بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده عمران – گروه راه و ترابری

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش راه و ترابری

عنوان:

مطالعه عددی تحلیل و طراحی روسازی های انعطاف پذیر راه ها و استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

توسط:

فاضل فصیحی

استاد راهنما:

دکتر غلامعلی شفابخش

مهر ۹۰

دانشکده مهندسی عمران

اینجانب فاضل فصیحی متعهد می شوم که محتوای علمی این نوشتار با عنوان " مطالعه عددی تحلیل و طراحی روسازی های انعطاف پذیر راه ها و استفاده از شبکه عصبی مصنوعی" که به عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران گرایش راه وترابری به دانشگاه ارائه شده است، دارای اصالت پژوهشی بوده و حاصل فعالیت های علمی اینجانب می باشد.

در صورتی که خلاف ادعای فوق در هر زمانی محرز شود، کلیه حقوق معنوی متعلق به این پایان نامه از اینجانب سلب شده و موارد قانونی مترتب به آن نیز از طرف مراجع قابل پیگیری است.

نام و نام خانوادگی: فاضل فصیحی

شماره دانشجویی: ۸۸۱۲۱۴۷۰۰۲

امضاء

شکر و سپاس خدای را که بزرگترین امید و یاور در لحظه لحظه زندگیست...

اکنون که به حمد و قوه الهی موفق به اتمام این رساله مختصر گردیده ام بر خود لازم می دانم که از زحمات تمامی دوستان و عزیزانی که در گردآوری بند بند این پایان نامه مرا تنها نگذاشته اند تشکر و قدردانی نمایم.

از مادر عزیز و خانواده مهربانم که تمام مشقت ها را به جان خریدن تا آسان شود بر من جاده تحصیل.

از استاد گرامی جناب آقای دکتر شفابخش که در تمام مراحل انجام این پایان نامه از رهنمودهای ایشان بی بهره نماندم.

همچنین استاد مشاور، جناب آقای دکتر نادرپور به خاطر کمک های ایشان.

و از جناب پروفسور لی، استاد دانشگاه آرهد آیلند آمریکا که اعتقاد ایشان به پیشرفت علم باعث گردید تا بدون هیچ شناخت و توقعی، داده های آزمایش خود را که حاصل سالها تلاش ایشان بود، را در اختیار بنده حقیر در راستای انجام این پایان نامه قرار دهند.

به امید روزهای بهتر...

تقدیم به عزیزانم که اگر نبود سایه سبز مهرشان؛

امیدی به بار نمی نشست،

فروغی افروخته نمی ماند،

و عشقی ماندگار نمی شد...

مادرم که مویش سفید گشت تا رویم سفید بماند، او که دریای بیکران فداکاری و عشق است، که وجودم برایش همه رنج بود و وجودش برایم همه مهر.

روح پدرم که سپیدی موهایش از گل بوسه های گچ های تخته سیاه آموزش بود، او که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم.

خواهر و برادرم

و

تقدیم به چشمانی که وسعت آسمان را در خود پنهان کرده اند، او که آفتاب مهرش در آستانه قلبم، همچنان پابرجاست و هرگز غروب نخواهد کرد.

چکیده:

یک حمل و نقل مناسب و ایمن مستلزم وجود راه هایی با روسازی های با کیفیت بالا است. یکی از متداول ترین انواع روسازیهای مورد استفاده در راهها، روسازی های انعطاف پذیر یا آسفالتی است. این روسازی ها از چندین لایه (معمولا سه لایه) تشکیل شده اند که هر لایه از مصالح مختلف تشکیل شده است. هدف از طرح لایه های روسازی تبدیل و کاهش نیروهای محوری وارده توسط چرخ خودروها به تنش مجاز خاک بستر است. پس می توان یکی از عوامل مهم و تاثیرگذار در طرح روسازی ها را، بررسی میزان تنش و کرنش موجود یا تحلیل روسازی در نقاط بحرانی همچون زیر لایه آسفالتی، روی خاک بستر و ... دانست که این عمل توسط دو روش سیستم تئوری چندلایه ای و روش اجزای محدود انجام می گیرد.

