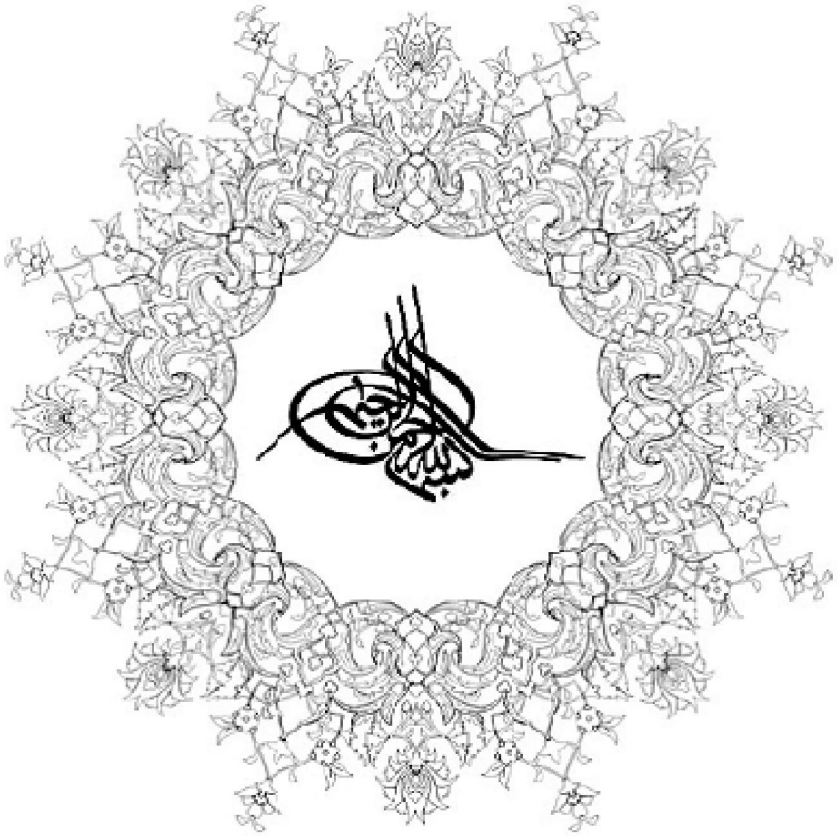

این مجموعه هدیه ای است به

فروغ زندگی و راهنمای راهم

پدر مهربانم

و

سرچشمه پاک، هستی ابدی

مادر عزیزم

تشکر و قدردانی...

با سپاس فراوان از زحمات اساتید محترم جناب آقای دکتر اولی پور و جناب آقای دکتر طاوسی که با راهنمایی های خود مرا در پیشرفت این رساله یاری نمودند.

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده فنی مهندسی،گروه عمران

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد(M.Sc)

گرایش : خاک و پی

عنوان:

تعیین نشست تحکیمی خاک‌های رسی استان خوزستان با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی

استاد راهنما :

دکتر مسعود اولی‌پور

استاد مشاور :

دکتر شهریار طاوسی

پژوهشگر :

امیرسالار سرافراز

پاییز ۹۱

ISLAMIC AZAD UNIVERSITY

Centeral Tehran Branch

Faculty of Engineering - Department of Civil

M.Sc Thesis

On Geotechnical

Subject :

Determination of soft clay consolidation settlement by artificial neural networks : a case study of Khouzestan, southwest Iran

Advisor:

Dr.Msoud olapoor

Reader:

Dr.Shahriar tavousi

By:

