

# اهمیت بازیافت پلی استایرن در ایران

محمدعلی رافتی زاده

Email: mondobtory@gmail.com

مجتبی کنویسی، حسین حسینی

hossein\_emp123@yahoo.com, mkanvisi@gmail.com

## چکیده

در این مقاله سعی بر آن شده است تا معضل دفن مواد پلیمری پلی استایرن نشان داده شود. در ساخت انواع ظروف و کیسه های پلاستیکی از انواع مواد پلیمری استفاده می شود که بخش عمده ای از این مواد از جنس پلیمر پلی استایرن می باشد. هم اکنون این مواد بازیافت نمی شوند و در اکثر موارد سوزانده شده و یا در طبیعت دفن می شوند. فرایند بازیافت مواد فومی پلی استایرن ان بساطی شامل فناوری پیچیده ای است. دو روش برای استفاده مجدد از مواد فوم پلی استایرن وجود دارد : ۱- تبدیل به پرک ۲- تبدیل به گرانول. خط بازیافت پلی استایرن، از دو قسمت شستشو و پرک و اکسترودر تشکیل شده است.

## کلمات کلیدی

بازیافت، پلی استایرن، ایران.

## ۱. مقدمه

با توجه به گسترش صنایع بسته بندی و مصارف پلیمرها در این صنایع بخصوص بسته بندی مواد غذایی، دارویی و بهداشتی، این مسئله موجب افزایش زباله های ناشی از این محصولات و ایجاد آلودگیهای زیست محیطی شده است. با یک برنامه ریزی خوب، برای بازیافت ضایعات پلیمری، نه فقط آلودگی محیط زیست را کاهش می دهد بلکه می توان این مواد را به جای مواد اولیه دوباره مصرف کرد.

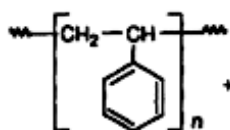
سه روش معمول برای بازیافت ضایعات پلیمری وجود دارد:

۱- روش انرژی است که در آن زباله به عنوان یک سوخت سوزانده می شود. باید توجه کرد که بازده انرژی (انرژی حاصل از سوختن واحد وزن سوخت) پلاستیک ها نسبت به سوخت های فسیلی مرسوم بیشتر است.

۲- روش بازیافت مکانیکی است، یعنی خرد کردن و استفاده یک محصول پلاستیکی در ساخت یک قطعه. در این روش باید نکات زیادی را در نظر گرفت. مثلاً برای ساخت قطعات حساس، سازمان های مربوطه مقدار مجاز پلاستیک بازیافتی در قطعه را تعیین می کنند.

۳- روش بازیافت شیمیایی که روش تبدیل ضایعات به مواد اولیه پلیمر می باشد. با این روش کیفیت پلیمری بسیار کم افول می کند و کالای ساخته شده از آن تا چندین بار قابل بازیافت است. به همین دلیل، این نوع روش کاربرد بیشتری دارد.

در ساخت انواع ظروف و کیسه های پلاستیکی از انواع مواد پلیمری استفاده می شود که بخش عمده ای از این مواد از جنس پلیمر پلی استایرن می باشد. هم اکنون این مواد بازیافت نمی شوند و در اکثر موارد سوزانده شده و یا در طبیعت دفن می شوند. با توجه به آنکه هر متر مکعب زباله پلیمری، ۳۵ کیلو وزن دارد. با جمعیت ۷۰ میلیونی، اگر قرار باشد زباله تولیدی دفن شده و بازیافت نشود، فکر می کنید تا چند وقت دیگر می توان در این مملکت قدم زد؟! از طرفی با سوزاندن این مواد، مقادیر زیادی دود غلیظ و سیاه همراه با گازهای اسیدی، سمی و محرک از آن ساطع و در اتمسفر رها می شود، که موجب تشدید آلودگی هوا، بخصوص در کلان شهر های بزرگ، خواهد شد. علت سمی بودن گاز حاصل از سوختن EPS وجود حلقه آروماتیک در ساختار آن است.



