



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد

رشته و گرایش:

مهندسی عمران - مکانیک خاک و پی

عنوان:

بررسی آزمایشگاهی رفتار مخلوط ماسه-خرده لاستیک مسلح شده با ژئوسل

استاد راهنما:

دکتر سید ناصر مقدس تفرشی

دانشجو:

بهزاد نوری

شماره دانشجویی:

۸۹۰۰۷۹۴

شهریور ۱۳۹۱

تقدیم به

پدر فداکارم،

مادر دلسوزم

و همسر مهربانم.

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس خداوند قادر متعال را که به لطف او تدوین این مجموعه میسر گردید. در اینجا بر خود لازم می‌دانم از زحمات بی‌دریغ، تلاشهای بی‌وقفه و راهنمایی‌های ارزشمند استاد ارجمند جناب آقای دکتر سید ناصر مقدس تفرشی در راستای انجام پایان‌نامه نهایت تشکر و قدردانی را به عمل آورم.

همچنین از شرکت مهندسین مشاور ماندرو و پرسنل محترم آزمایشگاه این شرکت، جناب مهندس عابدی و جناب آقای مال میر به جهت همکاری در انجام آزمایش‌ها و همچنین آقای مهندس خلج تشکر و قدردانی نمایم.

در نهایت از همسرم که در ویرایش این مجموعه مرا یاری نموده سپاسگزارم.

چکیده

در این تحقیق تسلیح خاک ماسه‌ای با استفاده از لایه‌های ژئوسل و لایه‌هایی از مخلوط خاک-خرده‌لاستیک به صورت تنها و توأم توسط دستگاه سه‌محوری بررسی شده است. نمونه‌های سه‌محوری بترتیب دارای قطر و ارتفاع ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌متر می‌باشند. در مجموع تعداد ۳۱ آزمایش مستقل و ۱۴ آزمایش تکراری (به منظور کنترل نتایج) به منظور بررسی اثر تعداد لایه‌های ژئوسل، تعداد لایه‌های مخلوط خاک-خرده‌لاستیک، درصد خرده‌لاستیک و فشار همه‌جانبه بر مقاومت نمونه انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از چهار لایه تسلیح (با ژئوسل یا مخلوط خاک-خرده‌لاستیک) در مقایسه با دو لایه تسلیح (با ژئوسل یا مخلوط خاک-خرده‌لاستیک)، در حالیکه مجموع ضخامت لایه‌های تسلیح در هر دو حالت یکسان است. سبب افزایش مقاومت بیشتری می‌گردد. همچنین استفاده از لایه مخلوط خاک-خرده‌لاستیک بین لایه‌های ژئوسل بجای لایه خاک تنها نیز موجب افزایش مقاومت بیشتر نمونه می‌گردد. حداکثر کارایی لایه مخلوط خاک-خرده‌لاستیک در افزایش مقاومت نمونه مسلح در مقایسه با نمونه غیرمسلح با ۱۲ درصد خرده‌لاستیک حاصل شده است.

۱	فصل اول	۱
۱-۱	مقدمه	۱
۲-۱	ضرورت انجام تحقیق	۲
۳-۱	معرفی موضوع	۲
۴-۱	اهداف تحقیق	۳
۵-۱	دامنه، قلمرو و محدودیت‌های تحقیق	۴
۶-۱	ساختار پایان نامه	۵
۲	فصل دوم	۶
۱-۲	مقدمه	۶
۲-۲	لاستیک‌های فرسوده	۶
۱-۲-۲	معضلات دفع تایرهای فرسوده	۷
۲-۲-۲	نگرش اقتصادی به بازیافت تایرهای فرسوده	۹
۳-۲-۲	مزایای استفاده از لاستیک-خرده لاستیک در مهندسی عمران	۱۴
۱-۳-۲-۲	وزن سبک	۱۴
۲-۳-۲-۲	هدایت هیدرولیکی	۱۴
۳-۳-۲-۲	مقاومت حرارتی	۱۴
۴-۳-۲-۲	مقاومت بالا	۱۵
۵-۳-۲-۲	پایداری بالا	۱۵
۶-۳-۲-۲	ضریب فشار جانبی	۱۵
۷-۳-۲-۲	مقاومت تحت بارهای دینامیکی	۱۵

