بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

بررسی مهاجرت ترکیبات از بسته بندی Al/PP (semi rigid) به یک نوع خورشت ایرانی (خورشت مر غ) پس از فرایند حرارتی و در طی نگهداری

پایان‌نامه کارشناسی ارشد صنایع غذایی

فاطمه سیاه مشته

اساتید راهنما
دکتر علی نصیر پور
دکتر جواد کرامت

۱۳۸۹

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی خانم فاطمه سیاه‌مشته

تحت عنوان

بررسی مهاجرت ترکیبات از بسته بندی Al/PP (semi rigid) به یک نوع خورشت ایرانی (خورشت مر غ) پس از فرایند حرارتی و در طی نگهداری

در تاریخ ۱۳۸۹/۱۲/۱۴ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱

۱-استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر علی نصیرپور
۲- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر جواد کرامت
۳-استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر مهدی کدیور
٤-استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر محمد سراجی
٥- استاد داور پایان‌نامه	دکتر محمد فضیلتی
٦- استاد داور پایان‌نامه	دکتر مرتضی صادقی
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر احمد ریاسی

تشکر و قدردانی

پروردگارا تو را شکر می‌گویم بخاطر هر آنچه به من عطا کردی و بخصوص آنچه به من ندادی چرا که در آنچه دادی رحمتی است و در آنچه ندادی حکمتی.

ستایش تنها توراست که نخستین بی‌آغازی و واپسین بی انجام

لازم میدانم صمیمانه ترین سپاس‌هایم را تقدیم وجودهای سبزی نمایم که هر آنچه امروز دارم از لطف بیکران آنهاست. پدر و مادر بزرگوارم که نخستین آموزگاران زندگیم بوده‌اند، جناب آقای دکتر نصیرپور که در طول اجرای پایان نامه از هیچ گونه مساعدتی در حق اینجانب دریغ ننموده و همواره مرا از نظرات علمی و ارزنده خویش بهره‌مند ساختند و جناب آقای دکتر کرامت که که با تمامی مشغله راهنمایی پایان نامه‌ام را پذیرفتند.

از جناب آقای دکتر مهدی کدیور و دکتر محمد سراجی به دلیل تقبل مشاورت این پایان‌نامه سپاسگزارم.

از اساتید گرامی، جناب آقای دکتر مرتضی صادقی و جناب آقای دکتر فضیلتی که زحمت مطالعه، داوری و تصحیح این پایان‌نامه را تقبل نمودند، سپاس فراوان دارم.

خداوند نعمت دوست خوب را درحق من تمام کرد. به شکرانه این نعمت سپاس می‌گویم تمام خوبی‌های آنها را.

فاطمه سیاه مشته

زمستان ۸۹

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع
این پایان‌نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به

پدر بزرگوار و مادر مهربانم

که وجودشان برایم همه خیر بود و

وجودم برایشان همه رنج

توانشان برفت تا به توانایی برسم

و رویشان به سپیدی گرایید تا روسپید بمانم

در برابر وجود عزیزشان زانوی ادب بر زمین می نهم

و با دلی مالامال از عشق و محبت بر دستشان بوسه می زنم.

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... هشت
چکیده ۱

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع

۱-مقدمه..... ۲
۱-۱-۱ بسته‌بندی موادغذایی ۲
۱-۱-۲ انواع بسته‌بندی ۳
۱-۱-۳ وضعیت فعلی بسته‌بندی در ایران ۶
۱-۲ فعل و انفعالات ماده بسته‌بندی ۷
۱-۳ مهاجرت ۸
۱-۴ مشکلات مربوط به اندازه‌گیری مهاجرت ۱۰
۱-۵ مشابه‌های غذایی ۱۱
۱-۶ مهاجرت مواد پلاستیکی ۱۲
۱-۶-۱ پلی‌اتیلن ۱۴
۱-۶-۲ پلی پروپیلن ۱۵
۱-۶-۳ پلی‌وینیل کلراید ۱۶
۱-۷ فلزات و مواد غذایی ۱۷
۱-۷-۱ عناصر فلزی موجود در مواد غذایی ۱۷
۱-۷-۲ مهاجرت مواد فلزی ۳۸
۱-۸ اهداف تحقیق..... ۴۲

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱ دستگاه‌ها **و** تجهیزات مورد استفاده ۴۴
۲-۲محلول‌ها و مواد شیمیایی مورد مصرف ۴۵
۲-۳ کلیات روش ۴۷
۲-۴ مهاجرت کلی ۴۹
۲-۵ مهاجرت ویژه آلومینیوم ۵۰
۲- ۵-۱ فرایند کردن نمونه ۵۰
۲-۵-۲ آماده سازی نمونه‌های غذایی برای اندازه‌گیری توسط ICP- OES ۵۱
۲-۵-۳ اندازه‌گیری مهاجرت ویژه با اسپکتروفتومتر ۵۲
۲-۶ روش تجزیه تحلیل آماری داده‌ها ۵۴

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱ آزمایشات اولیه نمونه‌ها ۵۶

