فصلنامه مهندسی حمل و نقل، دوره ۱۷، شماره ۲، زمستان ۱۴۰۴، ص. ۵۲۸۷-۵۲۷۱
مقاله علمی-پژوهشی

مقایسه ماسه آسفالت باربر و غیر باربر: چالش ها و راهکارهای پرداخت در فهارس بها

محمد علی تقی زاده شیرازی (مسئول مکاتبات)، کارشناس ارشد عمران، دانشگاه بعثت، کرمان، ایران
E-mail: Taghizadeh6512@gmail.com
عارف صانعی، کارشناس ارشد راه و ترابری، دانشگاه بعثت کرمان، ایران
مائده سفیدگری، دانشجوی دکتری، مهندسی برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
نوید ندیمی، دکترای راه و ترابری، دانشیار دانشگاه باهنر کرمان، ایران
محمدرضا زراعتی، کارشناس ارشد راه و ترابری، دانشگاه باهنر کرمان، ایران

دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۸ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۵

چکیده

از اختلاط ماسه طبیعی شسته یا ماسه شکسته یا مخلوطی از این دو با قیر خالص مصالحی با عنوان ماسه آسفالت (با دانه‌بندی ۰ تا ۶ میلیمتر) به دست می‌آید که به استناد فهارس بهای سنواتی راه و باند یا راهداری بیشترین بهای واحد را در بین سایر انواع دیگر اسفالت همچون بیندر و توپکا به خود اختصاص داده است. ازلحاظ مباحث سازه‌ای و ظرفیت باربری طبق مشخصات فنی عمومی راه چنانچه این قشر آسفالتی در تراز بیش از ده سانتیمتر نسبت به رویه نهایی قرار گیرد قابلیت باربری نداشته و می‌تواند به‌راحتی جهت پر نمودن ترک‌های غیرفعال مورداستفاده قرار گیرد. لکن چنانچه این قشر آسفالتی در تراز کمتر از ده سانتیمتر نسبت به رویه نهایی قرار گیرد، شرایط باربر را پیدا می‌کند که به استناد الزامات و ضوابط نشریه ۱۰۱ ضروری است تمهیداتی را برای آن مازاد بر حالت غیر باربر اندیشید که قاعدتاً به دلیل اجرای این تمهیدات آیین‌نامه‌ای هزینه‌هایی نیز بدین امر مترتب خواهد بود که متأسفانه نه آیتم یا اضافه بهایی تحت عنوان ماسه آسفالت باربر در فهرست‌بها وجود دارد و نه توضیحاتی در مقدمه فصل ۱۵ فهرست‌بها مبنی بر دلایل عدم تطابق بین سرفصل نشریه با آیتم‌های فهرست‌بها برای آن ارائه گردیده است. این پژوهش سعی دارد تا ضمن ارزیابی این موضوع و بررسی این کمبود نسبت به ارائه راهکار و تفکیک ماهیت ضوابط فنی و آیین‌نامه‌ای این دو نوع ماسه آسفالت از یکدیگر از یک‌سو و پیشنهاد آنالیز قیمت و نحوه پرداخت آن از محل فهرست‌بهای راه و راهداری از سوی دیگر بپردازد. در خاتمه نیز ضمن نتیجه گیری و ارائه نتایج آزمایشگاهی و آنالیز بهای قیمت ماسه آسفالت باربر سه روش اصلاحی تحت عنوان کوهی و رودخانه ای – باربر و غیرباربر – و پیش بینی اضافه بهای کوهی یا باربر نسبت به ردیف رودخانه ای و غیرباربر در فهارس بها پیشنهاد می گردد.

واژه‌های کلیدی: ماسه آسفالت باربر و غیرباربر، مصالح کوهی و رودخانه‌ای، آنالیز بهای قیمت اقلام کار، فهرست‌بهای راه و راهداری

۱. مقدمه

با نگاهی به فهارس بهای راه و باند فرودگاه و راهداری ابلاغی از سوی سازمان برنامه‌وبودجه کشور و مقایسه قیمت لایه‌های مختلف جسم راه مشخص می‌گردد که بهای واحد آسفالت نسبت به سایر لایه‌ها همچون خاک‌ریزی - زیراساس - اساس دارای بیشترین مقدار است. سهم عمده این تفاوت نیز مربوط به قیمت قیر و استفاده از تجهیزات منحصربه‌فرد دیگری همچون کارخانجات آسفالت و فینیشر و عوامل انسانی تولید و حمل و پخش خاص آن است. ازاین‌رو اتخاذ تدابیر فنی و ابلاغ صحیح دستورکارهای علمی و تخصصی و لحاظ نمودن کامل ضوابط اجرایی و بخشنامه‌ای نقش مستقیمی در کاهش هزینه پروژه‌های عمرانی از یک‌سو و افزایش کیفیت و بهره‌وری خدمت پذیری سطح جاده‌های کشور از سوی دیگر خواهد داشت. با توجه به بودجه محدود دولت و عدم تخصیص کامل اعتبارات بالاخص در حوزه پروژه‌های دارایی‌های سرمایه‌ای پرداختن به این امر جهت مدیریت هزینه‌های اجرایی اهمیت دوچندانی پیدا می‌کند. متاسفانه بین تفکیک و رده‌بندی ماسه آسفالت در مشخصات فنی عمومی راه و فهارس بهای سنواتی سازمان مدیریت تطابقی وجود ندارد.

در جدول ۱ خلاصه محورهای اصلی پژوهش ارائه گردیده شده است.

جدول ۱. خلاصه محورهای اصلی پژوهش در زمینه مقایسه فنی-اقتصادی لایه‌های راه و رفتار ماسه آسفالتی

موضوع اصلی	اهمیت و ضرورت	هدف پژوهش	استناد به مشخصات فنی و بخشنامه
تاکید بر تعیین قیمت تمام شده ماسه آسفالت باربر و غیر باربر به دلیل جایگاه کاربردی ماسه آسفالت در ترمیم و بهسازی جاده های کشور	اتخاذ تدابیر فنی صحیح و لحاظ نمودن کامل ضوابط اجرایی و بخشنامه‌ای، نقش بسزایی در کاهش هزینه‌ها و افزایش کیفیت پروژه‌های عمرانی دارد. با توجه به محدودیت بودجه و قیمت بالای قیر و آسفالت در مقایسه با سایر لایه های راه، مدیریت هزینه های اجرایی اهمیت دوچندانی پیدا می کند.	مقایسه رفتار، تعریف آئین نامه و بخشنامه ، نحوه آنالیز قیمت مخلوط‌های ماسه آسفالتی (۰-۶ میلیمتر) در برابر بارهای ترافیکی در ترازهای کمتر و بیشتر از ۱۰ سانتیمتر نسبت به سطح رویه نهایی.	ارجاع به مشخصات فنی عمومی راه (تجدید نظر دوم نشریه ۱۰۱) و تاکید بر تعریف ماسه آسفالت (اختلاط ماسه طبیعی یا شکسته با قیر خالص) و فهارس بهای سنواتی
			اشاره به ضخامت حداقل ۱۵ میلی‌متری برای پخش و اجرا یا استفاده به عنوان قشر تسطیح. تاکید بر انتخاب موارد مصرف ماسه آسفالت بر اساس مقاومت مارشال و ویژگی‌های دیگر، متناسب با انواع ترافیک.
عدم وجود تطابق بین رده‌بندی و تفکیک انجام شده در فهرست بهای راه و باند و راهداری (بخشنامه) با مشخصات فنی عمومی راه – نشریه ۱۰۱ (آئین نامه)			ذکر تفاوت معیارها و مشخصات فنی ماسه آسفالت در ترازهای بیشتر و کمتر از ۱۰ سانتیمتر (اشاره به جدول‌های ۲۰-۱۸ و ۲۰-۱۴ نشریه ۱۰۱).
			مجاز بودن تجاوز از حد ۱۸ درصد فضای خالی برای قشر اساس آسفالتی در صورت انطباق سایر ارزش ها با مشخصات.

