

۱- استاد گروه مهندسی دانشکده محیط زیست  
 ۲- کارشناس ارشد گروه مهندسی دانشکده محیط زیست  
 ۳- دانشیار گروه مهندسی دانشکده محیط زیست  
 تاریخ دریافت: ۸۴/۱۰/۴ تاریخ پذیرش: ۸۶/۶/۲۸

خودروهای فرسوده به علت روش موجود تصفیه و وجود خودروهای متروک در طبیعت، آثار زیست‌محیطی جدی را به همراه دارند. حجم زیاد خودروهای فرسوده و خطرات زیست‌محیطی آنها، موجب تشویق برای جست‌وجوی راه حلی جهت داشتن یک سیاست مؤثر زیست‌محیطی در زمینه کنترل آثار زیست‌محیطی خودروهای فرسوده شده‌است. این تحقیق به بررسی عوامل تعیین‌کننده در توسعه مؤثر و کارآمد سیاست خودروهای فرسوده می‌پردازد. شش کشور در این زمینه مطالعه شده‌اند. تمرکز اصلی بر قسمت‌هایی نظیر قانونگذاری، استفاده از ابزارهای گوناگون اجرای سیاست پایدار مواد زاید و سازوکارهای مالی و مانند آن، است. این تحقیق چندین عامل که بر موفقیت و یا عدم موفقیت سیستم‌های خودروهای فرسوده تأثیر می‌گذارند را مورد بحث و بررسی قرار داده‌است. طرح خروج خودروهای فرسوده از ناوگان حمل و نقل در سال ۲۰۰۰ در ایران مطرح شد. در ایران دو نوع سیستم تصفیه وجود دارد. در سیستم شماره ۱، آخرین مالک، خودروی فرسوده را به مراکز مجاز می‌برد و خودروی فرسوده از رده خارج می‌شود. مواد قابل استفاده مجدد و بازیافت، فروخته شده و مواد باقیمانده دفن می‌شوند. در هیچ یک از قسمت‌های این سیستم ملاحظات زیست‌محیطی رعایت نمی‌شود. در سیستم شماره ۲، آخرین مالک، خودروی خود را به تولیدکنندگان واگذار می‌کند و به ازای آن ۱/۵ میلیون تومان و یک خودروی جدید دریافت می‌کند. در سیستم شماره ۲ خودروهای فرسوده فقط جمع‌آوری شده و وارد مرحله تصفیه نمی‌شوند. بحث و بررسی عوامل تعیین‌کننده مذکور به درک بهتر از خودروهای فرسوده و آثار زیست‌محیطی آنها جهت ایجاد مدیریت پایدار این زایدات کمک می‌کند. در نهایت با توجه به عوامل مورد بحث، سیستمی برای خودروهای فرسوده ایران ارائه شده‌است.

تصفیه خودروهای فرسوده- اوراق کردن- خرد کردن- مواد زاید باقیمانده- استفاده مجدد- بازیافت- دفع

ضعیف‌اند. آلودگی‌زدایی از خودروهای فرسوده توسط این عوامل، غالباً به صورت صحیح صورت نمی‌گیرد. بنابراین مواد خطرناک و آلاینده محیط زیست به صورت نامناسب دفع می‌شود که آثار سوئی به وجود می‌آورند. علاوه بر این، تصفیه<sup>۲</sup> نامناسب در قسمت اوراق کردن، باعث عملکرد ضعیف قسمت بعدی که همان خرد کردن<sup>۳</sup> لاشه باقی مانده خودرو است، می‌شوند. همچنین قسمت‌های بازیافت شده از کیفیت پایین‌تری برخوردار خواهند شد و بدین ترتیب مواد باقیمانده‌ای که از این قسمت به دفن نهایی می‌روند، افزایش می‌یابند. این مواد باقیمانده دارای آثار بسیار مضر برای محیط زیست هستند. به جز آثار زیست‌محیطی ناشی از عملکرد ضعیف تصفیه، خودروهای فرسوده متروک و رها شده در طبیعت نیز یکی دیگر از موضوعات مورد توجه بحث است. به منظور

خودرو را می‌توان به منزله نمونه‌ای از یک کالای جامعه مدرن نام برد که دارای ترکیبات و مواد گوناگونی است. با توجه به دارا بودن محتوای بالای فلزات که حدود ۷۰ تا ۷۵ درصد متوسط وزنی خودرو را تشکیل می‌دهد، دارای توانایی بازیافت زیادی است. آثار مهم زیست‌محیطی خودروهای فرسوده شامل قسمت‌های غیرقابل بازیافت آن است که حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد وزنی را تشکیل می‌دهند و شامل مواردی همچون فلزات سنگین، مواد سوراخ‌کننده لایه اوزن، مواد آلی سمی مانند برومیت‌های نسوز<sup>۱</sup> و ترکیباتی همچون مواد روغنی و نفتی و حلال‌های گوناگون است. قسمت‌هایی که عمل اوراق کردن ماشین را بر عهده دارند، از نظر تجهیزات

- استفاده مجدد
- بازیافت
- به دست آوردن انرژی
- دفع

### زاید

ابزارهای سیاست ما را برای دستیابی به اهداف سیاست کمک می‌کنند. از آنجایی که انتخاب درست ابزار سیاست ما را در موفقیت سیاست یاری می‌کند، انتخاب آن نیز از اهمیت خاصی برخوردار است. (OEC, 1998). طیف گسترده‌ای از ابزارهای سیاست در زمینه محیط زیست مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک دسته‌بندی کلاسیک بر روی این ابزار آنها را به سه قسمت اجباری، اقتصادی، و آموزشی تقسیم می‌کند. استفاده از این ابزار می‌تواند اجباری، یا اختیاری باشد. با توجه به جنبه‌های گوناگون و متفاوت و خصوصیات ابزارهای سیاسی، انتخاب صحیح ابزار مناسب برای اجرای سیاست می‌تواند مفید واقع شود. (EEA, 1997).

بعد از مدتی مالک، به دلایل مختلف قادر به ادامه استفاده از خودرو نیست. بنابراین باید خودروی خود را دفع کند، در این حالت یک خودروی فرسوده تولید می‌شود.

اوراق‌کنندگان ماشین را از مونتاژ خارج می‌کنند و وسایل و ترکیبات با ارزش آن را در بازار مواد دست دوم به فروش می‌رسانند. اوراق‌کنندگان، خودرو را برای مرحله بعدی که همان خردکردن است آماده می‌کنند و اجزای خطرناک برای محیط زیست و مواد قابل اشتعال و سایر اجزای مضر و همچنین قسمت‌هایی که دارای ارزش مثبت‌اند را، جدا و دسته‌بندی می‌کنند.

