مقاله ترویجی

مروری بر انواع بسته‌بندی‌های فعال، مکانیسم و کاربرد هر یک در صنعت غذا

صونا دودانگه [۱]، صابر امیری [۲×]، لعیا رضازاد باری [۳]

تاریخ دریافت مقاله: تیرماه ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش مقاله: دی ماه ۱۳۹۹

چکیده

فنّاوری‌های جدید بسته‌بندی موادغذایی در پاسخ به تقاضای مصرف‌کنندگان یا روند تولیدات صنعتی به سمت محصولات غذایی با نگهداره‌های کم‌تر، تازه، خوشمزه و مناسب با ماندگاری طولانی و کیفیت کنترل شده در حال توسعه هستند. به علاوه، تغییرات در شیوه‌های خرده‌فروشی (جهانی شدن بازار منجر به توزیع طولانی‌تر مواد غذایی)، یا شیوه زندگی مصرف‌کنندگان (صرف زمان کم‌تر برای خرید مواد غذایی تازه در بازار و پخت و پز)، چالش‌های اساسی موجود در صنعت بسته‌بندی موادغذایی بوده و به عنوان نیروهای محرکه در توسعه مفاهیم بسته‌بندی جدید و بهبود یافته هستند که ضمن حفظ ماندگاری، بر ایمنی و کیفیت مواد غذایی نظارت انجام می‌نمایند. بسته‌بندی سنتی موادغذایی برای حفاظت مکانیکی موادغذایی غیرجامد و محافظت از غذا در برابر تأثیر عوامل بیرونی مانند میکروارگانیسم‌ها، اکسیژن، بی‌بو شدن، نور و غیره عمل می‌کند و به این روش، راحتی در استفاده از مواد غذایی و حفظ کیفیت مواد غذایی برای یک دوره زمانی طولانی را تضمین می‌نماید. هدف اصلی ایمنی مواد سنتی در تماس با غذاها این است که تا حد ممکن بی‌اثر باشد، یعنی حداقل برهم‌کنش بین ماده‌غذایی و بسته‌بندی وجود داشته باشد. در دهه‌های گذشته یکی از ابتکاری‌ترین تحولات در زمینه بسته‌بندی موادغذایی، بسته‌بندی فعال می‌باشد که براساس برهم‌کنش عمدی و حساب شده با غذا یا محیط موادغذایی است. هدف از "بسته‌بندی فعال" افزایش عمر نگهداری موادغذایی و حفظ یا حتّی بهبود کیفیت آن است.

واژه‌های کلیدی

ماندگاری، خرده‌فروشی، بسته‌بندی فعال [۴]

۱- مقدمه

بسته‌بندی فعال یک مفهوم ابتکاری است که می‌تواند به عنوان نوعی از بسته‌بندی که شرایط را برای افزایش ماندگاری، بهبود ایمنی یا خواص حسی ضمن حفظ کیفیت مواد غذایی تغییر دهد، تعریف می‌شود [۱]. یک تعریف متفاوت از بسته‌بندی فعال، این‌گونه بیان می‌شود: سیستمی که در آن محصول، بسته‌بندی و محیط به روشی مثبت جهت افزایش ماندگاری یا دستیابی به برخی از خصوصیات که با روشی دیگر امکان‌پذیر نیست، با یکدیگر واکنش می‌دهند [۲]. بسته‌بندی فعال نباید با بسته‌بندی‌های هوشمند که قادر به نمایش شرایط غذای بسته‌بندی شده هستند و اطّلاعاتی در رابطه با کیفیت

۱- دانشجوی دکتری تخصصی فنّاوری موادغذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان(sawnadodange@gmail.com).

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

(× نویسنده مسئول: St_sa.amiri@urmia.ac.ir)

۳- دانشجوی دکتری تخصصی فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل (laya_rezazad@yahoo.com)

4- Active Packging

محصول در طول حمل‌ونقل و نگهداری در اختیار مصرف‌کننده قرار می‌دهند، اشتباه گرفته شود [۳]. فنّاوری‌های بسته‌بندی فعال را می‌توان در سه گروه مختلف قرار داد: جذب کننده‌ها، سیستم‌های آزادکننده و سایر موارد.

۲- انواع بسته‌بندی فعال

سیستم‌های بسته‌بندی فعال با هدف طولانی‌تر شدن ماندگاری و افزایش کیفیت موادغذایی توسعه یافته‌اند. فنّاوری بسته‌بندی فعال شامل: عملکردهای فیزیکی، شیمیایی یا بیولوژیکی است که تغییرات حاصل از برهم‌کنش‌های بین بسته، محصول و یا فضای بسته به منظور رسیدن به نتیجه مطلوب یعنی حفظ کیفیت و افزایش عمر ماندگاری محصول می‌باشد [٤].

۲-۱- جاذب‌های اکسیژن

غذاهای بسته‌بندی شده شامل مقدار مشخصی از گازها مانند گاز اکسیژن در فضای بسته می‌باشند. نفوذ اکسیژن به داخل ظروف پلاستیکی نیز مهم است. حضور اکسیژن می‌تواند به دلیل تخلیه نامناسب هوا هنگام بسته‌بندی، نفوذ هوا در داخل بسته به دلیل بسته‌بندی ضعیف و یا سوراخ کوچک در بسته‌بندی مواد باشد. مقدار زیاد اکسیژن باعث کاهش ارزش غذایی و ماندگاری آن‌ها می‌شود. اکسیژن موجود در فضای فوقانی[1] با مواد غذایی حساس واکنش می‌دهد و باعث تسریع فساد بسیاری از فرآورده‌های غذایی (گوشت، سوسیس، پودرشیر یا ادویه‌جات) می‌شود و تخریب ویتامین‌ها، ترشیدگی روغن، آجیل و غذاهای چرب و رشد میکروبی را تشدید می‌کند.

انتخاب جاذب اکسیژن(شکل، اندازه، قابلیت جذب اکسیژن و زمان رسیدن به تعادل) باید بسیار دقیق و متناسب با نیازها و ویژگی‌های هر ماده‌غذایی(مایع، جامد، خشک، چرب و درجه‌حرارت ذخیره‌سازی) باشد [۵].

