

فهرست مطالب

7 مقدمه

فصل اول : کلیات

| | |
|----|---|
| 10 | 1-1- زمینه مطالعات |
| 13 | 2-1- زمینه انجام تحقیق |
| 14 | 1-2-1- وضعیت بازیافت لاستیک در ایران |
| 16 | 2-2-1- توان میزان قابل بازیافت تایر فرسوده در ایران |
| 16 | 3-2-1- نگرش اقتصادی به بازیافت تایر |
| 18 | 4-2-1- حمایت دولت از صنعت بازیافت |
| 19 | 3-1- سوالات تحقیق |
| 19 | 4-1- فرضیات تحقیق |
| 20 | 5-1- اهداف مشخص تحقیق |
| 20 | 6-1- محدوده تحقیق |
| 20 | 7-1- جنبه جدید بودن و نوآوری تحقیق |
| 21 | 8-1- روش تحقیق |
| 21 | 9-1- روش و ابزار گردآوری داده‌ها و اطلاعات |
| 22 | 10-1- خلاصه تحقیق |

فصل دوم : مروری بر مطالعات و پیشینه تحقیق

| | |
|----|---|
| 24 | مقدمه |
| 25 | 2-2- استفاده از لاستیک در مخلوس آسفالت |
| | 2-2-1- استفاده از پودر لاستیک در مخلوط بتن آسفالتی به عنوان جذب کننده انرژی و پایدارکننده |
| 26 | حرارتی در روسازی راه |
| 31 | 2-2-2- بررسی تأثیر خرده لاستیک بر قیر و مخلوط آسفالت گرم |
| | 2-2-3- مقایسه خواص مخلوط آسفالت - لاستیک و قیرهای مخلوط با لاستیک تولید شده در |
| 34 | پالایشگاه |
| 40 | 4-2-2- روش‌های ترکیب لاستیک بازیافتی در مخلوط‌های آسفالت |
| 41 | 1-4-2-2- روش تر |
| 42 | 2-4-2-2- روش خشک |
| 44 | 5-2-2- بررسی انواع ویژگی‌های بتن آسفالت لاستیکی |
| 45 | 1-5-2-2- قیر آسفالت لاستیکی |

- 46..... 2-2-5-2 بتن آسفالت لاستیکی (مخلوط گرم)
- 47..... 2-2-5-3 مخلوط‌های گرم با دانه‌بندی گسسته
- 48..... 2-2-5-4 مخلوط‌های گرم با دانه بندی گسترده
- 49..... 2-2-5-5 غشاء جذب‌کننده انرژی
- 51..... 2-2-6-6 مخلوط آسفالت - لاستیک با پوشش شن
- 53..... 2-2-6-1 حذف پوشش شن از مخلوط آسفالت-لاستیک
- 54..... 2-2-7-7 روسازی با بتن آسفالت لاستیکی
- 55..... 2-2-7-1 ویژگی‌های فیزیکی
- 56..... 2-2-7-2 ترک خوردگی‌های حرارتی
- 57..... 2-2-7-3 تغییرشکل‌های دائمی
- 58..... 2-2-7-4 ترک‌های خستگی
- 59..... 2-2-7-5 حساسیت به رطوبت
- 59..... 2-2-8-8 استفاده از پودر لاستیک در سطوح آسفالت بتنی کم صدا
- 69..... 2-2-9-9 استفاده از لاستیک‌های فرسوده در افزایش طول عمر روسازی‌های جاده
- 70..... 2-2-9-1 روش تر
- 77..... 2-2-9-2 روش خشک
- 81..... 2-2-10-10 اضافه کردن لاستیک به قیر آسفالت گرم، و بررسی مقاومت خستگی نمونه‌ها
- 88..... 2-2-11-11 تاثیرات استفاده از براده لاستیک در بتن آسفالتی
- 98..... 2-2-3-3 استفاده از لاستیک در جهت بهبود ساختار لایه‌های راه (بستر وزیر اساس و اساس)
- 99..... 2-2-3-1 تأثیر خرده لاستیک بر روی نمونه‌های ماسه‌ای و خاکی رس مورد استفاده در زیرسازی راه
- 2-2-3-2 تأثیر تراشه‌های لاستیک مخلوط شده با خاک ماسه‌ای بر روی ظرفیت باربری آن مورد استفاده
- 102..... در مصالح زیراساس
- 2-2-3-3 تغییر پارامترهای مقاومت برشی ماسه مخلوط شده با نوعی لاستیک سنباده مورد استفاده در زیر اساس
- 108.....
- 2-2-3-4 عملکرد تراشه‌های لاستیکی با ابعاد مختلف بر روی نتایج CBR ماسه مورد استفاده در زیرسازی راه
- 113.....
- 2-2-3-5 تغییرات پارامترهای مقاومت برشی با اضافه کردن خرده‌های لاستیک به ماسه در دستگاه برش مستقیم مورد استفاده در زیرسازی و خاکریزی پشت دیوارهای حائل کنار جاده
- 118.....
- 2-2-3-6 بررسی عملکرد پودر لاستیک و خرده لاستیک مخلوط شده با خاک رس و مخلوط شن مورد استفاده در بستر و زیراساس
- 122.....
- 2-2-3-7 مقاوم‌سازی خاک‌های ضعیف لایه‌های زیراساس با تراکم‌پذیری بالا در نتیجه مخلوط کردن کردن آنها با مصالح بازیافتی خرده‌لاستیک و تکه‌های پلاستیک
- 127.....

