

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

زهرا عباسی

(کارشناس ارشد علوم اقتصادی، دانشگاه شهیدبهشتی)

علی علی‌عسگری

(کارشناس ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه امیرکبیر)

توسعه صادرات / پلیمریت / مواد غذایی

کشور بررسی و جایگزین مناسب آن معرفی می‌شود.

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، پلیمریت به عنوان یکی از پرمصرف‌ترین انواع پلاستیک در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی

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

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 پلی لاکتیک 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 گلاکول 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 پی‌وی سی آسیب کمتری به محیط زیست می‌رسانند و فرایند بازیافت آنها به مراتب راحت‌تر است، همچنین خواص 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 کرنات‌دار نظیر انواع نوشابه‌ها

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، پلی‌اتیلن ترفتالات است که به صورت 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 مواد غذایی 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.

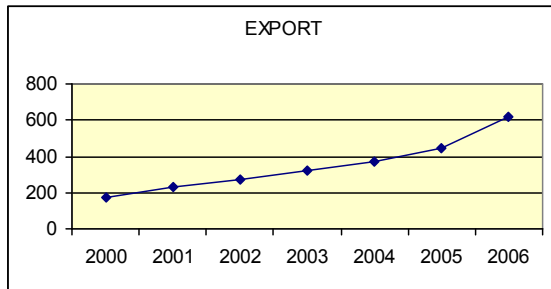
لیکن با وجود تمام مزایا و برتری‌های پت نسبت به رقبای موجود، معایب و ضررهای ناشی از آن سبب عدم رشد پایدار این محصول در بازارهای جهانی گردیده است. حداقل ۱۰۰ سال طول می‌کشد تا پت به صورت طبیعی به چرخه محیط زیست باز گردد. همچنین بازیافت آن به دلیل هزینه‌های بالای اقتصادی نسبت به ارزش محصول بازیافت شده، توجیه‌پذیر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

در نتیجه گران تر شدن محصول نهایی می باشد. آسیب های زیست محیطی، بازیافت و هزینه های ناشی از آن از جمله دیگر دلایل کاهش مصرف در کشورهای توسعه یافته و جستجوی راه های خلاصی از زباله های پت است. به طوری که رقم صادرات پت دست دوم و دیگر پلاستیک ها از کشورهای صنعتی به کشورهای در حال توسعه افزایش چشمگیری را نشان می دهد.



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

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

۱-۲. مصرف کنندگان و قیمت پت

از جمله کالاهای نهایی که در بسته بندی آنها از ظروف ساخته شده از پت استفاده می شود، می توان از انواع کالاهای خوراکی (انواع نوشابه ها، آب معدنی، سایر مایعات خوراکی نظیر روغن مایع، انواع سس ها، مربا، عسل، شکلات و بیسکویت، کنسروهای خوراکی، ...)، کالاهای بهداشتی (شامپوها، کرم ها، سرم ها و سایر داروها و مواد بهداشتی) و انواع ظروف یکبار مصرف نام برد.

قیمت های جهانی پت نشان از افزایش قیمت آن در سال های اخیر دارد. به طوری که از سال ۱۹۹۷ تا سال ۲۰۰۲، قیمت پت ۱۳ درصد 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>

و آب معدنی می توان سایر مایعات خوراکی نظیر روغن مایع و انواع سس ها، مربا، دلمه جات و کنسروهای خوراکی را نیز در این بطری ها بسته بندی و نگهداری کرد. در کاربردهای جدیدتر شیر داغ و یا مایعات استریل را نیز می توان با این بطری ها بسته بندی نمود. همچنین از این بطری ها می توان جهت نگهداری مایعاتی نظیر صابون مایع، انواع شوینده ها، مواد معطر کننده و مواد شیمیایی مورد استفاده در خانه نیز استفاده نمود.

چیپس پلی اتیلن ترفتالات نوع بطری در صنایع پایین دستی پس از ذوب به قطعه ای به نام پیش شکل (پریفورم) تبدیل می شود. پس از آن پیش شکل در فرایند قالب گیری دمشی به بطری مورد نظر تبدیل می شود.

