	4/95±0/07^{a}	1/96±0/05^{a}	4/95±0/07^{a}
E1G2	1/02±0/02^{b}	4/97±0/07^{a}	1/02±0/02^{b}	4/95±0/07^{a}	1/96±0/05^{a}	4/97±0/07^{a}	1/96±0/05^{a}	4/97±0/07^{a}	1/96±0/05^{a}	4/97±0/07^{a}
E2G2	1/02±0/02^{b}	4/95±0/04^{a}	1/01±0/02^{b}	4/00±0/00^{b}	1/09±0/02^{b}	4/95±0/04^{a}	1/02±0/02^{b}	4/55±0/04^{ab}	1/08±0/02^{b}	4/95±0/04^{a}
E3G2	1/96±0/05^{a}	4/97±0/04^{a}	1/03±0/01^{b}	4/98±0/02^{a}	1/98±0/05^{a}	4/97±0/04^{a}	1/97±0/05^{a}	4/97±0/04^{a}	1/96±0/05^{a}	4/97±0/04^{a}
E1G3	1/02±0/02^{b}	4/57±0/04^{abc}	1/02±0/02^{b}	4/08±0/00^{b}	1/09±0/05^{b}	4/08±0/00^{b}	1/96±0/05^{a}	4/95±0/04^{a}	1/96±0/05^{a}	4/97±0/04^{a}
E2G3	1/02±0/02^{b}	4/00±0/05^{b}	1/01±0/02^{b}	4/00±0/00^{b}	1/05±0/02^{b}	4/00±0/00^{b}	1/02±0/02^{b}	4/02±0/02^{b}	1/02±0/02^{b}	4/02±0/02^{b}
E3G3	1/27±0/02^{abc}	4/77±0/04^{ab}	1/02±0/02^{b}	4/97±0/02^{a}	1/17±0/04^{b}	4/95±0/02^{a}	1/96±0/04^{a}	4/97±0/04^{a}	1/97±0/04^{a}	4/97±0/04^{a}
E1G4	1/32±0/02^{ab}	4/97±0/04^{a}	1/02±0/02^{b}	4/08±0/02^{b}	1/98±0/05^{a}	4/95±0/07^{a}	1/97±0/02^{a}	4/97±0/02^{a}	1/97±0/04^{a}	4/98±0/02^{a}
E2G4	1/22±0/02^{abc}	4/95±0/00^{b}	1/02±0/02^{b}	4/08±0/02^{b}	1/22±0/02^{b}	4/95±0/04^{a}	1/52±0/02^{ab}	4/66±0/00^{ab}	1/42±0/02^{ab}	4/57±0/00^{ab}
E3G4	1/40±0/02^{ab}	4/98±0/02^{a}	1/02±0/02^{b}	4/58±0/02^{ab}	1/98±0/05^{a}	4/97±0/04^{a}	1/99±0/04^{a}	4/97±0/04^{a}	2/00±0/00^{a}	4/98±0/02^{a}
E1G5	1/98±0/02^{a}	4/98±0/02^{a}	1/99±0/01^{a}	4/98±0/02^{a}	1/98±0/02^{a}	4/97±0/04^{a}	1/98±0/05^{a}	4/97±0/04^{a}	1/98±0/02^{a}	4/98±0/02^{a}
E2G5	1/96±0/05^{a}	4/97±0/02^{a}	1/28±0/02^{ab}	4/98±0/02^{a}	1/96±0/05^{a}	4/97±0/04^{a}	1/96±0/05^{a}	4/97±0/04^{a}	1/96±0/05^{a}	4/98±0/02^{a}
E3G5	1/99±0/04^{a}	5/00±0/00^{a}	2/00±0/00^{a}	5/00±0/00^{a}	1/99±0/04^{a}	5/00±0/00^{a}	2/00±0/00^{a}	5/00±0/00^{a}	2/00±0/00^{a}	5/00±0/00^{a}

٤. بحث

پیراشکی حاوی آرد گندم، آب، شکر، روغن، شیر و تخم مرغ است. اگر این محصول با هوا، بدون بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شود، زمان ماندگاری آن ۲ روز است و پس از آن میکروارگانیسم‌های هوازی پاتوژن و قارچ‌ها شروع به رشد می‌کنند.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که روش بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده، نه تنها زمان ماندگاری نمونه‌ها را در شرایط محیط، تا ۲۰ روز افزایش داده است، بلکه مسئله اصلی که رشد کپک‌ها و سایر باکتری‌های بیماری‌زا بود را محدود و کنترل کرده است.

