Iranian Concrete Society

Comparison of Cost and Time of Construction RCCP and Asphalt Surface (Case Study of Shiraz City)

Bijan Azade
MSC, Majoring In Construction Management, Faculty Of Engineering, Islamic Azad University, Estahban Unit, Fars, Iran
Bi.Azade@Gmail.Com

Amir Hossein Bazaee
Instructor, Faculty Of Engineering, Islamic Azad University, Firoozabad Unit (Meymand Center), Fars, Iran

Research paper

Abstract
Considering the increase in costs and environmental risks in the road construction system using bitumen and asphalt, it is necessary to direct government agencies and active contractors to find optimal methods. Road construction in big cities should bring minimal pollution and environmental risks, speed up the time of operation and reduce disturbances in urban traffic order. In this research, a feasibility study and comparison of road construction with RCCP and bitumen-asphalt system in Shiraz city has been done. This comparison includes the duration and cost of construction and improvement of asphalt and RCCP road with Msproject 2016 software for a 12 meter wide and 1000 meter long passage. The basis for the design of this route is the journal regulations of 345 of Rahsazi, and the basis for estimating the price list of roads, runways, and airports in 2019 and assuming access to the nearest mines and resources of Shiraz city. In the following, 25 mixing plans related to the construction of RCCP were investigated based on other reliable references to check the resistance/cost index for the construction of one cubic meter of RCCP. The results of this research showed that the use of RCCP system is up to 24% cheaper and its construction time is up to 38% faster than the asphalt sample.

Keywords:*Road Construction, RCCP Concrete, Time Estimation, Cost Estimation, Asphalt Road, Shiraz Roads*

**Corresponding Auther: Bijan Azade*
Azad, B., Bazaee, A. Comparison Of Cost And Time Of Construction RCCP And Asphalt Surface (Case Study Of Shiraz). Journal of Concrete Structures and Materials, 2022; 7(1): 114-136.
http://doi.org/ 10.30478/jcsm.2022.327792.1255
2538-5828/ *© 2021 The Authors. Published by Iranian Concrete Society*
This is an open access article under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

انجمن علمی بتن ایران

دریافت مقاله: ۱۴۰۰-۱۱-۱۳
پذیرش مقاله: ۱۴۰۱-۰۶-۱۱

مقایسه هزینه و زمان ساخت رویه بتن غلتکی و آسفالتی (مطالعه موردی شهر شیراز)

بیژن آزاده
کارشناس ارشد مهندسی عمران گرایش مدیریت ساخت، دانشکده مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد استهبان، فارس، ایران
Bi.Azade@Gmail.Com
(نویسنده مسئول)

امیرحسین بازایی
مربی، دانشکده مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد (مرکز میمند)، فارس، ایران

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

با توجه به افزایش هزینه‌ها و مخاطرات زیست محیطی در سیستم راهسازی بوسیله قیر و آسفالت، ضرورت دارد تا دستگاه‌های دولتی و پیمانکاران فعال به سمت یافتن روش‌های بهینه، سوق داده شوند. راهسازی در کلان-شهرها باید حداقل آلودگی و خطرات زیست محیطی، تسریع در زمان بهره‌برداری و کاهش اخلال در نظم ترافیک شهری به همراه داشته باشند. دراین تحقیق با رویکرد امکان سنجی و مقایسه ساخت راهسازی با سیستم بتن غلتکی و قیر-آسفالت در شهر شیراز بررسی از جام گرفته است. این مقایسه شامل مدت زمان و هزینه ساخت و بهسازی راه آسفالتی و بتن غلتکی با نرم‌افزار MSProject2016 برای یک معبر به عرض ۱۲ متر و طول ۱۰۰۰ متر مفروض گردیده است. مبنای طراحی این مسیر نشریه ۳۵۴ راهسازی و نیز مبنای متره برآورد فهرست بها راه، باند، فرودگاه ۱۳۹۹ و با فرض دسترسی به نزدیک ترین معادن و منابع شهر شیراز انتخاب شده است. در ادامه به بررسی ۲۵ طرح اختلاط مربوط به ساخت بتن غلتکی به استناد از سایر مراجع معتبر جهت بررسی شاخص مقاومت/هزینه برای ساخت یک متر مکعب بتن غلتکی اقدام گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از سیستم بتن غلتکی تا ۲۴ درصد ارزان‌تر و نیز مدت زمان ساخت آن تا ۳۸ درصد سریع‌تر از نمونه آسفالتی می-باشد.

کلمات کلیدی: راهسازی، بتن غلتکی، برآورد زمان، برآورد هزینه، راه آسفالتی، معابر شیراز

۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین عوامل درتوسعه یک کشور در گستره حمل و نقل، جاده‌ها و مسیرهای ارتباطی آن است. به همین دلیل ساخت و بهسازی راه و مسیرهای ارتباطی، یکی از هزینه‌های گزاف سرانه ملی تلقی می‌گردد. درک صحیح از نحوه عملکرد روسازی و همچنین شناخت توان اجرایی باعث بهینه ترین انتخاب توام با در نظر گرفتن مشخصات فنی بستر، اعم از مقاومت فشاری خاک، تعداد لایه‌های اساس و زیراساس و غیره، همچنین مشخصات محیطی مانند میزان ترافیک، آب و هوای منطقه، نوع ترافیک و غیره، باعث افزایش هزینه‌ها می‌گردد. در طی چند سال گذشته و پس از مطرح شدن مساله نگهداری و بازسازی و تعمیر معابر آسفالت شهری، مشکلات عدیده‌ای از جمله، سرعت اجرا و امکان مرمت به وجود آمد. لذا با اضافه شدن مشکل ترافیک شهری در ساعات شبانه روز عملاً بحران اجرای آسفالت به شهرداری‌ها فشار مضاعفی وارد نمود و از آنجا که تولید و اجرای آسفالت از نظر اقتصادی، نیروی انسانی و غیره برای پیمانکاران مقرون به صرفه نمی‌باشد، مرتباً دستگاه‌های اجرایی با این مشکلات روبرو هستند[۱]. راه‌های آسفالتی در مقایسه با عمر طراحی خود از دوام بسیار کمی‌برخوردار هستند. مطابق با نتایج بدست آمده از نتایج سایر تحقیقات گذشته، عمر راه‌های آسفالتی درایران حدوداً ۱۰ سال تخمین زده می‌شود که این عارضه باعث لزوم دوباره تعمیر و بازسازی اجرای روکش بر روی لایه‌های قبلی می‌باشد[۲,۱]. همچنین طراحی و ساخت نوع روسازی تاثیر بسزایی بر هزینه‌های تعمیر و نگهداری مسیر در طول عمر سرویس دهی دارد، زیرا هر چه نوع روسازی تناسب بیشتری با بارهای وارده، شرایط آب و هوایی و مصالح منطقه داشته باشد عمر سرویس دهی آن افزایش یافته و به دنبال آن هزینه‌های بازسازی و نگهداری آن کمتر خواهد شد. از طرفی با افزایش بهای جهانی نفت و مشتقات نفتی و مواد پلیمری مانند قیر و پرایمر و سوخت کارخانه‌های آسفالت، هزینه تولید و اجرای راه‌های آسفالتی افزایش پیدا نموده و مصالحی مانند بتن غلتکی به عنوان مصالح جایگزین مورد توجه و بررسی قرار گرفته است[۲]. بنابراین با توجه به ظرفیت مناسب کارخانه‌های سیمان و سنگ شکن‌های کشور به ویژه حومه شهر شیراز و همچنین سهولت دسترسی به این کارخانه و معادن پتانسیل مناسبی جهت تغییر ساختار روسازی از آسفالتی به بتن غلتکی در شهر شیراز فراهم می‌باشد.

۲- بتن غلتکی

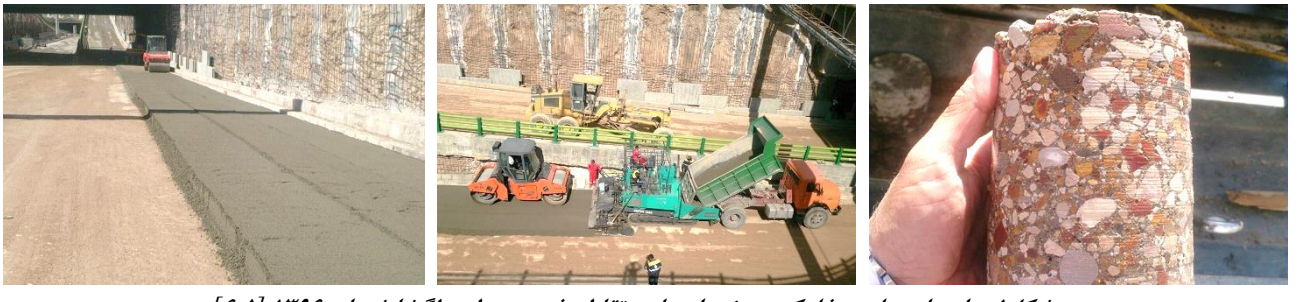
بتن غلتکی روسازی (RCCP[1]) به اختصار، متشکل از مصالح سنگدانه‌ای و سیمانی و درصد کمی آب با اسلامپ نزدیک به صفر است که بوسیله ماشین آلات متداول در راه آسفالتی، پخش می‌گردد و به وسیله غلتک‌های چرخ فولادی یا ویبره‌ای، متراکم می‌شود. راه‌های ساخته شده با بتن غلتکی تحمل بارهای سنگین ترافیکی به ویژه در محل شیب‌ها، دورها، بارهای ترافیکی وایستگاه‌های سنگین را داشته و قادر خواهد بود بارهای وارده را به راحتی تحمل نماید[۳]. خصوصیات فیزیکی بتن غلتکی سخت شده بستگی به نوع دانه بندی، جنس و شکل سنگدانه‌ها و مواد سیمانی، نحوه ساخت مخلوط، درصد تراکم، نسبت آب به سیمان و نوع عمل آوری و اجرا دارد. با بررسی طرح مخلوط‌های کار شده و میزان مقاومت بدست آمده در نتایج تحقیقات گذشته و صفر بودن اسلامپ، میزان مقاومت فشاری ۲۸ روزه می‌تواند بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع متغیر باشد که در شرایط عمل آوری با مرغوب‌ترین مصالح به دست آمده است[۴]. مزیت ساخت بتن غلتکی، هزینه کمتر و سرعت بالای آن در مقایسه با سایر نمونه‌های بتن می‌باشد که در عین حال دارای خواص مکانیکی مورد نیاز بتن معمولی می‌باشد. دوام بلند مدت و بالای بتن غلتکی در مقایسه با راه آسفالتی در مناطق گرمسیر یا در فصول گرم در طی سال از دیگر مزایای‌این روش می‌باشد زیرا بتن غلتکی در گرمای محیط و قرار گیری در معرض فشار ناشی از بارهای وارده از تردد وسائل نقلیه دچار تغییر شکل نخواهد شد. همچنین بدلیل رنگ روشن سطح بتن، گرما و انرژی کمتری از خورشید جذب

[1] *Roller Compacted Concrete Pavement*

می‌نماید که این مهم سبب کاهش دمای محیط اطراف خود خواهد شد[۴,۳]. بنابراین‌این روش در جلوگیری از افزایش دمای زمین و حفظ مسائل زیست محیطی می‌تواند موثر واقع شود. از طرفی در مناطق سردسیر، رویه بتن غلتکی با قرارگیری در برابر چرخه‌های یخبندان و یا مواجه با نفوذ یون سولفات ناشی از پاشش نمک جهت ذوب یخ و برفی که در زمستان بر روی جاده‌ها پخش می‌شود، با رعایت و بکارگیری تدابیری خاص مانند افزودن میکروسیلیس یا انواع ریزدانه‌های معدنی به جهت کاهش تخلخل بتن می‌توان از آسیب‌های احتمالی جلوگیری و دوام بتن را افزایش داد. سرعت بالای اجرا و سهولت نگهداری و قابلیت بهره برداری زود هنگام حتی در مواقع اضطراری از دیگر مزایای استفاده از روش روسازی بتن غلتکی می‌باشد[۶,۵].

