چالش‌های توسعه صادرات مواد غذایی کشور و بررسی راهکارها (مطالعه موردی پلیمر پت)

زهرا عباسی
(کارشناس ارشد علوم اقتصادی، دانشگاه شهیدبهشتی)
علی علی‌عسگری
(کارشناس ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه امیرکبیر)

توسعه صادرات / پلیمرپت / مواد غذایی

چکیده

با وجود آن که پلاستیک‌ها نقش عمده‌ای در صنعت بسته‌بندی جهانی به ویژه بسته‌بندی مواد غذایی ایفا می‌کنند، در سال‌های اخیر کاربرد آنها به دلیل عدم امکان بازگشت به چرخه محیط زیست با مقاومت‌های بین‌المللی روبرو شده است. به طوری که از سال ۲۰۱۰ در اتحادیه اروپا ورود انواع کالاهایی که از بسته‌بندی پلاستیکی استفاده می‌کنند، ممنوع اعلام شده است. در حالی که این مسئله خطری جدی برای صادرات کالاهای ایرانی به ویژه محصولات غذایی محسوب می‌شود، استفاده از بیوپلاستیک‌ها که قابلیت زیست‌تخریب‌پذیری فوق‌العاده‌ای دارند می‌تواند راه‌حلی مطلوب برای حل این چالش باشد. در این مقاله که از نوع گردآوری و مروری است، پلیمر پت به عنوان یکی از پرمصرف‌ترین انواع پلاستیک در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی کشور بررسی و جایگزین مناسب آن معرفی می‌شود.

مقدمه

امروزه در کشورها تنها برآورده‌سازی و تأمین نیازهای مصرف‌کننده داخلی مطرح نمی‌باشد و مبادلات جهانی هر کالایی از جمله اهداف اصلی تولید آن است. در این میان صنعت بسته‌بندی به مانند حلقه‌ای بین تولیدکننده و مصرف‌کننده قرار دارد و برای رقابت بین‌المللی و باقی ماندن در صحنه تجارت بین‌الملل لازم است تا کالا علاوه بر برخورداری از کیفیت مطلوب، از بسته‌بندی مناسبی نیز برخوردار باشد.

این مسئله به ویژه در بسته‌بندی مواد غذایی مشهودتر و با اهمیت‌تر است. زیرا لازم است تا بسته‌بندی علاوه بر داشتن طراحی مطلوب و جذاب، از قدرت حفظ کیفیت کالا تا زمان استفاده مصرف‌کننده نهایی نیز برخوردار باشد. توانایی بسته‌بندی در حفظ خواص، مزایا و ویژگی‌های کالای نهایی تا حدود زیادی

بستگی به جنس و نوع بسته‌بندی دارد. مواد اولیه مورد استفاده برای بسته‌بندی مواد غذایی متعدد هستند و بسته به نوع کالای مورد نظر جهت بسته‌بندی، مدت زمان نگهداری آن، نوع حمل و نقل و غیره، بسته‌بندی کالا فرق می‌کند. در حال حاضر موادی چون شیشه، فلز، کاغذ و انواع پلاستیک بیشترین نقش را در بسته‌بندی مواد غذایی ایفا می‌نمایند.

از جمله مواد اولیه‌ای که امروزه کاربرد فراوانی در بسته‌بندی مواد غذایی دارد، پلی‌اتیلن‌ترفتالات است که به‌صورت مخفف پت نامیده می‌شود. پلیمر پت از اواخر دهه ۱۹۷۰ وارد بازار بسته‌بندی مواد غذایی به ویژه نوشیدنی‌ها شد و توانست با رشد قابل ملاحظه‌ای این بازار را تسخیر نماید. به طوری که امروزه این نوع پلیمر نقش عمده‌ای در بازار بسته‌بندی موادغذایی ایفا می‌کند.

ویژگی‌های پت نسبت به سایر انواع بسته‌بندی موجود در بازار قابل توجه است. عدم شکنندگی و پارگی، عدم آسیب‌پذیری در حمل و نقل، هزینه تمام شده پایین و غیره سبب برتری آن نسبت به ظروف ساخته شده از جنس شیشه و کاغذ گردیده است.

لیکن با وجود تمام مزایا و برتری‌های پت نسبت به رقبای موجود، معایب و ضررهای ناشی از آن سبب عدم رشد پایدار این محصول در بازارهای جهانی گردیده است. حداقل ۱۰۰ سال طول می‌کشد تا پت به صورت طبیعی به چرخه محیط زیست باز گردد. همچنین بازیافت آن به دلیل هزینه‌های بالای اقتصادی نسبت به ارزش محصول بازیافت شده، توجیه‌پذیر نیست.

تصویب قوانین حفاظت از محیط زیست در اتحادیه اروپا محدودیت‌های متعددی را برای واردات ظروف پلیمری با پایه نفتی به این قاره ایجاد نموده است که از سال ۲۰۱۰ لازم‌الاجرا می‌باشد. این امر تهدیدی جدی برای صادرات محصولات بسته‌بندی شده در ظروف پت، صادرات پت به عنوان کالای نهایی و لزوم بررسی جایگزین‌های مناسب است.

از سویی ماده اولیه و اصلی تولید پت، نفت است. افزایش روزبه‌روز قیمت جهانی نفت سبب افزایش هزینه تمام‌شده پت می‌گردد و استفاده یا طراحی جایگزین‌های مناسب را توجیه‌پذیر می‌نماید. همچنین پیش‌بینی‌های علمی حاکی از پایان یافتن منابع نفتی در ۳۰ سال آینده، سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت در تولید پت را غیر اقتصادی می‌نماید.

کشورهای صنعتی در چند سال اخیر حرکت به سمت جایگزین نمودن پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر به جای پت نموده‌اند. از جمله پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر، پلی لاکتیک اسید است که ظروف تولید شده از آن شباهت زیادی به ظروف تولید شده از پت از نظر شفافیت، استحکام و سایر موارد دارد. با این تفاوت که در مدت ۷۰ روز قابل بازگشت به طبیعت است. مواد اولیه تولید پلی‌لاکتیک اسید، ضایعات کشاورزی مانند تفاله چغندر قند، نیشکر، ذرت و آب پنیر است که به دلیل عدم استفاده بهینه از ضایعات کشاورزی در ایران به صورت آلاینده وارد محیط زیست می‌شوند.

در مقاله حاضر که از نوع گردآوری و مروری است، پس از معرفی پلیمر پت از جنبه‌های مختلف، موانع ایجاد شده در صادرات کالاهای نهایی با استفاده از بسته‌بندی پت مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس به معرفی جایگزین مناسب به عنوان یک محصول جدید در صنعت بسته‌بندی کشور پرداخته می‌شود.

۱. شناخت و کاربردهای پت در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی

پلی اتیلن ترفتالات مهم‌ترین عضو خانواده پلی‌استرها است که از واکنش پلیمری شدن تراکمی اتیلن گلایکول و ترفتالیک اسید خالص تولید می‌شود. این پلیمر برای اولین بار در دهه ۱۹۵۰ به طور مجزا در انگلستان و ایالات متحده به شکل صنعتی جهت تولید الیاف مصنوعی مورد استفاده در صنایع نساجی به کار گرفته شد و از اواخر دهه ۱۹۷۰ با اصلاحات صورت گرفته بر روی ساختار آن برای استفاده در صنایع بسته‌بندی به عنوان بطری، فیلم، ظروف یک بار مصرف، صنایع الکترونیک جهت تولید فیلم‌های ذخیره‌سازی اطلاعات و ... نیز مورد استفاده قرار گرفت. پت معمولاً به صورت چیپس یا گرانول، جهت عرضه به بازار تولید می‌شود. این پلیمر در حالت آمورف شفاف و در حالت بلوری تقریباً مات می‌باشد.

بطری‌های پت در مقایسه با بطری‌های پی وی سی آسیب کمتری به محیط زیست می‌رسانند و فرایند بازیافت آنها به مراتب راحت‌تر است، همچنین خواصی نظیر شفافیت زیاد، زیبایی و عدم شکنندگی، استفاده از آنها را در صنایع بسته‌بندی نوشیدنی‌ها بسیار توجیه‌پذیر نموده و در بسیاری موارد جایگزین مناسب‌تر و ارزان‌تری برای شیشه و قوطی‌ها می‌باشند.

علاوه بر نوشیدنی‌های ملایم کربنات‌دار نظیر انواع نوشابه‌ها

و آب معدنی می‌توان سایر مایعات خوراکی نظیر روغن مایع و انواع سس‌ها، مربا، دلمه‌جات و کنسروهای خوراکی را نیز در این بطری‌ها بسته‌بندی و نگهداری کرد. در کاربردهای جدیدتر شیر داغ و یا مایعات استریل را نیز می‌توان با این بطری‌ها بسته‌بندی نمود. همچنین از این بطری‌ها می‌توان جهت نگهداری مایعاتی نظیر صابون مایع، انواع شوینده‌ها، مواد معطرکننده و مواد شیمیایی مورد استفاده در خانه نیز استفاده نمود.

چیپس پلی اتیلن ترفتالات نوع بطری در صنایع پایین دستی پس از ذوب به قطعه‌ای به نام پیش شکل (پریفرم) تبدیل می‌شود. پس از آن پیش شکل در فرایند قالب‌گیری دمشی به بطری مورد نظر تبدیل می‌شود.