٤-١. نتایج آزمون‌های میکروبی

با توجه به نتایج می‌توان اظهار داشت که تاثیر سه گانه ترکیب گازی، زمان و اسانس‌های مختلف بر روی شمارش رشد میکروبی در همه تیمارهای مورد مطالعه، تا روز ۱۵ام آزمایش روند افزایشی کند داشت، اما روز ۲۰ام افزایش معنی‌داری با شدت بالاتری حاصل گردید، به گونه‌ای که بیشترین شمارش هوازی، کپک و مخمر در روز بیستم در نمونه بسته‌بندی شده بدون اسانس و بدون گاز بود که علت افزایش، امکان رشد و تکثیر میکروب با گذشت زمان و عدم استفاده از ترکیب گازی و اسانس به عنوان عامل بازدارنده است و کم‌ترین شمارش در همین روز در نمونه

بسته‌بندی شده با اسانس زنجبیل به همراه ترکیب گاز G_1 و سپس نمونه بسته‌بندی شده اسانس زنجبیل به همراه ترکیب گاز G_3 است که علت کاهش شمارش باکتری‌های هوازی، کپک و مخمر نوع اتمسفر مطلوب‌تر در کنار تاثیر اسانس قوی‌تر است. این دو عامل از تکثیر سریع باکتری و قارچ در فاز لگاریتمی جلوگیری کرده و فاز لگاریتمی را به شدت در کلیه نمونه‌های حاوی ترکیب گازی و اسانس نسبت به شاهد، به تأخیر انداخته و جمعیت میکروبی را در محدوه استاندارد قرار داده است. همچنین استفاده از پوشش ۴ لایه ۱۱۹ میکرون با ضخامت مناسب و قابلیت نفوذپذیری کم به بخار آب و اکسیژن و نیز سایر گازها است که توانسته به طور چشم‌گیری از رشد کپك و مخمرها و هوازی‌های بیماری‌زا مانند آنتروباکترها به ویژه سالمونلا، اشرشیا کلی و باسیل‌ها به خصوص باسیلوس سرئوس (هوازی و بی‌هوازی اختیاری) و استافیلوک‌ها جلوگیری کند.

در تحقیقی در انگلستان برای بسته‌بندی نان کرامپ که حاوی ۵۲ درصد رطوبت و ۹۷ در صد فعالیت آبی است، از اتمسفر اصلاح شده حاوی دی اکسید کربن و نیتروژن به نسبت ۳ به ۲ استفاده شد.آنالیز پوشش‌های به کاررفته پلی استر/ پلی اتیلن و پلی آمید/ پلی اتیلن بود و تا دو هفته هیچ گونه فسادی مشاهده نشد، بعد از آن رشد باسیلوس لیچنفر میس و لئونستوک مزنتریودیس گزارش گردید (۲۰). در تحقیقاتی جهت افزایش ماندگاری نان سفید و بیسکویت در دمای اتاق، سه نوع شرایط بسته‌بندی شامل شرایط معمولی،۱۰۰ درصد دی اکسید کربن و۱۰۰ درصد نیتروژن طراحی شد. نتایج نشان داد که رشد میکروبی و تغییرات خواص حسی در بسته‌بندی در اتمسفر حاوی ۱۰۰ درصد دی اکسید کربن، نسبت به بسته‌های دیگر کم‌تر بوده و با بسته‌بندی در اتمسفر ۱۰۰ درصد نیتروژن، تفاوت معنی‌داری نیز وجود داشت. رشد پنی سیلیوم در بسته‌های حاوی هوا و نیتروژن بعد از شش روز مشاهده شد، ولی در اتمسفر ۱۰۰ درصد دی اکسید کربن تا ۱۵ روز رشد کپک وجود نداشت (۲۱). طی مطالعه بر روی زمان ماندگاری نان‌های فرانسوی و سفید، نمونه‌های نان را در پوشش‌های انعطاف‌پذیر، تحت اتمسفر معمولی و ۱۰۰ درصد دی اکسید کربن قرار گرفتند و میزان نیروی لازم برای فشردن و سفتی نان در مدت نگهداری اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در نان‌های بسته‌بندی شده تحت اتمسفر ۱۰۰ درصد دی اکسید کربن، این نیرو کم‌تر بوده و تفاوت معنی‌داری با بسته‌بندی تحت شرایط هوای معمولی داشت و در نان‌های بسته‌بندی شده در اتمسفر حاوی دی اکسید کربن، بعد از ۱۰ روز کپک مشاهده گردید (۲۲). تحقیقات جهت افزایش ماندگاری محصولات نانوایی نشان داده که استفاده از روش بسته‌بندی با اتمسفر