علاوه بر آن هرچند که در فهرست‌بهای راه و باند بیشتر به حوزه احداث راه و اجرای عملیات از صفر کار و با طراحی دقیق و محاسبات میزان باربری هر لایه بر اساس مصالح موجود منطقه می‌پردازد، به‌اضافه بهای استفاده از مصالح کوهی اشاره شده است ولی در فهرست‌بهای راهداری که بیشتر به جنبه‌های مرمت و بهسازی راه‌های موجود و استفاده از نسخه‌های درمانی جهت رفع عیوب مختلف راه بسته به نیاز و نوع خرابی می‌پردازد که بسیار نیز می‌تواند حالت‌های مختلف و متعددی را تجربه کند و بر نقش و کاربرد ماسه آسفالت بیش‌ازپیش صحه می‌گذارد متأسفانه هیچ رد و نشانی در فهرست‌بها از وجود اضافه بهای کمکی جهت تغییر کاربری لایه از غیر باربر بودن به باربر شدن و جبران هزینه‌های مرتبط کار وجود ندارد و درنهایت همه این کمبودها و عدم شفافیت‌ها منجر به ادعاهای متعدد پیمانکاری در نحوه درخواست اضافه بهای بیشتر یا درخواست آیتم جدید با بهای بیشتر و تحلیل‌های اشتباه و تفاسیر غلط از بخشنامه‌ها همچون ابلاغ دستور کار توپکا با دانه‌بندی ۰ تا ۶ میلیمتر جهت استفاده از سایر اضافه بها و مزایای آیتم اصلی توسط برخی مشاوران کم تجربه جهت همسو شدن با خواست پیمانکاران را رقم می‌زند که با هیچ منطقی سازگار نیست. امری که با توضیحات و پیشنهادات و تحلیل دقیق آیتم‌ها و تغییر در فهرست عوامل چهارگانه مؤثر در بهای واحد و تجزیه بهای اقلام کار همچون نیروی انسانی، ماشین‌آلات، حمل و مصالح قابل جبران خواهد بود. امری که در ادامه مطالعه با ارائه راهکارها و پیشنهادات مناسب، در دو حالت پیگیری می‌گردد: حالت اول معطوف به تفکیک آیتم‌های فهرست‌بها در بخش ماسه آسفالت به باربر و غیر باربر مطابق تفکیک بندی نشریه ۱۰۱ است و حالت دوم باقی ماندن آیتم فعلی ماسه آسفالت فهرست‌بهای راهداری ولی اضافه نمودن چند زیر آیتم و اضافه بهای جنبی جهت پوشش دادن هزینه‌های مربوطه می‌تواند جلوی بسیاری از ادعاها و کلیم‌ها و اضافه پرداختی‌ها در صورت‌وضعیت‌ها را بگیرد.

همچنین با حفظ و عدم هدررفت بودجه محدود پروژه‌های عمرانی و هزینه کرد صحیح آن از ورود نهادهای نظارتی به دلیل عدم تامین و رعایت حداکثری منافع دولت نیز جلوگیری به عمل آورد.

با توجه به گران بودن بتن آسفالتی برای بهسازی مسیر بهتر است از روکش ماسه آسفالت باربر توصیه‌شده در نشریه ۱۰۱ استفاده شود که از مزایای آن هزینه کمتر و کیفیت اجرای بهتر نسبت به بتن آسفالتی می باشد که متاسفانه فاقد بهای واحد در فهارس بها می باشد. لذا خلأ آیتم ماسه آسفالت باربر و غیر باربر در آیتم‌های فهرست‌بها دیده می‌شود.

۲. ادبیات پژوهش

۲-۱ مروری بر ادبیات گذشته

مطالعات متعددی به بررسی جنبه‌های مختلف تعمیر و نگهداری آسفالت و تحلیل هزینه–فایده مرتبط با آن پرداخته‌اند. [هانگ، وانگ، ۲۰۲۵] با تمرکز بر پایداری استراتژی‌های تعمیر و نگهداری جاده‌های شهری، به ارزیابی مقایسه‌ای فناوری‌های فوگ‌سیل و میکروسرفیسینگ پرداختند. نتایج نشان داد میکروسرفیسینگ به عنوان روشی بهینه، کمترین میزان انتشار CO_2 و هزینه اقتصادی را به دنبال دارد، در حالی که تعمیر و نگهداری مجدد، تقریباً ۶ برابر انتشار و ۹ برابر هزینه به همراه دارد. [پن، شانگ، ۲۰۲۱] نیز با استفاده از رگرسیون چندگانه و تحلیل هزینه چرخه عمر، به بررسی اثربخشی و مقرون به صرفه بودن روش‌های مختلف روسازی از جمله بازیافت داغ در محل، آسیاب و پر کردن، روکش نازک آسفالت گرم و میکروسرفیسینگ پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که بازیافت داغ در محل، بالاترین اثربخشی و مقرون به صرفه بودن را داراست و استفاده از مصالح بازیافتی در زمان‌بندی مناسب تعمیر و نگهداری، مزایای قابل توجهی در بازیابی مقاومت شیارشدگی روسازی آسفالتی دارد. از سوی دیگر، [وانگ، چنگ،وو، ۲۰۲۴] با بررسی رئولوژیکی مخلوط‌های آسفالتی امولسیون شده بازیافتی سرد و تأثیر پودر زغال سنگ

زغال جامد بر عملکرد دمای بالای ماستیک‌های آسفالتی، نشان دادند که استفاده از قیر پلیمری، هزینه اولیه مخلوط آسفالت را افزایش می‌دهد، اما در نهایت منجر به افزایش عملکرد کلی به ویژه می‌شود. این مطالعات مجموعاً نشان می‌دهند که انتخاب روش مناسب تعمیر و نگهداری آسفالت نیازمند در نظر گرفتن عوامل متعددی از جمله هزینه‌های اقتصادی، اثرات زیست محیطی، تأخیر ترافیک و ویژگی‌های رئولوژیکی مصالح است. با توجه به افزایش هزینه‌های مصالح راهسازی [الموسوی، شومان، ۲۰۲۳] ارزیابی راه‌حل‌های جایگزین را ضروری دانسته و یکی از مناسب ترین جایگزین ها، بازیافت روسازی آسفالت قدیمی برای تولید روسازی آسفالت احیا شده می دانند چرا که مواد بازیافتی معمولاً در طول ساخت روسازی با مخلوط‌های آسفالتی ترکیب می‌شوند. از جنبه مباحث سازه‌ای و اصلاح زیرسازی و تأثیر آن بر عملکرد باربری لایه آسفالت [غنی زاده، قادری، ۱۳۹۷] به ارزیابی عددی تأثیر اساس مسلح شده با ژئوسل بر افزایش عمر خستگی و شیارشدگی روسازی‌های آسفالتی با روش المان محدود غیرخطی پرداخته و مطرح نمودند که در چند سال اخیر با پیشرفت‌های صورت گرفته در تولید محصولات زمین پارچه‌ای، استفاده از این محصولات در مسلح‌سازی روسازی افزایش چشمگیری داشته است. در تحقیقی با عنوان عوامل موثر جهت پیشگیری از ادعاهای پیمانکاری در فهرست بهای راه و باند و فرودگاه با نگاه مدیریت هزینه در ساخت [تقی زاده، طباطبایی، ۱۳۹۷] به موضوع عدم شفافیت و برداشت‌های چندگانه و تفاسیر مختلف از بخشنامه‌های سازمان مدیریت و برنامه ریزی پرداخته است که می تواند شروع دعاوی حقوقی و قراردادی را برای هر یک از عوامل پروژه به همراه داشته باشد که منجر به اطاله زمان اجرای پروژه، افزایش مبلغ اولیه پیمان، تاخیر و تعویق در افتتاح پروژه، انحراف از برنامه‌های عمرانی و تخصیص اعتبارات در بودجه سنواتی سالهای آتی با هزنیه بیشتر، ناکارآمدی دستگاه اجرایی و دولت و نهایتا ناراضایتی عمومی را در پی خواهد داشت. از حیث آزمایش‌ها و آزمون‌های تجربی انجام‌شده بر روی ماسه[۱] (FSS) همچون نفوذ، شکل‌پذیری، نقطه نرم شدن، ویسکوزیته، نفوذپذیری و آزمون‌های بهینه‌سازی ماسه و تست‌های تبخیر و ساییدگی بار [ژانگ، وانگ، ۲۰۱۹] برای تعیین بهترین ماده برای دستیابی به یک تکنیک امیدوارکننده برای نگهداری پیشگیرانه روسازی‌های انعطاف‌پذیر دست یافتند. در مطالعه‌ای توسط [کووات، ساداگلو، ۲۰۲۰] خواص دینامیکی مدول برشی سکانسی[۲] (Gsec) و نسبت میرایی[۳](D) مخلوط‌های ماسه و قیر[۴] (SB) که می‌توانند به‌عنوان مواد میرایی در سیستم‌های[۵](GSI) مورداستفاده قرار گیرند، با آزمایش‌های سه محوری چرخه‌ای تعیین شدند. در آزمایش‌های چرخه‌ای، تأثیر نفوذ و محتوای قیر بر ظرفیت جذب انرژی نمونه‌های قیر بسته به نسبت تنش چرخه‌ای[۶] (CSR)، فشار سلول و فرکانس بارگذاری موردبررسی قرار گرفت. در پژوهش دیگر که توسط [آلماداوی، آصف، ۲۰۱۹] در مناطق بیابانی گرم و خشک انجام گرفته است دو محدودیت جدی را برای آسفالت بتن[۷](AC) پیش‌بینی نموده است. مخلوط‌ها تحت آزمایش‌های متعددی ازجمله تست‌های مارشال، روسازی ممتاز[۸]، عمق شیارشدگی[۹] و مدول دینامیکی[۱۰] روی AC قرار گرفت. در مقاله‌ای با عنوان مدل کراس اصلاح‌شده[۱۱] برای پیش‌بینی رفتار خزش بلندمدت ماسه آسفالت [بای، یانگ، ۲۰۱۹] مطرح نمودند که مدل کراس با معرفی یک ضریب تصحیح بلندمدت برای پیش‌بینی رفتار مکانیکی بلندمدت ماسه آسفالت کوبیده شده با ترکیب اصل برهم‌نهی[۱۲] دما- زمان اصلاح می‌شود. در مطالعه ایی با عنوان داده‌های تنش نرمال و افت تنش برای ماسه آسفالت تحت جریان پیچشی [کاسولا، کریشنان، ۲۰۰۵] تبیین نمودند که تنش نرمال و واتنیدگی تنش مخلوط ماسه آسفالت با استفاده از رئومتر پیچشی اندازه‌گیری و شرح و اصل عملکرد رئومتر پیچشی و روش اندازه‌گیری چگونه خواهد بود. در بررسی توصیف خستگی مخلوط آسفالتی با استفاده از نمونه‌های ملات