۱۵.....	۸-۳-۲-۲ استفاده از لاستیک در سد سازی
۱۹.....	۳-۲ ژئوسنتتیک‌ها
۱۹.....	۱-۳-۲ ژئوسل‌ها
۲۱.....	۲-۳-۲ مکانیزم رفتار خاک مسلح شده با ژئوسل
۲۳.....	۳ فصل سوم
۲۳.....	۱-۳ مقدمه
۲۳.....	۲-۳ تحقیقات انجام شده بر روی رفتار مخلوط خرده‌لاستیک و خاک
۲۴.....	۱-۲-۳ تأثیر خرده‌لاستیک بر پارامترهای مقاومت برشی (Attoms, 2006)
۲۷.....	۲-۲-۳ تأثیر خرده‌لاستیک ترکیب شده با ماسه در ظرفیت باربری پی (Hataf and Rahimi, 2006)
۲۸.....	۳-۲-۳ مشخصات مقاومتی مخلوط تراشه لاستیک با ماسه (Gottland et al., 2005)
۲۹.....	۴-۲-۳ مشخصات مقاومتی مخلوط خرده‌لاستیک با ماسه (Youwai and Bergado, 2003)
۳۲.....	۳-۳ کاربرد مسلح‌کننده‌های سه بعدی
۳۳.....	۱-۳-۳ مقایسه رفتار خاک تسلیح‌شده با ژئوسل و ژئوتکستایل در بارگذاری استاتیکی (Moghaddas Tafreshi and Dawson, 2010a)
۳۶.....	۲-۳-۳ مقایسه رفتار خاک مسلح با ژئوسل و ژئوتکستایل در بارگذاری تکراری (Moghaddas Tafreshi and Dawson, 2010b)
۴۰.....	۳-۳-۳ بررسی مدول بستر ماسه‌ای مسلح شده با ژئوسل (Dash et al., 2008)
۴۴.....	۴-۳-۳ اثر تعداد سلول‌های ژئوسل بر ظرفیت باربری (Rajagopal et al., 1998)
۵۱.....	۳-۳ جمع بندی

۵۲.....	فصل چهارم.....	۴
۵۲.....	مقدمه.....	۱-۴
۵۲.....	مشخصات خاک مورد استفاده.....	۲-۴
۵۴.....	ژئوسل مورد استفاده در آزمایش‌ها.....	۳-۴
۵۵.....	خرده‌لاستیک مورد استفاده در انجام آزمایش‌ها.....	۴-۴
۵۶.....	برنامه آزمایش‌ها.....	۵-۴
۵۶.....	تأثیر لایه‌های خاک مسلح با ژئوسل و نحوه قرارگیری آن‌ها.....	۱-۵-۴
۵۷.....	تأثیر لایه‌های مخلوط خاک و خرده‌لاستیک و نحوه قرارگیری آن‌ها.....	۲-۵-۴
	تأثیر ترکیب توأم تسلیح با لایه‌های ژئوسل و تسلیح با لایه‌های مخلوط خاک-خرده‌لاستیک و نحوه قرارگیری لایه‌ها.....	۳-۵-۴
۵۸.....	تعیین درصد بهینه.....	۴-۵-۴
۵۹.....	تأثیر فشار همه جانبه.....	۵-۵-۴
۶۱.....	روند انجام آزمایش‌ها.....	۶-۴
۶۱.....	ساخت نمونه سه‌محوری در حالات مختلف.....	۱-۶-۴
۶۳.....	بارگذاری برشی.....	۲-۶-۴
۶۴.....	فصل پنجم.....	۵
۶۴.....	مقدمه.....	۱-۵
۶۴.....	تکرارپذیری و کنترل صحت نتایج.....	۲-۵
۶۹.....	رفتار عمومی تنش-کرنش.....	۳-۵
۷۱.....	بررسی تأثیر تسلیح با لایه‌های ژئوسل بر مقاومت نمونه.....	۴-۵