۲-۱-۱- کاربرد جاذب اکسیژن در میوه‌ها و سبزیجات

اثرات مختلف اکسیژن در حفظ غذاها و نوشیدنی‌ها عبارتند از: رنسید نمودن چربی‌های غیراشباع، تیره نمودن پیگمان‌های گوشت تازه از طریق افزایش رشد باکتری و قارچ‌های هوازی، بوی کهنگی و بیاتی محصولات نانوایی و قهوه‌ای شدن میوه/ سبزیجات. به علاوه، تخریب ویتامین C (آسکوربیک اسید) و تسریع تنفس در میوه و غذاهای بر پایه سبزیجات، از بین بردن آرومای نوشیدنی‌ها (قهوه و چای) از طریق اکسیداسیون مواد معطر آروما و بی‌رنگ نمودن غذاهای فرآوری شده نظیر: گوشت تازه، میوه و سبزیجات که تأثیر بزرگی بر خرید مصرف‌کننده در صنعت فروش غذا داراست [٦].

جاذب‌های اکسیژن امروزه به عنوان فنّاوری متداول و شناخته شده در بسته‌بندی فعال مطرح هستند. جاذب‌های اکسیژن از طریق جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و کاهش واکنش‌های اکسیداسیون افت کیفیت محصول غذایی را کند می‌نمایند. بنابراین، به نظر می‌رسد که جاذب‌های اکسیژن کاربرد بهتری در میوه و سبزیجات حساس به اکسیژن داشته باشند [۷].

۲-۲- زداینده‌ها و منتشرکننده‌های دی‌اکسید کربن

سطح نسبتاً بالای دی‌اکسید کربن نقش سودمندی را در به تعویق انداختن رشد میکروبی بر سطوح گوشت و مرغ ایفا می‌کند و فساد میوه‌ها و سبزیجات را به تأخیر می‌اندازد. از این‌رو، باعث افزایش ماندگاری مواد غذایی بسته‌بندی شده می‌شود. از آن‌جا که نفوذپذیری دی‌اکسید کربن نسبت به اکسیژن در فیلم‌های پلاستیکی که برای بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود ۳ تا ۵ برابر بالاتر می‌باشد، باید آن را به طور مداوم تولید کرد تا غلظت موردنظر در داخل بسته حفظ شود. مقدار زیادی از دی‌اکسید کربن از طریق فیلم به درون بسته نفوذ می‌کند. در برخی موارد هنگامی که بسته نفوذپذیری بالایی نسبت به دی‌اکسید کربن داشته باشد، یک سیستم انتشار

1- Head Space

دی‌اکسید کربن لازم است تا سرعت تنفس میکروب‌ها کاهش یابد و رشد میکروبی متّوقف شود. استفاده از سیستم‌های دوگانه که مرکب از جاذب‌های اکسیژنی و انتشاردهنده دی‌اکسید کربن هستند ماندگاری موادغذایی فاسدشدنی را به میزان قابل‌توجّهی افزایش می‌دهند [۸].

۲-۳- جاذب‌های رطوبت

اهمیت کنترل رطوبت در بسته‌های مواد غذایی به دلیل سرکوب رشد میکروبی است. اگر بسته نفوذپذیری کمی در برابر بخار آب داشته باشد، تجمع آب درون بسته نمود بیش‌تری خواهد داشت. معمولاً افزایش آب اضافی در بسته مواد غذایی ناشی از تنفس محصول، نوسانات درجه‌حرارت در رطوبت نسبی بالای تعادل در بسته‌های مواد غذایی یا چکّه‌کردن مایع بافت گوشت برش‌خورده یا مرغ می‌باشد. تجمع آب اضافی در بسته باعث گسترش رشد باکتری و کپک‌ها می‌شود که منجر به از دست رفتن کیفیت و کاهش طول عمر محصول می‌شود. یک روش مؤثر برای کنترل تجمع آب اضافی در بسته ماده‌غذایی که سد قوی در برابر بخار آب است، استفاده از یک جاذب رطوبت نظیر سیلیکاژل[1]، خاک رس (مانند مونتموریلونیت[2])، اکسید کلسیم، کلرید کلسیم و نشاسته اصلاح شده یا دیگر مواد جاذب رطوبت می‌باشند. سیلیکاژل به دلیل غیرسمّی و غیرخورنده بودن به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. معمولاً یک روکش یا یک پد خشک‌کن ماده‌غذایی (گوشت، مرغ و ماهی) به جهت محفوظ ماندن و جذب آب استفاده می‌شود. روش دیگری که برای جذب رطوبت از موادغذایی به کار می‌رود، استفاده از یک فیلم ورقه‌ای پلیمر فوق جاذب است که دارای یک لایه جاذب رطوبت می‌باشد که از کوپلیمر پیوندی پلی‌استر و یک رزین تشکیل شده است. رزین شامل: رزین پلی‌اورتان، رزین آکریلیک و رزین وینیل می‌باشد. معمولاً از سیستم‌های جاذب رطوبتی که به صورت کیسه هستند برای نگهداری مواد غذایی خشک مانند: چیپس، آجیل، ادویه‌ها، بیسکویت‌ها، کلوچه‌ها، پودر شیر و قهوه فوری در برابر مقادیر کم رطوبت استفاده می‌شود [۹].

۲-٤- جاذب‌های اتیلن

اتیلن یک هورمون محرک رشد است که از طریق افزایش سرعت تنفس میوه‌ها و سبزیجات باعث تسریع رسیدگی و پیری می‌شود که نتیجه آن کاهش ماندگاری است. اتیلن هم‌چنین باعث تسریع سرعت تخریب کلروفیل در سبزیجات برگ‌دار و میوه‌ها می‌شود. از این رو، حذف گاز اتیلن از فضای بسته سرعت پیری را آهسته‌تر و طول عمر محصول را طولانی‌تر می‌کند. شناخته‌شده‌ترین، ارزان‌ترین و گسترده‌ترین سیستم جاذب اتیلنی، پتاسیم پرمنگنات گنجانده شده در سیلیکا است.