آسفالت ماسه‌ای[۱۳] (SAM) و با محوریت پیری در دو مقیاس [کمیدی، کیم، ۲۰۲۰] مطرح نمودند که مقاومت در برابر خستگی مواد آسفالتی و روسازی‌های انعطاف‌پذیر به‌شدت با خواص چسبندگی تحت اثر پیری و برهم‌کنش آن با ذرات سنگدانه که ویژگی‌های فیزیکی–مکانیکی قطعات در مقیاس کوچک هستند، مرتبط است. در حوزه نوع قیر [کوندو، ناکاساکا، ۲۰۱۶] به‌روزرسانی قیر ماسه نفتی با استفاده از کاتالیزوری متشکل از CeO2-ZrO2-Al2O3-FeOX و آب زیردما و فوق بحرانی در دو نوع راکتور پیمانه‌ای و جریان بستر ثابت مورد ارزیابی قرار گرفت. از حیث رفتار سازه‌ای و باربری ماسه به‌کاررفته در یک مخلوط آسفالتی [لی ,زایو , ۲۰۲۱] پژوهشی با عنوان ویژگی‌های دینامیکی و شیارشدگی مخلوط‌های آسفالتی بازیافتی حاوی ماسه طبیعی و عوامل ضد تورق[۱۴] (ASA) را انجام داده و استفاده ترکیبی از روسازی آسفالت بازیافتی[۱۵] (RAP) و شن و ماسه طبیعی به‌عنوان سنگدانه‌های جایگزین برای مزایای بالقوه زیست‌محیطی و اقتصادی را مثبت ارزیابی نمودند. ازنظر مقاومت شیارشدگی، یافته‌های آزمایش‌های APA[۱۶] در بیشتر موارد با تست‌های HWT[۱۷] مطابقت داشت که نشان‌دهنده استفاده محدود از RAP و شن و ماسه طبیعی رضایت‌بخش بود. طی پژوهشی که در حوزه افزودنی‌های آسفالت و تأثیر آن بر مباحث زیست‌محیطی نیز [داسیلو، مایوس، ۲۰۲۱] در خصوص سیلوهای تولید شن و ماسه برای استفاده در آسفالت مخلوط گرم انجام دادند که حاکی از آن بود که داده‌های موجودی چرخه حیات (LCI)[۱۸] برای روسازی‌های بتنی مخلوط گرم آسفالت (HMA)[۱۹] می تواند وجود نداشته باشد. طی مطالعه صورت گرفته توسط [پی، فان، ۲۰۲۰] در نوع خاصی از آسفالت به نام آسفالت روغن زدایی شده با شن و ماسه نفتی[۲۰] (OSDOA) به‌عنوان یک اصلاح‌کننده آسفالت، خواص رئولوژیکی، پایداری ذخیره‌سازی، سازگاری، مورفولوژی و پایداری حرارتی آسفالت ارزیابی گردید. در بررسی لایه میانی مخلوط ماسه در کاهش محدودیت حرارتی کرنش در روکش بتن آسفالتی نیز [پی،فان، ۲۰۲۰] در حوزه نقش ماسه در باربری لایه آسفالت به تحقیق پرداختند. با هدف بررسی نقش انواع ماسه ازلحاظ جنس نیز [ژائو، وو، ۲۰۲۱] به بررسی ویژگی‌های پرکننده ماسه آهکی و تأثیر آن بر خواص فیزیکی و رئولوژیکی مخلوط آسفالت پرداخته و با ابزار میکروسکوپ الکترونی SEM[۲۱]، طیف‌سنج پراکنده انرژی، فلورسانس اشعه ایکس، پراش اشعه ایکس و تحلیل‌گر اندازه ذرات لیزری مقادیر نفوذ، نقطه نرم شدن و ویسکوزیته ماستیک‌های آسفالتی حاوی پرکننده ماسه آهکی و خواص رئولوژیکی توسط رئومتر برشی دینامیکی[۲۲] (DSR) ارزیابی نمودند. در حوزه مسائل افزودنی‌های و تأثیر آن‌ها بر عملکرد سازه‌ای لایه آسفالت [خبیری، میدانشاهی، ۱۳۹۸] به بررسی تأثیر افزودنی نیمه گرم بر عملکرد روسازی انعطاف‌پذیر بر روی بسترهای مختلف بر پایه نتایج مدلسازی عددی پرداختند. در مطالعات انجام‌شده پیرامون کنترل و کاهش خرابی‌ها [زیاری، مجردی، ۱۳۹۸] به بررسی تأثیر مشخصات هندسی و مکانیکی لایه‌ها بر سرعت شکست روکش آسفالتی پرداخته و مهم‌ترین خرابی روکش آسفالتی را ترک انعکاسی عنوان نمودند. در بررسی پتانسیل شیارشدگی و مدول برجهندگی مخلوط آسفالت لاستیکی [شفابخش، اسدی، ۱۳۹۸] نشان دادند که افزودن پودر لاستیک به قیر و تولید آسفالت لاستیکی خصوصیات مطلوبی برای مخلوط آسفالتی ایجاد می‌نماید. [صالحی، بنادکی، ۱۴۰۱] نیز در نحوه عملکرد و تأثیر گوشه‌داری مصالح سنگی ریزدانه بر حساسیت رطوبتی و مقاومت شکست مخلوط آسفالت گرم اشاره نموده اند.

۲-۲ بررسی و جمع بندی ادبیات پژوهش

هرچند که در حوزه آسفالت و مخلوط های آسفالتی همچون ماسه آسفالت و روش های اجرایی و مباحث آزمایشگاهی و تحلیل‌ها و پژوهش‌های داخلی و برون مرزی متعددی انجام شده است که در بخش فوق به آنها پرداخته شد لاکن در حوزه

مباحث مربوط به هزینه ها و پرداخت ها و ارتباط بین مباحث فنی و مالی پروژه مطالعات کمتری انجام گردیده است. متاسفانه در مقالات علمی – پژوهشی داخلی نیز تحقیقات بسیار کمی در امر فهرست بها و ارتباط بین نشریات فنی و مطالعات علمی با نحوه اخذ هزینه از کارفرما و نحوه دفاع از صورت وضعیت‌های پیمانکاری و برخورد با ادعاهای غیرمنطقی در این احوزه صورت گرفته است که این خلاء تحقیقاتی کاملا مشهود بوده و بر آنیم که در پژوهش پیشرو به بخشی از این فقدان در حوزه مسائل مربوط به نحوه برخورد فهارس بهای با پرداخت آیتم ماسه آسفالت باربر و غیر باربر بپردازیم.

۳. بیان مسئله و داده‌های پژوهش

پژوهش حاضر به بررسی چالش عدم وجود آیتم جداگانه برای ماسه آسفالت باربر در فهارس بهای راه و راهداری مطابق جدول۲، می پردازد. با توجه به الزامات فنی متفاوت این نوع آسفالت در لایه های زیرین روسازی (مطابق نشریه ۱۰۱)، هزینه های اجرای آن بیشتر از ماسه آسفالت غیرباربر است. پیشنهاد می شود با ارائه آنالیز قیمت یا اضافه بهای جداگانه، این تفاوت هزینه جبران شود. همچنین، تفکیک نوع مصالح (کوهی/رودخانه ای) و پیش بینی اضافه بها برای ماسه آسفالت باربر در فهرست بها، راهکاری برای رفع این کمبود است. هدف، ایجاد شفافیت و تعیین قیمت عادلانه برای این نوع آسفالت است.