بعد از حذف مواد با ارزش خودرو، لاشه ماشین به قسمت خردکردن برده می‌شود البته اغلب قبل از بردن به قسمت خردکردن، لاشه‌ها به صورت فشرده شده درمی‌آیند (john hanson, 1999).

بعد از اینکه اجزا و ترکیبات مورد نظر از لاشه خودرو جدا شدند، لاشه به یک شرکت خردکننده فروخته می‌شود. در این قسمت عملیات مختلفی مانند خردکردن ماشین، جداسازی مغناطیسی و غیره انجام می‌پذیرد. فرایند خردکردن عملی فشرده و بسیار انرژی‌بر است. ورودی‌های کارخانه خردکننده اشیای مختلفی از قبیل کشتی‌ها، ریل‌ها،

رفع این آثار زیست‌محیطی، بسیاری از کشورها به منظور دستیابی به مدیریت مناسب، سعی بر توسعه سیاست‌های مختلف دفع مواد زائد دارند. سیستم‌های موجود در زمینه خودروهای فرسوده دارای نقاط ضعف و قدرت متفاوتی هستند. بنابراین بررسی سیستم‌های متداول جهان که در حال اجرا هستند از طرفی هم جالب است و از طرف دیگر تجربه و دانش ما را در این زمینه بالا می‌برد. در این مقاله، ابتدا مفهوم سیاست پایدار مواد زاید و ضرورت آن، در طبقه‌بندی مدیریت مواد زاید بیان شده است؛ همچنین ابزارهای اجرای سیاست پایدار نیز بررسی می‌شود. سپس به بررسی جریان فیزیکی تصفیه خودروهای فرسوده پرداخته و آثار زیست محیطی آن بررسی می‌شود و راهکارهای مقابله با این آثار نیز ارائه می‌شود. در بخش بعدی فاکتورهای مهمی که در ایجاد مدیریت پایدار خودروهای فرسوده مؤثرند معرفی می‌شوند. سپس به بررسی سیستم ایران پرداخته و در نهایت طرحی برای ایران پیشنهاد می‌شود.

در چند سال اخیر سیاست توسعه پایدار به سایر سیاست‌ها غلبه کرده است، بخصوص که این نوع سیاست بر سیاست زیست محیطی تأثیر بسزایی دارد (Van Beukering, 2001). توسعه پایدار به صورت زیر تعریف می‌شود:

توسعه‌ای پایدار است که تمام نیازمندی‌های حال را به دست آورد و طوری عمل کند تا آیندگان نیز بتوانند براحتی به نیازهایشان دست پیدا کنند و راه را برای آیندگان هموار سازند. توسعه پایدار شامل جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است. (EEA, 1997).

هدف سیاست مواد زاید در زمینه توسعه پایدار، مدیریت آثار زیست‌محیطی است. مدیریت پایدار مواد زاید می‌تواند به عنوان مدیریت مواد زایدی که به طبیعت و یا انسان صدمه می‌زند مطرح شود. پایداری مدیریت زیست‌محیطی همچنین نیازمند تولیدات با توانایی بازیافت بیشتر چه از نظر مواد، انرژی، مصرف انرژی کمتر و پراکندگی آلودگی کمتر در هوا، آب و خاک است.

طبقه بندی مدیریت مواد زاید که می‌تواند پایدار باشد در عمل از سیاست مواد زاید پیروی می‌کند. این سیاست کلید اصلی اجرای مدیریت پایدار مواد زاید است (Tammemagi, 1999). این طبقه بندی را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد.

- جلوگیری از تولید مواد زاید
- کاهش مواد زاید

قطارها و امثال آن است. ولی ورودی اصلی این شرکت‌ها خودروهای فرسوده‌اند. در حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد ورودی این شرکت‌ها را خودروهای فرسوده تشکیل می‌دهند.

جداسازی مواد به دو دسته آهنی و غیرآهنی، با استفاده از نیروی مغناطیس صورت می‌گیرد. جداسازی مواد غیرآهنی به دو دسته عناصر غیرفلزی و مواد زاید باقیمانده، با استفاده از تکنیک‌های مختلفی صورت می‌گیرد. یکی از روش‌های معمول برای این کار استفاده از شناورسازی با استفاده از هواست.

سه نوع جریان در این قسمت تولید می‌شود:

۱- مواد فلزی (فولاد و آهن) که حدود ۶۵ تا ۷۰ درصد وزنی را تشکیل می‌دهند.

۲- مواد غیرفلزی (آلومینیوم، آهن زنگ زده، مس، برنج، سرب، منیزیم، روی و نیکل) که حدود ۵ تا ۱۰ درصد وزنی را تشکیل می‌دهند.

۳- مواد زاید باقی مانده که شامل مواد پلاستیکی، شیشه‌ای، لاستیکی، فرش و منسوجات و ... هستند.

## زاید

دو دسته کلی از مواد زاید باقیمانده در سیستم خودروهای فرسوده تولید می‌شوند: مواد زاید باقیمانده سبک و مواد زاید باقیمانده سنگین.

برای جلوگیری از هزینه‌های به‌وجودآمده و مقرون به‌صرفه‌بودن، غالباً هر دو دسته از مواد زاید باقیمانده به محلهای دفن می‌روند و هر دو دسته دارای مواد و ترکیبات تقریباً یکسانی هستند (مانند پلاستیک، شیشه، لاستیک، منسوجات، مفروش‌ات و رطوبت و نم و غیره).

در بررسی نشان داده شده است که مواد زاید باقیمانده سبک دارای نسبت بیشتری از موادی مانند پلاستیک نسبت به مواد زاید باقیمانده سنگین هستند و مواد زاید باقیمانده سنگین دارای نسبت مواد بیشتری از موادی مانند شیشه نسبت به مواد زاید باقیمانده سبک هستند (Nissan report, 2004).

برخوردار است این است که، مالکینی که از نظر مسافت از اوراق کنندگان، یا محل‌های تحویل خودروهای فرسوده دور هستند، انگیزه‌ای برای تحویل خودرو ندارند، در نتیجه خودروی فرسوده خود را در طبیعت رها می‌کنند.

اگر خودروی فرسوده در طبیعت رها شود ممکن است مشکلاتی نظیر نشت مایعات آن به زمین و یا خارج شدن گازهای سردکننده خودرو در هوا، صورت‌گیرد که حالت اول منجر به آلودگی آب و خاک می‌شود.

