۱۳۰۷
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی عمران

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران–راه و ترابری

کالیبراسیون روش BPA برای طراحی و اجرای روسازی بنادر در ایران

توسط:

وحید صادقی

استاد راهنما:

دکتر منصور فخری

تابستان ۱۳۹۰

بسم الله الرحمن الرحیم

تقدیم به:

همسرم که بدون ایشان تحقق این پایان نامه برای من امکان پذیر نبود.

تقدیر و تشکر

از جناب آقای دکتر فخری به خاطر زحمات و راهنمایی هایشان در مدت انجام این پایان نامه تقدیر و تشکر می نمایم.

چکیده:

بنادر و محل‌های انبار کانتینرها بر خلاف جاده‌ها در معرض بار استاتیک ناشی از ماشین آلات سنگین بوده، لذا روش‌های استفاده شده برای طراحی روسازی جاده‌ها برای استفاده در طراحی روسازی بنادر قابل استفاده نیستند.

هدف از این تحقیق پیاده کردن آیین نامه مشهور BPA (آیین نامه‌ی روسازی بنادر کشور انگلستان) برای مصالح و شرایط ایران بوده است. برای اجرای بلوک های بتنی، نگهداری و مرمت رویه دستورالعملی در کشور موجود نیست. روش‌های اجرایی که در این آیین نامه هم از قلم افتاده بود با توجه به شرایط کشور ارایه شده است. با توجه به اینکه یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در کشور برای اجرای روسازی بلوک بتنی، به عنوان برترین انتخاب برای روسازی بنادر تهیه‌ی بلوک‌های بتنی و به واقع عدم کیفیت این بلوک‌ها می‌باشد؛ با انجام یک تحقیق آزمایشگاهی طرح اختلاط بهینه برای بلوک بتنی تعیین گشته و نشان داده شده است که تنها استفاده از سیمان با عیار بالاتر برای افزایش مقاومت فشاری، کششی و درصد جذب آب این بلوک‌ها امری نادرست است. برای یک مقدار سیمان معین بلوک‌های بتنی در یک درصد آب مشخص بهترین عملکرد را دارند. تغییرات در این مقدار باعث کاهش عملکرد بلوک‌های بتنی می‌شود. طراحی روسازی برای یک نوع اساس و سپس تعویض و انتخاب گزینه‌های دیگر بر اساس اصل ضرایب تبدیل مصالح به یکدیگر فرایند طراحی را تسهیل و مقایسه‌ی سریع گزینه‌های مختلف را به سرعت میسر می‌سازد. ضرایب تبدیل برای انتخاب گزینه‌های مختلف در طراحی روسازی با توجه به مصالح و آیین نامه‌های طراحی موجود در کشور محاسبه شده‌اند و سپس با تعریف یک مدل اجزای محدود چارت‌های طراحی برای طراحی روسازی بر مبنای اساس بتنی ارایه شده است. در نهایت بین گزینه های مختلف مقایسه ی اقتصادی انجام شده است.

کلمات کلیدی:

روسازی بنادر، روسازی بلوک بتنی، اساس بتنی، ضرایب هم ارزی، نسبت W/C، اجزای محدود، چارت طراحی