۱-۱. میزان کاربرد پت در صنعت بسته بندی مواد غذایی در دنیا و پیش بینی 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 می باشد. به طوری که یک مقایسه منطقه ای نشان می دهد که سهم تقاضای جهانی پت آسیا از نوزده و نیم درصد در سال ۱۹۹۵ به حدود بیست و شش درصد در سال ۲۰۰۵ افزایش یافته است. در همین فاصله زمانی سهم آمریکای شمالی از ۴/۴۱ درصد به ۴/۳۰ 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 پایین تر و قابلیت های بیشتر پت نسبت به جایگزین های آن می باشد. همچنین واردات زباله های پت از کشورهای توسعه یافته از جمله علت های بالارفتن مصرف در این کشورها است. علت کاهش مصرف در کشورهای توسعه یافته بالارفتن قیمت نفت و

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 بازآوری هر کیلو پت در حدود 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 پتروشیمی ایران 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 پتروشیمی شهید 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 گریدهای پت و الیاف به میزان ۴۱۲ هزار تن در سال می‌باشد که از این میزان ۱۷۷ هزار

تن گریدهای پت و ۲۳۵ هزار تن الیاف است.

میزان تولید محصولات در فاز دوم به شرح زیر است:

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

بنابراین کل میزان تولیدی پت مجتمع از گریدهای پت 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.

پاراژیلین: یکی از خوراکی‌ها عمده تولید پت پاراژیلین 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.

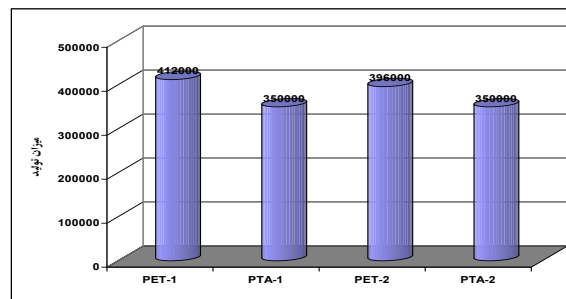
اسید استیک: خوراک بعدی اسید استیک است. میزان مصرف آن ۴۲ تن در سال (بنابر اطلاعات سال ۱۳۸۶) است که از پتروشیمی فناوران تهیه می‌شود.

در نتیجه تمام خوراکی‌های 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

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

۱-۲. 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 کیلوگرم 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

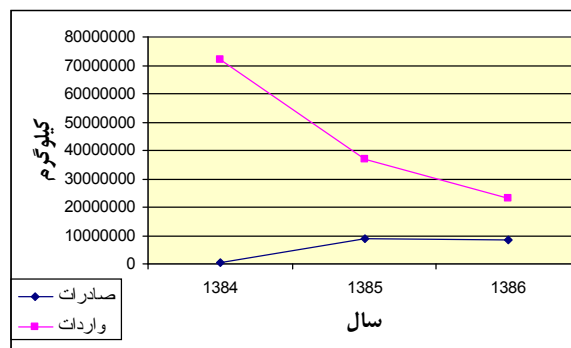
۲-۱. افزایش هزینه تمام شده به دلیل افزایش قیمت نفت

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.

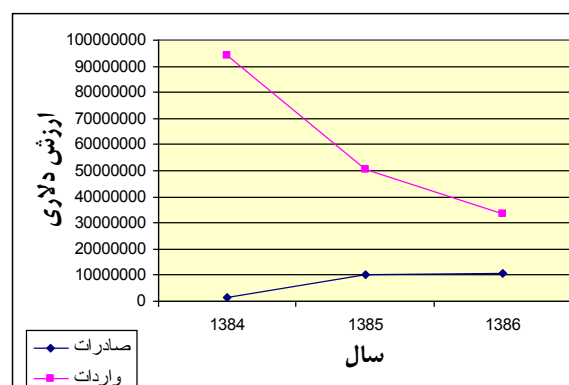
۲-۲. بازیافت پت و هزینه‌های ناشی از آن

بررسی یک نوع ماده اولیه در صنعت بسته‌بندی تنها از جنبه



منبع: سالنامه آماری سال ۱۳۸۴

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



منبع: سالنامه آماری سال ۱۳۸۴

شکل ۴- مقایسه صادرات و واردات پلی‌اتیلن ترفتالات از لحاظ ارزش دلاری

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. باتکلیفی 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 بازگشت 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 مجدداً قطعات پت تولید کرد.

بنابراین همه مواد بازیافتی از زباله‌ها ارزش ورود به صنعت بازیافت و استفاده مجدد را ندارند. ارزشمندترین ماده 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

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 موزی 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 خاکروب بین ۵۰ هزار تا ۱۰ میلیون باکتری مختلف وجود دارد که ناقل انواع بیماری‌ها نظیر اسهال، حصبه، وبا، سل، تیفوس و طاعون هستند.

در زمینه 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 ماده 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

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 پسماندهای 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.