۳-۱-۱ آزمون اندازه‌گیری pH نمونه‌ها ۵۶

۳-۱-۲ آزمون میزان وزن ظروف ۵۷

۳-۲ مهاجرت کلی ۵۷

۳-۲-۱ مهاجرت کلی پس از فرایند حرارتی ۵۷

۳-۲-۲ مهاجرت کلی پس از ۹ ماه نگهداری ۵۹

۳-۳ مهاجرت ویژه ۶۰

۳-۳-۱ مهاجرت ویژه در شبه غذای آب ۶۱

۳-۳-۲ مهاجرت ویژه در شبه غذای استیک اسید ۳٪ ۶۴

۳-۳-۳ محتوای آلومینیوم خوراک مرغ ۶۶

۳-۳-۴ مهاجرت ویژه در خوراک مرغ ۶۹

۳-۴ تاثیر عوامل آزمایشی در مهاجرت ویژه ۷۰

۳-۵ اثر فرایند استریلیزاسیون بر میزان مهاجرت ویژه ۷۳

۳-۶ اثر مدت زمان نگهداری طولانی مدت بر میزان مهاجرت ویژه ۷۴

فصل چهارم: نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادها

٤-۱ نتایج ۷۸

۴-۲ پیشنهادها ۷۹

منابع ۸۰

چکیده

شیوه اصلی برای شناخت بسته بندی‌ها ، تقسیم آنها به «انعطاف پذیر»، «نیمه منعطف» و «سخت» است. استفاده از بسته‌بندی-های نیمه منعطف برای غذاهای نیمه آماده روز به روز در حال افزایش است. ظروف بکار رفته در این تحقیق نیز جزء این دسته بوده، که از دو لایه اصلی یعنی آلومینیوم و پلی پروپیلن که نوعی ماده پلاستیکی است تشکیل شده اند. برای بهبود کارایی این پلاستیک‌ها در طی فرآیند، شکل دهی و حتی استفاده از این مواد به عنوان بسته‌های غذایی، انواع مختلف افزودنی‌ها مانند ضد اکسنده‌ها، تثبیت کننده‌ها، روان کننده‌ها، مواد ضداستاتیک و غیره به آن افزوده می‌شود. اما امرزوه سلامت بسته بندی‌ها خصوصاً به دلیل مهاجرت این افزودنی ها به محصول درون بسته مورد سوال قرار گرفته است. مهاجرت از دو جنبه مورد بررسی قرار می‌گیرد: مهاجرت عام یا کلی که عبارتست از مجموع مواد منتقل شده از بسته به ماده غذایی (اعم از مواد شناخته شده و شناخته نشده). در این حالت طبق استانداردهای اتحادیه اروپا ادعا بر این است که اگر مهاجرت کلی زیر ۱۰ میلی‌گرم بر دسی-مترمربع از سطح ماده بسته بندی یا ٦۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده غذایی باشد، در این حالت بسته هیچ خطری را به دنبال نخواهد داشت. اما ممکن است ترکیبی که مهاجرت نموده حتی در مقادیر پایین بسیار خطرناک باشد. بنابراین بیان مقادیر مهاجرت کلی به تنهایی نمی‌تواند بی‌ضرر بودن بسته را تضمین نماید. مهاجرت خاص یا ویژه که عبارتست از اندازه گیری انتقال یک ترکیب خاص و شناخته شده از بسته به ماده غذایی. اندازه‌گیری مهاجرت کلی تنها در شبه غذاها امکان‌پذیر است. از سه شبه‌غذای اتانول ۱۰٪، استیک اسید ۳٪ و آب فوق دیونیزه برای اندازه‌گیری مهاجرت کلی استفاده شد. ظرف‌ها در شش تکرار با شبه‌غذاهای مذکور پر شده و تحت فرایند استریلیزاسیون قرار گرفتند. پس از آن توسط روش وزنی میزان مهاجرت کلی محاسبه شد. برای هر سه نوع شبه غذا میزان مهاجرت کلی زیر میزان اعلام شده توسط اتحادیه اروپا بود. در این تحقیق از آنجایی که اساس ساختار بسته‌های نیمه منعطف آلومینیوم یا ترکیبات آن بوده و این عنصر به عنوان عامل مسئول بیماری‌های عصبی خصوصاً آلزایمر شناخته شده است، بنابراین به عنوان ماده مهاجرت‌کننده ویژه انتخاب شد. از آنجایی که میزان pH خوراک مرغ بین دو شبه غذای آب و استیک اسید ۳٪ قرار دارد، علاوه بر خوراک، این دو شبه غذا نیز برای اندازه‌گیری مهاجرت ویژه مورد بررسی قرار گرفتند و دقیقاً مانند خوراک مرغ فرایند حرارتی شدند. مهاجرت آلومینیوم در این مواد بلافاصله بعد از استریلیزلسیون و در طی دو ماه نگهداری در ٤٥ درجه سانتیگراد توسط دستگاه ICP-OES مورد بررسی قرار گرفت. همچنین میزان محتوای آلومینیوم خوراک قبل از استریلیزاسیون محاسبه شد. از نتایج این طور برداشت شد که مهاجرت در شبه غذای آب بسیار پایین و در خوراک مرغ از شبه غذاها بیشتر بود. تاثیر مدت زمان نگهداری در میزان مهاجرت چشمگیر بود. بر اساس جذب روزانه ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن مصوب توسط کمیته کارشناسی FAO/WHO در زمینه افزودنی‌ها، نشت آلومینیوم از بسته‌های نیمه منعطف ممکن است میزانی آلومینیوم به رژیم غذایی اضافه کند اما میزان بدست آمده برای نمونه‌های نگهداری‌شده ممکن است برای کودکان و نوجوانان خطرناک باشد.