۱-۱. میزان کاربرد پت در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی در دنیا و پیش‌بینی رشد

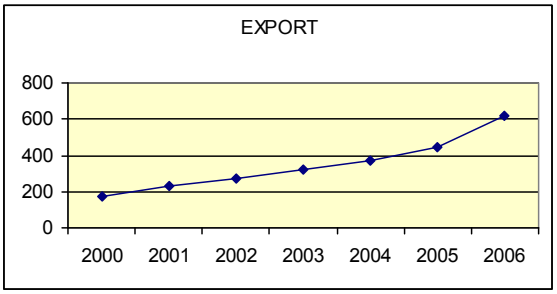
هر چند آمارها نشان از افزایش تقاضای جهانی پت دارند، لیکن بیشترین حجم افزایش مصرف مربوط به کشورهای در حال توسعه است و مصرف کشورهای توسعه یافته در حال کاهش می‌باشد. به طوری که یک مقایسه منطقه‌ای نشان می دهد که سهم تقاضای جهانی پت آسیا از نوزده و نیم درصد در سال ۱۹۹۵ به حدود بیست وشش درصد درسال ۲۰۰۵ افزایش یافته است. در همین فاصله زمانی سهم آمریکای شمالی از ۴۱/۴ درصد به ۳۰/۴ درصد افت نموده است.[۱]

جدول ۱- تقاضای جهانی پت

سال	تقاضای جهانی (میلیون پوند)
۱۹۹۷	۸,۵۹۰
۱۹۹۸	۸,۷۸۰
۱۹۹۹	۸,۸۳۵
۲۰۰۰	۹,۲۲۰
۲۰۰۱	۹,۴۵۰
۲۰۰۲	۹,۷۸۰

http://www.the-innovation-group.com/chemprofile.com

افزایش مصرف در کشورهای در حال توسعه به دلیل قیمت پایین‌تر و قابلیت‌های بیشتر پت نسبت به جایگزین‌های آن می‌باشد. همچنین واردات زباله‌های پت از کشورهای توسعه یافته از جمله علت‌های بالارفتن مصرف در این کشورها است. علت کاهش مصرف در کشورهای توسعه یافته بالارفتن قیمت نفت و در نتیجه گران‌تر شدن محصول نهایی می‌باشد. آسیب‌های زیست محیطی، بازیافت و هزینه‌های ناشی از آن از جمله دیگر دلایل کاهش مصرف در کشورهای توسعه یافته و جستجوی راه‌های خلاصی از زباله‌های پت است. به طوری که رقم صادرات پت دست دوم و دیگر پلاستیک‌ها از کشورهای صنعتی به کشورهای در حال توسعه افزایش چشمگیری را نشان می‌دهد.



http://www.the-innovation-group.com/chemprofile.com

شکل ۱- میزان پت دست دوم صادراتی ایالات متحده (میلیون پوند)

۲-۱. مصرف‌کنندگان و قیمت پت

از جمله کالاهای نهایی که در بسته‌بندی آنها از ظروف ساخته شده از پت استفاده می‌شود، می‌توان از انواع کالاهای خوراکی (انواع نوشابه‌ها، آب‌معدنی، سایر مایعات خوراکی نظیر روغن مایع، انواع سس‌ها، مربا، عسل، شکلات و بیسکویت، کنسروهای خوراکی، ...)، کالاهای بهداشتی (شامپوها، کرم‌ها، سرم‌ها و سایر داروها و مواد بهداشتی) و انواع ظروف یکبار مصرف نام برد.

قیمت‌های جهانی پت نشان از افزایش قیمت آن در سال‌های اخیر دارد. به طوری که از سال ۱۹۹۷ تا سال ۲۰۰۲، قیمت پت ۱۳درصد افزایش یافته است.

جدول ۲- روند قیمت جهانی پت

سال	متوسط قیمت سالیانه (دلار بر پوند)
۱۹۹۷	۰/۵۲
۱۹۹۸	۰/۵۲
۱۹۹۹	۰/۵۱
۲۰۰۰	۰/۶۱
۲۰۰۱	۰/۶۵
۲۰۰۲	۰/۶۰

http://www.the-innovation-group.com/chemprofile.com

در حال حاضر قیمت پت دست اول در کشور کیلویی هزار تومان می‌باشد و قیمت فروش پت ضایعاتی بر حسب میزان تمیزی از ۴۵۰ تا ۵۵۰ تومان در نوسان می‌باشد که آن را می‌توان به طور متوسط هر کیلو ۵۰۰ تومان در نظر گرفت. با مقایسه قیمت‌ها مشخص می‌گردد، قیمت پت بازیافتی در حدود ۵۰ درصد پت دست اول است.[۲]

۳-۱. قیمت تمام شده کالاهای ساخته شده از پت

قیمت تمام شده هر کیلو پت از جمع قیمت پت و هزینه بازیافت آن حاصل می‌شود. قیمت پت دست اول به طور متوسط کیلویی هزار تومان می‌باشد و هزینه بازیافت و بازفرآوری هر کیلو پت درحدود ۳۴۰ تومان است. بنابراین قیمت تمام شده هر کیلو پت ۱۳۴۰ تومان است.[۳]

از آنجا که هزینه تولید ظرف یا تبدیل ماده اولیه در مورد همه مواد اولیه وجود دارد، از آن صرف‌نظر شده و برای کلیه مواد اولیه یکسان فرض می‌شود.

۴-۱. تولیدکنندگان

در حال حاضر شرکت بازرگانی پتروشیمی‌ایران مسئولیت توزیع فرآورده‌های تولید مجتمع‌های مختلف کشور را بر عهده دارد و جهت اجرای هر چه بهتر این مسئولیت ارائه خدمات جانبی را نیز در دستور کار خود قرار داده است. واحدهای فروش مدیریت بازرگانی داخلی شرکت پتروشیمی ایران شامل دو واحد فروش محصولات پلیمری و فروش محصولات شیمیایی می‌باشد که تحت ضوابط تعیین شده و با توجه به وضعیت تولید مجتمع‌ها به توزیع مواد (تولیدات) می‌پردازند. از جمله محصولات پلیمری که در شرکت بازرگانی پتروشیمی ایران به فروش می‌رسد، محصولات پت می‌باشد.[۴]

شرکت پتروشیمی‌شهید تندگویان اولین و تنها تولیدکننده پت در گریدهای مختلف در کشور است. این شرکت با تصویب شرکت ملی صنایع پتروشیمی جهت اجرای طرح‌های تولید اسید ترفتالیک خالص و پت در سال ۷۷ تأسیس گردید. طرح‌های تولید محصولات پت مجتمع شهید تندگویان در دو فاز اجرا شده‌اند. میزان تولید محصولات در فاز اول به شرح زیر است:

پت یک: میزان تولید این واحد در دو گرید بطری و الیاف به میزان ۴۱۲ هزار تن در سال می‌باشد که از این میزان ۱۷۷ هزار تن گرید بطری و ۲۳۵ هزار تن گرید الیاف است.

میزان تولید محصولات در فاز دوم به شرح زیر است:

پت دو: میزان تولید این واحد در دو گرید بطری و الیاف به میزان ۳۹۶ هزار تن در سال می‌باشد که از این میزان ۱۳۲ هزار تن آن گرید بطری، ۱۳۲ هزار تن آن چیپس پلی‌استر و ۱۳۲ هزار تن آن الیاف نخ و پنبه مصنوعی می‌باشد.

بنابراین کل میزان تولیدی پت مجتمع از گرید بطری در فازهای اول و دوم ۳۰۹ هزار تن می‌باشد.[۵]

۵-۱. مواد اولیه مورد نیاز برای تولید پت و میزان تولید

اسید ترفتالیک خالص اصلی‌ترین ماده اولیه برای تولید پت است. طرح‌های تولید اسید ترفتالیک خالص که خوراک اصلی تولید محصولات پت می‌باشد، در دو فاز به شرح زیر در مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان اجرا شده‌اند:

اسید ترفتالیک خالص یک: میزان تولید این واحد ۳۵۰ هزار تن در سال می‌باشد که به عنوان خوراک واحد پت یک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اسید ترفتالیک خالص دو: میزان تولید این واحد ۳۵۰ هزار تن در سال می‌باشد که به عنوان خوراک واحد پت دو مورد استفاده قرار می‌گیرد.

پارازیلین: یکی از خوراک‌ها عمده تولید پت پارازیلین است. که در حال حاضر از پتروشیمی بوعلی و بندر امام تأمین می‌شود و میزان آن ۴۷۰ هزار تن در سال (بنابر اطلاعات سال ۱۳۸۶) است.

اتیلن گلایکول: خوراک دیگر اتیلن گلایکول است. میزان مصرف آن ۲۸۰ هزار تن در سال (بنابر اطلاعات سال ۱۳۸۶) است و در حال حاضر از پتروشیمی مارون تهیه می‌شود.

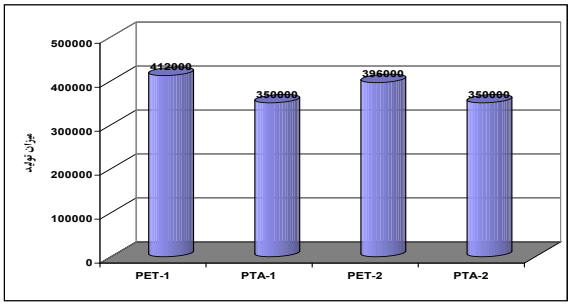
اسید استیک: خوراک بعدی اسید استیک است. میزان مصرف آن ۴۲ تن در سال (بنابر اطلاعات سال ۱۳۸۶) است که از پتروشیمی فناوران تهیه می‌شود.

در نتیجه تمام خوراک‌های پتروشیمی تندگویان در حال حاضر از داخل منطقه ویژه اقتصادی تأمین می‌شود.[۶]

۶-۱. میزان صادرات و واردات پت

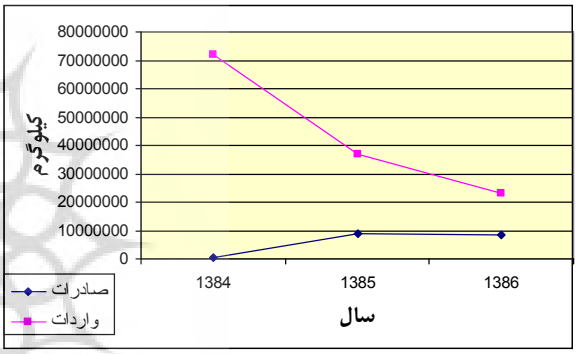
در سال‌های اخیر، سیاست صادرات محصولات و مشتقات نفتی به جای صادرات نفت خام در کشور مورد توجه قرار گرفته است.از آنجا که پت از جمله پلیمرهای پایه نفتی محسوب می‌گردد،

سرمایه‌گذاری‌های متعددی در جهت تولید و صادرات این محصول به بازارهای جهانی صورت گرفته است. به طوری که هم اکنون مازاد ظرفیت تولید این محصول در کشور وجود دارد.



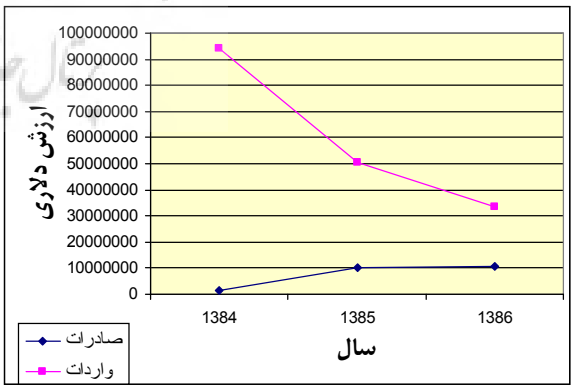
http://www.stpc.ir

شکل ۲- میزان محصولات تولیدی شرکت در فازهای اول و دوم، سال ۱۳۸۶



منبع: سالنامه آماری سال ۱۳۸۴

شکل ۳- مقایسه صادرات و واردات پلی‌اتیلن ترفتالات از لحاظ حجمی



منبع: سالنامه آماری سال ۱۳۸۴

شکل ٤- مقایسه صادرات و واردات پلی‌اتیلن ترفتالات از لحاظ ارزش دلاری

بررسی نمودارهای صادرات و واردات پت حاکی از کاهش واردات آن در سال‌های اخیر و رشد صادرات می‌باشد.

