Review

Investigation Factors affecting Migration Phenomenon from Plastic Packaging to Food Stuff

Habib Vahedi[1], Farzad Kobarfard[2*], Mohammad Azadbakht[3], Zinedine Babaei[3], Fateme Khaleghi[3]

1. Food Technology(P.hD), The Health of Plant and Livestock Products Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.
2. Professor, Department of Medicinal Chemistry, School of Pharmacy, Shaheed Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. The Health of Plant and Livestock Products Research Center (PLP). Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.
*. Corresponding Author: E-mail: kamalsafar@yahoo.com

(Received 14 October 2015; Accepted 20 December 2015)

Abstract

One of the reaction between food and plastic packaging material is the migration of packaging into the food stuff. Investigation and study of these reactions on food quality and safety is important because some migrating materials like Vinyl Chloride monomer (VCM), di (2-ethylhexyl) adipate (DEHA), styrene monomer (MS), Which are used as plasticizers in the plastic packaging materials cause different cancers in addition to their other environmental pollutions in the societies. In the present study, the effective factors on the phenomenon of migration from plastic packaging materials into food and it's effective for packaging food stuff safety.

Keywords: Acrylamide, Bread, Cancer, Free asparagine.

J ClinExc 2015; 4(Special Issue): 107-120 (Persian).

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2026-06-16]

مجله تعالی بالینی
آموزشی- پژوهشی
دوره چهارم ویژه نامه ایمنی غذا از مزرعه تا سفره(۱۲۰-۱۰۷)

بررسی عوامل مؤثر بر پدیده مهاجرت از بسته‌بندی‌های پلاستیکی به مواد غذایی

حبیب واحدی[۱*]، فرزاد کبارفرد[۲]، محمد آزادبخت[۳]، زین العابدین بابایی[۳]، فاطمه خالقی[۳]

چکیده

یکی از واکنش‌هایی که بین ماده غذایی و مواد بسته‌بندی‌های پلاستیکی در تماس با آن صورت می‌گیرد مهاجرت اجزاء بسته‌بندی به داخل ماده غذایی است. اهمیت مطالعه این واکنش‌ها بر کیفیت و ایمنی مواد غذایی بسته‌بندی شده بیشتر از این نظر است که برخی از مواد مهاجرت کننده از جمله مونومر وینیل کلراید، دی‌اتیل‌هگزیل‌آدیپات و مونومراستایرن که به‌عنوان پلاستی سایزر در ساختار بسته‌بندی‌های پلاستیکی رایج بکار گرفته می‌شوند علاوه بر آلودگی‌های زیست‌محیطی که به دنبال دارند دارای پیامدهای سمی از جمله ایجاد سرطان در جامعه می‌باشند. در مطالعه حاضر عوامل مؤثر بر پدیده مهاجرت از بسته‌بندی‌های پلاستیکی به مواد غذایی و اثرات آن بر ایمنی مواد غذایی بسته‌بندی شده مورد بررسی قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: ایمنی غذا، پلاستی‌سایزر، سرطان، مهاجرت، مونومر.

مبانی نظری پژوهش

امروزه با پیشرفت تکنولوژی و توسعه در صنعت غذا از یک طرف و نیز تمایل به دسترسی آسان به انواع مواد غذایی از طرفی دیگر، گرایش جامعه را به سمت استفاده از مواد غذایی آماده در بسته‌بندی‌های متنوع با ظاهری مناسب معطوف نموده است، همچنین این موارد منجر به تحول فزاینده‌ای در تکنولوژی بسته‌بندی مواد غذایی گردیده است(۱). امروزه در صنایع غذایی و بسته‌بندی مواد غذایی استفاده از ظروف شیشه‌ای به دلایلی از جمله وزن بالا، افزایش هزینه حمل‌ونقل، مقاومت پایین، یکنواختی کمتر ابعاد نسبت به سایر ظروف، خطرات جدی ناشی از وجود تکه یا خرده‌شیشه در غذا، حساس در مقابل شوک‌های حرارتی، احتمال شکستگی طی فرآیند و حمل‌ونقل، تغییرات رنگی در استفاده از اشعه برای نگهداری مواد غذایی، مشکلات مربوط به خورندگی درب‌های فلزی، عبور نور، باز نمودن درب و تقلب در آن، ایمنی پایین و برخی دلایل دیگر منجر به جایگزینی تدریجی انواع بسته‌بندی‌های پلاستیکی از جنس پلی‌اتیلن‌ترفتالات، پلی‌وینیل‌کلراید، پلی‌وینیلیدن‌کلراید، اکریلونیتریل و پلی‌استایرن شده است. ویژگی‌های منحصربه‌فرد بسته‌بندی‌های پلاستیکی از جمله کاهش حجم و وزن، قابلیت ارائه در شکل‌های مناسب، شفافیت مطلوب، نفوذپذیری کم و حمل‌ونقل آسان باعث شده است که تقاضای مصرف از این نوع پلی‌مرها نه تنها برای بسته‌بندی مواد غذایی بلکه در بسته‌بندی داروها افزایش یابد(۳،۲).

۱. دکترای تخصصی تکنولوژی مواد غذایی، مرکز تحقیقات سلامت فرآورده‌های گیاهی و دامی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران.
۲. استاد دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران، گروه شیمی‌دارویی، تهران، ایران.
۳. مرکز تحقیقات سلامت فرآورده‌های گیاهی و دامی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران.
*نویسنده مسئول: مازندران، ساری، مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم، دانشکده بهداشت، گروه علوم پایه E-mail: kamalsafar@yahoo.com
تاریخ دریافت:۱۳۹۴/۷/۲۲ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۴/۹/۲۲ تاریخ پذیرش:۱۳۹۴/۹/۲۹

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2026-06-16]

