مزایا و معایب ظروف پلاستیکی و مقایسه آن‌ها با ظروف شیشه‌ای در صنایع غذایی

جلال شایگان*، محمد ذبیحی

دانشکده مهندسی شیمی و نفت، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران

پیام‌نگار: **Shayegan@sharif.edu**

چکیده

استفاده از کالاهای پلاستیکی به خصوص در صنعت بسته‌بندی و ذخیره‌سازی مواد غذایی به دلیل وزن کم و مقاومت مکانیکی بالا، ماده اولیه ارزان، و نگهداری و حمل و نقل آسان بطری‌های پلاستیکی، روز به روز در حال افزایش است. در این مقاله به بررسی اثرات بطری‌های پلاستیکی از جنبه‌های پزشکی، زیست محیطی و مصرف انرژی پرداخته و با بطری‌های شیشه‌ای مقایسه می‌شوند. طبق آمار گزارش شده، پیش بینی شده است، مصرف بطری‌های پلاستیکی در ایران در سال جاری به بیش از ۹۲۰۰۰ تن افزایش می‌یابد. زیست تخریب‌ناپذیری، بازیافت و استفاده مجدد با کیفیت پایین این بطری‌ها باعث شده که نتوانند مکانی مناسب برای نگهداری مواد خوراکی باشند. انتشار ترکیبات سمی در محیط به خصوص در هوا در حین فرایند تولید، آزاد شدن ترکیبات سمی گوناگون مانند آنتیموان، روی، مشتقات برومید، دی‌اکسین و فنول‌ها اثرات مخربی است که این بطری‌ها بر محیط زیست و انسان خواهند داشت. همچنین استفاده از این ظرف‌ها به دلیل مشکلات متعدد در بازیافت و هزینه زیاد جهت خاکچال زباله‌های حاصل از بطری‌های پلاستیکی، مقرون به صرفه نمی‌باشند. در مقابل این مواد، بطری‌های شیشه‌ای از مواد معدنی ساخته شده که می‌توانند به راحتی و با هزینه پایین بازیافت شوند (۱۵ تا ۲۰ مرتبه) به گونه‌ای که بطری‌های شیشه‌ای بازیافت شده کاملا کیفیتی مانند بطری‌های اولیه داشته و نیز انرژی کمتری را نسبت به انرژی اولیه جهت تولید نیازمند هستند. بطری‌های شیشه‌ای می‌توانند محلی ایمن برای ذخیره‌سازی مواد خوراکی باشند.

کلمات کلیدی: پلاستیک، شیشه، پلی اتیلن ترفتالات، محیط زیست، دی اکسین

۱- مقدمه

مواد پلاستیکی عموماً از طریق فرایند بسپارش مواد اولیه (مونومر) تهیه شده و به دلیل دوام و پایداری زیاد در محیط زیست و خاصیت زیست تخریب ناپذیری، باعث ایجاد آلودگی می‌شوند که رهایی از آن‌ها به آسانی میسر نیست. پلاستیک‌ها انواع مختلفی دارند که در جدول (۱) به برخی از مهمترین آن‌ها اشاره شده است [۱]. یکی از کاربردی‌ترین این مواد، پلاستیک‌های از جنس پلی اتیلن ترفتالات می‌باشند. همانطور که در جدول مشاهده می‌شود با توسعه روز افزون فناوری بسپار، مصارف این مواد در حوزه خانگی، کشاورزی، صنعتی اجتناب‌ناپذیر است. پلاستیک‌ها با توجه به چگالی کم، همانطور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، حدود ۵ تا ۱۵ درصد حجم زباله‌های شهری را تشکیل می‌دهند[۲] که البته درصد بالایی است. پلی اتیلن ترفتالات (PET)[1] غالبا در تولید الیاف پلی استر، رزین بطری و رزین‌های پلی استر مهندسی به کار می‌رود. یکی از کاربردی‌ترین مصارف آن تولید بطری‌های آشامیدنی است. با توجه به مقاومت بالای این مواد در برابر خرد شدن، سبک بودن، مقاومت حرارتی بالا، قیمت ارزان نسبت به شیشه و فلزات کاربرد وسیعی در بخش‌های مختلف دارند که به نوبه خود باعث افزایش حجم وسیعی

1. Polyethylene-Terephthalate

www.

