



پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کشاورزی (آبیاری و زهکشی)

پیش‌بینی نوسانات سطح ایستابی با استفاده از شبکه
عصبی مصنوعی
مطالعه موردی دشت فیروزآباد فارس

توسط
بهناز تجلی زاده خوب

استاد راهنما:
دکتر سید علی اکبر موسوی

شهریور ۸۷

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

به نام خدا

اظهار نامه

اینجانب بهناز تجلی زاده خوب (۸۴۰۵۵۵) دانشجوی رشته‌ی مهندسی کشاورزی گرایش آبیاری و زهکشی دانشکده‌ی کشاورزی اظهاری می‌کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظهاری می‌کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه‌ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین‌نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: بهناز تجلی زاده خوب

تاریخ و امضا: ۸۸/۱۲/۱



به نام خدا

پیش‌بینی نوسانات سطح ایستابی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی
مطالعه موردی دشت فیروزآباد فارس

به وسیله ی

بهناز تجلی زاده خوب

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی
از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:

آبیاری و زهکشی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر سید علی اکبر موسوی، دانشیار بخش مهندسی آب (رئیس کمیته)

دکتر داور خلیلی، دانشیار بخش مهندسی آب

دکتر شهرام جعفری، استادیار بخش مهندسی کامپیوتر

شهریور ۱۳۸۷

تقدیم بہ

ہمسفر مہربان،

صویر

وفداکارم

و فرزند دلہندم

سیح

سپاسگزاری

سپاس و ستایش خداوندی را که به آدمی گوهر اندیشه عطا کرد و او را بر دیگر مخلوقات برتری بخشید.

بر خود لازم می دانم از زحمات استاد بزرگوار جناب آقای دکتر موسوی که در طول تحصیل بویژه در طی انجام این پایان نامه از راهنمایی ایشان بهره بردم، قدردانی کنم. از جناب آقای دکتر خلیلی که از مشاوره بیدریغ و سودمند ایشان در انجام این پایان نامه و الطاف و راهنماییهایشان در طول دوران تحصیل بهره مند بودم کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

همچنین لازم می دانم از جناب آقای دکتر جعفری عضو هیئت علمی بخش کامپیوتر دانشگاه شیراز که با راهنماییهای خود مرا در انجام این پایان نامه یاری رساندند تشکر نمایم.

در پایان از زحمات پدر و مادر عزیزم که در تمامی مراحل زندگی پشتیبانم بوده و بسیاری از مسئولیتهای مرا به دوش کشیده اند نهایت سپاسگزاری را دارم.

چکیده

پیش‌بینی نوسانات سطح ایستابی به روش شبکه عصبی مصنوعی مطالعه موردی دشت فیروزآباد فارس

به وسیله‌ی:

بهناز تجلی زاده خوب

آب زیرزمینی یک منبع بسیار مهم تأمین آب شیرین مورد نیاز جهت مصارف کشاورزی، شرب و صنعت در تمام جهان می‌باشد و در مناطق خشک و نیمه خشک که محدودیت‌هایی برای منابع دیگر وجود دارد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. دشت فیروزآباد یکی از دشتهای مستعد برای کشاورزی در استان فارس می‌باشد که با توجه به خشکسالی و گسترش همزمان چاههای بهره برداری در سالهای اخیر روند نزولی سطح آب از سال ۱۳۷۸ شروع شده و همچنان ادامه دارد، چنانکه به علت افت سطح آب و بیلان منفی، بهره برداری از منابع آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی فیروزآباد از سال ۱۳۸۱ ممنوع شده است. در این تحقیق از شبکه‌های عصبی که قدرت زیادی در شبیه سازی سیستمهای پیچیده دارند برای پیش‌بینی سطح ایستابی چاههای منتخب استفاده شده است. برای این منظور ۳۲ چاه مشاهده‌ای موجود در دشت با استفاده از روش دسته‌بندی فازی در ۳ گروه دسته‌بندی شده و از هر دسته ۱ چاه به عنوان نمونه انتخاب و فرآیند پیش‌بینی برای آن انجام شده است. اطلاعات موجود در زمینه بارندگی، تبخیر از دشت، میزان رطوبت نسبی و دبی رودخانه فیروزآباد به عنوان اطلاعات اولیه مورد استفاده قرار گرفت. پس از تعیین میزان همبستگی این داده‌ها با سطح ایستابی، داده‌های مناسب به عنوان ورودی شبکه عصبی انتخاب و بهترین ساختار و الگوریتم برای شبکه عصبی استخراج و جهت پیش‌بینی سطح ایستابی استفاده شده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که شبکه‌های عصبی مصنوعی توانایی خوبی جهت پیش‌بینی نوسانات سطح ایستابی در ماههای آینده دارند که هرچه این افق پیش‌بینی طولانی‌تر شود از دقت نتایج نیز کاسته می‌شود. ضمناً در شرایط استفاده از داده‌های ناکافی و کم دقت توانایی شبکه جهت پیش‌بینی کاهش قابل توجهی را نشان داد. در این تحقیق پیش‌بینی سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای نجف‌آباد با سطوح ایستابی عمیق بهترین نتایج را داشته و پیش‌بینی تا ۶ ماه آینده انجام شده است که برای ماه اول میزان RMSE برابر ۰/۵۹ و برای ماه ششم برابر ۱/۲۹ متر بدست آمده است و بدترین نتایج مربوط به چاه مشاهده‌ای پلیس راه بوده است که دارای داده‌های با خطای زیاد بوده و مقدار RMSE در ماه اول ۱/۱ و در ماه دوم پیش‌بینی برابر ۱/۵۸ بوده است.