البته در مقام مقایسه از نقطه نظر سلامتی و ایمنی مواد غذایی یعنی مهاجرت آلاینده‌ها و مواد سرطان‌زا از بسته‌بندی به مواد غذایی، شیشه‌ها با توجه به اجزای سازنده آن‌ها و داشتن مزایایی از جمله غیرقابل نفوذ بودن در برابر خطرات میکروبی و شیمیایی، منفی بودن پدیده مهاجرت، قابلیت استفاده مجدد و برگشت به چرخه تولید، قابلیت درزبندی مجدد و ساخت در رنگ‌ها و شکل‌های متنوع به‌مراتب کم‌خطرتر از بسته‌بندی‌های پلاستیکی مخصوصاً از نظر آلودگی محیط‌زیست و ایجاد سرطان می‌باشند(۴). اما، از بسته‌بندی‌های پلاستیکی احتمال مهاجرت آلاینده‌هایی خطرناک و سرطان‌زا همچون باقی‌مانده پرواکسیدهای آلی، کاتالیست‌ها، نمک‌های فلزی مرکب، مایعات آلی چسبناک، استرهای اسیدفتالیک و اسیدفسفریک، رنگدانه‌ها، مواد باکتری‌کش و قارچ‌کش، نمک‌های آلی قلع، کلسیم اسیدچرب، فرمالدئید، فرمالدئیداوره، رزین‌فرمالدئید، منومر وینیل‌کلراید، مونومر استایرن، منومر اکریل‌آمید و یون‌های فلزی که به‌عنوان مواد اولیه در فرمولاسیون ساخت ظروف پلاستیکی با اهدافی از جمله بهبود پلی‌مرها، افزایش قابلیت انعطاف‌پذیری، پایدارکنندگی و جلوگیری از اکسیداسیون بکار می‌روند، وجود دارد که هم خطر آلودگی محیط‌زیست را در پی دارند و هم ایجاد سرطان در جامعه. گرچه ظروف پلاستیکی به‌خودی‌خود سمی نیستند ولی چون در بسته‌بندی‌های پلاستیکی از افزودنی‌هایی با وزن مولکولی کمتر از ۱۰۰۰ دالتون استفاده می‌شود(حداکثر وزن مولکولی برای ماده مهاجر و ایجاد سمیّت ۱۰۰۰ دالتون است)، احتمال مهاجرت منومرهای سرطان‌زا که طی عمل پلی مریزاسیون وارد واکنش نشده‌اند از پلاستیک‌ها به مواد غذایی وجود دارد(۱). خطر سرطان‌زایی منومر وینیل‌کلراید در انسان مورد ارزیابی قرار گرفته است و نشان داده است که، تنفس حیوانات آزمایشگاهی از هوای آلوده به ۱۰۰۰۰-۵۰ قسمت در میلیون منومر وینیل‌کلراید به مدت ۴ ساعت در روز، ۵ روز در هفته و ۱۲ ماه باعث به وجود آمدن تومورهایی در قسمت‌های مختلف بدن به‌ویژه کبد می‌گردد(۵). همچنین نشان داده شده است وینیل‌کلراید ایجاد موتاسیون می‌کند و باعث آسیب اسیدهای نوکلئیک می‌شود این مونومر اثرات سمی متعددی بر روی انسان نشان داده است(۶). اثرات مهم مشاهده شده در انسان عبارت است از؛ ضایعات استخوانی در اتصالات پایانی انگشتان دست و پا به‌اضافه ایجاد تغییراتی در کبد و طحال می‌باشد، کارگران صنایع تولید پلیمر که مدت زیادی در معرض مونومر وینیل‌کلراید قرار گرفته‌اند دچار فرم نایاب سرطان، سرطان کبد شده‌اند. آژانس بین‌المللی تحقیقات بر روی سرطان به این نتیجه رسیده است که مونومر وینیل‌کلراید در انسان ایجاد سرطان کبد و تومورهایی در مغز و ریه‌ها می‌کند(۷). سمیت وینیلیدین‌کلراید در انسان کمتر مطالعه شده است ولی در موش‌های آزمایشگاهی بر فعالیت چندین آنزیم کبدی تأثیر داشته است و ذخیره گلوتاتیون را در کبد کاهش داده است و حیواناتی که به مدت طولانی در معرض این پلیمر قرار داشته‌اند تعدادی تومور در بدن آن‌ها مشاهده شده است. اکریلونیتریل که بسیار سمی‌تر از مونومرهای کلردار است در حیوانات آزمایشگاهی باعث موتاسیون شده است و با آنزیم‌های کبدی وارد واکنش می‌گردد این پلیمر در حیوانات تبدیل به سیانید می‌شود و بعد از تبدیل شدن به تیوسیانات از راه ادرار خارج می‌شود. پلیمر استایرن در بدن به اکسید استایرن تبدیل می‌شود که مولد موتاسیون است. متابولیسم بیشتر اکسیداستایرن باعث تولید اسیدهیپوریک می‌شود. رایج‌ترین اثراتی که این مونومر در انسان ایجاد می‌کند تغییرات عصبی و روانی است(۸).

مقدمه

تکنولوژی بسته‌بندی یکی از بخش‌های مهم در ایمنی مواد غذایی است که نقش مهمی را در صنایع غذایی ایفا می‌نماید، بدین‌صورت که انواع فرآورده‌ها را از یکدیگر مشخص و متمایز می‌کند و غذاها را در برابر عوامل فیزیکی، شیمیایی، میکروبیولوژیکی و محیطی مؤثر بر فساد محافظت می‌نماید، علاوه بر این باعث کاهش حجم و وزن، جابجایی آسان و افزایش زمان نگهداری

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2026-06-16]

محصولات می‌شود، بسته‌بندی سدی است در مقابل غذا و عوامل محیطی، به‌طوری که کیفیت و نوع بسته‌بندی می‌تواند در جلوگیری از انتقال عوامل فساد از جمله نور، اکسیژن، حرارت، رطوبت، گازها، میکروارگانیسم‌ها و ماکروارگانیسم‌ها به داخل مواد غذایی تاثیر به سزایی داشته باشد و باعث افزایش ایمنی مواد غذایی و ماندگاری آن‌ها شود و غذا را در مقابل تغییرات میکروبی، بیولوژیکی و شیمیایی محافظت نماید(۹). امروزه بیش از ۳۰ نوع ماده پلاستیکی در صنعت بسته‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد(۱۰) به‌عنوان مثال پلی‌استایرن یکی از انواع مواد بسته‌بندی می‌باشد که با تولید سالیانه بیش از ۶×۱۰^{۶} تن در جهان، مقام چهارم را در بین سایر پلیمرها دارد(۱۱). در سطح مواد بسته‌بندی یک مشکل و خطر بهداشتی که سلامت و بهداشت عمومی جامعه را هدف قرار داده است، تحت عنوان پدیده مهاجرت باقیمانده‌ها و افزودنی‌ها در تماس با غذا مطرح می‌باشد(۱۲). بنابراین مهاجرت به فرآیند انتقال جرم از سطح بسته‌بندی به محصول بسته‌بندی شده به‌واسطه انجام واکنش فیزیکی یا شیمیایی گفته می‌شود تماس مستقیم میان ماده غذایی و مواد بسته‌بندی شرایط مناسبی را برای پدیده مهاجرت و ورود انواع مولکول‌ها و یون‌ها به‌طریقه فیزیکی و شیمیایی از بسته‌بندی به ماده غذایی فراهم می‌کند(۱۳). زمانی که مواد موجود در بسته‌بندی در تماس مستقیم با محصول بسته‌بندی شده قرار می‌گیرند، تغییرات و تبادل بین مواد پلاستیکی، محصول و محیط اتفاق می‌افتد، میزان برهم‌کنش، به نوع ماده پلاستیکی و نوع ماده غذایی وابسته است سرعت و چگونگی گسترش پدیده مهاجرت توسط خواص ماده مهاجرت کننده، پلاستیک، غذا، ترکیب و اجزاء مواد پلاستیکی و مواد غذایی، میزان سطح نسبت به حجم فرآورده بسته‌بندی شده، مدت‌زمان تماس غذا با سطوح بسته‌بندی، دما، شکل فیزیکی غذا و نوع ماده پلاستیکی در تماس مستقیم با ماده غذایی تعیین می‌شود(۱۴). فرآیند انتقال جرم از مواد پلاستیکی به داخل مواد غذایی از قانون اول فیک تبعیت می‌کند(۱۵). اثرات مزمن منومرها از جمله مونومر استایرن مربوط به متابولیت‌های آن به‌ویژه اکسید استایرن است که واجد اثرات بسیار مخرب بر روی سیستم عصبی مرکزی و کبد انسان می‌باشد و حتی می‌تواند منجر به شکستگی‌های کروموزومی در لنفوسیت‌های انسان شود(۱۶). منومر استایرن توسط سیتوکروم P450 به متابولیتی به نام استایرن ۷ و ۸ اکساید تبدیل می‌شود، که این متابولیت در اثر باند شدن با DNA را سرانجام منجر به ایجاد سرطان می‌شود(۱۷). همچنین از سال ۱۹۸۰ نگرانی در مورد پلاستی سایزر دی‌اتیل‌هگزیل‌آدیپات که در ساختار پلاستیک‌های پلی‌اتیلن‌ترفتالات، پلی‌وینیل‌کلراید، پلی‌وینیلیدن‌کلراید، کاغذ و پوشش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد آغاز شده است برنامه ملی سم‌شناسی امریکا اعلام نموده که استفاده از پلاستی‌سایزر دی‌اتیل‌هگزیل‌آدیپات در میزان‌های بالا اثرات سرطان‌زایی بر موش‌ها دارد و باعث شیوع و پیشرفت تومورهای کبدی می‌شود(۲۰-۱۸). بر همین اساس به دلیل افزایش مصرف مواد پلاستیکی در جهان جهت بسته‌بندی مواد غذایی در زندگی انسان و مخصوصاً در صنعت غذا و با توجه به اثرات زیان‌باری که این ترکیبات بر سلامتی انسان دارند و از آنجائی که در سال‌های اخیر در ایران و سایر کشورها مصرف پلاستیک‌ها خصوصاً استفاده از بسته‌بندی‌های پلاستیکی در شکل‌های مختلف ترجیحاً جایگزین سایر ظروف شیشه‌ای شده‌اند، این مطالعه باهدف بررسی عوامل مؤثر بر پدیده مهاجرت از بسته‌بندی به داخل غذا و اثرات آن بر ایمنی مواد غذایی و بهداشت عمومی جامعه انجام گرفته است.