۷۷.....	۵-۵	بررسی تأثیر تسلیح با لایه‌های مخلوط خاک-خرده‌لاستیک بر مقاومت نمونه
۷۸.....	۱-۵-۵	تعیین درصد بهینه خرده‌لاستیک.....
	۲-۵-۵	بررسی رفتار نمونه مسلح با لایه‌های خاک-خرده‌لاستیک در درصد بهینه
۸۰.....		خرده‌لاستیک.....
	۶-۵	بررسی تأثیر تسلیح توأم با لایه‌های ژئوسل و لایه‌های مخلوط خاک-خرده‌لاستیک بر مقاومت
۸۵.....		نمونه.....
۹۲.....	۷-۵	اثر ژئوسل بر رفتار و مقاومت ماسه در فشار همه جانبه بسیار پایین.....
۹۳.....	۸-۵	ارزیابی چسبندگی (C) و زاویه اصطکاک داخلی (ϕ) در شرایط مختلف تسلیح.....
۹۵.....	۶	فصل ششم.....
۹۵.....	۱-۶	مقدمه.....
۹۵.....	۲-۶	نتیجه‌گیری.....
۹۷.....	۳-۶	ارائه پیشنهادها.....
۹۸.....	۷	مراجع.....

فصل اول

پیشگفتار

فصل اول

پیشگفتار

۱-۱- مقدمه

با پیشرفت جوامع بشری از یک سو و تولید روزافزون انواع خودروها، سالانه در هر کشور تعداد بسیار زیادی لاستیک فرسوده، با خارج شدن از گردونه مصرف باعث بروز مشکلات جدی زیست محیطی می‌گردد. با افزایش جمعیت شهرها و استفاده بیشتر از وسایل نقلیه، لاستیک‌های بیشتری وارد بازار شده و در پی آن دفع زباله افزایش می‌یابد. به عنوان مثال، تعداد لاستیک‌های فرسوده در ایالات امریکا بالغ بر ۲۷۰ میلیون و در کانادا، ۲۸ میلیون در سال گزارش شده است (صمدیان، فرح "گزارش بازیافت لاستیک" وزارت صنایع و معادن، مرداد ۱۳۸۵). همچنین از دیرباز ساخت سازه‌های مختلف عمرانی به عنوان یک اصل در بهبود کیفیت زندگی و ارضاء تمایلات بشر مدنظر بوده است. در این میان خاک همواره نقش بسیار مهمی در تحقق این رویاها داشته است. نباید فراموش کرد که بار تمام سازه‌ها در نهایت به زمین منتقل می‌شود و خاک در ساخت سازه‌های عمرانی و بررسی عملکرد آن در شرایط محیطی گوناگون همواره مطرح بوده است. از اینرو بهبود و اصلاح رفتار خاک از اهمیت ویژه‌ای در مهندسی ژئوتکنیک برخوردار است. بنابراین با تسلیح خاک با ترکیب توام خاک-خرده‌لاستیک و ژئوسل سعی بر استفاده از مزیت موجود در استفاده از هر دو می‌شود، بدین معنی که ضمن کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از وجود انبوه لاستیک‌های فرسوده، می‌توان مقاومت خاک را نیز افزایش داد.

امروزه از خانواده ژئوسنتتیک‌ها که عمدتاً از مواد پلیمری تهیه می‌شوند، در طراحی و اجرای پی ساختمان‌ها، خاکریزها، ابنیه نگهبان خاک، زیر اساس راه‌ها، عامل تسریع در فرایند زهکشی و موارد مشابه استفاده می‌شود. با گذشت زمان و تحقیقات و بررسی‌های مختلف بر روی ژئوسنتتیک‌ها، شکل‌های مختلفی از این نوع محصولات به بازار ارائه شده است. ژئوسل یک نوع از این محصولات می‌باشد که امروزه تحقیقات وسیعی بر روی آن در حال شکل‌گیری است. یکی از موارد مهم استفاده از ژئوسل‌ها در طرح‌های عمرانی استفاده از آنها به عنوان یک مسلح‌کننده در عملیات راهسازی می‌باشد.

استفاده از لاستیک‌های فرسوده در اصلاح رفتار مکانیکی خاکها در پروژه‌های عمرانی به عنوان یک گزینه برای استفاده مجدد از آنها مطرح است. استفاده از لاستیک‌های فرسوده به دلیل داشتن مقاومت کششی زیاد در داخل توده خاک یکی از ایده‌هایی بود که برای مسلح نمودن خاک و پیدا