waste EPS

### شکل ۱: ساختار شیمیایی پلی استایرن

با توجه به قابلیت بازیابی اکثر پلیمرها، می توان مواد پلیمری را پس از مصرف و دور انداختن، مجدداً طی فرایند بازیافت مورد استفاده قرار داد. در واقع هر پلیمری را می توان بازیافت کرد، مگر آنکه صرفه اقتصادی نداشته باشد، یا مربوط به گروهی از ضایعات خاص مثل ضایعات بیمارستانی باشد، که منبع آلودگی هستند و حتماً باید امحا شوند. اگر مبنای تولید ضایعات را به ازای هر نفر یک کیلو و یکصد گرم در مناطق شهری و ۵۵۰ گرم در مناطق روستای در نظر بگیریم، از متوسط ۷۰۰ گرم، ۱۰ تا ۱۵ درصد در روز ضایعات پلیمری است. با یک محاسبه ساده میزان زباله پلیمری که در سال تولید می شود بدست می آید که البته قابل این میزان همواره رو به افزایش است.

$$\text{میلیون تن } ۲/۶۴۶ = ۳۶۰ \text{ روز} \times ۷۰ \text{ میلیون نفر} \times ۱۵ \text{ درصد} \times ۷۰۰ \text{ گرم}$$

اگر قیمت ارزانترین پلیمر بازیافتی را به ازای هر تن ۰/۶ میلیون تومان در نظر بگیریم، با بازیافت پلیمرها سالیانه مبلغ ۱۵۸۷/۶ میلیارد تومان صرفه جویی خواهد شد.

## ۲. کاربرد پلی استایرن انبساطی

بیش از ۵۰ سال است که پلی استایرن انبساطی در بسیاری از کاربردهای بسته بندی جای خود را باز کرده است. علاوه بر آن، این محصول در ساخت عایق های حرارتی برای ساختمان ها، سردخانه ها، تونل های انجماد و کانتینرهای حمل مواد به کار برده می شود. اغلب تولید کننده ها در صنایع مختلف برای عرضه محصولات تولیدی خود نیاز به بسته بندی دقیق دارند تا در هنگام حمل و نقل و عرضه محصول خود از آسیب رسیدن به آنها جلوگیری کنند. ویژگی هایی نظیر وزن پایین، مقاومت ابعادی و حرارتی، پایداری در برابر رطوبت، ضربه گیر ی خوب و قالب پذیری عالی پلی استایرن انبساطی در بسته بندی و محافظت از قطعات حساس الکترونیکی نقش بسیار مهمی داشته است. علاوه بر این، پایداری در برابر رطوبت و نیز عدم فسادپذیری پلی استایرن انبساطی، این محصول را در بسته بندی مواد دارویی و غذایی شاخص ساخته است.

از دیگر موارد کاربرد این محصول استفاده از آن در عایق کاری است. مقاومت خوب حرارتی و نیز عدم فساد آن در طول زمان باعث استفاده از این ماده در عایق کاری سردخانه ها شده است. البته در سال های اخیر بلوک های پلی استایرن جایگزین سفال در دیوار منازل و ساختمانها شده است که این امر باعث کاهش هزینه نیروی انسانی، کاهش مصرف سایر تجهیزات، صرفه جویی در حجم و هزینه بتن، صرفه جویی در هزینه اسکلت و فونداسیون و صرفه جویی در هزینه کلی اجرای سقف شده است.