- 2-3-8- افزایش ظرفیت باربری و تغییر شکل روسازی با مسلح نمودن لایه زیر اساس توسط تکه‌های
 132..... پلاستیک و خرده لاستیک
- 2-3-9- امکان‌سنجی استفاده از خرده لاستیک پسماند در لایه اساس 135.....
- 2-3-10- ترکیب خرده لاستیک با ماسه و مسلح نمودن آن با ژئوگرید و تاثیر آن در مقاومت برشی و
 زاویه اصطکاک داخلی مخلوط و لایه حاصل (مورد استفاده در زیرسازی راه) 141.....

فصل سوم : کاربرد پودر لاستیک در لایه‌های راه و بررسی اقتصادی آن

- 146..... تأثیرات استفاده از براده لاستیک در لایه‌های راه 146.....
- 3-1-1- اختلاط در بتن آسفالتی 146.....
- 3-1-2- در لایه‌های زیرسازی و بستر راه 147.....
- 3-1-3- در لایه زیر اساس 148.....
- 3-1-4- در لایه اساس 149.....

a مقدمه:

آسفالت در مهندسی عمران خصوصاً در راه‌سازی از جمله آیتم‌های مهم تاثیرگذار در قیمت تمام شده پروژه و یکی از موارد اساسی در زمینه روسازی راه چگونگی تولید و ساخت آسفالت‌های گوناگون با توجه به خصوصیات آب و هوای مناطق مورد استفاده و نوع ترافیکی که جاده خواهد داشت می‌باشد، بطوریکه علاوه بر داشتن کارایی مناسب براساس الزامات و محدودیت‌های موجود، عمر مفید بالایی نیز داشته باشد، چراکه یکی از گران‌قیمت‌ترین قسمت روسازی راه رویه آسفالتی آن است از طرفی با توجه به وفور لاستیک‌های مستعمل که هر روز به تعداد آنها افزوده می‌شود در صورت عدم استفاده مجدد یکی از بزرگترین آلاینده‌های محیط‌زیست در جهان امروز خواهد بود بنابراین فکر استفاده از براده‌های آن برای تولید آسفالت و تحکیم لایه‌های زیرسازی می‌تواند کمک بزرگی از لحاظ اقتصادی و نیز پاکیزه ماندن محیط‌زیست داشته باشد. در حال حاضر بدلیل افزایش روزافزون لاستیک‌های پسماند یکی از مسائل اصلی در ارتباط با این مورد مدیریت دفع مناسب آنها می‌باشد، در این رساله سعی شده است به چگونگی امکان استفاده از لاستیک‌های پسماند در بستر و لایه‌های زیر اساس و بتن آسفالتی در روسازی انعطاف‌پذیر پردازیم.

سالانه در جهان حدود یک میلیارد حلقه لاستیک فرسوده بر محیط‌زیست تحمیل می‌شود که تنها 33٪ آن بطور کامل بازیافت می‌گردد و الباقی در طبیعت رها و یا سوزانده می‌شود که سهم کشورمان در این میان مصرف سالانه 7 میلیون حلقه معادل 200 هزار تن می‌باشد. در این میان نقش صنایع تبدیلی و بازیافت در کاهش تجمع این مواد در طبیعت بسیار مهم است. طبق آمار در سال 1385 میزان بازیابی لاستیک‌های مستهلک (روکش‌دار کردن و تهیه پودر لاستیک و ریکلیم تایر) در کشور حدود 79000 تن بوده است. در اواخر قرن بیستم صنعت بازیافت در هشت کشور پیشرفته صنعتی به عنوان سودآورترین صنعت و برنده جایزه طلایی گردید و از آن زمان زیاله را طلای کثیف نام نهادند و انجمن‌ها و مراکز تحقیقاتی در کشورهای مختلف ایجاد گردید. از آن زمان توجه به بازیافت ابعاد گسترده‌تری یافت بطوریکه علاوه بر تنوع مواد بازیافتی، مرزهای این صنعت به