۲-٤-۱- کاربرد جاذب‌های اتیلن در صنعت میوه و سبزیجات

اتیلن (C_2H_4) یک هیدروکربن غیراشباع خالص است که در طبیعت یافت می‌گردد. اتیلن ترکیبی فرّار بوده و به عنوان یک هورمون گیاهی است. این هورمون مکانیسم‌های فیزیولوژیکی، تنظیم رشد، رسیدن و پیری گیاهان را کنترل می‌نماید[۱۰]. اتیلن پاسخ‌های فیزیولوژیکی نظیر: زمین‌گرایی، رسیدن، پیری، نهفتگی و گل‌دهی را ایجاد می‌نماید [۱۱]. غلظت کم مورد نیاز برای ایجاد فعالیت‌های فیزیولوژیکی تأیید می‌کند که کاهش اتیلن در یک فضای بسته می‌تواند به دوام محصول پس از برداشت کمک کند [۱۲]، افت کیفیت میوه‌ها و سبزیجات عمدتاً به دلیل فرآیند رسیدن ناشی از اتیلن و آلودگی میکروارگانیسم‌ها است [۱۳]. بسته‌بندی فعال از اثرات مضر گاز اتیلن و رشد میکروبی جلوگیری می‌نماید. جاذب اتیلن موجب افزایش عمر ماندگاری محصولات تازه میوه و سبزیجات می‌گردد و یک جایگزین عالی برای مواد شیمیایی و ضدعفونی کننده می‌باشد [۱٤].

یک راه مؤثر جهت تنظیم تولید اتیلن داخل بسته، استفاده از جاذب اتیلن می‌باشد. جاذب‌های اتیلن، اتیلن

1- Silica Gel
2- Montmorillonite

تولید شده را جهت کنترل افت کیفیت پس از برداشت جذب می‌نمایند [۱۵]. مواد جاذب اتیلن معمولاً داخل تراشه‌های کوچکی در بسته‌بندی محصول تازه قرار داده می‌شوند تا تولید بیش از حد اتیلن را در بسته‌بندی میوه‌ها و سبزیجات را که طی نگهداری تولید می‌گردد، کنترل نمایند. جاذب‌ها با اتیلن از طریق فرآیند جذب فیزیکی یا شیمیایی واکنش می‌دهند [۱۶].

۲-۵- منتشرکننده‌های اتانول

اسپری کردن اتانول بر روی سطوح محصول غذایی مانند: نان و بیسکویت‌ها نشان می‌دهد که با متوقّف کردن رشد کپک‌ها به طور مؤثری می‌توان باعث افزایش ماندگاری این محصولات شد. رهایش آهسته یا سریع اتانول از مواد حامل به فضای بسته به وسیله نفوذپذیری کیسه مواد نسبت به بخارآب کنترل می‌شود. اتانول موجود در مواد حامل با آبی که به وسیله مواد حامل جذب می‌شود، تعویض می‌گردد. برخی از کیسه‌ها علاوه بر اتانول ممکن است حاوی مقدار کمی از مواد طعم‌دهنده مانند: وانیل یا دیگر طعم‌دهنده‌ها باشند تا بوی الکل موجود در بسته را پنهان کنند. اثربخشی سیستم تولید اتانول در درجه اول به نوع و اندازه مواد حامل، مقدار اتانولی که به وسیله مواد حامل به دام می‌افتد، نفوذپذیری کیسه مواد نسبت به بخارآب و اتانول، فعالیت آب موجود در موادغذایی و نفوذپذیری فیلم بسته‌بندی نسبت به اتانول بستگی دارد. معمولاً فیلم‌هایی که در آن‌ها اتانول گنجانیده شده است به یک لایه اضافی برای نگهداری اتانول نیازمند هستند تا رهایش اتانول به صورت یک شرایط کنترل‌شده انجام شود؛ که این مورد هزینه این سیستم‌ها را افزایش می‌دهد [۱۶].

۲-۵-۱- کاربرد آزادکننده اتانول در صنعت نانوایی

نان به دلیل خصوصیات تغذیه‌ای و حسی بسیار زیاد، همیشه یکی از متداول‌ترین محصولات غذایی بوده است [۱۷]. عموماً عمر نگهداری نان به دلیل فرآیندهایی نظیر: رشد قارچ‌ها [۱۸]، از دست دادن رطوبت و بیاتی [۱۹] محدود می‌باشد.

معمولاً، بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP) برای افزایش عمر ماندگاری رنج عظیمی از محصولات غذایی نظیر محصولات نانوایی شامل نان گندم [۲۰]، نان چاودار [۱۸] و نان سویا [۲۱] استفاده شده است. یک مشکل که در بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده برای محصولات نانوایی وجود دارد این است که کاهش محتوای اکسیژن داخل بسته‌بندی به سطوح پایین بسیار مشکل است که ناشی از تعداد زیادی از حفرات در ترکیب نان است که تمایل در به دام انداختن اکسیژن دارند [۱۷]. یکی از راه‌های برطرف نمودن این مشکل استفاده از جاذب‌های اکسیژن در داخل بسته‌بندی است. جاذب‌های اکسیژن به منظور جلوگیری از بی‌رنگ شدن گوشت، جلوگیری از رنسید شدن غذاهای با چربی بالا و رشد کپک‌ها استفاده می‌شوند [۲۲].

در کنار جاذب‌های اکسیژن، برخی شرکت‌ها به ساخت و فروش محصولاتی می‌پردازند که بخار اتانول را بر فضای بالای بسته‌بندی آزاد می‌نمانید و مانع از رشد کپک‌ها، مخمرها و باکتری‌ها می‌گردند. تولیدکننده‌های بخار اتانول و/ یا جاذب‌های اکسیژن همچنین برای افزایش عمر نگهداری محصولات نانوایی نظیر تکّه‌های نان چاودار [۲۳] و نان گندم دوروم [۱۹] استفاده شده‌اند.

