بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی
بخش مهندسی آب

پایان‌نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی کشاورزی، گرایش مهندسی منابع آب

مدل‌سازی سطح آب زیرزمینی دشت شهرکرد به وسیله شبکه‌های عصبی مصنوعی و تئوری موجک

مؤلف:

سید بهنام رضوی قهفرخی

استاد راهنما:

دکتر شهرام کریمی گوغری

استاد مشاور:

دکتر محمدباقر رهنما

بهمن ۱۳۹۱

تقدیم به:

اگر قابل بدانند تقدیم می‌دارم به :

پدرم

آنکه وسعت گذشت و فداکاریش به وسعت آسمان است و سنگ صبور لحظه‌هایم شد و من هرچه دارم از سایه پر مهر و محبت و رهنمودهای خردمندانه اوست.

مادرم

که با چهره دوست داشتنی‌اش همواره در بدترین لحظات، آرامبخش روح بی قرارم شد و هر چه دارم مرهون دعای خیر اوست.

برادران عزیزم

که جوشش نگاه پرامیدشان،روشنایی بخش راهم بود

تشکر و قدردانی :

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند.

ازپدر و مادر عزیزم، این دو معلم بزرگوارم که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت هایم گذشته اند و در تمام عرصه های زندگی یار و یاوری بی چشم داشت برای من بوده اند؛ از استاد راهنمای صبورم ، جناب آقای دکتر کریمی و جناب آقای دکتر رهنما که زحمت مشاوره این رساله را متقبل شدند کمال تشکر و قدردانی را دارم، باشد که این خردترین بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید.

چکیده

مدل‌سازی دقیق و قابل اطمینان سطح ایستابی آب زیرزمینی می‌تواند به استفاده‌ی پایدار از آب‌های زیرزمینی به منظور تأمین نیازهای شهری،کشاورزی و صنعتی کمک کند. امروزه سازمان‌ها و شرکت‌های مرتبط با مهندسی آب برای این منظور از مدل‌های عددی استفاده می‌کنند. از معایب این روش‌ها نیاز به پارامترهای متعدد، زمان‌بر و پرهزینه بودن آن‌هاست. با توجه به روابط پیچیده‌ی حاکم در هیدروژئولوژی و هیدرولوژی در سال‌های اخیر توجه خاصی به مدل‌های مبتنی برهوش مصنوعی و محاسبات نرم شده است.

در این تحقیق از ۲ مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل ترکیبی شبکه عصبی مصنوعی و تئوری موجک به منظور مدل‌سازی سطح آب زیرزمینی دشت شهرکرد استفاده شده است. به منظور مدل‌سازی در این تحقیق از اطلاعات میانگین ماهانه دما، مجموع بارندگی ماهانه و میانگین ماهانه تراز سطح آب زیرزمینی به مدت ۲۷ سال در ۳ چاه و ۱ ایستگاه هواشناسی استفاده شده است. مدل شبکه عصبی مصنوعی استفاده شده در این تحقیق از نوع شبکه عصبی پرسپترون با یک لایه مخفی و الگوریتم آموزش لونبرگ مارکوارت است. برای توسعه مدل‌های شبکه عصبی موجکی از موجک های haar، db2، db3، db4، sym2 و sym3 در سطوح تجزیه مختلف استفاده شد. کنترل دقت محاسبات به وسیله محاسبه ضریب تعیین R^2، ریشه میانگین مربعات خطا RMSE، راندمان نش ساکلیف CE و میانگین قدر مطلق خطا MAE صورت گرفته است. بهترین نتایج با استفاده از مدل شبکه عصبی موجکی و تبدیل موجک گسسته، با موجک‌های db2،db3، db4، sym2 و sym3 بدست آمد. نتایج بیانگر آن است که ترکیب تئوری موجک و شبکه‌های عصبی مصنوعی پیش‌بینی دقیق‌تری نسبت به شبکه‌های عصبی مصنوعی دارد.

کلمات کلیدی: آب زیرزمینی، آنالیز موجک، دشت شهرکرد، شبکه‌های عصبی مصنوعی

فهرست

عنوان.....صفحه

فصل اول .....

مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- ضرورت انجام تحقیق ۴

۱-۳- اهداف تحقیق ۵

۱-۴- چیدمان مطالب ۵

فصل دوم.....

مروری بر پیشینه تحقیقات..... ۶

۲-۱- مدل‌سازی سطح ایستابی آب زیرزمینی ۷

۲-۲-مدل‌سازی سطح ایستابی آب‌زیرزمینی با استفاده از مدل‌های هوش مصنوعی ۸

۲-۳- سابقه استفاده از تئوری موجک در علوم مهندسی آب ۱۱

فصل سوم .....