سایر کشورهای در حال توسعه نیز گسترش یافت. بنابراین استفاده از لاستیک‌های پسماند در روسازی راه باعث خواهد شد که از دفن و رهاسازی آن در طبیعت جلوگیری بعمل آید. و با توجه به اینکه خطرات زیست محیطی زیادی را به همراه دارند می‌توان به حفظ محیط زیست کمک کرد. استفاده از لاستیک در آسفالت به طولانی‌تر شدن عمر روسازی و گسترش ترک در رویه آسفالتی خیلی کندتر خواهد شد و همچنین استفاده از این مواد در بعضی موارد حتی باعث بهبود رفتار روسازی راه می‌گردد. استفاده از این مواد به جای مصالح معمول در ساخت روسازی و همچنین بازیافت مواد دور ریختنی به حفظ منابع کشورها کمک می‌کند، افزودن لاستیک به همراه قیر مقاومت در برابر شیار افتادگی و خستگی افزایش پیدا می‌کند و ضخامت لایه آسفالت و سر و صدا را کاهش می‌دهد و ضمن کاهش قابل توجه دفن و سوزاندن مواد لاستیک به میزان قابل توجهی نیز بر استحکام ساختار سنتی آسفالت‌ها افزوده می‌شود.

فصل اول

کلیات

کلیات

1-1 - زمینه‌ی تحقیق

امروزه فناوری بازیافت در اکثر شاخه‌های علوم از جمله روسازی راه استفاده می‌شود. مزایای اقتصادی زیست‌محیطی و فنی قابل توجه بازیافت باعث شده پژوهشگران آزمایش‌های متعددی برای بهینه‌سازی کاربرد آن انجام دهند، در این راستا در این رساله پژوهش‌های گوناگونی که در زمینه استفاده از لاستیک‌های پسماند در بتن آسفالتی و لایه‌های روسازی انجام گرفته مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است.

مسئله زباله به عبارت دیگر مواد زائد از جمله لاستیک‌های پسماند امروزه به یکی از معضلات زیست‌محیطی برای بشر تبدیل شده است نظر به این که میزان زیادی از مواد زاید جامد را می‌توان مورد پردازش و بازیافت قرار داد دفن یا رهاسازی این مواد راه و روشی منطقی بنظر نمی‌رسد، لذا امروزه در کشورهای توسعه یافته بازیافت مجدد از ضایعات مورد توجه خاص قرار گرفته و به یک صنعت تبدیل شده است که این خود نشان‌دهنده اهمیت بازیافت می‌باشد. طبق آمار بدست آمده در کشورهای صنعتی بازاری هر شهروند سالانه یک حلقه تایر مصرف می‌شود و سرانه مصرفی تقریبی هر شهروند 9 کیلوگرم تایر در سال است در ایران با ازای هر 5 تا 6 نفر یک حلقه تایر دور ریز وجود دارد برخلاف دیگر مواد زاید جامد بازیافت لاستیک یا همان تایر آن‌قدرها هم کار ساده‌ای

نیست تایرهای زاید را نمی‌توان بدون انجام عملیات مقدماتی دفن کرد از طرف دیگر تایرهای که در طبیعت رها می‌شوند خطراتی برای محیط زیست و سلامت انسان‌ها به همراه دارند به گفته کارشناسان محیط زیست تجمع و دفن تایرها آمادگی و قابلیت زیادی برای آتش‌سوزی دارند بطوری که آتش گرفتن آنها با دود غلیظی همراه بوده و کنترل آن مشکل است ضمن آنکه این دودها هیدروکربن‌های نسوخته هستند و گازهای سمی را وارد محیط می‌کنند باید به خاطر داشته باشیم تایرها دارای سولفور آهن‌ها و فلزهای دیگر هستند که در فضا و شرایط نامناسب باعث آزاد شدن مواد و گازهای خطرناک می‌شوند. در آمریکا حدوداً 270 میلیون حلقه لاستیک فرسوده سالانه تولید می‌شود که از این میان 30 میلیون حلقه لاستیک‌های فرسوده ماشین‌های سواری و 40 میلیون لاستیک‌های فرسوده ماشین‌های سنگین است. با توجه به اطلاعات بدست آمده از صنایع هم اکنون بیش از 800 میلیون حلقه لاستیک در انبارها و قسمت‌های دفن در ایالات متحده وجود دارد شکل (1-1) [2].



شکل (1-1) نمونه‌ای از محل دپوی لاستیک‌های فرسوده [4]

یک خرده لاستیک معمول ماشین سواری تقریباً 9 کیلوگرم وزن دارد و حدود 60٪ لاستیک 20٪ فولاد و 20٪ فیبر و دیگر مواد زائد می‌باشد صنعت مواد راه‌سازی حدود یک تا دو میلیون لاستیک را مصرف کند. بطور مثال اگر 50 میلیون لاستیک خرده در بتن آسفالتی مصرف شود بنابراین 8 تا 25 میلیون تن آسفالت گرم تولید می‌شود شکل (2-1) آسفالت لاستیکی در حال تراکم [2].