فهرست مطالب **شماره صفحه**

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- تعریف مسئله ۱

۱-۳- اهمیت موضوع ۲

۱-۴- فرضیات ۲

۱-۵- اهداف تحقیق ۳

۱-۶- متدلوژی و روش تحقیق ۳

۱-۷- خلاصه فصول ۴

فصل دوم: بررسی طراحی روسازی بنادر در BPA

۲-۱- روسازی بلوک بتنی ۵

۲-۱-۱- روسازی بلوک بتنی در کشورهای مختلف ۶

۲-۱-۲- طراحی سازه ای ۹

۲-۱-۳- جدید ترین ایین نامه ی طراحی روسازی بلوک بتنی ۱۳

۲-۱-۴- اصول طراحی وساختمان روسازی بلوک بتنی ۱۸

۲-۱-۴-۱- مقاطع رایج ۱۸

۲-۱-۴-۲- قفل وبست ۱۹

۲-۱-۴-۳ - مشخصه های بلوک بتنی ۲۰

۲-۱-۴-۴- مشخصه ی لایه ی ماسه ی زیر بلوک ۲۱

۲-۱-۴-۵- ماسه ی مابین درز ۲۱

۲-۱-۴-۶ - قیود لبه ۲۲

۲-۱-۴-۷- ژئوتکستایل..... ۲۳

۲-۱-۴-۸- احداث روسازی بلوک بتنی..... ۲۴

۲-۱-۵- اقدامات نوین در استفاده از روسازی بلوک بتنی..... ۲۵

۲-۱-۶- خرابی ها..... ۲۶

۲-۱-۷- بارگذاری..... ۳۰

۲-۱-۷-۱- محاسبه‌ی بار چرخ برای تجهیزات بندر..... ۳۰

۲-۱-۷-۲- بار استاتیک ناشی از انباشت کانتینر..... ۴۱

۲-۱-۷-۳- ضریب هم زمانی..... ۴۷

۲-۱-۷-۴- ضریب ضربه..... ۴۸

۲-۲- روسازی بتن درجا..... ۳۰

۲-۳- روسازی آسفالتی ۳۴

فصل ۳ : ارایه ضوابط اجرای روسازی بلوک بتنی در ایران

۳-۱- بلوک‌های بتنی..... ۵۴

۳-۱-۱- مقاومت..... ۵۵

۳-۱-۲- اشکال مختلف بلوک بتنی..... ۵۶

۳-۱-۳- نوع چینش..... ۵۷

۳-۱-۴- رواداری..... ۵۸

۳-۱-۵ - ضخامت..... ۵۸

۳-۱-۶- میزان مجاز مواد موجود در اب جهت احداث بلوک..... ۵۹

۳-۱-۷- مرمت بلوک های بتنی..... ۵۹

۳-۲- ماسه‌ی بین درزها..... ۶۹

۳-۳ - ماسه‌ی بستر ساز..... ۷۰

۳-۳-۱- دانه بندی..... ۷۱

۳-۲-۲- رواداری..... ۷۲

۳-۲-۳- نکات اجرایی..... ۷۳

۳-۳- قیود لبه..... ۷۴

۳-۴- تراکم لایه‌ی رویه..... ۷۹

۳-۵- زیر اساس..... ۸۰

۳-۵-۱- اماده کردن قشر زیرین..... ۸۱

۳-۵-۲- پخش مصالح..... ۸۳

۳-۵-۳ - تراکم نسبی..... ۸۳

۳-۵-۴- ژئوتکستایل..... ۸۴

۳-۶- لایه‌ی تثبیت کننده..... ۸۴

۳-۷- اساس..... ۸۸

۳-۸- مقایسه‌ی اساس قیری و آسفالتی در محوطه‌ی انباشت کانتینرها..... ۹۶

فصل ٤: برسی تاثیر نسبت w/c بر خواص بلوک بتنی

۴-۱- مقدمه..... ۱۰۱

۴-۲- فرایند و نحوه‌ی تولید بلوک‌ها..... ۱۰۲

۴-۳- برنامه‌ی ازمایشگاهی..... ۱۰۲

۴-۴- سیمان..... ۱۰۴

۴-۵- سنگ دانه‌ی مصرفی..... ۱۰۴

۴-۶- طرح اختلاط..... ۱۰۵

۴-۷- آزمایش مقاومت کششی ۱۰۵

۴-۸- جذب آب و مقاومت فشاری ۱۰۷

۴-۹- نمودارها ۱۰۹

۴-۱۰- نتایج ۱۱۲

فصل ۵: مدل برای تهیه چارت طراحی

۵-۱- مقدمه ۱۱۳

۵-۲-کالیبراسیون مدل ۱۱۵

۵-۳- جزییات مدل ۱۱۷

۵-۴- مشخصات لایه‌ها ۱۱۹

۵-۵- خروجی نرم افزار ۱۲۰

۵-۶- چارت طراحی برای اساس بتنی با در نظر گرفتن تکرار و اندازه بار ۱۳۱

۵-۷- چارت طراحی برای اساس در محوطه ای انباشت کانتینر ۱۳۲

۵-۸- تأثیر تغییرات رویه بر روی تنش ماکزیمم ۱۳۳