۲-۶- سیستم‌های جاذب یا منتشرکننده طعم و بو

به منظور بهبود عطر فرآورده تازه یا افزایش طعم ماده‌غذایی هنگامی که بسته باز می‌شود با استفاده از اسانس و عطر می‌توان شرایط مطلوب را در ماده‌غذایی برای مصرف‌کننده ایجاد کرد. این طعم و رایحه‌ها به آرامی در محصول بسته‌بندی در طول نگهداری منتشر می‌شوند که می‌تواند تا زمان باز کردن بسته و آماده کردن غذا، کنترل شود [۲۴]. مواد بسته‌بندی موادغذایی به ویژه برخی از پلاستیک‌ها ممکن است با طعم ماده‌غذایی تعامل داشته باشند، که نتیجه آن از دست دادن طعم است. علاوه بر

این، معمولاً از دست دادن طعم یا تخریب آن بعد از فرآوری غذا در دمای بالا یا پس از بسته‌بندی ایجاد می‌شود. بنابراین، هنگامی که تخریب رخ می‌دهد به یک جایگزین برای طعم و بوی از دست رفته ترکیبات نیاز است. علاوه بر این، مصرف‌کنندگان هنگامی که برای اولین بار درب بسته ماده‌غذایی را باز می‌کنند به رایحه خوب آن تمایل دارند. سیستم‌های منتشرکننده و جاذب‌های طعم و عطر تمامی طعم‌ها، عطرها و بوهای نامطلوب موجود در فضای بسته را می‌زدایند.

۲-۷- بسته‌بندی‌های ضدمیکروبی

این فنّاوری بسته‌بندی می‌تواند نقش مهمی را در افزایش ماندگاری موادغذایی و کاهش خطر ابتلا به عوامل بیماری‌زا ایفا کند و تا حدودی باعث افزایش ایمنی و کیفیت محصول شود. آلودگی میکروبیولوژیکی ممکن است در طول فرآوری نامساعد یا هنگامی که بسته پلمپ شده پاره یا سوراخ شود، رخ دهد. روش‌های سنتی حفظ مواد غذایی از اثرات مضر رشد میکروبی شامل عملیات حرارتی، خشک کردن، انجماد، تبرید، تابش، بسته‌بندی اصلاح شده با اتمسفر و اضافه کردن نمک‌ها و عوامل ضدمیکروبی می‌باشند [۲۵]. بسته‌بندی‌های ضدمیکروبی امروزه شامل سیستم‌هایی نظیر پراکنده‌کردن عامل‌های زیست‌فعال در بسته‌بندی، ایجاد پوششی از عوامل زیستی فعال بر روی سطوح مواد بسته‌بندی شده و یا استفاده از ماکرومولکول‌های ضدمیکروبی با خاصیت تشکیل فیلم یا ماتریکس خوراکی هستند. تعداد زیادی از عامل‌ها با خواص ضدمیکروبی (اتانول، دی‌اکسیدکربن، یون‌های نقره، دی‌اکسید کلر، آنتی‌بیوتیک‌ها، اسیدهای آلی، روغن‌ها و ادویه‌جات) هستند که به منظور مهار رشد میکروارگانیسم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند و می‌توانند میزان فساد موادغذایی را نشان دهند (باکتری‌ها هم‌چنین می‌توانند به بسته‌ها حمله کنند و بر عملکرد و خواص آن‌ها اثر بگذارند).

میکروارگانیسم‌های هدف و ترکیب مواد غذایی باید در بسته‌بندی ضدمیکروبی در نظر گرفته شوند. به طوری‌که هر عامل ضدمیکروبی که درون پلیمرها گنجانده شوند بر مبنای فعالیت، نحوه عملکرد، ترکیب شیمیایی، سرعت رشد و وضعیت فیزیولوژیکی میکروارگانیسم‌های هدف انتخاب می‌شود. فعالیت ماده ضدمیکروبی منتشر شده در مواد غذایی بسته‌بندی شده توسط کم‌ترین سینتتیک انتشار تعیین می‌شود [۲۶].

۲-۷-۱- کاربرد بسته‌بندی فعال ضدمیکروبی در صنعت گوشت

آلودگی‌های میکروبی عمر نگهداری غذاها را کاهش داده و ریسک ابتلا به بیماری‌های غذازاد را افزایش می‌دهد. متأسفانه، برخی از روش‌های نگهداری غذاها را که برای اثر رشد میکروبی به کار می‌روند در برخی از محصولات غذایی نظیر: گوشت تازه و محصولات آماده مصرف نمی‌توان استفاده نمود.

بسته‌بندی ضدمیکروبی یک حالت مجاز از بسته‌بندی فعال غذایی، به ویژه در محصولات گوشتی است. از آنجایی‌که آلودگی میکروبی این غذاها ابتدا در سطح اتفّاق می‌افتد، بنابراین در بسیاری از موارد، ماده ضدمیکروبی بر سطح داخلی بسته‌بندی اسپری می‌گردد و یا ماده بسته‌بندی در محلول ضدمیکروبی فرو برده می‌شود. اگرچه، کاربرد سطحی مستقیم مواد ضدباکتریایی در موادغذایی مزایای محدودی دارد زیرا مواد فعال به سرعت از سطح به توده ماده غذایی منتشر می‌گردند. بنابراین، استفاده از فیلم‌های بسته‌بندی حاوی عوامل ضدمیکروبی به دلیل مهاجرت آهسته عوامل ضدمیکروبی از مواد بسته‌بندی به سطح محصول می‌تواند مؤثرتر باشد. اگر یک ماده ضدمیکروبی قادر به آزاد شدن از بسته‌بندی در مدّت طولانی باشد، فعالیت ضدمیکروبی بسته‌بندی تا مراحل انتقال و نگهداری ماده غذایی ادامه خواهد داشت [۲۷].

۲-۸- آزادکننده‌های آنتی‌اکسیدان‌ها

بسته‌بندی تحت خلأ یا بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده به صورت ترکیب‌شده با مواد بسته‌بندی با لایه سدّی بالا می‌تواند حضور اکسیژن را محدود کند؛ با این وجود، همیشه مقداری اکسیژن در زمان بسته‌بندی باقی می‌ماند یا

به دلیل نشت از قسمت بیرونی بسته به طور کامل و مؤثر حذف نمی‌شود. برخی محصولات غذایی مانند گوشت قرمز تازه یا محصولات دریایی را نمی‌توان بدون اکسیژن بسته‌بندی کرد. افزودن مستقیم ترکیبات آنتی‌اکسیدانی به سطح ماده‌غذایی ممکن است با محدودیت‌هایی از قبیل: واکنش‌هایی که ترکیبات فعال با آن‌ها روبه‌رو هستند، از بین رفتن حفاظت و افزایش سرعت کاهش کیفیت موادغذایی مواجه هستند [۲۸].