فهرست مطالب

عنوان.....	صفحه
فصل اول: مقدمه.....	۲
۱-۱- تبیین مسأله.....	۴
۱-۲- هدف.....	۵
فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده.....	۸
۱-۲- شبکه عصبی.....	۹
۲-۲- کاربرد شبکه عصبی در مطالعات آب زیر زمینی.....	۱۱
فصل سوم: مواد و روشها.....	۱۶
۱-۳- شبکه های عصبی.....	۱۶
۱-۱-۳- نرون ها.....	۱۷
۲-۱-۳- تابع تبدیل.....	۱۸
۳-۱-۳- ساختار شبکه عصبی.....	۱۸
۱-۳-۱-۳- شبکه تک لایه.....	۱۹
۲-۳-۱-۳- شبکه چند لایه.....	۱۹
۴-۱-۳- پرسپترون.....	۲۰
۵-۱-۳- پرسپترون چند لایه.....	۲۱
۶-۱-۳- شبکه های چند لایه پیشخور.....	۲۲
۱-۶-۱-۳- آموزش شبکه های چند لایه پیشخور.....	۲۳
۷-۱-۳- طراحی ساختار شبکه عصبی.....	۲۴
۱-۷-۱-۳- پیش پردازش داده ها.....	۲۴
۲-۷-۱-۳- تقسیم بندی داده ها.....	۲۴
۳-۷-۱-۳- انتخاب معیار کارایی.....	۲۵
۴-۷-۱-۳- تعیین متغیر های ورودی مدل.....	۲۶
۵-۷-۱-۳- تعیین ساختار شبکه.....	۲۷
۶-۷-۱-۳- الگوریتم کاهندگی.....	۲۸
۷-۷-۱-۳- الگوریتم افزایشندگی.....	۲۹

- ۲۹..... ۳-۱-۷-۸- الگوریتم های کمینه سازی مقدار خطا
- ۲۹..... ۳-۱-۷-۸-الف- روش نیوتن
- ۳۰..... ۳-۱-۷-۸-ب- الگوریتم گرادیان مزدوج
- ۳۱..... ۳-۱-۷-۸-ج- الگوریتم لوببرگ - مارکوات
- ۳۱..... ۳-۱-۸- قابلیت تعمیم
- ۳۲..... ۳-۲- آشنایی با تئوری مجموعه های فازی
- ۳۴..... ۳-۲-۱- تقسیم بندی اطلاعات به کمک تئوری مجموعه های فازی
- ۳۵..... ۳-۳-۱- موقعیت حوضه
- ۳۶..... ۳-۳-۲- هواشناسی محدوده مطالعاتی
- ۳۶..... ۳-۳-۱-۲- بارندگی
- ۳۹..... ۳-۳-۲-۲- دما
- ۴۰..... ۳-۳-۲-۳- تبخیر
- ۴۰..... ۳-۳-۲-۳- تبخیر
- ۴۲..... ۳-۳-۴- بررسی زمین شناسی دشت فیروزآباد
- ۴۳..... ۳-۳-۵- وضعیت آبهای زیرزمینی دشت فیروزآباد
- ۴۳..... ۳-۳-۵-۱- بررسی عمق و سطح آب زیرزمینی
- ۴۷..... ۳-۳-۵-۲- آمار منابع آب و وضعیت بهره برداری
- ۴۸..... ۳-۳-۵-۳- کیفیت منابع آب زیرزمینی
- ۴۸..... ۳-۳-۶- بیلان آبهای زیرزمینی دشت فیروزآباد
- ۴۹..... ۳-۳-۶-۱- مؤلفه های تغذیه
- ۴۹..... ۳-۳-۶-۱-الف- نفوذ از بارندگی
- ۵۰..... ۳-۳-۶-۱-ب- نفوذ از روانابها و جریانهای سطحی
- ۵۰..... ۳-۳-۶-۱-ج- ورودی زیر سطحی از دامنه ها یا حوضه های مجاور
- ۵۰..... ۳-۳-۶-۱-د- آب برگشتی از مصارف (کشاورزی، شرب و صنعت)
- ۵۰..... ۳-۳-۶-۲- مؤلفه های تخلیه
- ۵۰..... ۳-۳-۶-۲-الف- تخلیه از چاهها، چشمه ها و قنوات
- ۵۱..... ۳-۳-۶-۲-ب- تخلیه زیر سطحی و یا زهکشی به حوضه های مجاور
- ۵۱..... ۳-۳-۶-۲-ج- تبخیر از سطح آب زیرزمینی
- ۵۱..... ۳-۴- روش تحقیق