روش پژوهش

این مطالعه مروری مبتنی بر مطالعه مهاجرت مواد سمی و مضر از بسته‌بندی به مواد غذایی از جمله از مونومر مهاجر و سرطان‌زای اکریل‌آمید(۲۱) و اندازه‌گیری اکریل‌آمید(۲۲) و چاپ یک جلد کتاب در زمینهٔ ماده مهاجر اکریل‌آمید(۲۳) و ۲ مرجع علمی معتبر در زمینهٔ تکنولوژی بسته‌بندی مواد غذایی و تکنولوژی فرآوری غذا(۲،۱) و جستجوی منابع الکترونیکی از سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۶۱ در پایگاه داده‌های اطلاعاتی در

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2026-06-16]

دسترس Medline, Pubmed, Science Direct, ProQuest, SID, ISI web science, IranMedex, Scopus, PubMed, ISC بدون هرگونه محدودیت زمانی و به دو زبان فارسی و انگلیسی انجام گرفت. جهت جستجو در منابع الکترونیکی از کلیدواژه‌های ایمنی غذا، پلاستی‌سایزر، سرطان، مهاجرت، بسته‌بندی پلاستیکی، مونومر وینیل‌کلراید، مونومر استایرن و اکریل‌آمید، پلی‌اتیلن‌ترفتالات، پلی وینیل‌کلراید، پلی‌استایرن و پلی‌اتیلن، وینیل‌استات، پروپیلن و پلی‌آمید و آنتی‌اکسیدان‌ها، پایدار کننده‌ها و کاتالیست‌ها در مواد بسته‌بندی استفاده شد. در ابتدا ۱۰۰ مقاله در پایگاه‌های داده‌های اطلاعاتی یافت شد؛ اما از این تعداد تنها ۵۲ مقاله واجد شرایط معیارهای ورود جهت مطالعه عوامل مؤثر بر پدیده مهاجرت از بسته‌بندی‌های پلاستیکی به مواد غذایی انتخاب شدند.

نتایج

یافته‌های پژوهشی مطالعات انجام شده در مورد مهاجرت مواد مهاجر خاص که طی تحقیقات گسترده‌ای توسط مراکز علمی بین‌المللی مورد بررسی و پایش قرار گرفته‌اند و منتشر شده‌اند عبارتند از: طی سال‌های ۱۹۵۳، ۱۹۶۱، ۱۹۶۶ و ۱۹۹۱ مهاجرت رطوبت از کارامل، خامه و سایر موادغذایی با فعالیت آب بالا به آجیل‌ها در صنایع قنادی گزارش شده است(۲۷-۲۴). طی ۱۹۸۲، ۱۹۷۵و ۱۹۷۱ در خصوص برهم‌کنش بسته و غذا حاکی از این است که در شرایط مختلف فرآوری مهاجرت نرم‌کننده‌ها(پلاستی‌سایزرها)، رنگ‌دانه‌ها، یون‌های فلزی از پلاستیک‌ها به غذا مورد مطالعه قرار گرفته است و همچنین انتقال روغن از غذا به مواد پلاستیکی مخصوص بسته‌بندی نشان داده شده است(۳۰-۲۸). ژولای ۱۹۹۳ ترکیبات فلزی از پلاستیک‌ها، اکتبر ۱۹۹۳ هیدروکربن‌ها از شکلات، فوریه ۱۹۹۴ ترکیب فیلم‌های پوشش‌دهنده مواد غذایی، می ۱۹۹۴ فرمالدئید در پوشش چای‌های کیسه‌ای، سپتامبر ۱۹۹۴ بنزن در پلاستیک‌های در تماس با مواد غذایی، اکتبر ۱۹۹۴ مونومر استایرن در غذا، ژوئن ۱۹۹۴ عوامل سفیدکننده فلوئورسنت، آوریل ۱۹۹۵ دیوکسین‌ها در بسته‌بندی‌های پلاستیکی از جنس پی‌وی‌سی به مواد غذایی انجام شده است(۱). طی مطالعه‌ای دیگر در سال ۱۹۹۴ مشخص شده است که مهاجرت روغن از آجیل‌ها به سایر ترکیبات مواد غذایی انجام شده است(۳۱). می ۱۹۹۵ فتالات‌ها در کاغذ و پوشش‌های بسته‌بندی، ژوئن ۱۹۹۵ عوامل ضد روغنی در کاغذ و پوشش بسته‌بندی، جولای ۱۹۹۵ عوامل رساننده در کارتن بسته‌بندی مواد غذایی، می ۱۹۹۶ بررسی بقایای مونومرهای آمینی از عوامل پایدارکننده مرطوب در کاغذ در تماس با غذا، اکتبر ۱۹۹۷ بررسی مونومرهای آپوکسی در کنسروها، دسامبر ۱۹۹۷ پنتاکلروفنول در کاغذهای مورد استفاده برای موادغذایی خرده‌فروشی، سپتامبر ۱۹۹۸ مواد شیمیایی از قوطی کنسرو مواد غذایی و نوشیدنی‌ها، ژانویه ۱۹۹۹ دی ایزوپروپیل نفتالن‌ها در بسته‌بندی مواد غذایی یا کاغذها و پوشش‌های بازیافت شده، ژانویه ۱۹۹۹ مواد شیمیایی از قوطی‌های کنسرو مواد غذایی و نوشیدنی‌ها، آوریل ۱۹۹۹ میزان بی‌فنیل‌های پلی‌کلرینه در مواد غذایی خرده‌فروشی بسته‌بندی شده با کاغذ و مواد پوشش‌دهنده، سپتامبر ۱۹۹۹ مهاجرت روغن سویا حاوی اپوکسی از واشرهای پلاستیکی، نوامبر ۱۹۹۹ مطالعه کل رژیم غذایی از نظر مونومر استایرن، اکتبر ۲۰۰۰ بنزوفنون از کارتن‌ها، اکتبر ۲۰۰۰ مواد شیمیایی ترفتالیک، ایزوفتالیک و اسیدها از قوطی کنسرو به مواد غذایی، نوامبر ۲۰۰۰ مونومر آپوکسی و ترکیبات مربوط به آن‌ها در کنسروها، ژانویه ۲۰۰۱ مرکاپتوبنزوتیازول و بنزوتیازول از لاستیک‌ها(۱). آوریل ۲۰۰۱ بررسی بیس‌فنول از کنسروها و شیشه‌های پلاستیکی مخصوص شیر کودکان(۳۲). جولای ۲۰۰۲ مطالعه کاغذ و پوشش های بسته‌بندی به عنوان منبعی احتمالی برای مهاجرت آکریل آمید به مواد غذایی(۱). مطالعات گسترده انجام شده در انگلستان نشان می‌دهد که میزان مهاجرت مونومرهای استایرن در ۲۴۸ نمونه ماده غذایی که در بسته‌هایی یکسان از تولیدکنندگان جمع‌آوری شده بود، اندازه‌گیری شد. همچنین نمونه‌هایی از شیر و فرآورده‌های خامه که در بسته‌بندی‌های