۳- اهداف تحقیق

هدف اصلی دراین تحقیق، مقایسه هزینه و مدت زمان ساخت با کیفیت روسازی یکسان راه بتن غلتکی و آسفالتی می‌باشد. روسازی بتن غلتکی با توجه به اهمیت مسائل زیست محیطی به دلیل مصرف کمتر سیمان نسبت به سایر انواع روسازهای بتنی و عدم نیاز به تجهیزات خاص و امکان استفاده از مصالح سنگی با کیفیت پایین‌تر از استاندارد، باعث شده تا از جایگاه ویژه‌ای برخوردار گردد. اما با وجود منابع نفتی سرشار از جمله قیر در کشور ایران و نیز عدم تحقیق و توسعه علوم با محوریت استفاده از مصالح نوین روسازی، اکثر راه‌ها در کشورایران آسفالتی می‌باشد[۵].در این تحقیق علاوه بر بررسی اقتصادی و هزینه‌های وارده جهت ساخت راهسازی با بتن غلتکی و مقایسه آن با راه آسفالتی نیز به بررسی مطالعه موردی بر روی امکان سنجی ساخت این دسته از راه‌ها در شهر شیراز با توجه به موقعیت جغرافیایی و آب و هوای منطقه اقدام گردیده است. همچنین در ادامه به تعیین شاخص مقاومت/هزینه با مطالعه بر روی ۲۵ طرح اختلاط بتن غلتکی به استناد سایر مراجع معتبر علمی برای یک متر مکعب بتن اقدام گردید.



شکل۱- راهسازی با بتن غلتکی پروژه راهسازی تقاطع غیرهمسطح دلگشا شیراز-۱۳۹۶ [۶,۵]

۴-پیشینه تحقیق

م.زرگر[1] و همکاران در سال ۱۳۹۵ به بررسی ارزیابی فنی و اقتصادی بتن غلتکی روسازی RCCP پرداختند. هدف از انجام‌این تحقیق بررسی مشخصات فنی بتن غلتکی در حالت‌های تازه و سخت شده و نیز آنالیز اقتصادی بتن غلتکی بوده است. در ابتدا ۹ طرح اختلاط بتن غلتکی شامل ۶ طرح با مبنای تغییر در دانه بندی و ۳ طرح با مبنای تغییر در نسبت آب به سیمان تهیه شد. همچنین در مرحله بعد ۸ طرح اختلاط شامل ۵ طرح بر مبنای متغیر عیار سیمان و ۳ طرح بر مبنای متغیر درصدهای مختلف میکروسیلیس ساخته و مورد بررسی قرار دادند. نتایج بدست آمده از انجام آزمایش VB[2] نشان داد که با کاهش درصد ذرات ریز نظیر میکروسیلیس یا به تعبیری افزایش مدول نرمی بتن و نیز کاهش نسبت آب به سیمان و افزایش عیار سیمان موجود در بتن، زمان VB افزایش پیدا خواهد نمود. همچنین نتایج آزمایش مقاومت فشاری نشان داد که رشد مقاومت بتن غلتکی ناشی از افزایش عیار سیمان

---

[1] *Mohamad.Zargar*

[2] *سنجشی برای تعیین روانی بتن غلتکی می‌باشد.VBآزمایش*

یکسان نبوده و این میزان در درصدهای کمتر عیار سیمان بیشتر از درصدهای بالا می‌باشد. نتایج آزمون کشش و خمش ثابت نمود که ارتباط مستقیمی با نتایج تست مقاومت فشاری خواهند داشت. نتایج بررسی اقتصادی نمونه بتن غلتکی RCCP با شاخص‌های هزینه مقاومت فشاری ۱/۵ شاخص هزینه مقاومت خمشی ۸/۴ و شاخص هزینه مقاومت کششی ۱۵/۷۱ به عنوان اقتصادی ترین طرح انتخاب شدند که در مقایسه هزینه‌های چرخه عمر روسازی در سه حالت بستر خاکی ضعیف، متوسط و خوب به ترتیب روسازی بتنی۶۴، ۵۵ و ۶۲ درصد ارزانتر از روسازی آسفالتی می‌باشد[۱].

م.هادیان‌فر[1] و همکاران در سال ۱۳۹۴ به بررسی، ارزیابی و مقایسه فنی و اقتصادی روسازی‌های بتنی و آسفالتی پرداختند. در این تحقیق بیان شده که با توجه به تفاوت عمده بین این دو نوع روسازی و همچنین تفاوت‌های مربوط به لایه‌های زیرین این دو روسازی، می‌توان انتظار داشت که از لحاظ فنی، اقتصادی و اجرایی با هم تفاوت داشته باشند. در این تحقیق ابتدا برای جاده محور کوار- فیروزآباد در استان فارس مطالعات ترافیکی انجام شده است و سپس براساس این مطالعات سه نوع روسازی بتنی، بتن غلتکی و آسفالتی طراحی شده است. بر اساس طراحی انجام شده در مرحله قبل هزینه قسمت‌های مختلف روسازی مطابق فهرست بهای راه و باند سال ۱۳۹۴ برآورد و مقایسه شدند. نتایج نشان داد که روسازی بتن غلتکی می‌تواند تا حداکثر ۳۰٪ هزینه‌های مربوط به ساخت و بهسازی روسازی را نسبت به رویه آسفالتی کاهش دهد[۶].

ل.گایکل[2] و همکاران در سال ۲۰۱۹ به بررسی دوام بتن غلتکی RCCP دارای خاکستر ذغال سنگ در برابر نمک‌های یخزدا پرداختند. در این تحقیق برای تهیه نمونه‌های RCCP از چهار ترکیب مختلف استفاده شده است. نمونه‌های آزمون شامل یک نمونه شاهد بدون افزودنی خاکستر ذغال سنگ و سایر به ترتیب حاوی ۲، ۳ و ۴ درصد افزودنی خاکستر زباله ذغال سنگ می‌باشد. آزمایشات انجام گرفته دراین تحقیق شامل میزان تخلخل، درصد پوکی، نفوذ یون کلراید، مقاومت دوام پوسیدگی سطح در برابر نمک و دوام در برابر سیکل ذوب و انجماد قرار گرفته است. مطابق نتایج، تمام نمونه‌های مورد مطالعه مقاومت خوبی در برابر نفوذ یون کلراید را از خود نشان دادند. نمونه دارای ۳٪ خاکستر ذغال سنگ، مقاومت و دوام سطح در معرض محلول نمک را تقریباً ۵ دوره به تأخیر می‌اندازد. همچنین مقاومت این نمونه در برابر سیکل ذوب و انجماد در چرخه ۱۸۰ مرتبه مناسب بود اما در چرخه ۳۰۰ مرتبه نمونه بتن حاوی ۴٪ خاکستر ذغال سنگ، عملکرد بهتری داشته است. با توجه به نتایج سایر آزمایشات مشخص شد که بتن حاوی ۳٪ خاکستر ذغال سنگ دارای بهینه ترین رفتار و مقاومت می‌باشد[۹].

ج.ویلنا[3] و همکاران در سال ۲۰۱۸ به بررسی خواص مکانیکی و دوام سنگ فرش‌های بتنی فشرده غلتکی در مناطق سردسیر پرداختند. به منظور کاهش اثرات منفی پوسته پوسته شدن سطح بتن در برابر نمک، تأثیر جایگزینی سیمان موجود در بتن توسط یک پوزولان طبیعی (سیلیس)، بررسی شده است. آزمون‌های مکانیکی و دوام و مقیاس بندی نمک با تجزیه و تحلیل در محیط خلاء و هوا بر روی بتن سخت شده برای ارزیابی اثر مخلوط‌های معمولی انتخاب شده. نتایج به طور کلی نشان داد که اگرچه استفاده سیلیس در بتن دارای هوا باعث کاهش مقاومت فشاری و کششی و افزایش نفوذ پذیری آب و جذب مویرگی می‌شود، اما در برابر قرارگیری در معرض نمک در چرخه‌های انجماد و ذوب عملکرد خوبی دارد. نمونه‌های شاهد با نسبت آب به سیمان کمتر از نمونه‌های حاوی سیلیس عملکرد بهتری داشتند. دراین تحقیق، فاکتور فاصله به ترتیب برای نمونه‌های دارای هوا و بدون هوا در حدود ۰/۰۷ میلیمتر و ۰/۱ میلیمتر بدست آمد[۱۱].

---

[1] *Mohamad Ali.Hadianfar*
[2] *Gaekel Los*
[3] *Villena.John*

۵- عوامل موثر در روسازی

سازه روسازی راه، یک سیستم چند لایه‌ای است که برای توزیع و انتقال بار متمرکز ترافیک به بستر روسازی طرح می‌شود. طراحی، شامل تعیین ضخامت کل سازه و هر یک از لایه‌های تشکیل دهنده آن و کیفیت مصالح مصرفی این ساختار است. این طراحی به گونه‌ای انجام می‌شود که روسازی آسفالتی در دوره طرح با قابلیت اطمینان معینی، آمد و شد راحت، مطمئن و ایمن در یک سطح هموار را تامین نماید. لذا نشانه خدمت دهی روسازی باید بعنوان معیار طراحی مورد استفاده قرار گیرد[۲].

۵-۱- عمر طراحی

دوره یا عمر طراحی، مدت زمانی است که روسازی دچار خرابی‌های عمده نشود. در برخی از موارد، طرح و اجرای روسازی بصورت مرحله‌ای از لحاظ اقتصادی، بیشتر مقرون به صرفه است. معمولاً طراحی به گونه‌ای تعیین می‌شود که در طی این مدت، اجرای یک روکش برای آن پیش بینی شود. انتخاب این گزینه با در نظر گرفتن هزینه‌های نگهداری در دوران بهره‌برداری و هزینه‌های روکش بعدی صورت می‌گیرد. عمر طراحی برحسب اهمیت راه تعیین می‌شود[۴].

۵-۲- عمر بهره برداری

عمر یا دوره بهره‌برداری، مدت زمانی است که روسازی اولیه بدون نیاز به روکش با کیفیت قابل قبول دوام آورد. زمان بین دو روکش را نیز عمر بهره‌برداری می‌نامند. در واقع این دوره شامل مدت زمانی است که روسازی از میزان خدمت دهی اولیه به میزان خدمت دهی نهایی برسد. عمر بهره‌برداری بر اساس تجربه‌های طراح و سیاست‌های کارفرما تعیین می‌شود و تابع نحوه و سیستم نگهداری راه است[۲].

۵-۳- عمر روسازی

عمر روسازی به ضخامت و کیفیت مصالح لایه‌های روسازی، نوع و درجه بندی راه، مقاومت خاک بستر، میزان ترافیک، شرایط جوی، نوع مصالح قابل دسترسی و عوامل اقتصادی بستگی دارد.

در طراحی روسازی، علاوه بر عملکرد ویژه‌ای که در رویه برای آن‌ها منظور شده، باید خصوصیات کلی را مطابق با شکل شماره ۲ داشته باشند.

شکل۲ پارامترهای موثر در عمر طراحی راهسازی [۷]

۶- راهسازی استان فارس

استان فارس اکنون ۱۴۶۲ کیلومتر بزرگراه، ۲۳۰۹ کیلومتر راه اصلی، ۲۸۷۲ کیلومتر راه فرعی و ۱۰۹۳۹ کیلومتر راه روستایی دارد. طی ۱۰ سال گذشته یعنی از سال ۱۳۸۹ تاکنون، طول بزرگراه‌های این استان از ۸۶۱ کیلومتر به ۱۴۶۲ کیلومتر و طول راه‌های اصلی از ۱۹۰۷ کیلومتر به ۲۳۰۹ کیلومتر افزایش یافته است[۱۳]. یکی از مهم‌ترین تحولات راهسازی استان فارس با توجه به وسعت و موقعیت جغرافیایی آن، ساخت آزاد راه شیراز/اصفهان می‌باشد. این پروژه در سطح ملی می‌باشد و با تکنولوژی ساخت بتن غلتکی در حال احداث است.

شیراز پنجمین شهر بزرگ و پرجمعیت ایران و پرجمعیت‌ترین شهر جنوب کشور به‌شمار می‌رود. همچنین این شهر در مسیر راه‌های تجاری داخل ایران به بنادر مهم جنوب مانند بندرعباس و بندر بوشهر و نیز گذرگاه انتقال کالا از جنوب به مرکز و شمال کشور می‌باشد. شیراز به سبب جاذبه‌های تاریخی، فرهنگی، مذهبی و طبیعی فراوان، همواره مهاجران بسیاری را جذب می‌نماید که این افزایش جمعیت سبب شلوغی و ازدحام راه‌ها و مسیرهای ارتباطی خواهد شد و مستلزم احداث و بازسازی این مسیرها بیش از پیش ضرورت خواهد داشت[۱۵]. همچنین بررسی‌های آب و هوایی شیراز طی پنجاه سال اخیر مطابق با تحقیق سایر محققین نشان می‌دهد که در گرم‌ترین روزهای سال، دمای هوا بطور میانگین ۴۰ درجه و نیز در سردترین روزهای سال بطور میانگین دمای هوا ۵- درجه سانتی‌گراد می‌باشد[۱۶].

۷- امکان سنجی تولید و دسترسی به منابع

۷-۱- سنگدانه

شهر شیراز بدلیل قرار گیری در منطقه کوهستانی زاگرس دارای معادن طبیعی بسیاری از سنگدانه‌های کوهی و کارخانجات سنگ شکن و تولید شن و ماسه می‌باشد. به استناد از نتایج سایر تحقیقات انجام شده در خصوص مشخصات و خصوصیات سنگدانه‌های استان فارس، طبق جدول شماره ۱ پارامترهای مربوط به سنگدانه‌های معادن دوکوهک و دشت ارژن فارس مورد بررسی قرار گرفته. با توجه به نتایج سایر محققین دراین رابطه مشاهده گردید که خصوصیات سنگدانه‌های این معادن منطبق با استانداردهای لحاظ شده در ACI211 می‌باشد و قابلیت اجرا در ساخت بتن غلتکی در راهسازی را دارا می‌باشد [۱۱,۸,۴].

جدول۱- مشخصات سنگدانه معادن دوکوهک و دشت ارژن فارس[۴, ۸]

نوع سنگدانه	مشخصات سنگدانه					
	مدول نرمی	ارزش ماسه‌ای	درصد سایش (لس آنجلس)	وزن مخصوص ظاهری kg/m^3	جذب آب ۲۴ ساعته ٪	نام معدن
درشت دانه بادامی	۷/۰۵	-	۱۹	۲۳۳۵	۱/۲	دوکوهک
درشت دانه نخودی	۶/۳	-	۲۱	۲۳۳۷	۱/۲	دوکوهک
ریزدانه ماسه شکسته	۲/۴	۶۸	-	۲۱۵۵	۳	دوکوهک
ریز دانه فیلر طبیعی	۲/۶	۷۸	-	۲۱۰۰	۳	دوکوهک
درشت دانه	۶/۷	-	۲۵	۲۴۱۰	۰/۹	دشت ارژن
ریز دانه رودخانه‌ای	۲/۱	۶۲	-	۲۲۳۵	۲/۰۳	دشت ارژن

۷-۲- سیمان

کارخانه‌های سیمان استان فارس[1] سالانه با تولید بیش از ۷/۴ میلیون تن سیمان، نقش بسزایی در توسعه اقتصادی و اشتغال پایدار استان فارس دارند. ظرفیت روزانه تولید سیمان خاکستری در استان فارس ۲۲۰۰۰ تن است. استان فارس دومین استان تولید کننده سیمان در کشور است[۲۱].

[1] *www.fars-cement.ir*

۷-۳-قیر

استان فارس دارای دو پالایشگاه ساخت قیر و امولوسیون می‌باشد که در زرقان و خرامه واقع شده است. کارخانه زرقان با نام شرکت پالایش نفت‌ایرانی[1]،که تأسیسات پالایشی آن شرکت در ۲۲ کیلومتری شیراز و در محدوده شهرستان زرقان واقع شده‌است. ظرفیت طراحی شده‌این پالایشگاه ۴۰ هزار بشکه در روز می‌باشد. طبق طراحی صورت گرفته، خوراک نفت خام مورد نیاز به وسیله یک خط لوله به طول ۲۳۰ کیلومتر از میدان نفتی گچساران و توسط شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب تأمین می‌شود[۲۲].

۸- مقایسه هزینه ساخت و بهسازی راه بتنی و آسفالتی

در این تحقیق برای مقایسه صحیح از سیستم راهسازی بتن غلتکی و آسفالتی در شرایط فنی یکسان، یک مسیر اصلی جهت عبور و مرور وسائل نقلیه شهری به طول ۱۰۰۰ متر و عرض ۱۲ متر که به استناد از نشریه ۳۵۴ راهنمای طراحی و اجرای بتن غلتکی در روسازی اقتباس گردید. این مسیر در دو حالت آسفالتی و بتن غلتکی به همراه یک لایه اساس مفروض است. نوع بستر خاک متوسط و نیز شاخص ترافیک با CBI320 در نظر گرفته شده است[۱۷].

جهت تخمین مدت زمان ساخت هر کدام از مسیرها و مقایسه ساعت کار و سایر هزینه‌های جانبی، به وسیله نرم-افزار MSProject2016 برآورد و تخمین زمانی صورت گرفته است. با هدف مقایسه کلی زمان ساخت، شرایط کاری یکسان اعم از قراردادن ۸ ساعت کاری در طول روز و با فرض در اختیار داشتن ۲ نفر کارگر عادی و ۲ نفر کارگر ماهر و ثابت بودن هزینه‌های ثابت و یکسان برای ماشین آلات در نظر گرفته شد تا تخمینی از برآورد هزینه و زمان هر راه (مسیر) به تفکیک برآورد شود.

۹- فرضیات مدل

مطابق با نشریه ۲۳۴ برای یک راه اصلی، سطح قابلیت اطمینان طراحی برابر ۷۵ تا ۹۰ می‌باشد، که دراین تحقیق عدد ۸۰ فرض شده است. نشانه خدمت دهی اولیه روسازی آسفالتی برابر ۴/۲ و نشانه خدمت دهی نهایی که بعد از آن روسازی نیاز به بازسازی دارد برای راه‌های اصلی ۲/۵ درنظر گرفته شده است. در خصوص روسازی بتنی هم نشانه خدمت دهی اولیه ۴/۵ و نهایی برابر ۲/۵ فرض شده است. یکی از معیارهای اصلی طراحی راه‌ها، حجم ترافیکی قابل تحمل توسط آن راه است. دراین تحقیق مفروض است که شرایط ترافیکی متوسط $ESAL_{15} = 5*10^6$ می‌باشد. (تعداد کل ترافیک با محورهای هم ارز در ۱۵ سال دوره طرح) انجام پذیرفته است[۱].

جدول ۱ مشخصات خاک بستر مورد مطالعه در این تحقیق [1]

شناسه	رده خاک بستر	CBR	K (PSI)
Bf	متوسط	۱۰	۳۲۰

راه مورد نظر جزء راه‌های اصلی است و بصورت راه بتنی درزدار با میلگرد داول در نظر گرفته شده است. ضخامت طرح سازه‌ای روسازی‌ها طبق فرضیات فوق و به استناد نشریه ۳۵۴ راهسازی برای روسازی‌های صلب بر حسب سانتیمتر، مطابق جدول شماره ۳ می‌باشد. طبق نتایج تحقیق‌های سایر محققین، عمر طراحی روسازی‌های بتنی عموماً دو تا سه برابر روسازی‌های آسفالتی است[۴,۱]. درمحاسبات فرض براین است که عمر هر دو روسازی آسفالتی و بتنی برای یک راه اصلی (خیابان شهری) برابر ۱۵ سال باشد[۱]. لذا جهت مقایسه، مفروض است در سال پانزدهم، با مشخصات جدول شماره ۳ رویه سازی ترمیم گردد.

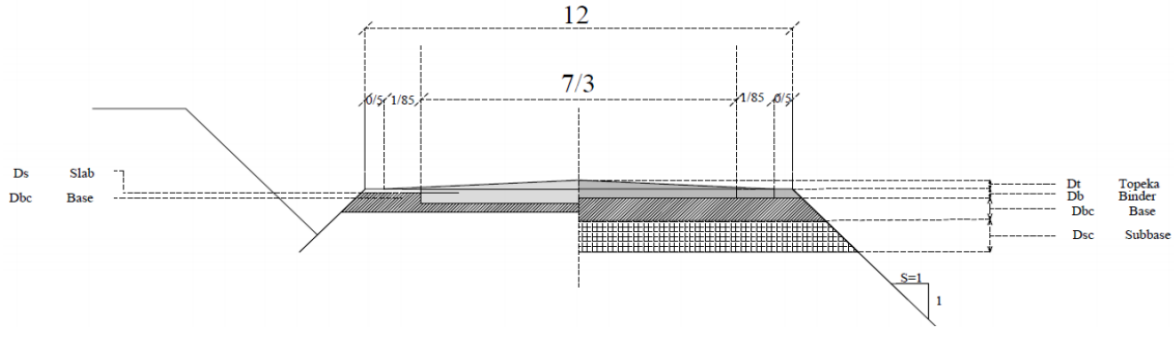
---

[1] *www.pasargadoil.com*

جدول ۲ ضخامت طرح سازه ای و بهسازی در سال پانزدهم برای مسیر خیابان اصلی [۱]

نوع راه	نوع طراحی	ضخامت اساس	ضخامت رویه	ضخامت اندود سطحی و نفوذی	ضخامت آستر
		سانتیمتر	سانتیمتر	سانتیمتر	سانتیمتر
آسفالتی	ساخت	۱۵	۱۲	۱	۶
	بهسازی	-	۱۰	۱	۴
بتن غلتکی	ساخت	۸	۱۴	۱	-
	بهسازی	-	۱۰	۱	-

اندود نفوذی به منظور آماده کردن سطح شنی راه جهت پخش لایه آسفالتی اعم از آسفالت سطحی، آسفالت سرد یا آسفالت گرم انجام می شود. این اندود علاوه بر کمک به آب بندی کردن جسم راه و چسباندن سنگدانه ها به یکدیگر و نفوذ در خلل و فرج سطح قیرپاشی شده، موجب چسبندگی قشر آسفالت به سطح راه می شود[۲]. اندود سطحی جهت آغشته کردن سطح آسفالتی یا بتنی برای ایجاد چسبندگی با لایه آسفالتی که روی آن پخش می گردد، اجرا می شود[۴]. بطور کلی و به استناد از نتایج تحقیقات بدست آمده بر اساس تنوع شرایط آب و هوایی و نوع راهسازی نیز این میزان می‌تواند بین ۱ الی ۲ سانتیمتر متغیر باشد[۱].



شکل ۳ مقایسه روسازی آسفالتی و بتنی مورد مطالعه [۱]

۱۰- فهرست بهاء

برای برآورد هزینه تأمین و حمل مصالح از فهرست بها واحد پایه رشته راه، باند و فرودگاه سال ۱۳۹۹ استفاده گردیده است. بهاء بر حسب ریال و فاصله حمل بر حسب کیلومتر محاسبه شده است. فواصل حمل بر اساس نزدیک‌ترین محل خرید یا دسترسی به منابع در شهر شیراز مفروض گردیده است و مطابق جدول شماره ۴ می‌باشد[۲۳].

جدول ۳ فواصل حمل مصالح با فرض در نظر گرفتن استخراج از نزدیکترین منابع به شهر شیراز [۲۲,۲۱,۸,۴]

شرح	فاصله حمل (کیلومتر)
قیر خالص	۲۵
قیر محلول	۲۵
مصالح آسفالتی (سنگدانه)	۲۰
سیمان	۱۰
مصالح بتنی (سنگدانه)	۲۰
آب	۱
مصالح سنگی اساس و زیر اساس	۲۰

فهرست بها برای هر یک از مصالح ضرایبی را در نظر گرفته است که ضرایب مفروض دراین تحقیق به ترتیب جدول شماره ۵ می‌باشد[۲۳].

جدول ۴ ضرائب مربوطه به استناد از فهرست بها راه، باند، فرودگاه ۱۳۹۹ [۲۳]

شرح	ضرایب ٪
ضریب پرت قیر	۱/۰۵
درصد قیر آسفالت	۰/۵
ضریب حمل آسفالت	۱/۲
ضریب پرت سیمان	۱/۰۶
ضریب حمل بتن	۱/۲
مقدار آب برای هر متر مکعب اساس و زیر اساس	۰/۱

۱۱- راه آسفالتی

۱-۱۱- ساخت راه آسفالتی

رویه آسفالتی متشکل از قشر توپکا به ضخامت ۱۵ سانتیمتر، یک لایه اندود سطحی، قشر آستر به ضخامت ۶ سانتیمتر و یک لایه اندود نفوذی است. حجم و برآورد قیمت اجرای روسازی آسفالتی راه اصلی مطابق جدول شماره ۶ برابر با۱۰/۱۷۱/۹۳۹/۹۸۸ ریال می‌باشد.

جدول ۵ جمع کل هزینه ساخت روسازی آسفالتی

شرح	واحد	بهای واحد (ریال)	مقدار (کیلوگرم)	بهای کل (ریال)
قشر توپکا	متر مکعب	۵/۵۲۵/۲۱۵	۵۵۰	۳/۰۳۸/۸۶۸/۲۵۰
اندود سطحی	کیلوگرم	۴۳/۰۷۲	۲۷۵۰	۱۱۸/۴۴۹/۲۳۸
قشر آستر	متر مکعب	۵/۰۴۵/۲۱۵	۷۷۰	۳/۸۸۴/۸۱۵/۵۵۰
اندود نفوذی	کیلوگرم	۴۳/۷۷۲	۱۳۲۰۰	۵۷۷/۷۹۶/۳۴۰
شانه سازی	متر مکعب	۱/۳۰۲/۹۲۰	۱۳۴	۱۷۴/۵۹۱/۲۸۰
لایه اساس	متر مکعب	۱/۲۷۸/۸۷۰	۱۸۵۹	۲/۳۷۷/۴۱۹/۳۳۰
جمع کل ساخت روسازی آسفالتی ۱۰۱۷۱۹۳۹۹۸۸ ریال می‌باشد				

۲-۱۱ بهسازی راه آسفالتی

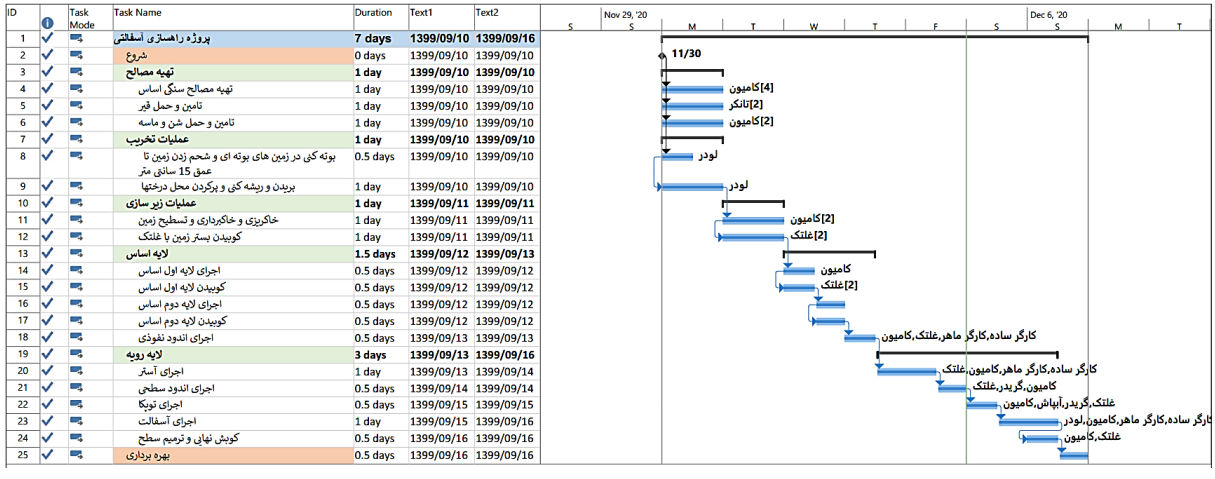
محاسبه هزینه‌های بهسازی روسازی آسفالتی در سال پانزدهم در حالت بستر متوسط، با عنایت به فرضیات بند ۷، مطابق جدول شماره ۷ مبلغ ۶/۶۰۰/۵۰۳/۲۷۸ ریال می‌باشد.این بهسازی شامل آسفالت توپکا به ضخامت ۱۰ سانتیمتر، آستر به ضخامت ۴ سانتیمتر، اندود نفوذی و اندود سطحی هر کدام به ضخامت ۱ سانتیمتر می‌باشد.

جدول ۶ هزینه های بهسازی روسازی آسفالتی در سال پانزدهم

شرح	واحد	بهای واحد (ریال)	مقدار (کیلوگرم)	بهای کل (ریال)
قشر توپکا	متر مکعب	۵/۵۲۵/۲۱۵	۴۴۰	۲/۴۳۱/۰۹۴/۶۰۰
اندود سطحی	کیلوگرم	۴۳/۰۷۲	۲۷۵۰	۱۱۸/۴۴۹/۲۳۸
قشر آستر	متر مکعب	۵/۰۴۵/۲۱۵	۶۶۰	۳/۳۲۹/۸۴۱/۹۰۰
اندود نفوذی	کیلوگرم	۴۳/۷۲۷	۱۳۲۰۰	۵۷۷/۷۹۶/۳۴۰
شانه سازی	متر مکعب	۱/۳۰۲/۹۲۰	۱۱۰	۱۴۳/۳۲۱/۲۰۰
جمع کل ساخت روسازی بتن غلتکی ۶۶۰۰۵۰۳۲۷۸ ریال می‌باشد				

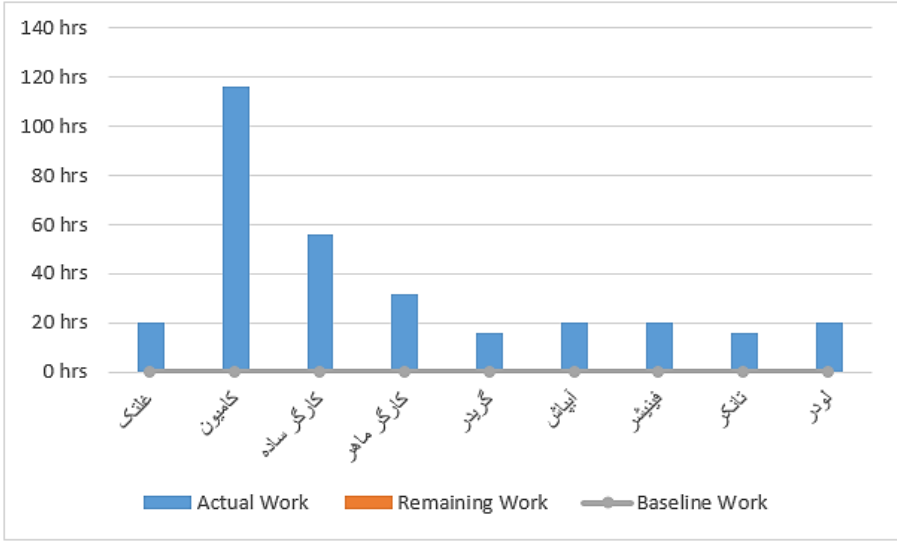
۳-۱۱ تخمین زمان ساخت راه آسفالتی

با عنایت به مدلسازی ساختار شکست و تخصیص ماشین آلات و نیروی انسانی برای انجام ساخت راه آسفالتی در نرم افزار MSP مدت زمان تقریبی ساخت این راه معادل ۷ روز تخمین زده شد. دراین نوع راهسازی، ضخامت لایه اساس ۱۵ سانتیمتر می‌باشد که طی دو مرحله اجرا توسط غلتک کوبیده می‌گردد. همچنین بر مبنای محاسبه راه آسفالتی مطابق با نشریه ۳۵۴، این راه دارای دو لایه اساس می‌باشد که عملیات ساخت آن محاسبه گردیده است. سایر پارامترهای زمانی بر اساس تجربیات کارگاهی می‌باشد و در مشترکات این راه با راه بتنی، مدت زمان اجرای فعالیت‌ها یکسان در نظر گرفته شده است. قابل ذکر است که زمان بهره برداری از این راه پس از آسفالت نهایی و کوبش، به استناد از تجربیات کارگاهی و تحقیقات میدانی، ۴ ساعت در نظر گرفته شده است.

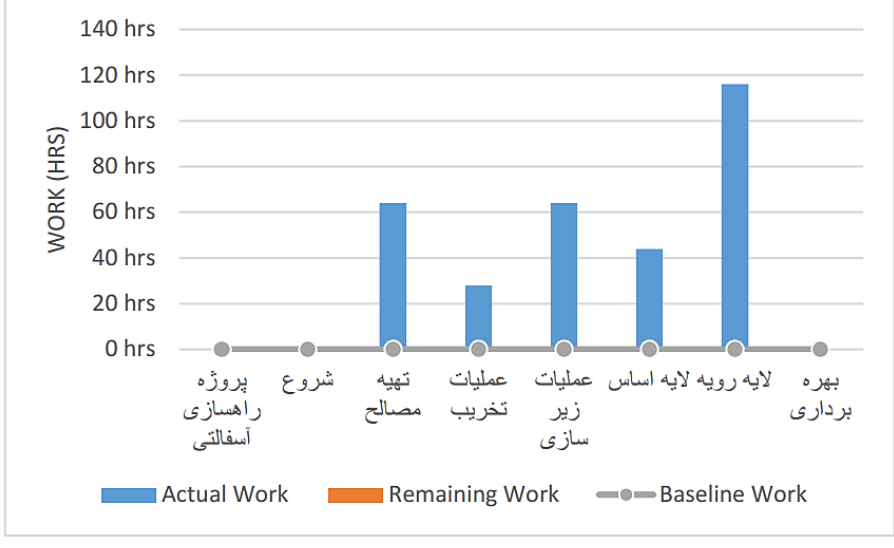


شکل ۲- گانت چارت زمانبندی ساخت راه آسفالتی در نرم افزار MSP

با توجه به نمودار و تصاویر شماره ۱ که حاصل گزارش گیری نرم افزار MSP می‌باشد، محرز گردید که جهت ساخت راه آسفالتی به ۳۱۶ ساعت، کار مفید و عملیات اجرایی نیاز می‌باشد. همچنین عمده این زمان ساخت مربوط به مرحله ساخت لایه رویه آسفالتی بدلیل انجام پارامترهای گوناگون نظیر ایجاد آستر، اندود سطحی، آسفالت توپکا و نیز قیر پاشی آن می‌توان اختصاص داد. در نمودار شماره ۱ کار/ساعت هر منبع به تفکیک و بر حسب زمان مشخص گردیده است.



نمودار ۱ میزان ساعت/کار فیزیکی جهت ساخت راه آسفالتی بر اساس گزارش MSP



نمودار ۲ تخمین مدت زمان ساخت راه آسفالتی بر اساس گزارش MSP

۱۲- راه بتن غلتکی

۱-۱۲- ساخت راه بتن غلتکی

رویه بتنی از یک دال بتنی غلتکی RCCP به ضخامت ۱۴ سانتیمتر و نیز یک لایه اساس سنگی به ضخامت ۸ سانتیمتر تشکیل شده است. در فواصل ۹ متری یک درز جداکننده ایجاده گشته که فواصل بین درزها با پرایمر[1] پوشانده شده است. حجم و برآورد قیمت اجرای روسازی بتن غلتکی راه اصلی مطابق جدول شماره ۸ برابر با ۷۷/۹۹۰/۰۹۰/۶۲۰ ریال می‌باشد.

[1] *(ویژه بتن غلتکی) استناد شده است.PEEP-2168جهت برآورد هزینه، به پرایمر مدل*

جدول۸- جمع کل هزینه ساخت روسازی بتن غلتکی

شرح	واحد	بهای واحد (ریال)	مقدار	بهای کل (ریال)
لایه اساس	کیلوگرم	۱/۲۷۸/۸۷۰	۹۱۴	۱/۱۶۸/۸۸۷/۱۸۰
دال بتنی	متر مکعب	۲/۵۴۷/۸۶۸	۱۵۴۰	۳/۹۲۳/۷۱۶/۷۲۰
درزگیر	دسیمتر مکعب	۴۶/۸۰۰	۱۳۳۹۸	۶۲۷/۰۲۶/۴۰۰
شانه سازی	متر مکعب	۱/۳۰۲/۹۲۰	۱۵۹۶	۲/۰۷۹/۴۶۰/۳۲۰
جمع کل ساخت روسازی بتن غلتکی ۷۷۹۹۰۹۰۶۲۰ ریال می‌باشد				

۱۲-۲- بهسازی راه بتن غلتکی

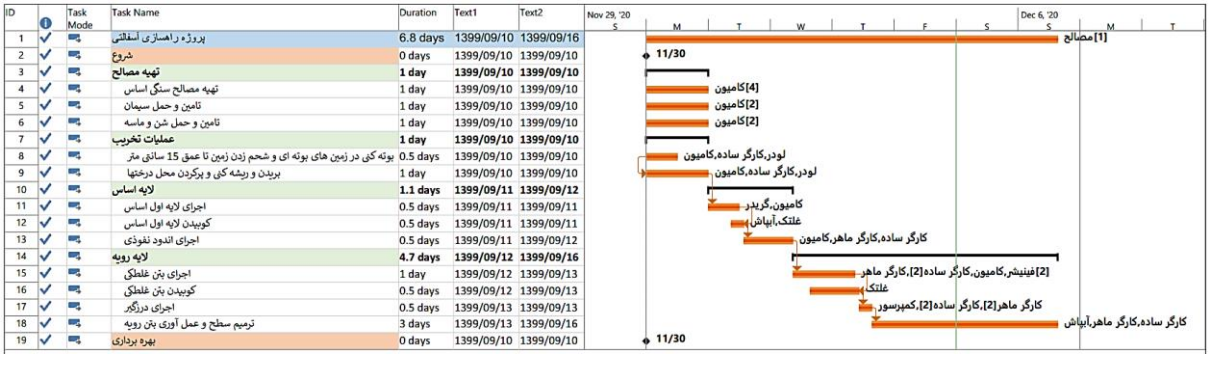
محاسبه هزینه‌های بهسازی روسازی بتن غلتکی RCCP در سال پانزدهم در حالت بستر متوسط، با عنایت به فرضیات بند۷، مطابق جدول شماره ۹ مبلغ ۳/۶۸۵/۰۶۷/۸۹۰ ریال می‌باشد. این بهسازی شامل ترمیم سطحی رویه بتن غلتکی به ضخامت ۱۰ سانتیمتر و اندود نفوذی به ضخامت ۱ سانتیمتر می‌باشد.

جدول ۷ هزینه های بهسازی روسازی بتن غلطکی در سال پانزدهم

شرح	واحد	بهای واحد (ریال)	مقدار	بهای کل (ریال)
قشر توپکا	متر مکعب	۵/۵۲۵/۲۱۵	۵۵۰	۳/۰۳۸/۸۶۸/۲۵۰
اندود نفوذی	کیلوگرم	۴۳/۷۷۲	۱۳۲۰۰	۵۷۷/۷۹۶/۳۴۰
شانه سازی	متر مکعب	۱/۳۰۲/۹۲۰	۵۲/۵	۶۸/۴۰۳/۳۰۰
جمع کل ساخت روسازی بتن غلتکی ۳۶۸۵۰۶۷۸۹۰ ریال می‌باشد				

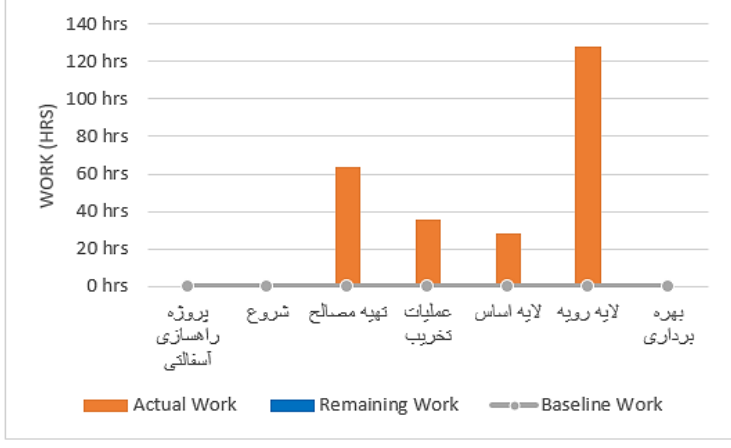
۱۲-۳- تخمین زمان ساخت راه بتن غلتکی

با عنایت به مدلسازی ساختار شکست و تخصیص ماشین آلات و نیروی انسانی برای انجام ساخت راه بتن غلتکی در نرم افزار MSP مدت زمان تقریبی ساخت‌این راه معادل ۴/۸ روز که با احتساب حداقل ۳ روز عمل آوری، ۶/۸ تخمین زده شد. دراین نوع راهسازی، ضخامت لایه اساس ۸ سانتیمتر می‌باشد که طی یک مرحله اجرا و توسط غلتک کوبیده می‌شود. همچنین بر مبنای محاسبه راه آسفالتی مطابق با نشریه ۳۵۴، این راه فاقد زیر اساس می‌باشد که باعث تسریع در عملیات ساخت آن می‌گردد. سایر پارامترهای زمانی بر اساس تجربیات کارگاهی می‌باشد و در مشترکات این راه با راه آسفالتی، مدت زمان اجرای فعالیت‌ها یکسان در نظر گرفته شده است. قابل ذکر است که زمان بهره برداری از این راه پس از ایجاد بتن و کوبش آن، به استناد از تجربیات کارگاهی و تحقیقات میدانی حداقل ۳ روز در نظر گرفته شده است.

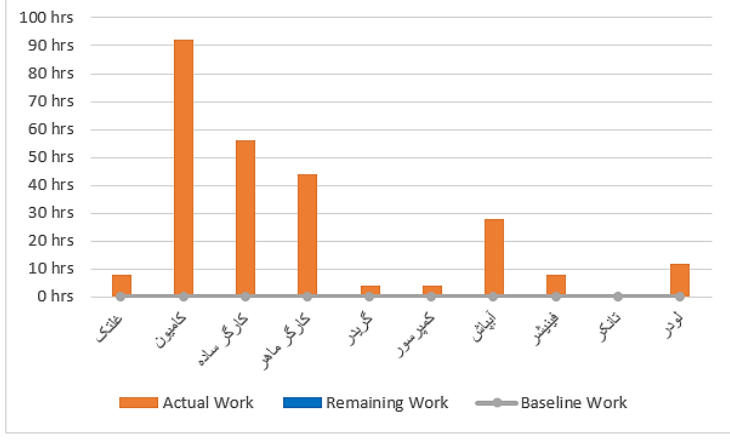


شکل ۱ گانت چارت زمانبندی ساخت راه آسفالتی در نرم افزار MSP

با توجه به نمودار شماره ۳ و ۴ که مربوط به گزارش نرم افزار MSP می‌باشد، مشخص شد که ساخت راه بتن غلتکی به ۲۵۶ ساعت/کارمفید عملیات اجرایی نیاز دارد. عمده این مدت زمان ساخت مربوط به مرحله ساخت لایه رویه می‌باشد. از دلایل مهم این صرفه جویی در زمان ساخت بتن غلتکی می‌توان به عدم نیاز این راه به زیر اساس و یا دولایه اساس اشاره نمود.



نمودار ۳- میزان ساعت/کار فیزیکی جهت ساخت راه بتن غلتکی بر اساس گزارش MSP



نمودار ۳ میزان ساعت/کار فیزیکی جهت ساخت راه بتن غلتکی بر اساس گزارش

۱۳- مقایسه ساخت راه آسفالتی و بتن غلتکی

از مهم‌ترین معیارهای انتخاب سیستم راهسازی مناسب، میزان هزینه و مدت زمان ساخت آن می‌باشد. به استناد از نتایج متره و برآورد عملیات ساخت هر کدام از راه‌های آسفالتی و بتن غلتکی و نیز مقایسه هزینه ساخت و بهسازی در سال پانزدهم مطابق جدول شماره ۱۰ مشخص گردید که ساخت راه با سیستم بتن غلتکی ضمن در نظر گرفتن موقعیت جغرافیایی شهر شیراز و فهرست بها راه، باند و فرودگاه سال ۱۳۹۹، تا ۲۴٪ موجب کاهش هزینه‌ها خواهد شد. همچنین مطابق با همان معیارهای در نظر گرفته شده و با استناد به در نظر گرفتن فرضیات بهسازی، هزینه ترمیم راه بتن غلتکی در سال پانزدهم، تا ۴۴٪ مقرون به صرفه تر خواهد بود. علاوه بر تمامی هزینه‌های بیان شده، رویه بتن غلتکی از منظر هزینه‌های غیر مستقیم دیگری نظیر آسیب پذیری کمتر به محیط زیست، سهولت در دسترسی به منابع و معادن، کاهش مصرف سوخت و استهلاک لاستیک بهره وران، کاهش احتمال تصادفات وسائل نقلیه بدلیل رنگ روشن آن در طول شب، کاهش دمای اطراف بدلیل جذب کمتر نور خورشید و نیز نیاز کمتر به نوسازی و بهسازی را می‌توان نام برد. همچنین باید در نظر گرفت که مشتقات نفتی نظیر قیر و امولوسیون نفتی

یـک منبـع تجدیـد ناپـذیر می‌باشـد در حـالی کـه سـیمان و بـتن بـدلیل گسـتردگی اسـتفاده و نیـز پیشـرفت تکنولـوژی در خصـوص بازیافـت آن ضـمن حفـظ خصوصـیات فیزیکـی و شـیمیایی و نیـز گسـترش روز افـزون مـواد افزودنـی بـتن کـه موجب کاهش هزینـه تـوام بـا افـزایش کیفیـت آن می‌گـردد باعـث صـرفه جـویی بیشـتر در هزینـه‌ها در طـی سـالیان آینـده خواهد شد[۱].

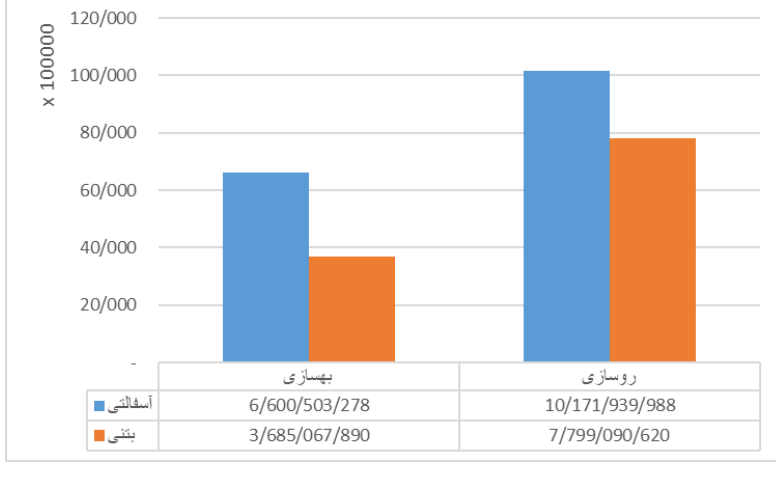
جدول ۸ مقایسه هزینه ساخت راه آسفالتی و بتن غلتکی

نوع راهسازی	هزینه ساخت (ریال)	ارزش کسب شده ٪	میزان اختلاف ٪
آسفالتی	۱۰/۱۷۱/۹۳۹/۹۸۸	۱۰۰٪	۲۴٪
بتنی	۷/۷۹۹/۰۹۰/۶۲۰	۷۶٪	

جدول ۹ مقایسه هزینه بهسازی راه آسفالتی و بتن غلتکی

نوع راهسازی	هزینه بهسازی (ریال)	ارزش کسب شده ٪	میزان اختلاف ٪
آسفالتی	۶/۶۰۰/۵۰۳/۲۷۸	۱۰۰٪	۴۴٪
بتنی	۳/۶۸۵/۰۶۷/۸۹۰	۵۶٪	

ضمن بررسـی و مقایسـه هزینـه‌های مربـوط بـه روسـازی و نیـز ماشـین آلات مـورد نیـاز روسـازی‌های مختلـف و مزیـت‌هـای زیست محیطی که رویـه‌های بـتن غلتکـی نسـبت بـه رویـه‌های آسـفالتی بـا مشـتقات نفتـی دارنـد، مشـخص شـد کـه علـت عـدم تمایـل مـدیران و طراحـان نسـبت بـه اجـرای راهسـازی بـا بـتن غلتکـی، کمبـود اطلاعـات جـامع درایـن زمینـه و نیـز نگرانی از بابت افزایش ریسک پروژه می‌باشد. از دیگـر عوامـل مهـم و تـاثیر گـذار کـه بسـیار مـورد توجـه قـرار گرفـت، خریـد و واردات تجهیزات و دسـتگاه‌های مـورد نیـاز می‌باشـد کـه می‌بایسـت ابتـدا نیـاز سـنجی و امکـان سـنجی نـوع ماشـین آلات و شـرایط مـورد نیـاز سـازمان‌های مختلـف خـدمات شـهری و بـین شـهری انجـام گردیـده و پـس از جمـع بنـدی نیازهـای کشور با مشارکت بخش خصوصی و دانشگاه تحقق یابد.



نمودار ۴ مقایسه هزینه ساخت و بهسازی راه آسفالتی و بتن غلتکی

۱۴-شاخص هزینه

یکی از پارامترهای اصلی کـه در توسـعه پایـداری راهسـازی بـا بـتن غلتکـی مـؤثر اسـت، بهینـه سـازی آن از منظـر اقتصـادی است[۱]. با عنایت به اینکـه ایـن تحقیـق رویکـردی کـاربردی دارد، درایـن بخـش طرح‌هـایی کـه در مطالعـات گذشـته مـورد اسـتفاده در روسـازی راه‌هـای بـتن غلتکـی توصـیه و از حیـث فنـی مـورد بررسـی قـرار گرفتـه انـد، از منظـر هزینـه‌های سـاخت یـک متـر مکعـب مـورد بررسـی قـرار گرفتـه انـد. واضـح اسـت کـه هزینـه‌ها در مقیـاس کارگـاهی از مقیـاس آزمایشگاهی بیشتر است، لذا بـه دلیـل عـدم دسترسـی و محرمانـه بـودن هزینـه مربوطـه توسـط شـرکت‌های مجـری و افـراد

ذی صلاح، ناچار به محاسبه این پارامتر در مقیاس آزمایشگاهی با استناد به نتایج اخذ شده در سایر مراجع و منابع علمی موجود اقدام گردید. برای‌این منظور بیش از ۲۵ طرح اختلاط ساخت بتن غلتکی برای استفاده در روسازی از سایر نتایج محققین جمع آوری شد و بر اساس قیمت‌های مندرج در جدول شماره ۱۳، هزینه هر یک از اجزاء بتن غلتکی از نمایندگی‌های مجاز فروش مصالح در سطح شهر شیراز در بازه‌ی زمانی پاییز ۱۳۹۹ استعلام گردید. هزینه‌ها بر اساس ساخت یک متر مکعب بتن غلتکی از حاصلضرب مقدار مصرف هر یک از اجزاء در قیمت آن جزء و جمع آن‌ها محاسبه گردید.

جدول ۱۰ طرح اختلاط آزمایشگاهی به استناد از سایر مراجع تحقیقاتی جهت دستیابی به شاخص مقاومت_هزینه

ردیف	نام طرح	سیمان	ماسه	شن	آب	روان کننده	میکروسیلیس	مقاومت فشاری	منبع
		kg/m³	kg/m³	kg/m³	lit/m³	lit/m³	kg/m³	Mpa	
۱	RCCP-A	۲۸۰	۱۰۳۱	۱۰۷۱	۱۰۷	۲/۸	-	۳۶	[۱]
۲	RCCP-B	۲۸۰	۱۰۳۶	۱۰۷۴	۱۰۴	۲/۸	-	۳۷	[۱]
۳	RCCP-C	۲۷۶	۱۰۰۶	۶۰۳	۸۰	۲/۲	۲۴	۴۶	[۲]
۴	RCCP-D	۲۳۰	۱۰۰۸	۶۱۵	۹۰	۲	۲۰	۴۰	[۲]
۵	RCCP-E	۲۸۰	۱۰۸۰	۷۹۵	۱۵۴	۰	-	۲۷	[۳]
۶	RCCP-F	۲۸۰	۱۱۲۰	۸۲۵	۱۲۶	۲/۱	-	۳۳	[۳]
۷	RCCP-G	۲۸۰	۱۱۶۰	۸۵۵	۹۸	۲/۸	-	۴۸	[۳]
۸	RCCP-H	۳۳۰	۱۰۵۰	۹۱۸	۷۵	-	-	۴۷	[٤]
۹	RCCP-I	۳۳۰	۱۱۰۰	۷۹۷	۱۰۵	-	-	۳۳	[٤]
۱۰	RCCP-J	۲۴۰	۱۲۰۸	۸۰۵	۱۱۲	-	۴۰	۴۵	[۵]
۱۱	RCCP-K	۲۰۰	۱۲۰۸	۸۰۵	۱۲۱	-	۸۰	۳۹	[۵]
۱۲	RCCP-L	۳۷۰	۱۱۰۰	۸۶۰	۱۱۵	-	۳۰	۴۴	[٦]
۱۳	RCCP-M	۳۶۰	۱۱۰۰	۸۶۰	۱۱۵	-	۴۰	۴۲	[٦]
۱۴	RCCP-N	۳۵۰	۱۱۰۰	۸۶۰	۱۱۵	-	۵۰	۴۱	[٦]
۱۵	RCCP-O	۳۵۰	۱۱۱۱	۷۴۸	۱۲۳	-	-	۳۴	[۷]
۱۶	RCCP-P	۳۳۰	۱۰۳۶	۹۱۷	۱۴۰	-	-	۴۳	[۷]
۱۷	RCCP-Q	۳۰۰	۱۰۳۶	۹۱۷	۱۴۰	-	۳۰	۴۴	[۷]
۱۸	RCCP-R	۲۸۰	۱۱۵۵	۹۳۵	۱۱۰	-	۲۰	۲۱	[۷]
۱۹	RCCP-S	۲۶۰	۱۱۵۵	۹۳۵	۱۲۰	-	۴۰	۲۴	[۷]
۲۰	RCCP-T	۲۲۰	۱۱۵۵	۹۳۵	۱۳۰	-	۸۰	۲۸	[۷]
۲۱	RCCP-U	۳۱۳	۱۰۵۲	۱۱۸۴	۱۲۲	-	-	۴۲	[۷]
۲۲	RCCP-V	۳۱۳	۱۰۵۲	۱۱۸۴	۱۱۳	۳	-	۴۱	[۸]
۲۳	RCCP-W	۳۱۳	۱۰۵۲	۱۱۸۴	۸۷	۳	-	۴۲	[۸]
۲۴	RCCP-X	۳۱۳	۱۰۵۲	۱۱۸۴	۸۲	۴	-	۴۴	[۸]
۲۵	RCCP-Y	۳۱۳	۱۰۵۲	۱۱۸۴	۶۹	۳/۵	-	۴۲	[۸]

جدول ۱۱ هزینه واحد مصالح ساخت بتن غلتکی (استعلام بر اساس قیمت های مصوب شهر شیراز-۱۳۹۹)

ردیف	مصالح	واحد	هزینه واحد (ریال)
1	پودر میکروسیلیس	کیلوگرم	۲۰/۰۰۰
2	سیمان	کیلوگرم	۵/۰۰۰
3	شن (حداکثر ۱۹ میلیمتر)	کیلوگرم	۵۹۰
4	ماسه	کیلوگرم	۶۹۰
5	آب	لیتر	۷/۰۰۰
6	روان کننده (کربوکسیلات)	لیتر	۴۰۰/۰۰۰

جهت دستیابی به اقتصادی ترین و نیز بهینه‌ترین طرح اختلاط بتن غلتکی برای ساخت راهسازی، طرح‌های مندرج در جدول شماره ۱۳ را با در نظر گرفتن مقیاس هزینه و مقاومت فشاری در سن ۲۸ روز، مورد بررسی قرار گرفته است. شاخص اصلی که جهت اقتصادی نمودن طرح اختلاط استفاده می‌شود برای مقاومت فشاری از تقسیم هزینه تمام شده یک متر مکعب بتن آن طرح بر مقاومت مورد نظر بر حسب مگاپاسکال به دست می‌آید. به کسر مذکور دراین تحقیق، شاخص هزینه طرح گفته می‌شود (زرگر.م, ۱۳۹۵).

$$\text{Cost Index} = A/B \quad (1)$$

A: هزینه یک متر مکعب بتن

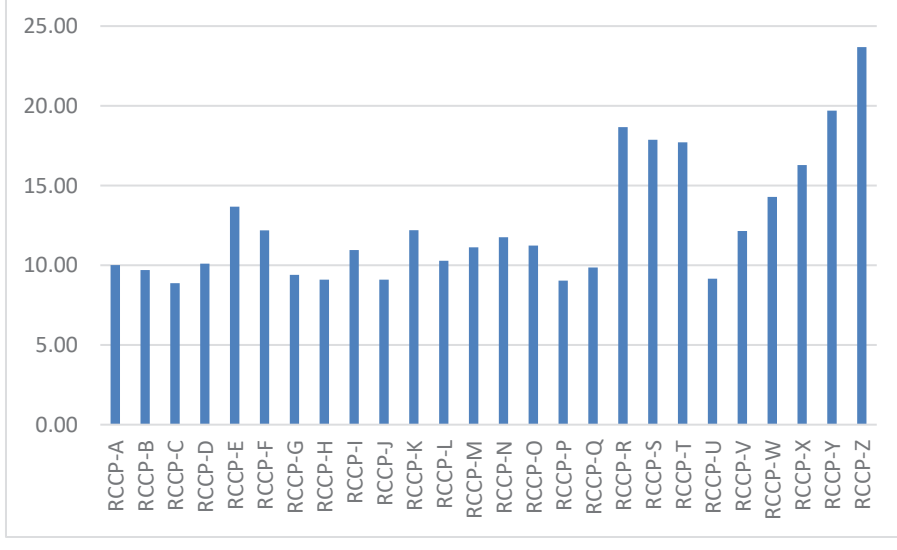
B: مقاومت فشاری بتن

هر چه این شاخص عدد پایین‌تری را نشان دهد بدان معناست که در طرح مذکور، با صرف هزینه کمتر مقاومت بیشتری از بتن غلتکی مورد نظر أخذ شده است واین یعنی در بعد ساخت و در مقیاس آزمایشگاهی طرح مذکور اقتصادی تر است[۱].

مطابق جدول شماره ۱۴ و نمودار شماره ۶ مشخص گردید که بهینه ترین شاخص هزینه _ مقاومت فشاری مربوط به طرح اختلاط RCCP-C به میزان ۸/۸۸ و پس از آن RCCP-P به میزان ۹/۰۹ و طرح RCCP-H و RCCP-J به میزان ۹/۱۵ جز بهینه ترین و اقتصادی ترین طرح اختلاط‌های مورد تحقیق دراین تحقیق بوده است. لازم به ذکر است که هر چه میزان این شاخص کوچک‌تر باشد، طرح اختلاط مربوط بهنیه ترین مقاومت فشاری و نیز اقتصادی ترین هزینه را نمایش می‌دهد.

جدول ۱۲ شاخص هزینه/مقاومت فشاری بتن غلتکی

ردیف	نام طرح	شاخص	قیمت (ریال)	مقاومت فشاری Mpa	ردیف	نام طرح	شاخص	قیمت (ریال)	مقاومت فشاری Mpa
۱	RCCP-A	۱۰/۱۰	۳۶۰۴۲۸۰	۳۶	۱۴	RCCP-N	۱۱/۷۶	۴۸۲۱۴۰۰	۴۱
۲	RCCP-B	۹/۷۰	۳۵۸۸۵۰۰	۳۷	۱۵	RCCP-O	۱۱/۲۳	۳۸۱۸۹۱۰	۳۴
۳	RCCP-C	۸/۸۸	۴۳۴۹۹۱۰	۴۶	۱۶	RCCP-P	۹/۰۴	۳۸۸۵۸۷۰	۴۳
۴	RCCP-D	۱۰/۱۰	۴۰۳۸۳۷۰	۴۰	۱۷	RCCP-Q	۹/۸۵	۴۳۳۵۸۷۰	۴۴
۵	RCCP-E	۱۳/۶۸	۳۶۹۲۲۵۰	۲۷	۱۸	RCCP-R	۱۸/۶۶	۳۹۱۸۶۰۰	۲۱
۶	RCCP-F	۱۲/۱۹	۴۰۲۱۵۵۰	۳۳	۱۹	RCCP-S	۱۷/۸۷	۴۲۸۸۶۰۰	۲۴
۷	RCCP-G	۹/۴۰	۴۵۱۰۸۵۰	۴۸	۲۰	RCCP-T	۱۷/۷۱	۴۹۵۸۶۰۰	۲۸
۸	RCCP-H	۹/۰۹	۳۴۴۱۱۲۰	۴۷	۲۱	RCCP-U	۹/۱۵	۳۸۴۳۴۴۰	۴۲
۹	RCCP-I	۱۰/۹۵	۳۶۱۴۲۳۰	۳۳	۲۲	RCCP-V	۱۲/۱۵	۴۹۸۰۴۴۰	۴۱
۱۰	RCCP-J	۹/۰۹	۴۰۹۲۴۷۰	۴۵	۲۳	RCCP-W	۱۴/۲۸	۵۹۹۸۴۴۰	۴۲
۱۱	RCCP-K	۱۲/۱۹	۴۷۵۵۴۷۰	۳۹	۲۴	RCCP-X	۱۶/۲۸	۷۱۶۳۴۴۰	۴۴
۱۲	RCCP-L	۱۰/۲۸	۴۵۲۱۴۰۰	۴۴	۲۵	RCCP-Y	۱۹/۷۰	۸۲۷۲۴۴۰	۴۲
۱۳	RCCP-M	۱۱/۱۲	۴۶۷۱۴۰۰	۴۲	۲۶	RCCP-Z	۲۳/۶۸	۹۴۷۲۴۴۰	۴۰



نمودار ۵ شاخص هزینه/ مقاومت فشاری بتن غلتکی

۱۵- یافته‌ها

پس از بررسی‌های موردی و تحقیقاتی و با توجه به گوناگونی فعالیت‌های مورد مطالعه، یافته‌های مطلوبی بدست آمده که می‌توانند در تصمیم‌گیری مدیران و کارفرمایان به شکل کاملاً تجربی مورد استفاده قرار گیرد. ملاحظه گردید که در پروژه‌های مختلف ابتدا کارفرمایان و پیمانکاران صرفاً بدنبال توجیه پروژه و بهره برداری از عملیات‌های انجام شده می‌باشند و پس از اتمام پروژه هیچ گونه پروژه تحقیقاتی در زمینه‌های ساخت، نگهداری و بهره‌برداری

صورت نمی‌گیرد. همچنین عدم اطلاع رسانی و مستندسازی کارهای انجام شده از دیگر مشکلات و معضلات در تعریف پروژه‌ها می‌باشد. لذا پس از بازدیدهای میدانی و بررسی موضوعات مختلف با تیم‌های اجرایی پروژه و با سوالاتی که از بابت اجرای بتن غلتکی پس از بهره برداری عنوان شد، معایب و مزایای هرکدام از پروژه‌های سطح شهر شیراز مورد بررسی قرار گرفت که در طول زمان و هزینه ساخت، کارفرمایان پروژه را با چالش روبرو می‌سازد. در نمونه‌های مطالعاتی مشاهده گردید که بیشترین علت عدم میل طراحان و مشاوران به استفاده از بتن غلتکی، مربوط به عدم گرایش مدیران پروژه و تصمیم گیرنده جهت کاهش ریسک‌های احتمالی در حین ساخت و پس از آن می‌باشد که ناشی از عدم اطلاع و آگاهی و نیز مستندات علمی قابل استناد می‌باشد. این ریسک‌ها به دلیل عمومیت داشتن و تسهیل در دسترسی به نیروهای اجرایی و عملیاتی می‌باشد و از تبعات رویه‌های بتنی به دلیل عمومیت نداشتن سر باز می‌زنند. همچنین نبود تیم تحقیقاتی و تحقیقی در عوامل اجرایی اکثر شرکت‌ها و نیز عدم ارتباط مستقیم دانشگاه و صنعت در علوم مهندسی به‌این خلاء دامن می‌زند. این در حالیست که می‌توان با اختصاص دادن بودجه به واحد تحقیق و توسعه مجریان و دست اندرکاران راهسازی در طول بلند مدت بسیاری از هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم ناشی از ساخت، نگهداری، بهسازی، نوسازی را فراهم نمود. از طرفی هزینه‌های ناشی از تصادفات، تخریب محیط زیست، اتمام سوخت فسیلی و انرژی و غیره که به هزینه‌های جاری کشور تحمیل می‌گردد را می‌توان کاهش داد.

جدول ۱۵- دلایل استفاده و معایب / مزایا بتن غلتکی در پروژه های راهسازی شهر شیراز-۱۳۹۹ (ماخذ: نگارندگان)

مطالعه موردی	تاریخ بهره برداری	دلیل استفاده از بتن غلتکی	معایب استفاده از بتن غلتکی پس از بهره برداری	مزایای استفاده از بتن غلتکی پس از بهره برداری
آزد راه شیراز اصفهان	عدم اتمام کار	تغییرات دمای محیطی / افزایش قیمت قیر / فاصله زیاد کارخانه آسفالت تا محل پروژه	جهش قیمت سیمان در زمان اجرا / کمبود نیروی ماهر	تعمیرات راحت مزایای زیست محیطی کاهش آلودگی مراتع
خیابان هجرت شیراز	سال ۹۴	وجود تاسیسات شهری زیر سطحی / عدم امکان اجرای آسفالت در سطح شهر	عدم امکان استفاده از ماشین آلات مخصوص	دوام قابل قبول و نبود اعوجاج ضخامت کم روسازی جذب کم گرمای محیطی
خیابان ۹ دی	سال ۸۹	عدم امکان فعالیت ماشین آلات سنگین راهسازی بدلیل وجود بافت میراث فرهنگی	مشکلات نیروی انسانی غیر ماهر/ عدم اتصال مناسب رویه بتنی با آسفالته	جذب کم گرمای محیطی همگون بودن کفسازی با بافت تاریخی همگونی کفسازی با دربهای منهول دید بصری مناسب و رنگ روشن
خیابان دلگشا	سال ۹۶	شیب زیاد رمپ و مسیر و خروجی‌ها / قیمت زیاد مصالح	صدای ناهنجار لاستیک وسائل نقلیه	مقاومت مناسب رویه عدم اعوجاج رویه در شیب‌ها
خیابان تخت جمشید	سال ۹۶	شیب زیاد رمپ و مسیر و خروجی‌ها / قیمت زیاد مصالح قیر و امولوسیون	صدای ناهنجار لاستیک وسائل نقلیه	مقاومت مناسب رویه عدم اعوجاج رویه در شیب‌ها عدم جذب گرما
سد دز	سال۳۹	نبود کارخانه آسفالت و تغییرات بسیار زیاد دمایی طولانی بودن مسیر و روشنایی مسیر در رانندگی شب	نبود ماشین آلات بومی نبود نیروی انسانی بومی	هزینه تعمیرات پایین همگونی مصالح با محیط انتقال گرمای مناسب از روسازی به لاستیک خودرو