حالت دوم وقتی که گاز سردکننده CFC می‌باشد منجر به سوراخ شدن لایه ازن و وقتی که CO2 باشد منجر به گرم شدن جهانی می‌شود. البته حالت اخیر نسبت به حالت CFC دارای خطر کمتری است.

عمده‌ترین اثر زیست‌محیطی، عملکرد ضعیف فعالیت اوراق کنندگان است. این معضل، بخصوص در اوراق کنندگان بدون مجوز، یا کنترل نشده بیشتر است.

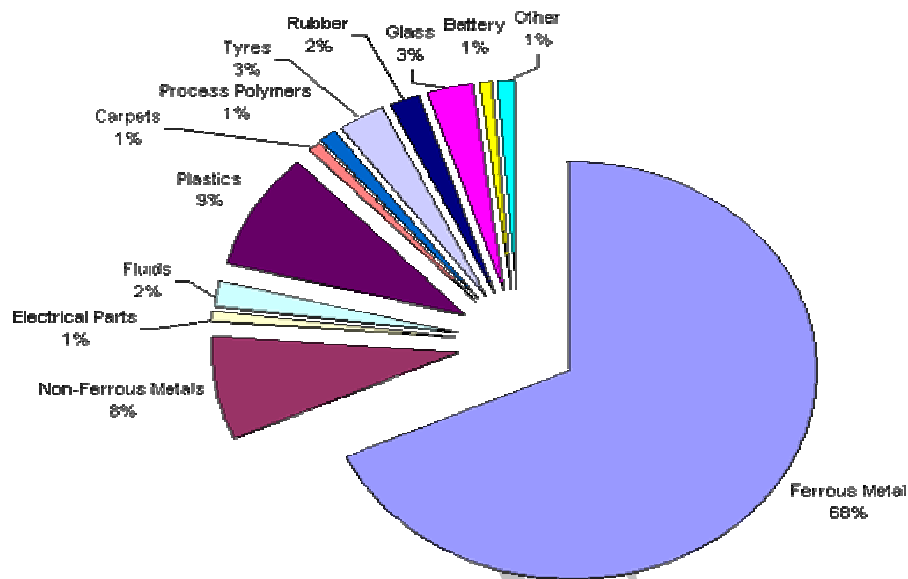
این قبیل اوراق کنندگان سعی در کاهش هزینه‌های خود دارند و خودروهای فرسوده را بر روی یکدیگر می‌چینند و این امکان وجود دارد که به علت فشار، ظروف محتوی مایعات این قبیل خودروهای فرسوده شکسته و مایعات آلوده به داخل زمین نشت کنند، بعلاوه در بعضی دیگر از اوراق کنندگان مایعات و روغن‌های داخل ماشین بر روی زمین ریخته می‌شود که دلیل آن سهولت و ارزانی است. اگر اوراق کننده وظیفه خود را بخوبی انجام ندهد باعث می‌شود تا موادی که به خردکنندگان تحویل می‌دهند دارای ناخالصی باشد و در نتیجه بر میزان مواد زاید باقیمانده تولیدی در انتها می‌افزاید و نیز باعث می‌شود تا کیفیت قطعات بازیافت شده تنزل یابد (mazda report, 2004).

## زاید

مواد زاید باقیمانده، مواد غیرآهنی هستند که به صورت نظری از مواد زیر تشکیل شده‌اند.

پلاستیک	۴۸٪
لاستیک	۱۳٪
شیشه	۱۹٪
سایر مواد که اغلب آن منسوجات می‌باشد	۲۰٪

آثار زیست‌محیطی با خودروهای متروکه شروع می‌شود. دلیل رها کردن خودرو فرسوده عموماً به علت هزینه بالاست، در نتیجه انگیزه برای تحویل خودرو باقی نمی‌ماند و خودرو فرسوده در طبیعت رها می‌شود. دلیل دیگر که نسبت به دلیل اول از اهمیت کمتری



شکل شماره (۱): مواد و ترکیبات تشکیل دهنده خودرو (بر حسب درصد)

عمده خودرو را تشکیل می‌داد) و ۲ درصد وزنی دارای پلاستیک بودند. وضعیت ترکیبات کنونی خودرو مانند شکل شماره (۱) است. (EPA, 2000). پس می‌توان در طراحی اولیه از موادی استفاده کرد که در انتها هم توانایی بازیافت داشته باشند و همچنین بتوانند بسادگی از اتومبیل جدا شوند. گروه‌های خودروسازی مختلف مانند نیشان (report 2004) Nissan یا بی ام و (BMW report, 2004) نرم افزارهایی را به وجود آوردند که وقتی طرح اولیه خودرو به آنها داده می‌شود، درصد بازیافت طرح را به عنوان خروجی می‌دهند و می‌توان در صورت نیاز تغییرات لازم را ایجاد کرد.

اولین اقدام در بازیافت، حذف مایعات و سیالات مضر است. موادی مانند کیسه هوا و باتری نیز، به علت قابلیت انفجار از خودروی فرسوده جدا می‌شوند. در این مرحله مواردی مانند گازهای کولر، روغن موتور و همه سوخت‌های باقیمانده از خودرو جدا می‌شوند. مایعات جمع آوری شده به صورت جداگانه نگهداری و بنا به نوع بازیافت‌شان به مراحل بعدی منتقل می‌شوند.

حدود ۷۶ درصد میانگین وزنی خودرو را فلزات تشکیل می‌دهند که اکثر آن فولادند. تقریباً حدود ۹۸ درصد فلزات بازیافت می‌شوند، این فلزات به وسیله صنعت خردکردن و در پی آن صنایع فولاد و ذوب آهن بازیافت می‌شود. (EEA, 1996)

کاهش این مواد از موضوعاتی است که بیشترین توجه را به خود معطوف ساخته است. اغلب تحقیقات در دهه گذشته بر روی بازیافت پلاستیک بوده است، زیرا طبق جدول بالا پلاستیک حدود ۵۰٪ مواد زاید باقیمانده را تشکیل می‌دهد. از مواد سمی که در مواد زاید باقیمانده وجود دارد، می‌توان به فلزات سنگین و سمی مانند جیوه، سرب، کادمیوم و کروم و آرسنیک اشاره کرد. به علت اینکه هنوز این مواد نمی‌توانند به طور کامل بازیافت شوند، این به منزله مواد زاید خطرناک شناخته می‌شوند.

عوامل زیر پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از سیستم‌های خودروهای فرسوده را کاهش می‌دهند.