Amirsalar Sarafraz

fall 2012

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: کلیات ۲

۱- ۱مقدمه ۲

۱-۲ بیان مسئله ۳

۱-۳ اهمیت موضوع تحقیق و انگیزش انتخاب آن ٤

۱-۴ جنبه نوآوری مسئله ۵

۱-۵ هدف های تحقیق ۵

فصل دوم: نشست خاک ٦

۲-۱ مقدمه ۷

۲-۲ مفاهیم و کلیات نشست تحکیم ۸

۲-۲-۱ مکانیزم تحکیم اولیه ۸

۲-۲-۲ رس عادی تحکیم یافته و پیش تحکیم یافته ۱۲

۲-۲-۳ ضرایب تراکم پذیری خاک رس ۱۲

۲-۲-۳ -۱ ضریب قابلیت فشردگی حجمی یا ضریب تغییر حجم (mv) ۱۳

۲-۲-۳-۲ ضریب قابلیت فشردگی ۱٤

۲-۲-۳-۳ نشانه فشردگی یا شاخص فشردگی (Cc) ۱٤

۲-۲-۴ مفهوم تحکیم ثانویه ۱۵

۲-۳ آزمایش تحکیم یک بعدی (آزمایش ادومتری) ۱٦

۲-۳-۱ روش انجام آزمایش ۱٦

۲-۳-۲ تهیه نمونه برای آزمایش تحکیم ۱۸

۲-۳-۳ پارامترهای حاصل از آزمایش تحکیم یک بعدی ۱۸

۲-۴ محاسبه نشست تحکیم ۱۹
۲-۴-۱ محاسبه نشست تحکیم اولیه ۱۹
۲-۴-۱-۱ محاسبه نشست تحکیم با استفاده از رابطه کلی تغییر شکل ۱۹
۲-۴-۱-۲ محاسبه نشست تحکیم با استفاده از تاریخچه بارگذاری ۱۹
۲-۴-۱-۳ محاسبه نشست تحکیم با استفاده از ضریب تغییر حجم ۲۰
۲-۴-۲ محاسبه نشست تحکیم ثانویه ۲۱
۲-۵ نظریه تحکیم یک بعدی ۲۲
۲-۶ حل معادله تحکیم ۲٤
۲-۷ درجه تحکیم ۲٦
۲-۸ محاسبه ضریب تحکیم با استفاده از نتایج آزمونهای آزمایشگاهی ۲۷
۲-۸-۱ روش لگاریتم زمان ۲۷
۲-۸-۲ روش ریشه دوم زمان ۲۸
۲-۸-۳ روش شیب بیشینه سو ۲۹
۲-۸-۴ روش محاسباتی سیوارام و سوامی ۳۰
۲-۹ تحکیم به کمک زهکش های ماسه ای ۳۱
فصل سوم:آشنایی با شبکه های عصبی و کاربرد آنها در مهندسی ژئوتکنیک ۳۳
۳-۱ مقدمه ۳٤
۳-۲ تاریخچه شبکه های عصبی مصنوعی ۳٦
۳-۳ مغز انسان ۳۸
۳-۴ هوش مصنوعی و شبکه عصبی ٤۰
۳-۵ تعریف و اجزا در شبکه های عصبی مصنوعی ٤۰
۳-۵-۱ شبکه های عصبی مصنوعی ٤۰
۳-۵-۲ اجزای یک شبکه عصبی ٤۲

۳-۵-۲-۱ ورودی ها ٤٢
۳-۵-۲-۲ بردار وزن ٤٣
۳-۵-۲-۳ تابع جمع ٤٣
۳-۵-۲-۴- توابع فعالیت ٤٤
۳-۵-۲-۵- خروجی ٤٤
۳-۶ مدل های یک عصب و توصیف ریاضی عصب ٤٥
۳-۷ مراحل شبیه سازی های عصبی ٤٨
۳-۷-۱ فرمولاسیون مسئله ٤٨
۳-۷-۲ جمع آوری اطلاعات و وارد نمودن آنها به شبکه ٥٠
۳-۷ -۳ معماری شبکه ٥٠
۳-۷-۳-۱ شبکه های تک لایه پیشخور ٥٠
۳-۷-۳-۲ شبکه های چندلایه پیشخور ٥١
۳-۷-۳-۳ شبکه های بازگشتی ٥٢
۳-۷-۴ فرآیند یادگیری ٥٤
۴-۷-۴-۱ یادگیری همراه با معلم ٥٤
۳-۷-۴-۲ یادگیری بدون معلم ٥٦
۳-۷-۵ سنجش کارایی شبکه ٥٦
۳-۷-۵-۱ ضریب همبستگی ٥٦
۳-۵-۷-۲ میانگین مربعات خطا ٥٨
۳-۵-۷-۳ میانگین مربعات نرمال شده خطا ٥٨
۳-۵-۷-۴ درصد خطا ٥٨
۳-۸ دلایل استفاده از شبکه های پرسپترون چندلایه در مسائل مهندسی ژئوتکنیک ٥٩
۳-۸-۱ پرسپترون چندلایه ٥٩