شکل (2-1) استفاده از خرده لاستیک در مخلوط بتن آسفالتی [4]

برای استفاده از لاستیک در راه‌سازی فاکتورهای زیادی مانند هزینه مشخصات نوع دستگاه اجرا کننده، تجربه پیمانکار، توان بازیافت پتانسیل مواد و غیره در آن دخیل می‌باشد از طرفی مزیت استفاده از لاستیک در مخلوط‌های آسفالتی شامل حمل و نقل آسانتر، افزایش عمر روسازی و کمتر شدن بازتاب شکست نور، کم شدن سر و صدای ترافیک، کم شدن هزینه‌ای نگهداری، کم شدن آلودگی و افزایش کیفیت‌های محیط زیست می‌باشد از طرفی مشکلات و موارد زیادی در رابطه با استفاده از لاستیک‌ها در بتن آسفالتی راه‌ها می‌باشد بعضی از این مشکلات و موارد شامل: هزینه اولیه زیاد اقتصاد، طول عمر سیستم، کم بودن مشخصات، محصول کم بودن ماده اولیه یا همان لاستیک خرده به طور یک‌دست، قابلیت بازیافت روسازی‌های لاستیکی، مسائل زیست‌محیطی و مسائل هماهنگی‌های پتانسیل انجام شده برای برنامه‌ها یا وسایل خاص این نوع آسفالت، در اواخر قرن بیستم صنعت باز یافت در 8 کشور پیشرفته صنعتی بعنوان سودآورترین صنعت برنده جایزه طلایی گردید و از آن زمان زباله را طلای کثیف نام نهادند و انجمن‌ها و مراکز تحقیقاتی در کشورهای مختلف جهت بازیافت مواد مختلف ایجاد گردید. تایرهای مستعمل بدون عمر مفید (تایرهای که قابل ترمیم یا روکش‌گذاری نیستند) دارای حالات زیر هستند:

- بازیابی مجدد جهت تولید

- بازیابی مواد

- احیای انرژی

- دفن که در بسیاری از کشورها ممنوع می‌باشد (براساس مصوبه پارلمان اروپا در جولای 1999 تا سال 2006 میلادی معدوم نمودن تایلرهای فرسوده به هر شکل در سراسر کشورهای اتحادیه اروپا ممنوع خواهد شد) [2].

1-2 - زمینه‌ی انجام تحقیق

کشور ایران، سرزمین پهناوری است که دارای مناطق با شرایط اقلیمی و توپوگرافی بسیار متنوع می‌باشد، بطوریکه دارای مجموعه‌ای از نقاط مرتفع و کوهستانی سردسیر در شمال و غرب کشور، کوهستانی و گرمسیر در جنوب و شرق کشور، و همچنین دشت‌های کویری و مناطق جلگه‌ای با شرایط آب و هوایی بسیار متنوع است. راه‌های شوسه ارتباطی، عمده‌ترین عامل دسترسی مناطق می‌باشد که به دلیل وجود منابع غنی نفت خام در کشور و ارزانی قیر، تقریباً تمامی راه‌های اصلی دارای رویه آسفالتی می‌باشند. آسفالت دارای خصوصیتی است که هر چه از عمر آن می‌گذرد، از خاصیت رزینی قیر داخل آن کاسته می‌شود و همین امر موجب کاهش چسبندگی قیر به مصالح سنگی خواهد شد. مخصوصاً در مناطقی که باران خیز باشند (از جمله شمال کشور که در بسیاری از روزهای سال، بارنگی است و درصد رطوبت بالاست) و نیز مناطقی که سطح آب‌های زیرزمینی بالاست، نفوذ آب به داخل آسفالت، بخصوص در شرایطی که تمهیدات لازم و کافی جهت زهکشی وجود نداشته باشد، منجر به ایجاد خرابی می‌گردد. افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش حجم ترافیک، باعث تشدید خرابی‌های آسفالتی می‌شود، به طوریکه اجرای رویه‌های آسفالتی گرم مداوم در مناطق با حجم ترافیکی بالا، تکرار بارگذاری و نامساعد از لحاظ جوی، خرابی‌هایی نظیر انواع ترک‌ها، عریان‌شدگی مصالح سنگی از قیر، گودی مسیر چرخ و گودزدگی را به همراه خواهد داشت. این خرابی‌ها مستلزم اجرای عملیات تعمیر و بهسازی در فواصل زمانی نسبتاً کوتاهی پس از بهره‌برداری و متعاقب آن، صرف هزینه فراوانی است.