در سالهای اخیر به علت گران شدن سوخت‌های فسیلی و بازده سوختی بهتر، تمایل به استفاده از آلومینیوم و پلاستیک (به علت سبکی نسبت به فولاد) بیشتر شده است.

مهم‌ترین گام برای کاهش آثار زیست‌محیطی، در طراحی خودرو است. در چند دهه گذشته، طراحی خودرو به طور عمده‌ای تغییر یافته است و در نتیجه در ترکیبات آن نیز تغییراتی ایجاد شده است. این تغییرات ممکن است در بازیافت خودرو مشکل ساز شود.

در سال ۱۹۶۵، خودروهای اروپایی حدود ۹۲ درصد دارای فلزات آهنی و حدود ۲ درصد فلزات غیرآهنی (مانند آلومینیوم که بخش

استفاده از پلاستیک در چند سال اخیر به طور چشمگیری افزایش پیدا کرده است. به طوری که در سال ۱۹۸۴ حدود ۸/۵٪ وزنی را تشکیل می‌داده و امروزه حدود ۶٪ کاربرد پلاستیک تقریباً مشخص است. کاربرد اصلی پلاستیک، مقاومت در برابر فشار و خوردگی است. بعلاوه قیمت و هزینهٔ پایین برای مصرف نیز، از دلایل استفاده پلاستیک است. به علت خاصیت وزن کم این ماده، استفاده از پلاستیک می‌تواند منجر به صرفه‌جویی در مصرف انرژی شود، با وجود نرخ بالای پیشرفت در زمینهٔ بازیافت در خودروهای فرسوده، نرخ بازیافت پلاستیک کم بوده است، دلیل این موضوع استفادهٔ گسترده از پلیمرها در پلاستیک است. بیشترین انواع پلاستیک که در خودرو استفاده می‌شود شامل موارد زیر است:

PP یا پلی پرپیلن، PE یا پلی اتیلن، PU یا پلی اری اتیلن، PVC یا پلی وینیل کلراید (John Scheirs, 2003). پلی پرپیلن حدود ۴۱ درصد کل خودرو را تشکیل می‌دهد که شامل مواردی همچون سپرها، چرخ‌ها و داشبورد است، پلی اری اتیلن و پلی اتیلن نیز در قسمت‌هایی مانند صندلی استفاده می‌شود این قسمت‌ها تقریباً قابل بازیافت است. مشکل اصلی بازیافت پلی وینیل کلراید است. چاره جویی برای دفع این ضایعات شامل روش‌هایی همچون سوزاندن آنهاست. البته با این روش مشکلات فراوانی برای محیط زیست ایجاد می‌شود که از آن جمله می‌توان به انتشار دی اکسید کربن در هوا اشاره کرد (Singhofen, 1997).

اغلب شیشه‌ها به محل‌های دفن فرستاده می‌شوند و فقط مقدار کمی از آنها بازیافت می‌شوند. به علت کمی قیمت شیشه بازیافت شده (تقریباً ۰/۴۸ یورو در هر خودرو) بازیافت آن مقرون به صرفه نیست.

در سال ۲۰۰۰، حدود ۲ میلیون تن سرب در خودروهای فرسوده وجود داشته است که ۹۰ درصد آن در اسید باتری‌هاست. این مقدار اکنون به ۲/۶ میلیون تن رسیده است. باتری‌ها بیشترین مصرف سرب در خودرو را به خود اختصاص داده‌اند. خوشبختانه دانش بازیافت باتری‌ها بالاست، ولی به علت سهل انگاری‌های موجود در قسمت‌های مختلف سیستم تصفیهٔ خودروهای فرسوده، هنوز مقدار زیادی سرب از طریق باتری‌ها در محیط زیست رها می‌شود که مشکل آفرین است. روش بازیافت باتری به طور خلاصه به این صورت است که ابتدا باتری را می‌شکنند، سپس اسید آن را جمع‌آوری و پلاستیک آن را بازیافت می‌کنند. اسید جمع‌آوری شده خنثی و یا

تبدیل به سولفات سدیم می‌شود که اگر خنثی شود مایع خنثی شده به فاضلاب انتقال می‌یابد.

باتری‌های شکسته به قطعات ریزی آسیاب می‌شوند و این قطعات با اسپری آب شسته می‌شوند تا سرب‌های محلول جدا شوند. محلول سربی با هیدروکسید سدیم یا کربنات سدیم تصفیه می‌شود و سرب موجود به صورت اکسید سرب و یا کربنات سرب در می‌آید. این مواد جامد حذف و دوباره بازیافت می‌شوند و به صورت ورقه‌های سربی دوباره در صنعت استفاده می‌شوند. (Jeff Gearhart, 2003)

کاهنده‌ها برای کاهش آلودگی هوا از سال ۱۹۹۵ در خودروها استفاده می‌شوند و شامل موادی مانند فولاد، پلاتینیوم، رادیوم، پالادیوم و مواد سرامیکی‌اند. درصد بالایی از کاهنده‌ها دوباره بازیافت می‌شوند. به این ترتیب که حدود ۶۸ درصد پلاتینیوم و ۹۰ درصد رادیوم برای استفاده مجدد مورد استفاده قرار می‌گیرند. مواد سرامیکی نیز به صورت پودر درآمده و دوباره تصفیه می‌شوند.

### زاید

به هر حال بعد از فعالیت‌های انجام شده، مقداری مواد زاید، باقی می‌ماند که ممکن است آثار منفی برای محیط زیست داشته باشد. این مواد در کشورهایی که مشکل دفن ندارند به صورت بهداشتی در خاک دفن می‌شود ولی در کشورهایی مانند ژاپن که از نظر وسعت کوچک هستند، تبدیل به انرژی گرمایی می‌شوند و انرژی تولید شده بار دیگر در کارخانه، یا بخش‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ایجاد سیستم پایدار مدیریت

با مطالعه بر روی سیستم مدیریتی کشورها، عوامل مؤثر برای ایجاد سیستم پایدار مدیریت خودروهای فرسوده عبارتند از:

داشتن نرخ صحیح جمع‌آوری

خودروهای فرسوده موجب می‌شود تا نرخ خودروهای فرسوده متروک را به دست آوریم. در نتیجه می‌توان تشخیص داد که سیستم تا چه حد می‌تواند از رها شدن خودروهای متروک در طبیعت جلوگیری کند و در نتیجه می‌توان سیستم را در بخش زیست‌محیطی ارزیابی کرد. همچنین سبب می‌شود تا نرخ واقعی خودروهای فرسوده را تشخیص داد و برای به‌دست آوردن هزینه‌های مالی برای تصفیه خودروهای فرسوده، از این نرخ استفاده کرد. نرخ جمع‌آوری پایین این معنی را می‌دهد که ممکن است خودروهای فرسوده به اوراق کنندگان غیر مجاز انتقال پیدا کرده باشند که می‌توان از این وضعیت جلوگیری کرد. به‌دست آوردن نرخ

جمع آوری موجب می‌شود تا تعداد خودروهای فرسوده بازیافت شده را نسبت به کل تعداد خودروهای فرسوده تولیدی که وارد سیستم شده‌اند را سنجید. نرخ پایین جمع‌آوری ممکن است این معنی را بدهد که روشی که برای جمع‌آوری خودروهای فرسوده استفاده می‌شود مناسب نیست. در کل، نرخ جمع‌آوری موجب می‌شود تا دیدگاه بهتری نسبت به سیستم خودروهای فرسوده داشته باشیم.