کلمات کلیدی: مهاجرت، آلومینیوم، خوراک مرغ، دستگاه ICP-OES

فصل اول
مقدمه و بررسی منابع

۱-۱- مقدمه

۱-۱-۱- بسته بندی مواد غذایی

روزانه بیش از پنج میلیارد لیتر آب آشامیدنی، شیر، آب میوه و سایر مواد غذایی مایع در جهان مصرف می‌شود. بسته‌بندی و روش نگهداری نقش مهمی در حفظ کیفیت این محصولات دارد. در واقع مواد غذایی سالم باید بدون نیاز به افزودن مواد نگهدارنده و یا نگهداری در یخچال، بسته بندی و در اختیار مصرف کنندگان قرار گیرد. در دوران های اولیه تاریخ وقتی بشر غذایی را به دست می‌آورد بلافاصله آن را به مصرف می‌رساند. خانواده‌ها و روستاییان آنچه را که تولید می‌کردند یا به دست می‌آوردند خود مورد استفاده قرار می‌دادند. آنها چون خودکفا بودند لذا نیاز کمتری به بسته بندی غذا یا نگهداری و نقل و انتقال آن وجود داشت. زمانی که نیاز به ظروف احساس شد، طبیعت پاره‌ای مواد نظیر لفاف و پوسته در اختیار بشر می‌گذاشت تا نیازهای خود را برطرف کند. بعدها ظروف تهیه شده شکل تکامل یافته‌ای به خود گرفت و از مواد طبیعی چون چوب کنده‌کاری شده، گیاهان بافته شده و استخوان حیوانات ساخته می‌شد. پس در واقع اولین و بزرگترین هدف بسته بندی محافظت محصول و حفظ کیفیت آن می‌باشد. اما امروزه انواع بسته بندی در بازار به چشم می‌خورد که از مواد مختلف نظیر کاغذ، پلاستیک، فلز یا شیشه ساخته می‌شوند.

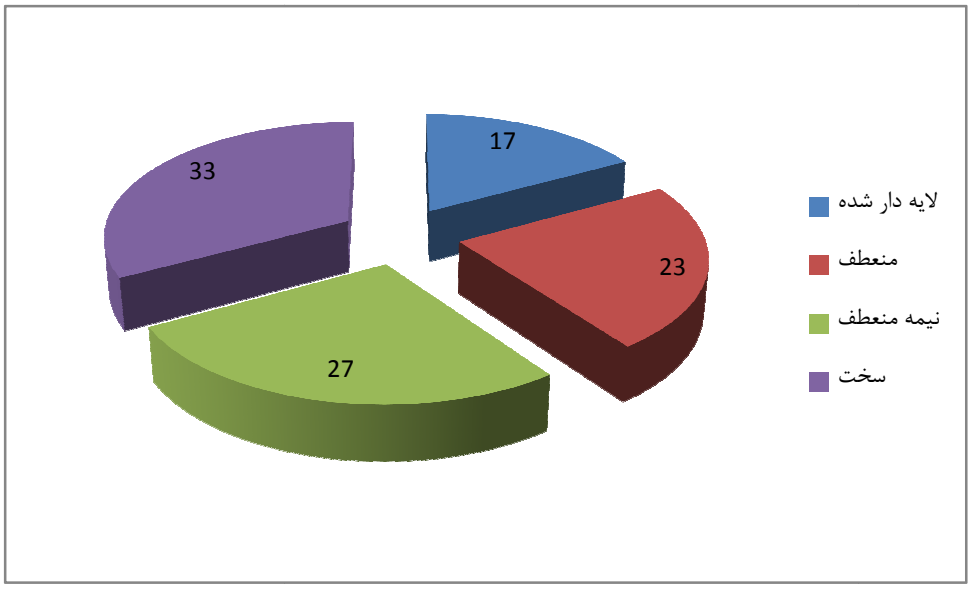
۱-۱-۲- انواع بسته بندی

شیوه اصلی برای شناخت بسته بندی‌ها ، تقسیم آنها به «انعطاف پذیر[۱]»، «نیمه منعطف[۲]» و «سخت[۳]» است. بسته‌بندی به شیوه منعطف شامل کیسه‌های کاغذی، پوشش‌های پلاستیکی که چیپس در آن ریخته می‌شود وپاکت‌های کاغذی یا نایلونی که وسایل خریداری شده برای منزل حمل می‌شوند. یک نمونه بسته بندی نیمه منعطف جعبه‌های مقوایی و بسته‌بندی‌های چند لایه است که حبوبات، وسایل کوچک مربوط به خانه، بسیاری از اسباب بازی‌ها و پاره‌ای از مواد غذایی درون آنها بسته بندی می‌شود. برای بسیاری از مواد غیرغذایی بسته بندی مورد استفاده از مواد سخت تهیه می‌شود که روکش آن به داخل جعبه تا می‌شود و می-توان آن را در گوشه‌ای نگهداری کرد. اشکال بسته‌بندی سخت نیز شامل صندوق، بطری‌های شیشه‌ای و قوطی‌های فلزی است. ظروف بکار رفته در این تحقیق جزء ظروف نیمه منعطف بود، که از دو لایه اصلی یعنی آلومینیوم و پلی پروپیلن که نوعی ماده پلاستیکی است تشکیل شده اند. پلاستیک‌ها کاربرد فراوانی در زندگی انسان دارند. موارد مصرف این مواد به قدری گسترده است که بدون وجود آنها زندگی انسان امروزی فلج می‌شود. با توجه به تقاضای روز افزون این مواد در صنایع غذایی، صنعت بسته‌بندی توسعه زیاد پیدا کرده است. به گونه‌ای که امروزه بیش از ۳۰ نوع از انواع مختلف پلاستیک‌ها برای بسته‌بندی مواد غذایی بکار گرفته می‌شود که از این میان بسته‌های پلی پروپیلنی و پلی اتیلن بیشترین کاربرد را دارند. برای بهبود کارایی این پلاستیک‌ها در طی فرآیند، شکل دهی و حتی استفاده از این مواد به عنوان بسته‌های غذایی، انواع مختلف افزودنی‌ها مانند ضد اکسنده‌ها، تثبیت کننده‌ها[۴]، روان کننده‌ها[۵]، مواد ضداستاتیک و غیره به آن افزوده می‌شود. اما امرزوه سلامت بسته بندی‌ها خصوصاً به دلیل مهاجرت[۶] این افزودنی ها به محصول درون بسته مورد سوال قرار گرفته است.