۷-۱. میزان کاربرد پت در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی در داخل کشور و پیش‌بینی رشد

کل میزان تولیدی پت مجتمع از گرید بطری در فازهای اول و دوم ۳۰۹ هزار تن می‌باشد. صادرات پت گرید بطری در سال ۱۳۸۵، ۹۱۰۷۰۸۱ کیلوگرم و واردات آن ۳۷۰۱۲۶۹۰ کیلو گرم است. با جمع رقم تولید و واردات و کسر رقم صادرات میزان مصرف محصول پت گرید بطری در سال ۱۳۸۵، ۳۳۶۹۰۵۶۰۹ کیلوگرم معادل ۳۳۷ هزار تن می‌باشد. با توجه به رشد تولید مجتمع در سال‌های آتی پیش‌بینی می‌شود، میزان مصرف پت گرید بطری در کشور افزایش یابد و واردات آن متوقف گردد.

۲. بررسی موانع صادراتی پت

۲-۱. افزایش هزینه تمام شده به دلیل افزایش قیمت نفت

یکی از عوامل مؤثر در استفاده از انواع بسته‌بندی قیمت تمام شده جنس بسته‌بندی است. ماده پایه و اولیه در تولید پت، نفت است. بنابراین افزایش قیمت نفت تأثیر بسزایی در افزایش قیمت تمام شده پت و به صرفه شدن استفاده از جایگزین‌های آن ایفا می‌نماید.

براساس برآوردها منابع نفتی زمین تا ۸۰ سال دیگر، منابع گاز تا ۷۰ سال دیگر و منابع زغال سنگ تا ۷۰۰ سال دیگر تمام می‌شوند. پیش‌بینی‌ها براساس شرایط فعلی می‌باشد. در حالی که رشد اقتصاد جهانی بر افزایش روند مصرف و نزدیک‌تر کردن زمان کاهش آنها تأثیر بسزایی دارد. همچنین با نزدیک شدن به زمان اتمام منابع، قیمت به صورت تصاعدی افزایش خواهد یافت.

در حال حاضر ۲۰ درصد حجم زباله‌ها در آمریکا از ضایعات پلاستیکی تشکیل شده است که حجمی کم و قابل چشم‌پوشی نمی‌باشد. بنابراین عقلایی است، دانشمندان کشورهای صنعتی به دنبال جایگزین‌های مناسب و قابل بازگشت به طبیعت به جای منابع فسیلی باشند.

۲-۲. بازیافت پت و هزینه‌های ناشی از آن

بررسی یک نوع ماده اولیه در صنعت بسته‌بندی تنها از جنبه

مزایا و معایب آن در نگهداری ویژگی‌های کالای نهایی مطرح نمی‌باشد. در واقع پس از استفاده از محصول نهایی، بسته‌بندی آن به صورت جسمی زائد و دور انداختی در می‌آید. بلاتکلیفی و عدم مدیریت مناسب مواد زائد در جامعه موجب ایجاد مشکلات و چالش‌هایی نظیر انتقال بیماری‌ها، ازدیاد حشرات موذی، بو و منظره نامطبوع و ایجاد اثرات مخرب و بلندمدت برای محیط زیست جهانی است. ازدیاد جمعیت از یک طرف و افزایش تولید سرانه مواد زائد خانه‌ها، کارخانه‌ها و موسسات از سوی دیگر ابعاد مسئله را از نظر حجم مواد، مسائل حمل و نقل و دفع نهایی به صورت تصاعدی افزایش داده است. امروزه قابلیت آسان و راحت بازگشست مواد زائد و دورانداختی به طبیعت یک مزیت برتر برای آنها حساب می‌شود. این مهم سبب شکل‌گیری و اهمیت روز افزون صنعت بازیافت در جهان گردیده است.

بازیافت مواد به دو معنا یا روش ذیل اطلاق می‌گردد:

۱- بازیافت به معنای استفاده مجدد از زباله به منظور کاربرد اولیه ماده. به عنوان نمونه پلاستیک‌های پلی‌اتیلن این قابلیت را دارند که به عنوان ماده اولیه تولید مجدد ظروف پلاستیکی پلی‌اتیلن مورد استفاده قرار گیرند.

۲- بازیافت به معنای استفاده از زباله به منظور کاربرد جدید. به عنوان نمونه اخیراً پلاستیک‌های پت را پس از بازیافت به عنوان الیاف در صنایع عایق‌سازی استفاده می‌کنند. از زباله پت نمی‌توان مجددا قطعات پت تولید کرد.

بنابراین همه مواد بازیافتی از زباله‌ها ارزش ورود به صنعت بازیافت و استفاده مجدد را ندارند. ارزشمندترین مادهٔ بازیافت شده از زباله‌ها بر حسب درآمد، انواع مختلف فلزات است. دسته‌ای از پلاستیک‌ها قابلیت ذوب ندارند که پلاستیک‌های سخت نامیده می‌شوند. این پلاستیک‌ها قابل سوخت و قابل بازیافت نیستند. بنابراین دفن دائم آنها تنها راه محوشان به شمار می‌رود.

پلاستیک‌ها یکی از منابع عمده ایجاد زباله هستند. مصرف پلاستیک به علت سبکی وزن و عدم شکستگی بسیار رایج است، اما به ندرت در اثر تجزیه بیولوژیکی و شیمیایی از بین می‌رود.

مواد پلاستیکی از نظر بازیافت طبقه‌بندی شده و با خواص مختلف حرارتی مثلاً از نوع ترموپلاستیک‌ها تقسیم می‌شوند. از این مواد معمولاً پلاستیک‌های نرم، بطری‌های فشارپذیر، گلدان اسفنجی، پرده‌های روشن و غیره و یا فیلم و ورقه‌های پلاستیکی ساخته می‌شود. اگر این مواد در انواع ویژه جداسازی شوند، می‌توان دوباره آنها را ذوب کرد و به محصولات جدید و مفید دیگری تبدیل نمود. مثلاً می‌توان پت را از بطری‌های نرم نوشابه‌ها بازیافت نمود و از آن بالش، لباس اسکی و کیسه خواب ساخت. از مخلوط پلاستیک‌ها با یکدیگر پایه‌های زهکشی، نرده‌های پلاستیکی، بلوک‌های سنگ فرش، تسمه نقاله و دیگر لوازم مشابه قابل تهیه است. البته بر اساس قوانین بهداشتی، ساخت ظروف غذا یا نوشابه از پلاستیک‌های بازیافت شده ممنوع است.

۱-۲-۲. هزینه‌های بازیافت

۱. هزینه جداسازی انواع پلاستیک

از اشکالات موجود در روش بازیافت زباله، موضوع ناهماهنگی و نامتجانس بودن مواد است. کیفیت محصول بازیافت شده از مخلوط چند نوع پلاستیک پایین است و عملاً کاربرد چندانی ندارد. به طوری که اگر ۵۰ نوع مواد پلاستیکی مختلف در یک منطقه جمع‌آوری شود، از آن می‌توان فقط پالت‌های حمل و نقل پرس شده تولید کرد. از سویی جدا کردن مواد پلاستیکی از یکدیگر بسیار دشوار است و هرچه تفکیک دقیق‌تر انجام شود، هزینه اقتصادی آن نیز بالاتر می‌رود.

۲. هزینه مصرف انرژی

بازیافت پلاستیک‌ها در دو مرحله خشک کردن و خمیر شدن به حرارت نیاز دارد. افزایش قیمت انواع سوخت و در نتیجه افزایش هزینه انرژی سبب گران شدن ماده بازیافتی می‌شود.

۳. کم ارزش بودن ماده بازیافت شده

مواد بازیافت شده از کاربردهای ضروری و غیر قابل اجتنابی برخوردار نمی‌باشند. زیرا کیفیت آنها با کیفیت ماده اولیه قابل مقایسه نیست.

۴. هزینه‌های زیست محیطی

کارخانه‌های بازیافت مواد، خود به عنوان موارد آلاینده محیط زیست عمل می‌نمایند. از سویی با یک بار بازیافت پلاستیک ضایعاتی مشکلات محیط زیستی حل نمی‌شود. زیرا محصول تهیه شده بعد از طی یک چرخه دیگر باز هم به صورت پسماند در می‌آید. اگر بازیافت بار دوم امکانپذیر باشد، کیفیت محصول بازیافتی باز هم پایین‌تر می‌آید و در نهایت چاره‌ای جز دفن یا سوزاندن پلاستیک چند بار مصرف شده در طبیعت باقی نمی‌ماند. بنابراین می‌توان گفت بازیافت مواد پلاستیکی راه‌حل نهایی و

چاره مشکل نیست.

۲-۲-۲. سایر روش‌های از بین بردن پسماندها

۱. سوزاندن

سوزاندن زباله به ویژه به صورت غیر بهداشتی عامل انتشار ترکیب پی‌سی‌دی‌دی در محیط زیست می‌باشد. پی‌سی‌دی‌دی سمی‌ترین و خطرناکترین آلاینده شناخته شده زیست محیطی است.

۲. دفن کردن

بازگشت به طبیعت در مورد بسیاری از مواد موجود در زباله به طول می‌انجامد و این مواد سال‌ها باعث آلودگی و آسیب به محیط زیست می‌شوند. کیسه‌ها و ظروف پلاستیکی که به دلیل سبکی و دوام آنها ساخته شدند، امروزه عامل بزرگ‌ترین مشکلات زیست محیطی هستند. پلاستیک غیر قابل تجزیه است و کیسه‌های نایلونی به طور متوسط ۵۰۰ سال در طبیعت باقی می‌مانند. کیسه‌های پلاستیکی همراه باد همه جا پخش می‌شوند و بیشتر آنها سر از دریا درآورده و نیز با بلعیده شدن به وسیله جانداران سبب مرگ آنها می‌شوند.

