

## کمک به حفظ محیط زیست با جمع آوری باتری‌های مصرفی

آنیتا عطار\* ایرج نیک سرشت<sup>۲</sup>

کارشناس ارشد آموزش شیمی و دبیر شیمی منطقه شش تهران  
<sup>۲</sup> عضو هیات علمی پژوهشکده تاریخ علم دانشگاه تهران

### مقدمه

مسأله‌ی حفاظت از محیط زیست یکی از موضوعات مهم در جهان معاصر است. به دلیل افزایش جمعیت در جهان، بشر برای ادامه زندگی خود مجبور است هر چه بیشتر و به نحو احسن از طبیعت استفاده کند. گسترش فعالیت‌های گوناگون صنعتی و اقتصادی بشر باید با تلاش برای حفظ محیط زیست همراه باشد. لذا فرهنگ‌سازی در این زمینه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

به دلیل توجه برخی از انسان‌ها به منافع زودگذر خود، اختلالاتی در جهان منظم و طبیعت آن به وجود آمده است که در نهایت به وارد آمدن ضررهای جبران‌ناپذیر به بشریت ختم می‌شود.

امروزه سعی بر این است که تک تک افراد جامعه در قبال مسائل مربوط به آلودگی‌های محیط زیست احساس مسئولیت کنند. آگاهی دادن به افراد در این زمینه وظیفه‌ی دولت‌ها و متخصصین است. از آنجایی که آموزش و پرورش یکی از مهم‌ترین نهادها در زمینه‌ی فرهنگ‌سازی است، لذا مسئولیت بزرگی بر عهده‌ی این نهاد دولتی می‌باشد، چراکه کودکان و نوجوانان که آینده یک جامعه را می‌سازند در این نهاد آموزش می‌بینند.

کتاب شیمی سال اول دبیرستان که با نام «شیمی و زندگی» منتشر شده، تا حدود زیادی به این امر پرداخته است<sup>۱</sup>. یکی از اهداف این کتاب نهادینه کردن مسایل مربوط به حفظ و نگهداری از محیط زیست می‌باشد. با توجه به پیشرفت‌های صنعت و فن‌آوری و تغییر در نوع زندگی بشری لازم است در نوبت‌های مختلف تغییراتی متناسب با پیشرفت علم و فن‌آوری در این کتاب‌ها صورت پذیرد.

یکی از آلودگی‌های محیط زیست که در کشورهای جهان سوم و کشورهای در حال توسعه بدان توجهی نمی‌شود؛ «مسأله‌ی آلودگی ناشی از پیل‌ها» می‌باشد. این کشورها برای رشد سریع اقتصادی، صنعتی بدون توجه به عواقب زیست محیطی آن از ملاحظات اکولوژیکی مرتبط صرف‌نظر می‌کنند. بعضی از این پیل‌ها فقط یک بار مصرف می‌شوند و در برخی موارد حتی نیمه-تمام وارد محیط زیست می‌شوند. پسماند این مواد به دلیل داشتن عناصر سنگینی چون کادمیم، سرب، نیکل، جیوه، روی و دیگر فلزات باعث افزایش نگرانی‌های زیست محیطی شده است. برخی از این عناصر از طریق دستگاه تنفسی و برخی دیگر از طریق زنجیره غذایی وارد بدن شده و آسیب‌های جدی به انسان وارد می‌کنند.

\*a\_attar2000@yahoo.fr – tel : 09127969304

در این مقاله سعی شده ابتدا پیل‌ها به شکل عمومی معرفی شوند و سپس آلودگی‌ها و خطرات ناشی از آنها به‌طور اجمالی بیان گردد. در خاتمه راهکارهایی برای مدیریت و آگاهی دانش‌آموزان پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: پیل‌ها - آلودگی - عناصر سنگین - محیط زیست - دانش‌آموزان

## مولدهای الکتروشیمیایی

مولدهای الکتروشیمیایی یا باتری‌ها، دستگاه‌هایی هستند که می‌توانند انرژی تولید شده در اثر فعل و انفعالات شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل کنند.