۳-۸-۱-۱ پاره ای از مقدمات و پیشفرض ها ٦١
۳-۸-۱-۲ معیار توقف ٦٢
۳-۸-۱-۳ تعمیم پذیری ٦٣
۳-۸-۱-۴ توقف زودهنگام ٦٤
۳-۸-۱-۵ الگوریتم های مختلف یادگیری در پرسپترون های چندلایه ٦٦
۳-۸-۱-۶ تعداد زوج های آموزشی ٦٧
۳-۸-۱-۷ نرمال سازی ٦٨
۳-۹ مروری بر تحقیقات گذشته ٦٨
۳-۹-۱ کاربردهای شبکه های عصبی در شاخه های مختلف مهندسی ژئوتکنیک ٦٩
فصل چهارم: مدلسازی و تجزیه و تحلیل نتایج ٧١
۴-۱ مجموعه داده ها ٧٢
۴-۲ ساختار شبکه ٧٢
۴-۳ تقسیم بندی داده ها ٧٣
۴-۳-۱ معرفی داده های آموزش شبکه عصبی ٧٤
۴-۳-۲ معرفی داده های تست شبکه عصبی ٨٥
۴-۴ پیاده سازی شبکه عصبی توسط MATLAB ٨٦
۴-۴-۱ جعبه ابزار شبکه عصبی متلب ٨٦
۴-۴-۲ تشکیل ساختار شبکه عصبی پرسیپترون چند لایه در متلب ٨٧
۴-۴-۳ آموزش شبکه عصبی پرسپترون چند لایه در متلب ٨٧
۴-۴-۴ آزمایش شبکه آموزش دیده ٨٧
۴-۵ نحوه مدل سازی شبکه عصبی ٨٨
۴-۵-۱ آموزش شبکه عصبی ٨٨
۴-۵-۲ آزمایش شبکه عصبی ٨٩

۴-۵-۳ معرفی و تحلیل مدلها ۸۹
۴-۵-۳-۱ معرفی مدل اول 3cell-tansig-tansig-lm ۹۱
۴-۵-۳-۲ معرفی مدل دوم 5cell-tansig-tansig-lm ۹۳
۴-۵-۳-۳ معرفی مدل سوم 7cell-tansig-tansig-lm ۹۵
۴-۵-۳-۴ معرفی مدل چهارم9cell-tansig-tansig-lm ۹۷
۴-۵-۳-۵ معرفی مدل پنجم11cell-tansig-tansig-lm ۹۹
۴-۵-۳-۶ مدل ششم 15 cell-tansig-tansig-lm ۱۰۱
۴-۵-۳-۷ مدل هفتم20cell-tansig-tansig-lm ۱۰۳
۴-۵-۳-۸ مدل هشتم 25cell-tansig-tansig-lm ۱۰۵
۴-۵-۳-۹ مدل نهم3cell-tansig- purelin-lm ۱۰۷
۴-۵-۳-۱۰ مدل دهم5cell-tansig- purelin-lm ۱۰۹
۴-۵-۳-۱۱ مدل یازدهم7cell-tansig- purelin-lm ۱۱۱
۴-۵-۳-۱۲ مدل دوازدهم9cell-tansig- purelin-lm ۱۱۳
۴-۵-۳-۱۳ مدل سیزدهم11cell-tansig- purelin-lm ۱۱۵
۴-۵-۳-۱۴ مدل چهاردهم15cell-tansig- purelin-lm ۱۱۷
۴-۵-۳-۱۵ مدل پانزدهم20cell-tansig- purelin-lm ۱۱۹
۴-۵-۳-۱۶ مدل شانزدهم25cell-tansig- purelin-lm ۱۲۱
۴-۵-۳-۱۷ مدل هفدهم3cell-logsig-tansig-lm ۱۲۳
۴-۵-۳-۱۸ مدل هجدهم5cell-logsig-tansig-lm ۱۲۵
۴-۵-۳-۱۹ مدل نونزدهم7cell-logsig-tansig-lm ۱۲۷
۴-۵-۳-۲۰ مدل بیستم9cell-logsig-tansig-lm ۱۲۹
۴-۵-۳-۲۱ مدل بیست و یکم11cell-logsig-tansig-lm ۱۳۱
۴-۵-۳-۲۲ مدل بیست و دوم15cell-logsig-tansig-lm ۱۳۳