۵-۹- مقایسه ی تنش های ناشی از جایگزینی مصالح مختلف ۱۳۴

۵-۱۰- مقایسه ی اقتصادی چند گزینه ی رایج ۱۴۰

فصل۶: نتیجه گیری و پیشنهاد

۶-۱- نتیجه گیری ۱۴۸

۶-۲- پیشنهاد جهت ادامه‌ی تحقیق ۱۵۰

فهرست جداول

عنوان **شماره صفحه**

جدول(۲-۱): میزان استفاده‌ی بنادر و صنایع در امریکا از روسازی بلوک بتنی..... ۷

جدول(۲-۲): اساس، زیراساس و مصالح تثبیت کننده مختلف و ضرایب تبدیل انها..... ۱۳

جدول(۲-۳): طراحی زیر اساس و لایه‌ی تثبیت کننده..... ۱۷

جدول(۲-۴): بار متمرکز ناشی از چیدمان کانتینر ها..... ۴۱

جدول(۲-۵): وزن مخصوص کالا ها ترانزیت شده..... ۴۳

جدول(۲-۶): بار ناشی از چیدمان کانتینر ها برای کالای خاص..... ۴۶

جدول(۲-۷): ضرایب هم زمانی..... ۴۷

جدول(۲-۸): اثرات ضربه..... ۴۹

جدول(۳-۱): مقادیر مجاز طراحی..... ۵۵

جدول(۳-۲): مقدار مجاز مواد محلول در آب..... ۵۹

جدول(۳-۳): دانه بندی مناسب برای ماسه‌ی بین درز..... ۶۹

جدول(۳-۴): دانه بندی مناسب برای ماسه بستر ساز..... ۷۱

جدول(۳-۴): مشخصات کمپاکتور..... ۷۹

جدول(۳-۵): دانه بندی زیر اساس طبق ایین نامه ی انگلیس..... ۸۱

جدول(۳-۶): دانه بندی برای مصالح اساس در ایین نامه ۱۰۱..... ۸۱

جدول(۳-۷): دانه بندی برای مصالح لایه ی تثبیت کننده..... ۸۴

جدول(۳-۸): دانه بندی مجاز برای انواع زیر اساس در ایین نامه ایران..... ۸۶

جدول(۳-۹): ضخامت زیر اساس و لایه ی تثبیت کننده با توجه به CBR..... ۸۶

جدول(۳-۱۰): تنش کششی برای بتن با مقاومت فشاری مختلف بر حسب مگا پاسکال..... ۹۰
جدول(۳-۱۱): فاکتور تبدیل بتن های مختلف به C8 که مبنای طراحی است..... ۹۱
جدول(۳-۱۲): فاکتور تبدیل مصالح مختلف به یکدیگر..... ۹۳
جدول(۳-۱۳): فاکتور تبدیل بتن تثبیت شده با الیاف..... ۹۵
جدول(۴-۱): طرح اختلاط‌های مورد استفاده..... ۱۰۳
جدول(۴-۲): آنالیز شیمیایی سیمان مصرفی..... ۱۰۴
جدول(۴-۳): دانه بندی سنگ دانه‌ها..... ۱۰۴
جدول(۴-۴): نتایج حاصل از آزمایش مقاومت کششی..... ۱۰۶
جدول(۴-۵): نتایج حاصل از آزمایش جذب آب..... ۱۰۷
جدول(۴-۶): نتایج حاصل از آزمایش مقاومت فشاری..... ۱۰۸
جدول(۵-۱): ضخامت روسازی ها در BS 7533-1:2001..... ۱۱۶
جدول(۵-۲): مقادیر محدود کننده بر حسب تکرار بار که مبنای رسم چارت قرار می گیرند..... ۱۱۷
جدول(۵-۳): خروجی اجزای محدود برای اساس ۲۰۰ میلیمتری..... ۱۲۰
جدول(۵-۴): خروجی اجزای محدود برای اساس ۲۵۰ میلیمتری..... ۱۲۱
جدول(۵-۵): خروجی اجزای محدود برای اساس ۳۰۰ میلیمتری..... ۱۲۲
جدول(۵-۶): خروجی اجزای محدود برای اساس ۴۰۰ میلیمتری..... ۱۲۳
جدول(۵-۷): خروجی اجزای محدود برای اساس ۵۰۰ میلیمتری..... ۱۲۴
جدول(۵-۸): خروجی اجزای محدود برای اساس ۶۰۰ میلیمتری..... ۱۲۵
جدول(۵-۹): خروجی اجزای محدود برای اساس ۶۵۰ میلیمتری..... ۱۲۶
جدول(۵-۱۰): خروجی اجزای محدود برای اساس ۷۰۰ میلیمتری..... ۱۲۷