- خاصیت سرطان زایی برخی از آنها مانند نرم کننده‌ها[۷]
- اثر آنها بر ناباروری حیوانات و انسان
- تغییرات نامطلوب در ترکیب ماده‌ی غذایی بر اثر افزودنی‌ها، منومرها و پلی مرها
- تأثیر بر خواص ارگانولپتیکی [۱۵، ۱۹ ، ۲۲ و۶۵].

1- Flexible
2- Semi- rigid
3- Rigid
4 - Stabilizers
5- Lubricants
6 - Migration
7- Plastisizers

ماده دیگر در ساخت بسته‌های نیمه منعطف آلومینیوم می‌باشد. آلومینیوم فراوان ترین عنصر فلزی روی زمین است که ۸ درصد پوسته زمین را تشکیل می‌دهد. استفاده صنعتی از این فلز حدود میلیون‌ها تن در سال است که بخشی از این میزان به نوعی مرتبط با صنعت غذا می‌باشد. آلومینیوم به طور گسترده‌ای برای ساخت وسایل خانه و فویل‌های پخت استفاده می‌شود. امروزه استفاده از بسته بندی‌های چند لایه نیمه منعطف که دارای لایه اصلی آلومینیوم می باشد نیز روز به روز در حال افزایش است.



شکل ۱-۱- درصد مصرف آلومینیوم در انواع بسته بندی مواد غذایی

حدود ۱ میلیون تن آلومینیوم ورقی در سال برای تولید انواع بسته‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل۱-۱ میزان مصرف آلومینیوم در بسته بندی‌های مختلف نشان داده شده است. با توجه به شکل حدود ٦٠ درصد از میزان آلومینیوم در ساخت بسته های نیمه منعطف و سخت شامل قوطی‌ها، سینی‌ها و بسته‌های مواد غذایی و حدود ٤٠ درصد در تولید بسته بندی های منعطف بکار می‌رود.

از خصوصیات قابل توجه آلومینیوم می توان موارد زیر را نام برد:

- بدون مزه و مقاوم به خوردگی
- ترکیب آسان با دیگر مواد یعنی کاغذ و پلاستیک ها
- خصوصیات مکانیکی خوب در دماهای بالا و پایین و بدون تغییر به عنوان تابعی از زمان
- ظاهر زیبا و سازگار با فرایندهای چاپ
- وزن مخصوص پایین

- خصوصیات بازیافتی خوب

مهاجرت آلومینیوم از مواد در تماس با غذا یکی از نگرانی‌های بسیار بزرگ صنعت غذا و حوزه بهداشت و سلامت عمومی است. علی رغم باور عمومی ارتباط مستقیمی بین جذب آلومینیوم و بیماری‌های مغزی ثبت نشده با این وجود میزان بالایی از آلومینیوم در مغز افراد مبتلا به بیماری فراموشی[1] یافت شده است. تحقیقی در مورد سمیت آلومینیوم بر روی موش های صحرایی[2] توسط برلین[3] و همکارانش در سال ۲۰۰۳ صورت گرفت که در این تحقیق میزان متوسطی از نمک های آلومینیوم را به صورت دهانی[4] و غیر روده ای[5] به موش‌ها تزریق کردند. نشانه‌های کلینیکی شامل خونریزی، بی‌حالی[6] یا همان بیماری مرگ کاذب، بی‌اشتهایی اشتهایی و در پایان مرگ است. سطوح آلومینیوم پدر پلاسمای خون به شدت افزایش می‌یابد همین‌طور سطوح آن در بافت کبد، قلب، ماهیچه‌های خطی، مغز و استخوان نیز افزایش یافت و نیز تغییراتی در بافت قرنیه کشف شد با دادن نمک‌های آلومینیوم میزان مصرف اکسیژن کبد در این حیوانات کاهش یافت. بنابراین توصیه شد که نمک‌های آلومینیوم در بیماران دارای مشکل کلیوی حذف شود و استفاده از آن در افراد عادی تا شفاف شدن موضوع محدود شود. بیشینه میزان آلومینیوم آب نوشیدنی ثبت شده توسط سازمان بهداشت جهانی[7]، ۰.۲ میلی گرم بر لیتر بدون در نظر گرفتن ملاک سلامتی و برای تعیین حد بو و مزه آب تعیین شده است[۳۱]. به طور دقیق مشخص نیست که چه میزان از آلومینیوم باعث مشکل می‌شود. تجزیه موی سر احتمالا بهترین راه برای تعیین میزان آلومینیوم بدن است. حد اکثر میزان ۱۵ تا ۲۰ppm آلومینیوم در مو عادی و نرمال بوده و در حد ۱۰ppmایده‌آل است [۲۹].