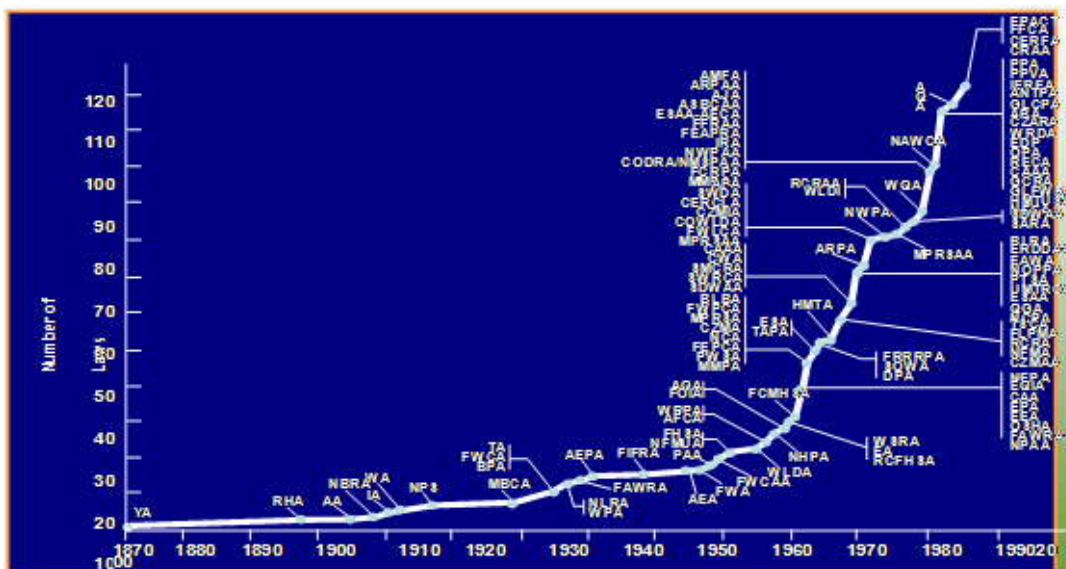
۵-۲-۲. قوانین زیست محیطی: قانون بازل

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]

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]



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

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

۲-۲-۶. 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، حفاظت کننده‌های چوب، آفت کش‌ها، پسماندهای ناشی از تولیدات چسب‌ها، رنگ‌ها، پلاستیک‌ها و مواد شیمیایی مورد کاربرد در عکاسی، روغن‌های آسکارل، آزبست، پسماندهای حاوی متال کربنیل‌ها، بریلوم، ترکیبات کروم چند ظرفیتی، ترکیبات مس، آرسنیک، سلنیوم، کادمیوم، آنتیموان، تلوریم، جیوه تالیوم، سرب، ترکیبات معدنی حاوی فلورور، 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)، پلی لاکتیک اسید (PLA) و پلی هیدروکسی بوتیرات (PHA).

این بیوپلیمرها از نظر خصوصیات فیزیکی به پلیمرهای پلی استیلن و پلی پروپیلن 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 زیست تخریب پذیر سازگاری بیشتری با مصارف بسته بندی صنایع غذایی دارد، همچنین از نظر بسیاری ویژگی‌ها شباهت بیشتری با پلیمر پت دارد.

۴. شناخت و کاربردهای پلی لاکتیک اسید در صنعت بسته بندی مواد غذایی

از جمله بیوپلیمرها، پلی لاکتیک اسید است. پلی لاکتیک اسید ماده‌ای است که ۱۰۰ درصد از منبع قابل تجدید طبیعت مانند ذرت به دست می‌آید. از طرفی CO₂ 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. لاکتیک اسید 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 تجدیدشدنی طبیعت مثل گاز و ذغال سنگ کمتر استفاده می‌شود و در عین حال در خود محصول نیز برخلاف

پلاستیک‌ها از منابع نفتی (پتروشیمی) استفاده نمی‌شود. از طرفی مصرف کنندگان ترجیح می‌دهند که مواد غذایی در بسته بندی‌هایی 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 بسته بندی‌های سنتی است. عمر مواد غذایی ۱۰ تا ۱۵ درصد در این بسته بندی‌ها بیشتر می‌شود.

پلی لاکتیک اسید مانند پت شفاف است و خاصیت شیشه‌ای و وضوح بالایی دارد. محصولات ساخته شده از این نوع پلیمر با خواص مشابه پلاستیک‌ها و قابل تجزیه و بازگشت به طبیعت است. این نوع پلیمر از کارآمدترین گزینه‌های قابل استفاده در صنایع بسته بندی 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 بسته بندی‌های مواد غذایی دیده می‌شود. این بسته بندی‌ها از نظر دوام، استحکام و شفافیت قابل مقایسه با پت هستند. اهم کاربردهای پلی لاکتیک اسید را می‌توان در بسته بندی مواد غذایی، تولید ظروف یکبار مصرف مانند بطری، لیوان، قاشق و چنگال، ظروف غذا، تولید انواع فیلم‌ها و شرینگ‌ها، کیسه پلاستیکی، بسته بندی‌های 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 بسته بندی شده در ظروف ساخته شده از پلی لاکتیک 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 شرکت کنندگان سراسر دنیا معرفی کند.