اما به طور کلی دانه های پلی استایرن انبساطی به عنوان یک محصول نهایی به بازار عرضه می شود که پس از آن توسط کارگاه های مصرف کننده بدون انجام هیچگونه واکنش شیمیایی تبدیل به انواع قطعات و پلی استایرن می شود که این مواد بر حسب دانسیته و شکل و اندازه در زمینه بسته بندی و یا عایق کاری به کار برده می شود. فوم پلی استایرن ضد آتش در ساخت سازه های پیش ساخته (تریدی پانلها) و نیز در صنایع ریخته گری و قالب سازی استفاده می شود. در صنایع ریخته گری از این فوم ها به عنوان قالب استفاده می شود که مواد مذاب داخل آن ریخته می شود و بعد از آن در اثر حرارت پلی استایرن از بین می رود و قطعه با همان شکل حاصل می شود. اصلی ترین کاربرد فوم پلی استایرن ضد آتش که در این گزارش مورد بررسی قرار گرفته است عبارت از استفاده از این فوم در ساخت و ساز و استفاده از آن خصوصا در دیوار ساختمان ها می باشد.

بررسی کالاهای جایگزین و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول فوم پلی استایرن ضد آتش از جمله پلیمرهایی است که به دلیل داشتن خواص انبساطی، ویژگی های خوب حرارتی و صوتی موارد کاربرد خاصی دارد. رشد مصرف این فوم در جهان در سال های اخیر نشان از اهمیت کاربرد و نیز ایجاد زمینه های مصرف جدید برای این محصول دارد. در سال های اخیر زمینه کاربرد جدیدی برای فوم پلی استایرن ضد آتش در کشور معرفی شده است و آن کاربرد این محصول در ساختمان سازی و خصوصا کاربرد آن در دیوار ساختمان ها است. البته قدمت مصرف فوم پلی استایرن ضد آتش در این زمینه در اروپا به بیش از ۳۰ سال پیش می رسد. فوم پلی استایرن ضد آتش بهترین جایگزین برای سفالها و رابیتس مورد استفاده در دیوارها و گچبری های تزئیناتی می باشد.

## ۳. فرایند بازیافت

فرایند بازیافت مواد فومی پلی استایرن انبساطی شامل فناوری پیچیده ای است. پلی استایرن انبساطی دارای چگالی ۱۵ تا ۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب می باشد. پلی استایرن انبساطی در موارد بسیاری به کار می رود از جمله قالبگیری،

عایق کاری ساختمانها، بسته بندی میوه جات و شیلات ، ظروف غذای رستورانها و ... بیشترین میزان تولید زباله پلی استایرن انبساطی از بهره برداری تولیدی های صنعتی و تجاری می باشد و بازیافت این مواد هم عملی و هم مقرون به صرفه می باشد.

دو روش برای استفاده مجدد از مواد فوم پلی استایرن وجود دارد : ۱- تبدیل به پرک ۲- تبدیل به گرانول، که هر کدام به تفکیک در ذیل توضیح داده می شوند:

ساده ترین روش، تکه تکه کردن فوم هاست. بسته به نوع کاتر استفاده شده ساینز پرک ها از ۱ تا ۵۰ میلیمتر متغیر است. اگر ساینز فوم پلی استایرن بازیافتی به اندازه کافی کاهش یابد می توان از آن در موارد ذیل استفاده کرد :

۱ - از ۴ تا ۸ میلیمتر ← کف پوش

۲ - از ۶ تا ۱۲ میلیمتر ← به عنوان ماده کمکی برای کود

۳ - از ۸ تا ۲۵ میلیمتر ← زهکشی زمین

۴ - از ۲۵ تا ۵۰ میلیمتر ← پوشش و عایق لوله های زهکشی و زیرزمینی

روش دیگر به این صورت است که پس از تبدیل فوم به پرک آنرا به روش شیمیایی به گرانول تبدیل می کنند . محصول این واحد، گرانول بازیافتی فوم پلی استایرن و پلی اتیلن می باشد. نوع آن کالای واسطه ای است و در فرایند تولید مواد پلیمری قرار می گیرد و هدف از تولید آن، کاهش آلاینده های زیست محیطی و جایگزینی مواد اولیه (گرانول) پلیمری وارداتی از کشورهای چین، کره، تایوان، آلمان و ... به منظور خود کفایی ملی می باشد.