از مواد پلاستیکی در زباله‌های شهری می‌شوند. با این حال به دلیل مشکلات به وجود آمده در تولید ضایعات جامد و بیماری‌هایی که می‌توانند برای انسان ایجاد کند، همواره تلاش برای جایگزین کردن این مواد پلاستیکی با کالاهای شیشه‌ای ادامه دارد. شیشه طبق تعریف انجمن مواد و آزمون آمریکا (ASTM) جامدی آمورف است که از سرد شدن سریع مواد معدنی حاصل می‌شود. انواع مختلف شیشه سودالایم، بوروسیلیکاتی و کریستالی هستند که کاربردشان در ساخت شیشه درب و پنجره ساختمان‌ها، تولید بطری‌ها، ظروف مواد غذایی و ظروف خانگی می‌باشد[۳]. یکی از مواردکاربردی پلاستیک‌ها و شیشه‌ها، در صنعت بسته‌بندی است. هدف از بسته‌بندی کردن، افزایش مدت نگهداری، کاهش خطر اکسایش و عوامل فساد درونی و بیرونی و حمل و نقل آسان و سریع مواد غذائی می‌باشد. تاریخچه بسته بندی مواد غذایی به ۵۰۰ سال قبل از میلاد بر می‌گردد[۴]. یکی از روش‌های بسته‌بندی استفاده از ظروف شیشه‌ای می‌باشدکه قدیمی‌ترین ظروف بسته‌بندی به ویژه در مورد مواد خوراکی است. بسته‌بندی پلاستیکی نوع دیگری از بسته‌بندی است که پس از جنگ جهانی دوم، استفاده از آن‌ها در صنایع بسته‌بندی رونق یافته و امروزه در این امر از نظر میزان مصرف در درجهٔ اول اهمیت قرار دارد. در دنیا، آمریکا بزرگ‌ترین مصرف کننده آب بسته‌بندی شده در جهان است. مکزیک، چین و برزیل هم از کشورهای پرمصرف در این حوزه شناخته شده‌اند افزایش مصرف آب‌های بسته‌بندی شده در بطری به این کشورها ختم نمی‌شود. گرایش ساکنان کشورهای خاورمیانه به مصرف آب‌های آشامیدنی در بطری زیاد شده است. در این مقاله هدف اصلی بررسی آثار بطری‌های پلاستیکی از جنبه‌های پزشکی، زیست محیطی و مصرف انرژی و مقایسه آن‌ها با بطری‌های شیشه‌ای است.

جدول ۱- مهمترین انواع پلاستیک‌های ساخته شده به همراه کاربرد آنها [۱]

نام پلاستیک	کاربرد پلاستیک
پلی اتیلن ترفتالات	بطری‌های آب آشامیدنی و نوشابه، بطری‌های دهان‌شویه
پلی اتیلن با چگالی بالا	گالن‌های شیر، ظرف‌های زباله، بطری‌های مواد پاک‌کننده، لوله‌های انتقال آب
پلی وینیل کلرید (پی وی سی)	ظرف‌های روغن خوراکی، ظرف‌های بسته بندی گوشت، لوله‌های انتقال آب
پلی اتیلن با چگالی پایین	ظرف‌های تولیدی، ظروف غذا، ظروف نان
پلی پروپیلن	ظرف‌های ماست، بطری شامپو، نی نوشابه، ظرف‌های مارگارین، پوشک بچه
پلی استایرن	لیوان‌های نوشیدنی‌های گرم، بسته‌های خوراکی خانگی، کارتن تخم مرغ
پلی کربنات	لوح‌های فشرده الکتریکی، ظروف شیر کودکان، بطری‌های بزرگ نگهداری آب آشامیدنی

جدول ۲- آنالیز زباله شهری ایران و برخی از کشورهای دنیا [۲]

ترکیبات	ایران	شمال آفریقا	آلمان	هلند	انگلستان	سوریه
مواد آلی	۷۰	۶۰-۷۰	۴۲/۴	۵۰/۵	۳۰/۶	۵۰
کاغذ، مقوا، کارتن	۸/۷	۱۰-۲۰	۱۹/۹	۲۲/۸	۳۱/۲	۱۱
پلاستیک، لاستیک	۴/۷	۱-۲	۶/۱	۶/۸	۵/۲	۵
شیشه	۴/ ۱	۲-۳	۱۱/۶	۷/۲	۳/۸	۳
فلزات	۲/۷	۲-۳	۳/۹	۴/۴	۵/۳	۳
منسوجات	۲/۲	۲-۳	۱/۵	۲/۱	۴/ ۱	۴
چوب	۱/۵	۱-۲	۲/۳	-	-	-
سایر مواد	۶-۷	۵-۱۰	۱۲/۳	۶/۲	۱۹/۸	۲۱