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2026-06-16]

یک‌نفره(حدود ۱۰ گرم) عرضه می‌شدند مورد بررسی و پایش قرار گرفتند و مشاهده شد که حاوی بالاترین میزان استایرن ۲۲۳- ۲۳ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم از حدود با مقدار میانگین ۱۳۴ میکروگرم ازای هر کیلوگرم بودند. دو نمونه از اسپردهای کم‌چربی به طور متوسط حاوی ۹ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم حاوی استایرن بودند. در اکثر نمونه‌های باقیمانده میزان استایرن ۶۰-۱۰ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم و به طور متوسط کمتر از ۳ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم حاوی استایرن بودند(۱، ۳۴-۳۳).

یافته‌های پژوهشی گزارش شده و منتشر شده در مورد مهاجرت مواد از بسته‌بندی‌های پلاستیکی به داخل مواد غذایی توسط مراکز علمی در ایران، نتایج مطالعات صورت گرفته در سال ۱۹۹۰ بیانگر این است که مهاجرت پلاستی‌سایزرها از پلاستیک‌های پلی‌وینیل‌کلراید مورد استفاده در گوشت چرخ‌کرده انجام شده است و نشان داده شده است که میزان مهاجرت در یک زمان معین در گوشت حاوی ۵۵ درصد چربی به میزان ۸۱/۸ میلی‌گرم به کیلوگرم می‌باشد. میزان مهاجرت بیشتر پلاستی‌سایزرها ناشی از وزن مولکولی پایین‌تر، حلالیت بیشتر در چربی و میزان استفاده بیشتر در پلاستیک پلی‌وینیل‌کلراید مورد استفاده در بسته‌بندی می‌باشد میزان مهاجرت پلاستی‌سایزرها به دلیل محلولیت در چربی با افزایش میزان چربی گوشت افزایش می‌یابند، زمانی که این مواد با قسمت ماهیچه‌ای گوشت ارتباط دارند مهاجرت این مواد بیشتر است. همچنین شرایط نگهداری ماده غذایی بر مهاجرت تأثیرگذار است، به‌نحوی‌که میزان مهاجرت پلاستی‌سایزرها از پلاستیک پلی‌وینیل‌کلراید به قطعات گوشت در منفی ۲۰ درجه سانتی گراد کمتر از ۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، علاوه بر این مشاهده شده است که هر چه دمای نگهداری مواد غذایی کمتر باشد مهاجرت کمتر انجام خواهد شد(۳۵). مطالعه انجام شده در سال ۲۰۰۱ در خصوص بررسی وضعیت آلاینده‌های پلاستیکی در شیر و فرآورده‌های لبنی نشان داده است که آلاینده‌های پلاستیکی قابلیت آن را دارند تا در یکی از اجزای چربی، پروتئین و آب موجود در شیر تاثیرگذار باشند استرهای فتالیک اسیدها به خصوص دی‌اتیل‌هیدروکسی‌فتالات‌ها که به نحو گسترده‌ای در پلاستیک‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند از ابتدای مراحل شیردوشی تا مراحل بعدی مانند بسته‌بندی، فرآورده‌های لبنی را تحت تاثیر خود قرار می‌دهند پلی‌اتیلن با دانسیته بالا محلول در چربی بوده و میزان غلظت آن در شیر و فرآورده‌های لبنی از PPb تا PPM[1] تغییر می‌کند(۳۶). مطالعه انجام شده در سال ۲۰۰۷ تحت عنوان اثر مهاجرت ان‌اکتان بر کیفیت امولسیون‌های نوشیدنی در بسته‌بندی‌های پلاستیکی پلی‌اتیلن با وزن مخصوص بالا نشان می‌دهد که انتقال جرم بین ماده بسته‌بندی و محتویات آن در طی شرایط نگهداری بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی غذاها تاثیر اساسی دارد. بررسی واکنش‌های احتمالی بین ظروف پلاستیکی پلی‌اتیلن با وزن مخصوص بالا و عصاره نوشیدنی‌های غیرالکلی نشان داده است که عصاره‌های بسته‌بندی شده در ظروف پلاستیکی پلی‌اتیلن با وزن مخصوص بالا در درجه حرارت‌های ۴، ۲۵ و ۴۸ سانتی‌گراد نگهداری شده بودند ان‌اکتان در نمونه‌های نگهداری شده در ۴ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد شناسایی نشد و نمونه‌های نگهداری شده در ۴۸ درجه سانتی‌گراد خیلی کمتر از مقدار مجاز بود کمترین تغییرات ارگانولپتیکی در ۴ درجه سانتی‌گراد و شرایط تاریکی قابل مشاهده بود همچنین نتایج کلی بدست آمده نشان داده است که بسته‌بندی پلاستیکی پلی اتیلن با وزن مخصوص بالا بسته‌بندی مناسبی جهت امولسیون‌های طعم‌دهنده در صنایع نوشابه‌سازی می‌باشد و همچنین کنترل دما موثرترین عامل در نگهداری بهینه امولسیون‌های طعم‌دهنده معرفی می‌باشد(۳۷). مطالعه انجام شده توسط در سال ۲۰۰۹ در خصوص تأثیرات جانبی استفاده از پلاستیک پلی‌اتیلن‌ترفتالات به‌عنوان یک ماده بسته‌بندی در خصوصیات کیفی شیر استریلیزه و پاستوریزه نشان داده است که بطری‌های پلاستیکی

[1]. Parts Per Million

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2026-06-16]

پلی‌اتیلن‌ترفتالات مصرفی در ایران که در حال حاضر جهت بسته‌بندی شیر بکار می‌روند، از ممانعت کنندگی لازم در برابر عوامل محیطی چون نور و اکسیژن برخودار نبوده و همچنین با توجه به درصد بالاتر از حد استاندارد مواد بازیافتی و شرایط نامطلوب تولید از ایجاد بو و طعم‌های نامطلوب جلوگیری نمی‌کنند(۳۸). مطالعه دیگر انجام شده در سال ۲۰۰۹ حاکی از این است که فیلم‌های ضخیم پلی‌وینیل‌کلراید، هیدروکربن‌های معدنی بکار گرفته شده در پوشش‌دهنده‌های پنیر از جمله پارافین مایع، وازلین، پارافین سخت و موم‌های ریز بلور، بطری‌های پلاستیکی، فتالات‌ها که به‌عنوان جوهر چاپ در سطح خارجی بسته‌بندی بکار گرفته می‌شوند و چسب‌های بکار گرفته شده برای درزبندی از منابع مهم مواد مهاجر محسوب می‌شوند. همچنین پلاستی‌سایزرها می‌توانند از میان لایه‌های بسته‌بندی پلاستیکی به درون ماده غذایی مهاجرت نمایند، مواد تشکیل‌دهنده چاپ می‌توانند به لایه چسب‌دار بسته‌بندی مهاجرت کرده و در تماس مستقیم با ماده غذایی قرار گیرند و بعد از بسته‌بندی مواد غذایی بلافاصله به درون غذا مهاجرت نمایند(۲۱). مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۳ تحت عنوان بررسی مهاجرت پلاستی‌سایزر دی‌اتیل‌هگزیل‌آدیپات از بطری پلی‌اتیلن‌ترفتالات به داخل محلول مدل غذایی اسیدی نشان داده است که روند مهاجرت با گذشت زمان و افزایش دما افزایش می‌یابد. تغییر دمای نگهداری از ۲۵ به ۴۵ درجه سانتی‌گراد تاثیر زیادی در افزایش ضریب نفوذ جزء مهاجرت کننده داشته است، میزان مهاجرت پلاستی‌سایزر اتیل‌هگزیل‌آدیپات به داخل محلول غذایی اسیدی کمتر از حد تعیین شده توسط استاندارد اروپایی بوده است که نشان‌دهنده ایمن بودن بسته‌بندی‌های پلاستیکی پلی‌اتیلن‌ـ ترفتالات است(۳۹).