کردن راه حلی جهت استفاده مجدد از لاستیک‌های مستعمل مطرح گردید. از سوی دیگر ایده بهبود خواص مکانیکی خاک از دیرباز تا به امروز مطرح بوده و حتی در ساخت برخی از سازه‌های قدیمی از این ایده استفاده شده است. به عنوان مثال مخلوط خاک رس و کاه به عنوان مصالح اصلی در گذشته در ساخت بسیاری از سازه‌ها به کار می‌رفت که از افزایش مقاومت قابل قبولی نسبت به خاک رس تنها برخوردار بوده است. در حقیقت مفهوم خاک مسلح در اضافه نمودن عناصری مقاوم به خاک جهت بهبود خواص مکانیکی آن خلاصه می‌شود. استفاده از لاستیک‌های فرسوده بمنظور بهبود رفتار خاک نیز امروزه در شکل‌ها و اندازه‌های مختلف (پودر، دانه، تکه و تراشه) مورد توجه محققین مختلف قرار گرفته است.

۱-۲- ضرورت انجام تحقیق

احداث پی و یا ساخت خاکریز جاده بر روی بستر خاک نرم، به علت پایین بودن مقاومت برشی خاک بستر معمولاً سبب بروز نشست زیاد و بسیاری مواقع موجب خرابی بستر راه می‌گردد، که این امر همواره به عنوان یک مسئله چالش برانگیز در مهندسی ژئوتکنیک مطرح بوده است. در این خصوص ممکن است که راه حل‌های مختلفی برای کاهش نشست و افزایش باربری بستر راه در نظر گرفته شود. از جمله این راه حل‌ها می‌توان به خاکبرداری و تعویض خاک، استفاده از روش‌های گوناگون تثبیت خاک (تثبیت با آهک، سیمان، قیر و ...)، تراکم خاک و ... اشاره کرد.

راه کارهای فوق بسته به حجم و نوع خاک می‌تواند پرهزینه و یا غیر عملی باشد. از اینرو استفاده از تسلیح خاک برای افزایش مقاومت باربری می‌تواند به عنوان یک راه حل مناسب مورد نظر قرار گیرد. با توجه به مشکلات زیست محیطی که انباشت انبوه‌لاستیک‌های فرسوده ایجاد می‌کند و همچنین ویژگی‌های مثبت خرده‌لاستیک در ترکیب با خاک که قبلاً نیز مورد توجه محققین مختلف (Umphrey et al., 2000; Ealding, 1992; Edil and Bosscher et al., 1992;...) قرار گرفته است، در این تحقیق سعی بر استفاده همزمان از ژئوسل و مخلوط خاک-خرده‌لاستیک برای افزایش باربری این نوع مصالح مرکب شده است.

۱-۳- معرفی موضوع

از آنجا که ضایعات لاستیکی به راحتی تجزیه نمی‌گردند، تجمع غیرکنترل شده این مواد باعث وقوع مشکلات و به خطر انداختن سلامت جامعه و مردم می‌گردد. از اینرو استفاده از این ضایعات بدلیل مزایایی از قبیل وزن سبک، هدایت هیدرولیکی، مقاومت حرارتی، مقاومت بالا، پایداری بالا، ضریب فشار جانبی، مقاومت تحت بارهای دینامیکی مورد توجه محققین مختلف (Falorca et al.,

2011; Tanchaisawat et al., 2010; Lovisa et al., 2010; Edinçliler and Avhan, 2010; Lee et al., 2010; Valdes and Matthew Evans, 2008; Yoon, et al., 2008; Özkul and (Baykal, 2007; Attom, 2006; Dickson et al., 2001; Moo-Young et al., 2001;... می‌باشند. از سوی دیگر یکی از روش‌هایی که امروزه به صورت گسترده برای مسلح‌سازی بستر خاک زیر پی مورد استفاده قرار می‌گیرند، استفاده از محصولات ژئوسنتتیک می‌باشد. در این میان ژئوسل (مسلح‌کننده سه بعدی) با برخورداری از صلبیت خمشی و برشی مناسب نقش بسزایی در افزایش ظرفیت باربری و کاهش نشست بستر خاکی ایفا می‌کند. (Mavroulidou et al. (2009) با انجام آزمایش سه محوری اثر افزایش درصد خرده‌لاستیک را بر روی مقدار زاویه اصطکاک داخلی معادل برای ماسه متوسط مورد بررسی قرار دادند. (Thenmozhi et al. (2010) رفتار مخلوط خاک-خرده‌لاستیک مسلح شده با ژئوگرید را تحت بارهای تکراری، با استفاده از یک مدل آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند. (Rajagopal et al. (1998) با انجام تعدادی آزمایش سه‌محوری فشاری بر روی خاک دانه‌ای محصور در یک ژئوسل و نیز ژئوسل‌های چند سلولی، نتیجه گرفتند که با حضور ژئوسل مقاومت چسبندگی ظاهری و سختی کل ترکیب خاک مسلح افزایش می‌یابد. این مطالعات نشان می‌دهند که استفاده از ژئوسل و خرده‌لاستیک می‌تواند به عنوان یک راهکار مفید و عملی برای بهبود کیفیت و رفتار خاک‌ها مدنظر قرار گیرد.