۴-۵-۳-۲۳ مدل بیست و سوم20cell-logsig-tansig-lm ۱۳۵
۴-۵-۳-۲۴ مدل بیست و چهارم25cell-logsig-tansig-lm ۱۳۷
۴-۵-۳-۲۵ مدل بیست وپنجم 3cell-logsig-purelin-lm ۱۳۹
۴-۵-۳-۲۶ مدل بیست و ششم5cell-logsig-purelin-lm ۱۴۱
۴-۵-۳-۲۷ مدل بیست و هفتم7cell-logsig-purelin-lm ۱۴۳
۴-۵-۳-۲۸ مدل بیست و هشتم9cell-logsig-purelin-lm ۱۴۵
۴-۵-۳-۲۹ مدل بیست و نهم11cell-logsig-purelin-lm ۱۴۷
۴-۵-۳-۳۱ مدل سیام15cell-logsig-purelin-lm ۱۴۹
۴-۵-۳-۳۱ مدل سی و یکم20cell-logsig-purelin-lm ۱۵۱
۴-۵-۳-۳۲ مدل سی و دوم25cell-logsig-purelin-lm ۱۵۳
۴-۵-۴ مقایسه نتایج مدل های مختلف ۱۵۵
۴-۵-۴-۱ تعیین بهترین نمونه بر اساس کوچکترین میانگین خطای مطلق ۱۵۵
۴-۵-۵ تعیین بهترین نمونه بر اساس کوچکترین میانگین مربعات خطا ۱۵۶
۴-۵-۶ مقایسه مدلهای دارای ۳ نرون در لایه مخفی 3Cell-X-Y-LM ۱۵۶
۴-۵-۶-۱ مقایسه ماکزیمم خطای مطلق(AE) مدل های دارای ۳ نرون در لایه مخفی ۱۵۷
۴-۵-۶-۲ مقایسه ماکزیمم درصد خطای نسبی مدل های دارای ۳ نرون در لایه مخفی ۱۵۷
۴-۶ جمع بندی نتایج بدست آمده ۱۵۸
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۶۰
۵-۱ نتیجه گیری ۱۶۱
۵-۲ پیشنهادها ۱۶۲
منابع فارسی ۱۶۳
منابع انگلیسی ۱۶۴