جدول(۵-۱۱): تأثیر تغییرات سختی رویه بر عملکرد کلی روسازی..... ۱۳۱

جدول(۵-۱۲): بررسی تأثیر جایگزینی مصالح زیر اساس..... ۱۳۴

جدول(۵-۱۳): بررسی جایگزینی مصالح مختلف در اساس..... ۱۳۵

جدول(۵-۱۴): ضخامت اساس..... ۱۳۸

جدول(۵-۱۵): هزینه‌ی احداث روسازی بلوکی در ایران..... ۱۴۰

جدول(۵-۱۶): هزینه‌ی احداث روسازی بتنی c30 در ایران..... ۱۴۰

جدول(۵-۱۷): هزینه ی احداث روسازی بتنی c30 با ۴۰ کیلوگرم الیاف در ایران..... ۱۴۱

جدول(۵-۱۸): هزینه ی احداث روسازی بتنی c30با ۳۰ کیلوگرم الیاف در ایران در ایران..... ۱۴۲

جدول(۵-۱۹): هزینه ی احداث روسازی غلتکی در ایران..... ۱۴۳

جدول(۵-۲۰): هزینه‌ی احداث روسازی بلوکی در ایران..... ۱۴۴

جدول(۵-۲۱): هزینه‌ی احداث روسازی بتنی c30 در ایران..... ۱۴۴

جدول(۵-۲۲): هزینه ی احداث روسازی بتنی c30 با ۴۰ کیلوگرم الیاف در ایران..... ۱۴۵

جدول(۵-۲۳): هزینه ی احداث روسازی بتنی c30 با ۳۰ کیلوگرم الیاف در ایران..... ۱۴۶

جدول(۵-۲۴): هزینه ی احداث روسازی غلتکی در ایران..... ۱۴۷

فهرست اشکال

عنوان **شماره صفحه**

شکل(۱-۱): استفاده از روسازی آسفالتی در بندر امام خمینی..... ۳

شکل(۲-۱): استفاده‌ی وسیع از روسازی بلوک بتنی در بندر بالتیمور در امریکا..... ۸

شکل(۲-۲): استفاده‌ی وسیع از روسازی بلوک بتنی در بندر بالتیمور در امریکا..... ۸

شکل(۲-۳): روسازی بلوک بتنی در بندر اوکلند امریکا..... ۸

شکل(۲-۴): استفاده سوئد از روسازی بلوک بتنی در گذر زمان..... ۹

شکل(۲-۵): چارت طراحی بار منفرد معادل –ضخامت اساس تثبیت شده با سیمان..... ۱۲

شکل(۲-۶): مقاطع رایج بلوک بتنی..... ۱۸

شکل(۲-۷): انواع قفل و بست سازه‌ای..... ۱۹

شکل(۲-۸): الگوی مناسب چینش برای عبور و مرور وسایل نقلیه..... ۲۰

شکل(۲-۹): ماسه‌ی مناسب برای استفاده در درز و زیر بلوک..... ۲۲

اشکال(۲-۱۰)و(۲-۱۱): ریختن ماسه‌ی بین درز و ویبره کردن جهت نفوذ به درزها..... ۲۳

شکل(۲-۱۲): نصب مکانیکی بلوک‌های بتنی در بندر بالتیمور..... ۲۴

شکل(۲-۱۳): جزییات روسازی بلوک بتنی..... ۲۵

شکل(۲-۱۴): مخازن تولید سیمان طبیعی..... ۲۵

شکل(۲-۱۵): خرد شدن(لب پر شدن) گوشه‌ها و لبه‌ها..... ۲۷

شکل(۲-۱۶): شیار شدگی..... ۲۸

شکل(۲-۱۷): عریض‌تر شدن درزها..... ۲۸

شکل(۲-۱۸): فرورفتگی و گود شدگی..... ۲۸

شکل(۲-۱۹): بلوک آسیب دیده، عریض‌تر شدن درزها..... ۲۹
شکل(۲-۲۰): خروج ماسه از بین درزها..... ۲۹