یکی از الزامات پیشرفت در زمینه بازیافت و استفاده مجدد خودروهای فرسوده، تعیین هدف است. تعیین هدف می‌تواند مزایای زیر را در بر داشته باشد:

۱- بهبود عملکرد زیست محیطی سیستم خودروهای فرسوده؛

۲- طراحی خودروهایی با توانایی بازیافت بیشتر؛

۳- توسعه و بهبود فناوری‌های موجود در ارتباط با بازیافت خودروهای فرسوده؛

۴- توسعه و بهبود ارتباطات بین قسمت‌های مختلف در کل

سیستم تصفیه خودروهای فرسوده؛

۵- توسعه بازار برای فروش مواد بازیافتی، یا مواد تعمیر شده

برای استفاده مجدد.

در ارتباط با تعیین این اهداف باید به نکات زیر توجه کرد:

سطح اهداف می‌تواند متفاوت باشد، به این صورت که اگر سطح اهداف تعیین شده پایین باشد، تلاش قسمت‌های مختلف نیز پایین می‌آید زیرا دستیابی به اهداف پایین، آسانتر است ولی اگر سطح اهداف تعیین شده بالا باشد به همان نسبت تلاش قسمت‌های مختلف نیز بیشتر می‌شود.

### جزء یا

اگر اهداف به صورت ترکیبی و با هم باشند، قسمت‌های مختلف سیستم تصفیه خودروهای فرسوده ساده‌ترین روش را انتخاب می‌کنند ولی اگر اهداف به صورت جزء به جزء باشد بهبود تکنولوژی بازیافت و تلاش قسمت‌های مختلف خودبخود بالاتر می‌رود. برای مثال اروپا اعضای خود را موظف کرده‌است که تا سال ۲۰۰۶ به ۸۵ درصد بازیافت دست پیدا کنند. چون ۸۵ درصد فقط در زمینه بازیافت است، در نتیجه قسمت بازیافت مجبور است تا با تولیدکننده همکاری کند و تولیدکننده نیز برای تغییر در مواد برای دستیابی به نرخ بازیافت بالاتر با تولید کنندگان مواد اولیه همکاری کند. در نتیجه چنین ارتباطی، سیستم می‌تواند مشکلات بازیافت‌کنندگان را بهتر بشناسد و در طراحی

تولیدات خود، این مشکلات را لحاظ کند، ولی اگر این ۸۵ درصد به صورت ترکیبی استفاده شود، عوامل مربوط ساده‌ترین راه‌حل را که همان بازیافت انرژی، و یا سوزاندن مواد باقیمانده است، انتخاب می‌کنند، در نتیجه هیچ‌گونه ابداع و نوآوری در سیستم بوجود نمی‌آید.

برای به دست آوردن نرخ واقعی بازیافت، ایجاد یک روش محاسباتی ضروری است. روش یاد شدن موجب می‌شود تا عملکرد عوامل مربوط را بهتر ارزیابی کرد.

یکی از عوامل سیستم مدیریت پایدار، ایجاد سیستم مناسب از رده خارج کردن است. در کل، سیاست مناسب از رده خارج کردن موجب می‌شود که سازوکار مالی بهتر طراحی شود، زیرا هزینه تصفیه خودروهای فرسوده به تعداد خودروهایی که به منظور اوراق کردن از رده خارج شده‌اند دریافت شود، تا فشار مالی بر روی سیستم کمتر شود.

بهترین سازوکار مالی، وقتی است که هزینه‌ها به عهده تولید کننده باشد که در زیر به آن اشاره می‌شود:

مهم‌ترین عاملی که می‌تواند بازده سیستم را ترقی دهد، مسئولیت تولیدکننده است. در هر سیستمی که تولیدکننده نقش مهمی را ایفا می‌کند، بی‌شک از پیشرفت نسبی بالایی برخوردار بوده است.

در گذشته مسئولیت تولیدکنندگان فقط به تولید کالا محدود می‌شد، ولی با گذشت زمان تولیدکنندگان خدمات پس از فروش را نیز ارائه کردند. هم اکنون در اکثر کشورهای دنیا مسئولیت مواد زاید ناشی از تولیدات نیز به عهده تولیدکنندگان است. اختصاص مسئولیت به تولیدکنندگان، مزایای زیر را دارد:

۱- نرخ جمع‌آوری را افزایش می‌دهد، وقتی که تولیدکننده هزینه‌های مربوط را تقبل می‌کند و هزینه‌ای برای آخرین مالک به وجود نمی‌آید، در نتیجه آخرین مالک وظیفه خود را که تحویل خودروهای فرسوده است بخوبی انجام می‌دهد.

۲- تولیدکنندگان فقط با اوراق‌کنندگان مجاز روبه رو هستند. به علت کاهش هزینه‌ها، تولیدکنندگان سعی می‌نمایند طوری فعالیت‌های خود را انجام دهند که راندمان اقتصادی آنان بالا رود، بنابراین بهترین اوراق‌کنندگان را برای فعالیت‌های خود انتخاب می‌کنند.

۳- برای بستن و ادامه قرارداد با تولیدکنندگان، صنایع مربوط به بازیافت سعی می‌کنند تا عملکرد زیست‌محیطی خودشان را بهبود بخشند و در نتیجه نرخ بازیافت بهبود پیدا می‌کند.

۴- نوآوری، پیشرفت می‌کند، زیرا تولیدکنندگان می‌خواهند سیستم تصفیه هر چه بیشتر مقرون به صرفه باشد.

۴- مانند دو روش قبل هزینه مالی سیستم مشخص می‌شود.