باتری‌های الکتروشیمیایی اولین بار توسط «ولتا»<sup>۲</sup> پرفسور فلسفه طبیعی (فیزیک) دانشگاه پاپیای ایتالیا، در سال ۱۸۰۰ میلادی در جامعه سلطنتی ارائه شد. باتری‌ها می‌توانستند عبور جریان را به‌طور اساسی و بدون کاهش زاید ولتاژ سلولی حفظ نمایند. اولین نوع از این باتری‌ها با جریان بالا و آبکاری الکتریکی در سال ۱۸۴۰ میلادی طراحی شد و طی دو دهه، به تدریج توسعه‌ی بیشتری یافت.

در دهه‌ی ۱۸۷۰ با ساخت مدارات زنگ برقی برای خانه‌ها، ادارات و هتل‌ها، رونق بیشتری به بازار این باتری‌ها داد. چراغ قوه در ابتدای قرن حاضر و حدود ۲۰ سال پس از اختراع لامپ رشته‌ای توسط ادیسون ابداع شد. در آن زمان تولید سالانه‌ی باتری در آمریکا به‌تنهایی، از دو میلیون واحد فراتر رفته بود. در سال ۱۹۹۰، تولید جهانی ساعت‌های باتری دار  $4 \times 10^8$  عدد گزارش شده است.<sup>۳</sup>

بعد از سال ۱۸۷۰، ورود گسترده دینام‌ها یا ژنراتورهای الکترومغناطیسی بزرگ که با موتورهای حرارتی کار می‌کردند منجر به استفاده جهانی از برق شهر در مصارف صنعتی و خانگی شد که امروزه بعد از حدود یک قرن، بعنوان یک امر عادی پذیرفته شده است. این دسترسی آسان به انرژی الکتریکی، انگیزه اصلی به کارگیری باتری‌های ثانویه یا ذخیره‌کننده گردید و افزایش تقاضا در صنعت و مصارف خانگی را برای تولید باتری‌های قابل شارژ افزایش داد.

## معرفی برخی از باتری‌های متداول

از آنجایی که باتری‌ها انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند، از آنها به‌عنوان منبع انرژی الکتروشیمیایی یاد می‌شود. باتری‌ها را به دو دسته تقسیم می‌کنند؛ نوع اول و نوع دوم. باتری‌های نوع اول با تمام شدن واکنش‌دهنده‌های موجود در خود غیرفعال می‌شوند و امکان شارژ یا پرکردن دوباره آنها وجود ندارد. باتری نوع دوم قابل شارژ هستند و بارها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### ۱- باتری‌های نوع اول

#### ۱-۱ باتری کربن - روی (ZnC)

استفاده و فروش این نوع باتری به نسبت قبل خیلی کم‌تر شده است و در کشورهای پیشرفته به تدریج در حال حذف شدن هستند. از سال ۱۹۹۳ استفاده از جیوه در ساختار آنها ممنوع شد. موارد استفاده از آنها در چراغ قوه، اسباب‌بازی‌ها، رادیو، ساعت رو میزی و ماشین حساب‌ها می‌باشد.

<sup>۲</sup> - Alessandro Volta (1745- 1827)

<sup>۳</sup> - وینست، کالین انگلس، *باتری‌های نوین*، ترجمه، شهلا سیفی، مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران، چاپ اول، ۱۳۸۰.

## ۱-۲ باتری آلکالین (ZnMnO<sub>2</sub>)

این نوع باتری‌ها پرفروش‌ترین باتری‌های نوع اول می‌باشند. استفاده از آنها با افزایش تولید باتری‌های لیتیم (نوع اول) و نیکل-هیدرید فلزی (نوع دوم) کمی کاهش پیدا کرده است. از سال ۱۹۹۳، باتری‌های آلکالین ساخته شده در کشور کانادا، ایالات متحده آمریکا، ژاپن و اروپا فاقد فلز جیوه می‌باشند. استفاده این باتری‌ها در دوربین عکاسی دیجیتالی، وسایل الکتریکی دستی، چراغ قوه، اسباب‌بازی‌ها، رادیو، اسباب‌بازی‌های ویدئویی، سیستم‌های صوتی قابل حمل مانند MP<sub>3</sub>، وسایل خانگی کوچک و ... می‌باشد.