در حال حاضر، سیستم‌های بسته‌بندی فعال آنتی‌اکسیدانی در حال توسعه هستند. این فنّاوری بسته‌بندی جایگزینی برای اختلاط عوامل آنتی‌اکسیدانی در بسته و به عنوان روشی که بر بهبود پایداری محصولات غذایی حساس به اکسایش مبتنی هستند، می‌باشد.

بعد از رشد میکروبی، مهم‌ترین مکانیسم‌هایی که منجر به فساد مواد غذایی و رشد میکروارگانیسم‌ها می‌شوند، اکسایش چربی‌ها می‌باشند. موادی که حاوی چربی زیادی باشند، مستعد تخریب سریع‌تر هستند. اکسایش چربی‌ها در مواد غذایی منجر به کاهش طول عمر می‌شود و تغییراتی در طعم و یا مزه ایجاد می‌کند، بافت و مواد غذایی ماهیچه‌ای رو به فساد می‌رود و ارزش غذایی کاهش می‌یابد. اکسایش چربی‌ها در مواد غذایی باعث افزایش بوی بد، ترشیدگی و در نتیجه ارائه کالای نامرغوب به مصرف‌کننده می‌شود [۲۹].

برای جلوگیری از اکسایش مواد غذایی می‌توان از جاذب‌های اکسیژن و عامل‌های آنتی‌اکسیدان در بسته‌بندی موادغذایی استفاده کرد. چنین بسته‌بندی‌هایی برای جلوگیری و یا کاهش سرعت واکنش‌های اکسایش بر کیفیت موادغذایی در نظر گرفته می‌شوند [۳۰].

استفاده از فیلم‌های فعال آنتی‌اکسیدانی برای حفاظت از گوشت تازه می‌تواند پایداری میوگلوبین[1] و گوشت تازه را در برابر فرآیندهای اکسایشی افزایش دهد. وارد کردن آلفا توکوفرول[2] در یک بسته فعال، اکسایش چربی در پودر شیر را به تأخیر می‌اندازد. مقدار آنتی‌اکسیدان در طول ذخیره‌سازی، به دلیل پراکندگی آنتی‌اکسیدان از طریق فیلم و سپس تبخیر آن بر سطح کاهش می‌یابد. می‌توان با اضافه کردن یک لایه اضافی فیلم از کاهش غلظت آنتی-اکسیدان جلوگیری کرد. آنتی‌اکسیدان‌ها می-توانند برای روغن، آجیل، کره، گوشت تازه، مشتقات گوشت، فرآورده‌های نانوایی، میوه‌ها و سبزیجات مورد استفاده قرار گیرند [۳۱].

انتخاب مناسب ترکیبات آنتی‌اکسیدان که در بسته‌بندی مواد غذایی گنجانیده می‌شوند، بسیار اهمیت دارد. به منظور دستیابی به یک توزیع همگن، ترکیب آنتی‌اکسیدانی و مواد بسته‌بندی باید سازگار باشند. هنگام انتشار، خاصیت انحلال‌پذیری آنتی‌اکسیدانی می‌تواند به وسیله تأثیر آن تعیین شود. از این رو، نوع آنتی‌اکسیدان باید براساس نوع عملکرد ماده‌غذایی انتخاب شود. به نظر می‌رسد که آنتی‌اکسیدان‌های غیرقطبی برای مواد غذایی که حاوی چربی زیادی هستند، مناسب‌تر می‌باشند و بالعکس.

1- Myoglobin
2- α Tocopherol

۲-۸-۱- کاربرد بسته‌بندی فعال آنتی‌اکسیدانی در صنعت گوشت

فساد محصولات گوشتی طی فرآیندهای فرآوری، توزیع و در قفسه فروشگاه‌ها اثر منفی مهمی را از نقطه نظر اقتصادی در صنعت گوشت دارا است. دو مشکل اساسی گوشت و محصولات آن طی فرآوری و متعاقباً نگهداری عبارتند از: اکسیداسیون لیپید و فساد ناشی از رشد می‌دهند که این عمل از طریق به دام انداختن ترکیبات پرواکسیدان و یا از طریق آزاد نمودن ترکیبات آنتی-اکسیدانی انجام می‌شود که در نتیجه موجب تأخیر در افت کیفیت از طریق اکسیداسیون لیپید می‌گردند. بنابراین، استفاده از بسته‌بندی فعال به عنوان یک راه‌حل برای مشکل ناشی از اکسیداسیون گوشت و محصولات گوشتی مطرح هستند(جدول ۱)[۳۲].

جدول ۱- کاربرد فنّاوری‌های بسته‌بندی فعال

نوع کاربرد	غذاها
جاذب‌های اکسیژن	قهوه، چای،آجیل‌های بوداده، چیپس‌های سیب‌زمینی، شکلات، پودر شیر چربی‌دار، نوشیدنی‌های پودری، نان، تورتیلا، پیتزا، پاستای تازه یخچالی، تارت میوه، کیک‌ها، کوکی‌ها، گوشت‌های دودی، ماهی، پنیر
جاذب‌های کربن دی‌اکسید	قهوه
انتشار دهنده‌های کربن دی‌اکسید	گوشت، ماهی
جاذب‌های رطوبت	محصولات خشک و دهیدراته شده، گوشت، مرغ، ماهی
جاذب‌های اتیلن	کیوی، موز، آووکادو، خرمالو
انتشاردهنده‌های اتانول	نان، کیک‌ها، ماهی
فیلم‌های آزادکننده مواد ضدمیکروبی	زردآلوهای خشک شده
فیلم‌های آزادکننده ترکیبات آنتی‌اکسیدانی	غلّات
فیلم‌های جاذب طعم	آب پرتقال
فیلم‌های آزادکننده طعم	قهوه
فیلم‌های حاوی رنگ	سوریمی
فیلم‌های ضد مه (مانع از ایجاد قطرات رطوبت)	بسته‌بندی‌های برخی میوه و سبزیجات تازه
فیلم‌های ضدچسبندگی	آب‌نبات نرم، تکّه‌های پیتزا
جاذب‌های نور	پیتزا، شیر