۵۱	۱-۴-۳- تعیین منطقه مورد مطالعه
۵۲	۲-۴-۳- گردآوری داده‌ها
۵۲	۳-۴-۳- انتخاب چاه مشاهده‌ای جهت پیش‌بینی سطح ایستابی
۵۲	۱-۳-۴-۳- تقسیم بندی چاههای مشاهده‌ای به روش فازی
۵۳	۲-۳-۴-۳- تعیین چاه مشاهده‌ای نماینده
۵۳	۴-۴-۳- تهیه مدل شبکه عصبی مصنوعی
۵۳	۱-۴-۴-۳- بردارهای ورودی و خروجی
۵۳	۲-۴-۴-۳- نرمال سازی داده‌ها
۵۴	۳-۴-۴-۳- تعیین همبستگی اطلاعات ورودی و خروجی
۵۵	۴-۴-۴-۳- تقسیم بندی داده‌ها
۵۶	۵-۴-۴-۳- معماری شبکه
۵۸	۶-۴-۴-۳- شبیه‌سازی
۵۸	۵-۴-۳- تحلیل آماری
۶۲	فصل چهارم: نتایج و بحث
۶۲	۱-۴- وضعیت هواشناسی منطقه مورد مطالعه
۶۶	۲-۴- تقسیم‌بندی چاههای مشاهده‌ای به روش فازی
۷۰	۳-۴- انتخاب چاه مشاهده‌ای نمونه از هر گروه جهت مطالعه
۷۰	۴-۴- نتایج مربوط به چاه منتخب گروه اول
۷۲	۱-۴-۴- تعیین تأخیر زمانی متغیرهای ورودی در چاه مشاهده‌ای پلیس‌راه
۷۵	۲-۴-۴- پیش‌بینی سطح ایستابی ماه آینده در چاه مشاهده‌ای پلیس‌راه
۷۶	۱-۲-۴-۴- پیش‌بینی سطح ایستابی ماه آینده با ۹ ورودی
۷۷	۲-۲-۴-۴- پیش‌بینی سطح ایستابی ماه آینده با ۵ ورودی
۸۲	۳-۴-۴- پیش‌بینی سطح ایستابی ۲ ماه آینده در چاه مشاهده‌ای پلیس‌راه
۸۶	۴-۴-۴- پیش‌بینی سطح ایستابی ۳ ماه آینده در چاه مشاهده‌ای پلیس‌راه
۸۶	۵-۴-۴- بررسی نتایج پیش‌بینی‌های انجام شده در ماههای مختلف برای چاه پلیس‌راه
۸۹	۵-۴- نتایج مربوط به چاه منتخب گروه دوم
۸۹	۱-۵-۴- تعیین تأخیر زمانی متغیرهای ورودی در چاه مشاهده‌ای اداره
۹۲	۲-۵-۴- پیش‌بینی سطح ایستابی ماه آینده در چاه اداره آب فیروزآباد
۹۶	۳-۵-۴- پیش‌بینی سطح ایستابی ۲ ماه آینده در چاه اداره فیروزآباد