لذا در این موارد، استفاده از مخلوطی که بتواند با افزایش کارایی قیر و مصالح سنگی، تنش‌های

بوجود آمده از پدیده‌های مذکور را تحمل‌نماید و از بوجود آمدن انواع تغییر شکل‌ها در روسازی بکاهد، ضروری بنظر می‌رسد. آسفالت در مهندسی عمران خصوصاً در راه‌سازی از جمله آیتم‌های مهم تاثیرگذار در قیمت تمام شده پروژه و یکی از موارد اساسی در زمینه روسازی راه چگونگی تولید و ساخت آسفالت‌های گوناگون با توجه به خصوصیات آب و هوای مناطق مورد استفاده و نوع ترافیکی که جاده خواهد داشت، بطوریکه علاوه برداشتن کارایی مناسب براساس الزامات و محدودیت‌های موجود عمر مفید بالایی نیز داشته باشد چراکه یکی از گران‌قیمت‌ترین قسمت روسازی راه رویه آسفالتی آن می‌باشد و با توجه به وفور لاستیک‌های مستعمل که هر روز به تعداد آنها افزوده می‌شود در صورت عدم استفاده مجدد یکی از بزرگترین آلاینده‌های محیط زیست در جهان امروز خواهد بود بنابراین فکر استفاده از براده‌های آن برای تولید آسفالت و تحکیم لایه‌های زیرسازی می‌تواند کمک بزرگی از لحاظ اقتصادی و نیز پاکیزه ماندن محیط زیست داشته باشد.

1-2-1- وضعیت بازیافت لاستیک در ایران

تولید تایر روکشی در ایران به حدود 40 سال قبل برمی‌گردد که بخشی از آن در قبل از انقلاب دارای تکنولوژی قدیمی بوده و کارخانجات ایجاد شده در بعد از انقلاب نیز رشد قابل توجهی از حیث تکنولوژی یا بهبود روش‌های مورد مصرف در صنعت روکش تایر نداشته‌اند. عمده این کارخانجات در زمان جنگ ایران و عراق به لحاظ محدودیت تایر فعالیت خوبی داشته اما پس از جنگ به لحاظ موارد زیر باعث شده که کارخانجات فعلی زیر سقف ظرفیت اسمی فعالیت کنند و بیشتر مردم ترجیح می‌دهند که به جای تایر روکشی از تایر نو استفاده کنند. لذا فعالیت واحدهای روکش تایر عمدتاً محدود به تایرهای سنگین می‌باشد. تولید کائوچوی احیاء شده در ایران به روش احیاء (حرارتی دستی) انجام می‌گیرد محصول تولید شده در این روش به لحاظ محدودیت خواص فیزیکی و شیمیایی لاستیک دامنه کاربرد محدودی دارد و در برخی تولیدات با شرایط خاص استفاده می‌شود. تولید پودر لاستیک عمدتاً در کشور به وسیله کراشرها و آسیاب‌ها می‌باشد شکل (1-3) که چندین کارگاه کوچک به صورت پراکنده با ماشین‌آلات ساخت داخل و فاقد پروانه از وزارت صنایع و معادن (عمدتاً صنفی) مشغول هستند پودر لاستیک صنعتی تولید کارخانه یزد با روش حرارتی می‌باشد که پودر تولیدی خواص

محدودی دارد زیرا دمای بالا در خط تولید باعث از دست دادن خاصیت لاستیکی می‌گردد پودر لاستیک با کیفیت بالا به پودری اطلاق می‌گردد که دانه‌بندی مش 200 به بالا باشد. کلاً پودر لاستیک با کیفیت بالا با استفاده از روش سرد کردن با مایع نیتروژن انجام می‌شود که در این روش به علت انجماد سریع مصرف انرژی الکتریکی بالایی باشد بنابراین محصول با مش پائین و هزینه بالا تولید شده مقرون به صرفه نبوده و این روش در حال حاضر در جهان کاربرد ندارد [2].



شکل (1-3) نمونه‌ای از دستگاه‌های تولید پودر لاستیک [7]



شکل (1-4) تولید پودر لاستیک از تایرهای پسماند [7]

روش دوم استفاده از هوای سرد با استفاده از کمپرسور شکل (1-4) که در این روش انرژی کمتر و مصرف هوا زیاده‌تر بطور کلی روش انجماد تدریجی و بازیابی مواد لاستیکی مؤثرترین و ارزان‌ترین روش برای بازیافت تایرهای فرسوده می‌باشد. در کشور ما بر اساس آمار تا پایان سال 84 بازاء هر

8 تا 9 نفر یک خودرو وجود دارد و نیز سرانه تایر فرسوده به ازاء هر 5 تا 6 نفر یک حلقه می‌باشد و تعداد خودروهای موجود (سواری، وانتی‌باری، اتوبوسی، کشاورزی و صنعتی) تا پایان سال 84، 8225499 دستگاه و تعداد تایر فرسوده خودروهای موجود 12711400 حلقه و همچنین وزن تایر فرسوده خودروهای موجود تا پایان سال 84 254500 تن می‌باشد [2].