۱-۱-۳- وضعیت فعلی بسته بندی در ایران

بخش بسته بندی در کشور ایران از جمله بخش‌هایی از صنعت و خدمات است که سازمان و نهاد خاصی در دولت به طور مستقیم بر آن نظارت ندارد. در واقع بخش بسته‌بندی در کشور ما پراکنده و متنوع است. نباید از نظر دور داشت که بسته‌بندی به تدریج سهم بیشتری را در سبد هزینه خانواده‌های ایرانی به خود اختصاص خواهد داد. بنابراین بخش بسته‌بندی نیازمند توسعه‌ای است که به کاهش هزینه‌های بسته‌بندی منجر شود. از آنجا که بسته‌بندی یک پدیده نسبی است و موجودیت آن وابسته به وجود کالا می‌باشد، انتظار می‌رود تجمع واحدهای تولیدی در یک مکان منجر به ایجاد واحدهای مربوط به بسته‌بندی در آن مکان شود.

1- Alzheimer
2- Rats
3- Berlyne
4- Oral
5- Parenteral
6- Lethargy
7- World Health Organization

بدین ترتیب استان‌هایی که بیشترین سهم تولید را دارند خود به خود سهم بیشتری از صنایع بسته بندی را به خود اختصاص می‌دهند. در این میان تولیدات غذایی به دلیل حجم بالای تولید و شرایط خاص حمل و نگهداری بخش زیادی از صنعت بسته‌بندی کشور را به خود اختصاص داده‌اند. صنایع کارتن‌سازی از جمله پراکنده‌ترین بخش های بسته‌بندی است. از آنجا که تولید کارتن کاری نسبتا ساده است و از طرفی حمل ونقل آن در مسیرهای دور چندان به صرفه نیست، به طور عمومی واحدهای کارتن‌سازی تمرکز نداشته و در مناطقی احداث می‌شوند که به صنایع همان منطقه خدمات دهند. تولید کیسه پلاستیکی یعنی آنچه نزد عوام به سلفون، نایلون و نایلکس معروف است از دیگر مشاغل بخش بسته‌بندی است که که بعد از کارتن دارای تنوع و پراکندگی زیادی است. مصرف روز افزون کیسه‌های پلاستیکی و رقابت آن با مصنوعات مشابه کاغذی و مقوایی این پراکندگی را در آینده بسیار بیشتر خواهد کرد. هر چه ماشین آلات و روش‌های مورد استفاده برای تولید ملزومات بسته‌بندی پیچیده تر یا گران‌تر باشد به طور طبیعی گستردگی سرمایه گذاری و تعداد واحدهای تولیدی آنها کمتر خواهد بود از این رو واحدهایی که به تولید ظروف پلاستیکی می‌پردازند نسبت به واحدهایی که ظروف مقوایی تولید می‌کنند محدودتر هستند. میزان تولید، مصرف، سرمایه اولیه و دانش فنی مورد نیاز باعث شده که کارتن سازی و تولید کیسه پلاستیکی بیشترین تعداد واحد مربوط به بسته-بندی را بخود اختصاص دهد و در نقطه مقابل آن تولید لفاف‌های خاصی نظیر پلی پروپیلن از نوع BOPP[1] و ظروفی از جنس فلز و شیشه کمترین تعداد واحد را در کشور داشته باشند. ابتدایی ترین دستورالعمل در خصوص برنامه ریزی برای بسته‌بندی در کشور بررسی وضعیت تقسیم امکانات بسته‌بندی در سطح کشور است. در حال حاضر به دلیل مرکز نشینی بسیاری از سرمایه‌داران ایرانی، بسیاری از جمله صنایع بسته‌بندی در منطقه استان تهران قرار دارد. مناطق جنوب کشور با وجود برخورداری از تولید قابل توجه در بخش کشاورزی سهم قابل توجهی از توزیع امکانات و سرمایه گذاری بسته‌بندی ندارند. برخی از ملزومات بسته-بندی همچون فیلم BOPP به طور کلی در نیمه جنوبی کشور تولید نمی‌شوند. این در حالی است که بخش عمده‌ای از مواد مصرفی آنها از جنوب کشور حمل می‌شود و در مقابل بخش اصلی بازار مصرف آنها نیز تنها در نیمه شمالی کشور است. نکته مهم دیگر درباره کیفیت پراکندگی بخش بسته‌بندی در کشور مربوط به پایگاه‌های بسته‌بندی است. در خصوص کمیت و کیفیت پایگاه های بسته‌بندی بدلیل آمیخته بودن آنها با واحدهای تولیدی نمی‌توان اظهار نظر خاصی کرد. منظور از پایگاه‌های بسته‌بندی واحدهای خدماتی یا صنعتی است که تنها به عملیات بسته‌بندی می‌پردازند. چنین واحدهایی اگر تنها به قصد ارائه خدمات به تولیدکنندگان تأسیس شده باشند در مناطقی نزدیک به واحدهای تولیدی یا کشاورزی احداث می‌شوند. کیفیت و کمیت پراکندگی پایگاه‌های خدمات بسته‌بندی از جمله موارد بسیار مهم در توسعه بخش‌های