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱ مدلهای مختلف شبکه عصبی ٤٩

جدول۴-۱ داده های آموزش شبکه ٧٤

جدول۴-۲ داده های تست شبکه ٨٥

جدول۴-۳ خروجی ها و نتایج مدل اول ٩١

جدول۴-۴ خروجی ها و نتایج مدل دوم ٩٣

جدول۴-۵ خروجی ها و نتایج مدل سوم ٩٥

جدول۴-۶ خروجی ها و نتایج مدل چهارم ٩٧

جدول۴-۷ خروجی ها و نتایج مدل اول پنجم..... ٩٩

جدول۴-۸ خروجی ها و نتایج مدل ششم ۱۰۱

جدول۴-۹ خروجی ها و نتایج مدل هفتم ۱۰۳

جدول۴-۱۰ خروجی ها و نتایج مدل هشتم ۱۰۵

جدول۴-۱۱ خروجی ها و نتایج مدل نهم.....۱۰۷

جدول۴-۱۲ خروجی ها و نتایج مدل دهم ۱۰۹

جدول۴-۱۳ خروجی ها و نتایج مدل یازدهم.....۱۱۱

جدول۴-۱۴ خروجی ها و نتایج مدل دوازدهم ۱۱۳

جدول۴-۱۵ خروجی ها و نتایج مدل سیزدهم.....۱۱۵

جدول۴-۱۶ خروجی ها و نتایج مدل چهاردهم ۱۱۷

جدول۴-۱۷ خروجی ها و نتایج مدل پانزدهم ۱۱۹

جدول۴-۱۸ خروجی ها و نتایج مدل شانزدهم ۱۲۱

جدول۴-۱۹ خروجی ها و نتایج مدل هفدهم.....۱۲۳

جدول۴-۲۰ خروجی ها و نتایج مدل هجدهم ۱۲۵
جدول۴-۲۱ خروجی ها و نتایج مدل نوزدهم ۱۲۷
جدول۴-۲۲ خروجی ها و نتایج مدل بیستم ۱۲۹
جدول۴-۲۳ خروجی ها و نتایج مدل بیست و یکم ۱۳۱
جدول۴-۲۴ خروجی ها و نتایج مدل بیست و دوم ۱۳۳
جدول۴-۲۳ خروجی ها و نتایج مدل بیست و سوم ۱۳۵
جدول۴-۲۶ خروجی ها و نتایج مدل بیست و چهارم ۱۳۷
جدول۴-۲۷ خروجی ها و نتایج مدل بیست و هفتم ۱۳۹
جدول۴-۲۸ خروجی ها و نتایج مدل بیست و ششم ۱۴۱
جدول۴-۲۹ خروجی ها و نتایج مدل بیست و هفتم ۱۴۳
جدول۴-۳۰ خروجی ها و نتایج مدل بیست و هشتم ۱۴۵
جدول۴-۳۱ خروجی ها و نتایج مدل بیست و نهم ۱۴۷
جدول۴-۳۲ خروجی ها و نتایج مدل سی ام ۱۴۹
جدول۴-۳۳ خروجی ها و نتایج مدل سی و یکم ۱۵۱
جدول۴-۳۴ خروجی ها و نتایج مدل سی و دوم ۱۵۳
جدول۴-۳۴ خروجی ها و نتایج تمام مدل ها ۱۵۹

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل۲-۱ مدل استوانه و فنر برای شبیه سازی تحکیم خاک ۹