شکل(۲-۲۱): خزش افقی بلوک ها..... ۲۹
شکل(۲-۲۲): محاسبه‌ی بار چرخ لیفت تراک شاخک دار..... ۳۱
شکل(۲-۲۳): محاسبه‌ی بار چرخ استرادل کریر..... ۳۲
شکل(۲-۲۴): لیفت تراک تخلیه جانبی..... ۳۳
شکل(۲-۲۵): گانتری کرین چرخ لاستیکی(ترانستینر)..... ۳۴
شکل(۲-۲۶): تریلی..... ۳۶
شکل(۲-۲۷): جرثقیل متحرک..... ۳۸
شکل(۲-۲۸): ریچ استاکر RSC45C2-P..... ۳۹
شکل(۲-۲۹): کامیونت ها..... ۳۹
شکل(۲-۳۰): فرک لیفت رورو(RORO)..... ۴۰
شکل(۲-۳۱): لاگ (LOG)استکر..... ۴۰
شکل(۲-۳۲): استاندارد پایه کانتینر..... ۴۲
شکل(۲-۳۳): مقاومت در برابر ضربه بتن‌های مختلف..... ۵۲
شکل(۲-۳۴): مقاومت خمش بتن‌های مختلف..... ۵۲
شکل(۲-۳۵): الیاف فولاد در مخلوط بتنی..... ۵۳
شکل(۳-۱): اجزای روسازی بلوک بتنی..... ۵۴
شکل(۳-۲): بلوک‌هایی که در مجاورت هم دارای قفل و بست هندسی بین تمام جوانب هستند..... ۵۶
شکل(۳-۳): بلوک‌هایی که در مجاورت هم دارای قفل و بست هندسی در بین بعضی از جوانب هستند..... ۵۶

شکل(۳-۴): بلوک‌هایی که در مجاورت هم قفل و بست هندسی ندارند..... ۵۶
شکل(۳-۵): اجرا به صورت خط ممتد..... ۵۷
شکل(۳-۶): اجرا به صورت پارکت..... ۵۸
شکل(۳-۷): استخوان جناغی با زاویه‌ی لبه‌های ۹۰ درجه نسبت به هم..... ۵۸
شکل(۳-۸): استخوان جناغی مایل با زاویه‌ی لبه‌های ۹۰ درجه نسبت به هم..... ۵۸
شکل(۳-۹): محل انبار کردن بلوک‌های در آمده..... ۶۰
شکل(۳-۱۰): ابزار های مخصوص درآوردن بلوک..... ۶۰
اشکال (۳-۱۱)و(۳-۱۲): نحوه‌ی صحیح در آوردن بلوک‌ها..... ۶۱
اشکال (۳-۱۳) و (۳-۱۴): نحوه‌ی صحیح در آوردن بلوک‌ها..... ۶۲
اشکال (۳-۱۵) و (۳-۱۶): نحوه‌ی صحیح در آوردن بلوک‌ها..... ۶۳
اشکال (۳-۱۷) و (۳-۱۸): نحوه ی صحیح نصب نمجدد بلوک ها..... ۶۵
اشکال (۳-۱۹) و (۳-۲۰): نحوه ی صحیح نصب نمجدد بلوک ها..... ۶۶
اشکال(۳-۲۱)و (۳-۲۲): نحوه ی صحیح نصب نمجدد بلوک ها..... ۶۷
شکل(۳-۲۳): ابزار مخصوص برش بلوک‌ها..... ۶۸
شکل(۳-۲۴): کنترل نهایی سطح پس از نصب مجدد بلوک ها..... ۶۸
شکل(۳-۲۵): محدوده‌ی دانه بندی مناسب برای ماسه‌ی درز..... ۷۰
شکل(۳-۲۶): محدوده‌ی دانه بندی مناسب برای ماسه‌ی بستر ساز..... ۷۱
شکل(۳-۲۷): کنترل ماسه بستر ساز برای بلوک‌های کناری..... ۷۲
شکل(۳-۲۸): ریختن مجدد ماسه بستر ساز در مناطق کوچک به کمک شمشه..... ۷۳
شکل(۳-۲۹): ریختن مجدد ماسه بستر ساز در مناطق بزرگ‌تر از ۳ متر به کمک شمشه..... ۷۳

