

## مطالعه کاربرد خرده لاستیک در خطوط بالاستی راه آهن

سید جواد میرمحمد صادقی، علیرضا طلوع کیان، محمدامین زارعی

۱- استاد، دانشگاه علم و صنعت ایران، javad\_sadeghi@iust.ac.ir

۲- استادیار، دانشگاه علم و صنعت ایران، ar\_tkian@iust.ac.ir

۳ دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران، m\_zaree@rail.iust.ac.ir

### چکیده

در طی هر دوره نگهداری و تعمیر (نت) خطوط بالاستی، بخش عمده‌ای از هزینه‌ها صرف نگهداری و یا تعویض لایه بالاست خطوط ریلی راه آهن می‌شود. علاوه بر این هزینه‌ها، مسدودکردن و عدم بهره‌برداری از خطوط ریلی در کاهش درآمد حاصل از راه آهن تأثیر بسزایی دارد. یکی از روش‌های نوین در مورد بهبود عملکرد لایه بالاست، بهره‌گیری از خرده لاستیک در این لایه می‌باشد. به‌کارگیری خرده لاستیک در بالاست در راستای بهبود خواص و رفتار آن در برابر انواع عوامل سایشی و فرسایشی نظیر چرخه‌های بارگذاری و خردشدگی می‌باشد. نتایج آزمایش‌های پژوهشگران نشان می‌دهد با استفاده از ۱۰ درصد وزنی خرده لاستیک، میزان سایش سنگدانه‌های بالاست، خردشدگی و نشست لایه کاهش می‌یابد. در طرف مقابل باعث سختی در لایه بالاست می‌شود. اما با توجه به مرور بر ادبیات فنی، نبود روند مشخص و گاه تناقض در میان نتایج، لزوم تحقیقات بیشتر را نشان می‌دهد.

### مقدمه

خطوط راه آهن متشکل از دو بخش اصلی روسازی و زیرسازی هستند. بخش روسازی متشکل از ریل، تراورس، اتصالات ریل به تراورس و لایه‌های بالاست و زیربلاست می‌باشد که یک بستر مناسب را برای عبور قطار فراهم می‌سازد. لایه بالاست یکی مهم‌ترین اجزا در روسازی خط می‌باشد که نقش مهمی را در تحمل، انتقال و توزیع بار چرخ‌های ناوگان ریلی از تراورس به بستر برای رسیدن به تنش مجاز قابل تحمل بستر ایفا می‌کند. امروزه با افزایش سرعت و بار محوری قطارها و همچنین هزینه‌های سنگین تعمیر و نگهداری خط که عمده آن به بالاست مرتبط است، استفاده از بالاست بادوام و پایداری بیشتر از اهمیت بالایی برخوردار است.

خرده لاستیک یکی از مصالحی است که باتوجه به مشخصات فیزیکی و مکانیکی آن نظیر وزن کم، خاصیت ارتجاعی، مقاومت الکتریکی و مقاومت در برابر عوامل محیطی و فرسایشی می‌تواند به‌عنوان یکی از مصالح ترکیبی در لایه بالاست به‌کار گرفته شود. عمده تولید خرده لاستیک از بازیافت لاستیک‌های فرسوده وسایل حمل‌ونقل و قطعات و ابزارآلات صنعتی می‌باشد. بازیافت لاستیک‌های فرسوده عاملی مثبت در جهت حفظ محیط‌زیست و مصالح کارکرده محسوب می‌شود.

در این مقاله سعی بر آن شده تا از پژوهش‌های صورت گرفته در مورد بررسی رفتار بالاست و خط متاثر از به‌کارگیری خرده لاستیک استفاده شود و مقایسه‌ای میان آن‌ها صورت پذیرد.

### بررسی و مقایسه آزمایش‌ها در مطالعات

در نگاهی کلی، آزمایشات تشخیص مشخصات مصالح بالاست را می‌توان در سه دسته تعیین مشخصات فیزیکی بالاست مانند دانه‌بندی، شکل‌شناسی و نفوذ آب در مصالح، تعیین مشخصات مکانیکی مانند سایش، شکستگی و مقاومت در برابر ضربه و تعیین مشخصات شیمیایی مصالح مانند مقاومت در برابر سولفات‌ها دسته‌بندی نمود. از این آزمایش‌ها می‌توان به آزمایش جعبه بالاست اشاره نمود که در راستای پرهزینه، زمان‌بر بودن و ایجاد اختلال در ترافیک عبوری بواسطه آزمایشات میدانی، جایگزین مناسبی برای شبیه‌سازی بخشی از خط به‌شمار می‌آید. با این آزمایش می‌توان بارگذاری سیکلی مشابه بار ترافیک عبوری، را شبیه‌سازی نمود. با استفاده از نتایج این آزمایش و پردازش آن‌ها می‌توان میزان نشست و خردشدگی مصالح را به صورت مستقیم و نسبت میرایی و سختی را با پردازش داده‌های چرخه‌های بارگذاری بدست آورد.