شکل۲-۲ شبیه سازی مراحل تحکیم ۹

شکل۲-۳ تشابه موجود بین تحکیم اولیه و مدل استوانه و فنر ۱۰

شکل۲-۴ نحوه تبدیل اضافه فشار آب حفرهای به اضافه تنش مؤثر ۱۱

شکل۲- ۵ ارتباط بین σ' وεz ۱۳

شکل۲- ۵ ارتباط بین σ' و e در فضای نرمال ۱٤

شکل۲- ۶ ارتباط بین σ' و e در فضای نرمال ۱۵

شکل۲-۷ دستگاه آزمایش تحکیم ۱٦

شکل۲-۸ منحنی تحکیم (نمونه تنها تحت بارگذاری) ۱۷

شکل۲-۹ منحنی تحکیم محاسباتی ۱۹

شکل۲-۱۰ منحنی تحکیم محاسباتی ۲۰

شکل۲-۱۱ نمودار نسبت تخلخل- لگاریتم زمان ۲۱

شکل ۲-۱۲ روش لگاریتم زمان برای محاسبه Cv ۲۸

شکل۲-۱۳روش ریشه دوم زمان برای محاسبه Cv ۲۹

شکل ۲-۱۴روش شیب بیشینه سو برای محاسبه Cv ۳۰

شکل ۳-۲ ساختار یک سلول عصبی ۳۹

شکل ۳-۴ دیاگرام یک شبکه عصبی مصنوعی. ٤۱

شکل ۳-۵ نمای شبکه عصبی مصنوعی به عنوان یک سیستم. ٤۲

شکل ۳-۶. ساختار یک نرون مصنوعی. ٤۳

شکل ۳-۷ انواعی از توابع فعال سازی پرکاربرد ٤٤

شکل ۳-۸. مدل غیرخطی نرون ٤۵

شکل۳-۸. اثر بایاس در نمودار UK و VK ٤٧
شکل ۳-۹ ارائه دیگری از مدل غیرخطی نرون ٤٨
شکل ۳-۱۰ شبکه پیشخور با لایه ساده ای از عصبها ٥١
شکل ۳-۱۱ شبکه عصبی کاملاً متصل پیشخور همراه با یک لایه پنهان و یک لایه خروجی ٥٢
شکل ۳-۱۲ شبکه بازگشتی بدون عصب های لایه پنهان و بدون حافظه حلقه "خودپسخور" ٥٣
شکل۳-۱۳شبکه بازگشتی با عصبهای پنهان ٥٤
شکل۳-۱۴دیاگرام مربوط به یادگیری با معلم ٥٥
شکل ۳-۱۵ انواع توابع غیرخطی ٥٧
شکل۳-۱۶ گراف معماری پرسپترون چندلایه به همراه دو لایه پنهان ٦١
شکل۳-۱۷ توصیف جهت های دو جریان سیگنال بنیادی در یک پرسپترون چندلایه ٦٢
شکل ۳-۱۸ تعمیم‌پذیری خوب وتعمیم‌پذیری بد ٦٤
شکل۳-۱۹ خطای دو مجموعه آموزشی ارزیابی بر حسب تعداد اپوک ٦٥
شکل۴-۱ نمونه ای از آموزش شبکه توسط نرم افزار matlab..... ٨٨
شکل(۴-۲) مقایسه خروجی‌های مدل اول با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم.....۹۴
شکل(۴-۳) مقایسه خروجی‌های مدل دوم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۹۶
شکل(۴-۴) مقایسه خروجی‌های مدل سوم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۹٦
شکل(۴-۵) مقایسه خروجی‌های مدل چهارم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم..... ۹۸
شکل(۴-۶) مقایسه خروجی‌های مدل پنجم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۰۰
شکل(۴-۷) مقایسه خروجی‌های مدل ششم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۰۲
شکل(۴-۸) مقایسه خروجی‌های مدل هفتم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۰٤
شکل(۴-۹) مقایسه خروجی‌های مدل هشتم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۰٦
شکل(۴-۱۰) مقایسه خروجی‌های مدل نهم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۰۸
شکل(۴-۱۱) مقایسه خروجی‌های مدل دهم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۱۰