در این پایان نامه پس از معرفی این دو روش، به معرفی روش های رایج در طرح روسازی‌ها پرداخته شده است. پس از آن نرم افزارهای مورد استفاده در این پایان نامه که عبارتند از: Kenlayer، Mfpds، Winpas، Pcase و Abaqus معرفی و مورد بررسی قرار گرفته اند. در بخش بعدی به مقایسه و بررسی عوامل و پارامترهای موثر در تحلیل توسط نرم افزار اجزای محدود Abaqus و عوامل موثر در طراحی روسازی توسط نرم افزارهای معتبر طراحی که در فصل سوم معرفی گردیدند، پرداخته شده است. در این فصل با توجه به محدوده مشخص شده خاک بستر و میزان ترافیک عبوری، نرم افزار طرح اقتصادی روسازی مشخص گردیده اند. در نهایت بر اساس نتایج حاصله از تحلیل های انجامی بر روی روسازی ها در این پایان نامه، مدلسازی شبکه عصبی مصنوعی انجام و شبکه عصبی بهینه انتخاب گردیده اند.

کلید واژه: روسازی انعطاف پذیر راه ها، مطالعه عددی، تحلیل روسازی ها، اجزای محدود، طراحی روسازی ها، شبکه عصبی

فهرست مطالب

۱- فصل اول - کلیات ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- تعریف مساله ۴

۱-۳- اهمیت موضوع پژوهش ۵

۱-۴- ضرورت انجام پژوهش ۵

۱-۵- روش انجام تحقیق ۶

۱-۶- مراحل تحقیق ۷

۲- فصل دوم - معرفی روسازی های انعطاف پذیر و روشهای تحلیل و طراحی ۸

۲-۱- مقدمه ۹

۲-۲- روسازی های انعطاف پذیر ۱۰

۲-۳- مدل های رفتاری مصالح روسازی های انعطاف پذیر ۱۲

۲-۳-۱- مدل الاستیک ۱۲

۲-۳-۲- مدل ویسکو الاستیک ۱۳

۲-۳-۳- مدل الاستو پلاستیک ۱۳

۲-۳-۴- مدل الاستیک غیر خطی ۱۴

۲-۴- تحلیل سازه ای مصالح روسازی های انعطاف پذیر ۱۵

۲-۴-۱- مدل های تحلیل سازه ای مصالح روسازی های انعطاف پذیر ۱۵

۲-۵- روش های طراحی روسازی های انعطاف پذیر ۲۴

۲-۵-۱- عوامل موثر در طرح روسازی ۲۵

۲-۵-۲- روش طراحی آشتو ۲۶

۲-۵-۳- روش طراحی شل ۲۷

۲-۵-۴- روش انستیتوآسفالت ۳۲

۲-۵-۵- طراحی روسازیهای انعطاف پذیر با روش مکانیستیک - تجربی ۳۴

۳- فصل سوم - معرفی نرم افزارهای تحلیل و طراحی روسازی های انعطاف پذیر ۵۲

۳-۱- مقدمه ۵۳

۳-۲- نرم افزار تحلیل روسازی های انعطاف پذیر ۵۳

۳-۲-۱- نرم افزار Kenlayer ۵۳

۳-۲-۲- نرم افزار MFPDS ۵۶

۳-۲-۳- نرم افزار مدلسازی اجزای محدودی (ABAQUS) ۵۸

۳-۳- نرم افزار های طراحی ۶۲
۳-۳-۱- نرم افزار طراحی PCASE ۶۲
۳-۳-۲- نرم افزار طراحی WinPAS ۶۳
۴- فصل چهارم - مطالعه عددی تحلیل و طراحی روسازی های انعطاف پذیر ۶۵
۴-۱- مقدمه ۶۶
۴-۲- مطالعه عددی تحلیل روسازیهای انعطاف پذیر ۶۶
۴-۲-۱- اعتبارسنجی نرم افزار Abaqus در مدلسازی روسازی ۶۹
۴-۲-۲- مدلسازی روسازی با استفاده از نرم افزار Abaqus ۷۶
۴-۲-۳- نتیجه گیری ۸۰
۴-۳- مطالعه عددی طراحی روسازیهای انعطاف پذیر ۸۰
۴-۳-۱- بررسی اثر تغییر مدول خاک بستر بر ضخامت روسازی ۸۱
۴-۳-۲- نتیجه گیری ۸۶
۵- فصل پنجم - مدل سازی روسازی های انعطاف پذیر با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی ۸۸
۵-۱- مقدمه ۸۹
۵-۲- شبکه‌های عصبی طبیعی (بیولوژیک) و مصنوعی ۹۱
۵-۲-۱- معرفی سلول عصبی ۹۱
۵-۲-۲- شبکه‌های عصبی مصنوعی یا شبیه‌سازی یک سلول عصبی ۹۴
۵-۳- موارد استفاده و کاردبردهای شبکه‌های عصبی ۹۶
۵-۴- مدل ریاضی شبکه عصبی مصنوعی ۹۷
۵-۵- روند شبیه سازی مسائل ۹۸
۵-۶- نحوه ورود داده ها به شبکه ۹۹
۵-۷- نحوه انتخاب شبکه ۱۰۱
۵-۷-۱- شبکه های مناسب برای پیش بینی ۱۰۱
۵-۷-۲- شبکه های مناسب برای طبقه بندی ۱۰۴
۵-۷-۳- شبکه های مناسب برای ارتباطدهی داده ها ۱۰۴
۵-۷-۴- شبکه ها برای مفهوم سازی داده ها ۱۰۴
۵-۷-۵- شبکه های مناسب برای اصلاح داده ها ۱۰۵
۵-۸- معرفی الگوریتم انتشار برگشتی ۱۰۵
۵-۹- نرم افزار مدل سازی شبکه عصبی Matlab ۱۰۶
۵-۱۰- تحلیل مقطع روسازی مورد استفاده در مدلسازی شبکه ۱۰۸