جدول ۲. مقایسه دو نوع ماسه آسفالت از دید مشخصات فنی عمومی راه و فهرست بها

موضوع	ماسه آسفالت باربر تراز < ۱۰cm	ماسه آسفالت غیرباربر تراز > ۱۰cm	ملاحظات فهارس بها
تعریف	قشر آسفالتی با ضوابط خاص به دلیل تحمل بار	قشر آسفالتی با مشخصات فنی استاندارد	عدم وجود آیتم مجزا در فهرست بها برای ماسه آسفالت باربر
مشخصات فنی	مطابق جدول ۲۰-۱۴ نشریه ۱۰۱، روش مارشال T245 با ملاحظات ترافیکی	مطابق جدول ۲۰-۱۸ نشریه ۱۰۱، روش مارشال T245 با ۵۰ ضربه در هر طرف	لزوم آنالیز قیمت جداگانه و پیشنهاد اضافه بها
کاربرد	لایه های زیرین روسازی، متحمل بار ترافیکی مستقیم	پر کردن ترک های غیر فعال، لایه های فوقانی روسازی	استفاده از آیتم های موجود و تعدیل قیمت با آنالیز
الزامات	مقاومت و استحکام بالا، فضای خالی کنترل شده	مقاومت کافی، فضای خالی مناسب برای جلوگیری از قیرزدگی	پیشنهاد تفکیک نوع مصالح (کوهی/رودخانه ای) در فهرست بها

با در نظر گرفتن محدودیت دسترسی به داده‌های کمی، رابطه کلی (۱) به منظور ارزیابی اثر پارامترهای گوناگون بر قیمت ماسه آسفالت باربر ارائه شده است. این رابطه، تاثیرات ناشی از الزامات ترافیکی، نوع مصالح مصرفی و میزان تراکم و کنترل کیفیت را بر قیمت نهایی ماسه آسفالت باربر در مقایسه با نوع غیرباربر آن نشان می‌دهد و می‌تواند مبنایی برای تحلیل‌های اقتصادی و بهینه‌سازی طراحی روسازی باشد.

$$C_{Bar} = C_{NBar} + \Delta C_{Traf} + \Delta C_{Mate} + \Delta C_{Comp} \quad (۱)$$

که در آن:

C_{barber} : قیمت ماسه آسفالت باربر

$C_{nonbarber}$: قیمت ماسه آسفالت غیرباربر

$\Delta C_{traffic}$: افزایش قیمت ناشی از الزامات ترافیکی (مقاومت بیشتر)

$\Delta C_{material}$: افزایش قیمت ناشی از نوع مصالح (سنگدانه های خاص)

$\Delta C_{compaction}$: افزایش قیمت ناشی از تراکم بیشتر و کنترل کیفیت

خط اصلی تحقیق بررسی نوع تعریف و رفتار و قیمت مخلوط-های ماسه آسفالتی (با دانه‌بندی ۰ تا ۶ میلیمتر) در برابر بارهای ناشی از ترافیک در ترازهای کمتر و بیشتر از ۱۰ سانتیمتر نسبت به سطح رویه نهایی است. با توجه به بخش کلیات مقدمه فهارس بهای راهداری و راه و باند و فرودگاه (به عنوان مثال در سال ۱۴۰۳ بند ۸)، منظور از مشخصات فنی در این فهارس بها، مشخصات فنی عمومی راه تجدیدنظر دوم نشریه ۱۰۱ امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه‌وبودجه کشور بوده که در بند ۲۰-۲-۴ صفحه ۵۰۱ قید نموده است که ماسه آسفالت از اختلاط ماسه طبیعی شسته یا ماسه شکسته یا مخلوطی از این دو با قیر خالص تهیه می‌شود. این مخلوط آسفالتی را می‌توان در قشرهای به ضخامت حداقل ۱۵ میلی‌متر پخش و اجرا کرد یا از آن به‌عنوان قشر تسطیح در رویه‌های قدیمی و قبل از روکش استفاده نمود. چون مقاومت مارشال ماسه آسفالت در مقایسه با مقاومت سایر مخلوط‌های آسفالتی گرم و بتن آسفالتی که دانه‌بندی درشت‌تر از ماسه دارند کمتر است، لذا موارد مصرف آن باید به‌تناسب مقاومت مارشال و سایر ویژگی‌های آن و رابطه آن‌ها با انواع ترافیک سبک، متوسط و سنگین، انتخاب شود. در بند ۲۰-۷-۸ صفحه ۵۲۹ نیز عنوان شده است که درصورتی‌که این قشر آسفالتی در تراز بیش از ده سانتیمتر نسبت به رویه نهایی قرار گیرد، مشخصات و معیارهای فنی آن بر اساس روش مارشال T245 آشتو با اعمال ۵۰ ضربه در هر طرف نمونه‌ها به شرح جدول ۲۰-۱۸ خواهد بود. در شرایطی که این آسفالت در تراز کمتر از ۱۰ سانتیمتر قرار گیرد، باید با ضوابط جدول ۲۰-۱۴ نشریه مطابقت داشته باشد. چنانچه ماسه آسفالت به‌عنوان قشر اساس آسفالتی مصرف شود، تجاوز از حد ۱۸ درصد فضای خالی به شرح جدول ۲۰-۱۸ نشریه مشروط بر آنکه سایر ارزش‌های آن با مشخصات منطبق باشد، بلامانع است. در مشخصات فنی عمومی مدنظر سازمان مدیریت و برنامه ریزی که در کلیات فهرست‌بها به آن اشاره شده است به صراحت به تفکیک ماسه آسفالت به دو نوع رفتار به نحوی اشاره شده است که مشخصه اصلی انفکاک آن‌ها از یکدیگر باربر پذیر بودن آن‌ها است. امری که در بخش آیتم‌های فهارس بهای سنواتی راهداری و راه و باند این تفکیک و رده‌بندی دیده نشده و صرفاً به وجود یک آیتم ماسه آسفالت (با دانه‌بندی ۰ تا ۶ میلیمتر) اشاره شده است. به‌طورکلی مقاومت و استحکام ماسه آسفالت باید به‌اندازه‌ای باشد که بار ناشی از ترافیک را بدون تغییر شکل تحمل نماید و از طرفی فضای خالی کافی در آن تأمین‌شده باشد تا با افزایش درجه حرارت محیط و تراکم اضافی ناشی از عبور مرور ترافیک، قیر زدگی و افت مقاومت پیدا نکند و درعین‌حال این فضای خالی در حدی باشد که موجب نفوذ آب‌وهوا به جسم آسفالت نگردد و بافت سطحی و سختی سنگدانه‌های آن بتواند ضریب اصطکاک کافی را در شرایط جوی نامناسب تأمین نماید. مصالح سنگی ریزدانه یا ماسه به‌عنوان مصالحی شناخته می‌شود که کاملاً از الک شماره ۴(۴,۷۵ میلی‌متر) عبور کرده و بر روی الک شماره ۲۰۰(۷۵ میکرون) باقی بماند. الک شماره ۸ (۲,۳۶ میلی‌متر) یک الک کلیدی در مصالح ریزدانه است که برای دانه‌بندی مخلوط آسفالت بکار می‌رود. دو نوع کلی سنگدانه ریز وجود دارد: ۱- شکسته (تولیدی) ۲- طبیعی. اگرچه سنگدانه‌های ریز طبیعی معمولاً نسبت به سنگدانه‌های ریز تولیدی (خردشده) گردتر هستند، استثناهای زیادی وجود دارد. برخی از مواد طبیعی به‌جای گرد گوشه بودن زبر و زاویه‌ای هستند که می‌توان از آن‌ها به‌جای مصالح زاویه‌دار ساخته‌شده استفاده کرد. هوازدگی در طول حمل‌ونقل و رسوب باعث صاف شدن بافت سطحی سنگدانه‌های طبیعی می‌شود. بافت سطحی ذرات خردشده در درجه اول تابعی از کانی‌شناسی سنگ است. برای تعیین پارامتر شکل، اهمیت دارد که زاویه و بافت سنگدانه‌های ریز تعیین گردد تا بتوان بر اساس این مشخصات، نوع ماسه را مشخص کرد. مصالح سنگی ریزدانه یا ماسه به‌عنوان مصالحی شناخته می‌شود که کاملاً از الک شماره ۴ (۴,۷۵ میلی‌متر) عبور کرده و

بر روی الک شماره ۲۰۰ (۷۵ میکرون) باقی بماند. الک شماره ۸ (۲,۳۶ میلی‌متر) یک الک کلیدی در مصالح ریزدانه است که برای دانه‌بندی مخلوط آسفالت بکار می‌رود. دو نوع کلی سنگدانه ریز وجود دارد: ۱- شکسته (تولیدی) ۲- طبیعی. اگرچه سنگدانه‌های ریز طبیعی معمولاً نسبت به سنگدانه‌های ریز تولیدی (خردشده) گردتر هستند، استثناهای زیادی وجود دارد. برخی از مواد طبیعی به‌جای گرد گوشه بودن زبر و زاویه ای هستند که می‌توان از آن‌ها به‌جای مصالح زاویه‌دار ساخته‌شده استفاده کرد. هوازدگی در طول حمل‌ونقل و رسوب باعث صاف شدن بافت سطحی سنگدان‌های طبیعی می‌شود. بافت سطحی ذرات خردشده در درجه اول تابعی از کانی‌شناسی سنگ است. برای تعیین کمیت شکل، زاویه و بافت سنگدانه‌های ریز وجود دارد تا بتوان آن را بر اساس این مشخصات نوع ماسه را مشخص کرد. در این پژوهش از دو روش تحلیلی و آزمایشگاهی برای بررسی ماسه آسفالت باربر و غیر باربر استفاده شده است. در روش آزمایشگاهی با انجام آزمایش‌های دانه‌بندی، مارشال و ... بر روی نمونه های تهیه شده با انواع دانه بندی و درصد قیر به کمک جدول شماره ۳، مناسب‌ترین دانه‌بندی برای ماسه‌آسفالت باربر (مصالح کوهی شکسته شده) که منطبق بر جدول ۴ باشد، بدست آمده است. در طرح اختلاط بدست آمده برای ماسه آسفالت باربر میزان قیر مصرف‌شده ۱/۳۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بوده است (جدول ۴) که در مقایسه با ماسه آسفالت غیر باربر از میزان مصرف قیر کمتر حکایت دارد. با توجه به نیاز روزافزون کشور به اجرای ماسه آسفالت برای ترمیم مسیرهای موجود این نتیجه آثار مثبتی ازجمله کاهش مصرف قیر، کاهش هزینه اجرایی پروژه‌های بهسازی و افزایش ارزآوری در پی صادرات قیر را در پی خواهد داشت.