## ۱-۳ باتری های دی اکسید منگنز - لیتیم (LiMnO<sub>2</sub>)

مصرف این نوع باتری‌ها در بین باتری‌های نوع اول در حال افزایش است. فروش آنها در سال ۲۰۰۹ نسبت به سال ۲۰۰۵، ۱۶٪ افزایش داشته است<sup>۴</sup>. مصرف این نوع باتری‌ها مانند نوع آلکالین (۱-۲) می‌باشد. آنها دارای کیفیت و قیمت بالاتر نسبت به باتری‌های آلکالین می‌باشند.

## ۱-۴ باتری های روی - اکسید جیوه ، کادمیم - اکسید جیوه، روی - اکسید نقره

سلول‌های مینیاتوری یا دگمه‌ای به شکل استوانه‌ای بوده و دارای ارتفاع کم‌تر از ۵ میلی‌متر هستند. قدیمی‌ترین این پیل‌ها بر پایه اکسید جیوه و روی در دهه ۱۹۴۰ ابداع شد. بازار این باتری‌ها در بیست سال گذشته به‌علت توسعه ساعت‌های الکترونیکی مینیاتوری رونق گرفته است. این سیستم‌ها دارای ظرفیت حجمی بالا که نسبتاً از جریان تخلیه شده، بی‌تأثیر می‌مانند و مشخصه‌های دشارژ خوبی دارند. کاربرد آنها بیشتر در ساعت‌های مچی، وسایل صوتی، زنگ‌ها و وسایل هشداردهنده، وسایل عکاسی و صوتی می‌باشد.

## ۲- باتری های نوع دوم

### ۲-۱ باتری‌های نیکل - کادمیم (NiCd)

نکته قابل اهمیت در باتری‌های نیکل - کادمیم این است که اگر باتری به‌طور کامل تخلیه نشده باشد و شارژ گردد، توانایی ماکزیمم خود را از دست می‌دهد<sup>۵</sup>. همین امر باعث شده از این نوع باتری‌ها کم‌تر استفاده شود. موارد استفاده از این نوع باتری‌ها را می‌توان در وسایل الکتریکی قابل حمل و سبک مانند چراغ قوه، رادیو، دستگاه‌های کنترل، تلفن‌های پیام‌گیر، روشنایی‌های اضطراری و ... نام برد.

### ۲-۲ باتری های نیکل - هیدرید فلزی (NiMH)

<sup>4</sup> Roberge Jean, "Les piles domestiques", *RECYC-QUEBEC, Québec*, Avril 2010, برگرفته از سایت <http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca>

<sup>5</sup> Effet Mémoire (اثر حافظه ای)

مصرف و فروش این نوع باتری‌ها هر ساله افزایش می‌یابد تا جای باتری‌های نیکل - کادمیم را بگیرد. این باتری‌ها مشکل شارژ و دشارژ نوع قبل را نداشته و مصرف‌کنندگان توجه بیشتری به آنها نشان می‌دهند. کاربرد این باتری‌ها همانند باتری‌های نیکل-کادمیم در وسایل الکتریکی قابل حمل، دستگاه‌های بی‌سیم، اسباب‌بازی‌های ویدئویی، ریش‌تراش، تلفن‌های بی‌سیم، دوربین‌های فیلم‌برداری و ... است.

## ۲-۳ باتری‌های یون - لیتیم (Li-ion)

این باتری‌ها انرژی پتانسیل بیشتری نسبت به باتری‌های نیکل - کادمیم و نیکل هیدرید فلزی دارا می‌باشند. مزیت دیگر آنها سبک بودنشان نسبت به باتری‌های نیکل - کادمیم و نیکل - هیدرید فلزی می‌باشد. می‌توان به این نکته اشاره کرد که این نوع باتری‌ها آلوده‌کننده‌ی محیط زیست به‌شمار نمی‌روند. قیمت آنها از دو نوع قبلی بیشتر می‌باشد. مصرف عمده‌ی آنها در دستگاه‌های قابل حمل که به حجم بیشتری از انرژی نیاز است مانند تلفن‌های همراه، دوربین‌های فیلم‌برداری، تلفن‌های بی‌سیم کامپیوترهای لب‌تاب و ... می‌باشد.