: موجب می‌شود تا مصرف‌کننده بدانند

هزینه‌ای که برای تصفیه خودروی فرسوده باید پردازد به چه میزان است. در نتیجه به خرید محصولات سبزتر ترغیب می‌شود در نتیجه خودروها از نظر درجه بازیافت پیشرفت می‌کنند.

:اگر هزینه‌ها به صورت واضح

نباشد سبب می‌شود تا محصولاتی که سبز نیستند به فروش نرسند و احتمال ورشکستگی تولیدکنندگان این نوع محصولات بالا می‌رود، ولی اگر هزینه‌ها به صورت غیر واضح و پنهان باشند از این ورشکستگی احتمالی جلوگیری می‌شود.

:این روش زمانی به وجود می‌آید که

سیستم با مشکل کمبود منابع روبروست. در نتیجه همکاری‌های مشترکی بین تولیدکنندگان به اشکال مختلف از قبیل ایجاد انجمن و مانند آن آشکار می‌شود. در نتیجه این چنین اقداماتی تولیدکنندگان می‌توانند به اهدافی از قبیل سرمایه‌گذاری مشترک برای دستیابی به فناوری‌های جدید، توسعه بازار بازیافت، مقرون به صرفه بودن سیستم و غیره دست پیدا کنند. ولی در عین حال باعث به وجود آوردن معایبی می‌شود که از آن جمله به مشکلات در زمینه تعیین مناسب هزینه‌ها می‌توان اشاره کرد. اگر جمع‌آوری به صورت جمعی باشد، هزینه ثابت برای سیستم تصفیه خودرو پیشنهاد می‌شود، در نتیجه مصرف‌کننده به خرید محصولات سبزتر تشویق نمی‌شود، ولی اگر جمع‌آوری به صورت مجزا باشد موجب می‌شود تا هزینه سیستم تصفیه خودرو به صورت مجزا توسط تولیدکننده اعلام شود و در نتیجه مشتریان به خرید محصولات سبزتر ترغیب می‌شوند.

یک عامل مهم برای ایجاد سیستم مدیریت پایدار، پایش است. برای پایش استفاده از شاخص‌های مختلف توسعه اجتناب ناپذیر است. دو نوع پایش وجود دارد:

در نوع اول یک قسمت مسئول پایش قسمت‌های گوناگون می‌شود که اغلب از طرف دولت است.

در نوع دوم، پایش به صورت درونی و هر قسمت مسئول پایش خود است. داده‌های مورد نیاز برای پایش باید کامل و با اطمینان کامل به وجود آمده باشند.

عامل مهم دیگر در پایش، اختصاص مسئولیت است. از آنجایی که سیستم تصفیه خودروهای فرسوده شامل قسمت‌های مختلفی است، مسئولیت پایش سیستم در قسمت‌های مختلف یکی از عوامل مهم است.

بعد از این که قانون به وجود آمد باید کلیه عوامل از مفاد و چگونگی اجرای آن اطلاع داشته باشند، قانونی که فقط عده خاصی از مفاد و چگونگی اجرای آن اطلاع دارند، کار آبی نخواهد داشت.

#### ایجاد گزارشات مناسب

برای پایش سیستم داشتن اطلاعات واضح و دقیق لازم است و این مستلزم ایجاد یک سیستم گزارش‌دهی خوب می‌باشد.

یکی دیگر از عوامل مهم همکاری است. برای حفظ همکاری آگاهی از اهمیت موضوع تصفیه خودروهای فرسوده مهم است و موجب می‌شود تا همه برای رسیدن به آن متعهد شوند.

همکاری میان دولت، آخرین مالک، اوراق‌کنندگان، بازیافت‌کنندگان، تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان منابع، می‌تواند پیشرفت چشمگیری در سیستم تصفیه خودرو به وجود آورد.

قانون موجب می‌شود تا چارچوب کار مشخص شود. برای مثال چند مورد از قوانین شامل: استاندارد فنی برای تجهیزات و امکانات، استفاده از قوانین اوراق و بازیافت، استفاده از قانون برای محدود کردن مواد زاید باقیمانده می‌باشد.

قدرت اجرایی و ضمانت اجرا، یکی از عوامل مهم توفیق سیستم تصفیه خودروهای فرسوده به شمار می‌آید. دولت و مسئولان این ضمانت اجرایی را به عهده دارند. اگر ضمانت اجرایی مناسب نباشد، در نتیجه اطلاعات خروجی از اعتبار مناسبی برخوردار نیست و در نتیجه نمی‌توان در مورد عملکرد سیستم قضاوت کرد.

بعد از به دست آوردن عوامل مؤثر برای ایجاد سیستم پایدار خودروهای فرسوده به بررسی این موضوع ایران می پردازیم و سیستم جدیدی را پیشنهاد می کنیم.

## ایران

این طرح از حدود ۵ سال پیش در ایران مطرح شد. ماده ۶۲ قانون در برنامه چهارم توسعه مبنی بر ضرورت خروج خودروهای فرسوده از ناوگان حمل و نقل است.

طبق هدف گذاری برنامه توسعه چهارم برای خروج خودروهای فرسوده تا پایان این برنامه، حدود ۶۰۰ تا ۷۰۰ هزار خودروی فرسوده ظرف ۵ سال از رده خارج می شوند. در تاریخ ۲ شهریور ۱۳۸۳، سخنگوی وقت دولت، سن فرسودگی خودروها، اعم از دولتی و خصوصی را بدین شرح اعلام کرد: موتورسیکلت ۱۰ سال، سواری و خودرو تا چهار سیلندر تک دیفرانسیل ۳۰ سال، بیش از چهار سیلندر و دو دیفرانسیل ۲۵ سال، سایر پلاکها ۱۵ سال، انواع وانت ۲۰ سال، اتوبوس شهری و انواع مینی بوس ۲۰ سال و خودروهایی که نتوانند به هر دلیل برچسب معاینه فنی اخذ کنند، بدون توجه به سن، فرسوده اعلام خواهند شد.

در ایران دو نوع سیستم تصفیه وجود دارد: در سیستم شماره ۱، آخرین مالک خودروی فرسوده خود را به شهرک آزمایش می برد و پس از معاینه و بازدید خودرو، خودرو از رده خارج می شود، سپس اوراق کهنه خودرو را از آخرین مالک می خرد و آن را اوراق می کند، سپس مواد قابل فروش آن به فروش می رسد و مواد باقیمانده به صنایع بازیافتی وارد می شوند و در بازار مواد بازیافتی به فروش می رسند و در نهایت مواد دفن می شوند.