تغییر یافته با ترکیبی از دو گاز نیتروژن و دی اکسید کربن به‌جای هوای معمولی برای نگهداری اغلب محصولات آردی مانند دونات، کلوچه و کیک مناسب است. این مطالعات نشان داد که با استفاده از انتخاب ترکیب مناسب گازی (اتمسفر تغییر یافته) و ترکیب آن با روش‌های اصلاحی دیگر می‌توان زمان ماندگاری محصولات نانوایی را در دمای محیط به حداقل ۲۱ روز رساند (۲۳). در پژوهشی جهت افزایش ماندگاری نان پیتا و کنترل رشد کپک و مخمر و نیز بیاتی، شرایط نان‌های بسته‌بندی شده در کیسه‌های غیرقابل نفوذ در سه سطح ۱۵،۴۰،۱۰۰ درصد دی اکسید کربن را بررسی کردند. در بسته‌هایی که با ۱۵ درصد دی اکسید کربن پر شده بود، بعد از دو روز، کپک مشاهده گردید، ولی در بسته‌بندی با اتمسفر ۱۰۰ درصد دی اکسید کربن تا ۲۸ روز هیچ‌گونه کپکی مشاهده نشد. نتایج حاکی از آن بود که با افزایش غلظت دی اکسید کربن، اثر ضد میکروبی آن افزایش یافته و ژلاتیناسیون نشاسته به بالاترین حد رسیده است که این دستاورد را عامل به تأخیر انداختن بیاتی در نان بسته‌بندی شده در اتمسفر با دی اکسید کربن بالا ذکر کردند. اما در غلظت‌های زیر ۲۰ درصد دی اکسید کربن، اثر مطلوبی بر کنترل کپک‌های فرآورده‌های نانوایی و جلوگیری از بیاتی مشاهده نشد (۲۴).

در پژوهشی دیگر اثر اتمسفرهای متفاوت گاز دی اکسید کربن به نسبت‌های ۸۰،۵۰،۱۰۰ به همراه ازت و استفاده از نگهدارنده پروپیونات کلسیم به میزان ۰/۲ و ۰/۲۵ درصد، روی قطعات نان، مورد بررسی قرار گرفت. نان‌ها در بسته‌هایی با ضخامت ۶۰ میکرون قرار داده شدند و در دمای ۲۵-۲۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۷ تا ۶۳ نگهداری شدند. رشد باکتری‌های اسید لاکتیک و باکتری‌های مزوفیل، به شرایط بسته‌بندی و اضافه کردن نگهدارنده بستگی دارند و با افزایش دی اکسید کربن، میزان رشد این باکتری‌ها نسبت به سایر نمونه‌ها، کاهش معنی‌داری (یک تا دو لگاریتم) داشته است (۲۵).

سیمسون و همکاران[1] (۲۰۰۹)، در مقایسه تأثیر نوع بسته‌بندی و اتمسفر اصلاح شده حاوی گاز دی اکسید کربن بالا و ازت کم بدون اکسیژن بر زمان ماندگاری گروهی از غذاهای فرآوری شده با پایه آردی، نشان دادند که در اتمسفر به‌کار رفته، زمان ماندگاری این مواد غذایی به ۱۲روز رسیده است؛ در صورتی که مدت نگهداری در بسته‌بندی معمولی، ۴ روز بود. این بررسی به

1. Simpson

منظور جلوگیری از فساد میکروب‌های هوازی و رشد کپک بود که افزایش غلظت دی اکسید کربن در اتمسفر داخل بسته، زمان ماندگاری نان بدون کپک‌زدگی را ۳ برابر کرده است (۲۶).