www.SID.ir

۲- بطری‌های پلاستیکی

اکثرا بطری‌های پلاستیکی با استفاده از دو نوع پلاستیک، پلی اتیلن ترفتالات و پلی پروپیلن تولید می‌شوند. پلی اتیلن ترفتالات به دلیل خصوصیات برتری که نسبت به دیگر پلاستیک‌ها دارد اعم از مقاومت مکانیکی بالا، نفوذپذیری کم در برابر گازهای موجود در هوا (که باعث ماندگاری طولانی مدت مواد غذایی می‌گردد) و مقاومت بیشتر در برابر حرارت، کاربرد بیشتری در ساخت بطری‌های پلاستیکی دارد. این بطری‌ها برای مصارف مختلفی از قبیل نوشابه‌های گازدار (۳۵٪)، آب معدنی (۲۰٪)، آب میوه (۹٪)، نوشیدنی‌های انرژی زا (۸٪)، مواد غذایی (۱۴٪)، مواد شوینده و آرایشی (۷٪) و سایر نوشیدنیها مانند چای، قهوه و شیر (۷٪) مورد استفاده قرار می‌گیرند [۵]. در آسیا بیشترین تولیدکننده‌های این بطری‌ها کشورهای چین، هند و پاکستان هستند. در ایران پیش بینی شده است که مصرف بطری‌های پلاستیکی در سال جاری به بیش از ۹۲۰۰۰ تن برسد. همچنین در ایران بیشترین مصرف بطری‌های پلاستیکی در نگهداری روغن‌های مایع، آب معدنی، نوشابه‌های گازدار و مواد پاک کننده، شوینده و آرایشی می‌باشد. در جدول (۳) می‌توان پیش بینی مصرف بطری‌های پلاستیکی در ۱۳۹۱ را مشاهده کرد.

جدول ۳- میزان مصرف پیش بینی شده بطری‌های پلاستیکی (پلی اتیلن ترفتالات PET) در سال ۱۳۹۱ در ایران [۵].

کاربرد	پیش بینی میزان مصرف پلی اتیلن ترفتالات در سال ۱۳۹۱ (تن)
روغن موتور، مواد دارویی	۲۰۰۰
روغن های خوراکی مایع	۶۰۰۰
مواد شوینده و آرایشی	۸۰۰۰
آب معدنی	۱۱۰۰۰
نوشابه	۶۵۰۰۰
جمع کل	۹۲۰۰۰

با توجه به مصرف بالای بطری‌های پلاستیکی به دلیل مزایای ذکر شده، باید معایب این بطری‌ها از نظر زیست‌محیطی و همچنین اثرات زیان بار آن بر سلامت انسان مورد بررسی قرار گیرد. متأسفانه استاندارد ظروف یکبار مصرف تاکنون در کشور اجباری نبوده است و تولیدکنندگان در تولید این کالاها آزاد می‌باشند[۶].

۳- معایب بطری‌های پلاستیکی

۳-۱ مواد سمی قابل نفوذ از ظروف و بطری‌های پلاستیکی به داخل مواد غذایی

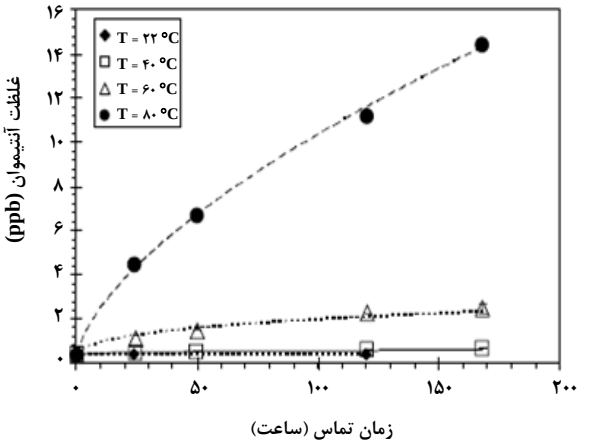
طبق تحقیقات انجام گرفته در بیمارستان کاسل[1] آمریکا مشخص شده است که مواد غذایی به خصوص مواد چرب در درون ظروف پلاستیکی در دماهای بالا قادر هستند ماده بسیار سمی به نام دی‌اکسین را از جداره بطری خارج نمایند [۸-۷]. همچنین براساس مطالعات انجام گرفته در دانشگاه جان هاپکینز[2] استفاده از ظروف پلاستیکی در ماکروویو منع شده است زیرا می‌تواند باعث آزاد شدن ماده دی اکسین شود که آن نیز به نوبه خود نفوذ به سلول‌های بدن انسان را به همراه خواهد داشت. بنابراین توصیه‌های مکرری توسط پژوهشگران این دانشگاه در ارتباط با استفاده از ظروف شیشه‌ای و پیرکس شده است. امروزه برای انجماد آب آشامیدنی از بطری‌های پلاستیکی استفاده می‌شود که به دلیل وجود دی اکسین منع شده است و حتی الامکان استفاده از بطری‌های شیشه‌ای جهت نگهداری آشامیدنی‌هایی چون شیر، آب، نوشابه، چای و قهوه پیشنهاد می‌شود. دی‌اکسین باعث بروز مشکلات کلیوی، ریوی، عوارض عصبی در بزرگسالان، اختلال در کار غدد تیروئید، نقص نوزاد در هنگام تولد، و سقط جنین می‌گردد. ایجاد سرطان‌های مختلف از دیگر عوارض آلودگی مواد غذایی به این ماده خطرناک است[۹]. در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۷ توسط ریمن[3] و همکارانش[۱۰] صورت گرفت، میزان آلودگی آب آشامیدنی نگهداری شده در بطری‌های پلاستیکی مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه نشان داده شد که بطری‌های پلاستیکی باعث آلودگی بالای آب به باریم، روی و استرنسیم می‌گردد. وجود این مواد بالاتر از حد مجاز اختلالات متعددی را در سیستم گوارشی انسان ایجاد می‌کند. در بررسی‌های متعدد دیگر [۱۳-۱۱]، نفوذ عناصری چون آنتیموان نیز مورد توجه قرار گرفت. در تحقیقی که در جنوب غربی آمریکا انجام گرفت،نشان داده شده است که، در دماهای بالا و در مدت طولانی، فلز آنتیموان (Sb) می‌تواند بیشتر از حد مجاز تعیین شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا، از مواد پلاستیکی بکار رفته در بطری، آزاد شود. در این آزمایش مشاهده شد که میزان آنتیموان داخل