## ۲-۴ باتری‌های کوچک مهر و موم شده سرب - اسید (PPSPA)

این باتری‌ها مصارف خانگی چندانی ندارند و خیلی کم در وسایل قابل حمل به‌کار می‌روند. کاربرد آنها در صندلی الکتریکی معلولین، ماشین‌های اصلاح چمن‌زنی و پشم‌زنی، دوچرخه‌های الکتریکی، در برخی از وسایل بازی و ... می‌باشد.

## ۲-۵ باتری‌های سرب - اسید

این باتری‌ها ولتاژ زیادی تولید می‌کنند و به‌نام باتری ماشین معروف هستند. به‌طور کلی در وسایل نقلیه برای روشن کردن (استارت) و چراغ‌ها و کاربردهای دیگر در به‌کار می‌روند. در شرایط مناسب باتری‌های سربی می‌توانند فرایند خالی و پر شدن را هزاران بار انجام دهد.

## فلزات سنگین

در دو دهه‌ی گذشته، ورود آلاینده‌ها با منشاء انسانی مانند فلزات سنگین در اکوسیستم، به مقدار زیادی افزایش یافته است که به‌عنوان یک خطر جدی برای حیات اکوسیستم زمین به‌شمار می‌آید. فلزات سنگین در یک مقیاس وسیع از منابع طبیعی و انسان - ساخت وارد محیط زیست می‌شوند. میزان ورود این فلزات به محیط زیست، بسیار فراتر از میزانی است که به‌وسیله‌ی فرایندهای طبیعی برداشت می‌شوند. بنابراین تجمع فلزات سنگین در محیط زیست قابل ملاحظه است. تجمع این نوع فلزات در آب، هوا و خاک، یک مشکل زیست‌محیطی بسیار مهم محسوب می‌شود.

در جدول تناوبی به آن دسته از عناصر که وزن اتمی بالایی داشته و در درجه‌ی حرارت اتاق خاصیت فلزی دارند، فلز سنگین اطلاق می‌شود. تعاریف مختلفی برای این عناصر داده شده است. بر اساس این تعاریف فلزات مس تا بیسموت در جدول تناوبی که دانسیته‌ی بیشتر از ۴ دارند به‌عنوان فلزات سنگین تعریف شده‌اند. در جدول تناوبی به فلزات گروه ۳ تا ۱۶ در تناوب چهارم و بعد فلزات سنگین می‌گویند.

فلزات سنگین که سرب، جیوه، مس، کادمیوم، نیکل و آرسنیک و ... را شامل می‌شوند از سموم پرخطر پیرامون ما هستند. این سموم در هوای تنفسی، آب آشامیدنی، مصالح ساختمانی، لوازم آشپزخانه و حتی البسه نیز یافت می‌شوند. برخی فلزات به مقدار ناچیز برای عملکرد طبیعی بدن ضروری می‌باشند، اما ورود بیش از اندازه‌ی آنها به بدن مسمومیت ایجاد خواهد کرد. ایراد اصلی فلزات سنگین این است که در بدن متابولیزه نمی‌گردند. در واقع فلزات سنگین پس از ورود به بدن دیگر از بدن دفع نشده و در بافت‌های بدن انباشته می‌گردند. همین امر موجب بروز بیماری‌های جدی و عوارض متعددی در بدن می‌شود.

آنها رشد و گسترش عفونت‌های ویروسی، باکتریایی و قارچی را نیز افزایش می‌دهند. فلزات سنگین همچنین جایگزین دیگر املاح و مواد معدنی مورد نیاز در بدن می‌گردند. فلزات سنگین در بافت‌های عروق، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل رسوب می‌کنند، برای مثال در صورت کمبود روی در مواد غذایی کادمیوم جایگزین آن خواهد شد.