انباشته شدن زباله در محل‌های مختلف باعث رشد میکروب‌ها و تولید و تکثیر حشرات و جانوران موذی است. زیرا زباله ۳ عامل رشد و تکثیر این جانداران یعنی مواد غذایی، رطوبت و پناهگاه را در خود دارد. طبق برآوردهای علمی در هر گرم خاکروبه بین ۵۰ هزار تا ۱۰ میلیون باکتری مختلف وجود دارد که ناقل انواع بیماری‌ها نظیر اسهال، حصبه، وبا، سل، تیفوس و طاعون هستند.

در زمینهٔ دفن در زمین معمولاً مناطق پست و کم ارتفاع به عنوان اراضی محل دفن انتخاب می‌شوند و نهایتاً پس از فشردن و متراکم کردن جهت جلوگیری از نشت هرگونه مادهٔ سمی به آب‌های زیرزمینی، با لایه‌ای از خاک رس پوشش داده می‌شوند. بیشتر این زمین‌ها در شهرهای بزرگ در نواحی کم جمعیت واقع شده‌اند و کامیون‌های حامل زباله باید فرسنگ‌ها راه بپیمایند و مقدار زیادی گازوئیل و یا بنزین مصرف کنند تا به جایگاه دفن بهداشتی زباله برسند که مستلزم هزینه و نیروی کار زیادی است.

۳-۲-۲. وضعیت جهانی بازیافت پسماندها

انواع هزینه بازیافت مواد زائد و در نهایت نماندن چاره‌ای جز دفن یا سوزاندن آنها در طبیعت سبب عدم رغبت و تمایل کشورهای جهان حتی کشورهای صنعتی به بازیافت مواد زائد شده است.

بسیاری از مواد زائد اصولاً قابل بازیافت نیستند و یا مواد بازیافت شده از آنها ارزش چندانی ندارد. طبق یک بررسی، جمع‌آوری مواد قابل بازیافت برای هر تن زباله حدود ۳۵ دلار و دفن روزانه هر تن مواد زائد در یک محل تا ۸۰ دلار هزینه در بردارد.[۳]

ژاپن موفق‌ترین برنامه بازیافت را در سطح جهان به خود اختصاص داده است. خانواده‌های ژاپنی پسمانده‌های خانگی را در هفت قسمت جداگانه و در روزهای مختلف جمع‌آوری و بازیافت می‌نمایند. اما حتی در این کشور نیز حدود یک سوم زباله‌ها سوزانده شده و یک ششم آن دفن می‌گردد.

غیر اقتصادی بودن تفکیک و بازیافت زباله‌ها سبب گردیده است تا بسیاری از کشورها به روش‌های مختلف به دنبال خلاصی یافتن از حجم انبوه زباله‌های خود باشند. به طور مثال بخش بزرگی از زباله‌های خانوارهای انگلیسی در کشورهای جهان سوم از جمله چین، هند، اندونزی و هنگ‌کنگ دفن می‌شود.

از جمله برنامه‌های محیط زیستی انگلیس، صدور مواد قابل بازیافت به کشورهای خارجی است که میزان آن در سال به ۱۲ میلیون تن می‌رسد. بخشی از این مواد صادراتی که به «فهرست سبز» موسوم است، در کشورهای خارجی سوزانده و یا دفن می‌شود که عواقب ناگوار محیط زیستی برای این کشورها در بردارد. ناظران ضمن قانونی دانستن تجارت مواد بازیافتی ابراز نگرانی کرده‌اند که بسیاری از مواد صادراتی «فهرست سبز» به درستی تفکیک نمی‌شوند و یا از یک جنس واحد تشکیل نشده که به آسانی قابل بازیافت باشند. در واقع بخش بزرگی از زباله‌ها، به جای بازیافت، بدون سر و صدا در کشورهای در حال توسعه سوزانده می‌شوند، در گورستان زباله دفن می‌شوند و یا در خیابان‌ها پراکنده می‌شوند.

۴-۲-۲. میزان بازیافت مواد پلاستیکی در ایران

جمع‌آوری پسماندها در بسیاری از شهرهای ایران، حتی در شهرهای بزرگ، به دلیل فقدان برنامه‌ریزی مناسب با افزایش پسماندهای ناشی از تجمع جمعیت (افزایش مهاجرت و جمعیت) و تغییر الگوهای مصرف (استفاده از مواد یکبار مصرف پلاستیکی) به معضل بزرگی تبدیل شده است.

مواد پلاستیکی به دلیل کاربرد زیاد در صنایع بسته‌بندی، ظروف یکبار مصرف و لوازم خانگی به مقدار زیادی در زباله‌های شهری یافت می‌شوند. این در حالی است که به رغم قدیمی بودن صنعت بازیافت در جهان (۳۷ سال قدمت)، فعالیت زیادی در این خصوص در کشور انجام نشده است و ۹۶ درصد پسماندهای کشور بازیافت نمی‌شود. طرح بازیافت پسماند در ایران از اوایل دهه ۸۰ آغاز شد، سپس با تصویب قانون مدیریت پسماندها در سال ۸۳ و تصویب آیین‌نامه اجرایی آن در دولت به مرحله اجرا درآمد.

براساس آمار، روزانه ۵۰ هزار تن پسماند شهری و روستایی و سالانه حدود ۱۸ میلیون تن زباله در سطح کشور تولید می‌شود. سهم شهرها در تولید زباله روزانه ۳۵ هزار تن و سهم روستاها ۱۵ هزار تن است. هزینه جمع‌آوری هر کیلو زباله حدود ۸۰ ریال است. بنابراین روزانه حدود ۴ میلیارد ریال و در سال ۱۴۶۰ میلیارد ریال هزینه جمع‌آوری زباله‌ها در سطح کشور می‌باشد. در حال حاضر ۷۲ درصد از زباله‌های کشور در محل‌های مختلف تلنبار، ۲۴ درصد به صورت غیر بهداشتی دفن و تنها ۴ درصد بازیافت می‌شود. در حالی که ۹۰ درصد کل زباله‌های کشور قابل بازیافت است. هم اکنون حدود ۷ درصد سیستم جمع‌آوری زباله قابل بهره‌برداری است که این امر نشان‌دهنده یک راه طولانی برای نتیجه بخش بودن مدیریت پسماند در کشور است. وضع موجود نشان‌دهنده اهمیت توجه به بخش پسماند در کشور است.[۸]

۵-۲-۲. قوانین زیست محیطی: قانون بازل

افزایش هزینه‌های اقتصادی و زیست محیطی پسماندها سبب شد تا کشورهای مختلف جهان به ویژه کشورهای توسعه یافته به اعمال قوانین و مقررات زیست محیطی برای مصون نگه داشتن محیط زیست خود اقدام نمایند. در اواخر دهه ۱۹۸۰ افزایش اعمال قوانین و مقررات زیست محیطی در کشورهای صنعتی موجب افزایش هزینه‌های امحاء پسماندهای ناشی از صنایع مختلف گردید. هم اکنون این کشورها نه تنها سعی در انتقال پسماندهای ایجاد شده به خارج از محیط زیست خود اصرار می‌ورزند، بلکه مانع از ورود انواع پسماند به هر شکل ممکن می‌شوند.

از جمله این قوانین کنوانسیون بازل است. در ۲۲ مارس سال ۱۹۸۹ کنوانسیون بازل به منظور کنترل حمل و نقل برون مرزی پسماندها و دفع اصولی آنها توسط برنامه محیط زیست سازمان ملل (UNEP) به تصویب کشورهای مختلف رسید و در ۵ می سال ۱۹۹۲ در جهان لازم‌الاجرا گردید. تعداد اعضا کنوانسیون در حال حاضر ۱۶۲ کشور است. در ایران بعد از تصویب شورای نگهبان و تصویب نهایی مجلس شورای اسلامی در تاریخ ۱۳۷۱/۱۰/۱۵ به عنوان عضو رسمی به کنوانسیون ملحق شد و دفتر بررسی آلودگی آب و خاک سازمان حفاظت از محیط زیست کشور به عنوان مرجع ذی‌صلاح امور مربوط به اجرای مفاد این کنوانسیون را عهده‌دار می‌باشد.[۸]

Introduction to Green Chemistry, Mary Kirchhoff, Associated Colleges of the Chicago Area, 16 September 2003.

شکل ۵- رشد قوانین محیط زیستی در دنیا [۹]

۶-۲-۲. هدف کنوانسیون بازل

ایجاد یک حاکمیت جامع بر حمل و نقل و امحا انواع پسماندها به منظور حفاظت از سلامت انسان و محیط زیست در برابر اثرات سوء و یا مدیریت غیراصولی آنها است که از طریق کنترل و کاهش حمل و نقل، مدیریت صحیح زیست محیطی، کاهش اندازه و خطر و اطمینان از نزدیکی محل امحا به محل ایجاد پسماند است.

پسماندهای مشمول کنوانسیون بازل عبارتند از: پسماندهای بیمارستانی و دارویی، حفاظت‌کننده‌های چوب، آفت‌کش‌ها، پسماندهای ناشی از تولیدات چسب‌ها، رنگ‌ها، پلاستیک‌ها و مواد شیمیایی مورد کاربرد درعکاسی، روغن‌های آسکارل، آزبست، پسماندهای حاوی متال‌کربنیل‌ها، بریلیوم، ترکیبات کروم چند ظرفیتی، ترکیبات مس، ارسنیک، سلنیوم، کادمیوم، آنتیموان، تلوریوم، جیوه تالیوم، سرب، ترکیبات معدنی حاوی فلوئور، سیانیدهای معدنی، ترکیبات آلی فسفردار، فنل‌ها و اترها می‌باشد.

وزارت محیط زیست آمریکا طی برنامه‌ای قصد دارد تا سال ۲۰۱۰ تولید مواد زیستی را با استفاده از کشاورزی و با بهره‌برداری از انرژی خورشیدی با درآمد تقریبی ۱۵ تا ۲۰ میلیارد دلار انجام دهد. همچنین اتحادیه اروپا قانونی را مورد تصویب قرار داده است که طی آن تا ۵ سال آینده واردات محصولات بسته‌بندی شده توسط پلاستیک‌های تجدیدناپذیر به کشورهای عضو این اتحادیه بسیار محدود می‌گردد.

۳. پیشرفت‌های فناورانه در تولید پلاستیک‌های جدید

به دلیل چالش‌های متعددی که در تولید و کاربرد انواع پلاستیک وجود دارد، در سال‌های اخیر تحقیقات متعددی در خصوص تولید پلاستیک از منابع تجدیدپذیر صورت گرفته است که منجر به تولید انواع بیوپلیمر گردیده است.