در سیستم شماره ۲ آخرین مالک خودروی خود را به تولیدکنندگان واگذار می کند و به ازای آن ۱/۵ میلیون تومان دریافت می کند، همچنین باید ناگزیر خودروی جدیدی را به صورت اقساطی دریافت کند. دو شرکت بزرگ سایپا و ایران خودرو در ایران این سیستم را اجرا می کنند که متولی این سیستم شرکت سایپاست. آخرین مالک می تواند به دلخواه هر کدام از محصولات این کارخانه ها را دریافت کند، البته میزان اقساط بنا به نوع خودرو متفاوت است.

در سیستم شماره ۱ هیچ کدام از اوراق کنندگان مجاز نیستند و هیچ آمار و ارقامی در زمینه تعداد این نوع اوراق کنندگان در دسترس نیست.

در سیستم شماره ۲ اوراق کنندگان تحت نظر تولیدکنندگان کار می کنند. دولت در زمینه تأمین مالی طرح نیز، نقش بسزایی ایفا می کند.

تعداد خودروهای فرسوده جمع آوری شده نسبت به تعداد خودروهای فرسوده موجود بسیار پایین است. علت این مسئله را می توان به مسائل اقتصادی نسبت داد. با توجه به اینکه اکثریت خودروهای فرسوده، شامل خودروهای فرسوده ای هستند که توانایی مسافركشی دارند، می توان از آنها به عنوان نوعی منبع درآمد در ایران استفاده کرد. همچنین در ایران بر خلاف سایر کشورها مخارج تعمیر اغلب خودروهای فرسوده که اکثریت آنها پیکان و محصول شرکت ایران خودروست، پایین است در نتیجه تمایل آخرین مالک برای تحویل آن به سیستم شماره یک کم است. سیستم شماره ۲ نیز مشکلات مربوط به خود مانند بالا بودن اقساط خودروی جدید را در بر دارد.

در سیستم شماره ۱ به علت نبود متدولوژی مشخص، نمی توان بروشنی گفت که چه درصدی از خودروهای فرسوده بازیافت می شوند، ولی به طور کلی عملیاتی که اوراق کنندگان انجام می دهند به این صورت است که در مرحله اول با هوابرش، ماشین تکه می شود. هر یک از قسمت های قابل استفاده مجدد، یا قابل تعمیر شامل مواردی نظیر تایرها و قسمت های سالم خارجی، به فروش می رسند. در مرحله بعدی قطعات فنی خودروی فرسوده مانند دیفرانسیل، موتور و سایر قسمت ها که توانایی استفاده مجدد دارند و یا با تعمیر این قابلیت را پیدا می کنند جدا می شوند و به فروش می رسند. سایر قسمت ها، به صنایع بازیافت وارد می شوند. قطعات فلزی که توانایی فروش ندارند قیچی شده و به صنایع بازیافت فروخته می شوند. قطعات پلاستیکی به صنایع پلاستیک معرفی می شوند و قطعات باقیمانده مانند شیشه و سایر قسمت ها همراه زباله های شهری به محل های دفن انتقال پیدا می کنند. در سیستم شماره ۲ با توجه به کمبود اطلاعات و اینکه این سیستم تازه شروع به کار کرده است اطلاعات دقیقی در دسترس نیست.

بعد از خارج شدن از ثبت، دو حالت اتفاق می افتد: در حالت اول خودروی فرسوده وارد سیستم شماره ۱ می شود. در این حالت اوراق کننده به وسیله دو کارگر و دستگاه هوابرش خودرو را اوراق می کند، در مجموع هزینه پرداختی ۱۵۰۰۰ تومان است که مبلغ ناچیزی است. بجز این هزینه، مبلغی نیز برای خرید به آخرین مالک بنا به نوع ماشین پرداخت می شود ولی با توجه به سود بسیار زیادی که از فروش مواد



بازیافت شده، و یا مواد قابل تعمیر که به فروش می‌رسند به دست می‌آید، موازنه اقتصادی کاملاً به سود اوراق کنندگان تغییر می‌کند. اقدام دیگری که از سوی اوراق کنندگان در ایران انجام می‌شود و باعث بدست آوردن سود می‌شود، این است که اگر خودروی مدل بالایی بر اثر تصادف صدمه ببیند، از طرف این اوراق کنندگان با قیمت پایین خریداری می‌شوند و پس از تعمیرات لازم بار دیگر به فروش می‌رسند که سود فراوانی را نصیب اوراق کنندگان می‌کند. البته این کار، صحیح نیست. زیرا ایمنی این خودروها پس از تصادف بسیار پایین می‌باشد و اصولاً چنین خودروهایی فقط برای مقاصد بازیافت و یا استفاده مجدد باید مورد استفاده قرار گیرند. منبع درآمد دیگر اوراق کنندگان از وارد کردن قطعات خودروهای فرسوده سایر کشورها است. به عنوان مثال قطعات خودروهای فرسوده کشورهای دیگر مانند بنز آلمان به قیمت بالاتر به مصرف کنندگان خودروهای بنز مدل پایین فروخته می‌شود، در صورتی که این قطعات در کشورهای مزبور به عنوان مواد زائد به حساب می‌آیند و به قیمت بسیار ارزان توسط این اوراق کنندگان خریداری می‌شوند در نتیجه سود زیادی عاید اوراق کنندگان می‌شود. یکی از پیامدهای این وضعیت، پایین آمدن نرخ جمع‌آوری می‌باشد. به علت نبود کنترل بر روی فعالیت این اوراق کنندگان هیچ‌گونه هزینه زیست‌محیطی شامل آنان نمی‌شود. درحالی که خودرو به تولیدکننده واگذار می‌شود، با توجه به کمی اطلاعات، وضعیت واضحی در دست نیست.

به علت وجود شرایط خاص در ایران می‌توان گفت که تعداد خودروهای متروک در طبیعت بسیار ناچیز است. زیرا تحویل خودروهای فرسوده توسط آخرین مالک برای او توجیه کاملاً اقتصادی دارد. ولی در سایر موارد هیچ‌گونه رعایت مسائل زیست‌محیطی صورت نمی‌گیرد. در قسمت اوراق کردن، مایعات خودروهای فرسوده، به جای تصفیه وارد جویهای آب می‌شوند و به فاضلاب شهری منتقل می‌شوند در صورتی که این مایعات نوعی از فاضلاب صنعتی به شمار می‌آیند. در زمینه مواد باقی‌مانده زائد، هیچ نوع کنترل و ممنوعیت و محدودیت دفن وجود ندارد. این مواد با زباله‌های شهری یکجا جمع‌آوری می‌شوند. در صورتی که این مواد در اکثر نقاط جهان جزء مواد زائد خطرناک به حساب می‌آیند و تصفیه و دفن مخصوص به خود را دارند.