1-2-2- توان میزان قابل بازیافت تایر فرسوده در ایران

توان میزان قابل بازیافت براساس ظرفیت اسمی کارخانجات موجود تنها می‌توانند 21.4٪ تایرها را بازیافت کنند و 78.6٪ دپو می‌گردد در حالیکه در برنامه اتحادیه اروپا این است که رقم دپو تایرها را 3 تا 5 درصد تا رسیدن به مرز صفر در سال 2006 برساند [2].

1-2-3- نگرش اقتصادی به بازیافت تایر

بسیاری به صنعت بازیافت تنها از دید محیط زیست یا حمایت‌های آن می‌نگرند و یا به صنعتی که حداقل مواد اولیه ارزان در دسترس داشته اما بازدهی مطلوبی ندارد، با عنایت به بحث‌های قبل و نگرش اتحادیه اروپا و امریکا که دارای صنعت اتومبیل‌سازی و تایر‌سازی توأم با پایه‌گذاری این صنایع در جهان و نیز خودرو و تایرهای معتبر در جهان بوده است و از دیرباز با معضل انباشتگی حجم تایرهای فرسوده و اثرات زیست‌محیطی آن مواجه بوده‌اند. می‌بینیم که با انجام تحقیقات و ایجاد صنایع بازیافت و کاربری مفید موفق به کاهش دپوتایرهای فرسوده و استفاده بهینه از آن شده‌اند.

قریب به 921502 کیلومتر از جاده‌های اتحادیه اروپا با پودر لاستیک روکش شده است (سال 2003) و تقریباً 300000 کیلومتر از جاده‌های اتحادیه اروپا در 5 سال آینده با این روش روکش خواهد شد (سال 2003) و همچنین حدوداً در 38596 کیلومتر از شاهراه‌های اصلی اتحادیه اروپا صداگیرهای تولید شده از پودر لاستیک نصب شده است و حدود 136114 کیلومتر از جاده‌های عبور سواری در اتحادیه اروپا جهت نصب صداگیر تولیدی با پودر لاستیک در دست برنامه می‌باشد [2].

کاربردهای گوناگون لاستیک فرسوده بصورت جدول (1-1) می‌باشد. در ایران برای ساخت محصولات

لاستیکی از کائوچوی طبیعی استفاده می‌کنند که مود اولیه آنها وارداتی بوده (بجز سهمیه کائوچوی مصنوعی محدود PBR, SBR پتروشیمی) بنابراین ارزشی دارد و یا اگر از مواد بازیافتی استفاده کنند چون بازیافت از نوع گرم است خواص لاستیکی مطلوب و مرغوب نداشته لذا کیفیت مناسب ندارد و فهرست صنایع زیر می‌تواند عمده مصارف پودرلاستیک (از پودرلاستیک به روش انجماد سرد AMBIENT) را تا حدود 70٪ به جای کائوچوی طبیعی و مصنوعی تأمین کند که علاوه بر خروج ارز استفاده بهینه از ضایعات و نیز کاهش قیمت تمام شده محصولات را به دنبال دارد.

جدول (1-1) کاربرد تایرهای بازیافتی در کارهای عمرانی اقتصادی [2]