بیوپلیمر از نظر بیوشیمی‌دان‌ها عبارت است از ماکرومولکول‌های بیولوژی که از تعداد زیادی زیر واحد کوچک و شبیه به هم که با اتصال کووالانسی به هم متصل شده‌اند و یک زنجیره طولانی را ایجاد می‌کنند، ساخته شده‌اند. در روند طبیعی، بیوپلیمرها و یا همان ماکرومولکول‌ها، ترکیبات داخل سلولی هستند که قابلیت زنده ماندن را به ارگانیسم در شرایط سخت محیطی می‌دهند.

بیوپلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر پلیمرهای تولید شده از محصولات کشاورزی می‌باشند و با قرار گرفتن در مجاورت خاک به مرور زمان تجزیه شده و به طبیعت باز می‌گردند. برخی ممکن است این خصوصیت را دلیلی بر عدم مقاومت و آسیب‌پذیری بیوپلیمرها به مرور زمان تصور نمایند، لیکن چنین نیست و بیوپلیمر تا زمانی که در مجاورت خاک و شرایط تجزیه‌پذیری قرار نگیرد، آسیب ندیده و تغییر شکل نمی‌دهد.

مواد بیوپلیمری در شکل‌های گوناگونی توسعه یافته‌اند؛ بنابراین ظرفیت استفاده در صنایع گوناگون را دارند. در این خصوص مواد بیوپلیمری در ساخت پلاستیک‌ها به دو صورت استفاده می‌شوند.

اول استفاده از پلاستیک‌هایی که در آنها یک ماده تخریب‌پذیر به یک پلاستیک متداول (مانند پت) اضافه می‌شود، در نتیجه این ماده به افزایش سرعت تخریب پلاستیک کمک می‌کند. این مواد چند سالی هست که وارد بازار شده‌اند و با آن که کمک زیادی به کاهش زباله‌های پلاستیکی کرده‌اند، اما به دلیل این که در آنها از همان پلاستیک‌های متداول تخریب‌ناپذیر استفاده می‌شود و استفاده از مقدار زیادی مواد تخریب‌پذیر در پلاستیک ویژگی آن را تضعیف می‌کند، موقعیت چندان محکمی ندارند.

دوم استفاده از پلاستیک‌های تخریب‌پذیر ذاتی است که به دلیل ساختمان شیمیایی خاص به وسیله باکتری‌ها، آب یا آنزیم‌ها در طبیعت تخریب می‌شوند و خیلی سریع‌تر از نوع اول به محیط زیست بر می‌گردند. این نوع پلاستیک‌ها به وسیله موجودات زنده ساخته می‌شوند و در نتیجه در چرخه ساخت و تجزیه مواد بیولوژیک قرار می‌گیرند، پس هیچ‌گاه منابع آن محدود و تمام شدنی نیست. در حالی که مواد پلیمری و پلاستیکی امروزی از سوخت‌های فسیلی ساخته می‌شود که منابع آن محدود و تمام شدنی است. هر چند این منابع در حال حاضر و به ویژه در کشور ما به وفور یافت می‌شوند، ولی روزی تمام خواهند شد.

سومین مزیت بیوپلیمرها، اقتصادی بودن این مواد است، زیرا تولید بیوپلیمر نیاز زیادی به کارخانه و صنعت پیشرفته ندارد.

انواع بیوپلیمرها:

در حدود ۸۰ سال قبل برای نخستین بار بیوپلیمر پلی هیدروکسی بوتیرات از باکتری باسیلوس مگاتریوم جداسازی شد. پس از آن دانشمندان بیوپلیمر به دنبال یافتن راه‌هایی هستند که تولیدات

بیوپلیمری باکتریایی را توسعه دهند و به صورت تجاری در آورند. بیوپلیمرهایی که سلول‌های باکتریایی قادر به تولید آن هستند و از آنها جداسازی شده‌اند، عبارتند از: پلی هیدروکسی آلکانوات (PHA)، پلی‌لاکتیک اسید (PLA) و پلی هیدروکسی بوتیرات (PHA).

این بیوپلیمرها از نظر خصوصیات فیزیکی به پلیمرهای پلی‌استیلن و پلی‌پروپیلن شبیه هستند. بیوپلیمرهای میکروبی در طبیعت به عنوان ترکیبات داخل سلولی میکروب‌ها یافت می‌شوند و بیشتر زمانی که باکتری‌ها در شرایط نامساعد محیطی قرار می‌گیرند، اقدام به تولید این مواد می‌کنند. این مواد در حالت طبیعی به عنوان یک منبع انرژی راحت و در دسترس عمل می‌کنند. همچنین هنگامی که محیط اطراف باکتری غنی از کربن باشد و از نظر دیگر مواد غذایی مورد استفاده باکتری دچار کمبود باشد، باکتری اقدام به ساخت بیوپلیمرهای یاد شده می‌کند.

پلی لاکتیک اسید (Poly Lactic Acid: PLA) از جمله پلیمرهای تولید شده از منابع تجدیدپذیر است که نسبت به سایر انواع پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر سازگاری بیشتری با مصارف بسته‌بندی صنایع غذایی دارد، همچنین از نظر بسیاری ویژگی‌ها شباهت بیشتری با پلیمر پت دارد.

۴. شناخت و کاربردهای پلی‌لاکتیک اسید در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی

از جمله بیوپلیمرها، پلی‌لاکتیک اسید است. پلی‌لاکتیک‌اسید ماده‌ای است که ۱۰۰ درصد از منبع قابل‌تجدید طبیعت مانند ذرت به دست می‌آید. از طرفی CO_2 موجود در هوا از این طریق کاهش می‌یابد و به کاهش گازهای گلخانه‌ای که معضل جهانی است کمک می‌کند.

برای تهیه پلی لاکتیک اسید یک منبع تجدید شدنی مثل ذرت آسیاب می‌شود، نشاسته از مواد خام جدا می‌شود. دکستروز ناخالص متقابلاً از نشاسته تهیه می‌شود. سپس دکستروز به لاکتیک اسید تبدیل می‌شود که این مرحله تخمیر شبیه تخمیر تولید آبجو است. لاکتیک‌اسید ماده اولیه حاصل از ذرت طی مراحل مختلف تمیز، جداسازی و پلیمریزاسیون به پلی لاکتیک اسید تبدیل می‌شود و در نهایت میزان انرژی لازم مصرفی در کارخانه و برای حمل و نقل مواد در مقایسه با پلاستیک‌ها ۲۰ تا ۵۰ درصد کمتر است و به این ترتیب از منابع تجدیدنشدنی طبیعت مثل گاز و ذغال سنگ کمتر استفاده می‌شود و در عین‌حال در خود محصول نیز برخلاف پلاستیک‌ها از منابع نفتی (پتروشیمی) استفاده نمی‌شود.

از طرفی مصرف‌کنندگان ترجیح می‌دهند که مواد غذایی در بسته‌بندی‌هایی با پایه ذرت ارائه شود چرا که ۱۰۰ درصد تازگی مواد داخل آن حفظ می‌شود، به طبیعت آسیب نمی‌رساند و سهولت استفاده از آن به اندازه بسته‌بندی‌های سنتی است. عمر مواد غذایی ۱۰ تا ۱۵ درصد در این بسته‌بندی‌ها بیشتر می‌شود.

پلی لاکتیک اسید مانند پت شفاف است و خاصیت شیشه‌ای و وضوح بالایی دارد. محصولات ساخته‌شده از این نوع پلیمر با خواص مشابه پلاستیک‌ها و قابل تجزیه و بازگشت به طبیعت است. این نوع پلیمر از کارامدترین گزینه‌های قابل استفاده در صنایع بسته‌بندی به شمار می‌رود و بازار جهانی آن به سرعت رو به رشد است.

امروزه در برخی کشورهای صنعتی برچسب پلی لاکتیک اسید (Nature Works) بر روی بسیاری از بسته‌بندی‌های مواد غذایی دیده می‌شود. این بسته‌بندی‌ها از نظر دوام، استحکام و شفافیت قابل مقایسه با پت هستند. اهم کاربردهای پلی لاکتیک اسید را می‌توان در بسته‌بندی مواد غذایی، تولید ظروف یک‌بار مصرف مانند بطری، لیوان، قاشق و چنگال، ظروف غذا، تولید انواع فیلم‌ها و شرینک‌ها، کیسه پلاستیکی، بسته‌بندی‌های یکبار مصرف پزشکی مانند انواع سرنگ، کیسه خون و غیره، تولید وسایل پزشکی و وسایل مورد استفاده در جراحی مانند انواع داربست‌ها، نخ جراحی و غیره، مصارف کشاورزی، پوشاک و مصارف دیگر نام برد.

در حال حاضر ۱۸۰۰۰ فروشگاه مواد غذایی در سراسر دنیا محصولات غذایی بسته‌بندی شده در ظروف ساخته شده از پلی‌لاکتیک اسید را ارائه می‌کنند. در المپیک زمستانی آمریکا، شرکت کوکاکولا نوشیدنی‌هایش را در ظروف پلی لاکتیک اسید تهیه کرد. کشور چین نیز در نظر داشت برای المپیک ۲۰۰۸، این محصول را به شرکت‌کنندگان سراسر دنیا معرفی کند.

از جمله شرکت‌هایی که از پلی‌لاکتیک‌اسید برای بسته‌بندی استفاده می‌کنند عبارتند از:

۱- شرکت اتریشی SPAR محصولات میوه‌ای را در بسته‌بندی‌های پلی‌لاکتیک‌اسید با نام تجاری Nature Works عرضه می‌کند (سال ۲۰۰۵).

۲- شرکت ایتالیایی ILPA، سینی ترموفروم شده را برای بسته‌بندی میوه استفاده می‌کند.

۳- شرکت آلمانی Treofan، فیلم رویی ساخته شده از پلی لاکتیک اسید را برای بسته بندی تهیه می‌کند.

۱-۴. مزایای استفاده از پلی لاکتیک اسید

اصلی‌ترین مزایای کاربرد پلی لاکتیک اسید عبارتند از:

۱- جلوگیری از آلودگی محیط زیست: زباله‌های ناشی از مصرف کالاهای ساخته شده از پلی‌لاکتیک‌اسید با قرارگرفتن در مجاورت خاک تجزیه شده و متلاشی می‌شوند.

۲- جلوگیری از افزایش گازهای گلخانه‌ای: تولید صنعتی پلی‌لاکتیک‌اسید مستلزم کشت گیاهان مورد استفاده به عنوان ماده اولیه در مقیاس انبوه است.

۳- سازگاری با بافت موجود زنده: از آنجا که مواد اولیه تولید پلی‌لاکتیک‌اسید گیاهی هستند، در کاربردهای بسته‌بندی مواد شیمیایی و غیرطبیعی به کالاهای بسته‌بندی شده به ویژه مواد غذایی منتقل نمی‌کنند.