۵-۱۱- آموزش شبکه عصبی مصنوعی ۱۰۹
۵-۱۲- نتیجه گیری ۱۱۶
۶-فصل ششم - نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات ۱۱۷
۷- منابع و مراجع ۱۲۲

فهرست اشکال

شکل (۲-۱) لایه های مختلف روسازی [۴] ۱۲
شکل (۲-۲) مدل های مکانیکی برای مصالح ویسکو الاستیک [۵] ۱۴
شکل (۲-۳) موقعیت نقاط بحرانی در روسازی انعطاف پذیر [۵] ۱۷
شکل (۲-۴) سیستم چندلایه ای در سیستم مختصات استوانه ای [۵] ۱۸
شکل (۲-۵) نمایش المان بندی در روش اجزای محدود [۹] ۲۰
شکل(۲-۶) نحوه علامت گذاری اجزای محدود یک جسم با تقارن محوری [۵] ۲۱
شکل (۲-۷) فلوچارت روش مکانیستیک – تجربی طرح روسازی انعطاف پذیر [۷] ۳۷
شکل (۳-۱) صفحه ورودی نرم افزار KENLAYER ۵۴
شکل (۳-۲) صفحه ورود اطلاعات شامل نوع آنالیز و اطلاعات مربوط به لایه ها در MICHPAVE ۵۷
شکل (۳-۳) نمایش فرآیند تحلیل یک مدل ۶۲
شکل (۳-۴) صفحه اول نرم افزار WINPAS ۶۴
شکل (۴-۱) مدل استفاده شده جهت مدلسازی روسازی توسط DUNCAN (1968) ۷۰
شکل (۴-۲) نمایش ابعاد طولی بهینه جهت مدلسازی روسازی ۷۴
شکل (۴-۳) هندسه روسازی مدل شده در نرم افزار ABAQUS ۷۵
شکل (۵-۱) ساختار شبکه های عصبی ۹۱
شکل (۵-۲) موقعیت سلولهای عصبی ۹۲
شکل (۵-۳) نمایش موقعیت دندریت و اکسون ها [۳۹] ۹۳
شکل (۵-۴) نمایش ارتباط بین سلولهای عصبی ۹۳
شکل (۵-۵) مدلی از شبکه های عصبی مصنوعی ۹۸
شکل (۵-۶) نمونه ای از شبکه پس انتشار برگشتی [۲۸] ۱۰۲
شکل (۵-۷) نمایش روند مدلسازی و آموزش شبکه ۱۱۳

فهرست جداول

جدول (۲-۱) موقعیت های بحرانی تحلیل در سازه روسازی [۵] ۱۷
جدول (۲-۲) مشخصات فنی اساس (انیستیتو آسفالت) [۲] ۳۴
جدول (۲-۳) مقادیر متداول ضریب پواسون برای مصالح سنگ بستر و دانه ای محصورنشده [۱۶] ۴۰
جدول (۲-۴) محدوده پیشنهادی ضرایب پواسون برای مصالح تثبیت شده شیمیایی [۱۶] ۴۰
جدول (۲-۵) محدوده متداول نسبت پواسون مخلوط آسفالتی گرم با دانه بندی پیوسته [۱۵] ۴۳