۴-۱- اهداف تحقیق

با توجه به تأثیر چشمگیر ژئوسل در بهبود رفتار خاک‌ها (کاهش نشست و افزایش ظرفیت باربری خاک) و همچنین تأثیر خرده‌لاستیک بر افزایش مقاومت مخلوط خاک-خرده‌لاستیک، هدف اصلی این پایان‌نامه بررسی اثر توام خرده‌لاستیک در مخلوط با خاک و تسلیح آن با ژئوسل برای افزایش هرچه بیشتر مقاومت خاک و بهبود رفتار آن می‌باشد.

هدف عمده این تحقیق یافتن درصد بهینه خرده‌لاستیک در ترکیب با خاک جهت افزایش حداکثری مقاومت خاک، استفاده از ترکیب توام خاک-خرده‌لاستیک و ژئوسل در تسلیح خاک و همچنین استفاده از ژئوسل و مخلوط خاک-خرده‌لاستیک در بیش از یک لایه جهت تسلیح خاک می‌باشد. استفاده از تعداد لایه‌های بیشتر ژئوسل و همچنین تعداد لایه‌های بیشتر مخلوط خاک-خرده‌لاستیک (بیش از یک لایه) با ضخامت کم به جای استفاده از ژئوسل یا لایه مخلوط خاک-خرده‌لاستیک با ضخامت زیاد می‌تواند از نقطه نظر اجرا و همچنین نقطه نظر اقتصادی مفید باشد. از اینرو استفاده از ضخامت‌های بالای لایه ژئوسل و لایه خاک-خرده‌لاستیک در عمل به دلیل ایجاد مشکل در تراکم و عدم توزیع مناسب خرده‌های لاستیک در بین ذرات خاک میسر نبوده و استفاده

از ژئوسل و مخلوط خاک-خرده‌لاستیک در تعداد لایه‌های بیشتر برای تسلیح ناحیه تحت تاثیر خاک زیر پی قابل توصیه می‌باشد.

در این تحقیق یک سری آزمایش سه‌محوری استاتیکی روی نمونه دارای قطر و ارتفاع بترتیب ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌متر به منظور بررسی عوامل ذیل مد نظر است:

- اثر درصد خرده‌لاستیک بر تسلیح خاک و تعیین درصد بهینه آن
- اثر تسلیح با ژئوسل
- اثر تسلیح با مخلوط خاک-خرده‌لاستیک
- اثر تسلیح با ژئوسل و مخلوط خاک-خرده‌لاستیک بصورت توام
- اثر تعداد لایه‌های تسلیح ژئوسل
- اثر تعداد لایه‌های تسلیح مخلوط خاک-خرده‌لاستیک
- اثر تعداد لایه‌های تسلیح با ژئوسل و مخلوط خاک-خرده‌لاستیک بصورت توام
- اثر تسلیح خاک با ژئوسل در فشار همه جانبه بسیار پایین

۱-۵- دامنه، قلمرو و محدودیت‌های تحقیق

در این تحقیق اهمیت و کاربرد تسلیح خاک با ژئوسل و خرده‌لاستیک تحت اثر بار استاتیکی مورد بررسی قرار گرفته است. اگرچه نتایج حاصل از این تحقیق قابل اهمیت می‌باشند، اما مانند هر مطالعه آزمایشگاهی دامنه کاربرد نتایج، محدود به شرایط مورد نظر در آزمایش‌ها و نوع مصالح می‌باشد. از اینرو باید توجه نمود که:

- نتایج تجربی حاصل از این تحقیق، تنها برای یک نوع ژئوسل، یک نوع خاک و یک نوع از خرده‌لاستیک با دانه‌بندی مشخص بدست آمده است.
- در صورت تغییر خصوصیات هر یک از مصالح (خاک، ژئوسل و خرده‌لاستیک)، اگرچه می‌توان انتظار داشت نتایج روند کلی مشابه‌ای داشته باشند، اما باید آزمایش‌های اضافی با مصالح مورد نظر انجام داد.