شکل(۳-۳۰): ضعف درز ها در مجاورت قیود لبه..... ۷۵

شکل(۳-۳۱): سیستم زهکشی پیشرفته..... ۷۵

شکل(۳-۳۲): قید لبه برای مناطق کم ترافیک و پیاده روها..... ۷۶

شکل(۳-۳۳): قید لبه برای جاده‌های اصلی..... ۷۶

شکل(۳-۳۴): قید لبه برای روسازی‌های سنگین..... ۷۷

شکل(۳-۳۵): اجرای قید لبه برای روسازی‌های سنگین..... ۷۷

شکل(۳-۳۶): اجرای بلوک‌های بتنی در لبه..... ۷۸

شکل(۳-۳۷): اجرای بلوک‌های بتنی در امتداد لبه منحنی..... ۷۸

شکل(۳-۳۸: دستگاه متراکم کننده..... ۸۰

شکل(۳-۳۹): دانه بندی های مناسب جهت استفاده به عنوان زیر اساس..... ۸۲

شکل(۳-۴۰): نمودار دانه بندی برای مصالح لایه ی تثبیت کننده..... ۸۵

شکل(۳-۴۱): نمودار دانه بندی برای مصالح لایه ی تثبیت کننده..... ۸۵

شکل(۳-۴۲): اجرای شیب در روسازی از جهت زهکشی..... ۸۷

شکل(۳-۵۴): خرابی روسازی توسط پایه کانتینر ناشی از انباشت ۵ کانتینر و اساس آسفالتی..... ۹۶

شکل(۳-۵۵): تسریع خرابی ها بعد از برداشتن کانتینر ها و عبور مرور بر ان..... ۹۶

اشکال(۳-۵۶)و(۳-۵۷): خرابی کامل روسازی ۹۷

شکل(۳-۵۸)و(۳-۵۹): روسازی بلوکی احداث شده بر روی اساس بتنی..... ۹۷

شکل(۴-۱): آزمایش مقاومت کششی..... ۱۰۵

شکل(۴-۲): رابطه بین عیار سیمان و مقاومت‌های فشاری..... ۱۰۹

شکل(۴-۳): رابطه بین عیار سیمان و درصد جذب آب..... ۱۱۰

شکل(۴-۳): رابطه بین عیار سیمان و مقاومت کششی..... ۱۱۱

شکل(۵-۱): مدل اجزای محدود روسازی..... ۱۱۸

شکل(۵-۲): شبکه بندی در محیط برنامه..... ۱۲۸

شکل(۵-۳): نمایش تغییر شکل..... ۱۲۹

شکل(۵-۴): نمایش تنش..... ۱۳۰

شکل(۵-۷): تنش در روسازی با اساس سیمانی..... ۱۳۶

شکل(۵-۸): تنش در روسازی با اساس دانه‌ای..... ۱۳۷

شکل(۵-۹): ضخامت جدید اساس با توجه به تغییر زیر اساس..... ۱۳۸

شکل(۵-۱۰): ضخامت اساس بر پایه‌ی نوع اساس (مقاومت فشاری سیمان)..... ۱۳۹

شکل(۵-۱۱): تنش کششی موجود در اساس با مقاومت فشاری‌های مختلف تحت بار ۳۰۰ کیلو نیوتن..... ۱۳۹