---

1 - Basically Oriented Polypropylene

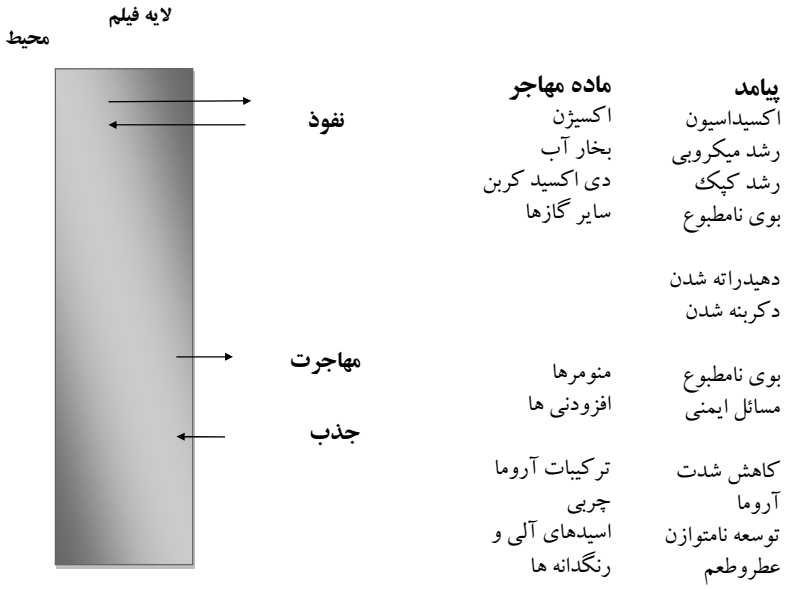
تولیدی از جمله بخش کشاورزی است. در اینجا باید گفت برنامه‌ریزی و راهبری این حوزه از صنعت بسته‌بندی تنها از نهادی عمومی برمی‌آید که این نهاد می‌تواند دولت یا تشکل صنفی قوی باشد [۳].

۱-۱- فعل و انفعالات ماده بسته‌بندی

به‌طور کلی فعل و انفعالات مواد بسته‌بندی را به سه دسته عمده می‌توان طبقه‌بندی کرد.

- نفوذ
- جذب
- مهاجرت

همانطور که در شکل دیده می‌شود در هنگام جذب ترکیباتی نظیر آروما، چربیها، اسیدهای آلی و پیگمان‌ها از داخل ماده غذایی وارد ساختار پلیمر می‌شوند که در نهایت منجر به کاهش شدت آروما ایجاد یک پروفیل طعمی نامتعادل و آسیب دیدن ماده بسته‌بندی می‌شود[۸].



شکل ۱- ۲- فعل و انفعالات بین مواد غذایی، فیلم پلیمری و محیط [۸]

در فرایند مهاجرت منومرهای سازنده پلاستیک و نیز افزودنی‌ها از ساختار پلیمر وارد ماده در تماس با آن می‌شوند که ثمره آن ایجاد ترکیبات عطر و طعمی نامطلوب و نیز مشکلات مربوط به ایمنی است چون بسیاری از این ترکیبات مهاجرت کننده از نظر زهرشناسی ترکیبات سمی هستند که برای سلامت مصرف کننده مضر بوده و ممکن است ترکیباتی جهش‌زا یا سرطان‌زا بوده و در برخی موارد نظیر استایرن اختلالات عصبی را سبب می‌شوند. در حالت سوم یعنی نفوذ، اکسیژن، بخار آب، دی اکسید کربن و سایر گازها از

محیط خارج از بسته‌بندی وارد ساختار پلیمر و سپس ماده غذایی می‌شود که نتیجه آن اکسیداسیون، رشد میکروبی، رشد کپک و ایجاد طعم و بوی نامطلوب است و یا در حالت دیگر ممکن است این گازها از داخل ماده غذایی خارج شده و سبب از دست دادن آب (دهیدراته شدن) و یا گاز کربنیک شود.

۱-۳- مهاجرت

مهاجرت در واژه شناسی بسته‌بندی مواد غذایی، عموماً برای بیان انتقال مواد از بسته به ماده غذایی استفاده می‌شود ، مهاجرت عبارت است از انتقال ترکیبات از سطح بسته‌بندی به واسطه واکنش‌های فیزیکی یا شیمیایی به محصول بسته‌بندی‌شده است. لذا مهاجرت یک پدیده یک طرفه نمی‌باشد و با فرایند جذب قویاً قابل مقایسه بوده و وجوه اشتراک زیادی دارد. به ترکیبی که در نتیجه تماس یا واکنش از این بسته به محصول منتقل می‌شوند، ترکیب مهاجرت‌کننده [1] گفته می‌شود.

برای درک بهتر این فرایند سیستم‌های بسته بندی از لحاظ این پدیده به سه دسته تقسیم شده‌اند:

- گروه اول شامل سیستم‌های بسیار کم مهاجرت یا فاقد مهاجرت (چه در حضور و چه در عدم حضور ماده غذایی) می‌باشد که به عبارت دیگر مهاجرت در آنها صفر است که می‌توان بسته بندی مواد غذایی کاملاً خشک در موادی نظیر شیشه، کاغذ یا فلزات را در دمای اتاق نام برد. این مواد در بحث مهاجرت مخصوصاً در مورد مواد پلیمر و نیز دماهای بالا مطرح نیست.

- گروه دوم سیستم‌های دارای مهاجرت مستقل که تحت کنترل ماده غذایی نیستند، اگر چه حضور غذا می‌تواند باعث تقویت آنها گردد. در این حالت مهاجرت می‌تواند به صورت خود به خود انجام گیرد و مثالش هم مهاجرت منومرها از پلاستیک هاست. چون این ترکیبات بسیار سبک و فرارند و در اثر اختلاف غلظت خود به خود مهاجرت می‌نمایند تا به نقطه تعادل برسند بنابراین از قانون اول فیک تبعیت۲ می‌نمایند.