## مصرف باتری‌ها

به‌علت ارزانی و سهولت در استفاده از باتری‌ها مصرف آنها در دنیا بسیار بالا است. در دنیا سالیانه بیش از ۱۰ میلیارد پیل استفاده می‌شود. یک سوّم این پیل‌ها در اروپا مصرف می‌شود. برای مثال حدود هشتصد میلیون پیل معادل ۲۷۰۰۰ تن در کشور فرانسه مصرف می‌گردد<sup>۶</sup>. پیل‌های دگمه‌ای ۱۰٪ این پیل‌ها را تشکیل می‌دهند که مصرف آنها در حال افزایش است. مصرف هر فرانسوی به‌طور متوسط در سال ۱۳ عدد پیل می‌باشد. در ایالت کبک حدود ۱۱۹/۶ میلیون پیل که معادل ۴۰۴۷ تن جرم دارد در سال فروخته می‌شود<sup>۷</sup>. پیش‌بینی شده این عدد در سال ۲۰۱۵ برای پیل‌های نوع اول و دوم در کبک به ۱۷۸/۷۳۸ میلیون پیل در سال می‌رسد. این تعداد پیل معادل ۵۱۵۰ تن محاسبه شده است. در سال ۲۰۰۶ نرخ رشد سالانه ۷/۶۳ درصدی تا سال ۲۰۱۰ برای مصرف پیل‌های قابل شارژ پیش‌بینی شده است. مصرف جهانی پیل‌های NiMH در حال افزایش است و پس از آن پیل‌های لیتیومی قرار دارند. مصرف روز افزون آنها مربوط به پیشرفت فن‌آوری و استفاده از وسایل الکتریکی قابل حمل مانند تلفن‌های همراه، لبتاب‌ها، ... می‌باشد. این در حالی است که فروش باتری‌های NiCd از سال ۲۰۰۶ به ۲۰۱۰ حدود ۸٪ کاهش داشته است<sup>۸</sup>. برآوردهای کنونی، حاکی از تولید سالانه ۸ تا ۱۵ باتری برای هر نفر در کشورهای توسعه‌یافته دنیا می‌باشد. یکی از راه‌های برآورد میزان باتری‌های مصرف شده در ایران، آمارگیری از میزان باتری‌های وارداتی می‌باشد. طی دهه‌ی گذشته ۱۰۰۰۰ تن باتری از کشورهای امارت متّحد عربی، چین، کره‌ی جنوبی و غیره وارد ایران شده است.

## جمع‌آوری باتری‌ها

در ساختار بیشتر باتری‌هایی که مصارف خانگی دارند فلزات سنگین وجود دارد، بنابراین دور انداختن باتری‌ها به‌عنوان زباله باعث افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی در دهه‌ی اخیر شده است. انرژی ساخت برای هر باتری بیشتر از آن انرژی است که هنگام تخلیه‌ی کامل توسط باتری تولید می‌شود. ولی سهولت استفاده از باتری‌ها باعث افزایش روزافزون آنها شده است. کم نیستند باتری‌هایی که هنوز تخلیه‌ی کامل نشده دور انداخته می‌شوند.

به‌طوری که تحقیقات نشان می‌دهد ۱۰ تا ۱۵ درصد پیل‌های دور انداخته شده نو هستند یا هنوز شامل ۵۰٪ انرژی می‌باشند. وقتی باتری‌های مصرف شده به‌صورت زباله در طبیعت رها می‌شوند فلزات سنگین در آنها اکسیده شده و وارد آب‌های زیر زمینی می‌گردند یا روی خاک باقی می‌مانند، که هر دو آنها برای موجودات زنده خطرناک است که در بخش قبلی به مضرات آن اشاره شد.

۶ - آمار سال ۲۰۰۸ برگرفته از سایت <http://www.ekwo.org/pilenickel>.

۷ - آمار سال ۲۰۰۶ مربوط به سال ۲۰۰۶ برگرفته از *Etudes de référence sur les piles grand public au Canada, RIS International Ltd. (2007).*

۸ <http://www.ekwo.org/pilenickel>. برگرفته از سایت

سوزاندن این ضایعات باعث به وجود آمدن ترکیبات سمی و پخش شدن دود و خاکستر باقیمانده می‌گردد. این ترکیبات سمی بسیار مقاومند و در طول زمان وارد چرخه‌ی تغذیه شده و انسان‌ها را به یک مسمومیت آرام ولی جدی مبتلا می‌سازند. کمپوست‌های حاصل از زباله‌های شهری مملو از فلزات سنگین می‌باشند که بدین ترتیب از کیفیت کمپوست تولیدی کاسته می‌شود.