بطور کلی این مطالعه با هدف بدست آمدن درک و بینش کلی نسبت به رفتار خاک مسلح با ژئوسل لایه‌ای و خرده‌لاستیک انجام شده است. لذا علیرغم وجود محدودیت‌ها که مشخصه هر کار تجربی می‌باشد، نتایج این تحقیق می‌تواند برای طراحی یک مدل واقعی و بزرگ مقیاس (نظیر رفتار پی بر بستر مسلح یا بستر راه)، مطالعات عددی و درک مفاهیم در مقیاس بزرگ بسیار مفید باشد.

۱-۶- ساختار پایان نامه

فصول آتی مورد بحث، به طور خلاصه حاوی مطالب ذیل می‌باشند.

- فصل دوم: معرفی اجمالی ژئوسل به عنوان یک نوع مسلح کننده و معرفی خرده-لاستیک و انواع آن
- فصل سوم: مروری اجمالی بر تحقیقات صورت گرفته در خصوص تسلیح بستر با ژئوسل و یا خرده-لاستیک (لاستیک‌های فرسوده) و تاثیر آن بر بهبود باربری و رفتار خاک
- فصل چهارم: شامل تشریح مشخصات مصالح، نحوه آماده‌سازی آزمایش، روش انجام آزمایش سه‌محوری و برنامه آزمایش‌های مورد نظر در این تحقیق
- فصل پنجم: نتایج آزمایش‌های سه‌محوری بر نمونه‌های غیرمسلح و مسلح با ژئوسل و خرده‌لاستیک
- و در فصل ششم: نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها بمنظور مطالعات آتی.

فصل دوم

معرفی و کاربرد لاستیک‌های فرسوده و رئوسنتیک‌ها

۲-۱- مقدمه

استفاده از ژئوسنتتیک‌ها نظیر ژئوتکستایل، ژئوگرید و ژئوسل و همچنین لاستیک‌های فرسوده بخصوص به شکل خرده‌لاستیک در اندازه و شکل‌های مختلف می‌تواند در بهبود رفتار و باربری خاک‌ها (Gottland et al., 2005; Mousa F. Attom., 2006; Hataf and Rahimi., 2006; Lee et al., 2007; Zhou and Wen, 2008; Wesseloo et al., 2008; Latha and Murthy, 2007; Moghaddas and Dawson, 2010a; Moghaddas and Dawson, 2010b) موثر باشد از آنجا که در این پایان‌نامه تاثیر این دو محصول (خرده‌لاستیک و ژئوسنتتیک‌ها) بر رفتار خاک توسط آزمایش سه‌محوری مورد نظر است، لذا در این فصل به معرفی آنها پرداخته می‌شود.

۲-۲- لاستیک‌های فرسوده

با پیشرفت جوامع بشری از یک سو و تولید روزافزون انواع خودروها، سالانه در هر کشور تعداد بسیار زیادی لاستیک فرسوده، با خارج شدن از گردونه مصرف باعث بروز مشکلات جدی زیست محیطی می‌گردد. با افزایش جمعیت شهرها و استفاده بیشتر از وسایل نقلیه، لاستیک‌های بیشتری وارد بازار شده و در پی آن دفع زباله افزایش می‌یابد. به عنوان مثال، تعداد لاستیک‌های فرسوده در ایالات امریکا بالغ بر ۲۷۰ میلیون و در کانادا، ۲۸ میلیون در سال گزارش شده است (صمدیان، فرح. "گزارش بازیافت لاستیک" وزارت صنایع و معادن، مرداد ۱۳۸۵). جدول (۱-۲) آمار تایرهای فرسوده در نقاط مختلف جهان را نشان می‌دهد. از این رو دفع لاستیک‌های فرسوده و ضایعات مربوط به آن‌ها مواد لاستیکی یکی از مشکلات عمده در جهان است که باید با توجه به این آمار بالای لاستیک‌های فرسوده، راه‌کارهایی برای آن پیشنهاد شود. حل این مشکل می‌تواند از یک طرف کمک بزرگی به کاهش هزینه‌های نگهداری و دفع لاستیک‌های فرسوده و زائد نماید و از طرف دیگر موجب بهبود رفتار مصالح خاکی گردد.