جدول ۳. دانه‌بندی فیلر

اندازه الک	درصد وزنی رد شده
۱/۱۸ میلی‌متر (شماره ۱۶)	۱۰۰
۰/۶ میلی‌متر (شماره ۳۰)	۹۷-۱۰۰
۰/۳ میلی‌متر (شماره ۵۰)	۹۵-۱۰۰
۰/۰۷۵ میلی‌متر (شماره ۲۰۰)	۷۰-۱۰۰

در روش تحلیلی به بحث آنالیز بهای قیمت واحد ماسه آسفالت باربر می‌پردازیم. تجزیه بهای آیتم ماسه آسفالت باربر پژوهش با استفاده از نرم‌افزار تکسا و با بهره گیری از آخرین تجزیه بهای ابلاغی سازمان برنامه و بودجه به دست آمده است. لازم به ذکر است که کلیه آیتم‌های فهرست بها دارای یک تجزیه بهای مربوط به خود می باشند که از ۴ بخش نیروی انسانی، ماشین آلات، مصالح و حمل و میزان استفاده از هر یک از این منابع بر اساس واحد کار مربوطه به دست می آید و بایستی منطبق بر اصول راندمان کاری استاندارد تعیین شده سازمان برنامه و بودجه باشد. لذا در این قسمت به استناد نتیجه حاصل از طرح اختلاط انجام‌شده در جدول شماره ۴ ، آنالیز منتج شده از آن در جدول شماره ۵ ارائه می‌گردد. قیمت موجود ماسه آسفالت غیر باربر (رودخانه‌ای) در فهرست بهاء راه و باند و فرودگاه ۱۴۰۳ مبلغ ۲۴۸،۵۰۰ ریال به ازای هر مترمربع سانتی‌متر و مقدار اضافه بهای مصالح کوهی۱۵،۲۰۰ ریال به ازای هر مترمربع سانتی‌متر مبلغ ماسه آسفالت کوهی درنهایت ۲۶۳،۷۰۰ ریال به دست می‌آید. در فهرست بهاء راهداری ۱۴۰۳ مبلغ ماسه آسفالت غیر باربر (رودخانه‌ای) ۲۴۸،۵۰۰ ریال است. متأسفانه علیرغم قید گردیدن عناوین باربر و غیر باربر در نشریه ۱۰۱ نه‌تنها این عناوین در فهرست‌بهای راهداری قید نگردیده بلکه آیتم اضافه بهای کوهی نیز در آن به چشم نمی‌خورد. این در حالی است که

استفاده از انواع ماسه آسفالت بیشترین کاربرد را در عملیات راهداری جهت دستورکارهای ترمیمی و تجویزهای مرمتی سطح جاده به خود اختصاص داده است که در بخش بحث و نتیجه گیری بیشتر به این موضوع پرداخته می شود.

جدول ۴. چکیده طرح اختلاط آزمایشگاهی آسفالت باربر

قیر			
رده‌بندی قیر	PG۷۱۰-۰	وزن مخصوص در ۲۵ C	۱/۰۱۶
محدوده دمای تراکم C	۱۶۵-۱۵۸	محدوده دمای اختلاط C	۱۵۱-۱۴۵
دانه‌بندی کارگاهی			
نسبت‌های اختلاط مصالح سنگی ٪		دانه‌بندی مخلوط مصالح سنگی	
		اندازه الک میلی‌متر	درصد رد شده
ماسه درشت	۲۲	۵۰/۹	۱۰۰
ماسه ریز	۷۰	۷۵/۴ (شماره (۴)	۹۰
فیلر مصالح سنگی	۸	۳۶/۲ (شماره (۸)	۷۰
فیلر اضافی	۰,۹	۱۸/۱ (شماره (۱۶)	۴۵
		۶/۰ (شماره ۳۰)	۳۰
		۳/۰ (شماره ۵۰)	۱۸
		۱۵/۰ (شماره ۱۰۰)	۱۰
		۰۷۵/۰ (شماره ۲۰۰)	۶
ویژگی‌های مخلوط مصالح سنگی			
وزن مخصوص حقیقی (Gsb) (g/cm3)	۲/۶۳۳	شکستگی در یک جبهه ٪	۱۰۰
وزن مخصوص مؤثر (Gs) (g/cm3)	۲/۶۵۴	شکستگی در دو جبهه ٪	۱۰۰
درصد جذب قیر (Pba) (g/cm3)	۰/۳	گوشه‌داری مصالح ریزدانه٪	۴۴/۵
مشخصات بهینه مخلوط آسفالتی			
قیر انتخابی ٪	۵/۷	قیر مؤثر ٪	۵/۴۳
چگالی آسفالت متراکم (kg/m3)	۲۲۹۲	نسبت فیلر به قیر مؤثر	۱/۱
حداکثر وزن مخصوص تئوری (Gmm) (g/cm3)	۲/۴۳۱	استحکام مارشال، kg	۱۳۶۱
فضای خالی مخلوط آسفالتی متراکم (۷) ٪	۵	روانی mm	۲/۸
فضای خالی مخلوط مصالح سنگی (VMA)٪	۱۷/۹	نسبت استحکام مارشال	۰/۸۷
فضای خالی پرشده با قیر (VFA) ٪	۷۲	نسبت مقاومت کششی TSR	۰/۸۳

جدول ۵. تجزیه بهای اقلام کار (فهرست بهای سال ۱۴۰۳)

		تهیه و اجرای ماسه آسفالتی باربر به ازای هر سانتی‌متر ضخامت آسفالت.	
واحد : مترمربع	مقدار : ۱/۰۰		

ردیف	کد عامل	نیروی انسانی	واحد	مقیاس	مقدار / مقیاس	بهای واحد	بهای کل
۱	۱۳۰۴۰۲۰۱	متصدی کارخانه آسفالت	نفر ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۵۹۰۰۰۰	۸۵۴٬۸۱۷/۰	۵۰۴/۳
۲	۱۳۰۴۰۲۰۲	متصدی برق کارخانه آسفالت و سنگ شکن	نفر ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۴۵۰۰۰۰	۶۸۲٬۸۴۶/۰	۳۰۷/۳
۳	۱۳۰۴۱۵۰۱	کمک اپراتور ماشین آلات	نفر ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۵۹۰۰۰۰	۴۹۵٬۱۷۸/۰	۲۹۲/۲
۴	۱۳۰۴۱۹۰۱	اپراتور ماشین راهداری یا راهسازی	نفر ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۵۹۰۰۰۰	۱٬۲۰۹٬۸۱۲/۰	۷۱۳/۸
۵	۱۴۰۱۰۱۰۲	کارگر ساده	نفر- ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۱۸۰۰۰۰۰	۴۴۸٬۷۷۱/۰	۸۰۷/۸
۶	۱۴۰۱۰۱۰۳	کارگر فنی ماهر	نفر ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۵۹۰۰۰۰	۴۶۳٬۹۴۸/۰	۲۷۳/۱
۷	۱۴۲۳۰۱۰۱	مسئول فنی آسفالت	نفر ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۵۹۰۰۰۰	۱٬۱۲۷٬۲۰۲/۰	۶۶۵/۰
۸	۱۴۲۳۰۲۰۱	ماله کش آسفالت	نفر ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۵۹۰۰۰۰	۵۷۰٬۱۰۶/۰	۳۳۶/۴
۹	۱۴۲۳۰۲۰۲	کارگر آسفالت	نفر ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۱۸۰۰۰۰۰	۴۷۸٬۲۸۰/۰	۸۶۰/۹
۱۰	۱۴۲۳۰۳۰۱	قیرگرم کن	نفر ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۴۵۰۰۰۰	۴۷۸٬۲۸۰/۰	۲۱۵/۲
۱۱	۱۳۰۴۱۰۰۱	متصدی کمپرسور	نفر - ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۱۸۹۱۰۵۰۶	۴۹۵٬۱۷۸/۰	۹٬۳۶۴/۱
۱۲	۱۴۰۱۰۱۰۱	سر کارگر	نفر ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۷۸۶۵۱۰۰	۴۶۶٬۸۰۴/۰	۳٬۶۷۱/۵
۱۳	۱۴۲۴۰۵۰۱	آتشبار	نفر ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۲۸۰۷۰۱۷۵	۶۸۹٬۵۴۹/۰	۱۹٬۳۵۵/۸
۱۴	۱۴۲۴۰۶۰۱	چکش گیر (مینور)	نفر- ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۱۶۴۲۰۲۳	۵۲۲٬۴۹۸/۰	۸۵۸/۰
۱۵	۱۴۲۴۰۶۰۲	کارگرد یلم دار	نفر- ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۱۰۰۰۰۰۰۰	۴۶۷٬۴۸۴/۰	۴٬۶۷۴/۸
		انسانی نیروی جمع		وزنی: ٪۱۳/۰۸			۴۲٬۹۰۰/۱