۴- کاهش استفاده از منابع نفتی در تولیدات: در تولید پلی‌لاکتیک‌اسید نه تنها از نفت به عنوان ماده اولیه استفاده نمی‌شود، بلکه فرایند تولید آن نیز به منابع سوختی کمتری نیاز دارد.

۵- استفاده از منابع تجدیدپذیر(Renewable Recourses): گیاهان به عنوان مواد اولیه تولید پلی‌لاکتیک‌اسید منابعی قابل تولید و قابل بازیافت به طبیعت می‌باشند.

هر یک از این ویژگی‌ها به تنهایی می‌تواند دلیلی محکم بر گسترش تولید و کاربرد پلی لاکتیک اسید در مقایسه با پلاستیک‌های امروزی باشد.

۵. بررسی پلی لاکتیک اسید از جنبه‌های مختلف

۱-۵. برخورداری از استانداردهای بسته‌بندی

پلی لاکتیک اسید بیوپلیمر زیست تخریب‌پذیر است. نسبت به آب نفوذناپذیری خوبی دارد. ولیکن نمی‌تواند دمای بالای ۷۰ درجه سانتیگراد را تحمل کند. در آب حل نمی‌شود. اما باکتری‌هایی وجود دارند که می‌توانند آن را به آب و CO_2 تبدیل کنند. به طور خلاصه می‌توان اهم ویژگی‌های پلی‌لاکتیک اسید را به صورت زیر نام برد:

۱- زیست تخریب پذیر بودن: ظروف پلی لاکتیک اسید در مجاورت خاک متلاشی می‌شوند.

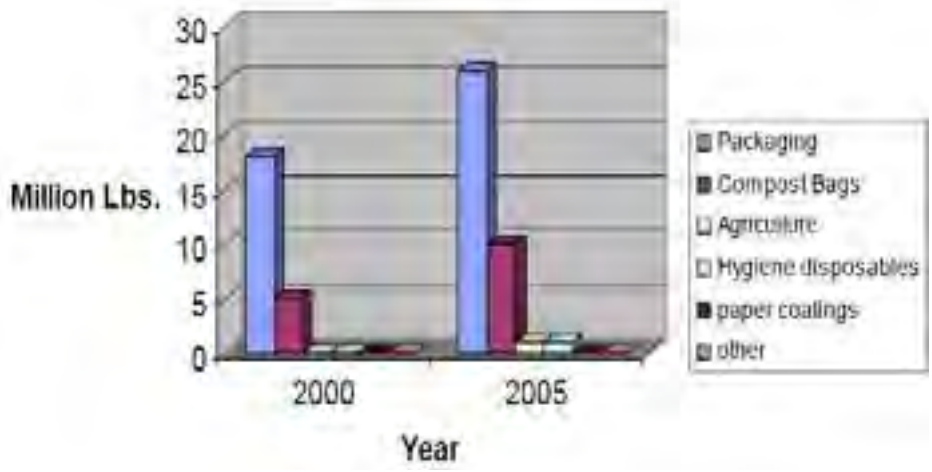
۲- مقاوم به نفوذ چربی: ظروف پلی لاکتیک اسید نسبت به نفوذ چربی مقاومند.

۳- مقاوم به نفوذ آب: ظروف پلی‌لاکتیک‌اسید در مقابل نفوذ آب مقاومند.

۴- مناسب برای نگهداری غذا: ظروف پلی‌لاکتیک‌اسید از نظر نگهداری و حفظ ماندگاری مواد غذایی داخل آنها مناسب و مشابه انواع ظروف پلاستیکی هستند.

Vink, Erwin. Building a sustainable business for the production of nature works polylactide polymers, Nature Works LLC, 2006.

شکل ۶- انواع مختلف محصولات تولید شده از پلی‌لاکتیک اسید [۱۰]



Biopolymer Market Analysis, Iowa State University Business Analysis, Laboratory6 Fall 2003, Adam Bries, Andrea Goergen.

شکل ۷- مقایسه کاربرد پلیمر PLA در صنایع مختلف

۵- شفاف و بلورین: ظروف پلی‌لاکتیک‌اسید شفاف و بلوری هستند.

۶- قابل ماشین‌کاری: ظروف پلی لاکتیک اسید قابل ماشین‌کاری در انواع ماشین‌آلات صنعتی هستند.

۷- کاربردهای گوناگون: ماده پلی‌لاکتیک‌اسید علاوه بر صنعت بسته‌بندی مواد غذایی در موارد متعدد دیگر از جمله کاربردهای پزشکی، صنعت پوشاک، مصارف دارویی و غذایی را نیز دارا می‌باشد.

۲-۵. میزان کاربرد پلی لاکتیک اسید در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی در دنیا و پیش‌بینی رشد

تقاضای جهانی پلی لاکتیک اسید در سال ۲۰۰۱، ۸۶۰۰۰ تن بوده که بیشتر در صنایع بسته‌بندی مواد غذایی، نوشیدنی‌ها و مواد آرایشی استفاده شده است. پیش‌بینی شده است تا سال ۲۰۱۰ مصرف سالانه آن به ۵۰۰ هزار تن در سال برسد.[۱۱]

۳-۵. مصرف‌کنندگان و قیمت پلی لاکتیک اسید

قیمت جهانی پلی لاکتیک اسید در سال ۲۰۰۷ در مقیاس عمده ۲/۲ دلار به ازای هر کیلوگرم و قیمت هدف (Target Price) در نظر گرفته برای آن تا سال ۲۰۱۰، ۰/۸ دلار به ازای هر کیلوگرم است.

از جمله عوامل مؤثر و اصلی در تعیین قیمت پلی لاکتیک اسید فناوری مورد استفاده در تولید، قیمت و فراوانی مواد اولیه مورد نیاز هستند. اثر عامل اول یعنی فناوری مورد استفاده در تولید به مراتب بیشتر از عامل دوم یعنی قیمت و فراوانی مواد اولیه مورد نیاز است. کاهش چشمگیر قیمت این پلیمر در سال‌های گذشته و همچنین تعیین قیمت هدف برای سال‌های آتی، بیشتر به واسطه پیشرفت‌های فناوری در صنایع بیوفناوری و صنایع وابسته به آن بوده است نه به خاطر مواد اولیه. بعضاً قیمت مواد اولیه مورد استفاده در طی این سال‌ها رشد مثبت هم داشته است.

همچنین شکل (۷) میزان مصرف پلاستیک‌های زیست تخریب‌پذیر در صنایع مختلف را در آمریکای شمالی در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵ نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که این نوع پلاستیک‌ها در صنایع بسته‌بندی بیشترین کاربرد را داشته‌اند.

۴-۵. قیمت تمام شده کالاهای ساخته شده از پلی‌لاکتیک اسید

اختلاف قیمت تمام شده کالاهای ساخته شده از پلی لاکتیک اسید با کالاهای ساخته شده از پت ناشی از دو عامل است:

۱- اختلاف قیمت مواد اولیه مورد نیاز برای تولید پلی‌لاکتیک اسید و پت

۲- ماشین‌آلات و تجهیزات مورد استفاده برای تولید: در حال حاضر ماشین‌آلات مورد نیاز برای تولید پلی‌لاکتیک‌اسید بین ۱۰ تا ۵۰ درصد از ماشین‌آلات مورد استفاده برای

تولید محصولات پت گران‌تر است. بیشترین میزان اختلاف در ماشین‌آلات اکسترودر که ورق‌های مورد استفاده در ماشین‌آلات ظرف‌سازی را تولید می‌کند، دیده می‌شود. مقداری از این اختلاف قیمت به خاطر کم بودن سفارش این ماشین‌آلات است.

به خاطر عوامل ذکر شده، در حال حاضر قیمت تمام شده ظروف ساخته شده از پلی لاکتیک اسید حدود ۴۰ درصد گران‌تر از قیمت تمام شده ظروف ساخته شده از پت می‌باشد.

۵-۵. تولیدکنندگان

شرکت کارگیل (Cargill) اولین تولیدکننده پلی‌لاکتیک اسید در جهان است. این شرکت تحقیقات خود در زمینه تولید صنعتی پلی لاکتیک اسید را از سال ۱۹۸۷ و کشت صنعتی گیاهان به عنوان ماده اولیه تولید آن را از سال ۱۹۹۲ آغاز نمود. در سال ۱۹۹۷ شرکت کارگیل و شرکت شیمیایی داو (Dow Chemical Company) برای تولید پلی لاکتیک اسید به یکدیگر ملحق شدند. شرکت پلیمرهای کارگیل داو (Cargill Dow Polymers LLC (CDP)) کار خود را به صورت صنعتی از سال ۲۰۰۱ آغاز نمود و هم اکنون تولید پلی‌لاکتیک اسید را در مقیاس گسترده در نبراسکای آمریکا انجام می‌دهد. ظرفیت تولید پلی‌لاکتیک اسید در سال ۲۰۰۷ در نبراسکای آمریکا به یک میلیارد پوند (هر پوند معادل ۴۵۳,۵۹۲ گرم است) خواهد رسید.

۶-۵. مواد اولیه مورد نیاز برای تولید پلی‌لاکتیک اسید

مواد اولیه تولید پلی‌لاکتیک اسید، محصولات کشاورزی مانند ذرت، چغندر قند، گندم و سایر محصولات سرشار از نشاسته هستند. قابل توجه است که الزامی به استفاده از محصولات اصلی کشاورزی برای تولید پلی‌لاکتیک اسید نمی‌باشد، بلکه می‌توان از ضایعات محصولات کشاورزی نیز به طور گسترده در تولید پلی‌لاکتیک اسید استفاده کرد. بقایای محصولات کشاورزی مخازن پرارزشی در تولید ماده آلی خاک هستند. متاسفانه در ایران کشاورزان این بقایای با ارزش را می‌سوزانند که با سوزاندن بقایای گیاهی قسمت عمده ماده آلی به O_2 تبدیل شده و هدر می‌رود.

در کشورهای صنعتی به دلیل قرار گرفتن ضایعات کشاورزی در چرخه تولید سایر محصولات عملاً ضایعات دور ریختنی گسترده‌ای وجود ندارد تا در تولید پلی‌لاکتیک اسید به کار گرفته شود. به همین دلیل مواد اولیه مورد نیاز تولید پلی‌لاکتیک‌اسید در این کشورها به شکل صنعتی کشت می‌شود که مثال بارز آن کشت ذرت در نبراسکای آمریکا است. لیکن از آنجا که در ایران برنامه‌ریزی‌های گسترده و جامعی برای استفاده از ضایعات کشاورزی انجام نشده است. بسیاری از این ضایعات به صورت پسماند به طبیعت وارد می‌شوند.