جدول (۲-۶) نسبت پواسون متداول مخلوط آسفالتی گرم با دانه بندی پیوسته[۱۵]..... ۴۳
جدول (۲-۷) انواع وسایل نقلیه سنگین موجود در راه های ایران و مشخصات محورهای آنها [۱۶]..... ۴۶
جدول (۲-۸) تقسیم بندی مقدماتی آب و هوایی کشور به نه ناحیه[۱۷]..... ۴۸
جدول (۲-۹) قیرهای خالص برای تهیه آسفالت گرم در مناطق ۹ گانه[۱۷]..... ۴۸
جدول (۲-۱۰) راهنمای انتخاب قیرهای خالص بر اساس توصیه نشریه ۱۰۱ ایران..... ۴۹
جدول (۲-۱۱) ضرایب معیار گودافتادگی مؤسسات مختلف و عمق مجاز گود افتادگی[۷]..... ۵۱
جدول (۳-۱) آیین نامه های مورد استفاده در نرم افزار [۲۲]..... ۶۳
جدول (۳-۲) نواع عملکرد های نرم افزار PCASE [۲۲]..... ۶۳
جدول (۴-۱) مشخصات روسازی های مدل شده جهت پیدا نمودن ابعاد بهینه..... ۷۱
جدول (۴-۲) مقایسه نتایج جهت پیدا نمودن ابعاد بهینه..... ۷۱
جدول (۴-۳) خصوصیات مصالح مصرفی در مدلسازی جهت اعتبارسنجی..... ۷۳
جدول (۴-۴) مقایسه نتایج مدلسازی اجزای محدود با نرم افزار KENLAYER..... ۷۵
جدول (۴-۵) محدوده فرضیات در مدلسازی روسازی در نرم افزار اجزای محدود..... ۷۶
جدول (۴-۶) مشخصات فرضی در طرح روسازی ها..... ۸۲
جدول (۴-۷) محدوده استفاده از نرم افزارها جهت طرح روسازی اقتصادی..... ۸۷
جدول (۵-۱) محدوده های مدلسازی روسازی ها..... ۱۰۹
جدول (۵-۲) تغییرات نرون و پیدا نمودن شبکه بهینه..... ۱۱۱

فهرست نمودارها

نمودار (۲-۱) نمونه ای از نموگرام HN [۱۱]..... ۳۰
نمودار (۲-۲) نمونه ای از نموگرام HT [۱۱]..... ۳۰
نمودار (۲-۳) نمونه ای از نموگرام TN [۱۱]..... ۳۱
نمودار (۲-۴) نمونه ای از نموگرام EN [۱۱]..... ۳۱
نمودار (۲-۵) منحنی انیستیتو آسفالت برای طرح روسازی های آسفالتی (لایه اساس دانه ای به ضخامت ۱۰ سانتیمتر) [۲]..... ۳۳
نمودار (۲-۶) منحنی انیستیتو آسفالت برای طرح روسازی های آسفالتی (لایه اساس دانه ای به ضخامت ۲۰ سانتیمتر) [۲]..... ۳۳
نمودار (۲-۷) منحنی انیستیتو آسفالت برای طرح روسازی های آسفالتی (روسازی تمام آسفالتی) [۲]..... ۳۴
نمودار (۲-۸) ارتباط بین مدول برجهندگی و تنش انحرافی در خاکهای ریزدانه [۷]..... ۳۹
نمودار (۲-۹) مدول (مختلط) دینامیکی[۷]..... ۴۲
نمودار(۴-۱)تغییرات تنش در صورت تغییر ضخامت رویه در یک روسازی ۴ لایه..... ۷۷
نمودار(۴-۲) تغییرات افت و خیز در صورت تغییر ضخامت رویه..... ۷۷
نمودار(۴-۳) تغییرات تنش در صورت تغییر ضخامت لایه اساس..... ۷۸
نمودار(۴-۴) تغییرات افت و خیز در صورت تغییر ضخامت لایه اساس..... ۷۸
نمودار(۴-۵) تغییرات تنش در صورت تغییر ضخامت لایه زیر اساس..... ۷۹

نمودار(۴-۶) تغییرات افت و خیز در صورت تغییر ضخامت لایه زیر اساس.....۷۹
نمودار (۴-۷) اثر تغییرات ترافیک بر ضخامت روسازی.....۸۲
نمودار (۴-۸) اثر تغییرات مدول خاک بستر بر ضخامت روسازی.....۸۳
نمودار (۴-۹) اثر تغییرات ترافیک بر ضخامت روسازی در حالت خاک بستر با مدول ۳۵۰۰ پوند بر اینچ مربع ۸۳
نمودار (۴-۱۰) اثر تغییرات ترافیک بر ضخامت روسازی در حالت خاک بستر با مدول ۱۶۲۰۰ پوند بر اینچ مربع ۸۴
نمودار (۴-۱۱) اثر تغییرات ترافیک بر ضخامت روسازی در حالت خاک بستر با مدول ۲۳۴۰۰ پوند بر اینچ مربع ۸۴
نمودار (۴-۱۲) اثر تغییرات ترافیک بر ضخامت روسازی در حالت خاک بستر با مدول ۳۹۴۰۰ پوند بر اینچ مربع ۸۵
نمودار (۴-۱۳) اثر تغییرات ترافیک و مدول خاک بستر بر ضخامت روسازی.....۸۶
نمودار (۵-۱) تغییرات نرون و پیدا نمودن شبکه بهینه براساس رگرسیون.....۱۱۲
نمودار (۵-۲) تغییرات نرون و پیدا نمودن شبکه بهینه براساس رگرسیون.....۱۱۲
نمودار (۵-۳) نمودار رگرسیون شبکه پس از آموزش.....۱۱۴
نمودار (۵-۴) میزان تغییرات مجذور مربعات خطا در حین آموزش شبکه.....۱۱۵
نمودار (۵-۵) میزان تغییرات خطا هنگام آموزش شبکه.....۱۱۵
نمودار(۵-۶) مقایسه نتایج محاسبه شده توسط نرم افزار ABAQUS و مقادیر تخمینی توسط شبکه.....۱۱۶