بررسی تأثیر باتری‌های مصرف شده بر روی کیفیت کمپوست‌های تولیدی در ایران حاکی از آن است که نیکل بیشترین درصد وزنی را نسبت به سایر عناصر دارد. علت آن است که بیشترین باتری مصرف شده در ایران باتری نوع نیکل - کادمیم می‌باشد. برای مثال غلظت نیکل در نمونه کمپوست ۳۰۵ mg/kg است. حد استاندارد نیکل در خاک ۱۰-۱۰۰ mg/kg می‌باشد. در صورتی که این کمپوست در زمین کشاورزی به کار گرفته شود، باعث آلودگی خاک، آب و همچنین میوه و دانه‌های محصول کشاورزی می‌شود.<sup>۹</sup>

به‌همین منظور در سال ۲۰۰۶ قانونی در کانادا و برخی از ایالات‌های آمریکا تصویب شد که بر اساس آن باتری‌های نیکل کادمیم و دگمه‌ای نباید به زباله‌دانی انداخته شود. در همین سال اتحادیه‌ی اروپا دستور منع دفع باتری‌ها به صورت زباله را صادر نمود. این باتری‌ها شامل همه نوع باتری با هر وزن و هر نوع فلزی می‌باشد.

خوب است بدانیم وقتی یک پیل دگمه‌ای که در ساختار آن ترکیبات جیوه به کار برده شده است دور انداخته می‌شود، در مدت ۵۰ سال تقریباً ۱ متر مکعب از خاک و ۱۰۰۰m<sup>3</sup> از آب را آلوده می‌کند.<sup>۱۰</sup> امروزه در کشورهای پیشرفته تولید این گونه پیل‌ها با استفاده حداقل جیوه صورت می‌گیرد.

برای مثال مقدار فلزات سنگین موجود در پیل‌های مصرف شده در کشور کانادا و ایالت کبک در یک سال به صورت زیر گزارش شده است.<sup>۱۱</sup>

فلز	کانادا ۲۰۰۴	کبک ۲۰۰۴	کانادا ۲۰۰۷	کبک ۲۰۰۷
Pb	۷۶۵	۱۸۳/۸	۱۹۴	۴۵/۲
Hg	۰/۴	۰/۱	۰/۲	۰/۰۵
Cd	۲۳۴/۷	۵۶/۳	۲۶۴	۶۱/۵
Ni	۳۸۶/۴	۹۲/۷	۴۸۵	۱۱۳
Zn	۱۶۷۳/۹	۴۰۱/۷	۲۳۶۹	۵۵۲

جدول ۱- فلزات سنگین در پیل‌های مصرف شده در کانادا و ایالت کبک (سال‌های ۲۰۰۴-۲۰۰۷) بر حسب تن

این آمارها نشان می‌دهد که آنها توانسته‌اند مصرف سرب و جیوه را در ساخت باتری‌ها کاهش دهند، ولی مصرف فلزات سنگینی چون کادمیم نیکل همچنان در حال افزایش است. به‌همین منظور کشورهای پیشرفته با آگاهی دادن به مردم در صدد جمع آوری آنها برآمدند. شرکت سرلک (Screlec) که باتری در فرانسه تولید می‌کند، با قرار دادن ۱۰۰۰۰ جعبه باتری

<sup>۹</sup> وبلاگ تخصصی گروه کارشناسان محیط زیست خوزستان : mohitezisteahvaz.blogfa.com برگرفته از سایت mohitezisteahvaz.blogfa.com<sup>۱۰</sup>

<sup>۱۱</sup> این اطلاعات مربوط به تحقیقاتی است که در سال ۲۰۰۴ در کانادا انجام و در L étude de référence sur les piles grand public au Canada de RIS international Ltd, 2007 منتشر شده است. البته داده‌هایی که اینجا آمده مربوط به داده‌های است که در سال ۲۰۰۹ بازبینی و سپس توسط Kelleher Environmental در سال ۲۰۰۹ انتشار یافته است.