ردیف	کد عامل	ماشین آلات	واحد	مقیاس	مقدار / مقیاس	بهای واحد	بهای کل
۱	۲۲۰۳۰۱۰۳	کارخانه آسفالت باظرفیت حدود ۱۲۰ تن	دستگاه-ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۵۹۰۰۰۰	۲۷٬۲۹۵٬۳۸۰/۰	۱۶٬۱۰۴/۳
۲	۲۲۰۳۰۲۰۲	ماشین آسفالت پخش کنی فینیشر لاستیکی با راننده	دستگاه ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۱۲۰۰۰۰۰	۸٬۳۴۰٬۲۵۵/۰	۱۰٬۰۰۸/۳

ادامه جدول ۵. تجزیه بهای اقلام کار (فهرست بهای سال ۱۴۰۳)

۳	۲۳۰۲۰۲۰۴	کامیون کمپرسی به ظرفیت حدود ۱۰ تن با راننده	دستگاه-ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۱۵۰۰۰۰	۳٬۱۵۸٬۱۰۰/۰	۴٬۷۳۷/۲
۴	۲۵۰۱۰۸۰۲	لودرچرخ لاستیکی به قدرت حدود۱۵۰ اسب بخار باراننده	دستگاه-ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۵۰۰۰۰	۳٬۷۸۵٬۸۰۵/۰	۱٬۸۹۲/۹
۵	۲۵۰۳۰۲۰۳	غلطک استاتیک چرخ اهنی حدود ۱۰ تا۱۲ تن باراننده	دستگاه-ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۱۲۰۰۰۰	۱٬۷۶۶٬۹۷۰/۰	۲٬۱۲۰/۴
۶	۲۵۰۳۰۳۰۱	غلطک چرخ لاستکی آسفالت حدود ۱۶ تا۲۰ تن باراننده	دستگاه-ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۵۹۰۰۰	۳٬۰۳۶٬۷۳۵/۰	۱٬۷۹۱/۷
۷	۲۱۰۱۰۴۰۳	سنگ شکن فکی۱۰۰ تا۱۵۰ تن در ساعت	دستگاه ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۲۱۹۰۴۸	۲٬۷۱۳٬۰۹۵/۰	۵۹۴/۳
۸	۲۵۰۱۰۶۰۵	بولدوزر به قدرت حدود ۳۰۰ اسب بخار باراننده	دستگاه-ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۲۵۰۰۰۰	۷٬۸۸۰٬۸۹۵/۰	۱۹٬۷۰۲/۲
۹	۲۵۰۴۰۱۰۲	۲۵۰۴۰۱۰۲ - کمپرسور با ظرفیت حدود ۵ متر مکعب (سی اف ام ۱۸۰) در دقیقه با شیلنگ	دستگاه ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۱۵۱۰۵۰۶	۷٬۸۷۰٬۸۸۵/۰	۱۱٬۸۸۹/۰
۱۰	۲۶۰۳۰۱۱۶	مولد برق به قدرت۵۰۰ کیلووات	دستگاه ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۳۵۰۹۰۴۸	۵٬۳۶۲٬۲۴۵/۰	۱۸٬۸۱۶/۴
۱۱	۲۸۱۱۰۱۰۳	چکش حفاری حدود۱۷ کیلوگرم	دستگاه ساعت	۱/۰۰۰۰	۰/۰۱۰۸۲۱۰۰۰	۸۰٬۰۱۰/۰	۸۶۵/۸
						آلات ماشین جمع	۸۸٬۵۲۲/۴

وزنی: ٪۲۶/۹۹

ردیف	کد عامل	مصالح	واحد	مقیاس	مقدار / مقیاس	بهای واحد	بهای کل
۱	۳۱۰۳۰۲۰۳	ماسه شسته دانه بندی شده	مترمکعب	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۷۵۰۰	۳٬۰۴۴٬۶۱۲/۰	۲۲۸/۳
۲	۳۱۲۰۰۱۰۱	قیر۷۰ - ۶۰	کیلوگرم	۱/۰۰۰۰	۱/۳۱۰۰۰۰۰۰	۱۳۶٬۲۷۵/۰	۱۷۸٬۵۲۰/۳
۳	۳۴۰۱۰۳۰۱	گازوییل	لیتر	۱/۰۰۰۰	۰/۳۵۰۰۰۰۰۰	۴٬۷۱۲/۰	۱٬۶۴۹/۲
۴	۳۱۰۵۰۱۰۱	ارزش قبل از استخراج سنگ لاشه	مترمکعب	۱/۰۰۰۰	۰/۰۸۹۰۰۰۰۰	۲۴٬۴۱۹/۰	۲٬۱۷۳/۳
۵	۳۱۴۲۰۱۰۱	امولایت کارتریجی	کیلوگرم	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۵۰۰۰۰۰	۷۴۴٬۸۳۷/۰	۳٬۷۲۴/۲
۶	۳۱۴۲۰۶۰۲	چاشنی الکتریکی فوری	عدد	۱/۰۰۰۰	۰/۰۱۵۰۰۰۰۰	۴۵۰٬۵۸۰/۰	۶٬۷۵۸/۷
						مصالح جمع	۱۹۳٬۰۵۴/۰

وزنی: ٪۵۸/۸۷

ادامه جدول ۵. تجزیه بهای اقلام کار (فهرست بهای سال ۱۴۰۳)

ردیف	کد عامل	حمل مصالح	واحد	مقیاس	مقدار / مقیاس	بهای واحد	بهای کل
۱	۴۱۰۸۰۱۰۱	حمل قیر به وسیله تانکر	کیلوگرم	۱/۰۰۰۰	۱/۸۹۰۰۰۰۰۰	۷۴۴/۰	۱٬۴۰۶/۲
۲	۴۱۱۸۰۱۰۱	حمل مواد سوختی گازوییل، نفت و بنزین	لیتر	۱/۰۰۰۰	۰/۳۵۰۰۰۰۰۰	۷۱۱/۰	۲۴۸/۹
۳	۴۱۰۹۰۱۰۱	حمل مواد منفجره	کیلوگرم	۱/۰۰۰۰	۰/۱۵۰۰۰۰۰۰	۱۱٬۵۴۰/۰	۱٬۷۳۱/۰
۴	۴۱۰۹۰۳۰۱	حمل چاشنی	عدد	۱/۰۰۰۰	۰/۱۵۰۰۰۰۰۰	۵۷۸/۰	۸۶/۷
				وزنی: ٪۱/۰۶		مصالح حمل جمع	۳٬۴۷۲/۷
						بهای واحد کار :	۳۲۷٬۹۴۹/۵
						مقایسه پیشنهاد نسبت به برآورد (درصد) ±	٪۳۱/۹۷
						جمع بهای واحد ردیف یا ردیفهای معادل :	۳۲۷٬۹۴۹/۵
						بهای کل کار :	۳۲۷٬۹۵۰
						بهای کل کار معادل :	۳۲۷٬۹۴۹/۵

۴. تحلیل داده‌ها

نتایج طرح اختلاط آزمایشگاهی آسفالت به چهار مشخصه فضای خالی، دانه بندی، درصد قیر و مقاومت وابسته است. شکل ۱ نحوه بهینه یابی درصد وزنی قیر در مقابل مقاومت مارشال و درصد فضای خالی آسفالت را نشان می‌دهد. روابط این پارامترها کاملا به یکدیگر وابسته می‌باشند. جهت ارائه طرح اختلاط برای ماسه آسفالت باربر با ثابت دانستن دانه‌بندی ماسه، در پی تغییر درصد قیر و فیلر با هدف رسیدن به مقاومت مد نظر می توان بر اساس چهار حالت زیر تصمیم گیری نمود:

۱- اگر فضای خالی کم شود ولی مقاومت رضایت‌بخش باشد، در این صورت با کاهش فیلر مصالح یا درصد قیر و یا با افزایش مصالح سنگی درشت‌دانه (ماسه درشت) میتوان به طرح اختلاط بهینه دست یافت.

۲- اگر فضای خالی کافی باشد ولی مقاومت آن کم شود، در این صورت نیاز است با افزایش درصد شکستگی مصالح سنگی (استفاده از ماسه شکسته) مقاومت آسفالت را بهبود داد.