جدول (۱) تبدیل واحد های استفاده شده در این پایان نامه

علامت اختصار	نام واحد	ضریب	واحد تبدیل یافته	علامت واحد تبدیل یافته
واحد طول				
in	اینچ	۲۵/۴	میلیمتر	mm
ft	فوت	۰/۳۰۵	متر	m
mi	مایل	۱/۶۱	کیلومتر	Km
واحد سطح				
in^2	اینچ مربع	۶۴۵/۲	میلیمترمربع	mm^2
ft^2	فوقت مربع	۰/۰۹۳	مترمربع	m^2
mi^2	مایل مربع	۲/۵۹	کیلومترمربع	Km^2
واحد جرم				
lb	پوند	۰/۴۵۴	کیلوگرم	Kg
T	تن	۰/۹۰۷	مگاگرم	Mg
واحد نیرو				
lbf	پوند نیرو	۴/۴۵	نیوتن	N
lbf/in^2	پوند بر اینچ مربع	۶/۸۹	کیلوپاسکال	Kpa

فصل اول

کلیات

۱–۱– مقدمه

راهسازان از زمانهای قدیم بر لزوم و اهمیت روسازی راهها واقف بودند و بر حسب مورد از انواع روسازیها استفاده می کردند. روسازی راه ها در مناطقی که دارای زمین های سست و آب و هوایی مرطوب بود و برای حمل و نقل کالا و مسافرین از ارابه استفاده می شد بیشتر توسعه یافت. از روسازی های قدیمی که هنوز هم آثاری از آنها به جا مانده می توان روسازی خیابانهای بابل و روسازی راههای رومیان را نام برد. در بابل برای ساختن خیابانها و محافظت آنها در برابر طغیان رودخانه دجله از آجر و ملات قیر معدنی استفاده می کردند. روسازی کف خیابانها و دیوارهای دو طرف آن با آجر و ملات قیر معدنی ساخته می شد و سپس کف خیابان با استفاده از سنگ، فرش می گردید. روسازی راههای رومیان از چند لایه تشکیل می شد که از پایین به بالا عبارت بودند از یک لایه ۳۰ سانتیمتری لاشه سنگ و ملات، یک لایه ۲۵ سانتیمتری پاره سنگ و قلوه سنگ، یک لایه ۲۵ سانتیمتری شن و خرده سنگ و ملات و یک لایه ۲۰ سانتیمتری شن و ماسه خاکدار. روسازی راههای رومیان که صدها کیلومتر از آن به این روش ساخته شد و قسمتی از آن هنوز هم باقی مانده است، در خندقی که از کندن زمین مسیر راه به عمقی حدود یک متر بدست می آمد، ساخته می شد.

در مناطقی نظیر ایران راهها معمولا بدون روسازی ساخته می شد، زیرا آب و هوای این مناطق گرم و خشک بود، آبادی ها از یکدیگر فاصله زیادی داشتند و برای حمل و نقل کالا و رفت و آمد مسافرین از چهارپایان استفاده می شد. از روسازی فقط در مواردی که راه از زمینهای سست، نمکزار، آب گیر و یا لجنی عبور می کرد استفاده می شد.

قبل از دهه ۱۹۶۰ میلادی، روسازی راه ها، اکثراً بطور تجربی و بر اساس قضاوت مهندسین راه طرح می شد[۲]. با گذشت زمان و تغییر و تحولات عمیق ایجاد شده در رابطه با:

۱. نوع، تعداد و وزن خودروها
۲. شناسایی خواص و مخصات فنی مصالح روسازی
۳. مرمت و بهسازی روسازی ها

روش های طرح روسازی از حالت تجربی خارج شده، به تدریج روش های نیمه تجربی و روش های مبتنی بر اصول و تئوری دقیق علمی(روش های مکانیستیک) جایگزین روش های تجربی گردیدند.