۱۰۰.....	۴-۵-۴- پیش‌بینی سطح ایستابی ۳ ماه آینده در چاه اداره فیروزآباد
۱۰۴.....	۴-۵-۵- پیش‌بینی سطح ایستابی ۴ ماه آینده در چاه اداره فیروزآباد
۱۰۸.....	۴-۵-۶- پیش‌بینی سطح ایستابی ۵ ماه آینده در چاه اداره فیروزآباد
۱۱۲.....	۴-۵-۷- پیش‌بینی سطح ایستابی ۶ ماه آینده در چاه اداره فیروزآباد
۱۱۲.....	۴-۵-۸- پیش‌بینی سطح ایستابی ۷ ماه آینده در چاه اداره فیروزآباد
۱۱۸.....	۴-۵-۹- بررسی نتایج پیش‌بینی‌های انجام شده در ماه‌های مختلف در چاه اداره
۱۲۰.....	۴-۶-۶- نتایج مربوط به چاه منتخب گروه سوم.....
۱۲۰.....	۴-۶-۱- تعیین تأخیر زمانی متغیرهای ورودی در چاه مشاهده‌ای نجف‌آباد
۱۲۳.....	۴-۶-۲- پیش‌بینی سطح ایستابی ماه آینده در چاه نجف‌آباد
۱۲۷.....	۴-۶-۳- پیش‌بینی سطح ایستابی ۲ ماه آینده در چاه نجف‌آباد
۱۳۱.....	۴-۶-۴- پیش‌بینی سطح ایستابی ۳ ماه آینده در چاه نجف‌آباد
۱۳۱.....	۴-۶-۵- پیش‌بینی سطح ایستابی ۴ ماه آینده در چاه نجف‌آباد
۱۳۹.....	۴-۶-۶- پیش‌بینی سطح ایستابی ۵ ماه آینده در چاه نجف‌آباد
۱۳۹.....	۴-۶-۷- پیش‌بینی سطح ایستابی ۶ ماه آینده در چاه نجف‌آباد
۱۴۳.....	۴-۶-۸- بررسی نتایج پیش‌بینی‌های انجام شده در ماه‌های مختلف در چاه نجف‌آباد
۱۴۹.....	فصل پنجم: نتیجه‌گیری
۱۵۱.....	مراجع و منابع

فهرست شکل‌ها

عنوان.....	صفحه
شکل ۳-۱- ساختار داخلی نرون ها.....	۱۷
شکل ۳-۲- الگوی کلی توابع تبدیل.....	۱۸
شکل ۳-۳- شبکه یک لایه.....	۱۹
شکل ۳-۴- شبکه عصبی چند لایه.....	۲۰
شکل ۳-۵- ساختار داخلی پرسپترون.....	۲۱
شکل ۳-۶- مقایسه دو تئوری فازی و کلاسیک در تعیین مجموعه افراد قد بلند.....	۳۳
شکل ۳-۷- شکل ۳-۷-الف- مجموعه‌ای از نقاط در فضای دو بعدی، ب- بهترین دسته‌بندی پیشنهادی روش دسته‌بندی فازی سی-مین.....	۳۵
شکل ۳-۸- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه.....	۳۷
شکل ۳-۹- موقعیت چاههای مشاهده‌ای با توجه به شبکه‌بندی تیسن.....	۴۴
شکل ۳-۱۰- نقشه هم‌عمق سطح آب زیرزمینی در اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۶ در دشت فیروزآباد.....	۴۵
شکل ۳-۱۱- نقشه هم‌عمق سطح آب زیرزمینی در شهریورماه ۱۳۸۶ در دشت فیروزآباد.....	۴۶
شکل ۳-۱۲- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی.....	۵۵
شکل ۳-۱۳- فلوچارت برنامه پیشنهادی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی به روش شبکه عصبی.....	۵۷
نمودار ۴-۱- میانگین بارندگی ماهانه ایستگاه هواشناسی تنگاب در سالهای ۷۱ تا ۸۵.....	۶۳
شکل ۴-۲- میانگین تبخیر ماهانه ایستگاه هواشناسی تنگاب در سالهای ۷۱ تا ۸۵.....	۶۴
شکل ۴-۳- میانگین دمای ماهانه ایستگاه هواشناسی تنگاب در سالهای ۷۱ تا ۸۵.....	۶۴
شکل ۴-۴- میانگین رطوبت ماهانه ایستگاه هواشناسی تنگاب در سالهای ۷۱ تا ۸۵.....	۶۵
شکل ۴-۵- میانگین دبی جریان ماهانه ایستگاه هواشناسی تنگاب در سالهای ۷۱ تا ۸۵.....	۶۵
شکل ۴-۶- محل چاههای مشاهده‌ای واقع در دشت فیروزآباد.....	۶۶
شکل ۴-۷- نوسانات سطح ایستابی در چاههای مشاهده‌ای گروه ۱.....	۶۸
شکل ۴-۸- نوسانات سطح ایستابی در چاههای مشاهده‌ای گروه ۲.....	۶۸
شکل ۴-۹- نوسانات سطح ایستابی در چاههای مشاهده‌ای گروه ۳.....	۶۹
شکل ۴-۱۰- مقایسه نوسانات سطح ایستابی در چاههای مشاهده‌ای گروههای ۱ و ۲ و ۳.....	۶۹