سازوکار مالی سیستم شماره ۱ به صورتی است که برای اوراق کنندگان و بازیافت‌کنندگان و آخرین مالک کاملاً به صرفه است ولی در کل هیچ‌گونه پیشرفتی در سیستم تصفیه صورت نمی‌گیرد. در زمینه پایش هم هیچ اقدامی صورت نگرفته است که این مطلب باعث آثار منفی مخصوص به خود می‌شود و هیچ‌گونه نوآوری و ابداعی نیز در زمینه بازیافت صورت نمی‌گیرد.

با توجه به تحقیقات انجام شده و نتایج به‌دست آمده سیستمی به صورت زیر برای ایران پیشنهاد داده می‌شود.

اولین عامل، تدوین قانون مناسب در زمینه تصفیه خودروهای فرسوده است. تدوین این قانون باید با همکاری مسئولان دولتی و صنایع مختلف مطرح شود و همکاری بین این عوامل بسیار مهم است. قانون یاد شده باید با توجه به امکانات و سرمایه موجود تنظیم شود و کمبود امکانات و سرمایه نباید موجب شود تا از تنظیم اهداف بالا برای بازیافت صرف‌نظر شود زیرا همان‌طور که اشاره شد اهداف پایین نمی‌توانند باعث پیشرفت تصفیه خودروهای فرسوده شوند. تنظیم کردن قانون در قسمت‌های مختلف سلسله مراتب تصفیه خودروهای فرسوده برای نظم بخشیدن به سیستم نیز ضروری است. تنظیم قانونی جامع موجب می‌شود تا ساختار فعلی به هم بخورد و سیستم جدیدی جایگزین شود. در نظر گرفتن عامل زمان در تنظیم قانون جامع بسیار مهم است. جمع‌آوری بدین ترتیب است که گواهی انهدام توسط مراکزی که از طریق تولیدکننده به‌وجود می‌آید تحویل داده می‌شود و آخرین مالک، مدرک لازم را دریافت می‌کند. در سیستم پیشنهادی از تشویق مالی استفاده می‌شود به این صورت که مبلغ خاصی در نظر گرفته شود که تعیین آن به‌وسیله مباحث کارشناسانه بین دولت و صنایع صورت می‌گیرد. اجباری نیز برای خرید خودروی جدید نباید وجود داشته باشد. قانون تصفیه خودروهای فرسوده باید به وسیله سازمان حفاظت محیط زیست تدوین شود و ممنوعیت‌ها و محدودیت‌های گوناگون در نظر گرفته شود. سیستم پایش به دو صورت انجام پذیرد: اول از طریق مسئولان دولتی که همان سازمان حفاظت محیط زیست است که قسمت‌های مختلف را پایش می‌کند و دوم از طریق خود تولیدکننده. ارائه گزارش‌ها با چارچوب مناسب از کلیه قسمت‌ها، ضروری است. با طرح خرید خودروی فرسوده، وقتی

وضع قانون است، بالطبع هزینه‌های این سیستم بالا می‌رود که در طراحی انجام شده پرداخت این هزینه به عهده تولید کننده است. تأمین این هزینه می‌تواند توسط نفر اول از طریق خرید خودروی جدید، صورت گیرد. در نتیجه با مسئولیت تولیدکننده، در کلیه زمینه‌ها شامل محیط زیست، بازده اقتصادی، نوآوری و پایش و غیره سیستم از پیشرفت بیشتری برخوردار خواهد بود.

- 1-brominated flam-retardants
- 2-shreddering
- 3-treatment

که قیمت آن پایین‌تر از قیمت اعلام شده باشد برای دستیابی به سود، خودروی فرسوده تحویل داده می‌شود و در نتیجه نرخ جمع آوری بالا می‌رود. همچنین با توجه به گزارش‌های معتبر که مورد تأیید سازمان حفاظت محیط زیست است و اطلاعات به‌دست آمده از این طریق، می‌توان نرخ بازیافت و اوراق را به‌دست آورد. روش‌شناسی مورد استفاده مانند سایر کشورهاست یعنی وزن میانگین خودروهای فرسوده می‌تواند در محل‌های اوراق‌کردن اندازه‌گیری شود. سپس قسمت‌های اوراق شده را وزن می‌کنند تا نرخ اوراق به‌دست آید. در مرحله بعد مواد باقیمانده برای دفن را وزن می‌کنند، کسر وزن این مواد از وزن خودرو پس از اوراق، تقسیم بر وزن اولیه خودروی فرسوده، نرخ بازیافت را مشخص می‌کند. با توجه به هزینه‌های زیست محیطی که ناشی از

Bmw report.2004.current fact book\_recycling of end life vehicles. Available: [www.bmwgroup.com](http://www.bmwgroup.com)

EEA.1996.aluminium in the automotive industry.European aluminium association. available [www.eaa.net/home.htm](http://www.eaa.net/home.htm)

EEA.1997. Case study 1, France: agreement on the treatment of end-of-life vehicles. [2002, June 13] <http://reports.eea.eu.int/92-9167-052-9-sum/en/page004.html> Available:

EPA.2000. end of life vehicles in Ireland a sectoral report.Environmental protection agency . Available: [www.epa.ie](http://www.epa.ie)

Gearhart,J.2003.getting lead out-impacts of alternative for automotive lead uses. [www.cleancarcampaign.org/lead.shtml](http://www.cleancarcampaign.org/lead.shtml)

Hanson, j.1999.management of ELVs in Ontario Available: <http://www.rco.on.ca/>

Mazda report.2004. activities to promote vehicle recycling Available: [www.mazda.com](http://www.mazda.com)

Nissan report.2004. recycling activities at the new vehicle development stage Available: [www.nissan-global.com](http://www.nissan-global.com)

OECD. 1998. Voluntary approaches for environmental protection in the European union. Available: <http://www.olis.oecd.org/olis/1998doc.nsf/4cf568b5b90dad994125671b004bed59/>

Scheirs , j.2003.end-of-life environment issues with pvc in Australia. Available: <http://www.deh.gov.au/settlements/publications/waste/pvc/html>

Tammemagi, Y. 1999. The Waste Crisis. New York, USA: Oxford University Press, Inc

Van Beukering, H. 2001. Policies to promote the waste management hierarchy. Available: [http://130.37.129.100/english/o\\_o/instituten/IVM/pdf/w00-41.pdf](http://130.37.129.100/english/o_o/instituten/IVM/pdf/w00-41.pdf)