همتیان سورکی و همکاران (۱۳۹۰)، در تحقیقی پیرامون افزایش زمان ماندگاری نان بربری، تأثیر متقابل غلظت‌های مختلف گاز دی اکسید کربن و انواع پوشش‌های پلیمری در افزایش زمان ماندگاری و کیفیت نان بربری حاوی ۱۰ درصد آرد سویا را بررسی کردند. با افزایش غلظت گاز CO_2 در نان بربری هیچ‌گونه فعالیت میکروبی برای نمونه‌های بسته‌بندی شده با اتمسفر اصلاح شده، بعد از ۲۱ روز انبارداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده نشد (۲۷).

اثنی عشری و همکاران (۱۳۹۰)، نیز در تحقیقی اهمیت روش‌های مختلف بسته‌بندی نان از جمله روش استفاده از اتمسفر اصلاح شده را جهت ممانعت از ایجاد ضایعات فراوان نان که یکی از عمده مشکلات اقتصاد کشور به دلیل بسته‌بندی نامناسب می‌باشد، بررسی کردند (۲۸).

در تحقیقی که توسط آروانیتویانیسا و همکاران[1] (۲۰۱۱)، انجام شد، اثرات اتمسفر اصلاح شده در افزایش مدت ماندگاری نوعی کیک یونانی (تولومپاکی) بررسی گردید. نمونه‌ها به تنهایی یا با اضافه شدن شربت عسل به مدت ۱۶ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تحت ۶۰ درصد CO_2 بدون فساد، نگهداری شدند. نتایج نشان داد که شرایط اعمال شده اثر مهارکنندگی بالایی بر رشد باکتری‌ها، خصوصاً باکتری‌های مزوفیل‌های هوازی داشته است. بهبود توزیع هر محصول غذایی جدید نیازمند اصلاح و تغییر در بسته‌بندی و وضعیت ذخیره‌سازی آن است که از مهم‌ترین اصول رقابت در بازار می‌باشد (۲۹).

چراغی و همکاران (۱۳۹۲)، در تحقیقی روی خمیر نان سنگک، با افزودن ۰/۵ یا ۱ درصد از صمغ زانتان یا بدون بکارگیری صمغ (نمونه شاهد)، نان‌ها را در کیسه‌هایی از جنس پلی آمید/ پلی اتیلن با اتمسفر ۱۰۰ درصد دی اکسید کربن بسته‌بندی شده و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس طی ۱۵ روز نگهداری کردند. در نمونه‌های بسته‌بندی شده تحت این شرایط، کم‌ترین رشد میکروبی و تغییرات خواص فیزیکی و شیمیایی نان سنگک مشاهده شد (۳۰).

خوش اخلاق و همکاران (۲۰۱۴)، نیز در پژوهشی اثر بسته‌بندی اصلاح شده بر جمعیت میکروبی نان سنگک را مورد بررسی قرار دادند. نان سنگک پس از پخت، بلافاصله در شرایط گازی

1. Arvanitoyannis

حاوی CO_2 ۱۰۰ درصد، ۵۰ درصد و ۲۵ درصد، بسته‌بندی و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای ۲۱ روز نگهداری شد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت دی اکسید کربن، با حفظ خواص حسی به ویژه بافت، تعداد میکروب‌های هوازی و بی‌هوازی به شکل قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است (۳۱).

گوندا و همکاران[1] (۲۰۱۹)، در پژوهشی دیگر، ماندگاری محدود محصولات نانوایی که ناشی از فساد قارچی و عمدتاً توسط گونه‌های پنی‌سلینیوم است را بررسی کردند؛ از جمله کیک‌های اسفنجی که اغلب به صورت نیمه صنعتی تولید می‌شوند. نتایج اثر ترکیب اتمسفر حاوی۵۰ درصد دی اکسید کربن و۵۰ درصد نیتروژن با سوربات پتاسیم در کنترل رشد این کپک در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد)، نشان داد که هیچ کپکی طی مدت ۱۵ روز نگهداری شناسایی نشد؛ در حالی که پس از ۴ روز، در کیک‌های بسته‌بندی شده در شرایط عادی، این کپک بالاتر از حد استاندارد رویت شده است. شناسایی رشد با روش PCR توسعه یافته (حساس به علائم زیست تخریب) نیز گزارش شد (۳۲).