#### ۴. اهمیت بازیافت پلی استایرن

یک واحد بازیافت پلاستیک از مزایای ویژه ای برای احداث و بهره برداری برخوردار است که به جرات می توان گفت کمتر صنعت دیگری دارای چنین مزایایی باشد . مواد اولیه یک کارخانه بازیافت را مواد نسبتاً ارزان قیمتی تشکیل می دهد که پس از فرآیند بازیافت تبدیل به کالایی نسبتاً نو و با کیفیت می شود که قابلیت استفاده مجدد را دارد . در یک جمله مواد اولیه ارزان تبدیل به کالایی با ارزش افزوده فراوان می گردد . در صورت افزایش قیمت جهانی نفت و به تبع آن افزایش قیمت محصولات پتروشیمی، این ارزش افزوده چشمگیر تر است و از سوی دیگر در بدترین شرایط اقتصادی همواره فاصله بین قیمت مواد ضایعاتی و فروش گرانول، سود بسیار مناسبی را برای سرمایه گذاران این صنعت تضمین می نماید.

طرح بازیافت پلاستیک جزء طرح هایی است که از نظر وزارت صنایع، طرح با اولویت سرمایه گذاری محسوب می گردد و در مقایسه با خطوط تولید در صنایع مشابه به سرمایه گذاری اندک و ساختمان تولید و زمین بسیار کمی احتیاج دارد. از لحاظ اشتغال زایی می تواند افراد زیادی را به طور غیر مستقیم نیاز داشته باشد اما اجرای طرح به نیروی انسانی کمی برای اپراتوری نیازمند است. ۱۰۰ درصد محصول نهایی ارزش و کیفیت صادراتی را دارد. طرح بازیافت پلاستیک به خاطر حفظ پاکیزگی محیط زیست و اخروی بودن حاصل فعالیت، متقاضی فراوانی دارد.

با بکارگیری نیروی جوانی و قدرت خلاقیت و با بررسی فرصت های موجود، یکی از استراتژیک ترین موضوعات روز در حوزه بازیافت مواد، بازیافت مواد پلیمری می باشد.

در صورت اجرایی شدن این طرح علاوه بر بی نیازی از واردات این مواد، شرایطی برای استفاده دوباره از مواد پلیمری مستهلک شده فراهم می آید که این امر به کاهش مصرف از نفت \_ به عنوان یک ماده مهم و استراتژیک \_ منجر خواهد شد و از طرفی مشکل از بین بردن و دفع این نوع زباله ها که برای محیط زیست نیز مضر می باشند حل خواهد شد . در یک کلام ایجاد ارزش افزوده بالا از زباله های مضر، یکی از مهمترین دستاوردهای این طرح می باشد.

از طرفی کمبود محصولات وارداتی پتروشیمی یکی از دلایل بالا بودن قیمت های این مواد می باشد، که با استفاده از بازیافت محصولات پتروشیمی می توان در تعدیل قیمت ها کمک کرد. آمار مکتوب و مستند وزارت صنایع و معادن تعداد واحدهای بازیافت در کشور را ۹ کارخانه اعلام می کند که تنها یک واحد مربوط به بازیافت پلی استایرن می باشد. از این اعداد به خوبی می توان به نبود تعداد واحدهای کافی بازیافت در کشور خصوصاً در زمینه پلی استایرن پی برد.