شکل(۴-۱۳) مقایسه خروجی‌های مدل یازدهم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۱۲
شکل(۴-۱۳) مقایسه خروجی‌های مدل دوازدهم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم.....۱۱٤
شکل(۴-۱۴) مقایسه خروجی‌های مدل سیزدهم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۱٦
شکل(۴-۱۵) مقایسه خروجی‌های مدل چهاردهم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۱۸
شکل(۴-۱۶) مقایسه خروجی‌های مدل پانزدهم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۲۰
شکل(۴-۱۷) مقایسه خروجی‌های مدل شانزدهم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۲۰
شکل(۴-۱۸) مقایسه خروجی‌های مدل هفدهم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۲٤
شکل(۴-۱۹) مقایسه خروجی‌های مدل هجدهم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۲۸
شکل(۴-۲۰) مقایسه خروجی‌های مدل نوزدهم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۲۸
شکل(۴-۲۱) مقایسه خروجی‌های مدل بیستم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم.....۱۳۰
شکل(۴-۲۲) مقایسه خروجی‌های مدل بیست و یکم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۳۲
شکل(۴-۲۳) مقایسه خروجی‌های مدل بیست و دوم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم.....۱۳٤
شکل(۴-۲۴) مقایسه خروجی‌های مدل بیست و سوم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۳٦
شکل(۴-۲۵) مقایسه خروجی‌های مدل بیست و چهارم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم.....۱۳۸
شکل(۴-۲۶) مقایسه خروجی‌های مدل بیست و پنجم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱٤۰
شکل(۴-۲۷) مقایسه خروجی‌های مدل بیست و ششم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱٤۲
شکل(۴-۲۸) مقایسه خروجی‌های مدل بیست و هفتم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱٤٦
شکل(۴-۲۹) مقایسه خروجی‌های مدل بیست و هشتم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم.....۱٤٦
شکل(۴-۳۰) مقایسه خروجی‌های مدل بیست و نهم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱٤۸
شکل(۴-۳۱) مقایسه خروجی‌های مدل سی‌ام با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۵۰
شکل(۴-۳۲) مقایسه خروجی‌های مدل سی و یکم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۵۲
شکل(۴-۳۳) مقایسه خروجی‌های مدل سی و دوم با ضرائب m_v حاصل از آزمایش تحکیم ۱۵٤
شکل(۴-۳۴) میانگین خطای مطلق ۳۲ مدل ۱۵۵

شکل(۴-۳۵) میانگین مربعات خطای ۳۲ مدل ۱۵۶
شکل(۴-۳۶) مقایسه ماکزیمم خطای مطلق(AE) مدلهای۳ سلولی ۱۵۷
شکل(۴-۳۷) مقایسه ماکزیمم درصد خطای نسبی مدلهای۳ سلولی ۱۵۸

چکیده

نشست تحکیمی یکی از ملاحظات مهم طراحی در پروژه‌های عمرانی همچون سازه‌ها، راه‌ها و راه‌آهن است. این پدیده به وسیله آزمایش تحکیم که یکی از آزمایش‌های متداول مکانیک خاک است، تعیین می‌گردد. آزمایش تحکیم یک آزمایش نسبتاً وقت‌گیر و پرهزینه است که باید با دقت کافی انجام شود. در بسیاری از پروژه‌ها به‌خصوص در پروژه‌های خطی مانند راه‌ها و راه‌آهن، عدم انجام آزمایش تحکیم به تعداد و با دقت کافی ممکن است سبب وارد آمدن خسارت قابل توجهی شود. با توجه به زمان نسبتاً زیاد آزمایش تحکیم، تخمین نشست تحکیمی برمبنای پارامترهای موثری که با انجام آزمایشات ساده و کم هزینه و با دقت کافی قابل تعیین باشند، همواره مورد توجه بسیاری از کارشناسان و محققان ژئوتکنیک و راه‌سازی بوده است. با توجه به این امر در این پژوهش به کمک یکی از انواع شبکه‌های عصبی و با استفاده از داده‌های آزمایشگاهی، مدلی جهت تعیین ضریب تغییر حجم خاک‌های ریز دانه (m_v) در محدوده تنش‌های مختلف ارائه شده و نتایج حاصل با داده‌های آزمایشگاهی مقایسه شده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که مدل ارائه شده از دقت وکارایی قابل قبولی برخوردار می‌باشد وتطابق خوبی با داده‌های واقعی دارد.