از جمله شرکت‌هایی که از پلی لاکتیک اسید برای بسته بندی استفاده می‌کنند عبارتند از:

- ۱- شرکت اتریشی SPAR محصولات میوه‌ای را در بسته بندی‌های پلی لاکتیک اسید با نام تجاری Nature Works عرضه می‌کند (سال ۲۰۰۵).
- ۲- شرکت ایتالیایی ILPA، سینی ترمو فرم شده را برای بسته بندی میوه استفاده می‌کند.
- ۳- شرکت آلمانی Treofan، فیلم رویی ساخته شده از پلی لاکتیک اسید را برای بسته بندی تهیه می‌کند.

۴-۱. 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 پلی لاکتیک‌اسید با قرارگرفتن در مجاورت خاک تجزیه شده و متلاشی می‌شوند.
- ۲- جلوگیری از افزایش گازهای گلخانه‌ای: تولید صنعتی پلی لاکتیک‌اسید 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 پلی لاکتیک‌اسید 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 پلی لاکتیک‌اسید 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 پلی لاکتیک‌اسید 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

۵-۱. برخورداری از استانداردهای بسته‌بندی

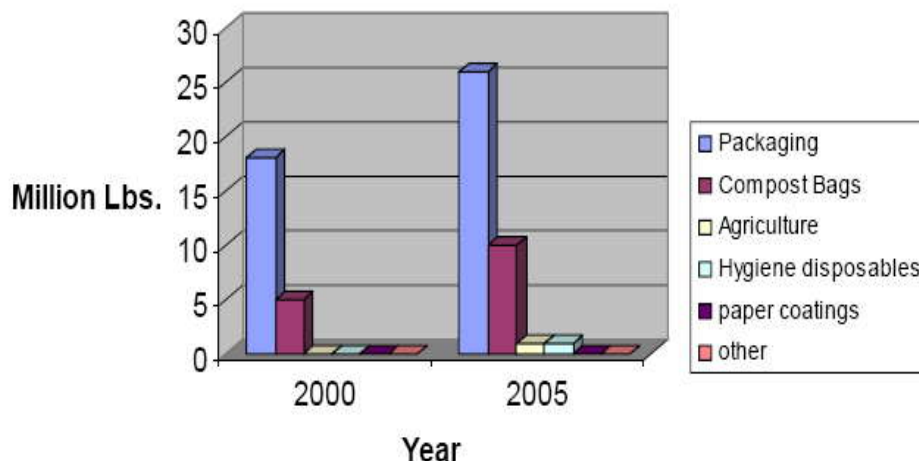
پلی لاکتیک اسید بیوپلیمر زیست تخریب‌پذیر است. نسبت به آب نفوذناپذیری خوبی دارد. ولیکن نمی‌تواند دمای بالای ۷۰ درجه سانتیگراد را تحمل کند. در آب حل نمی‌شود. اما باکتری‌هایی وجود دارند که می‌توانند آن را به آب و CO₂ تبدیل کنند. به طور خلاصه می‌توان اهم ویژگی‌های پلی لاکتیک اسید را به صورت زیر نام برد:

- 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 پلی لاکتیک‌اسید در مقابل نفوذ آب مقاومند.
- ۴- مناسب برای نگهداری غذا: ظروف پلی لاکتیک‌اسید 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 پلی لاکتیک 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

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 پلی لاکتیک 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 پلی لاکتیک اسید و پت

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

۵- شفاف و بلورین: ظروف پلی لاکتیک اسید شفاف و بلوری هستند.

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

۷- کاربردهای گوناگون: ماده پلی لاکتیک اسید 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

تولید محصولات پت گران تر است. بیشترین میزان اختلاف در ماشین آلات اکسترودر که ورق‌های مورد استفاده در ماشین آلات ظرف‌سازی را تولید می‌کند، دیده می‌شود. مقداری از این اختلاف قیمت به خاطر کم بودن سفارش این ماشین آلات 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 پلی لاکتیک 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 پلی لاکتیک اسید را در مقیاس گسترده در نبراسکای آمریکا انجام می‌دهد. ظرفیت تولید پلی لاکتیک اسید در سال ۲۰۰۷ در نبراسکای آمریکا به یک میلیارد پوند (هر پوند معادل ۴۵۳,۵۹۲ گرم است) خواهد رسید.