در ایران حجم تولید محصولات کشاورزی ۶۲ میلیون تن در سال است (سال ۷۸). که با احتساب ۳۵ درصد ضایعات خساراتی که هر ساله از این بابت متوجه کشور می‌شود، میزان ضایعات ۲۶ میلیون تن به ارزش حداقل ۱۵۰۰ میلیارد ریال در سال است. (میانگین قیمت هر کیلوگرم ضایعات کشاورزی ۵۰۰ ریال در نظر گرفته شده است.) که درصورت استفاده از آنها به عنوان ماده اولیه تولید پلی‌لاکتیک اسید، نه تنها این ضایعات موجب خسارت نمی‌باشند بلکه منبعی برای تولید صنعتی و کسب سودآوری هستند.

از جمله این مواد زائد و دورریختنی، آب پنیر است. از آنجا که آب پنیر برای جذب در طبیعت دارای نیاز اکسیژن بیوشیمیایی بسیار بالا یعنی در حدود ۳۰ الی ۵۰ هزار قسمت در میلیون است، میزان آلوده‌سازی محیط زیست آن بسیار بیشتر از حد مجازی است که سازمان حفاظت از محیط زیست برای پساب‌های صنعتی تعیین کرده است. میزان تعیین شده سازمان حفاظت از محیط زیست ۵۰ الی ۱۰۰ قسمت در میلیون است. این در حالی است که در حال حاضر بیشتر آب پنیر کارخانه‌های پنیرسازی به صورت پسماند وارد طبیعت می‌شود. میزان کل تولید پنیر در کشور در سال ۱۳۸۴، ۶۷۸۵۰ تن می‌باشد. هر تن پنیر معادل ۸ تن آب پنیر دارد. آب پنیر یک واحد بزرگ در حدود ۵۰۰ هزار لیتر در روز می‌باشد. بنابراین میزان تولید آب پنیر براساس تولید سال ۱۳۸۴، ۵۴۲۸۰۰ تن می‌باشد که رقم قابل توجهی است. جالب توجه است که آب پنیر در میان سایر مواد اولیه‌ای که می‌توانند برای تولید پلی‌لاکتیک اسید مورد استفاده قرار گیرند، از کارایی بالاتری برخوردار است.

جدول ۳- استان‌های اصلی تولیدکننده پنیر در کشور و میزان تولید آنها در سال ۱۳۸٤ [۱۲]

نام استان	تولید پنیر (تن)
اصفهان	۱۲۰۹۲
خراسان رضوی	۱۱۸۰۲
فارس	۱۰۱۶۲

منبع: سالنامه آماری کشاورزی سال ۱۳۸۴

آب پنیر بیشترین راندمان تولید را در بین سایر مواد اولیه دارا می‌باشد. لیکن راندمان تولید تنها معیار برای انتخاب ماده اولیه نیست، بلکه میزان فراوانی و قیمت ماده اولیه ملاک انتخاب برای تولید صنعتی است. به عنوان مثال به دلیل فراوانی ذرت، در ایالات متحده تقریبا تمامی لاکتیک اسید تولیدی از این ماده استخراج می‌شود.

۵-۷. میزان کاربرد پلی‌لاکتیک اسید در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی در داخل کشور و پیش‌بینی رشد

مطابق بررسی‌های انجام شده هنوز از پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر در صنایع بسته‌بندی ایران استفاده نمی‌شود و تنها گرید پزشکی این پلیمر به صورت بسیار محدود در ساخت اجزا مصنوعی و همچنین به عنوان نخ و وسایل مورد استفاده در جراحی‌ها (به خصوص جراحی‌های داخلی) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۵-۸. بازیافت پلی لاکتیک اسید و هزینه‌های ناشی از آن

همان‌طور که در خصوص پلیمر پت بیان شد، فرایند بازیافت از دو دیدگاه قابل بررسی و مطالعه می‌باشد، یکی دیدگاه اقتصادی و دیگری از منظر زیست‌محیطی.

۱- دیدگاه اقتصادی که به معنی استفاده از زباله به عنوان یک منبع مواد اولیه برای تولید است.

از این منظر لازم است فرایند بازیافت تا حد امکان ساده، تحت کنترل و ارزان باشد. در حال حاضر تحقیقات زیادی برای به وجود آوردن امکان استفاده از زباله‌های PLA به منظور استفاده مجدد (به طور مستقیم) در فرایند تولید در حال انجام می‌باشد.

۲- دیدگاه زیست‌محیطی که به معنی جمع‌آوری و استفاده از مواد زائد با هدف پاکیزگی محیط زیست است.

از این منظر فرایند بازیافت را تخریب می‌نامند و باید تا حد امکان سریع و ترجیحاً توسط چند عامل صورت گیرد. نکته قابل توجه این است که اصطلاح زیست‌تخریب پذیر (Biodegradable) برای وقتی است که عامل تخریب منشا ارگانیک داشته باشد. به عنوان نمونه میکروب‌ها و باکتری‌های موجود در محیط ترکیب پلیمر را از بین می‌برد.اما اگر قرار باشد پلیمر توسط عامل دیگری مانند نور (Photodegradable) یا حرارت تخریب شود، در این صورت پلاستیک را زیست تخریب‌پذیر نمی‌توان نامید.

در برنامه بازیافت پلاستیک‌های زیست‌تخریب‌پذیر نحوه و زمان تخریب قابل طراحی است و این یکی از مزایای قابل توجه پلاستیک‌های زیست‌تخریب‌پذیر می‌باشد که هزینه‌های بازیافت آن را به حداقل ممکن کاهش می‌دهد.

۶. مقایسه پت و پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر با استفاده از آزمون ناپارامتری علامت زوج نمونه‌ای

تاکنون ویژگی‌های دو پلیمر پت و پلی لاکتیک اسید به دقت عنوان شدند. لیکن برتری پت در برخی موارد نسبت به پلی‌لاکتیک اسید و بالعکس باعث می‌شود تا نتوان نتیجه‌ای نهایی در انتخاب یکی از این محصولات را اتخاذ کرد. به همین دلیل با استفاده از آزمون ناپارامتری علامت زوج نمونه‌ای به مقایسه این دو نوع پلیمر پرداخته می‌شود تا نتیجه‌ای علمی و غیر سلیقه‌ای اتخاذ شود. پارامترهای انتخاب شده جهت مقایسه پلی‌لاکتیک‌اسید و پت در ادامه توضیح داده می‌شود.

۶-۱. قیمت محصول تولید شده

در حال حاضر ظروف پلی‌لاکتیک‌اسید حدود ۴۰ درصد گران‌تر از ظروف پت می‌باشد. لیکن کاهش قیمت پت طی سال‌های اخیر به واسطه توسعه فناورانه از یک طرف و افزایش قیمت نفت و به تبع آن افزایش قیمت پت از طرف دیگر باعث می‌شود اختلاف قیمت این دو پلیمر کاهش یابد. مطابق بررسی‌های یکی از شرکت‌های معتبر در زمینه ارائه دانش فنی تولید گرانول‌های پلی‌لاکتیک اسید، در صورتی که قیمت نفت خام به بشکه‌ای ۸۰ دلار برسد، قیمت پلی‌لاکتیک اسید و پت یکسان خواهد شد. بنابراین با توجه به افزایش شدید قیمت نفت خام (۹۰ دلار در هر بشکه در پایان سال ۲۰۰۷)، در حال حاضر قیمت پلی لاکتیک اسید نباید گران‌تر از پت باشد. لیکن عاملی که در حال حاضر باعث شده است قیمت پلی لاکتیک اسید بیشتر از پت باشد، میزان کم تولید در برابر تقاضای زیاد برای

مصرف است. در حال حاضر به دلیل رشد زیاد تقاضا، سرمایه‌گذاری‌های بسیار زیادی در طرح‌های تولید این پلیمر به ویژه در آمریکا و چین صورت گرفته است.

۶-۲. انرژی مورد نیاز تولید

مراحل تولید کامل پلی لاکتیک اسید در مقایسه با تهیه پت به ۲۰ درصد منابع سوختی کمتری نیاز دارد.

۶-۳. فراوانی مواد اولیه

مواد اولیه مورد نیاز برای تولید پلاستیک‌ها در حال اتمام هستند، در حالی که مواد اولیه مورد نیاز برای تولید پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر قابل تولید می‌باشند.

۶-۴. قیمت ماده اولیه

شکل زیر مقایسه قیمت نفت و ذرت را به عنوان مواد اولیه تولید پت و پلی‌لاکتیک اسید نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که این اختلاف قیمت بسیار زیاد می‌باشد و روند رشد قیمت ذرت در مقایسه با رشد قیمت نفت ناچیز و قابل چشم‌پوشی است.

۶-۵. هزینه‌های بازیافت

هزینه‌های بازیافت پلی‌لاکتیک‌اسید در مقایسه با پت قابل اغماض است و این امر از مهم‌ترین دلایل برتری پلی‌لاکتیک‌اسید نسبت به پت می‌باشد.

۶-۶. سازگاری با بافت موجود زنده

از آنجا که مواد اولیه تولید پلی‌لاکتیک‌اسید گیاهی هستند، در کاربردهای بسته‌بندی، مواد شیمیایی و غیرطبیعی به کالاهای بسته‌بندی شده به ویژه مواد غذایی منتقل نمی‌کنند. از طرفی مصرف‌کنندگان ترجیح می‌دهند که مواد غذایی در بسته‌بندی‌هایی با پایه ذرت ارائه شود چرا که ۱۰۰ درصد تازگی مواد داخل آن حفظ می‌شود، به طبیعت آسیب نمی‌رساند و سهولت استفاده از آن به اندازه بسته‌بندی‌های سنتی است. عمر مواد غذایی ۱۰ تا ۱۵ درصد در این بسته‌بندی‌ها بیشتر می‌شود.