1. Castle
2. John Hopkins
3. Reimann

Archive of SID

www.

پلاستیک در حدود پلاستیک (mgSb/kg) ۲۱۳ می‌باشد که اگر این فلز در آب آشامیدنی حل شود، غلظت فلز موجود در آب از ۶ppb که استاندارد آب آشامیدنی برای این فلز تعیین شده است، بسیار بیشتر است. در شکل (۱) می‌توان تاثیر همزمان دما و زمان در آزاد شدن آنتیموان در آب نگهداری شده است در بطری پلاستیکی را مشاهده نمود. همانطور که از نمودار مشخص است در دماهای پایین با افزایش زمان تغییر چندانی در میزان غلظت آنتیموان مشاهده نشده ولیکن با افزایش دما از ۶۰ به ۸۰ درجه سلسیوس جهش ناگهانی در غلظت آنتیموان دیده می‌شود که در مدت تقریباً ۷ روز به ۱۴ppb می‌رسد. بنابراین متغیر دما اثر بیشتری بر آزاد شدن آنتیموان در آب دارد. آزمایش ذکر شده در آریزونا انجام شده که در روزهای تابستان به راحتی دمای داخل ماشین و گاراژها به ۶۵ درجه سیلسیوس می‌رسد و از این رو استفاده از بطری‌های پلاستیکی آب توصیه نمی‌شود [۱۱]. در مجارستان نیز میزان آنتیموان بطری‌های پلاستیکی مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت. طبق بررسی‌های جامع و کامل بر روی بطری‌های پلاستیکی موجود در فروشگاه‌های این کشور، مقدار آنتیموان در حدود (mg/kg) ۲۹۰-۲۱۰ بوده است. آزمایشات نشان دادند که غلظت آنتیموان در آب آشامیدنی ذخیره شده در بطری‌های پلاستیکی با افزایش دما افزایش می‌یابد [۱۲]. در ایران نیز در فصل تابستان به دلیل افزایش دما، نوشیدن آب معدنی نگهداری شده در بطری‌های پلاستیکی که برای زمان طولانی در معرض نور خورشید قرار گرفته‌اند، به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود.



شکل ۱- تاثیر همزمان دما و زمان در آزاد شدن آنتیموان از بطری پلاستیکی در آب نگهداری شده [۱۱]

در مطالعه دیگری که در سال ۲۰۱۲ انجام گرفته است، مشخص شد که بطری‌های آب معدنی در تحت شرایط دمایی بالا و زمان طولانی می‌توانند منبع اصلی آلودگی ترکیبات و مشتقات برمید و آنتیموان باشند. به قسمی که بطری‌های پلاستیکی ساخته شده از پلی اتیلن ترفتالات نسبت به دیگر پلاستیک‌ها قادر هستند، مقدار بیشتری از ترکیبات برومید را در طول ۶۰ روز وارد آب کنند. همچنین در شرایط یکسان، بطری‌های پلی اتیلن ترفتالات منبع اصلی آلودگی آب به آنتیموان می‌باشند[۱۳].