بحث

یافته‌های پژوهشی به دست آمده از این مطالعه در جهان و ایران نشان می‌دهد که استفاده از مواد پلاستیکی جهت بسته‌بندی مواد غذایی در سطح جهان کاربرد بیشتری دارد. یکی از یافته‌های مهم و تأثیرگذار بر پدیده مهاجرت تاثیر درجه حرارت نگهداری مواد غذایی می‌باشد نتایج مطالعات نشان می‌دهد که در مدل های غذایی در دمای یخچال(۴ درجه سانتی گراد) هیچ‌گونه مهاجرتی صورت نگرفته است ولی مشاهده شده است که افزایش دما به اندازه ۲۰ درجه سانتی‌گراد ضریب انتشار ۱۳ ترکیب مهاجرت کننده پلاستیک‌های پلی‌اتیلن‌ترفتالات را بین ۲۹-۱۳ بار افزایش می‌دهد(۴۰). همچنین بطری‌های پلی‌اتیلن‌ترفتالات حاوی اتانول دمای انتقال شیشه‌ای کمتری را نسبت به بطری‌های خالی نشان داده‌اند و این بطری‌ها میزان مهاجرت بیشتری را به داخل محلول‌های مدل غذایی نشان داده‌اند و مشاهده شده است زمانی که پلی‌مری در دمای نزدیک به دمای انتقال شیشه‌ای و در دمای ثابت نگهداری می‌شود حجم مخصوص آن کاهش می‌یابد(۴۱). یافته‌ها نشان می‌دهد که ضریب نفوذ پلاستی‌سایزر دی‌اتیل‌هگزیل‌آدیپات در بطرهایی پلاستیکی پلی‌اتیلن‌ترفتالات در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد ۱۲/۶ برابر مقدار این ضریب در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد است و چون ضریب نفوذ پارامتری وابسته به دما می‌باشد لذا تاثیر دما بر روند مهاجرت قابل توجه می‌باشد و مشاهده شد که در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد هیچ‌گونه مهاجرتی از پلاستی‌سایزر دی‌اتیل‌هگزیل‌آدیپات به داخل محلول مدل غذایی انجام نشده است و افزایش دمای ذخیره‌سازی از ۲۵ به ۴۵ درجه سانتی‌گراد سبب افزایش قابل توجه در ضریب نفوذ جزء مهاجرت کننده در بطری‌های پلی‌اتیلن‌ترفتالات و افزایش مهاجرت می‌شود(۳۸). بررسی حاصل از ارتباط نوع بسته‌بندی با تغییر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و ارگانولپتیکی نشان می‌دهد که مهاجرت ان‌ـاکتان در دمای ۴ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام نشده است و میزان مهاجرت در دمای ۴۸ درجه سانتی‌گراد کمتر از مقدار مجاز ان‌ـاکتان(۳۰۰ PPM) تعیین شده توسط اداره غذا و داروی امریکا مشاهده می‌باشد، بسته‌بندی پلاستیک‌های پلی‌اتیلن با وزن مخصوص بالا هیچ‌گونه اثر منفی در زمان مورد بررسی در عرض ۳ ماه بر روی صفات مورد بررسی نشان داده‌اند و

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2026-06-16]

جهت نگهداری امولسیون‌های طعم‌دهنده نوشابه مناسب می‌باشد. کمترین تغییرات ارگانولپتیکی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در ظروف پلاستیکی پلی‌اتیلن با وزن مخصوص بالا قابل مشاهده شده است، لذا به نظر می‌رسد بسته‌بندی پلاستیکی پلی‌اتیلن با وزن مخصوص بالا بسته‌بندی مناسبی جهت امولسیون‌های طعم‌دهنده در صنایع نوشابه می‌باشد اما کنترل دما موثرترین عامل در نگهداری بهینه امولسیون‌های طعم‌دهنده می‌باشد(۳۹). یافته‌ها نشان می‌دهد که یکی از فعالیت‌هایی که به‌طور متداول توسط مراکز تحقیقاتی انجام می‌شود اندازه‌گیری مستمر چربی شیر از نظر میزان آلاینده‌های فتالات‌ها می‌باشد همچنین جابجا نمودن قسمت‌های سیاه لاستیکی ماشین‌های شیر دوشی با لاستیک‌های سلیکون‌دار و دارای رنگ‌های طبیعی موجب کاهش اساسی مقدار فتالات‌ها در شیر خام می‌شود مطالعات و بررسی‌های جامع نشان داده است که میزان فتالات‌ها در پلاستیک‌های سلیکون‌دار صدها برابر کمتر از پلاستیک‌های سیاه معمولی است(۳۶). از مهم‌ترین عوامل دیگر که بر روی مقدار و وسعت مهاجرت از بسته‌بندی به داخل موادغذایی تاثیر می‌گذارد ترکیب و اجزاء مواد پلاستیکی می‌باشد نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که میزان اولیه بالای استفاده از پلاستی‌سایزرها در پلی‌مرهای بسته‌بندی‌ها می‌تواند زمینه مهاجرت پلاستی‌سایزرها را به داخل ماده غذایی در نتیجه اختلاف غلظت بالا فراهم نمایند(۴۳). همچنین در ارزیابی مواد پلاستیکی باید تفاوت اساسی بین پلی‌مر واقعی و اضافه نمودن منومرهایی با وزن مولکولی پائین را در نظر داشت مثلا پلی‌مرهای خاصی که در صنایع فرآورده‌های لبنی مورد استفاده قرار می‌گیرند قابلیت غیرقابل حل زیادی دارند و عامل اصلی مهاجرت در این نوع بسته‌بندی‌ها مواد با وزن مولکولی پائین می‌باشند که در مرحله تولید به مواد پلاستیکی باهدف افزایش قابلیت انعطاف‌پذیری(نرم‌کنندگی) افزوده می‌شوند. میزان استفاده از مواد با وزن مولکولی پایین بستگی به میزان سمیت آن‌ها و میزان مهاجرت این مواد به داخل مواد غذایی دارد. یافته‌ها حاکی از این است که سمیت در اثر حضور مونومر وینیل‌کلراید در ساختمان پلاستیک‌های پی‌وی‌سی و منومر استایرن در ساختمان پلاستیک‌های پلی‌استایرن اتفاق می‌افتد بعد از این که مسئله سرطان‌زایی ناشی از مونومر وینیل‌کلراید در سال ۱۹۸۶ در کارخانه ملامین‌سازی گزارش شد(۳۶)، بسیاری از کشورها بیشترین مقدار وینیل‌کلراید را که می‌تواند در ساختمان پلاستیک‌های پی‌وی‌سی مورد استفاده قرار گیرد ۰/۵ پی‌پی‌ام مشخص نمودند، این محدودیت باعث شد که تولیدکنندگان پلاستیک‌های پی‌وی‌سی با تکنیک‌های پیشرفته میزان مونومر وینیل‌کلراید را در مواد بسته‌بندی کاهش دهند(۷). همچنین نتایج مطالعه نشان می‌دهد که میزان مهاجرت مواد با وزن مولکولی پائین به نوع مواد غذایی بستگی دارد میزان مهاجرت این نوع مواد در مواد لبنی بستگی به میزان وزن مولکولی، ترکیب شیمیایی، قابلیت انحلال این مواد و میل ترکیبی آن‌ها با اجزاء پلی‌مری با وزن مولکولی بالا دارد. از میان اجزاء با وزن مولکولی پائین، مونومرها مشکل‌سازتر هستند. چراکه، در حجم زیادی جهت ایجاد انعطاف‌پذیری بیشتر به مواد پلاستیکی به میزان بیش از ۴۰ درصد ممکن است مورد استفاده قرار گیرند. منومرها با وزن مولکولی پایین علاوه بر اینکه به‌آسانی در چربی حل می‌شوند ناقل هم محسوب می‌شوند و قادرند مواد دیگری را با خود به سطح بیاورند. همچنین نتایج نشان می‌دهند که ضخامت و ساختمان مواد پلاستیکی تاثیر مهمی بر روی میزان مهاجرت مواد از پلاستیک‌ها به داخل مواد غذایی دارند هر چه قدر ضخامت مواد پلاستیکی بیشتر باشد به دلیل استفاده بیشتر از مونومرهای با وزن مولکولی کم میزان مهاجرت به مواد غذایی بیشتر انجام خواهد شد نوع و جنس لایه داخلی در تماس با محصول بر روی میزان مهاجرت مواد از بسته‌بندی به مواد غذایی تاثیر مهمی دارد(۳۶). یکی دیگر از یافته‌های موثر بر مهاجرت مواد از بسته‌بندی به مواد غذایی ترکیب و اجزاء مواد غذایی می‌باشد به‌نحوی‌که ترکیب مواد غذایی و شرایط فیزیکی آن‌ها(جامد و مایع) می‌تواند بر روی میزان مهاجرت مواد بسته‌بندی به مواد غذایی تأثیرگذار باشد. از جمله شیر و