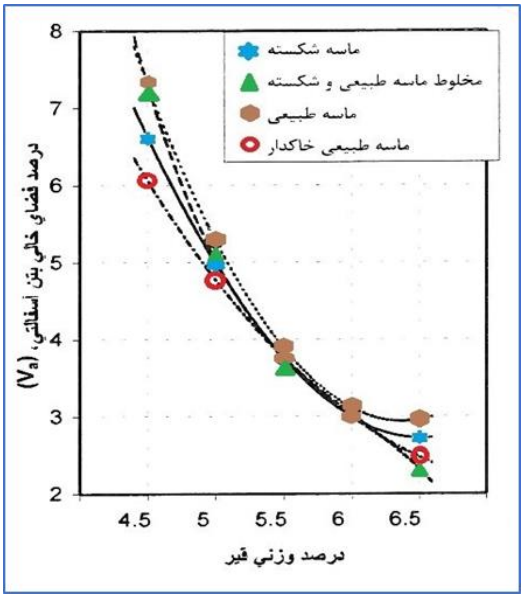
۳- اگر فضای خالی زیاد باشد ولی مقاومت کافی حاصل شود، در این صورت با افزایش درصد فیلر در مصالح تا حدودی می‌توان فضای خالی را به حد قابل قبول رساند.

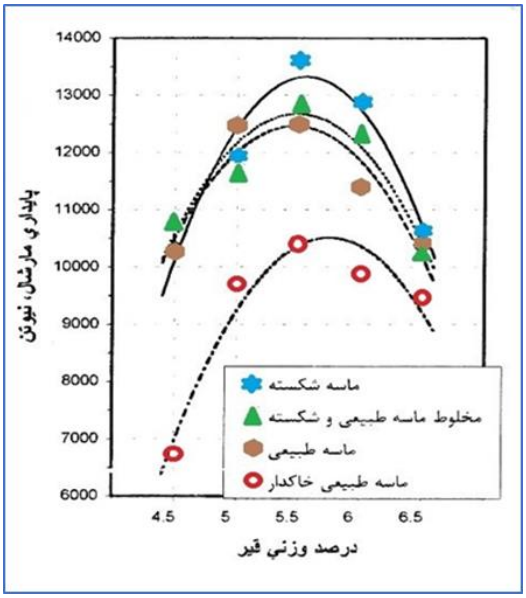
۴- اگر فضای خالی زیاد و مقاومت کم باشد، در این صورت چنانچه با افزایش مقدار فیلر و به حد قابل‌قبول رساندن فضای خالی آسفالت، مقاومت نیز تأمین شود هدف برآورده خواهد شد. ولی اگر مقاومت بهبود نیافته باشد، باید عیب اصلی را در ماسه مخلوط و دانه‌بندی آن جستجو کرد.

بر اساس نتایج آزمایش‌ها و پژوهشات صورت گرفته جهت تهیه طرح اختلاط بهینه ماسه آسفالت باربر که در جدول ۴ آورده شده، با توجه به فضای خالی به‌دست‌آمده می‌توان از این دانه‌بندی برای اجرای ماسه آسفالت باربر استفاده نمود.

بهای واحد اجرای یک مترمربع ماسه آسفالت باربر (موضوع این پژوهش) به ضخامت یک سانتی متر ۳۲۷،۹۵۰ ریال بدست می آید. بهای واحد ماسه آسفالت غیر باربر فهرست‌بهای راهداری و ماسه آسفالت باربر حاصل از آنالیز این پژوهش مبلغ ۷۹،۴۵۰ ریال به ازای هر مترمربع سانتی‌متر می باشد. هرچند که اختلاف ریالی بین بهای واحد ماسه آسفالت باربر این مطالعه با ماسه آسفالت کوهی فهرست‌بهای راه و باند ۶۴،۲۵۰ ریال است ولی برای استفاده کننده از فهرست بها مشخص نیست که آیا صرف استفاده از این آیتم و در نظر گرفتن این اضافه بهای مصالح کوهی کلیه پیش‌نیازهای آیین‌نامه‌ای جهت باربر نمودن مصالح ماسه آسفالت رعایت می‌گردد یا خیر؟ امری که در مقدمه فصل ۱۵ فهرست‌بهای راه

و باند و راهداری و جهت تطابق و شفافیت بیشتر با نشریات ۱۰۱ و ۲۸۰ و ۲۳۴ به‌عنوان مشخصات فنی عمومی راه و راهداری و روسازی کشور به آن اشاره‌ای نشده است و این امر تاکنون نیز از چشم مولفین محترم فهارس بها مغفول مانده است. هر چند که در فهرست بهای راه و باند قابلیت اخذ اضافه بهای مصالح کوهی به آیتم ماسه آسفالت وجود دارد لاکن در فهرست بهای راهداری صرفا یک ردیف جهت ماسه آسفالت در نظر گرفته شده است و هیچگونه اضافه بهای دیگری در این زمینه برای آن پیش بینی نشده است. این امر تاکنون از چشم مولفین محترم مغفول مانده است.





شکل ۱. نمودار درصد وزنی قیر در مقابل مقاومت مارشال و درصد فضای خالی آسفالت

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به آنالیز قیمت ماسه آسفالت باربر حاصل در جداول ۵ و مقایسه آن با ماسه آسفالت حاصل از مصالح رودخانه‌ای، این نتیجه حاصل گردید که ماسه آسفالت کوهی ازلحاظ قیمت نسبت به ماسه آسفالت غیر باربر گران‌تر بوده ولی با توجه به مقاومت مارشال بالای مصالح کوهی و همچنین میزان کمتر درصد فضای خالی نمونه مارشال با توجه به جدول شماره ۴ که خلاصه طرح اختلاط ماسه آسفالت باربر است رفتار مناسب‌تری در برابر تغییر شکل تحت بار ترافیکی سبک و نیمه سنگین نسبت به ماسه آسفالت غیر باربر می‌تواند داشته باشد. لذا با این توضیحات و به استناد مطالب مطروحه فوق‌الذکر نتیجه نهایی به ۳ طریق قابلیت اجرا و اصلاح در فهرست‌بها را خواهد داشت که در قالب ۳ رویکرد ذیل پیشنهاد می گردد :

رویکرد اول استفاده از تعریف و طبقه‌بندی آیتم ماسه آسفالت به ۲ زیرگروه باربر و غیر باربر در فهارس بهای ابلاغی است که به دلیل بیشترین تطابق با تقسیم‌بندی و تفکیک نشریه ۱۰۱ مشخصات فنی عمومی بهترین روش است. رویکرد متصور دیگر که بیشتر با سبک و سیاق و روال نوشتاری کارگروه کارشناسی و تدوین فهرست‌بها در سالیان گذشته انطباق دارد طبقه‌بندی یا نام‌گذاری تحت عنوان کلی‌تر ماسه آسفالت رودخانه‌ای و کوهی با درج توضیحاتی در مقدمه فصل ۱۵ است که در آن کوهی بودن را به سمت باربر بودن سوق دهد. روش سوم نیز که به‌نوعی زیرگروه روش دوم است ایجاد نمودن یک ردیف اضافه بهای سازه‌ای یا باربر نمودن ردیف ماسه آسفالت رودخانه‌ای (غیر باربر) موجود فهرست‌بها است که می‌تواند از اختلاف بار مالی دو آنالیز مطروحه یعنی یکی آنالیزی مشابه آنالیز پیشنهادی پژوهش و دیگری آنالیز ماسه آسفالت فعلی فهرست‌بها و دسته‌بندی و جداسازی ریز عوامل

مؤثر گروه‌های ۴گانه نیروی انسانی، ماشین‌آلات، مصالح و حمل از یکدیگر است حاصل گردد. در خاتمه فارغ از نحوه به‌کارگیری از هر یک از پیشنهادهای فوق آنچه در این پژوهش دنبال گردید پاسخ به یک نیاز درک شده از متن پروژه‌های عمرانی بوده است که برگرفته و منتج به یک واقعیت بود که آن همانا ضرورت و لزوم اضافه نمودن یا اعمال تغییرات و اصلاحاتی در آیتم‌های فعلی و موجود ماسه آسفالت فهرست‌بها جهت همخوانی بیشتر با نشریه ۱۰۱ و پوشش دادن ضعف و نقصان و مرتفع نمودن کمبودها و جلوگیری از طرح دعاوی و کلیم‌های جدید در فهارس بهای راه و بالاخص راهداری بوده است که امری محتوم و اجتناب‌ناپذیر می‌نماید.

این مطالعه می‌تواند در آینده در حوزه ها و شرایط مختلف دیگری همچون بسط مباحث آمار ترافیکی، وضعیت روسازی و آب و هوایی و شرایط اقلیمی و نیز با افزودنی های مختلفی همچون استفاده از قیرهای پلیمری و مواد ضدعریان‌شدگی و ... توسعه یابد و مورد تحلیل و مقایسه بین دانه بندی های پیوسته و گسسته و در لایه های مختلف روسازی تفکیک و ارزیابی گردد.