از اینرو استفاده از لاستیک‌های فرسوده در اصلاح رفتار مکانیکی خاکها در پروژه‌های عمرانی به عنوان یک گزینه برای استفاده مجدد از آنها مطرح است. استفاده از لاستیک‌های فرسوده به دلیل داشتن مقاومت کششی زیاد در داخل توده بعنوان یک ایده برای مسلح نمودن خاک و پیدا کردن راه حلی جهت استفاده مجدد از لاستیک‌های مستعمل مطرح گردید.

جدول ۲-۱- آمار تایرهای فرسوده در نقاط مختلف جهان

(صمدیان، فرح. "گزارش بازیافت لاستیک" وزارت صنایع و معادن، مرداد ۱۳۸۵)

کشور یا قاره	تعداد تقریبی تایرهای فرسوده که سالانه جمع آوری می شود (سال ۱۹۹۹ میلادی)
آمریکا	۲۷۰ ۰۰۰ ۰۰۰
اروپا	۱۲۰ ۰۰۰ ۰۰۰
ژاپن	۱۰۴ ۰۰۰ ۰۰۰
چین وهنگ کنگ	۱۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰

مزیت‌های گزارش شده برای استفاده از لاستیک در مخلوط‌های آسفالتی شامل حمل و نقل آسانتر، افزایش عمر روسازی، کمتر شدن سر و صدای ترافیک، کم شدن هزینه‌های نگهداری، کم شدن آلودگی و افزایش کیفیت‌های زیست محیطی می‌باشد. اگر چه در کشور ایران آمار دقیقی از تعداد تایرهای ضایعاتی و فرسوده وارد شده به محیط زیست وجود ندارد ولی می توان با استفاده از آمارهای موجود برای سایر کشورها از روند کلی در کشور ایران مطلع شد.

علاوه بر موارد فوق، لاستیک‌ها دارای خواص به خصوصی هستند که باعث شده کاربردهای زیادی در کارهای عمرانی پیدا کنند. از جمله این خصوصیات، وزن کم، تخلخل بالا، مقاومت کششی بالا، دوام مناسب، اصطکاک بین ذره‌ای بالا بین دانه‌ها و اندرکنش خوب آنها با سایر مصالح می‌باشد. این تفاوت زیاد بین ساختار خاک و لاستیک موجب می‌شود که رفتار مخلوط آنها متفاوت با رفتار خاک تنها شود و با توجه به اینکه، لاستیک دارای خواص مهندسی خوبی است، در کارهای عمرانی خصوصا راهسازی به سبب بهبود خواص کششی مخلوط تحت اثر بارهای چرخ‌های ماشین، بیشتر استفاده می‌شود.

۲-۲-۱- معضلات دفع تایرهای فرسوده

از آنجا که این مواد زائد به راحتی تجزیه نمی‌گردند، انباشتگی غیر کنترل شده این مواد باعث وقوع مشکلات و به خطر انداختن سلامت جامعه و مردم می‌گردد که به طور خلاصه این خطر را می‌توان به شرح زیر طبقه بندی نمود:

الف) تایرهای فرسوده به علت وزن مخصوص کم خود در مکان‌هایی که سطح آب زیرزمینی بالا می‌باشد به سطح گودال محل دفن خود حرکت کرده و در سطح دیوها شناور می‌شوند و سبب شکست خاک رس متراکم مورد استفاده به عنوان لایه محافظ و پوشش جداکننده می‌گردد. از بین رفتن این لایه محافظ سبب نفوذ آبهای سطحی و نزولات جوی به داخل محل دفن این زباله‌ها و تولید شیرابه مضر می‌گردد.

ب) کوه عظیم تایرهای فرسوده با کمک کمی از اکسیژن هوا آتش می‌گیرد. حرارت حاصل از این آتش سوزی به علت شدت و دوام زیاد حتی قادر به تولید دود تا یک ماه پس از آتش سوزی است. دود تولید شده خطر بسیار جدی برای محیط زیست است و همچنین سوختن تایرها باعث گسترش گازهای مختلف خطرناک با حجم بسیار زیاد می‌شود. از جمله این گازهای خطرناک می‌توان به بنزن و تولوئن اشاره نمود که به ترتیب سبب ایجاد سرطان خون و از کار افتادن کلیه‌ها و کبد می‌گردد. شکل (۱-۲) دود ساطع شده ناشی از آتش سوزی محل نگهداری لاستیک‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲- دود ساطع شده از آتش سوزی لاستیک

ج) بر اثر آتش گرفتن و ذوب شدن تایرها برای لاستیک خودروهای سواری در حدود ۵ گالن و برای تایر کامیون‌ها در حدود ۲۲ گالن مایع مضر وارد محیط زیست می‌شود.