به طور کلی بطری‌های پلاستیکی به عنوان یکی از منابع آلوده کننده آب آشامیدنی به ترکیباتی همچون بیس فنول آ[1] (BPA)، ترت اکتیل فنول[2]، دی متیل فتالات[3]، دی اتیل فتالات[4]، دی ان بوتیل فتالات[5] و بوتیل بنزیل فتالات[6]، هستند. این مواد شیمیایی قادر هستند اختلالات غددی فراوانی را در انسان ایجاد نمایند. در پژوهشی که کانون توجه آن معطوف به ترکیبات شیمیایی استخراج شده از بطری‌های پلاستیکی است، نشان داده شده است که تداخلات استروژنی و غددی در آب‌های آشامیدنی نگهداری شده در بطری‌های پلاستیکی سه برابر بطری‌های شیشه‌ای است. در این تحقیق مشخص گردید، آزاد شدن ترکیباتی چون پلاستیسایزر فتالات[7] یا بیس فنول آ از بطری‌های پلاستیکی باعث این گونه از بیماری‌های موثر در انسان می‌گردند[۱۴]. البته در نتایج انتشار یافته در سال ۲۰۱۱، غلظت ترکیباتی که موجب نارسایی‌های غددی می‌شوند، در بطری‌های پلاستیکی ذخیره‌سازی اندازه‌گیری شد. نتیجه حاصل نشان داد که تنها مقدار بیس فنول آ در آب آشامیدنی زیاد می‌باشد [۱۵]. شایان ذکر است که غلظت بالای بیس فنول آ تنها در بطری‌های پلاستیکی ساخته شده از پلی کربنات مشاهده شد. نخستین بار محققان دانشکده بهداشت عمومی دانشگاه هاروارد دریافتند میزان ماده شیمیایی BPA در ادرار داوطلبانی که به مدت یک هفته اقدام به نوشیدن مایعات از بطری‌های پلی کربنات می‌کردند، به میزان دو سوم افزایش یافته است. طبق این پژوهش دریافتند نوشیدن مایعات سرد از بطری‌های پلی‌کربنات، آن هم فقط به مدت یک هفته، مقدار BPA ادرار را به میزان دو سوم نیز افزایش

1. Bisphenol A
2. Tert-Octylphenol
3. Dimethyl Phthalate
4. Diethyl Phthalate
5. Di-N-Butyl Phthalate
6. Butyl Benzyl Phthalate
7. Phthalate Plasticizers

www.SID.ir
Archive of SID

می‌دهد. درصورتی که این بطری‌ها حرارت داده شوند، (مخصوصاً بطری شیر کودکان) انتظار می‌رود، غلظت این ماده در آب بطری به میزان قابل توجهی افزایش یابد [۱۶].

با توجه به مواد سمی آزاد شده از بطری‌های پلاستیکی، به خصوص پلی اتیلن ترفتالات، استفاده از این مواد برای ذخیره‌سازی و نگهداری آشامیدنی‌ها توصیه نمی‌شود و باید مواد جانشین همچون شیشه در حوزه مواد خوراکی به کار گرفته شود. بطری‌های شیشه‌ای از مواد اولیه طبیعی مانند سیلیس ساخته شده‌اند که کم‌ترین آسیب را به مواد غذایی می‌رساند[۱۷].

البته قابل ذکر است که بطری‌های شیشه‌ای نیز قادر به آلوده سازی آب به برخی فلزات از قبیل سزیم، سرب، آهن، روی و مس به آب آشامیدنی هستند. ولیکن طبق تحقیقات انجام شده در سال ۲۰۱۰ در آلمان روشن شد که در شرایط مختلف دمایی بالا، در زمان طولانی ۷ روز، محیط اسیدی و در بطری‌های شیشه‌ای با رنگ‌های مختلف، غلظت هیچ یک از ترکیبات ذکر شده از حد مجاز فراتر نرفته است که این می‌تواند دلیل دیگری برای بکارگیری ظروف شیشه‌ای برای نگهداری مواد غذایی باشد[۱۸].

۳-۲ بازیافت بطری‌های پلاستیکی و شیشه‌ای

معمولاً شیشه بسیار آسان‌تر از پلاستیک قابل بازیافت است. مواد پلاستیکی دارای ارزش حرارتی بالایی است ولی از نظر زیستی تجزیه آن‌ها به سختی انجام می‌گیرد[۱۹]. باکتری‌ها به ندرت این مواد را مورد حمله قرار می‌دهند به طوری که این مواد مدت زمان طولانی بدون تغییر در پوسانه و خاکچال برجای مانده و به آسانی از بین نمی‌روند. به همین دلیل، یکی از مشکلات عمده این مواد، زیست تخریب ناپذیری آن‌ها است. طبق آمار گزارش شده در نشریه ویتامر[۱۷]، در آمریکا و گزارشات ارائه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست این کشور (EPA)[1] بیش از ۲۵٪ از کالاهای شیشه‌ای بازیافت می‌شوند در حالی که مواد پلاستیکی، بازیافتی کمتر از ۹٪ دارند. بنابراین می‌توان با استفاده از بطری‌ها و ظرف‌های شیشه‌ای با درصد بازیافت بالا میزان زباله را کاهش داد.