شکل(۵-۱۲): مقایسه‌ی قیمت گزینه‌های مختلف..... ۱۴۳

شکل(۵-۱۳): مقایسه‌ی قیمت گزینه‌های مختلف..... ۱۴۸

فصل اول

۱-۱- مقدمه

بنادر به عنوان دروازه‌های تجارت هر کشور از زمان‌های اولیه شکل گیری هر تمدن شکل گرفته‌اند. شاید بتوان صنعت بنادر را در سه دوره مشخص و کلی تقسیم بندی نمود. در دوره‌ی اول بنادر سنتی که تنها به عنوان نقطه تعادل دو سیستم حمل و نقل که با استفاده از حجم عظیمی از نیرو های انسانی راهبری می‌شدند. در نسل دوم بنادر صنعتی و تجاری هم‌زمان در یک مکان شکل گرفتند که تجهیزات جدیدتر به جای نیروی انسانی تقریباً جایگزین گردیدند و در نسل سوم که مهم‌ترین تحول در بنادر رخ داد همانا حرکت از سوی نقطه سکون و استاتیک به دینامیک با بهره گیری از سیستم‌های حمل و نقل کانتینر و جابجایی بار بود. استفاده از کانتینرها در جابجایی کالا به ویژه در حمل و نقل دریایی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و روز به روز بر نقش آن افزوده می‌شود. در عین حال ماهیت فرایند یاد شده باعث شده تا به رفتار و عملکرد انواع روسازی بنادر به عنوان بستر حمل و نقل کالا توجه شود. ترمینال‌های کانتینر و بنادر از جمله مواردی بوده که احتیاج به توسعه و دانش جدید داشته است. حمل و نقل کانتینری همواره در حال رشد شدید است. بسیاری از پایانه‌های کانتینر ظرفیت خویش را در ۱۰ سال اخیر دو برابر و یا حتی بیشتر نموده‌اند. ۲۰ سال پیش در دنیا سالانه ۵۰ میلیون کانتینر جابجا می‌شد در حالی که در سال ۲۰۰۴ این رقم به ۳۵۰ میلیون رسید. ترافیک‌ها و بار های محوری افزایش یافته است و این روسازی‌ها زمانی این بارها را تحمل می‌کنند که مقاومت در برابر تغییر شکل بالایی داشته باشند.

۱-۲- تعریف مسئله

بنادر و محل‌های انبار کانتینرها بر خلاف روسازی‌های جاده‌ها در معرض بار استاتیک ماشین آلات سنگین

نظیر فرک لیفت ها[1]، جرثقیل‌های استرادل[2]، گانتری کرین ها[3] و غیره هستند [۱]؛ لذا روش‌ها و چارت‌های استفاده شده برای طراحی روسازی جاده‌ها برای استفاده در طراحی روسازی بنادر قابل استفاده نیستند. فرایند طراحی روسازی باید به گونه‌ای باشد که از عملکرد روسازی طی دوران خدمت دهی و یا در تعداد مشخص جابجایی بار اطمینان حاصل شود. از عوامل مهم بر عملکرد روسازی اجرای صحیح روسازی است و بایستی ضوابط اجرایی مشخصی با توجه به هر منطقه و مصالح آن تدوین شود. بلوک‌های بتنی به عنوان رویه بایستی دارای مقاومت کافی در برابر بار های سنگین اعمالی باشند و عامل موثر بر استحکام روسازی بلوکی طرح اختلاط مناسب آن می‌باشد.