کلید واژه‌ها : نشست تحکیمی،ضریب تغییر حجم خاک،شبکه عصبی مصنوعی

فصل اول-کلیات

۱-۱ مقدمه

خصوصیات مهندسی سنگ و خاک، به واسطه‌ی فرآیندهای پیچیده و متنوعی که در طول زمان کیفیت آن‌ها را مورد تغییر و تحول قرار داده است بسیار متغیر، غیر قابل پیش‌بینی و غیردقیق می-باشند. تفاوت عمده مهندسی ژئوتکنیک با سایر شاخه‌های مهندسی عمران، در همین عدم قطعیت‌های موجود در خواص مصالح به کار رفته در مهندسی ژئوتکنیک می‌باشد. به عنوان مثال رفتار همگن و قابل پیش‌بینی موجود در مصالحی مانند فولاد، بتن و ... دارای تفاوتی بنیادی با خواص مصالحی مانند خاک و سنگ می‌باشد. به منظور غلبه بر چنین مشکلی در درجه اول از فرمول‌ها و روابط ساده شده استفاده می‌شود و در گام بعدی از ضرایب اطمینان بالا سود می‌جوییم. روش‌های جایگزین دیگری که بر اساس داده‌ها و اطلاعات قبلی می‌باشد استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی[1] است[۱۰].

پدیده‌های ژئوتکنیکی به شدت متاثر از طبیعت ناهمسان و رفتار غیر خطی خاک می باشند که بررسی آنها با روش‌های تحلیلی معمول نیاز به انجام محاسبات بسیار پیچیده و اعمال هزینه‌های قابل توجه جهت شناسایی می باشد. با توجه به توانایی شایان شبکه‌های عصبی مصنوعی در حل مسائل غیر خطی و چند متغیره، محققان در حل بسیاری از مسائل موجود مهندسی ژئوتکنیک از شبکه‌های عصبی مصنوعی کمک گرفته‌اند.

[1] Artificial neural networks

۱-۲ بیان مسئله

نشست تحکیمی یکی از ملاحظات مهم در طراحی پروژه‌های عمرانی همچون سازه‌ها، راه‌ها و راه‌آهن است. راه حل مستقیم برای تعیین پارامترهای نشست تحکیمی[1] خاک استفاده از آزمایش تحکیم است. انجام آزمایش تحکیم بخصوص در پروژه‌های حجیم نیاز به وقت و هزینه‌های زیاد دارد. برای تعیین نشست تحکیمی می‌توان از سه روش زیر استفاده کرد:

۱. محاسبه نشست تحکیم با استفاده از رابطه کلی تغییر شکل
۲. محاسبه نشست تحکیم با استفاده از تاریخچه بارگذاری
۳. محاسبه نشست تحکیم با استفاده از ضریب تغییر حجم[2] (m_V)

بر خلاف شاخص تراکم[3] خاک (c_c) که شیب منحنی $e - \log P'$ بوده و تقریبا ثابت می باشند، مقدار ضریب تغییر حجم به ازای محدوده‌ی تنش‌های مختلف متغیر است، زیرا ارتباط بین e و P' (در فضای غیر لگاریتمی) به صورت خطی نمی‌باشد. بنابراین برای محاسبه نشست با استفاده از ضریب تغییر حجم باید مقدار m_V مربوط به همان محدوده تنش داده شود.

در این پایان نامه سعی بر این است که نشست تحکیمی خاک‌های رسی در استان خوزستان را با استفاده از ضریب تغییر حجم ارزیابی نماییم. تعیین این ضریب از طریق آزمایش تحکیم بسیار وقت گیر است لذا سعی خواهد شد که این ضریب را با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی به پارامترهای فیزیکی خاک که همگی به سادگی در آزمایشگاه قابل اندازه‌گیری هستند ارتباط دهیم. در انتها دقت و کارایی مدل ارائه شده برای پیش‌بینی ضریب تغییر حجمی در مقایسه با نتایج بدست آمده از آزمایش‌های تحکیم متعدد انجام شده مقایسه خواهد شد.

[1] Consolidation settlement
[2] Coefficient of volume compressibility
[3] Compression index of soil