آزمایش لس‌آنجلس (ASTM C535) به عنوان آزمایشی معتبر در زمینه تعیین مقاومت مکانیکی مصالح بالاست در مقابل پدیده سایش، به‌کار گرفته می‌شود. در انتهای این آزمایش، معیار سایش برای نمونه به صورت نسبت وزنی مصالح عبوری از الک شماره ۱۲ به وزن اولیه نمونه ۱۰ کیلوگرمی به صورت درصد خلاصه می‌گردد. از آزمایشات دیگر نیز می‌توان به آزمایش سایش میل و دوال اشاره کرد. از سومین دسته آزمایشات، می‌توان به آزمایش تعیین مقاومت شیمیایی مصالح در برابر سولفات‌ها اشاره کرد. روش استاندارد انجام این آزمایش در ASTM C88 بیان شده است. نمونه مصالح در این آزمایش در حضور محلول اشباع سولفات سدیم و یا سولفات منیزیم، تحت پنج چرخه ذوب و انجماد قرار می‌گیرد. در انتهای آزمایش، وزن مصالح خرد شده که به‌طور قطع از لحاظ ابعاد و اندازه کوچک‌تر از مصالح اولیه می‌باشند، اندازه‌گیری و به‌صورت درصد و به‌عنوان معیاری از مقاومت مکانیکی سنگدانه‌ها در مقابل سولفات‌ها، بیان می‌شود

### نتایج محققین

با توجه به پژوهش‌های محققین، می‌توان عملکرد خرده لاستیک در لایه بالاست را در ۵ دسته شامل نشست لایه بالاست، سایش، خردشدگی سنگدانه‌های لایه، سختی و میرایی و زهکشی تقسیم‌بندی نمود. استفاده از خرده لاستیک به میزان ۵ تا ۱۰ درصد وزنی باعث کاهش در نشست لایه بالاست می‌شود. همچنین استفاده از این میزان بر اساس نتیجه اکثر تحقیقات دارای اثر کاهش در میزان سایش و خردشدگی سنگدانه‌های لایه بالاست می‌باشد. لازم به ذکر است اثر کاهش خرده لاستیک در سایش بیشتر از اثر آن در کاهش شاخص شکست بیان شده است. استفاده از خرده لاستیک باعث افزایش نسبت میرایی و به تبع کاهش سختی قائم لایه دارد که در شرایط خاص، کاهش سختی را می‌توان نکته مثبت این مخلوط نام برد. همچنین در ارتباط با زهکشی لایه بالاست در حضور خرده لاستیک، بنابر نتایج پژوهش‌ها استفاده از خرده لاستیک تا ۳۰ درصد حجمی نمونه خللی در استاندارد لایه ایجاد نمی‌کند.

### نتیجه‌گیری

از خرده لاستیک می‌توان به عنوان مصالح جدید در راستای افزایش عمر لایه بالاست و جلوگیری از زوال آن و از سویی کاهش تناوب زمانی دوره‌های نگهداری و تعمیر خط در راستای افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیر خطوط بالاستی نام برد. اکثر محققین براساس پارامترهای مقاومتی و دوامی لایه بالاست مقدار ۱۰ درصد وزنی را به عنوان مقدار بهینه برای استفاده از خرده لاستیک پیشنهاد داده‌اند. اما نکته حائز اهمیت در این نتایج، عدم بررسی و دقت به ابعاد خرده لاستیک مصرفی می‌باشد که این خود عامل تفاوت و بعضاً تناقض در نتایج گزارش شده قلمداد می‌شود. همچنین با توجه عدم توضیح درباره ترکیبات و مواد موجود در خرده لاستیک‌های حاصل از بازیافت قطعات فرسوده و امکان وجود قطعات فلز، نخ و سایر ترکیبات صنعتی، درصد اختلاط وزنی خرده لاستیک مشکلاتی را در خواص ارتجاعی مخلوط ایجاد می‌کند.

### مراجع

- ۱- میرمحمد صادقی، سید جواد، اصول و مبانی تحلیل و طراحی خطوط بالاستی راه آهن، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۹۹
- 2- Sol-Sanchez. M, Thom. N.H, Moreno-Navarro. F, Rubio-Gamez. M.C, Airey. G.D, A study into the use of crumb rubber in railway ballast, Construction and Building Materials, Volume 75, 2015