(Batribox) به جمع‌آوری باتری در سطح کشور پرداخته است.<sup>۱۲</sup> عملیات جمع‌آوری باتری‌ها از سال ۲۰۰۱ به صورت جدی انجام شده است. گرچه با تلاش‌های انجام شده تا سال ۲۰۰۴ تخمین زده شده که نزدیک یک سوّم باتری‌های مصرفی به کمک مصرف‌کنندگان جمع‌آوری شده است. این رقم در اروپا هر ساله افزایش می‌یابد. اروپاییان امیدوارند تا سال ۲۰۱۶ جمع‌آوری باتری‌ها را تا ۱۵٪ افزایش دهند. همچنین اتحادیه اروپا پیش‌بینی می‌کند میزان بازیافت سرب از باتری‌های مصرفی به ۶۵٪ و فلزات نیکل و کادمیم به ۷۵٪ برسد.

## نتیجه گیری

ایران یکی از کشورهای در حال توسعه است، در نتیجه استفاده از تجهیزات مرتبط با فناوری جدید مانند لوازم کامپیوتری، تلفن‌ها، دوربین‌های دیجیتالی و . . . به شدت گسترش یافته و به تبع آن مصرف باتری‌ها زیاده‌تر شده است. به دلیل معضلات باتری در پسماندهای شهری در کشورهای پیشرفته باتری‌های مصرف شده به عنوان پسماندهای خطرناک محسوب می‌شوند. در کشورهای پیشرفته دنیا تلاش می‌شود باتری‌ها جمع‌آوری و بازیافت شوند.

کتاب شیمی سال اول دبیرستان با عنوان «شیمی و زندگی» به تعدادی از بحران‌های محیط زیستی پرداخته است. یکی از اهداف مهم کتاب آگاهی دادن و ایجاد حس مسئولیت‌پذیری دانش‌آموزان در قبال حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد این کتاب در آموزش مهارت‌های زیست محیطی موفق بوده است. در این کتاب دانش‌آموزان با اثرات مخرب چند فلز سنگین و زیان‌های ناشی از آنها برای زندگی بشریت آشنا می‌شوند. همچنین در قسمت منابع تجدیدنپذیر دانش‌آموزان این آگاهی را پیدا می‌کنند که فلزات از منابع تجدیدنپذیر می‌باشند و باید در مصرف آنها صرفه‌جویی کرد. در کتاب سال چهارم در بخش الکتروشیمی به ساختار باتری‌ها و واکنش‌های مربوطه پرداخته شده است. در هیچ کدام از این کتاب‌ها به مسئله آلودگی ناشی از این وسایل اشاره‌ای نمی‌شود.<sup>۱۳</sup> باتری‌ها اشیایی هستند که دانش‌آموزان در طول روز با آنها سر و کار دارند. خصوصاً باتری‌های ساعت، موبایل، دوربین‌های عکاسی که خطرات ناشی از آنها بیشتر است. از سال ۲۰۰۱ در بیشتر کشورهای اروپایی جمع‌آوری و بازیافت باتری‌ها به‌طور جدی شروع شده است. در فروشگاه‌ها و مراکز خرید با حمایت تولیدکنندگان باتری و شرکت‌های بازیافت جعبه‌هایی بدین منظور تعبیه شده است. مشتریان در بدو ورود پیل‌های مصرفی خود را داخل این جعبه‌ها می‌اندازند. گرچه همانطور که در متن گفته شد نزدیک به فقط یک سوّم پیل‌های مصرفی جمع‌آوری می‌شود، ولی بدون تردید این آگاهی در بین اکثریت مردم به وجود آمده که این اشیاء آلوده‌کننده محیط زیست هستند و باید در مصرف آنها صرفه‌جویی کرد. این در حالی است که در ایران هنوز به این مسأله پرداخته نشده است. آگاهی دادن به دانش‌آموزان و جمع‌آوری باتری‌ها در مدارس می‌تواند در فرهنگ‌سازی و آگاهی‌بخشی به نسل آینده تأثیر بسزایی داشته باشد. با توجه به اینکه مقدمات علمی مربوطه در کتاب‌های درسی آمده است، تعبیه کردن جعبه‌هایی برای جمع‌آوری باتری‌ها در مدارس کار ساده‌ای است و تأثیرگذاری آن می‌تواند ما را به اهداف آموزشی خود نزدیک کند. از مزایای این طرح می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