| تقاضا (درخواست) | کمیت (مقدار) | ± واحد تقاضا | شکل (ظاهر) |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| پشته (خاکریز) دریا | ۳۰۰۰ حلقه تایر سواری | متر ارتفاع ۱/۵ × ۵۰۰ | کامل |
| جاده های موقت | ۳۰۰۰ حلقه تایر باری | ۱ کیلومتر جاده | کامل |
| جاده عبور وسائط نقلیه سنگین | ۲۰۰۰۰۰ تایر حلقه تایر سواری | ۳۵۰ متر طول × ۱۰ متر عرض | کامل / بریده / لنگه |
| جزیره مصنوعی | ۳۰۰۰ حلقه تایر سواری | ۱ کیلومتر × ۱ متر ارتفاع | کامل / (لنگه - عدل) |
| موج شکن | ۴۰۰۰ حلقه تایر | ۱ کیلومتر × ۰/۷ متر ارتفاع | کامل / (لنگه - عدل) |
| دیوار برگرداندن | ۵۰۰۰ حلقه تایر | ۵۰۰ متر × ۲ متر ارتفاع | کامل / (لنگه - عدل) |
| نصب باتلاق | ۷۵۰ حلقه تایر | ۵۰۰ متر × ۱ متر ارتفاع | کامل / (لنگه - عدل) |
| صداگیر | ۲۰۰۰۰ حلقه تایر | ۱ کیلومتر × ۳ متر ارتفاع | کامل / (لنگه - عدل) |
| سیستم های زمکشی (ابه ها) | ۵۰۰۰۰ حلقه تایر | ۱ کیلومتر طول | کامل / بریده / لنگه / تکه (خرده) |
| طبقه مجرای آب زیرجاده | ۵۰۰۰ لنگه (عدل) | ۱۵۰۰ متر کف رود | لنگه (عدل) |
| تحکیم سرازیری | ۲۰۰۰ لنگه (عدل) | ۱/۳ متر بلندی × ۱ کیلومتر | لنگه (عدل) |
| پشته (خاکریز) | ۱۰۰۰۰۰ حلقه تایر سواری | ۳۳۰ متر × ۳ متر بلندی | تکه (خرده) / متراکم |
| سد (پیش باد کردن) | ۸۰-۱۰۰ حلقه تایر سواری | یک متر مکعب | تکه (خرده) / متراکم |
| پرکردن حدیل | ۱۰۰۰۰۰ حلقه تایر | ۱ متر عرض × ۲۰۰ میلی متر | تکه (خرده) / متراکم |
| سطح ریل تراموا | ۵۰۰۰۰ حلقه تایر | ۱ کیلومتر | تکه (خرده) / متراکم |
| عایق حرارتی | ۳۰۰۰۰۰ حلقه تایر | ۰/۳ متر ضخامت × ۱۰ متر عرض | تکه (خرده) / بشکل ژتون |
| طبقات زهکشی | ۳۰۰۰۰۰ حلقه تایر | ۰/۳ متر ضخامت × ۱۰ متر عرض | تکه (خرده) / بشکل ژتون |
| سطح جاده | ۷۰۰۰۰ حلقه تایر | ۱ کیلومتر جاده باریک | گرانوله (دانه ریزه شکل حب) |
| سطح زمین بازی | ۱۴۰۰ حلقه تایر | ۵۰۰ متر مربع | گرانوله (دانه ریزه به شکل حب) |
| افزودن به قیر | ۲۵۰۰ حلقه تایر | ۱ کیلومتر جاده باریک | گرانوله (دانه ریزه شکل حب) |
| تشک حیوان | ۱۸ حلقه تایر | یک واحد | گرانوله (دانه ریزه به شکل حب) |
| چرخهای جامد (رابه - گاری) | ۱ تن تایر | ۹۰۰ واحد | گرانوله / پودر |
| کف کفش | ۱ حلقه تایر | ۶ کف کفش (بزرگ) | پودر |
| رنگدانه (پیگمنت) | ۱۲ حلقه تایر | ۳۰-۵۰ پیگمنت (رنگدانه) | پودر |

جدول (1-2) صنایع عمده مصرف‌کننده پودر لاستیک در ایران [2]

| نوع صنعت | نوع قطعه |
|-------------------------|--|
| صنایع کشتیرانی | انواع فن‌در |
| صنایع قطعه‌سازی خودرو | انواع گردگیرها- موکت خودرو- واشرها- زوارها |
| صنایع نفت | لافینگ- مفصل بندی- واشر |
| صنایع کفپوش | انواع کفپوش‌های صنعتی- تزئینی- ورزشی- تفریحی |
| صنایع ایزولاسیون | انواع لایه‌های ایزولاسیون |
| صنایع تولید تایر و تیوب | آج تایرها |
| صنایع عمومی | تسمه نقاله‌های لاستیکی |

1-2-4 - حمایت دولت از صنعت بازیافت

الف - مصوبه شماره 28488/ت/32561 هـ - مورخ 84/5/10 هیات محترم وزیران در جهت حمایت از فرآیند پسماند به انرژی ویژه می‌باشد که در ماده 12 آن آمده است:
- مواد پلیمری از قبیل پلیاستیکی PET و لاستیک.

تبصره 1- واحدهای تولیدی که از مواد اولیه بازیافتی استفاده می‌کنند برای استفاده از اینگونه مواد از پرداخت مبلغ تعیین شده معاف خواهند بود.

تبصره 2- واحدهای تولیدی که محصولات خود را صادر می‌کنند و یا واردکنندگانی که کالای خود را مرجوع می‌کنند برای میزان کالای صادر شده و یا مرجوعی از پرداخت مبلغ تعیین شده معاف خواهند بود.

ب - تصویب قانون مدیریت پسماندها در مجلس شورای اسلامی در مورخ 83/3/17

ج - برخورداری از تسهیلات حساب ذخیره ارزی

در ردیف اولویت‌های ملی و کشوری مشمول برخورداری از تسهیلات حساب ذخیره ارزی طرح بازیافت مواد اولیه (از قبیل PET) آورده شده است که پرداخت تسهیلات بر اساس ضوابط صندوق و تصمیمات هیات امناء حساب ذخیره ارزی بوده که حداکثر نرخ بهره 4/5 تا 5 درصد و مدت باز پرداخت 8 سال می‌باشد [2].