در چند دهه اخیر، در بسیاری از کشورها، از روشهای متنوعی برای طراحی عملکردی روسازی مبتنی بر نتایج آزمایش بزرگ آشتو جهت طراحی استفاده می شود. این روش ها دارای محدودیت و ناکارآیی هایی در رابطه با نحوه اعمال اثر بارهای ترافیکی و مشخصات محورهای عبوری و مشخصات مکانیکی مصالح لایه‌های روسازی بوده، قادر به ارزیابی دقیق خرابی های سازه ای روسازی و کنترل این خرابی ها نیستند.

با گذشت زمان و پیشرفت و توسعه علم و رایانه در هر دو بخش سخت افزار و نرم افزار و گسترش و تکامل روشهای آزمایشگاهی از سوی دیگر محدودیتهای موجود در تحلیل سازه ای مقاطع روسازی به تدریج از بین رفت. پیدایش و توسعه روشهای نوین محاسبات عددی امکان ایجاد بررسی کارایی نظریه های جدید را در علوم مهندسی به محققین داد.

یکی از این روش ها، مبحث اجزا محدود[1] است که قدرت تحلیل و دقت نتایج در مسایل مهندسی را به میزان قابل ملاحظه ای افزایش داده است. سیستمهای دیگری نظیر شبکه های عصبی، الگوریتم های ژنتیک، پرندگان، زنبور عسل، کلونی مورچگان، تئوری فلز و ... تحول عظیمی در زمینه های مختلف مهندسی و علوم ایجاد کرده اند. در مباحث مرتبط با علم روسازی نظیر تحلیل سازه ای روسازی، بررسی رفتار و خواص مصالح بکار رفته در روسازی، مدیریت روسازی، و مهندسی ترافیک کاربرد استفاده از هوش مصنوعی بطور جدی آغاز شده است و در حال پیشرفت است.

در این پایان نامه نیز به استفاده از این دو شاخه از دانش روز استفاده گردیده و پس از تحلیل روسازی‌ها با استفاده از روش المان محدود و بررسی پارامترهای موثر در طراحی به طرح یک شبکه عصبی مصنوعی بر پایه نتایج مطالعات عددی انجام شده در همین تحقیق پرداخته شده است.

---

[1] Finite Elements

۱-۲- تعریف مساله

روشهای سنتی در تحلیل نیروها و تغییر مکانها در روسازی بر پایه نظریات ارائه شده توسط محققین استوار بوده اند. نظریات پیشنهاد شده توسط دانشمندان علم روسازی بصورت روابط و فرمولهایی ارائه شده است که بعدها نرم افزارهای رایانه ای بر پایه همین نظریات مبتنی بر نظریه سیستمهای چند لایه ای ساخته شدند. این نرم افزارها سرعت انجام عملیات محاسباتی در تحلیل تنش، کرنش یا تغییرمکان را در نقاط مختلف مقطع روسازی به اندازه قابل توجهی افزایش داده اند. با گذشت زمان و معرفی روش اجزای محدود و استفاده از این روش در ارائه نرم افزارهایی با توانایی مدلسازی بهتر و دقیق تر روسازی سبب ارائه تحلیلهای دقیق تری در مورد روسازی شده است. اگرچه نرم افزارهای تحلیل و طراحی روسازی های انعطاف پذیر مبتنی بر دو روش گفته شده سبب افزایش قابل ملاحظه قدرت تحلیل و طراحی مهندسان شده است. لیکن تلاشها و تحقیقات برای تکمیل و یا جایگزینی روشهای دقیق تر و در عین حال مناسبتر ادامه دارد. یکی از این روشها، استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی می باشد که این سیستم ها تا حدودی از مکانیسم مغز انسان الگو برداری شده اند.