د) محل انباشت تایرهای فرسوده به‌ویژه در صورت باقی ماندن آب در آن، به علت بارش‌های جوی، محیطی مناسب برای پرورش پشه‌ها، موش‌های صحرایی و جانوران مضر می‌باشد. بر اساس تحقیقات صورت گرفته

در دانشگاه کنتاکی، بیماریهای کشنده‌ای از چنین جانورانی می‌تواند به انسانها و حیوانات سرایت کند که از جمله این حشرات می‌توان به پشه‌ای معروف به بیر آسیایی به عنوان ناقل بیماری ورم مغز اشاره کرد.

ه) شکل خاص این تایرها سبب اشغال حجم زیاد هنگام دپو کردن آنها می‌گردد که در شهرهای با فضای کم، مشکلات فراوانی را ایجاد می‌نماید. شکل (۲-۲) مبین اشغال فضا توسط لاستیک‌های مستعمل می‌باشد.



شکل ۲-۲- فضای گسترده اشغال شده توسط لاستیک

۲-۲-۲- نگرش اقتصادی به بازیافت تایرهای فرسوده

بسیاری به صنعت بازیافت تنها از دید محیط زیستی و یا حمایت‌های آن صرف نظر از مباحث اقتصادی آن می‌نگرند. از آنجا که کشورها از دیرباز با معضل انباشتگی حجم تایرهای فرسوده و اثرات زیست محیطی آن مواجه بوده‌اند، لذا امروزه با انجام تحقیقات و ایجاد صنایع بازیافت و کاربری مفید، موفقیت‌هایی در به کاهش دپو تایرهای فرسوده و استفاده بهینه از آن شده‌اند. جدول (۲-۲) هزینه مورد نیاز برای بازیافت محصولات مختلف از لاستیک‌های فرسوده را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲- قیمت ارائه شده برای تایر روکشی و انواع خرده‌لاستیک
(صمدیان، فرح. "گزارش بازیافت لاستیک" وزارت صنایع و معادن، مرداد ۱۳۸۵)

قیمت در جهان ۲۰۰۶ (کیلوگرم / دلار)	قیمت متوسط وارداتی گمرک ایران سال ۸۴ (کیلوگرم / دلار)	قیمت در ایران سال ۸۴ (کیلوگرم / ریال)	نوع کالا
۲/۵-۳/۵	۲/۴۱	۳۰۰۰-۴۰۰۰	تایر روکشی
-	۱/۰۶۷	۳۰۰۰-۳۵۰۰	(RECLAME RUBBER) کائوچوی دوباره احیاء شده
-	-	۱۵۰۰-۱۶۰۰	پودر لاستیک : -پودر معمولی (با روش حرارتی) -پودر با روش سرمایی پایین ترین سطح کیفیت
۰/۱۵-۰/۲۵	۱/۰۶	-	-پودر با روش سرمایی با مش ۴۰
۰/۳۵-۰/۴۵	-	-	-پودر با روش سرمایی با مش ۱۰۰
۰/۵۷-۰/۶۷	-	-	-پودر با روش سرمایی با مش ۲۰۰
۱/۲۸-۱/۴	-	-	به بالا

همان‌طور که در جدول اخیر ملاحظه می‌گردد، لاستیک‌های فرسوده در انواع مختلف بشرح ذیل قابل بازیافت می‌باشند:

الف) تایر روکشی: این نوع محصول اغلب به صورت لایه‌ای دندان‌دار بر روی تایرهای فرسوده چسبانده می‌شود. امروزه و با گذشت زمان و استفاده بیشتر مردم از خودروهای جدیدتر و تندروتر، این نوع محصولات در عمل استفاده نمی‌شوند، زیرا در سرعت‌های بالای ۹۰ کیلومتر بر ساعت امکان جدایی روکش از تایر فرسوده وجود دارد. شکل (۲-۳) نمایی از یک لاستیک روکش شده را نشان می‌دهد.