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2026-06-16]

فرآورده‌های آن در تماس با مواد پلاستیکی می‌توانند اثر حلال را داشته باشد(هم به علت مایع بودن هم به علت داشتن فاز چربی)، به همین لحاظ میزان آب و چربی در فرآورده‌های لبنی اهمیت زیادی در مهاجرت مواد پلاستیکی به داخل فرآورده دارند. همچنین فرآورده‌های با چربی کم و یا بدون چربی جهت مهاجرت مواد با وزن مولکولی کم از مواد پلاستیکی به داخل فرآورده نقش مهم‌تری در مقابل مهاجرت ایفا می‌نمایند و فرآورده‌های خشک که دارای چربی کمتر می‌باشند، مقاومت بیشتری در مقابل مواد بسته‌بندی از خود نشان می‌دهند همچنین فرآورده‌های خمیری شکل و مایع حساسیت بیشتری از سایر فرآورده‌ها در مقابل مهاجرت از خود نشان می‌دهند(۳۶،۲۱). دیگر یافته موثر بر پدیده مهاجرت میزان سطح نسبت به حجم فرآورده می‌باشد به نحوی که نشان داده شده است حجم موادی که از بسته‌بندی به داخل مواد غذایی مهاجرت می‌یابند مستقیما بستگی به میزان سطح تماس بین مواد پلاستیکی و مواد غذایی دارد بدین صورت که هرچه سطح تماس بیشتر باشد میزان مهاجرت بیشتر خواهد بود در نتیجه در شرایط مساوی، آلودگی مواد غذایی در بسته‌های کوچک به‌مراتب بیشتر از بسته‌های بزرگ می‌باشد. یکی دیگر از یافته‌های مهم مطالعه و تأثیرگذار بر پدیده مهاجرت مدت زمان تماس محصول با سطوح مواد پلاستیکی می‌باشد؛ که این مدت از چند روز تا چند ماه در فرآورده‌های شیری پاستوریزه و استریلیزه متغیر می‌باشد، در درجه حرارت ثابت سرعت انتشار اجزاء دارای مواد با وزن مولکولی کم بستگی به ارتباط سایر اجزاء بسته‌بندی‌های پلاستیکی و حلالیت آن‌ها با مواد غذایی دارد. اجزاء حلال مثل نرم‌کننده‌ها معمولا در سطح تجمع پیدا می‌کنند و گاهی به طور کامل در عرض ۴۸ ساعت به داخل مواد غذایی مهاجرت می‌کنند همچنین ممکن است اجزاء مواد غذایی مانند چربی‌ها، آب و الکل به داخل مواد بسته‌بندی پلاستیکی مهاجرت نموده و بر روی مهاجرت مواد بسته‌بندی به داخل مواد غذایی تأثیر بگذارند که در این رابطه بایستی به ظروف پلاستیکی پلی‌اتیلینی و ظروف پلاستیکی پلی‌وینیل کلراید که مورد استفاده قرار می‌گیرند توجه بیشتری مبذول گردد(۲۱). دیگر یافته موثر بر پدیده مهاجرت تاثیر نور می‌باشد که نشان می‌دهد میزان جذب نور توسط یک بسته‌بندی غذا قابل محاسبه می‌باشد ولی آن قسمت از نور که از مواد بسته‌بندی عبور می‌کند با استفاده از قانون بیر- لامبرت قابل محاسبه می‌باشد. مقدار نوری که از یک بسته‌بندی عبور می‌کند یا جذب می‌شود بستگی به نوع مواد مخصوص بسته‌بندی و طول موج نور دارد. مواد سازنده برخی بسته‌بندی‌های پلاستیکی مثل پلی‌اتیلن‌های سبک، نور مرئی و نور فرابنفش را با یک شدت عبور می‌دهند و برخی پلاستیک‌ها مثل پلاستیک‌های پلی‌وینیل کلراید نور مرئی را عبور می‌دهند ولی نور فرابنفش را جذب می‌کنند که در این گونه موارد بایستی جهت جلوگیری از تاثیر نور بر پدیده مهاجرت در بسته‌بندی‌ها محدودیت عبور نور اعمال گردد. ولی عبور نور از بسته‌بندی‌هایی که رویت محتویات آن‌ها ضروری است بلامانع است، ورود نور به درون موادی که امکان فساد غذا بر اثر نور وجود دارد مثل اکسیداسیون چربی‌ها، از بین رفتن آمینواسیدهای متیونین، هیستیدین، تیروزین، تریپتوفان، سیستین، لیزین و کاهش ویتامین‌های C، اسیدفولیک، B_{12} و ریبوفلاوین باید محدود شود(۲).