این ایده از قرن نوزدهم به طور همزمان اما جداگانه از سویی نروفیزیولوژیست‌ها که سعی کردند سامانه یادگیری و تجزیه و تحلیل مغز را کشف کنند و از سوی دیگر ریاضیدانان تلاش کردند تا مدل ریاضی بسازند که قابلیت فراگیری و تجزیه و تحلیل عمومی مسائل را دارا باشد، ایجاد گردید. اولین کوشش‌ها در شبیه سازی با استفاده از یک مدل منطقی توسط مک کلوک و والتر پیتز انجام شد که امروزه بلوک اصلی سازنده اکثر شبکه‌های عصبی مصنوعی است. این مدل فرضیه‌هایی در مورد عملکرد نرون‌ها ارائه می‌کند. عملکرد این مدل مبتنی بر جمع ورودی‌ها و ایجاد خروجی است. بدین طریق که همانند مغز انسان پس از دریافت پیام ها و تحریکات، آنها را در هر دسته طبقه بندی کرده و نسبت به آنها دارای تجربیاتی می شود و در نهایت با توجه به تجربه قبلی به آنها پاسخ مناسب می دهد. چنانچه بر اساس این تجربیات، حاصل جمع ورودی‌ها از مقدار آستانه بیشتر باشد، اصطلاحا نرون برانگیخته می‌شود. نتیجه این مدل اجرای توابع ساده مثل AND و OR بود. شبکه های عصبی مصنوعی در حقیقت الگوریتمهایی هستند که شامل چند عملگر ساده محاسباتی (مانند ضرب و جمع) و یک تابع معمولی می باشند.

با توجه به مکانیسم و عملکرد شبکه های عصبی می توان به این نکته پی برد که در بعضی مسائل پیچیده و مبهم که برای رسیدن به جواب موردنظر می بایست مراحل مختلف حل مساله طی شود، می توان کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی را بعنوان روشی جایگزین که قادر باشد با طی مراحل کمتری به جواب برسد، در مسایل مختلف بررسی کرد. ضمنا از

آنجاییکه شبکه های عصبی مصنوعی در حقیقت یک نوع سیستم پیشرفته رگرسیون می باشد، می توان از این سیستم ها در برخورد با مسایلی که نیاز به پیش بینی و تخمین پارامترهای موردنظر دارد، بهره گرفت که در این پایان نامه به بررسی این مورد پرداخته شده است.

۱-۳- اهمیت موضوع پژوهش

در حال حاضر، نظریه ها و روابط پیشنهاد شده در مبحث تحلیل روسازی با استفاده از نرم افزارهای پیشرفته نیاز محققین در برخورد مسایل تحلیلی را برطرف می کند. لیکن تاکنون رفتار دقیق مصالح، علی الخصوص خاصیت رفتار غیرخطی، ویسکوزیته مصالح بطور دقیق برای دانشمندان شناخته شده نیست و اغلب روابط ارائه شده دارای فرضیات ساده کننده‌ای می باشند.

به همین لحاظ تحقیقات آزمایشگاهی برای شناخت بیشتر رفتار مصالح ادامه دارد و بالطبع نرم افزارهایی که بر پایه سیستمهای چند لایه ای ارائه شده اند، نمی توانند پاسخگوی نظریه های تازه شوند. از طرفی با پیشرفت فن آوریهای بخش صنعت از یکسو و ارائه نظریات و سیستمهای نوین از سوی دیگر، به تدریج روشهای سنتی جای خود را به روشهای نوین داده‌اند. این مساله در قسمتهایی که نیاز به جزئیات بیشتر و دقیقتری دارند، بیشتر نمایان است. بعنوان مثال ارائه نظریه اجزا (المانهای) محدود قدرت تحلیلی و محاسباتی را بالا برده است. اما در سالهای اولیه ای که اولین نرم افزارهای متکی بر نظریه اجزا محدود در بخش تحلیلی روسازی ارائه شد، عیب اصلی و عمده این سیستمها حجم بالا و زمان نسبتا زیادی بود که این نسل از نرم افزارها به جهت پردازش مسائل به آن نیاز داشتند.

ولی در سالهای اخیر با پیشرفت صنعت رایانه در بخش سخت افزار میزان تفاوت در سرعت اجرای نرم افزارهای اجزا محدود با نرم افزارهای متکی بر نظریه سیستم های چند لایه ای چندان محسوس نیست. درحالیکه کاربرد و بحث جدی این مقوله از علم از دو دهه پیش آغاز شده است.

در مقابل، توان یادگیری سیستمهای شبکه های عصبی مصنوعی و در ضمن سرعت پردازش بالای آنها محققین علم روسازی را بر آن داشته است که کارایی این الگوریتمها را در فرآیندهای مختلف تحلیل و طراحی انواع روسازیها بررسی کنند که سابقه این تحقیقها حتی به یک دهه نیز نمی رسد.