<sup>۱۲</sup> در کشورهای پیشرفته مسئولیت جمع‌آوری باتری‌ها را بیشتر تولیدکنندگان و فروشندگان باتری به عهده دارند. این شرکت‌ها حتی به بازیافت فلزات سنگین از این باتری‌ها می‌پردازند.

<sup>۱۳</sup> در قسمت بیشتر بدانید کتاب سال اول "آلودگی آب توسط فلزات سنگین" کادمیم در ساخت شیروانی‌ها، کانال‌های کولر و برخی باتری‌ها بکار می‌رود.

- آگاهی دادن به دانش‌آموزان و خانواده‌های آنها در مورد آلودگی باتری‌ها
- صرفه‌جویی در مصرف باتری‌ها
- کمک به جلوگیری از آلودگی محیط زیست
- آگاهی دادن به دانش‌آموزان در برخی از مسائل علمی
- مسئولیت‌پذیری دانش‌آموزان، که در واقع نسل آینده را می‌سازند، در قبال جامعه و محیط زیست
- برانگیختن حس همکاری دانش‌آموزان برای کاری هماهنگ
- در این بین حتی می‌توان امیدوار بود با جمع‌آوری باتری‌ها در مدارس بتوان موجبات اهمیت دادن بخش بازیافت در شهرداری را به این مهم فراهم کرد.

## منابع

- [۱] Durandau J.-P., *Chimie Term S*, Collection Helios, HACHETTE Education, Paris, 2002.
- [۲] Durupthy André, *Chimie premier S*, Collection DURUPHTY, Paris, 1998.
- [۳] Roberge Jean, "Les piles domestiques", *RECYC-QUEBEC, Québec*, Avril 2010,
- [۴] <http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca>
- [۵] <http://www.ekwo.org/pilenickel>.
- [۶] *Etudes de référence sur les piles grand public au Canada*, RIS International Ltd. (2007).

- [۷] وینست، کالین انگلس، *باتری‌های نوین*، ترجمه، شهلا سیفی، مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران، چاپ اول، ۱۳۸۰.
- [۸] محوی، محمد رضا (زیر نظر)، *مجموعه مقالات ششمین همایش ایمنی، بهداشت و محیط زیست در معادن و صنایع معدنی*، تهران، ۱۳۸۵.
- [۹] رومیانی، پرویز، *باتری‌های اسیدی*، آموزش فنی راه آهن، چاپ اول، اردیبهشت ۱۳۶۷.
- [۱۰] یوسفی، علی، "تحلیل محتوای کتاب درسی شیمی سال اول متوسطه در ارتباط با مهارت‌های زندگی"، هفتمین کنفرانس آموزش شیمی ایران، زنجان، ۲۴-۲۲ شهریور، ۱۳۹۰.
- [۱۱] کریمی، آزاده، حسین یزدان داد، عباس لسماعیلی، "بررسی تجزیه فلزات سنگین کادمیم، کروم، مس، روی، آهن در برخی اندام‌های بالکان بزرگ در تالاب انزلی" *مجله محیط‌شناسی*، سال سی و سوم، شماره ۴۳، صفحه ۹۲-۸۳، پاییز ۱۳۸۶.
- [۱۲] احمدی بهزاد، "بررسی نقش فلزات سنگین بر سلامتی انسان"، شرکت آب منطقه ای زنجان، ۱۳۸۷.
- [۱۳] وبلاگ تخصصی گروه کارشناسان محیط زیست خوزستان : [mohitezisteahvaz.blogfa.com](http://mohitezisteahvaz.blogfa.com)