- شکل ۴-۱۱- مقایسه نوسانات سطح ایستابی چاه پلیس‌راه با داده‌های بارندگی و دبی جریان ۷۱
- شکل ۴-۱۲- میزان همبستگی بین مقادیر بارش و عمق سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای پلیس
راه با تأخیر زمانهای مختلف ۷۲
- شکل ۴-۱۳- میزان همبستگی بین مقادیر دبی جریان و عمق سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای
پلیس راه با تأخیر زمانهای مختلف ۷۳
- شکل ۴-۱۴- میزان همبستگی بین مقادیر تبخیر و عمق سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای پلیس
راه با تأخیر زمانهای مختلف ۷۳
- شکل ۴-۱۵- میزان همبستگی بین مقادیر دما و عمق سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای پلیس راه
با تأخیر زمانهای مختلف ۷۴
- شکل ۴-۱۶- میزان همبستگی بین مقادیر رطوبت نسبی و عمق سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای
پلیس راه با تأخیر زمانهای مختلف ۷۴
- شکل ۴-۱۷- میزان همبستگی بین مقادیر عمق سطح ایستابی با تأخیر زمانهای مختلف در
چاه مشاهده‌ای پلیس‌راه ۷۵
- شکل ۴-۱۸- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی با ۹ ورودی برای چاه مشاهده‌ای
پلیس‌راه ۷۶
- شکل ۴-۱۹- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی با ۵ ورودی برای چاه مشاهده‌ای
پلیس‌راه ۷۸
- شکل ۴-۲۰- نتایج پیش‌بینی سطح ایستابی ماه آینده چاه مشاهده‌ای پلیس‌راه در مرحله آزمون ۸۱
- شکل ۴-۲۱- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی با ۵ ورودی جهت پیش‌بینی
سطح ایستابی ۲ ماه آینده برای چاه مشاهده‌ای پلیس‌راه ۸۲
- شکل ۴-۲۲- نتایج پیش‌بینی سطح ایستابی ۲ ماه آینده چاه مشاهده‌ای پلیس‌راه در مرحله
آزمون ۸۵
- شکل ۴-۲۳- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی با ۵ ورودی جهت پیش‌بینی
سطح ایستابی ۳ ماه آینده برای چاه مشاهده‌ای پلیس‌راه ۸۶
- شکل ۴-۲۴- میزان همبستگی بین مقادیر بارش و عمق سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای اداره
فیروزآباد با تأخیر زمانهای مختلف ۸۹
- شکل ۴-۲۵- میزان همبستگی بین مقادیر دبی جریان و عمق سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای
اداره فیروزآباد با تأخیر زمانهای مختلف ۹۰