شیشه ۱۰۰٪ قابلیت استفاده مجدد دارد، که استفاده از شیشه‌های بازیافتی در ساخت بطری‌های جدید، باعث صرفه جویی در مصرف انرژی می‌گردد زیرا نقطه ذوب خرده شیشه از مواد خام اولیه کمتر است و در نتیجه موجب کاهش مصرف سوخت کوره ذوب می‌شود [۲۰]. نرخ متوسط بازیافت برای کل ظروف شیشه‌ای حدود ۶۰٪ است. شیشه‌های بازیافتی بدون هیچ گونه کاهشی در سطح کیفیت شیشه‌های ساخته شده می‌باشد. به طوری‌که هر بطری شیشه‌ای عمدتاً می‌تواند تا ۱۵ مرتبه در چرخه بین تولید و مصرف مورد استفاده قرار گیرد. در حالی که در بطری‌های پلاستیکی، که به سختی بازیافت می‌شوند، گزارش نشده است که همانند حالت اولیه با کیفیت بالا باشند. به ازای هر تن شیشه تازه تولید شده از ماده خام اولیه، ۱۳ کیلو آلودگی هوا تولید شده که بازیافت شیشه این مقدار را به (۲۰-۱۴) درصد و مصرف انرژی را به (۳۲-۲۵) درصد کاهش می‌دهد. به عبارت دیگر به ازای هر تن شیشه بازیافتی می‌توان ۳۵ لیتر سوخت ذخیره کرد[۲۲-۲۱]. مزایای بازیافت شیشه را می‌توان در جدول (۴) خلاصه نمود.

جدول ۴- مزایای بازیافت شیشه [۲۰]

مزیت	دلیل
صرفه جویی مواد خام اولیه	با مصرف هر یک تن خرده شیشه در حدود یک تن در مواد اولیه صرفه جویی می‌شود.
صرفه جویی در مصرف انرژی	شیشه‌هایی که تماما از خرده شیشه‌های حاصل از مواد بازیافتی حاصل می‌شوند، ۲۰ تا ۳۵ درصد انرژی کمتر برای تولید نیاز دارند.
کاهش زباله‌های خاکچال شده	در صورت بازیافت، مکان کمتری برای خاکچال نیاز است.
کاهش میزان آلودگی	پسماندهای پلاستیکی چنانچه سوزانده شوند باعث تولید مواد خطرناکی مانند دی اکسین در هوا می‌شوند. در حالی که مصرف مجدد شیشه‌های بازیافتی در کوره‌های ذوب نه تنها آلودگی تولید نمی‌کنند بلکه معادل وزن خود از آلودگی تولید مواد اولیه می‌کاهند.

در تحقیق دیگری [۲۳] فرایند تولید شیشه پلی اتیلن ترفتالات بررسی شده و نتیجه گرفته شده است که اگر چه ظروف پلاستیکی آسان‌تر و ارزان تر تولید می‌شود و دارای وزن کم‌تری نسبت به شیشه می‌باشند ولی میزان آلودگی منتشر شده (شکل (۲)) در تولید شیشه نسبت به آلودگی‌های منتشر شده در تولید ظروف

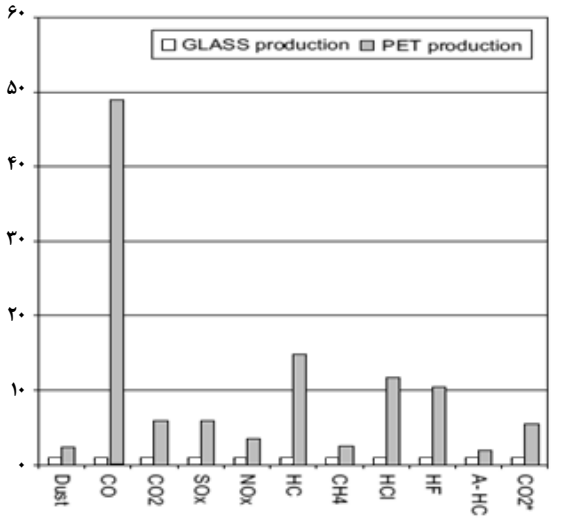
1. Environmental Protection Agency

Archive of SID
www.