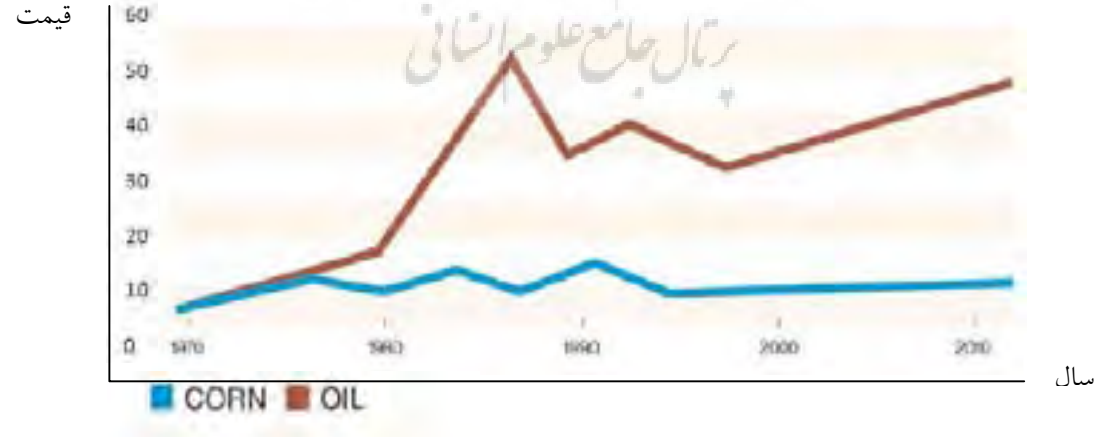
۶-۷. مطابقت با قوانین زیست محیطی

پلی لاکتیک اسید کاملا مطابق با قوانین زیست محیطی است. در حالی که تاکنون موانع متعددی جهت استفاده از انواع پلاستیک وضع شده است.

۶-۸. کارکردهای فنی

از منظر کارکردهای فنی، پلی‌لاکتیک‌اسید مانند پت شفاف است. اکثر فرایندهای تولید ظروف پلاستیکی مانند اکستروژن، تزریق و بادگیری که در پلاستیک‌های سنتی به کار می‌رود، در تولید ظروف پلاستیکی طبیعی مانند پلی‌لاکتیک‌اسید نیز کاربرد دارد.

دمای ذوب پلی لاکتیک اسید نسبت به پت کمتر است که این مورد از جمله محدودیت‌های پلی‌لاکتیک اسید محسوب می‌شود. زیرا نمی‌توان از ظروف پلی‌لاکتیک اسید برای نگهداری مواد با دمای بالاتر از حدود ۷۰ درجه استفاده کرد. لیکن از نظر استحکامی پلی‌لاکتیک اسید می‌تواند مقاومتی بیش از پت داشته باشد. از نظر امکان تغییر شکل شرایط این دو نوع پلیمر تقریبا یکسان می‌باشد.



Vink, E. (2006), Building a sustainable business for the production of nature works polylactide polymers. Nature Works LLC.

شکل ۸- مقایسه قیمت نفت و ذرت از دهه ۷۰ تاکنون و پیش‌بینی روند آتی

کارکردها	سازگاری	قوانین	هزینه‌ها	مواد اولیه		انرژی	قیمت محصول	
				قیمت	فراوانی			
−	+	+	+	+	+	+	−	پلی‌لاکتیک اسید

منبع: محاسبات تحقیق

۹-۶. فرضیه و انجام آزمون

از آزمون علامت زوج نمونه‌ای می‌توان برای داده‌های زوجی استفاده کرد. در چنین مسائلی هر زوج را در نظر می‌گیریم، اگر مقدار اولی بیشتر از دومی باشد، علامت مثبت و اگر کمتر باشد علامت منفی قرار داده می‌شود. همچنین اگر دو مقدار مساوی باشند، کنار گذاشته می‌شوند.

اگر حجم نمونه کم باشد، از جدول توزیع دوجمله‌ای و اگر حجم نمونه زیاد باشد، از جدول توزیع نرمال استاندارد برای برگزاری آزمون استفاده می‌شود.

فرض صفر: کاربرد پلی لاکتیک اسید در مقیاس صنعتی نسبت به پت از منظر موانع صادراتی به‌صرفه است.

فرض مخالف: کاربرد پلی لاکتیک اسید در مقیاس صنعتی نسبت به پت از منظر موانع صادراتی به‌صرفه نیست.

چون $x = 5$ کمتر و یا مساوی $C_{.05, .7, .05}$ نیست، نمی‌توان فرضیه صفر را رد کرد، بنابراین کاربرد پلی‌لاکتیک اسید در مقیاس صنعتی نسبت به پت از منظر موانع صادراتی به‌صرفه است.

جمع‌بندی و ملاحظات

از جمله مواد اولیه‌ای که امروزه کاربرد فراوانی در بسته‌بندی مواد غذایی دارد، پلی‌اتیلن‌ترفتالات است که به صورت مخفف پت نامیده می‌شود. ویژگی‌های پت نسبت به سایر انواع بسته‌بندی‌های موجود در بازار قابل توجه است، لیکن با وجود تمام مزایا و برتری‌های پت نسبت به رقبای موجود، ضررهای ناشی از آن سبب عدم رشد پایدار این محصول در بازارهای جهانی گردیده است. از جمله چالش‌های موجود در تولید و مصرف این ماده اولیه در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی عبارتند از:

افزایش هزینه تمام شده به دلیل افزایش قیمت نفت: یکی از عوامل مؤثر در استفاده از انواع بسته‌بندی قیمت تمام شده جنس بسته‌بندی است. ماده پایه و اولیه در تولید پت، نفت است. بنابراین افزایش قیمت نفت تأثیر بسزایی در افزایش قیمت تمام شده پت و به صرفه شدن استفاده از جایگزین‌های آن ایفا می‌نماید.

بازیافت پت: پلاستیک‌ها یکی از منابع عمده ایجاد زباله هستند. مصرف پلاستیک به علت سبکی وزن و عدم شکستگی بسیار رایج است، اما به ندرت در اثر تجزیه بیولوژیکی و شیمیایی از بین می‌رود. از جمله هزینه‌های بازیافت پلاستیک‌ها عبارتند از: هزینه جداسازی انواع پلاستیک، هزینه مصرف انرژی، کم ارزش بودن ماده بازیافت شده، هزینه‌های زیست محیطی.

قوانین زیست محیطی: در اواخر دهه ۱۹۸۰ افزایش اعمال قوانین و مقررات زیست محیطی در کشورهای صنعتی موجب افزایش هزینه‌های امحا پسماندهای ناشی از صنایع مختلف گردید. هم اکنون این کشورها نه تنها سعی در انتقال پسماندهای ایجاد شده به خارج از محیط زیست خود اصرار می‌ورزند، بلکه مانع از ورود انواع پسماند به هر شکل حتی به صورت بسته‌بندی مواد غذایی می‌شوند.

تولید بیوپلیمرها: به دلیل چالش‌های متعددی که در تولید و کاربرد انواع پلاستیک وجود دارد، در سال‌های اخیر تحقیقات متعددی در خصوص تولید پلاستیک از منابع تجدیدپذیر صورت گرفته است که منجر به تولید انواع بیوپلیمر گردیده است. بیوپلیمرهای زیست تخریب‌پذیر پلیمرهای تولید شده از محصولات کشاورزی می‌باشند و با قرار گرفتن در مجاورت خاک به مرور زمان تجزیه شده و به طبیعت باز می‌گردند.

صنایع بیوفناوریک از جمله زمینه‌هایی است که در وضعیت معرفی به دنیا می‌باشد. با نگاهی جامع و بلندمدت به صنعت بسته‌بندی مواد غذایی در کشور، صنعت نوپای تولید بیوپلیمرها در دنیا، مشکلات و موانع موجود فعلی در استفاده از مواد بسته‌بندی سنتی و بالاخره مزیت‌های موجود در کشور برای سرمایه‌گذاری در این زمینه جا دارد سرمایه‌گذاری و کاربرد گسترده از ماده جایگزین پلی لاکتیک اسید به طور گسترده به صنعت‌گران و سرمایه‌گذاران در سطح ملی معرفی گردد. مزایای استفاده از پلی لاکتیک اسید به شکل صنعتی در کشور در موارد زیر برشمرده می‌شود:

ایجاد شاخه صنعتی جدید، ایجاد زمینه گسترش علوم بیوفناوریک، افزایش اشتغال، افزایش صادرات غیر نفتی، تبدیل ایران به مرکز علوم بیوفناوریک در منطقه، جذب سرمایه‌گذاری‌های خارجی، استفاده بهینه از ضایعات محصولات کشاورزی و افزایش بهره‌وری در این بخش، رفع مشکلات موجود در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی در کشور، رفع چالش‌های موجود در بخش بازیافت پسماندها، عمل کردن ایران به تعهدات بین‌المللی.

پی‌نوشت‌ها

۱. گروه کارشناسی بسته‌بندی معاونت نگهداری اداره لجستیک ستاد مشترک سپاه، علم بسته‌بندی پلاستیکی.

2. www.the-innovation-group.com.2008.

3. www.naftkarafarin.2008.

۴. شرکت بازرگانی پتروشیمی ایران.

۵. شرکت بازرگانی پتروشیمی شهید تندگویان.

۶. تکمیل زنجیره پت در کشور، ماهنامه نفت و گاز، ۱۳۸۶.

۷. سالنامه آماری، ۱۳۸۴.

۸. سازمان حفاظت از محیط زیست، ۲۰۰۸.

9. Kirchhoff, Mary, 2003.

10. Vink, Erwin, 2006.

11. Adam, Bries, 2003.

۱۲. آمارنامه کشاورزی، ۱۳۸۴.

منابع

پتروشیمی، ماهنامه نفت، گاز. *تکمیل زنجیره پت در کشور*، ۱۳۸۶. شماره ۴۵. ص ۹۹.

سالنامه آماری. ۱۳۸۴.

سازمان حفاظت از محیط زیست، http://www.irandoe.org، ۲۰۰۸.

شرکت بازرگانی پتروشیمی ایران، http://www.petrochem-ir.net، ۲۰۰۸.

شرکت پتروشیمی شهید تندگویان، http://www.stpc.ir، ۲۰۰۸.

گروه کارشناسی بسته‌بندی معاونت نگهداری اداره لجستیک ستاد مشترک سپاه، *علم بسته‌بندی پلاستیکی*، ۱۳۷۶.

A Biodegradable Polymer Base on Renewable Resources, Udeh Inventa Fischer's PLA Process., 2006.

Adam Bries, Andrea Goergen. *Biopolymer Market Analysis*, Iowa State University Business Analysis, Laboratory, Fall 2003.

Kirchhoff, Mary-*Introduction to Green Chemistry*, Associated Colleges of the Chicago Area, 16 September 2003.

Vink, Erwin, *Building a Sustainable Business for the Production of Nature Works Polylactide Polymers*, Nature Works LLC, 2006.

http://www.the-innovation-group.com/chemprofile.htm., 2008.

http://www.naftkarafarin.ir, 2008.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی