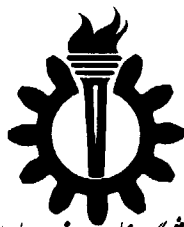
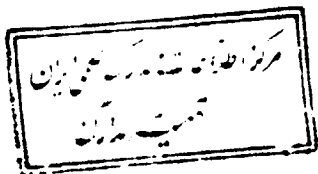


۱۳۷۸ / ۷ / ۱۲



دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشکده مهندسی عمران

بررسی روسازیهای بتن غلتکی و امکان سنجی کاربرد در ایران

جواد طاهری نژاد

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی عمران راه و ترابری

استاد راهنما:

دکتر محمود عامری

۱۴۱۹۹

زمستان ۱۳۷۷

۲۹۷۷۱

چکیده

بتن غلتکی روشی نوین برای اجرای سدها و روسازیها می باشد که طی سه دهه اخیر توسعه یافته و مورد استفاده قرار می گیرد.

در این پایان نامه روسازیهای بتن غلتکی بطور کامل شناسایی شده اند: استفاده گسترده از این روسازیها به بعد از سال ۱۹۷۱ بر می گردد؛ خواص فنی و مصالح مورد استفاده در آنها بطور عمده مشابه روسازیهای بتنی معمولی است؛ با ماشین آلات معمولی راهسازی اجرا می شوند و بدون هرگونه آرماتور و قالب می باشند. این روسازیها برای بارهای سنگین با سرعت کم مناسبتر می باشند.

روسازیهای بتن غلتکی از دیدگاه فنی با روسازیهای رایج آسفالتی در چند حالت مقایسه شده و عملکرد آن برای محوطه های کانتینری، محوطه و باند خزش فرودگاه مناسب و برای بزرگراهها نامناسب تشخیص داده شد. از دیدگاه هزینه اجرا نیز هر دو روسازی مورد مقایسه قرار گرفته و ملاحظه شد که در مواردی هزینه روسازی بتن غلتکی در حد روسازی آسفالتی و حتی ارزانتر می باشد.

با انجام مقایسه های فنی و مالی، ملاحظه شد که استفاده از روسازی بتن غلتکی در ایران در موارد متعددی امکان پذیر می باشد که از جمله می توان به محوطه های بنادر جنوب کشور، راههای دسترسی سدهای بتنی و محوطه های صنعتی که در آنها ترشحات مواد نفتی وجود دارد اشاره کرد.

تشکر و قدردانی

سپاس و ستایش خدای بخشنده و مهربان را که بر ما موهبت عقل را عنایت فرمود و آنرا به نور دانش آذین بست و توفیق تهیه این مجموعه و تقدیم آن به جامعه علمی کشور عزیز و اسلامیمان را بر این بنده حقیر عنایت فرمود؛ و سلام و صلوات بر پیامبران عظیم الشان و مخصوصاً خاتم آنان حضرت محمد (ص) که ما را به کسب دانش و تفکر سفارش فرمودند و ائمه اطهار (ع) که ادامه دهنده راه آن بزرگوار بودند.

و تشکر و سپاس فراوان از:

استاد عزیز و بزرگوارم جناب آقای دکتر محمود عامری که نظرات ارزنده ایشان راهنمای من در تهیه این مجموعه بود و نرم افزارهای مورد استفاده را در اختیار اینجانب قرار دادند؛ هیأت محترم داوران که این مجموعه را با حوصله مطالعه فرموده و در جلسه دفاعیه حضور داشتند؛

مسئولین محترم شرکت بلندپایه که امکان استفاده از آرشو فنی و امکانات این شرکت را برای اینجانب فراهم کردند؛

جناب آقای دکتر مکارچیان که اینجانب را در تهیه بعضی مراجع راهنمایی و مساعدت فرمودند؛ جناب آقای مهندس سلطانی که در انجام تحلیلهای رایانه ای، جستجو در شبکه اینترنت و آرایش نهایی این مجموعه، اینجانب را یاری فرمودند؛

سرکار خانم میرحسینی و مؤسسه رایانه ای سایه که زحمت تایپ این مجموعه را تقبل فرمودند؛ همسر مهربان و خانواده بزرگوارم که مشکلات دوران تحصیل اینجانب را تحمل نموده و مشوق من در این دوران بودند؛

و کلیه دوستان و عزیزان دیگر که به نحوی اینجانب را مساعدت و راهنمایی فرمودند.

با آرزوی توفیق و شادکامی برای تمام مسلمانان و دعا برای تعجیل در ظهور آقا امام زمان (عج).

جواد طاهری نژاد - زمستان ۱۳۷۷

فهرست مطالب

ج	فهرست اشکال.....
خ	فهرست جداول.....
۱	مقدمه.....

فصل اول: شناسائی روسازیهای بتن غلتکی

۶	(۱-۱) کلیات.....
۸	(۲-۱) تاریخچه.....
۱۱	(۳-۱) خواص مهندسی.....
۱۱	(۱-۳-۱) مقاومت فشاری.....
۱۳	(۲-۳-۱) مقاومت خمشی.....
۱۴	(۳-۳-۱) مقاوت کششی برزیلی.....
۱۵	(۴-۳-۱) مدول ارتجاعی.....
۱۵	(۵-۳-۱) رفتار خستگی.....
۱۵	(۶-۳-۱) مقاومت چسبندگی.....
۱۸	(۷-۳-۱) پایایی.....

- ۱۸.....(۱-۳-۸) خلاصه
- ۱۹.....(۴-۱) مصالح
- ۱۹.....(۱-۴-۱) سنگدانه‌ها
- ۲۲.....(۲-۴-۱) مصالح سیمانی
- ۲۳.....(۳-۴-۱) آب
- ۲۳.....(۴-۴-۱) افزودنیها
- ۲۵.....(۵-۴-۱) الیاف فولادی
- ۲۶.....(۵-۱) طرح اختلاط
- ۲۸.....(۱-۵-۱) تعیین نسبت با استفاده از آزمایشهای قوام بتن
- ۲۹.....(۲-۵-۱) تعیین نسبت با استفاده از آزمایشهای تراکم خاک
- ۳۰.....(۳-۵-۱) تعیین نسبت با استفاده از روش تراکم مارشال
- ۳۲.....(۴-۵-۱) ساخت نمونه‌های آزمایشی
- ۳۳.....(۶-۵-۱) نمونه‌هایی از نسبتهای مخلوط بتن غلتکی
- ۳۳.....(۶-۱) طرح ضخامت
- ۳۳.....(۱-۶-۱) مبانی طراحی
- ۳۵.....(۲-۶-۱) روشهای طراحی خاص
- ۳۸.....(۳-۶-۱) روش طرح روسازیهای صلب معمولی با اعمال ضرایب تصحیح
- ۳۹.....(۴-۶-۱) استفاده از روشهای تیپ
- ۳۹.....(۵-۶-۱) ملاحظات چندلایه‌ای
- ۴۱.....(۶-۶-۱) ملاحظات طراحی روسازی
- ۴۲.....(۷-۱) مراحل اجرایی
- ۴۳.....(۱-۷-۱) آماده کردن لایه‌های اساس و بستر

۴۳.....	(۲-۷-۱) ساخت و حمل بتن
۴۴.....	(۳-۷-۱) بتن ریزی
۴۸.....	(۴-۷-۱) تراکم
۵۳.....	(۵-۷-۱) اجرای درزها
۵۶.....	(۶-۷-۱) عمل‌آوری و محافظت
۵۷.....	(۸-۱) نظارت و آزمایش
۵۷.....	(۱-۸-۱) نظارت و آزمایش‌های قبل از اجرا
۵۹.....	(۲-۸-۱) نظارت و آزمایش در حین اجرا
۶۱.....	(۳-۸-۱) نظارت و آزمایش‌های بعد از اجرا
۶۲.....	(۹-۱) عملکرد
۶۳.....	(۱-۹-۱) وضعیت سطحی
۶۴.....	(۲-۹-۱) مقاومت لغزشی
۶۶.....	(۳-۹-۱) همواری سطح
۶۸.....	(۴-۹-۱) زیری
۷۰.....	(۵-۹-۱) پایایی در برابر انجماد و ذوب
۷۲.....	(۶-۹-۱) انتقال بار

فصل دوم: مقایسه فنی روسازیهای آسفالتی و بتن‌غلتکی

۷۸.....	(۱-۲) کلیات
۷۸.....	(۲-۲) مبانی طراحی
۷۹.....	(۳-۲) طرح روسازی یک پایانه کانتینری
۷۹.....	(۱-۳-۲) مشخصات بار و تردد

- ۸۱..... ۲-۳-۲ طراحی روسازی آسفالتی
- ۸۱..... ۳-۳-۲ طراحی روسازی بتن غلتکی
- ۸۲..... ۴-۲ طرح روسازی یک باند خزش
- ۸۲..... ۱-۴-۲ مشخصات باروتراфик
- ۸۳..... ۲-۴-۲ طراحی روسازی آسفالتی
- ۸۳..... ۳-۴-۲ طراحی روسازی بتن غلتکی
- ۸۴..... ۵-۲ طرح روسازی یک بزرگراه
- ۸۴..... ۱-۵-۲ مشخصات باز و ترافیک
- ۸۵..... ۲-۵-۲ طراحی روسازی آسفالتی
- ۸۵..... ۳-۵-۲ طراحی روسازی بتن غلتکی
- ۸۶..... ۶-۲ ارزیابی تنشها، کرنشها و تغییر شکلها
- ۹۵..... ۷-۲ ارزیابی ایمنی و آسایش
- ۹۵..... ۱-۷-۲ مقاومت لغزشی
- ۹۶..... ۲-۷-۲ آلودگی صوتی
- ۹۶..... ۳-۷-۲ میزان دید و انعکاس نور
- ۹۶..... ۸-۲ ملاحظات اجرایی
- ۹۷..... ۱-۸-۲ سختی اجرا
- ۹۷..... ۲-۸-۲ مدت زمان اجرا
- ۹۸..... ۹-۲ ملاحظات تعمیر و نگهداری
- ۹۸..... ۱۰-۲ اثرات محیطی
- ۹۹..... ۱۱-۲ استفاده از مصالح روسازی تخریب شده

فصل سوم: ارزیابی اقتصادی روسازیهای آسفالتی و بتن‌غلتکی

۱۰۲	..... کلیات (۱-۳)
۱۰۳	..... هزینه های روسازی (۲-۳)
۱۰۳	..... هزینه اجرا (۱-۲-۳)
۱۰۷	..... هزینه بهره برداران (۳-۲-۳)
۱۰۸	..... تجزیه بهای روسازی آسفالتی (۳-۳)
۱۰۸	..... تجزیه بهای روسازی بتن‌غلتکی (۴-۳)
۱۰۸	..... تهیه مصالح (۱-۴-۳)
۱۰۹	..... ساخت بتن (۲-۴-۳)
۱۱۱	..... تعیین طرح اختلاط بتن‌غلتکی (۳-۴-۳)
۱۱۱	..... حمل بتن (۴-۴-۳)
۱۱۳	..... پخش و تراکم بتن (۵-۴-۳)
۱۱۴	..... عمل آوری روسازی بتنی (۶-۴-۳)
۱۱۴	..... اجرای درزهای انقباض (۷-۴-۳)
۱۱۵	..... جداول تجزیه بهاء (۸-۴-۳)
۱۱۵	..... مقایسه اقتصادی روسازیهای طرح شده (۵-۳)
۱۱۹	..... مقایسه هزینه روسازی پایانه کانتینری (۱-۵-۳)
۱۲۰	..... مقایسه هزینه روسازی باند خزش فرودگاه (۲-۵-۳)
۱۲۰	..... مقایسه هزینه روسازی بزرگراه (۳-۵-۳)
۱۲۱	..... مقایسه هزینه روسازی راه فرعی (۴-۵-۳)

فصل چهارم: نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

۱۲۴ کلیات (۱-۴)

۱۲۴ بحث و نتیجه‌گیری (۲-۴)

۱۲۶ ارائه پیشنهادات (۳-۴)

۱۲۷ نیازهای تحقیقاتی (۴-۴)

پیوستها:

۱۲۹ پیوست شماره ۱: معرفی برنامه‌های رایانه‌ای

۱۳۳ پیوست شماره ۲: جداول تجزیه بهاء

۱۶۷ فهرست مراجع

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱: مقایسه بتن غلتکی، بتن معمولی و اساس سیمانی از دیدگاه مقادیر سیمان و آب [۲]. ۷
- شکل ۲-۱: مقاومت فشاری نمونه‌های بتن غلتکی در ۲۸ و ۲۰۰ روز [۲]. ۱۳
- شکل ۳-۱: حدود دانه‌بندی مناسب برای سنگدانه‌های روسازی بتن غلتکی [۳] ۲۱
- شکل ۴-۱: سطح مقطع روسازی VRCFC [۱۳] ۲۶
- شکل ۵-۱: مراحل طرح اختلاط بتن غلتکی [۶] ۳۱
- شکل ۶-۱: توزیع مخلوطهای بتن غلتکی در ژاپن [۶] ۳۴
- شکل ۷-۱: دیاگرام طراحی PCA برای چرخهای ساده [۳] ۳۶
- شکل ۸-۱: دیاگرام طراحی گروه مهندسين ارتش امريكا برای روسازيهاي بتن غلتكي [۳] ۳۷
- شکل ۹-۱: طرحواره و تصویری از دستگاه بتن‌ساز پیوسته متحرک با تیغه‌های چرخان [۱۶ و ۳] ۴۵
- شکل ۱۰-۱: اجرای روسازی بتن غلتکی با استفاده از فنیشر اصلاح شده آسفالت [۳] ۴۷
- شکل ۱۱-۱: استفاده از غلتکهای ارتعاشی و چرخ لاستیکی در تراکم روسازی بتن غلتکی [۳] ۵۰
- شکل ۱۲-۱: الگوی صحیح غلتک‌زنی قطعات و باندهای روسازی بتن غلتکی [۲] ۵۱
- شکل ۱۳-۱: رابطه تراکم و مقاومت در روسازی بتن غلتکی [۲] ۵۳
- شکل ۱۴-۱: مراحل اجرای یک درز سرد [۳] ۵۴
- شکل ۱۵-۱: درجه‌بندی PCI و برآورد تجمعی دوره‌های انجماد و ذوب در زمان بررسی [۳] ۶۴
- شکل ۱۶-۱: تغییرات PCI با تعدا تجمعی آمد و شد [۳] ۶۵
- شکل ۱۷-۱: بافت سطحی چند روسازی بتن غلتکی [۳] ۶۸
- شکل ۱۸-۱: رابطه پایایی و نشانه فواصل حفرات برای روسازی بتن غلتکی [۱۱] ۷۱
- شکل ۱۹-۱: ساز و کار انتقال بار و راندمان ناشی از تماس سنگدانه [۳] ۷۳
- شکل ۲۰-۱: رابطه بین راندمان درز و انتقال بار در آن [۳] ۷۵

- شکل ۱-۲۱: رابطه راندمان درز، انتقال بار با فواصل متوسط ترک (A) و عرض ترک (B) [۳] ۷۶
- شکل: ۲-۱ نمونه‌های از بالابره‌های کانتینر [۲۲] ۸۰
- شکل ۲-۲: بزرگترین نشست عرضی دال بتنی پایانه کانتینری، بارگذاری در میانه دال ۸۷
- شکل ۲-۳: بزرگترین نشست طولی دال بتنی پایانه کانتینری، بارگذاری در میانه دال ۸۷
- شکل ۲-۴: بزرگترین تنشهای عرضی بستر پایانه کانتینری، بارگذاری در میانه دال ۸۸
- شکل ۲-۵: بزرگترین تنشهای عرضی دال بتنی پایانه کانتینری، بارگذاری در میانه دال ۸۸
- شکل ۲-۶: بزرگترین نشست عرضی دال بتنی پایانه کانتینری، بارگذاری در کناره دال ۸۹
- شکل ۲-۷: بزرگترین نشست طولی دال بتنی پایانه کانتینری، بارگذاری در کناره دال ۸۹
- شکل ۲-۸: بزرگترین تنشهای عرضی بستر پایانه کانتینری، بارگذاری در کناره دال ۹۰
- شکل ۲-۹: بزرگترین تنشهای عرضی دال بتنی پایانه کانتینری، بارگذاری در کناره دال ۹۰
- شکل ۲-۹: بزرگترین تنشهای عرضی دال بتنی پایانه کانتینری، بارگذاری در میانه دال ۹۱
- شکل ۲-۱۱: بزرگترین نشست طولی دال بتنی باند خزش، بارگذاری در میانه دال ۹۱
- شکل ۲-۱۲: بزرگترین تنشهای عرضی بستر باند خزش، بارگذاری در میانه دال ۹۲
- شکل ۲-۱۳: بزرگترین تنشهای عرضی دال بتنی باند خزش، بارگذاری در میانه دال ۹۲
- شکل ۲-۱۴: بزرگترین نشست عرضی دال بتنی باند خزش، بارگذاری در کناره دال ۹۳
- شکل ۲-۱۵: بزرگترین نشست طولی دال بتنی باند خزش، بارگذاری در کناره دال ۹۳
- شکل ۲-۱۶: بزرگترین تنشهای عرضی بستر باند خزش، بارگذاری در کناره دال ۹۴
- شکل ۲-۱۷: بزرگترین تنشهای عرضی دال بتنی باند خزش، بارگذاری در کناره دال ۹۴
- شکل ۲-۳: فلسفه اجرای متناوب روسازیها [۲۰] ۱۰۲

فهرست جداول

- ۱۰ جدول ۱-۱: نمونه‌هایی از روسازیهای بتن غلتکی در کشورهای مختلف
- ۱۲ جدول ۱-۲: مقاومت فشاری نمونه‌های مغزه‌ای از چند روسازی بتن غلتکی در کانادا [۳]
- ۱۲ جدول ۱-۲: مقاومت فشاری نمونه‌های مغزه‌ای شده از چند روسازی بتن غلتکی در آمریکا [۳].
- ۱۳ جدول ۱-۴: مقاومت کششی برزیلی و مقاومت خمشی چندپروژه بتن غلتکی در آمریکا [۳]
- ۱۶ جدول ۱-۵: مقاومت کششی مستقیم در سطح تماس لایه‌های یک لایه بتن غلتکی [۳]
- ۱۷ جدول ۱-۶: نتایج آزمایش روی نمونه‌های مغزه‌ای شده، پایانه CONLEY در BOSTON [۳]
- ۱۹ جدول ۱-۷: مشخصات فنی بتن غلتکی مورد استفاده در روسازها و مقایسه با بتن معمولی
- ۲۶ جدول ۱-۸: نتایج آزمایشات بتن غلتکی، بتن الیافدار و VRCFC [۱۳]
- ۳۳ جدول ۱-۹: چند نمونه از مخلوطهای بتن غلتکی [۱۴]
- ۳۸ جدول ۱-۱۰: مقادیر اندیس طراحی روسازیهای صلب ارائه شده توسط گروه مهندسين [۳]
- ۳۹ جدول ۱-۱۱: ضخامت روسازیهای بتن غلتکی به سانتیمتر، راهنمای فنی ژاپن [۶]
- ۴۹ جدول ۱-۱۲: حداقل تعداد گذر غلتک و حداکثر ضخامت لایه روسازی بتن غلتکی [۲].
- ۷۰ جدول ۱-۱۳: خلاصه اندازه‌گیری زبری چند روسازی بتن غلتکی در استرالیا [۳]
- ۷۶ جدول ۱-۱۴: نتایج آزمایشهای انتقال بار گروه مهندسين ارتش آمریکا [۳]
- ۸۰ جدول ۱-۲: ترکیب ترافیک در پایانه کانتینری [۲۱]
- ۸۲ جدول ۲-۲: ترکیب ترافیک و تعداد پرواز سالیانه باند خزش
- ۸۴ جدول ۲-۳: وزن محورها و تعداد عبور متوسط سالانه از یک باند بزرگراه
- ۱۰۴ جدول ۱-۳: بهای واحد مصالح (سه ماهه چهارم ۷۶)
- ۱۰۵ جدول ۲-۳: دستمزد روزانه نیروی انسانی (سه ماهه چهارم ۷۶)
- ۱۰۶ جدول ۳-۳: کرایه ساعتی ماشین آلات (سه ماهه چهارم ۷۶)

جدول ۳-۴: محاسبه کرایه حمل مخلوط بتن‌گلتکی در فواصل تا ۳۰/۵ کیلومتر در راههای اصلی ۱۱۲

جدول ۳-۵: نتایج نهایی تجزیه بهای روسازیهای آسفالتی و بتن‌گلتکی ۱۱۶

جدول ۳-۶: محاسبه هزینه روسازیهای آسفالتی و بتن‌گلتکی پایانه کانتینری با مصالح رودخانه‌ای ۱۱۸

مقدمه

شبکه حمل و نقل هر کشور به عنوان شبکه حیات آن کشور و از عظیم‌ترین سرمایه‌های ملی محسوب می‌شوند. برای آنکه شبکه حمل و نقل بتواند بخوبی وظیفه خود را انجام داده و یک ارتباط مطمئن، سهل و ایمن بین نقاط مختلف برقرار نمایند لازم است که تمام اجزاء این شبکه به خوبی از عهده وظایف محوله بر آیند؛ وجود پایانه‌های باراندازی و بارگیری و انبارهای مناسب از ضروریات یک بندر خوب می‌باشند؛ یک فرودگاه بدون داشتن باندهای پرواز و خزش، پایانه و محوطه مناسب و مطابق با ضوابط، سرویس دهی خوبی نخواهد داشت؛ همچنین شبکه حمل و نقل زمینی نیز بدون راهها و پایانه‌هایی با قابلیت سرویس بالا، کارایی لازم را نخواهند داشت.

همانطوریکه که می‌دانیم در هر سه بخش حمل و نقل هوایی، دریایی و زمینی، روسازیهایی از عوامل موثر در قابلیت سرویس دهی و همچنین هزینه بهره برداری می‌باشند؛ بخصوص در شبکه راهها، وضعیت روسازی با هزینه، ایمنی، آسایش و سهولت تردد استفاده کنندگان ارتباط مستقیم دارد و نقش زیادی در انتخاب مسیر بازی می‌کند. هراندازه کیفیت روسازی یک قطعه از راه، فرودگاه، محوطه بندر و پایانه‌های مختلف پایین باشد، ایمنی و آسایش استفاده کنندگان کاهش یافته و در مقابل هزینه وارد به آنها افزایش می‌یابد. از طرفی حفظ کیفیت روسازیهای مختلف مستلزم تعمیر و نگهداری مستمر و دوره ای می‌باشد که هزینه های عظیمی را به سازمانهای ذیربط تحمیل می‌کند.