مک میلین[2] (۲۰۲۰)، در پژوهشی اظهار داشتند که انتخاب پوشش‌های پلیمری جدید، همراه با ترکیبات مختلف دی اکسید کربن، نیتروژن و اکسیژن در سیستم‌های اتمسفر اصلاح شده برای غذاهای گوشتی، میوه‌ها و سبزیجات، محصولات نانوایی، محصولات لبنی، غذاهای نیمه آماده، نوشیدنی‌ها، غذاهای نیمه مرطوب و غذاهای خشک، در سال‌های اخیر رایج شده است؛ زیرا سیستم‌های بسته‌بندی فعال و ترکیب آن با عوامل آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی طبیعی، این مهم را در طول فرایند نگهداری با توجه به ویژگی‌های ماده غذایی فراهم می‌سازد. ایمنی میکروبی مواد غذایی در این تکنیک، وابسته به جمعیت انواع میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای موجود در بسته است. بنابراین، نگرانی جهت رشد میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی و تولید سمّ در دماهای بالا و نیز بیماری‌های ناشی از میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای هوازی موجود در غذاهای یخچالی، با pHهای مختلف وجود دارد (۳۳).

٤-۲. نتایج آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی

براساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر، تاثیر سه‌گانه ترکیب گازی، زمان و اسانس‌های مختلف

1. Gonda
2. McMillin

بر میزان آب تراوش شده که یک ویژگی فیزیکی است، در همه تیمارهای مورد آزمایش، تا روز ۱۵ام آزمایش روند افزایشی کند داشت، اما در روز ۲۰ام، افزایش معنی‌داری مشاهده گردید. مقدار آب تراوش شده، بر خواص میکروبی، مقدار pH و خواص حسّی، به ویژه استحکام بافت و رنگ تأثیر بسزایی داشت. با توجه به نتایج ارائه شده، بیشترین مقدار pH و اعداد ارزیابی‌های حسّی در کل بسته‌بندی‌ها، مربوط به نمونه شاهد بدون گاز و بدون اسانس و کم‌ترین مقدار pH و اعداد ارزیابی‌های حّسی در پیراشکی‌ها به ترتیب در شرایط گازی G_1 و G_3 و اسانس زنجبیل در طول مدت نگهداری بود. در حقیقت نوع اتمسفر ترکیب گازی G_1 و G_3 و اسانس E_2 بهترین اثر را طی بیست روز روی تغییرات pH و خواص حسی داشته است. علت آن افزایش غلظت CO_2 بوده که موجب افزایش تولید اسیدکربنیک حاصل از ترکیب دی اکسید کربن با آب موجود در نمونه است و باعث کاهش pH پیراشکی در ترکیبات گاز G_1 و G_3 می‌گردد. میزان pH در این دو ترکیب گازی، با حضور اسانس زنجبیل، کم‌تر از سایر تیمارهای بسته‌بندی طی زمان نگهداری بود. همچنین تغییرات خواص حسّی نیز در این دو ترکیب گازی همراه زنجبیل، کم‌تر از سایر تیمارهای بسته‌بندی طی زمان نگهداری بود و لفاف چهار لایه ۱۱۹ میکرون به دلیل ضخامت مطلوب و ترکیبات پلیمری تشکیل‌دهنده با خاصیت نفوذناپذیری بالا، باعث تشدید اثر گاز و اسانس بر کنترل خواص فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها شد.