میکروارگانیسم‌ها. در این زمینه، برخی بسته‌بندی‌های جدید در صنعت گوشت توسعه یافته‌اند که موجب محدود شدن این افت کیفیت‌ها و افزایش عمر ماندگاری محصولات گوشتی می‌گردند. در طول سال‌های گذشته، استفاده از بسته‌بندی فعال به عنوان جایگزینی برای بسته‌بندی سنتی مطرح گردیده است. قاعده و اصول بسته‌بندی فعال، به ویژه بسته‌بندی فعال آنتی‌اکسیدانی، شامل استفاده از عوامل فعال در بسته‌بندی است که با گوشت و/ یا با محیط واکنش نشان

۳- چالش‌های توسعه بسته‌بندی فعال با استفاده از نانومواد

برای حضور هر سیستمی در بازار اروپا، باید قوانین رعایت گردد. نظر به اینکه بخش غیرفعال، به عنوان مثال بسته‌بندی که مواد فعال را در بر می‌گیرد، باید کاملاً مطابق با مقرّرات مربوط به تماس بسته‌بندی با مواد غذایی باشد. این مقرّرات 1935/2004 (EC) برای کلیه مواد در تماس

با موادغذایی وجود دارد. براساس این مقرّرات، برخی از دستورالعمل‌های خاص وجود دارند، به عنوان مثال دستورالعمل مربوط به پلاستیک‌ها که عبارت است از: 2002/72/EC. کلیه مواد ساخته شده از پلاستیک که در تماس با مواد غذایی قرار دارند باید از این دستورالعمل پیروی نمایند. با این حال، بسیاری از سیستم‌های بسته‌بندی فعال از مواد متفاوتی تشکیل شده‌اند و از دستورالعمل 2002/72/EC خارج می‌شوند. این مواد باید با قانون ملّی که در بعضی از کشورها نظیر: آلمان و هلند وجود دارد، مطابقت داشته باشند. در حال حاضر، هیچ دستورالعمل یا مقرّراتی برای اجزای فعال در بسته‌بندی فعال وجود ندارد و آن‌ها باید کاملاً مطابق با آیین‌نامه 1935/2004 (EC) باشند.

مقّرراتی که در رابطه با مواد در تماس با مواد غذایی وجود دارد این است که این مواد نباید در مقادیری که : ۱) سلامت انسان را به خطر می‌اندازد. ۲) تغییر غیرقابل قبول در ترکیب ایجاد می‌نماید و ۳) تغییر در خصوصیات ارگانولپتیک ماده غذایی ایجاد می‌نمایند، وارد ماده‌غذایی شوند. مقرّراتی وجود دارد که الزامات ویژه‌ای را برای مواد فعال بیان می‌نماید که موضوعات اصلی آن عبارتند از:

۱) مواد فعال ممکن است در شرایطی که تغییرات مطابق با مقرّرات ملّی مناسب با غذاست، تغییراتی در ترکیب یا خواص ارگانولپتیک ایجاد کنند؛ ۲) موادی که از بسته‌بندی‌های فعال آزاد می‌شوند باید مطابق با مقرّرات جامعه در رابطه با مواد مجاز مورد استفاده باشند؛ ۳) مواد فعال نباید باعث ایجاد تغییر در ترکیب یا خصوصیات ارگانولپتیک مواد غذایی شوند، به عنوان مثال، با پوشاندن فساد مواد غذایی، مصرف‌کننده را گمراه نماید؛ ٤) برچسب زدن مناسب جهت شناسایی بخش‌های غیرخوراکی؛ ۵) برچسب زدن مناسب برای نشان دادن فعال بودن مواد.

سرانجام، مقرّرات اظهار می‌دارند که مصرف‌کننده و کسی که بسته‌بندی مواد غذایی را انجام می‌دهد باید در مورد چگونگی استفاده از مواد فعال با صورت مناسب آگاه شوند.

موارد دیگری که احتمالاً در پیش نویس مقرّرات درج می‌شوند عبارتند از: ۱) ماده آزاد شده از مهاجرت کلی مستثنی باشد. ۲) مواد غذایی باید با مقرّرات غذایی مطابقت داشته باشند. ۳) بسته‌بندی فعال باید برای هدف مورد نظر مناسب و مؤثر باشد. ٤) موادی که ممکن است به عنوان بخشی از غذا اشتباه گرفته شوند، باید با استفاده از نماد مربوط به بخش غیرخوراکی برچسب زده شوند.

٤- چشم‌انداز آینده(ارزیابی بازار جهانی بسته‌بندی فعال)

مواد بسته‌بندی فعال ابتدا در اواسط دهه ۷۰ در بازار ژاپن معرفی شدند و در اواسط دهه ۹۰، این صنعت در اروپا و آمریکا توجّه زیادی را به خود جلب کرد. در این دوره، ازدیاد اختراعات ثبت شده انتظارات زیادی از رشد تجاری را ایجاد نمود. در سال ۲۰۰۲، بیش از ۸۰٪ بازار جهانی یعنی حدود ۱/٤ میلیون دلار آمریکا، با دو مفهوم خاص بسته‌بندی فعال، یعنی جاذب‌های اکسیژن و رطوبت (هر کدام ٤۰٪) روبه‌رو گردید، کاربرد اصلی آن در زمینه‌های ابزارهای چشمی، الکترونیکی، داروهای پزشکی، دارویی و موارد دیگر بود. در این سال‌ها بسته‌بندی، به ویژه بسته‌بندی مواد غذایی، بخش کوچکی از بازار را به خود اختصاص می‌داد. اگرچه، بخش بسته‌بندی غذا به عنوان بازاری با سریع‌ترین رشد شناخته شده است که ناشی از رشد غذاهای فسادپذیر آماده شده در بسته‌بندی-های با اتمسفر اصلاح شده است، که به عنوان یک زمینه ایده‌آل برای کاربردهای بسته‌بندی جاذب اکسیژن در نظر گرفته شده است.