- گروه سوم سیستم دیفوزیون است که در آن فرایند مهاجرت توسط ماده غذایی کنترل شده در عدم حضور آن قابل صرفنظر است. این گروه خود به دو زیر گروه تقسیم می‌شود:

الف- در ارتباط با افزودنی‌هایی می‌باشد که در ماده غذایی در تماس، محلول هستند. در این حالت به محض تماس غذا با بسته‌بندی لایه سطحی ماده مهاجرت کننده حل شده و غلظت آن در ماده بسته بندی به حد پایینی افت می‌کند. پس از عبور از این دوره غیر متعادل اولیه، مهاجرت مطابق آنچه در گروه دوم داشتیم ادامه پیدا می‌کند.

ب- شامل اکثر افزودنی‌های پلاستیک‌ها در بسته‌بندی مواد غذایی می‌باشد. فرایند آن شامل دو مرحله مجزا ولی در جهات مختلف می‌باشد. ابتدا یکی از اجزای ماده غذایی مثل آب تا عمق مشخصی در دیواره

1- Migrant

2- Fick's Law

پلیمر نفوذ کرده و با تغییرات در بافت آن باعث افزایش تحرک ماده مهاجرت‌کننده می‌گردد. در مرحله بعد ترکیب مهاجرت کننده که ضریب انتشارش افزایش یافته به سمت ماده غذایی در تماس انتشار می‌یابد. در بسته‌بندی آب در پلی‌اتیلن بیشتر با این سیستم مهاجرت مواجه هستیم. در این حالت فعل و انفعال بین ماده بسته‌بندی و ماده غذایی رخ می‌دهد و غذا به داخل پلاستیک نفوذ می‌کند. بنابراین باعث تخریب ساختار فیزیکی شده که این امر سبب بادکردگی پلاستیک می‌گردد. به تدریج با پیشرفت نفوذ بادکردگی افزایش می‌یابد. ضریب نفوذ در ابتدا ثابت است اما با گذشت زمان افزایش یافته تا زمانی که ضریب نفوذ پلاستیک بادکرده بزرگتر از ضریب نفوذ خود پلاستیک باشد. لایه باد کرده یک سیستم چند فازه غیر همگن تشکیل داده که در مورد آن قانون فیک صدق نمی‌کند. یک اختلاف پتانسیل شیمیایی در طول لایه بادکرده وجود داشته و بیشتر رفتار ریاضی Rudolph Outlined را دنبال می‌کند [۸ و ۲۵].

دو مدل اصلی برگرفته از قانون دوم فیک به‌طور گسترده‌ای برای تخمین مهاجرت افزودنی‌ها از فیلم‌های بسته‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرند:

$$\frac{M_{F,T}}{M_{P,0}} = \frac{2}{L_P}\left(\frac{Dt}{\pi}\right)^{0.5} \qquad (۱\text{-}۱)$$

$$\frac{M_{F,T}}{M_{P,0}} = \frac{2}{L_P}\left(\frac{Dt}{\pi}\right)^{0.5} \qquad (۱\text{-}۲)$$

که در آنها $M_{F,T}$ مقدار ماده مهاجر در غذادر زمان t، $M_{P,0}$ مقدار اوولیه ماده مهاجر در فیلم بسته‌بندی، $M_{F,\infty}$ میزان ماده مهاجر در غذا در هنگام تعادل، D ضریب نفوذ ماده مهاجر در فیلم بسته‌بندی و L_P ضخامت فیلم بسته‌بندی است. این دو مدل یکسان بوده و برای تخمین دقیق ضریب نفوذ در مهاجرت کامل ($M_{F,\infty}= M_{P,0}$) بکار می‌روند[۲۷].

۱-۴- مشکلات مربوط به اندازه گیری میزان مهاجرت

- ترکیبات موجود در بسته ممکن است ناشناخته بوده و در طی فرایند تجزیه شوند.
- تعیین تجزیه ای بسیاری از این ترکیبات در بستر پیچیده‌ای نظیر غذا مشکل است بویژه زمانی که فقط به مقدار کم در استخراج موجود باشند.
- ترکیبات دیگری غیر از آنکه مد نظر ماست ممکن است استخراج شده و در نتیجه در اندازه‌گیری تجزیه ای ما اختلال ایجاد کنند.
- بسیاری از محصولات غذایی فقط برای دوره‌های کوچک زمانی پایدار هستند درحالیکه داده‌های

استخراج ممکن است برای مطالعه‌های طولانی مدت مورد نیاز باشند.

- شرایط آزمایش مناسب به علت تغییر پذیری فراوان شرایط تماسی ممکن، آسان نمی‌باشد(شرایط عملی نظیر انبار ها، سوپر مارکت ها، گنجه‌های خانگی).

با توجه به دلایل ذکر شده در اغلب این بررسی‌ها از ترکیبات مشابه‌های غذایی[1] استفاده می‌شود.

مهاجرت از دو جنبه مورد بررسی قرار می‌گیرد:

- مهاجرت عام یا کلی[2] که عبارتست از مجموع مواد منتقل شده از بسته به ماده غذایی (اعم از مواد شناخته شده و شناخته نشده). در این حالت طبق استانداردهای اتحادیه اروپا[3] ادعا بر این است که اگر مهاجرت کلی زیر mg/dm^2 ۱۰ از سطح ماده بسته بندی یا mg/kg ۶۰ ماده غذایی برای مواردی که ظرفیت بین ۰/۵ تا ۱۰ لیتر است، در این حالت بسته هیچ خطری را به دنبال نخواهد داشت[۲۸].

- مهاجرت خاص یا ویژه[4] که عبارتست از اندازه‌گیری انتقال یک ترکیب خاص و شناخته شده از بسته به ماده غذایی.