دهقان تنها و نقی‌پور (۱۳۹۵)، با هدف تحقیق روی افزایش ماندگاری دونات، اثر نوع پوشش‌های مختلف بسته‌بندی را بر خصوصیات بافتی و ظاهری دونات مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که لفاف‌های حاوی آلومینیم، بهترین عملکرد را در حفظ نرمی بافت در طی مدت زمان نگهداری داشتند. بسته‌بندی می‌تواند عامل مهمی در گسترش ماندگاری سایر محصولات بر پایه غلات (نان تست، بیسکویت، کیک) باشد (۴). برخی از محققان نتایجی مشابه با این تحقیق داشتند، در تحقیقی دیگر (۲۰۱۶)، اثرات متقابل اتمسفر اصلاح شده و بسته‌بندی با پوشش ۴ لایه بر روی pH گوشت تازه شتر مرغ در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد طی دو هفته مورد بررسی قرار گرفت. ارزیابی‌های انجام شده نشان داد که غلظت بالاتر CO_2 باعث بهبود تغییرات pH و افزایش عمر نگهداری این گوشت شده است (۳۴). همچنین طی دو پژوهش مختلف در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷، اثرات متقابل اتمسفر اصلاح شده و پوشش‌های پلیمری چند لایه، بر روی خواص حسّی و pH ماهی سفید فرآوری شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در زمان‌های مختلف در طول ۶۰ روز بررسی گردید. ارزیابی‌های انجام شده نشان داد که اتمسفر حاوی ۷۰ درصد CO_2 نسبت به

۳۰ درصد CO_2 و بسته‌بندی خلاء باعث بهبود بیشتر خواص ارگانولپتیکی همراه با کاهش رشد میکروبی شده است (۳۵، ۳۶). محققان در تحقیقی روی گوشت تازه بلدرچین در سال ۲۰۱۸ گزارش دادند، وجود دی‌اکسید کربن به عنوان یک فاکتور اصلی ضد باکتریایی در اتمسفر اصلاح شده، مطرح است، ولی میزان تاثیر گاز دی اکسید کربن به غلظت اولیه و نهایی گاز درون بسته، درجه حرارت نگهداری و جمعیت اولیه میکروبی محصول بستگی دارد. همچنین استفاده از پوشش‌های چهار لایه حاوی آلومینیم، کم‌ترین تغییرات pH را ایجاد کرده و این گوشت تا ۱۶ روز با حفظ خواص میکروبی و حسّی نگهداری شده است (۳۷).

۵. نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده و اسانس‌های دارچین و زنجبیل بر رشد باکتری‌های هوازی، کپک و مخمر، pH، میزان آب تراوش شده و خواص حسّی پیراشکی کرم دار بسته شده در یک پوشش ۴ لایه انجام گرفت.

بر اساس شواهد، شرایط تحت خلاء و ۲۰ درصد CO_2 بر مدت ماندگاری پیراشکی کرم‌دار تأثیر مشابه و کمی داشتند و هرچه درصد دی اکسید کربن بالاتر بوده، مدت ماندگاری پیراشکی کرم‌دار نیز بالاتر رفته است. وجود دی اکسید کربن و اسانس، به عنوان یک فاکتور اصلی ضد باکتریایی در این تحقیق ارزیابی شد. دی اکسید کربن مرحله تأخیر و زمان تولید باکتری‌های هوازی را طولانی می‌کند و همچنین محیط را مقداری اسیدی کرده و این مسئله باعث کاهش رشد می‌گردد که البته این اثرات در کنار کاربرد اسانس زنجبیل و دارچین به میزان ۰/۲ درصد وزنی تشدید شده است. بسته‌بندی نمونه‌ها با پوشش چهار لایه قدرت حفاظت‌کنندگی بیشتری در برابر رشد باکتری‌ها نشان دادند؛ زیرا نفوذپذیری و عبور بخار آب این بسته‌های چهار لایه، کم‌تر بود. در یک نگاه کلی، بسته‌بندی پیراشکی کرم‌دار در پوشش چهار لایه ۱۱۹ میکرون $PET_{12}/AL_7/OPP_{20}/LLD_{100}$ و تحت شرایط (۸۰ درصد CO_2 و ۲۰ درصد N_2)، همراه اسانس زنجبیل به دلیل ایجاد اتمسفر مطلوب، سبب کنترل و کاهش رشد باکتری‌های هوازی پاتوژن، مخمر و کپک، کاهش pH و آب تراوش شده محصول گردید. لازم به ذکر است در شرایط مذکور، خواص حسّی و کیفی پیراشکی نسبت به نمونه شاهد و سایر تیمارها بهتر حفظ گردید و کمک شایانی به افزایش زمان ماندگاری و حفظ کیفیت این شیرینی پر طرف‌دار طی دوره نگهداری نموده است.