پیش‌بینی شده بود که ارزش بازار ۱/٤ میلیون دلاری آمریکا در سال ۲۰۰۲ به لطف توسعه بازار بطری‌های آب‌میوه و همچنین توسعه بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده برای گوشت تازه، غذاهای آماده، پاستای تازه و غیره به ارزشی بین ۲/٦ تا ۳/۷ میلیون دلار در سال ۲۰۰۷ دست یابد. اعتقاد بر این بود که فروش جاذب‌های اکسیژن در سال ۲۰۰۷ به ۵/۷ بیلیون واحد در اروپا (در مقابل ۰/۳ بیلیون در سال ۲۰۰۱) و ٤/۵ بیلیون واحد در ایالات متحده آمریکا در همان سال (در مقابل ۰/۵ بیلیون در سال

۲۰۰۱) برسد. اگرچه قیمت یکی از اصلی‌ترین عوامل محدودکننده در نظر گرفته شده بود، اما در سال ۲۰۰۲ تقریباً ۸۰٪ صنعت معتقد بودند که پیشرفت فنی می‌تواند طی سال ۲۰۰۵ آن را به یک روش مقرون به صرفه تبدیل نماید. در واقعیت، این پیش‌بینی‌های خوش‌بینانه فقط تا حدی حاصل شد: هم اروپا و هم ایالات متحده آمریکا رشد کاملاً منطبق با رشد مورد انتظار را نداشتند، در حالی‌که ژاپن نسبت به سال‌های گذشته افزایش پایدار بازار را نشان داد. این در حالی است که بازار مواد غذایی بسته‌بندی شده در بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده افزایش یافت.

در واقعیت، صنایع غذایی تمایل چندانی به سرمایه‌گذاری در زمینه بسته‌بندی فعال ندارد. دو دلیل اصلی وجود دارند که چنین رفتاری را توجیه می‌نمایند. اولین دلیل مربوط به هزینه است: زیرا بسیار تخصصی بوده و دارای فنّاوری‌های غالباً پیشرفته است، مواد فعال هنوز ۱۰۰–۵۰ درصد کل هزینه بسته‌بندی را به خود اختصاص می‌دهند. این مورد در اغلب صنایع غذایی مقرون به صرفه نیست. دلیل دوم پذیرش است: اغلب مصرف‌کنندگان، بسته‌بندی فعال را به عنوان یک مزیت قوی قبول ندارند. نگرش مصرف‌کنندگان غالباً به این صورت است که مواد غذایی با ماندگاری کوتاه‌تر، تازه‌تر هستند و مفهومی مانند جاذب‌های اکسیژن که ماندگاری را توسعه می‌دهند، ممکن است جذّاب به نظر نرسد، اگرچه در برخی شرایط خاص مناسب می‌باشد.

همان‌طور که گفته شد، قیمت به عنوان یک عامل محدودکننده قوی در نظر گرفته شده است و منجر به عدم تقاضای مصرف‌کنندگان گردیده است. از سوی دیگر، دیدگاه شرکت‌های ارائه دهنده فنّاوری به این مواد فعال متفاوت بود. آن‌ها کارایی غالباً مشکوک مواد فعال را به عنوان عامل اصلی محدودکننده شناسایی کردند. در حقیقت، در بسیاری از اختراعات ثبت شده در طول سال‌ها، اثربخشی مفاهیم فعال تقریباً همیشه در مقاله‌های آزمایشگاهی و تحت شرایط آزمایشگاهی نشان داده شده بودند؛ اما هنگامی‌که این مواد فعال در بسته‌بندی مواد غذایی واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرند، فعالیت محدودتری را نشان می‌دهند یا اصلاً فعالیتی ندارند. دلیل چنین تفاوت رفتاری در شرایط بسیار متفاوت مدل آزمایشی و مواد غذایی واقعی نهفته است، به عنوان مثال مقادیر مختلف مواد غذایی بسته‌بندی شده، نسبت و توزیع قطعات چربی و غیرچربی، نوسان و تغییرپذیری شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی از قبیل فعالیت آبی، PH و غیره.

۵- نتیجه گیری

بسته‌بندی فعال به عنوان یک راه‌حل عالی برای طیف گسترده‌ای از کاربردها در صنعت غذاست. اگرچه هنوز هم فنّاوری‌های سنتی بسته‌بندی موادغذایی به طور گسترده‌ای استفاده می‌شوند، اما بدون شک آینده متعلّق به نوآوری‌هاست که در قرن بیست و یکم در قالب بسته‌بندی فعال نشان داده شد. مهم‌ترین مزیت استفاده از بسته‌بندی فعال کاهش ضایعات مواد غذایی ناشی از گسترش عمر نگهداری مواد غذایی است. بسته‌بندی فعال باید به گونه‌ای طراحی شود که اجزای موجود در آن‌ها آزاد شده و با مواد غذایی بسته‌بندی شده برهم‌کنش داشته باشند. همچنین ممکن است که اجزای موجود در بسته‌بندی، مواد نامطلوب موجود در بسته‌بندی را جذب کرده و از این طریق فرآیندهایی را که منجر به کاهش کیفیت مواد غذایی می شوند، مهار کنند.

افزایش کاربرد سیستم‌های فعال بسته‌بندی مواد غذایی و موفّقیّت تجاری آن‌ها در سال‌های آینده قابل انتظار است. بدون شک این امر ناشی از بهبود مداوم فنّاوری‌های تولید آن‌ها، افزایش اطّلاعات در مورد مکانیسم عملکرد آن‌ها و اثربخشی آن‌ها در اطمینان از ایمنی مواد غذایی در طول زمان خواهد بود.

۶- منابع

1. Vermeiren, L., Devlieghere, F., van Beest, M., de Kruijf, N., & Debevere, J. (1999). **"Developments in the active packaging of foods,"** Trends in food science & technology, 10(3), 77-86.