برای اندازه‌گیری میزان مهاجرت و نیز تعیین نوع مواد مهاجر استانداردهای محدودی وجود دارد که مهمترین آنها استانداردهای اتحادیه اروپا و نیز آمریکا می‌باشد. برای بسیاری از ترکیبات نیز حد مهاجرت ویژه تعریف شده است.

۱-۵- مشابه‌های غذایی

زمانی که مشخص شود کنترل آزمایشات مهاجرت با بکار بردن مواد غذایی غیر ممکن است آزمایشات مهاجرت با استفاده از مایعات مشابه ماده غذایی انجام می‌شود [۳۹]. این مایعات مشابه غذایی طبق تعاریف استانداردها ترکیبات معینی هستند. در این رابطه مواد غذایی را به ۴ دسته تقسیم می‌کنند.

۱- غذاهای آبکی[5]

۲- غذاهای اسیدی

۳- غذاهای الکلی

٤- چربیها و روغن ها

1- Food Simulants

2- Overall Migration

3- European community

4- Specific Migration

5- Aquoous Foods

برای هر یک از این دسته مواد، ماده غذایی شبیه سازی شده خاصی تعیین شده است[۴].

جدول ۱- ۱- شبه غذاهای پیشنهادی توسط اتحادیه اروپا

نوع ماده غذایی	شبه غذاها	مشخصه
مواد غذایی آبکی با pH ۴/۵ یا بیشتر	آب مقطر یا آب فوق دیونیزه	A
مواد غذایی آبکی با pH کمتر از ۴/۵	اسی استیک ۳٪ وزنی حجمی	B
مواد غذایی الکلی	اتانول ۱۰٪ حجمی / حجمی	C
چربیها و روغن‌های طبیعی	روغن زیتون و یا مخلوطی از گلیسیرید های مصنوعی	D

۱-٦- مهاجرت مواد پلاستیکی

در ارتباط با پلاستیک ها ترکیباتی که امکان مهاجرت دارند به صورت زیر تقسیم بندی می گردند:

- بقایای فرایند پلیمریزاسیون مثل منومرها، پلی مرها و حلال‌ها
- ناخالصی‌های همراه ماده بسته‌بندی
- کلیه ترکیبات مشتق شده از پلی مرها و افزودنی‌های عمدی بکار رفته در فرایند تولید به جهت بهبود خواص پلیمر نظیر نرم کننده ها، آنتی اکسیدان ها، ترکیبات رنگ دهنده و ضد اشعه ماوراء بنفش [۵۴].

پرکاربردترین پلاستیک‌ها از نوع ترموپلاست‌ها هستند که عبارتند از پلی اتیلن سنگین[۱]، پلی اتیلن سبک[۲]، پلی اتیلن سبک خطی[۳]، پلی پروپیلن، پلی وینیل کلراید[۴]، پلی استایرن[۵]، پلی اتیلن ترفتالات[۶] و پلی‌آمیدها. ها.

برای بهبود خواص این پلاستیک‌ها انواع افزودنی‌ها به‌کار برده می‌شوند. در جدول۱-۲ انواع افزودنی-های بکار رفته در پلاستیک‌ها قابل مشاهده است [۶۴].

1 - HDPE
2 - LDPE
3 - LLDPE
4 - PVC
5 - PS
6 - PET

جدول ۱- ۲- انواع افزودنی‌های بکار رفته در پلاستیک‌ها [۶۴]

افزودنی	پلیمر							
	PVC	PET	PA	PS	PP	LLDPE	LDPE	HDPE
عوامل ضد ابری شدن	+	+			+	+	+	
عوامل ضد استاتیک	+	+	+	+	+	+	+	+
مواد پف کننده	+			+	+			
رنگدانه‌ها	+	+	+	+	+	+	+	+
پر کننده‌ها	+			+	+	+	+	+
روان کننده‌ها	+		+	+		+	+	+
عوامل هسته زایی		+	+		+			+
درخشان کننده‌ها	+	+	+	+	+	+	+	+
پلاستیسایزرها	+							
تثبیت کننده‌ها	+			+	+	+	+	+
ضد اسیدها	+			+	+	+	+	+
عوامل ضد میکروبی	+	+		+	+	+		
لاکتون‌ها	+							
عوامل ضد آب	+							
دی آلکیل هیدروکسیل آمین	+	+						
تثبیت کننده‌های گرمایی	+	+						
فسفات‌های آلی	+	+		+	+	+	+	+
فسفیت‌های آلی	+	+		+	+	+	+	+
آنتی اکسیدان‌های فنولی	+	+	+	+	+	+	+	+
تیو اترها		+	+					
جاذب‌های UV		+	+	+	+	+	+	+

از مهمترین این افزودنی‌ها می‌توان پلاستیسایزرها و تثبیت کننده‌ها را نام برد. پلاستیسایزرها یک سوم افزودنی‌های مورد مصرف در جهان را تشکیل می‌دهند و بیش از ۸۰ درصد این مقدار در PVC بکار می-رود[۲]. تعدادی از پلاستیسایزرها دارای نقطه جوش بالای ۳۰۰ درجه سانتیگراد هستند. از جمله: دی اتیل هگزیل فتالات، دی اتیل هگزیل آدیپات، اسیدهای چرب اپوکسی یا فسفات‌های ارگانیک. پرکاربردترین پلاستیسایزرها

فتالات‌ها هستند. از آنجایی که فتالات‌ها به‌طور کووالانسی با پلاستیک‌ها پیوند نداده‌اند، نفوذ این مواد در محیط قابل مشاهده است. بنابراین می‌توانند به‌راحتی از ماده بسته‌بندی به مواد غذایی و آشامیدنی درون آن