جدول (1-3) حمایت تعرفه‌ای در ایران در مقایسه با برخی کشورها از صنایع باز یافت لاستیک [2]

| نام کالا | تعرفه | ایران | امریکا | اتحادیه اروپا | ترکیه | هند | چین | پاکستان | کانادا |
|----------------------------------|----------|-------|-----------------------|---------------|-------|-----|-----|---------|--------|
| RECLAIN کانوچوی دوباره احیاء شده | ۴۰۰۳۰۰۰۰ | ۱۵ | - | - | - | ۱۵ | ۸ | ۵ | - |
| پودر لاستیک | ۴۰۰۴۰۰۰۰ | ۲۰ | - | - | - | ۱۵ | ۸ | ۲۰ | - |
| سواری | ۴۰۱۲۱۱۰۰ | ۶۵ | رادیال ۴٪ سایر ۳/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۱۵ | ۲۰ | ۲۵ | - |
| باری / اتوبوسی | ۴۰۱۲۱۲۰۰ | ۶۵ | رادیال ۴٪ سایر ۳/۴ | ۴/۵ | ۴/۵ | ۱۵ | ۲۰ | ۲۵ | - |

پیشنهادات: با توجه به موارد بالا پیشنهاد زیر به منظور توسعه‌ی صنعت بازیافت لاستیک و ارتقاء به جایگاه واقعی خود ارائه می‌گردد.

- پشتیبانی از فرهنگ‌سازی و رونق بازیافت از محل اعتبارات سازمان حفاظت محیط زیست و سایر دستگاه‌ها

- لحاظ نمودن طرح‌های بازیافت‌پذیر یا بازیافت لاستیک در زمره طرح‌های اولویت‌دار در دستگاه‌های مربوط از جمله صنایع و معادن و محیط زیست.

3-1 - سوالات تحقیق

- نحوه استفاده از لاستیک‌های بازیافتی در لایه‌های آسفالتی و غیر آسفالتی راه با در نظر گرفتن شرایط آئین‌نامه‌ها و استانداردهای موجود (AASHTO, ASTM, BS, ...) چگونه ممکن است؟
- آیا نتایج بدست آمده از تحقیقات در زمینه استفاده از لاستیک‌های بازیافتی در لایه‌های آسفالتی و غیر آسفالتی راه با آئین‌نامه‌های ایران مطابقت دارد؟

4-1 - فرضیات تحقیق

فرضیات تحقیق عبارتند از:

1 - با لحاظ نمودن استانداردهای لازم و رعایت مشخصات آئین‌نامه‌ها آسفالت تولیدی با استفاده از براده‌های لاستیک دوام زیاد و انعطاف‌پذیری مناسب و ترک‌کمتری نسبت به آسفالت‌های معمولی خواهد داشت.

2- برای استفاده از براده‌های لاستیک‌های پسماند در لایه‌های راه استانداردها و آئین‌نامه‌های ایران نیاز به بازبینی خواهند داشت.

1-5- اهداف مشخص تحقیق

- 1- بررسی عملکرد آسفالت تولیدی از طریق براده لاستیک
- 2- بررسی کیفی و کمی آسفالت تولیدی و انطباق آن با استانداردهای مورد نیاز
- 3- ارائه پیشنهاد برای استفاده از این نوع آسفالت‌ها به دلیل ارزان بودن و دوام زیاد و کاهش آلودگی محیط زیست ناشی از مصرف لاستیک‌های کهنه 4- ارائه نحوه استفاده از براده‌های لاستیک در تحکیم لایه‌های غیرآسفالتی بدنه راه و بهتر نمودن کارائی آنها و ارائه پیشنهاد برای اضافه نمودن آن در آئین‌نامه‌های راه
- 5- عملکرد آسفالت در انعطاف‌پذیری در روسازی‌های آسفالتی و کاهش صدای آنها
- 6- عملکرد خوب آسفالت حاوی لاستیک در مناطق سرد سیر و یخبندان
- 7- تطبیق آن با آیین‌نامه‌ها و استانداردهای بومی موجود.

1-6- محدوده تحقیق

محدوده تحقیق استفاده از آن در پروژه‌های راهسازی شامل زیرسازی راه و تحکیم بستر و روسازی راه‌ها (بتن آسفالتی) و ترمیم ترک‌های روسازی‌ها و نیز خاکریزی دیوارهای حائل کنار حریم راه‌ها می‌باشد.

1-7- جنبه جدید بودن و نوآوری تحقیق

تهیه بتن آسفالتی از مواد بازیافتی و خرده لاستیک و استفاده از آن در لایه‌های زیرسازی و روسازی به دلیل داشتن منابع عظیم نفتی در کشور ایران و ارزان بودن آن و نیز به خاطر فراوانی تولیدات مواد قیری خیلی کمتر مورد استقبال واقع شده است و در آئین‌نامه‌های روسازی ایران نیز اشاره‌ای به نحوه ترکیب و چگونگی استفاده از آنها نشده است ولی در کشورهای اروپایی و ایالت‌های