۱-۴- ضرورت انجام پژوهش

در سالهای اخیر توسعه روشهای آزمایشگاهی و همچنین ارائه نرم افزارهای قدرتمند در زمینه تحلیل روسازی سبب شده است تا روند طراحی روسازیها بیشتر حالت نظری به خود

بگیرند. این امر سبب شده تا روشی نوین موسوم به روش نیمه نظری – نیمه تجربی در طرح روسازیهای انعطاف پذیر معرفی شود. روش های طراحی مکانیستیک – تجربی بر اساس شناخت خواص مکانیکی مصالح روسازی، تحت اعمال اثر واقعی بار های ترافیکی، قادر به محاسبه عکس العمل روسازی بر طبق مدل های مختلف روسازی بوده، از طریق کنترل معیارهای خرابی قادر به تعیین ضخامت طرح خواهند بود.

از طرفی، با معرفی شبکه های عصبی مصنوعی به عنوان یک ابزار کارآمد، تلاشها برای بررسی قابلیتها و تواناییهای شبکه های عصبی مصنوعی در طراحی روسازیهای انعطاف پذیر در حال انجام است. در این زمینه تعداد معدودی تحقیق و پژوهش انجام شده است که توانسته اند در آن شبکه های عصبی را بعنوان یک سیستم توانا در کنار سایر روشهای موجود در فرآیند طراحی روسازی ها معرفی کند.

با توجه به قابلیتهای شبکه های عصبی و روند رو به رشد آنها، در آینده این الگوریتمها کارایی وسیعتری را در فرآیند تحلیل و طراحی روسازیها خواهند داشت.

بر این اساس، در این پایان نامه به مطالعه عددی تحلیل روسازی های انعطاف پذیر بر اساس روش عددی المان محدود پرداخته شده، سپس عوامل مؤثر در طرح روسازی های انعطاف پذیر مورد بررسی قرار می گیرد. در نهایت به انتخاب شبکه عصبی مناسب و ایجاد آن با استفاده از نتایج بدست آمده از تحلیل روسازی ها پرداخته می شود.

۱–۵– روش انجام تحقیق

در این تحقیق با معرفی روش مکانیستیک - تجربی و نرم افزارهای موجود در زمینه تحلیل و طراحی روسازی انعطاف پذیر و سپس معرفی شبکه های عصبی مصنوعی و کاربرد آنها در طرح روسازی سعی بر آن شده است که با شناخت صحیح رفتار مصالح روسازی و اعمال اثر واقعی پارامترهای ترافیکی و آب و هوایی گام های مؤثری در جهت طراحی روسازی های انعطاف پذیر برداشته شود. انجام تحقیق در مراحل اصلی را می توان به پنج گروه کلی دسته بندی نمود:

الف- معرفی و مطالعه نرم افزارهای تحلیل و طراحی روسازی انعطاف پذیر به منظور شناخت قابلیت های این نرم افزار ها در تحلیل و طراحی جهت تأمین اهداف تحقیق.

ب- تحلیل روسازی آسفالتی بر اساس روش عددی المان محدود توسط نرم افزار ABAQUS جهت یافتن اثر بعضی پارامترهای مؤثر در تحلیل روسازی.

ج- طراحی روسازی آسفالتی با نرم افزارهای Pcase و Winpas با هدف مقایسه نتایج و مقایسه اثر رفتار مختلف مصالح و اثرات ترافیکی و محیطی بر نتایج طرح.

د- معرفی شبکه های عصبی مصنوعی و بیان کاربرد آنها در تحلیل روسازی های انعطاف پذیر و سپس ایجاد یک شبکه عصبی مناسب بر اساس نتایج حاصله از مطالعه عددی در بخش‌های قبلی

۱-۶- مراحل تحقیق

در این تحقیق و در فصل دوم، به معرفی روسازی های انعطاف پذیر، اجزا و روشهای تحلیل و طراحی آن پرداخته شده است.

در فصل سوم، به معرفی و بررسی نرم افزارهای بکار رفته در این پایان نامه و نحوه کار آنها پرداخته شده است. این نرم افزارها عبارتنداز: Winpas، Pcase، Kenlayer، Mfpds، ABAQUS و Matlab که مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

در فصل چهارم، پس از اعتبار سنجی نرم افزار مورد استفاده جهت مدلسازی روسازی با استفاده از روش المان محدود، با فرض رفتار الاستیک خطی لایه های روسازی و در نظر گرفتن داده های ورودی متناسب با واقعیت، به مطالعه عددی تحلیل و طراحی روسازی های انعطاف پذیر پرداخته شده است.

در فصل ششم به ایجاد یک شبکه عصبی مصنوعی مبتنی بر نتایج تحلیل انجام شده در فصل ۴ پرداخته و سپس به بررسی خروجی های شبکه و میزان خطای آن پرداخته شده است.

فصل دوم

معرفی روسازی های انعطاف پذیر
و
روشهای تحلیل و طراحی