۱-۳- اهمیت موضوع

با توجه به اینکه دنیا توجه بسیار زیادی به این نوع روسازی‌ها منعطف ساخته است اما متأسفانه در کشور تاکنون آیین نامه‌ی مشخص و مدون بر اساس امکانات کشور موجود نیست و در اکثر اوقات در بنادر از روسازی‌های آسفالتی به عنوان تنها گزینه استفاده می‌شود. روسازی بلوکی هم اکنون در اکثر دنیا به عنوان مؤثرترین گزینه در بنادر دنیا مطرح است ولی متأسفانه در جاهایی که روسازی بلوک بتنی نصب گردیده است نیز توجهی به جزییات طراحی و اجرا و شرایط خاص آن نشده است و حاصل زیان باری را به دنبال داشته است. شاید یکی از مهم‌ترین دلایل ضعف روسازی‌های بنادر در ایران نبود دستورالعمل مناسب با توجه به شرایط و مصالح کشور می‌باشد. موفق‌ترین دستورالعمل دنیا برای روسازی بنادر دستورالعمل BPA که برای بنادر انگلستان ارائه شده است، می‌باشد. این مسئله باعث شده است تا متدلوژی این آیین نامه مورد بازبینی و بازنویسی برای ایران قرار گیرد.

۱-۴- فرضیات

فرضیات موجود در انجام این رساله به شرح زیر می‌باشد:

الف- مشخصات مصالح برای طراحی مدل و ضوابط اجرایی بر طبق استاندارد های ایران باشد

[1] Fork Lift
[2] Straddle Carrier
[3] Gantry Crane

ب- جهت انجام آزمایشات لازم در این رساله از استاندارد های ASTM و AASHTO و BS که کاربرد انها در ایران رایج است، استفاده می‌شود.

ج- حداکثر مقدار W/C در طرح اختلاط بلوک‌های بتنی برابر ۰/۳۵ می‌باشد.

د- معیار تهیه‌ی مدل برای روسازی بنادر تنش کششی ماکزیمم بر روی اساس می‌باشد.

۱-۵- اهداف تحقیق

هدف اصلی از انجام این کار تحقیقاتی تدوین دستورالعمل طراحی برای اجرای روسازی بنادر در کشور بوده است. این رساله با در نظر گرفتن ضعف‌های موجود در روسازی‌های بنادر در کشور ضمن کنترل امکانات و شرایط موجود، کیفیت انها را برای بکار گرفته شدن در روسازی بنادر سنجیده و ضمن انجام یک تحقیق آزمایشگاهی کیفیت مطلوب طرح اختلاط بلوک‌های بتنی معرفی می‌گردد. در نهایت یک دستورالعمل طراحی معرفی می‌شود.

۱-۶- متدلوژی و روش تحقیق

در این پایان نامه به بررسی امکانات موجود در کشور برای طراحی روسازی بنادر پرداخته شده است. با در نظر گرفتن شرایط استاندارد قسمت‌های مختلف تشکیل دهنده‌ی روسازی بنادر در آیین نامه‌های مختلف و سنجیدن ان با شرایط آیین نامه‌ی داخلی پیشنهادات و استانداردها ارائه شده است. سپس با انجام یک فعالیت آزمایشگاهی با احداث نمونه‌ها مختلف بلوک بتنی با نسبت‌های آب به سیمان متفاوت و سنجیدن مقاومت کششی و فشاری و درصد جذب آب انها اقدام شده است. سه نوع سنگ دانه با اندازه‌های خاص جهت استفاده در بلوک‌های بتنی مهیا می‌گردد. یک نوع سنگ دانه با استفاده از ماسه‌ای با دانه بندی ۰-۳ و ۳-۷ و ۷-۱۵ میلیمتر که حاصل از سنگ‌شکن و نوع دیگر سنگ دانه از ماسه رودخانه‌ای ساخته و سپس با هم مخلوط می‌شوند. برای بدست آوردن تأثیر فاکتور های موثر در کسب مقاومت‌های فشاری، کششی و غیره پانزده طرح اختلاط با پنج عیار سیمان و سه نسبت آب به سیمان متفاوت ساخته شد. بتن‌های تولیدی در قالب بلوک ۲۰*۱۰*۸ سانتیمتر تولید و در سنین ۷، ۱۴و۲۸ روز با نسبت‌های آب به سیمان متفاوت