۵-۶. مواد اولیه مورد نیاز برای تولید پلی لاکتیک اسید

مواد اولیه تولید پلی لاکتیک 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 پلی لاکتیک اسید نمی‌باشد، بلکه می‌توان از ضایعات محصولات کشاورزی نیز به طور گسترده در تولید پلی لاکتیک 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 پلی لاکتیک اسید به کار گرفته شود. به همین دلیل مواد اولیه مورد نیاز تولید پلی لاکتیک اسید 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 در صورت استفاده از آنها به عنوان ماده اولیه تولید پلی لاکتیک 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 پلی لاکتیک اسید مورد استفاده قرار گیرند، از کارایی بالاتری برخوردار است.

جدول ۳- استان‌های اصلی تولیدکننده پنیر در

کشور و میزان تولید آنها در سال ۱۳۸۴ [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 تقریباً تمامی لاکتیک اسید تولیدی از این ماده استخراج می‌شود.

۵-۷. میزان کاربرد پلی لاکتیک 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 پلی لاکتیک 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 پلی لاکتیک‌اسید و پت در ادامه توضیح داده می‌شود.

۱-۶. قیمت محصول تولید شده

در حال حاضر ظروف پلی لاکتیک‌اسید حدود ۴۰ درصد گران‌تر از ظروف پت می‌باشد. لیکن کاهش قیمت پت طی سال‌های اخیر به واسطه توسعه فناوریانه 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 پلی لاکتیک اسید، در صورتی که قیمت نفت خام به بشکه‌ای ۸۰ دلار برسد، قیمت پلی لاکتیک 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.

۲-۶. انرژی مورد نیاز تولید

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

۳-۶. 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.

۴-۶. قیمت ماده اولیه

شکل زیر مقایسه قیمت نفت و ذرت را به عنوان مواد اولیه تولید پت و پلی لاکتیک 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.

۵-۶. هزینه‌های بازیافت

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

۶-۶. سازگاری با بافت موجود زنده

از آنجا که مواد اولیه تولید پلی لاکتیک اسید 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.

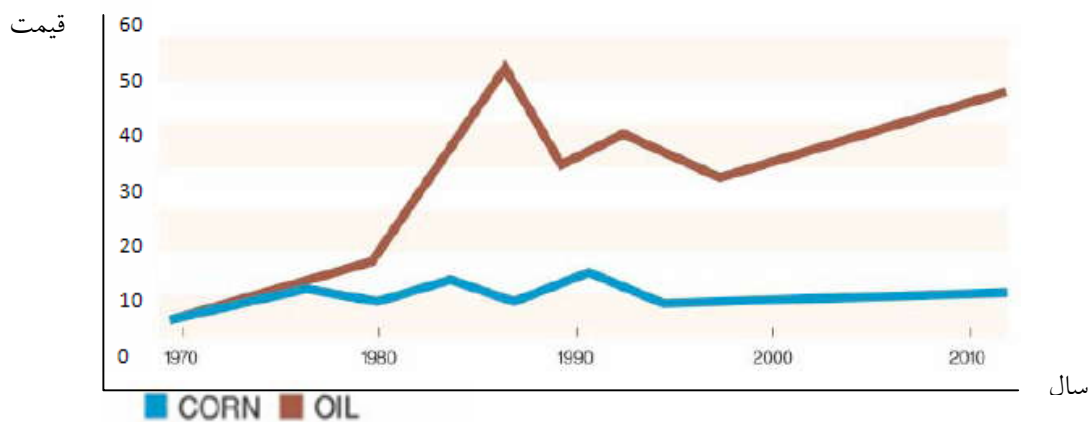
۷-۶. مطابقت با قوانین زیست محیطی

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

۸-۶. کارکردهای فنی

از منظر کارکردهای فنی، پلی لاکتیک اسید 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 پلی لاکتیک اسید نیز کاربرد دارد.

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

	قیمت محصول	انرژی	مواد اولیه		هزینه‌ها	قوانین	سازگاری	کارکردها
			فراوانی	قیمت				
پلی لاکتیک 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 دو جمله‌ای 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 $C_{0.05, 7, 0.05}$ نیست، نمی‌توان فرضیه صفر را رد کرد، بنابراین کاربرد پلی لاکتیک 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، پلی‌اتیلن ترفتالات 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 صنعت گران و سرمایه‌گذاران در سطح ملی معرفی گردد. مزایای استفاده از پلی لاکتیک اسید به شکل صنعتی در کشور در موارد زیر برشمرده می‌شود:

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.

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](http://www.naftkarafarin.ir).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