- شکل ۴-۲۶- میزان همبستگی بین مقادیر تبخیر و عمق سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای اداره
 ۹۰..... فیروزآباد با تأخیر زمانهای مختلف
- شکل ۴-۲۷- میزان همبستگی بین مقادیر دما و عمق سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای اداره
 ۹۱..... فیروزآباد با تأخیر زمانهای مختلف
- شکل ۴-۲۸- میزان همبستگی بین مقادیر رطوبت نسبی و عمق سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای
 ۹۱..... اداره فیروزآباد با تأخیر زمانهای مختلف
- شکل ۴-۲۹- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی
 ۹۲..... ماه آینده برای چاه مشاهده‌ای اداره فیروزآباد
- شکل ۴-۳۰- نتایج پیش‌بینی سطح ایستابی ماه آینده در مرحله آزمون برای چاه اداره
 ۹۵.....
- شکل ۴-۳۱- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۲
 ۹۶..... ماه آینده برای چاه مشاهده‌ای اداره فیروزآباد
- شکل ۴-۳۲- نتایج پیش‌بینی سطح ایستابی ۲ ماه آینده در مرحله آزمون برای چاه اداره
 ۹۹.....
- شکل ۴-۳۳- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۳
 ۱۰۰..... ماه آینده برای چاه مشاهده‌ای اداره فیروزآباد
- شکل ۴-۳۴- نتایج پیش‌بینی سطح ایستابی ۳ ماه آینده در مرحله آزمون برای چاه اداره
 ۱۰۳.....
- شکل ۴-۳۵- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۴
 ۱۰۴..... ماه آینده برای چاه مشاهده‌ای اداره فیروزآباد
- شکل ۴-۳۶- نتایج پیش‌بینی سطح ایستابی ۴ ماه آینده در مرحله آزمون برای چاه اداره
 ۱۰۷.....
- شکل ۴-۳۷- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۵
 ۱۰۸..... ماه آینده برای چاه مشاهده‌ای اداره فیروزآباد
- شکل ۴-۳۸- نتایج پیش‌بینی سطح ایستابی ۵ ماه آینده در مرحله آزمون برای چاه اداره
 ۱۱۱.....
- شکل ۴-۳۹- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۶
 ۱۱۲..... ماه آینده برای چاه مشاهده‌ای اداره فیروزآباد
- شکل ۴-۴۰- نتایج پیش‌بینی سطح ایستابی ۶ ماه آینده در مرحله آزمون برای چاه اداره
 ۱۱۵.....
- شکل ۴-۴۱- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۷
 ۱۱۸..... ماه آینده برای چاه مشاهده‌ای اداره فیروزآباد
- شکل ۴-۴۲- نتایج پارامترهای آماری در پیش‌بینی سطح ایستابی ماههای آینده برای چاه
 ۱۱۹..... مشاهده‌ای اداره فیروزآباد

- شکل ۴-۴۳- میزان همبستگی بین مقادیر بارش و عمق سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای
 نجف‌آباد با تأخیر زمانهای مختلف ۱۲۰
- شکل ۴-۴۴- میزان همبستگی بین مقادیر دبی جریان و عمق سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای
 نجف‌آباد با تأخیر زمانهای مختلف ۱۲۱
- شکل ۴-۴۵- میزان همبستگی بین مقادیر تبخیر و عمق سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای
 نجف‌آباد با تأخیر زمانهای مختلف ۱۲۱
- شکل ۴-۴۶- میزان همبستگی بین مقادیر دما و عمق سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای نجف‌آباد
 با تأخیر زمانهای مختلف ۱۲۲
- شکل ۴-۴۷- میزان همبستگی بین مقادیر رطوبت و عمق سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای
 نجف‌آباد با تأخیر زمانهای مختلف ۱۲۲
- شکل ۴-۴۸- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی
 ماه آینده برای چاه مشاهده‌ای نجف‌آباد ۱۲۳
- شکل ۴-۴۹- نتایج پیش‌بینی سطح ایستابی ماه آینده در مرحله آزمون برای چاه نجف‌آباد..... ۱۲۶
- شکل ۴-۵۰- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۲
 ماه آینده برای چاه مشاهده‌ای نجف‌آباد ۱۲۷
- شکل ۴-۵۱- نتایج پیش‌بینی سطح ایستابی ۲ ماه آینده در مرحله آزمون برای چاه نجف‌آباد.. ۱۳۰
- شکل ۴-۵۲- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۳
 ماه آینده برای چاه مشاهده‌ای نجف‌آباد ۱۳۱
- شکل ۴-۵۳- نتایج پیش‌بینی سطح ایستابی ۳ ماه آینده در مرحله آزمون برای چاه نجف‌آباد.. ۱۳۴
- شکل ۴-۵۴- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۴
 ماه آینده برای چاه مشاهده‌ای نجف‌آباد ۱۳۵
- شکل ۴-۵۵- نتایج پیش‌بینی سطح ایستابی ۴ ماه آینده در مرحله آزمون برای چاه نجف‌آباد.. ۱۳۸
- شکل ۴-۵۶- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۵
 ماه آینده برای چاه مشاهده‌ای نجف‌آباد ۱۳۹
- شکل ۴-۵۷- نتایج پیش‌بینی سطح ایستابی ۵ ماه آینده در مرحله آزمون برای چاه نجف‌آباد.. ۱۴۲
- شکل ۴-۵۸- نمای کلی ورودی‌ها و خروجی شبکه مصنوعی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۶
 ماه آینده برای چاه مشاهده‌ای نجف‌آباد ۱۴۳
- شکل ۴-۵۹- نتایج پیش‌بینی سطح ایستابی ۶ ماه آینده در مرحله آزمون برای چاه نجف‌آباد.. ۱۴۶
- شکل ۴-۵۹- نتایج پیش‌بینی سطح ایستابی ۶ ماه آینده در مرحله آزمون برای چاه نجف‌آباد.. ۱۴۶