٦. تقدیر و تشکر

مطالعه حاضر با حمایت‌های بی‌دریغ اداره امور آزمایشگاه‌های گروه صنایع غذائی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران و گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد واحد ورامین- پیشوا و شرکت‌های پلاستیک ماشین الوان و پوشان پلاستیک و صنایع بسته‌بندی گاما پک انجام شد. بدین وسیله از رئیس و کلیه کارشناسان واحدهای مذکور تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Dehqan TL, Karimi M & Salehifar M. The effect of some emulsifiers and lipase enzymes on improving the quality of dumplings as a most popular snack among children. *1st National Conference on Snacks, Ferdowsi Mashhad University*; 2014. (in persian)
2. Rajabzadeh N. *Bread preparation technology and its management*. University of Tehran Press; 2010. (in persian)
3. Galić k, Ćurić D & Gabrić D. Shelf life of packaged bakery goods—A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2009; 49(5): 405-426.
4. Dehqan TL & Naghipour F. Evaluation of temperature, relative humidity and container material on texture and color of fried donuts. *National Conference on Cereal Science and Technology, Bread & Flour Products, Mashhad*; 2016. (in persian).
5. Majzobi M, Keshani R & Farhanaki A. Determination of some properties of dough and biscuits enriched with oat bran. *Journal of Food Industry Research*. 2013; 1: 45-37. (in persian)
6. Misaghi A, Saeedi M, Nouri N, Rezai Golestani, MR. The effect of oregano essential oil and ethanolic extract of propolis on antibacterial properties and some physical properties of polylactic acid biodegradable films. *Journal of Health and Environment*. 2018; 11(1): 111-122. (in persian)
7. Stoilova I, Krastanov A, Stoyanova A, Denev P & Gargova S. Antioxidant activity of ginger extract (Zingiber officinale). *Food Chemistry*. 2007; 102: 764-770.
8. Dashti RMH, Qane MD, Shafaie F, Nazemian Yazdu M & Bagheri SM. Comparative Effect of Cinnamon Essential Oil, Diclofenac and Morphine on Acute and Chronic Pain in Mice. *International Journal of Medical Laboratory*. 2009; 3(2): 92-103. (in persian)
9. Wang R, Wang R & Yang B. Comparison of volatile compound composition of cinnamon (Cinnamomum cassia presl) bark prepared by hydrodistillation and headspace solid phase microextraction. *Journal of Food Process Engineering*. 2011; 34: 175-185.
10. Sanhya M. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. *Journal of LWT - Food Science and Technology*. 2010; 43: 381-392.
11. Caleb OJ, Opara UL & Witthuhn CR. Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review. *Journal of Food and Bioprocess Technology*. 2012; 5: 15-30.
12. Charles F, Sanchez J & Gontard N. Absorption kinetics of oxygen and carbon. dioxide scavengers as part of active modified atmosphere packaging, *Journal of Engineering*. 2006; 72: 1-7.
13. Zand N & Mailova E. Combined packaging material flexible packs characteristics dependence on changes of components composition and quantity. *Processing of Engineering Academy of Armenia*. 2010; 7(1): 129-132. (in Russian).
14. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. *Food microbiology and animal feed - colony count method of Bacillus cereus at 30°C- mold and yeast count* . Iranian National Standard No. 2324; 2011. (in Persian)

15. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. *Microbiology of confectionery and confectionery products - characteristics and test methods*. Iranian National Standard No. 2395; 2006. (in Persian)
16. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2008. *Microbiology of canned food –characteristics and test methods*. Iranian National Standard No. 2326; 2008. (in Persian).
17. Goulas AE & Kontominas MG. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (Sparus aurata), Biochemical and sensory attributes. *Journal of Food Chemistry*. 2007; 100: 287-296.
18. Dawood AA. Physical and sensory characteristics of Najdi-camel meat. *Meat science*; 2002(online); 39(1): 59-69.
19. Nielsen D & Hyldig G. Influence of handling procedures and biological factors on the QIM evaluation of whole herring (Clupea harengus L.). *Food Research International*. 2004; 37: 975–983.
20. Smith JP, Jackson ED & Ooraikul B. Storage Study of a Gas-Packaged Bakery Product. *Journal of food science*. 1983; 48: 1370-1375.
21. Knorr D & Tomlins RI. Effect of carbon dioxide modified atmosphere on the compressibility of stored baked goods. *Journal of Food Science*. 1985; 50: 11721176.
22. Knorr D. Compressibility of baked goods after carbon atmosphere processing and storage. *Cereal Chemistry*. 1987; 64(3): 150.
23. Ooraikul BB & Stilles ME. *Modified atmosphere packaging of bakery product* (Part of the Modified Atmosphere packaging of Food). *Ellis Horwood London*. 1991; 169-228.
24. Black RG, Quail KJ, Reyes V, Kuzyk M & Ruddick L. Shelf-life extension of pita bread by modified atmosphere packaging. *Food Australia*. 1993; 45: 387-391.
25. Inn SR. Modified atmosphere packaging in modern process. *Blackie Academic and Professional*. 1997; 1st: 148-150.
26. Simpson R, Acevedo C & Almonacid S. Mass transfer of CO_2 in MAP systems: Advances for non-respiring foods. *Journal of Food Engineering*. 2009; 92: 233-239.
27. Hemmatian Surki F, Tabatabai Yazdi A & Mortazavi M. Application of low-density polyethylene nano-composites for extending quality, shelf-life of barbari bread and reduction it wastes. *Journal of Agricultural Engineering Research.* 2011; 12(4): 15-22.
28. Esna Ashari M & Sedaghat N. Reduction of waste with new techniques of packaging bread and baking products. *National Conference on Food Industr*y, Quchan. Islamic Azad University; 2011. (in persian)
29. Arvanitoyannis I, Bosinas K, Bouletis A, Gkagtzis D, Hadjichristodoulou C & Papaloucas C. Study of the effect of atmosphere modification in conjunction with honey on the extent of shelf life of Greek bakery delicacy "touloumpaki". *Anaerobe*. 2011; 17(6): 300-302.
30. Cheraghi Dehdzi S & Hamdami N. Effect of modified atmospheric packaging and addition of Xanthan gum on the quality of Sangak bread. *2nd Specialized Conference on Advanced Polymers in Food Packaging*. Tehran: National Nutrition and Food Technology Research Institute, Parsa Polymer Sharif Company; 2013. (in persian)
31. Khoshakhlagh Kh, Hamedani N, Shahedi M. Soleimanizade S & Le-Bail A. Quality and

microbial characteristics of part-baked Sangak bread packaged in modified atmosphere during storage. *Journal of Cereal Science*. 2014; 60(1): 42-47.

32. Gonda M, Rufo C, Cecchetto G & Vero S. Evaluation of different hurdles on *Penicillium crustosum* growth in sponge cakes by means of a specific real time PCR. *Journal of Food Science and Technology*. 2019; 56: 2195-2204.
33. McMillin KW. Modified Atmosphere Packaging. *Food Safety Engineering* (Part of the Food Engineering Series). 2020: 693-718.
34. Zand N & Hafez Pour A. Influence of Modified Atmosphere Packaging and Multi-layer Flexible Pouches on pH of Fresh Ostrich Meat. *Journal of Entomology and Applied Science Letters*. 2016; (3)5: 169-176.
35. Zand N, Sakian Mohammadi A & Eshaghi MR. Effect of Modified Atmosphere Packaging and Multi-layer Flexible Films on Sensory Evaluation of Smoked Kutum Fish (*Rutilus frisii kutum*). *Der Pharma Chemica*. 2016; 8(19): 600-607.
36. Zand N, Sakian Mohammadi A & Eshaghi MR. Effect of Modified Atmosphere Packaging and Multi-layer Flexible Films on pH of Smoked Kutum Fish (*Rutilus frisii kutum*). *International journal of Aquatic Science*. 2017; 5(11): 191-198.
37. Zand N & Jabbari Sh. Effect of Modified Atmosphere Packaging and Multi-layer Flexible Films on pH of Fresh Quail Meat. *Microbiology Research Journal International*. 2018; 20(5): 1-11.