از طرفی اثرات یخبندان، مانند انبساط و انقباض ناشی از ذوب-یخ و نیز کاهش باربری بستر روسازی در دوره ذوب-یخ‌ها دارای اهمیت است. بالا آمدگی ناشی از یخبندان در فصل زمستان و ضعیف شدن خاک در طی فرآیند ذوب-یخ در اوایل فصل بهار در کاهش دوام روسازی نقش تعیین کننده‌ای دارد. بالا آمدگی ناشی از یخبندان در روسازی و زیرسازی راه ، هنگامی بروز می‌کند که هر سه عامل: ۱- هوای سرد با دمای زیر صفر ۲- وجود خاک‌های حساس در مقابل یخبندان (مصالح روسازی، مصالح زیر بستر روسازی و خاکریز) ۳- آب در دسترس (عمدتاً تراز آب زیرزمینی در عمق کمتر از سه متر)، در یک پروژه حادث شود. چنانچه حتی یک عامل از سه عامل نامبرده در پروژه مورد طراحی وجود نداشته باشد، تاثیر یخبندان در نظر گرفته نمی‌شود. منبع تامین آب در دسترس معمولاً سطح آب زیرزمینی است که در عمق کمی از منطقه یخ زده قرار دارد. بنابراین ضرورت دارد تا بر اساس پیشینیه دمای حداقل و حداکثر محلی در محدوده راهسازی، تاثیرات و عوامل مخرب ناشی از آن در نظر گرفته شود. لذا با توجه به اقلیم وسیع و تغییرات دمایی بسیار گسترده در محدوده شمالی تا جنوبی استان فارس و به استناد از بند ۵ این تحقیق نیز باید تدابیری در خصوص از بین بردن عوارض و تهدیدها انجامید. بنابراین ریسک‌های موجود را می-توان با افزودن انواع مکمل‌ها در روسازی یا امکان سنجی در زمان ساخت به حداقل رساند.

۱۶- نتیجه گیری

۱. برآورد مدت زمان ساخت نشان می‌دهد که رویه بتن غلتکی می‌تواند تا ۳۸٪ موجب کاهش زمان ساخت در مقایسه با نمونه آسفالتی گردد و این میزان اختلاف در مسیرهای بزرگ قطعاً بیشتر خواهد بود.

۲. برآورد هزینه ساخت نشان می‌دهد که رویه بتن غلتکی می‌تواند تا ۲۴٪ در هر کیلومتر مربع هزینه‌های ساخت را در مقایسه با نمونه آسفالتی کاهش دهد.

۳. برآورد بهسازی و نوسازی راه نشان می‌دهد که رویه بتن غلتکی تا ۴۴٪ هزینه‌های مستقیم مربوط به ترمیم را کاهش دهد.

۴. شاخص هزینه _ مقاومت فشاری طرح اختلاط‌های مورد بررسی دراین تحقیق نشان می‌دهد که طرح RCCP-C دارای بهینه ترین مقاومت توام با اقتصادی ترین حالت با عدد شاخص ۸/۸۸ می‌باشد. اما با توجه به ضوابط و محدودیت‌های بتن غلتکی مطابق نشریه ۷۳۱، مقدار ماده سیمانی نباید از ۳۳۰ کیلوگرم در هر متر مکعب کمتر باشد. بنابراین طرح مخلوط RCCP-P با شاخص ۹/۰۴ می‌تواند اقتصادی‌ترین طرح مخلوط ممکن برای راهسازی بتن غلتکی در محدوده ضوابط طراحی کشور ایران قرار گیرد.

۱۷-توصیه

۱.با توجه به وفور معادن شن و ماسه و تراکم کارخانجات سیمان در استان فارس و اطراف شهر شیراز امکان ساخت انبوه رویه بتن غلتکی امکان پذیرتر می‌باشد.

۲.با توجه به افزایش ترافیک و تردد بر روی مسیر و معابر سطح شهر شیراز که ناشی از افزایش مهاجرت و میل به شهر نشینی می‌باشد نیز استفاده از رویه بتنی بدلیل دوام بالاتر و هزینه کمتر بهسازی در مقایسه با رویه آسفالتی توصیه می‌گردد.

۳.با توجه به شرایط جغرافیایی شهر شیراز و در نظر گرفتن تغییرات دمایی طی ۵۰ سال اخیر توصیه می‌گردد، برای افزایش دوام رویه بتن غلتکی در برابر چرخه ذوب و انجماد از میکروسیلیس به میزان ۸ تا ۱۰ درصد وزنی سیمان استفاده گردد.

۴.با توجه به افزایش دما در نواحی جنوبی استان فارس و جاری شدن قیر آسفالت و همچنین سنگینی بار وارده ناشی از وزن کامیون‌ها در مواصلات جنوبی استان توصیه می‌گردد از سیستم راهسازی با بتن غلتکی استفاده گردد.

۵.با توجه به کاهش دما در نواحی شمالی استان فارس، بویژه در فصل زمستان بدلیل یخ زدگی سطح جاده‌ها که باعث یخ زدگی آب موجود در بتن می‌گردد پیشنهاد می‌شود، سطح جاده‌ها با روکش آسفالتی پوشش داده شود.
۶.با توجه به شرایط جغرافیایی و آب و هوای شهر شیراز که عمدتاً در فصل زمستان دچار یخ زدگی سطحی می‌گردد، توصیه می‌شود جهت ذوب یخ سطوح، از نمک یخ زدا استفاده نگردد، چرا که موجب نفوذ سولفات و نمک حل شده به همراه آب باران و برف در منافذ بتن خواهد شد که در نهایت موجب پوسیدگی مش‌های حرارتی یا میلگردهای داول موجود دراین راه‌ها می‌گردد. به همین جهت استفاده از شن جهت یخ زدایی پیشنهاد بهتری می‌باشد.
۷. استفاده از رویه بتن غلتکی برای روسازی مسیرهایی که طراحی سرعت ترافیک آن زیر ۶۰ کیلومتر مفروض است، توصیه می‌شود اما در آزاد راه‌ها، بزرگ راه‌ها و نیز جاده‌ها با استفاده از سیستم ترکیبی بتن و رویه آسفالتی مناسب‌تر می‌باشد.
۸.روشن بودن سطح (رنگ) رویه بتن غلتکی باعث کاهش جذب نور خورشید در طول روز که می‌شود که تاثیر زیادی در کاهش دمای محیط اطراف دارد. از طرفی بازتاب نور چراغ اتومبیل‌ها در طول شب و فضاهای تاریک مانند کمربندی‌ها یک ویژگی مثبت تلقی می‌گردد که می‌تواند فواصل پایه چراغ روشنایی خیابان‌ها را کاهش دهد و در صرفه جویی مصرف برق موثر واقع شود.
۹. بهترین زمان برای ساخت روسازی در شمال استان فارس اواسط بهار و در جنوب استان اواسط زمستان می‌باشد، زیرا با توجه به میانگین دمای این منطقه، نیازی به افزودن مکمل جهت جلوگیری از یخ زدگی آب بتن یا جلوگیری از تبخیر آب بتن در زمان ساخت و عمل آوری آن نمی‌باشد.

۱۸- سپاسگزاری

قدردانی فراوان از موسسه آموزشی "ماهرشو...!" شهر شیراز برای همکاری و کوشش‌های موثر که جهت ثمربخش بودن این تحقیق مبذول داشتند.

۱۹- منابع

[1]. Zargar.M, Shariatmadari.H, Technical And Economic Evaluation Of Pavement RCCP Concrete, Civil Engineering Thesis In Construction Management, First National Conference On Applied Research In Structural Engineering And Construction Management, (2016) Pp1-17 (In Persian)

[2]. Ameri. M, Shekarchizadeh. M, Shahabi.H, The Effect Of Using Isfahan Steel Converter Overhead As A Grout Alternative On Road Paving RCCP Concrete, 8th International Congress Of Civil Engineering, Iran, Shiraz, (2012), Pp 15-32 (In Persian)

[3]. Ahmadi. A, Shah Hosseini. A, Kia.S, The Requirements Of Paving The Country With The Help Of RCCP Concrete, Journal Of Deputy And Strategic Planning And Supervision, No. 56, (2013), Pp 48-66 (In Persian)

[4]. Sadri. M, Hojjati.M, Investigation Of Some Factors Affecting The Rolling Concrete Mixing Design, Master Thesis In Civil Engineering, Soil And Foundation, Tehran Technical University. (2015) (In Persian)

[5]. Karimi Goghari.M, Hassani. Laboratory Feasibility Study Of Using Recycled Asphalt Pieces An Aggregate Alternative In Road Pavement RCCP Concrete, Quarterly Journal Of Transportation Engineering, Year 3, Issue 1, (2011), Pp 40-56 (In Persian)

[6]. Hadianfar.M.H, Nik Mohammadi.A, Hashemi.A, Technical And Economic Evaluation And Comparison Of Concrete And Asphalt Pavements, 4th Conference On New Research In Civil Engineering, March 2016

[7]. Regulation No. 120, Iranian Concrete Regulations, Management And Planning Organization, (2004) (In Persian)

[8]. Oraimi.Al, Hago.A, Recycling Of Reclaimed Asphalt Pavement In Portland Cement Concrete, Journal Of Engineering Research, Vol. 6, No.1,(2017), Pp. 37-45

[9]. Gaekel, L. And Schrader, "Rccp Mixes And Properties Using Poor Quality Materials: Concepcion Dam. In RCCP Compacted Concrete" American Society Of Civil Engineers, New York, 2019. Pp. 340–357.

[10]. Courard.L, Michel.F, Use Of Concrete Road Recycled Aggregates For RCCP Compacted Concrete, Construction And Building Materials No.24, (2019), Pp.390–395

[11]. Villena.J, Griggs.T, Schrader.E"Burnett Rccp Dam Design An Innovative Approach To Site-Specific Conditions. In Proceedings Of Ancold Conference On Dams" November Melbourne, Australia, 2018

[12]. Iranian Standard No. 302, Properties Of Aggregates Consumed In Concrete, Iranian Institute Of Standards And Industrial Research, (2002) (In Persian)

[13]. Issue No. 354, Guide To The Design And Implementation Of RCCP Concrete In Paving The Country's Roads, Vice President For Planning And Strategic Supervisors, (2009) (In Persian)

[14]. Regulation No. 723, Design Guide For RCCP Concrete Weight Dams, Program And Budget Organization, (2016) (In Persian)

[15]. Statistical Yearbook Of Shiraz 1399. Tehran, Office Of The Department Of Public Relations And International Cooperation, Statistics Center Of Iran.(Persian)

[16]. Adelzadeh, Abdolhossein, Zahra Parsai And Ali Zamen Gholami And Kobra Manavipour "Analysis Of The Daily Average Temperature Trend In Shiraz" First International Conference On Geographical Sciences. 1394 (In Perian)

[17]. Journal No. 354, Guide To The Design And Implementation Of RCCP Concrete In Paving The Country's Roads, Vice President For Planning And Strategic Supervisors, 2009

[18]. Criterion No. 723, Design Guide For RCCP Concrete Weight Dams, Program And Budget Organization, 2016

[19]. Criterion No. 120, Iranian Concrete Regulations, Management And Planning Organization, 2004

[20]. Center For Road And Urban Studies, Statistics Center Of Iran. March 2017, Www.Mrud.Ir

[21]. Physical And Chemical Properties Of Fars Cement, Www.Fars-Cement.Ir

[22]. Nef Pasargad Company, The Largest Producer Of Bitumen In The Middle East, Www.Pasargadoil.Com

[23]. Program And Budget Organization Of The Presidency Of The Islamic Republic Of Iran, Price List Of The Basic Unit For Roads, Railways And Airport Runways In 1399.