نتیجه‌گیری

میزان مهاجرت از مواد بسته‌بندی به داخل غذا به عوامل متعددی بستگی دارد. مهم‌تر از هر عاملی مقدار مواد مهاجری است که به طور بالقوه در ساختمان بسته‌بندی قرار دارد. این مقادیر مخصوصا مونومرهای سرطان‌زا بایستی در زمان ساخت و طراحی بسته‌بندی‌های پلاستیکی به حداقل رسانده شوند. مدت زمان تماس بین غذا و بسته‌بندی تاثیر مستقیم بر روی مهاجرت دارد. همچنین از آنجایی که پدیده مهاجرت فرآیندی تدریجی است میزان ترکیبات سازنده غذا، افزودنی‌ها و شرایط نگهداری یک ماده غذایی اهمیت بالایی در میزان وقوع احتمالی مهاجرت دارند. میزان مهاجرت مونومر آب‌گریزی مثل مونومر استایرن بستگی به میزان چربی مواد غذایی دارد،

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2026-06-16]

این موضوع طی تحقیقاتی بر روی مهاجرت مونومر استایرن به داخل پودر کاکائو و شکلات‌ها نشان داده شده است. نشان داده شده است که میزان مهاجرت مواد از پلاستیک‌های پلی‌ونینیل کلراید در حضور مواد افزودنی و استر اسیدهای چرب تشدید می‌گردد(۴۴). پلاستیک پلی‌اتیلن‌ترفتالات به دلیل داشتن ماهیتی خنثی و خواص فیزیکی خاص دارای کاربرد فراوانی در صنایع غذایی و بسته‌بندی مواد غذایی می‌باشد، از این پلاستیک به طور معمول برای بسته‌بندی آب‌معدنی، نوشابه‌ها، ماءالشعیر و روغن‌های خوراکی استفاده می‌شود، ولی بایستی به این نکته در زمان ساخت این بطری‌ها توسط صنایع توجه شود که این بطری‌ها دارای باقیمانده ترکیبات مضر و سمی نباشند، زیرا احتمال اینکه این نوع بطری‌ها بعد از تولید حاوی ترکیباتی با وزن مولکولی کم باشند دور از انتظار نمی‌باشد. تاکنون اثرات سمی و سرطان‌زایی پلاستی سایزرهای دی‌اتیل‌هگزیل‌آدیپات، منومر وینیل‌کلراید و منومر استایرن نشان داده شده است(۱۸،۵۲-۴۵). با نگهداری موادغذایی در درجه حرارت‌های پایین‌تر از ۴ درجه سانتی‌گراد میزان مهاجرت پلاستی‌سایزر دی‌اتیل‌هگزیل‌آدیپات بسیار ناچیز می‌باشد؛ اما طولانی شدن زمان نگهداری مواد غذایی منجر به افزایش میزان مهاجرت می‌شود(۳۸). اکثر مواد پلاستیکی خاصیت لیپوفیلی بیشتری از هیدروفیلی دارند، با افزایش چربی در محصول فرآیند مهاجرت تشدید می‌شود مخصوصا زمانی که سطح خارجی ماده غذایی به چربی یا روغن آغشته باشد. همچنین هر چه درجه حرارت نگهداری بالاتر باشد میزان انتقال مواد بسته‌بندی مخصوصا مواد قابل حل در چربی به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. لذا با انتخاب محصولات کم‌چرب و بسته‌بندی‌شده در ظروف پلاستیکی بزرگ‌تر، دارای ضخامت کمتر، نگهداری در دمای زیر ۴ درجه سانتی‌گراد و خودداری از مصرف دوباره پلاستیک‌ها می‌توان پدیده مهاجرت را به حداقل رساند. مواد با وزن مولکولی پایین که همیشه در مرحله تولید با حجم زیادی به مواد پلاستیکی اضافه می‌شوند عامل اصلی مهاجرت می‌باشند این مواد ایجاد مشکلات بیشتری می‌کنند. در بین مومنومرها خطر سرطان‌زایی مونومر وینیل‌کلراید بیشتر از همه گزارش شده است و به همین دلیل استفاده از آن در ساختمان پلاستیک‌ها بسیار محدود شده است. انتخاب مناسب‌ترین بسته‌بندی جهت مواد غذایی نیازمند دانش و درک صحیح از شیمی مواد، میکروبیولوژی موادغذایی و شرایط محیطی است(۲۱).

پیشنهاد برای آینده

- بررسی میزان عبور منومرهای مهاجرت‌کننده از بسته‌بندی‌های پلاستیکی به غذا از شیر مادر
- بررسی پدیده مهاجرت از بسته‌بندی‌های مقوایی رایج مورد استفاده در نگهداری مواد غذایی مخصوصا مورد استفاده برای نگهداری شیر و فرآورده‌های آن

References

1. Richard C. Food packaging technology, 2rd Ed. by Blackwell Publishing Ltd, 2003; 81-91.
2. Fellows P. Food Processing technology-Principles and Practice, 2rd ed. England Horvood. 1988; 422, 428-429, 446.
3. Lomax g.g.s.Glass manufacture and the technologicalchallenge. Food Technology International Europe. 1987;298-299,301-302.
4. Osborne D.G. Development in food packaging Applied Science, London. 1980;1(1):15-81.
5. Maltoni C. Vinyl Chloride Carcinogensis; Current results and

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2026-06-16]

Perspective Med. Lav. 1974; 1(1):65,421.
6. IARC. Monograph on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to human. 1979;1 (1):19.
7. Stanfford J. The vinyl chloride monomer health problem, Cheny. Industrial, 1976;1(1):466.
8. Safari M. Food Preservation. First edition, Tehran, Publishing University of medical sciences. 2000;423 .
9. Lau O.W. Contamination of food from packaging material. Jornal of chromatography. 2000; 822:255-270.
10. Chiesa L. M. Release of ethyl benzene and styrene from plastic cheese containers Veterinary Research communications. 2008;32(1): 319-330.
11. Chiesa L.M. Release of Ethylebenzene and Styrene from Plastic Cheese Containers. Veterinary Research communications. 2008; 32(1):319-330.
12. Pocas M. F. Exposure Assessment of chemicals from packaging material in foods: A Review. Trends In food science and technology. 2007; 1-12
13. Arvanitoyannis I. S. Migration of substances from food packaging materials to foods. cortical Review in food science and nutrition. 2004; 44(1):63-76.
14. Helmorth E. Predictive of migration form packaging materials into food products for regulatory purposes trends in food science and technology. 2002; 13:102-109.
15. Cruz J.M. Studies of mass transport of model chemicals from packaging into and within cheese. Food engineering. 2008; 87(1): 107-115.
16. Mutti A. Neuroendocrine Effect of styrene on Eccupationally Exposed workers Scandinavian journal of work, environment and health. 1984; 10(1):225-228.
17. Lutz W.K. The relative importance of mutagens and carcinogens on the Diet pharmacol toxical. 1993; 72(1):104-107.
18. Till D. Plasticizer migration from Polyvinyl chloride film to solvents and food. Food Chemistry Toxicology. 1982;20(1): 95-104.
19. Harrison, N. Migration of plasticizers from cling - film food addit contamination. 1988;5(1):493 – 499.
20. Kim H. Determination of potential migrants from commercial amber polyethylene terephthalate bottle wall . pharmacology R Research 1990; 7(2):176-179.
21. Vahedi H. Migration of acrylamide from packaging to food. Summary of articles in Milk Seminar, first edition, Tehran University of Medical Sciences Iran. 2009;1(1): 47-48.
22. Vahedi H. Kobarfard F. Measuring acrylamide in Sangak bread using LC/MS/MS. Summary of articles in Cancer Prevention Conference, first edition, Tehran, Institute of Cancer Research, Education and Prevention. 2012;1(1):39-40.
23. Vahedi H, Farzad Kobarfard. Acrylamide and its challenges (food safety). First edition, Tehran, Noor-e-Danesh. 2013;1(1):1-164.
24. Cosler H.B. Prevention of Staleness and Rancidity in Nutmeat and Peanuts. Manufacture. Confection. 1958; 37(8): 15-18,39-40.
25. Alikoni J.J. Extention of Shelf Life of Roasted and Salted Nuts and Peanuts. Peanut Journal nut world. 1961;40(5):16-17.
26. Hall J. Food Product Shef-Life: HowLong Befor It's Gone? Medallion Laboratories Proress. 1991;8(1):1-8.
27. Cosler H.B. Extention of Shelf Life of Roasted and Salted Nuts and Peanuts. Peanut Journal nut world, 1961;40(5):16-17.
28. Heidelbbaugh N.D. function of food packaging in the preservation of nutrients. In. M Rechcigl. Handbook of the nutritive value of food. 1982;1(1):265-273.
29. Karel M. Effects of packaging on nutrients. In: R.s Harris and E. Karmas, Nutritional evaluation of food processing. A VI, Westport, Connecticut. 1975; 412-462.
30. Anon. Packaging breakthrough for bulk meat delivery. Food Process Industerial. 1982;46.
31. Lohman M.H. Effect Milk Fat Fractions on Fat Bloom in Dark Chocolate. JAOCS. 1994;71:267-276.
32. Kawamura Y. Cause of bisphenol A migration from cans for drinks and assessment of improved cans. Journal of the Food Hygienic Society of Japan. 2001;42(1):13-17.
33. MAFF. Survey of Styrene in food, Food Surveillance Infofmation Sheet Number 38. London, Ministry of Agricuture, Fisheries and food. 1994.
34. MAFF. Total Diet Study: Food Surveillance Infofmation Sheet Number 189. London, Ministry of Agricuture, Fisheries and food. 1999b.