شکل ۴-۶۰- نتایج پارامترهای آماری در پیش‌بینی سطح ایستابی ماههای آینده برای چاه
مشاهده‌ای نجف آباد ۱۴۷

فهرست جدول‌ها

عنوان و شماره	صفحه
جدول ۱-۳- بارندگی میانگین ماهانه ایستگاه تنگاب (میلی‌متر)	۳۸
جدول ۲-۳- دمای میانگین ماهانه ایستگاه تنگاب (درجه سانتیگراد)	۳۹
جدول ۳-۳- میانگین ماهانه ایستگاه تنگاب (میلی‌متر)	۴۰
جدول ۴-۳- رطوبت میانگین ماهانه ایستگاه تنگاب (درصد)	۴۱
جدول ۵-۳- دبی میانگین ماهانه ایستگاه تنگاب (متر مکعب در ثانیه)	۴۲
جدول ۱-۴- اسامی چاههای مشاهده‌ای به تفکیک گروه	۶۷
جدول ۲-۴- بهترین همبستگی و تأخیر زمانی متناظر آن بین متغیرهای ورودی و داده‌های	
سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای پلیس‌راه	۷۵
جدول ۳-۴- نتایج آموزش شبکه برای چاه پلیس‌راه با ۹ ورودی و مرحله صحت‌یابی میانی	
جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ماه آینده	۷۷
جدول ۴-۴- نتایج آموزش شبکه برای چاه پلیس‌راه با ۵ ورودی و مرحله صحت‌یابی میانی	
جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ماه آینده	۷۹
جدول ۵-۴- نتایج آموزش شبکه برای چاه پلیس‌راه با ۵ ورودی بدون مرحله صحت‌یابی میانی	
جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ماه آینده	۸۰
جدول ۶-۴- نتایج آموزش شبکه با ۵ ورودی با مرحله صحت‌یابی میانی جهت پیش‌بینی سطح	
ایستابی ۲ ماه آینده در چاه مشاهده‌ای پلیس‌راه	۸۳
جدول ۷-۴- نتایج آموزش شبکه با ۵ ورودی بدون مرحله صحت‌یابی میانی جهت پیش‌بینی	
سطح ایستابی ۲ ماه آینده در چاه مشاهده‌ای پلیس‌راه	۸۴
جدول ۸-۴- نتایج آموزش شبکه با ۵ ورودی با مرحله صحت‌یابی میانی جهت پیش‌بینی سطح	
ایستابی ۳ ماه آینده در چاه مشاهده‌ای پلیس‌راه	۸۷
جدول ۹-۴- بهترین همبستگی و تأخیر زمانی متناظر آن بین متغیرهای ورودی و داده‌های	
سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای اداره فیروزآباد	۹۲
جدول ۱۰-۴- نتایج آموزش شبکه برای چاه اداره فیروزآباد با مرحله صحت‌یابی میانی جهت	
پیش‌بینی سطح ایستابی ماه آینده	۹۳