پلاستیکی کمتر می‌باشد. همانطور که شکل نشان می‌دهد، بیشترین آلودگی مربوط به مونوکسیدکربن و گازهای گلخانه‌ای است که در فرایند تولید شیشه این آلودگی بسیار کم است و همواره تلاش برای طراحی فرایندی پاک در تولید شیشه ادامه داشته است. اگرچه در تولید حجم مشخصی، به عنوان مثال، یک بطری آب از جنس پلاستیک، مواد کمتری نسبت به نوع شیشه‌ای نیازمند است و از نظر اقتصادی به صرفه می‌باشد ولیکن اگر بازیافت بطری شیشه‌ای مورد توجه قرار گیرد به مراتب در کاهش هزینه‌ها و انرژی نسبت به همان حجم از بطری پلاستیکی موثرتر است. در یک مقایسه بسیار ساده بین یک بطری نوشابه ۳۰۰CC از جنس شیشه و پلاستیک چنانچه وزن بطری‌های شیشه‌ای و پلاستیکی به ترتیب در حدود ۲۱۰ و ۴۰ گرم باشد، در ابتدا به نظر می‌رسد که استفاده از بطری پلاستیکی به دلیل وزن کم مقرون به صرفه است و این در حالی است که یک بطری شیشه‌ای را می‌توان تا ۲۰ مرتبه با کیفیتی در سطح بطری تولید شده از مواد اولیه بازیافت کرد. در صورتی که یک بطری پلاستیکی با کیفیت بالا قابل بازیافت نیست و در حقیقت باید ۲۰ بطری پلاستیکی با وزن کلی در حدود ۴۰۰ گرم تولید شود. بنابراین ماده اولیه مورد نیاز بیشتر، هزینه گزافی برای جمع‌آوری، بازیافت یا سوزاندن بطری‌های پلاستیکی در مقابل بطری‌های شیشه‌ای لازم است. اگر چه برای بررسی دقیق‌تر نیاز به اطلاعات بیشتری است تا به توان با استفاده از روش ارزیابی چرخه عمر (LCA) مزیت زیست محیطی ظرف‌های شیشه‌ای قابل برگشت را نسبت به ظرف‌های پلاستیکی یک بار مصرف با وضوح بیشتری نشان داد.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به مطالب بیان شده و گرایش روز افزون مردم به سوی استفاده از مواد خوراکی بسته‌بندی شده به خصوص آشامیدنی‌های مختلف، استفاده از ظروف و بطری‌های پلاستیکی افزایش یافته است. وزن کم، ماده اولیه ارزان، مقاومت مکانیکی بالای پلاستیک‌ها از دلایل پیشی گرفتن این ترکیبات از ظرف‌های شیشه‌ای در صنعت بسته‌بندی است. لیکن جنبه‌های مختلفی از قبیل زیست تخریب ناپذیر بودن پلاستیک‌ها، بازیافت و استفاده مجدد دشوار و با کیفیت پایین این ترکیبات، انتشار ترکیبات سمی در محیط به خصوص در هوا در حین فرایند تولید، آزاد شدن ترکیبات سمی گوناگون



شکل ۲- میزان آلودگی هوا در تولید شیشه نسبت به پلاستیک [۲۳]

همچون آنتیموان، روی، ترکیبات و مشتقات برومید، دی اکسین در دراز مدت، وجود ترکیبات مضر در آب‌های نگهداری شده در بطری‌های پلاستیکی مانند ترفتالات پلاستیسایزر و فنول‌ها که باعث ایجاد تداخلات استروژنی و هورمونی در بدن انسان می‌شوند، خطر انتشار ترکیبات دی اکسین و گازهای گلخانه‌ای در سوزاندن زباله‌های پلاستیکی، استفاده از این ظرف‌ها را با علامت سوال مواجه ساخته است. به علاوه به دلیل اینکه این ترکیبات به مقدار بسیار کمی بازیافت می‌شوند، بنابراین هزینه‌های بالا برای حمل نقل زباله‌های مواد پلاستیکی و هزینه‌های فراوان برای خاکچال نمودن این ترکیبات، باعث شده است توجه محققان و صنعتگران را به استفاده مجدد از شیشه برای بسته‌بندی و نگهداری مواد غذایی معطوف گردد. تولید شیشه و بکارگیری بطری‌های شیشه‌ای نه تنها از نظر اقتصادی به صرفه می‌باشند بلکه از نظر مصرف انرژی و تولید آلودگی نیز دارای مزیت می‌باشند زیرا که بازیافت بطری‌های شیشه‌ای از نظر کیفیت کاملا مانند نمونه اولیه هستند و به انرژی و مواد اولیه کمتری نیاز دارند. بطری‌های شیشه‌ای محل مناسبی برای نگهداری مواد خوراکی بوده و هیچ گونه آلودگی در مواد خوراکی و نوشیدنی‌های نگهداری شده در شیشه گزارش نشده است. از این رو ظرف‌های شیشه‌ای از نظر شیمیایی با مواد محتوی آن واکنش نمی‌دهد. بطری‌های شیشه‌ای غیر قابل نفوذ، فاقد بو، و بهداشتی می‌باشند. این ظروف دارای استحکام مناسبی بوده و در ابعاد، رنگ و