2. Yam, K. L., Takhistov, P. T., & Miltz, J. (2005). **"Intelligent packaging: concepts and applications,"** Journal of food science, 70(1), R1-R10.
3. Ahvenainen, R. (2003). **"Active and intelligent packaging: an introduction,"** In Novel food packaging techniques (pp. 5-21). Woodhead Publishing.
4. Yam, K. L., Takhistov, P. T., & Miltz, J. (2005). **"Intelligent packaging: concepts and applications,"** Journal of food science, 70(1), R1-R10.
and Postharvest Research, 3(9), 122-132.
5. Tewari, G., Jayas, D. S., Jeremiah, L. E., & Holley, R. A. (2002). **"Absorption kinetics of oxygen scavengers,"** International journal of food science & technology, 37(2), 209-217.
6. Brody, A. L., Strupinsky, E. P., & Kline, L. R. (2001). **"Active packaging for food applications,"** CRC press.
7. Charles, F., Sanchez, J., & Gontard, N. (2006). **"Absorption kinetics of oxygen and carbon dioxide scavengers as part of active modified atmosphere packaging,"** Journal of food Engineering, 72(1), 1-7.
8. Ha, J. U., Kim, Y. M., & Lee, D. S. (2001). **"Multilayered antimicrobial polyethylene films applied to the packaging of ground beef,"** Packaging Technology and Science: An International Journal, 14(2), 55-62.
9. Ozdemir, M., & Floros, J. D. (2004). **"Active food packaging technologies,"** Critical reviews in food science and nutrition, 44(3), 185-193.
10. Zhu, Z., Zhang, Y., Zhang, Y., Shang, Y., Zhang, X., & Wen, Y. (2019). **"Preparation of PAN@ TiO2 nanofibers for fruit packaging materials with efficient photocatalytic degradation of ethylene,"** Materials, 12(6), 896.
11. Singh, S., Lee, M., Gaikwad, K. K., & Lee, Y. S. (2018). **"Antibacterial and amine scavenging properties of silver–silica composite for post-harvest storage of fresh fish,"** Food and Bioproducts Processing, 107, 61-69.
12. Gaikwad, K. K., Singh, S., & Lee, Y. S. (2017). **"A new pyrogallol coated oxygen scavenging film and their effect on oxidative stability of soybean oil under different storage conditions,"** Food science and biotechnology, 26(6), 1535-1543.
13. Singh, S., ho Lee, M., Shin, Y., & Lee, Y. S. (2016). **"Antimicrobial seafood packaging: a review,"** Journal of food science and technology, 53(6), 2505-2518.
14. Dainelli, D., Gontard, N., Spyropoulos, D., Zondervan-van den Beuken, E., & Tobback, P. (2008). **"Active and intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns,"** Trends in Food Science & Technology, 19, S103-S112.
15. Mujtaba, A., Masud, T., Butt, S. J., Qazalbash, M. A., Fareed, W., & Shahid, A. (2014). **"Potential role of calcium chloride, potassium permanganate and boric acid on quality maintenance of tomato cv. Rio grandi at ambient temperature,"** Int J Biosci, 5(9), 9-20.
16. Brody, A. L., Strupinsky, E. P., & Kline, L. R. (2001). **"Active packaging for food applications,"** CRC press.
17. Galić, K., Ćurić, D., & Gabrić, D. (2009). **"Shelf life of packaged bakery goods—A review,"** Critical reviews in food science and nutrition, 49(5), 405-426.
18. Nielsen, P. V., & Rios, R. (2000). **"Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs, and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard essential oil,"**

International journal of food microbiology, 60(2-3), 219-229.
19. Del Nobile, M. A., Martoriello, T., Cavella, S., Giudici, P., & Masi, P. (2003). **"Shelf life extension of durum wheat bread,"** Italian journal of food science, 15(3), 383-394.
20. Rodriguez, M., Medina, L. M., & Jordano, R. (2000). **"Effect of modified atmosphere packaging on the shelf life of sliced wheat flour bread,"** Food/Nahrung, 44(4), 247-252.
21. Fernandez, U., Vodovotz, Y., Courtney, P., & Pascall, M. A. (2006). **"Extended shelf life of soy bread using modified atmosphere packaging,"** Journal of food protection, 69(3), 693-698.
22. Berenzon, S., & Saguy, I. S. (1998). **"Oxygen absorbers for extension of crackers shelf-life,"** LWT-food science and technology, 31(1), 1-5.
23. Salminen, A., Latva-Kala, K., Randell, K., Hurme, E., Linko, P., & Ahvenainen, R. (1996). **"The effect of ethanol and oxygen absorption on the shelf-life of packed sliced rye bread,"** Packaging technology and science, 9(1), 29-42.
24. Almenar, E., Catala, R., Hernandez-Muñoz, P., & Gavara, R. (2009). **"Optimization of an active package for wild strawberries based on the release of 2-nonanone,"** LWT-Food Science and Technology, 42(2), 587-593.
25. Skandamis, P. N., & Nychas, G. J. E. (2002). **"Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions,"** International journal of food microbiology, 79(1-2), 35-45.
26. Han, J. H. (2003). **"Antimicrobial food packaging,"** Novel food packaging techniques, 8, 50-70.
27. Quintavalla, S., & Vicini, L. (2002). **"Antimicrobial food packaging in meat industry,"** Meat science, 62(3), 373-380.
28. Gómez-Estaca, J., López-de-Dicastillo, C., Hernández-Muñoz, P., Catalá, R., & Gavara, R. (2014). **"Advances in antioxidant active food packaging,"** Trends in Food Science & Technology, 35(1), 42-51.
29. Montero-Prado, P., Rodriguez-Lafuente, A., & Nerin, C. (2011). **"Active label-based packaging to extend the shelf-life of "Calanda" peach fruit: Changes in fruit quality and enzymatic activity,"** Postharvest Biology and Technology, 60(3), 211-219.
30. Lopez-de-Dicastillo, C., Alonso, J. M., Catala, R., Gavara, R., & Hernández-Muñoz, P. (2010). **"Improving the antioxidant protection of packaged food by incorporating natural flavonoids into ethylene− vinyl alcohol copolymer (EVOH) films,"** Journal of agricultural and food chemistry, 58(20), 10958-10964.
31. Nerin, C., Tovar, L., & Salafranca, J. (2008). **"Behaviour of a new antioxidant active film versus oxidizable model compounds,"** Journal of food Engineering, 84(2), 313-320.
32. Domínguez, R., Barba, F. J., Gómez, B., Putnik, P., Kovačević, D. B., Pateiro, M., ... & Lorenzo, J. M. (2018). **"Active packaging films with natural antioxidants to be used in meat industry: A review,"** Food Research International, 113, 93-101.

آدرس نویسنده

استان آذربایجان غربی- ارومیه- کیلومتر ۱۱ جاده سرو، دانشگاه ارومیه- دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی- گروه علوم و صنایع غذایی - کدپستی: ۵۷۵۶۱۵۱۸۱۸