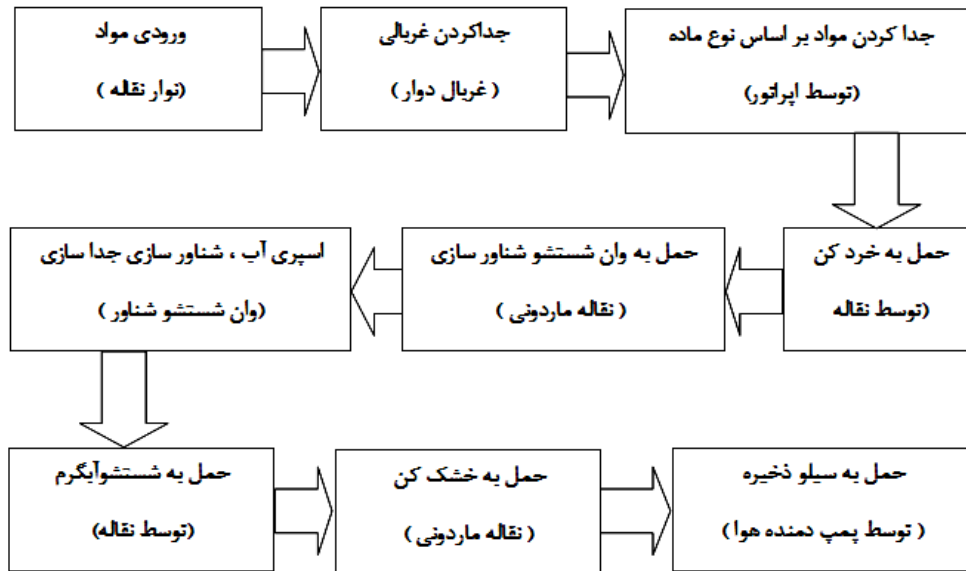
## ۵. تکنولوژی بازیافت پلی استایرن

خط بازیافت پلی استایرن، از دو قسمت شستشو و پرک و اکسترودر تشکیل شده است که هر یک به تفصیل در ذیل شرح داده شده اند.

### ۵.۱. شستشو و پرک

تمام ماشین آلات این قسمت توسط این شرکت طراحی و ساخته خواهد شد. ساختار و مشخصات فنی آن در ادامه آمده است. فرایند شستشو و پرک نمودن از چندین مرحله تشکیل شده است که در شکل ۱-۳ نمایش داده شده است. این مراحل به صورت زیر است:

- ۱) حمل و باز کردن بسته مواد پرس شده
- ۲) جداسازی مواد زائد توسط غربال دوار
- ۳) تفکیک مواد بر اساس نوع ماده توسط اپراتور
- ۴) خرد کردن و پرک سازی
- ۵) انتقال پرک ها توسط ماردون
- ۶) شستشوی شیمیایی
- ۷) شستشو توسط آبگرم و جت آب
- ۸) آبکشی و جداسازی در حوض شناور سازی
- ۹) خشک کن سانتریفیوژ
- ۱۰) خشک کن مرحله دوم با هوای گرم
- ۱۱) حمل به سیلوی نگهداری



شکل ۲: نمودار فرایند خط شستشو و پرک

## ۲.۵. اکسترودر

پس از ورود پرک خرد شده به اکسترودر، رشته ای از پلیمر گرم بازیافت شده از داخل یک حمام آب عبور کرده و بعد از آن وارد خرد کن می شود تا به شکل گرانول نهایی درآید. این اکسترودر از قسمتهای ذیل تشکیل شده است :

- یک پلکان فلزی
- خرد کن
- واحد تغذیه مواد خردشده
- اکسترودر
- حمام آب
- قالب خروجی
- واحد کنترل

## ۶. نتیجه گیری

پلیمر پلی استایرن قابل بازیافت بوده و با یک برنامه ریزی مناسب و حمایت ارگانهای دولتی از جمله شهرداریها و ... میتوان این پلیمر ارزشمند را بازیافت کرد و بگونه ای از اسراف آن جلوگیری به عمل آورد . در یک کلام ایجاد ارزش افزوده بالا از زباله های مضر، یکی از مهمترین دستاوردهای این طرح می باشد چون سالانه مقادیر بسیار زیادی از این نوع پلیمر از کشورهای مختلف به کشورمان وارد می شود.