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2026-06-16]

35. Mirnezamiziabary S.H. Principles of Food Packaging, 4th ed. Tehran . 2002;1(4):324-338.
36. Tajkaremi M. A study of the plastic residus in milk and this groduefs. The papers presented in the first specialized dairy industry symposium, first edition, Tehran, Medical Sciences University of Iran. 2001;1(1):18,196-207.
37. Mohammadi k. Micration effect n-Ochtan on quality emulation Soft (Drink) in HDPE Packaging. Journal of the Science of Food and Technology. 2007;4(1):9-15.
38. Tondhoosh A. Affectet polyethtylen Terephthalate (PET) packaging on Milk. Summary of articles in Milk Seminar, first edition, Tehran University of Medical Sciences Iran. 2009;1(1): 39-40.
39. Farhoodi M. Migration of di (2-ethylhexyl) adipate plasticizer from PET bottles into acidic food stimulant: Determination of diffusion coefficients and activation energy of diffusion. Iranian Journal of Nutrition Sciences and food Technology. 2013;8(3):27-34.
40. Pennarun P. Functional barriers in pet recycled bottles part L determination if diffusion in bioriented PET with and without contact with food simulants. J. Aool polym science. 2004; 92(5): 28,45-58.
41. Widen H. Leufven A. Migration of model contaminants from PET bottles: influence of temperature, food simulant and functional barrier food addit contam. 2004; 21(10):993-1006.
42. Piringer O. Evaluation of plastics for food packaging food additives contamination, 1994 ; 11(2):221-230.
43. Carter S.A. The potential health hazard of substances leached from plastic packaging. Journal of Enviromental Health. 1977;1(1): 40-76.
44. Linssen J.P.H. Sensory analysis of polystyrene packaging material taint in cocoa powder for drinks and chocolate flakes. Food Additives and Contamination. 1991;8(1):1-7.
45. Ashby R. Migration from polyethylene terephthalate under all conditions of use food addit contam. 1988; 5(S1): 485-492.
46. Castle L. Mayo A. Migration of poly ethylene terephthalate pet) oligomers from PET plastics into foods during microwave and conventional cooking and into bottled beverages, J Food protect. 1989; 52(5): 337-342.
47. Kashtock M. Breder C. Migration of ethylene glycol from polyethylene terephthalate bottles into 3% acetic acid. J Assoc off anal Chemstry. 1980; 63(2):168.
48. Farhoodi m. Emam - Djomeh Z. Effect of environmental conditions on the mahration of di (2-ethlhexyl) phthalate from PET bottles into yogurt drinks: influence of time, temperature, and food simulant, Arab journal science engineering. 2008; 33(2): 279 - 287.
49. Welle F. Franz R. Diffusion coefficients and activation energies of diffusion of low molecular weight migrants in poly (erhylene terephthalate) bottles polym Test. 2012; 31(1): 93 - 101.
50. Farhoodi M. Migration of aluminums and silicon from PET/Clay Nanocomposite Bottles into Acidic food simulant packaging Technology science 2008;33(2):279-287.
51. Kazyrod R. A survey of plasticizer migration into foods. Journal food protect, 1989; 52.
52. Alfrey J. American chemical society, Applied polymer science. 1985; 241-252.

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2026-06-16]

سؤالات

۱- اثرات سمی و سرطان‌زایی کدام یک از مونومرهای موجود در ساختار پلاستیک‌های بسته‌بندی در انسان نشان داده شده است؟

الف) استایرن

ب) پلی اتیلن

ج) آکریونیتریل

د) وینیل کلراید

۲ - آژانس بین‌المللی تحقیقات بر روی سرطان کدام مونومر زیر را علت ایجاد سرطان کبد و تومورهایی در مغز و ریه در انسان معرفی نموده است؟

الف) استایرن

ب) پلی اتیلن

ج) آکریونیتریل

د) وینیل کلراید

۳- رایج ترین اثر مونومر آکریونیتریل در انسان کدام است؟

الف) سردرد

ب) فشارخون

ج) ایجاد دیابت

د) تغییرات عصبی و روانی

۴ – مهاجرت کدام یک ترکیبات زیر از شیشه‌های شیر مخصوص کودکان به داخل شیر مورد بررسی قرارگرفته است؟

الف) استایرن

ب) پلی اتیلن

ج) بیس فنول

د) آکریونیتریل

۵ - حداقل از چند نوع ماده پلاستیکی در صنعت بسته‌بندی جهت بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود؟

الف) ۱۰

ب) ۲۰

ج) ۳۰

د) ۴۰

۶- اثرات سرطان‌زایی و تومورزایی کدام یک از پلاستی‌سایزرهای زیر در موش‌ها به اثبات رسیده است؟

الف) استایرن

ب) آکریونیتریل

ج) وینیل کلراید

د) دی اتیل هگزیل آدیپات

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2026-06-16]

۷ - انتقال منومر وینیل‌کلراید از بسته‌بندی به داخل قطعات گوشت در کدام درجه حرارت زیر بر حسب سانتی‌گراد کمتر انجام می‌شود؟

الف) ۱۰

ب) ۱۰ -

ج) ۱۵ -

د) ۲۰ -

۸- بهترین زمان جهت پختن نان سنگک سنتی ایران چند دقیقه می‌باشد؟

الف) ۵

ب) ۶

ج) ۸

د) ۱۰

۹ – اثرات کدام یک از بسته‌بندی‌های پلاستیکی زیر بر خصوصیات کیفی شیر پاستوریزه و استریلیزه نشان داده شده است؟

الف) استایرن

ب) آکریونیتریل

ج) وینیل‌کلراید

د) پلی‌اتیلن ترفتالات

۱۰- میزان جذب نور توسط یک بسته غذا توسط کدام یک از قوانین زیر قابل محاسبه است؟

الف) فیک

ب) نیوتن

ج) آرنیوس

د) بیر ـ لامبرت

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2026-06-16]