۶. پی‌نوشت‌ها

1. Fog Seal with Sand
2. Secant Shear Modulus
3. Damping Ratio
4. Sand And Bitumen Mixtures
5. Geotechnical Seismic Isolation
6. Cyclic Stress Ratio
7. Asphalt Concrete
8. Superpave
9. Rutting Analyzer
10. Complex Modulus
11. Modified Cross
12. Superposition Principle
13. Sand Asphalt Mortar
14. Anti-Stripping Agents
15. Recycled Asphalt Pavement
16. Asphalt Pavement Analyzer
17. Hamburg Wheel-Tracking
18. Life Cycle Inventory
19. Hot Mix Asphalt
20. Oil Sands De-Oiled Asphalt
21. Scanning Electron Microscope
22. Dynamic Shear Rheometer

۷. مراجع

– غنی‌زاده. علیرضا، قادری. فرهاد، عباسلو. حکیمه، (۱۳۹۷)، "ارزیابی عددی تأثیر اساس مسلح شده با ژئوسل بر افزایش عمر خستگی و شیارشدگی روسازی‌های آسفالتی با روش المان محدود غیرخطی"، فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل/ سال یازدهم/ شماره اول/پاییز ۱۳۹۸.

– تقی‌زاده شیرازی. محمدعلی، طباطبایی. رامین، (۱۳۹۷)، "عوامل موثر جهت پیشگیری از ادعاهای پیمانکاری در فهرست بهای راه و باند فرودگاه ۱۳۹۷ با نگاه مدیریت هزینه در ساخت" فصلنامه علمی و پژوهشی جاده/ دوره ۲۸، شماره ۱۰۲/فروردین ۱۳۹۹/صفحه ۱۸۳–۱۹۵.

– خبیری. محمدمهدی، وطن میدانشاهی. هادی، (۱۳۹۸)، "بررسی تأثیر افزودنی نیمه گرم بر عملکرد روسازی انعطاف‌پذیر بر روی بسترهای مختلف بر پایه نتایج مدلسازی عددی"، فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل/ سال دوازدهم/ شماره دوم ۷۴ /زمستان ۱۳۹۹.

– زیاری. حسن، مجردی. برات، علی‌ها. محمدرضا، جبالبارزی. مجید، (۱۳۹۸)، "بررسی تأثیر مشخصات هندسی و مکانیکی لایه‌ها بر سرعت شکست روکش آسفالتی"، فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل/ سال دوازدهم/ شماره دوم ۴۸ /بهار ۱۴۰۰.

– شفابخش. غلام عباس، اسدی. سعید، محمدی. ابوالفضل، (۱۳۹۸)، "بررسی پتانسیل شیارشدگی و مدول برجهندگی مخلوط آسفالت لاستیکی حاوی الیاف پارافیبر"، فصلنامه

مهندسی حمل‌ونقل/ سال سیزدهم/ شماره دوم ۵۱ /زمستان ۱۴۰۰.

– صالحی. سید رسول، دهقان بنادکی. علی، (۱۴۰۱)، "تأثیر گوشه‌داری مصالح سنگی ریزدانه بر حساسیت رطوبتی و مقاومت شکست مخلوط آسفالت گرم، "مهندسی زیرساخت حمل‌ونقل/ سال هشتم/ پیاپی بیست و نهم /بهار ۱۴۰۱.

– Huang.C, Wang.F, Li.X (2025), “Comparative Assessments for the Carbon Emissions and Costs of Road Maintenance Strategies in Life Cycle”, Urban Climate 59 (2025) 102305.

– Pan.Y, Shang.Y, Liu.G (2021), “Cost-Effectiveness Evaluation of Pavement Maintenance Treatments Using Multiple Regression and Life-Cycle Cost Analysis”, Construction and Building Materials 292 (2021) 123461.

– Wang.D, Cheng.K, Wu. Z, (2024), “Evaluation and Comparison for Higher Temperature Performance Index of Emulsified Asphalt Mastic Using Coal Gangue Powder”, Case Studies in Construction Materials 21 (2024) e03897.

– Almusawi.A, Shoman.S, Lupanov.P (2023), “Assessment of the Effectiveness and the Initial Cost Efficiency of Hot Recycled Asphalt Using Polymer Modified Bitumen”, Case Studies in Construction Materials 18 (2023) e02145.

– X. Zhang, H. Wang, M. R Hasan, J. Gao, M. Irfan (2019), “Traffic Open Time Prediction of Fog Seal with Sand Using Image Processing Technology” construction and building materials 209 (2019) 9-19.

– Kuvat, E. Sadoglu, (2020), “Dynamic Properties of Sand-Bitumen Mixtures as A Geotechnical Seismic Isolation Material”, Soil Dynamics and Earthquake Engineering 132 (2020) 106043.

– F. S. Almadwi, G. J. Assaf, (2019), “Effects of Asphalt Binders On Pavement Mixtures Using An Optimal Balance Of Desert Sand”, Construction and Building Materials 220 (2019) 415–425.

– F. Bai, X. Yang, A. Yin, G. Zeng, (2014), “Modified Cross Model for Predicting Long-Term Creep Behavior of Sand Asphalt”, School of Civil Engineering and Mechanics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, Hubei, China, Construction and Building Materials 65 (2014) 43–50.

– L. R. Kasula, J. M. Krishnan, K. R. Rajagopal, D. N. Little, (2005), “Normal Stress and Stress Relaxation Data for Sand Asphalt Undergoing Torsional Flow”, Mechanics Research Communications 32 (2005) 43–52.

– S. R Kommidi, Y. R Kim, L. R de Rezende, (2020), “Fatigue Characterization of Binder with Aging in Two Length Scales: Sand Asphalt Mortar and Parallel Plate Binder Film”, Construction and Building Materials 237 (2020) 117588.

– X. Pei, W. Fan, Y. Liu,) 2020), “The Effect of Oil Sands De-Oiled Asphalt on Rheological Properties, Compatibility and Stability of Asphalt Binder”, Construction and Building Materials 263 (2020) 120594.

– H. Kondoh, Y. Nakasaka, T. Kitaguchi, T. Yoshikawa, T. Tago, T. Masuda, (2016), “Upgrading of Oil Sand Bitumen Over an Iron Oxide Catalyst Using Sub- and Super-Critical Water”, Fuel Processing Technology 145 (2016) 96–101.

– J. Li, F. Xiao, S. Amirkhanian, Ouming Xu, (2021), “Dynamic and Rutting Characteristics of Recycled Asphalt Mixtures Containing Natural Sand and Anti-Stripping Agents”, Journal of Cleaner Production 280 (2021) 124365.

– Isabela Nauar da Silva, Luiz Maurício Furtado Maues, (2021), “Inventory of Sand and Pebble Production for Use in Hot Mix Asphalt: A Case Study in Brazil”, Journal of Cleaner Production 294 (2021) 126271.

– Z. Sun, Y. Xu, Y. Tan, L. Zhang, H. Xu, A. Meng, (2018), “Investigation of Sand Mixture Interlayer Reducing the Thermal Constraint Strain in Asphalt Concrete Overlay”, Construction and Building Materials 171 (2018) 357–366.

– Z. Zhao, S. Wu, Q. Liu, J. Xie, C. Yang, P. Wan, S. Guo, (2021), “Characteristics Of Calcareous Sand Filler And Its Influence On Physical And Rheological Properties Of Asphalt Mastic”, Construction and Building Materials 301 (2021) 124112.

مقایسه ماسه آسفالت باربر و غیر باربر: چالش ها و راهکارهای پرداخت در فهارس بها

محمد علی تقی زاده شیرازی، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران را در سال ۱۳۸۱ از دانشگاه آزاد اسلامی کرمان أخذ نمود. ایشان در سال ۱۳۹۸ موفق به کسب درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران- مدیریت ساخت از دانشگاه بعثت کرمان گردید و در حال حاضر در حال تحصیل در مقطع دکترا در دانشگاه آزاد اسلامی کرمان می باشد. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان، مباحث مرتبط با پروژه‌های راهسازی و راهداری، فهارس بها، مفاهیم قراردادی و مدیریت حمل و نقل است.

نوید ندیمی، در حال حاضر دانشیار راه و ترابری بخش مهندسی عمران دانشگاه شهید باهنر کرمان می-باشد. عمده پژوهشات ایشان بر روی مباحث مرتبط با ایمنی و کارایی جریان ترافیک بوده است. تاکنون ۵۰ مقاله در مجلات معتبر بین المللی و حدود ۵۰ مقاله در مجلات معتبر داخلی از ایشان به چاپ رسیده است.

عارف صانعی، کارشناس ارشد راه و ترابری، دانشگاه بعثت کرمان، ایران

مائده سفیدگری، دانشجوی دکتری، مهندسی برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

محمدرضا زراعتی، کارشناس ارشد راه و ترابری، دانشگاه باهنر کرمان، ایران