- جدول ۴-۱۱- نتایج آموزش شبکه برای چاه اداره فیروزآباد بدون مرحله صحت‌یابی میانی
 جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ماه آینده..... ۹۴
- جدول ۴-۱۲- نتایج آموزش شبکه برای چاه اداره فیروزآباد با مرحله صحت‌یابی میانی جهت
 پیش‌بینی سطح ایستابی ۲ ماه آینده..... ۹۷
- جدول ۴-۱۳- نتایج آموزش شبکه برای چاه اداره فیروزآباد بدون مرحله صحت‌یابی میانی
 جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۲ ماه آینده..... ۹۸
- جدول ۴-۱۴- نتایج آموزش شبکه برای چاه اداره فیروزآباد با مرحله صحت‌یابی میانی جهت
 پیش‌بینی سطح ایستابی ۳ ماه آینده..... ۱۰۱
- جدول ۴-۱۵- نتایج آموزش شبکه برای چاه اداره فیروزآباد بدون مرحله صحت‌یابی میانی
 جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۳ ماه آینده..... ۱۰۲
- جدول ۴-۱۶- نتایج آموزش شبکه برای چاه اداره فیروزآباد با مرحله صحت‌یابی میانی جهت
 پیش‌بینی سطح ایستابی ۴ ماه آینده..... ۱۰۵
- جدول ۴-۱۷- نتایج آموزش شبکه برای چاه اداره فیروزآباد بدون مرحله صحت‌یابی میانی
 جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۴ ماه آینده..... ۱۰۶
- جدول ۴-۱۸- نتایج آموزش شبکه برای چاه اداره فیروزآباد با مرحله صحت‌یابی میانی جهت
 پیش‌بینی سطح ایستابی ۵ ماه آینده..... ۱۰۹
- جدول ۴-۱۹- نتایج آموزش شبکه برای چاه اداره فیروزآباد بدون مرحله صحت‌یابی میانی
 جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۵ ماه آینده..... ۱۱۰
- جدول ۴-۲۰- نتایج آموزش شبکه برای چاه اداره فیروزآباد با مرحله صحت‌یابی میانی جهت
 پیش‌بینی سطح ایستابی ۶ ماه آینده..... ۱۱۳
- جدول ۴-۲۱- نتایج آموزش شبکه برای چاه اداره فیروزآباد بدون مرحله صحت‌یابی میانی
 جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۶ ماه آینده..... ۱۱۴
- جدول ۴-۲۲- نتایج آموزش شبکه برای چاه اداره فیروزآباد با مرحله صحت‌یابی میانی جهت
 پیش‌بینی سطح ایستابی ۷ ماه آینده..... ۱۱۶
- جدول ۴-۲۳- نتایج آموزش شبکه برای چاه اداره فیروزآباد بدون مرحله صحت‌یابی میانی
 جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۷ ماه آینده..... ۱۱۷
- جدول ۴-۲۴- بهترین نتایج در پیش‌بینی‌های ۱ تا ۶ ماهه چاه اداره فیروزآباد..... ۱۱۹
- جدول ۴-۲۵- بهترین همبستگی و تأخیر زمانی متناظر آن بین متغیرهای ورودی و داده‌های
 سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای نجف‌آباد(مرحله اول)..... ۱۲۳

- جدول ۴-۲۶ - نتایج آموزش شبکه برای چاه نجف‌آباد با مرحله صحت‌یابی میانی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ماه آینده ۱۲۴
- جدول ۴-۲۷ - نتایج آموزش شبکه برای چاه نجف‌آباد بدون مرحله صحت‌یابی میانی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ماه آینده ۱۲۵
- جدول ۴-۲۸ - نتایج آموزش شبکه برای چاه نجف‌آباد با مرحله صحت‌یابی میانی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۲ ماه آینده ۱۲۸
- جدول ۴-۲۹ - نتایج آموزش شبکه برای چاه نجف‌آباد بدون مرحله صحت‌یابی میانی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۲ ماه آینده ۱۲۹
- جدول ۴-۳۰ - نتایج آموزش شبکه برای چاه نجف‌آباد با مرحله صحت‌یابی میانی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۳ ماه آینده ۱۳۲
- جدول ۴-۳۱ - نتایج آموزش شبکه برای چاه نجف‌آباد بدون مرحله صحت‌یابی میانی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۳ ماه آینده ۱۳۳
- جدول ۴-۳۲ - بهترین همبستگی و تأخیر زمانی متناظر آن بین متغیرهای ورودی و داده‌های سطح ایستابی چاه مشاهده‌ای نجف‌آباد (مرحله دوم) ۱۳۵
- جدول ۴-۳۳ - نتایج آموزش شبکه برای چاه نجف‌آباد با مرحله صحت‌یابی میانی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۴ ماه آینده ۱۳۶
- جدول ۴-۳۴ - نتایج آموزش شبکه برای چاه نجف‌آباد بدون مرحله صحت‌یابی میانی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۴ ماه آینده ۱۳۷
- جدول ۴-۳۵ - نتایج آموزش شبکه برای چاه نجف‌آباد با مرحله صحت‌یابی میانی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۵ ماه آینده ۱۴۰
- جدول ۴-۳۶ - نتایج آموزش شبکه برای چاه نجف‌آباد بدون مرحله صحت‌یابی میانی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۵ ماه آینده ۱۴۱
- جدول ۴-۳۷ - نتایج آموزش شبکه برای چاه نجف‌آباد با مرحله صحت‌یابی میانی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۶ ماه آینده ۱۴۴
- جدول ۴-۳۸ - نتایج آموزش شبکه برای چاه نجف‌آباد بدون مرحله صحت‌یابی میانی جهت پیش‌بینی سطح ایستابی ۶ ماه آینده ۱۴۵
- جدول ۴-۳۹ - بهترین نتایج در پیش‌بینی‌های ۱ تا ۶ ماهه چاه نجف‌آباد ۱۴۷