Archive of SID

www.SID.ir

اشکال مختلفی قابل تولید هستند. البته حساسیت بالا به شوک‌های حرارتی و عوامل خارجی، وزن زیاد (در مقایسه ظرف‌های پلاستیکی) و هزینه حمل و نقل بالا از معایب بسته‌بندی با ظرف‌های شیشه‌ای است. تصویب قانونی جهت منع استفاده از بطری‌های پلاستیکی برای ذخیره‌سازی مواد غذایی می‌تواند در رسیدن به هدف اصلی که سلامت انسان و محیط زیست است، کمک فراوانی کند. حمایت از واحدهای تولید شیشه، اختصاص وام‌های دولتی به فعالان صنعت شیشه، ایجاد زمینه برای سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی، افزایش دانش صنعتگران با برگزاری همایش‌ها و سمینارهای منظم در جهت طراحی فرایند سبز برای تولید شیشه از جمله راهکارهایی است که می‌تواند باعث ارتقای سلامت جامعه، فرهنگ زیست محیطی و توسعه صنعت شیشه شود.

مراجع

[1] http://www.qualitylogoproducts.com/lib/different-types-of-plastic.htm.

[۲] س. م. علوی مقدم، ط.صادقچه، "مروری بر مدیریت مواد زاید شهری"، شرکت جهش کیمیا (۱۳۷۷).

[3] "Standard Terminology of Glass and Glass Products", ASTM International, West Conshohocken, 162, (2003).

[۴] م. عالی ابوذر، "استراتژی های پیش روی صنایع بسته بندیظروف شیشه ای"، کتاب جامع اولین همایش ملی صنعت شیشه ایران،۲۶۵ (۱۳۹۱).

[۵] شرکت کسترش صنایع پایین دستی پتروشیمی، "مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح تولید بطری پلاستیکی"، سازمان صنایع کوچک و شهرک های صنعتی ایران، (۱۳۸۷).

[6] http://www.foodsafety.ir/osoolenegahdari-zorufe%20yekbarmasraf.htm.

[7] http://www.jhsph.edu/dioxins.

[8] Taylor, K., "John Hopkins Cancer Update with Life-Systems Engineering Science Comments & Corrections". (The science of health index.com).

[9] Suzanne White, M. D, "Dioxin: Toxicity and Health Effects, Children's Hospital of Michigan Regional Poison Control Center Detroit Medical Center-Wayne State University".(http://www.michigan.gov/documents/Dioxin_72078_7.pdf)

[10] Reimann, C., Grimstvedt, A., Frengstad, B., Finne, T. E., "White HDPE bottles as source of serious contamination of water samples with Ba and Zn", Science of the Total Environment 374 292–296, (2007).

[11] Westerhoff, P., Prapaipong, P., Shock, E., Hillaireaud, A., "Antimony leaching from polyethylene terephthalate (PET) plastic used for bottled drinking water", water research 42 551 – 556, (2008).

[12] Keresztes, S., Tatár, E., Mihucz, V. G., Virág, I., Majdik, C., Záray, G., "Leaching of antimony from polyethylene terephthalate (PET) bottles into mineral water", Science of the Total Environment 407 4731–4735, (2009).

[13] Andra, S. S., Makris, K. C., Shine, J. P., Lu, C., "Co-leaching of brominated compounds and antimony from bottled water", Environment International 38 45–53, (2012).

[14] Wagner, M., Oehlmann, J., "Endocrine disruptors in bottled mineral water: Estrogenic activity in the E-Screen", Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology 127 128– 135, (2011).

[15] Diana, A., Dimitra, V., "Alkylphenols and phthalates in bottled waters", Journal of Hazardous Materials 185 281–286, (2011).

[16] http://www.pezeshk.us/?p=16520.

[17] Vitamer information press, Volume 9 Issue 7 (2007).

[18] Reimann, C., Birke, M., Filzmoser, P., "Bottled drinking water: Water contamination from bottle materials (glass, hard PET, soft PET), the influence of colour and acidification", Applied Geochemistry 25 1030–1046, (2010).

[19] http://hamshahrionline.ir/news-2727.aspx.

[۲۰] ق.ع. عمرانی، م. منوری، ع. جوزی، ن. زمانی، "مدیریت بازیافت شیشه در شهر تهران، علوم و تکنولوژی محیط زیست"، ۱۱ ۴ (۱۳۸۸).

[۲۱] خ. فخیم هاشمی، ن. فخیم هاشمی، "بررسی اثرات جایگزینی ظروف پلی اتیلن ترفتالات به جای ظروف بسته بندی شیشه‌ای"، کتاب جامع اولین همایش ملی صنعت شیشه یران، ۲۹۳ (۱۳۹۱).

[22] http://www.taravat-bahar.com/shishe.htm

[23] Vellini, M., Savioli, M., "Energy and environmental analysis of glass container production and recycling", Energy 34 2137–2143, (2009).

Archive of SID