کلیات ۱۳

۳-۱- شبکه‌های عصبی مصنوعی ۱۴

۳-۱-۱- شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) ۱۴

۳-۱-۲- شبکه عصبی بیولوژیکی ۱۴

۳-۱-۳- مزایای شبکه‌های عصبی مصنوعی ۱۶

۳-۱-۴- نرون تک ورودی ۱۷

۳-۱-۵- تابع محرک ۱۸

۳-۱-۶- مدل نرون چند ورودی ۲۰
۳-۱-۷- ساختار شبکه عصبی ۲۱
۳-۱-۸- شبکه های پیشخور ۲۲
۳-۱-۹- شبکه دو لایه‌ای ۲۲
۳-۱-۱۰- شبکه‌های چند لایه‌ای ۲۳
۳-۱-۱۱- تعیین تعداد لایه پنهان و گره‌های آن‌ها ۲۵
۳-۱-۱۲- انتخاب تابع محرک در هر لایه ۲۶
۳-۱-۱۳- آموزش (یادگیری) در شبکه‌های عصبی مصنوعی ۲۷
۳-۱-۱۴- الگوریتم های یادگیری در شبکه های عصبی مصنوعی ۲۸
۳-۲- آنالیز موجک ۳۱
۳-۲-۱- تبدیل فوریه و پاسخ در حوزه فرکانس(تحلیل فوریه) ۳۱
۳-۲-۲-تبدیل قطعه‌ای فوریه (STFT) ۳۳
۳-۲-۳- تحلیل موجکی (WT) ۳۴
۳-۲-۴- تعریف موجک و تبدیل موجکی ۳۷
۳-۲-۵- تبدیل موجکی پیوسته(CWT) ۳۷
۳-۲-۶- مقیاس ۳۹
۳-۲-۷- انتقال ۴۰
۳-۲-۸- رابطه مقیاس وفرکانس ۴۲
۳-۲-۹- فیلتر کردن ۴۲

۳-۲-۱۰- تجزیه موج ۴۵
۳-۲-۱۱- تبدیل گسسته موجکی (DWT) ۴۸
۳-۲-۱۲- محاسبه ضرایب گسسته ۴۹
۳-۲-۱۳- انواع موجک‌ها ۵۰
فصل چهارم .....
مواد و روش‌ها ۵۳
۴-۱- منطقه مورد مطالعه ۵۴
۴-۱-۱- معرفی منطقه ۵۴
۴-۱-۲- وضعیت منابع آب زیرزمینی ۵۴
۴-۱-۳- وضعیت چاه‌های پیزومتری ۵۸
۴-۲- انتخاب ورودی‌های مدل ۶۰
۴-۳- پیش‌پردازش داده‌ها ۶۴
۴-۴- تجزیه سیگنال به وسیله آنالیز موجک ۶۵
۴-۵- توسعه مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و شبکه عصبی موجکی ۶۶
۴-۶- شاخص‌های آماری جهت انتخاب بهترین مدل ۶۷
۴-۶-۱- میانگین قدرمطلق خطا (MAE) ۶۷
۴-۶-۲- ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) ۶۷
۴-۶-۳- ضریب تعیین همبستگی خطی (R^2) ۶۸
۴-۶-۴- راندمان نش-ساکلیف: ۶۸
فصل پنجم .....

بحث و نتایج ۶۹
۵-۱- مدل شبکه عصبی مصنوعی ۷۰
۵-۲- مدل‌های شبکه عصبی موجکی ۷۲
۵-۲-۱- شبکه عصبی موجکی با موجک haar ۷۳
۵-۲-۲- شبکه عصبی موجکی با موجک دابیچیز ۲ (db2) ۷۶
۵-۲-۳- شبکه عصبی موجکی با موجک دابیچیز ۳ (db3) ۸۰
۵-۲-۴- شبکه عصبی موجکی با موجک دابیچیز ۴ (db4) ۸۳
۵-۲-۵- شبکه عصبی موجکی با موجک سیملت ۲ (sym2) ۸۷
۵-۲-۶- شبکه عصبی موجکی با موجک سیملت ۳ (sym3) ۹۰
۵-۳- مقایسه نتایج مدل‌های مختلف ۹۴
۵-۳-۱- نتایج مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۱ ..... ۹۴
۵-۳-۲- نتایج مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۲ ..... ۹۷
۵-۳-۳- نتایج مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۳ ..... ۹۹
فصل ششم ۱۰۲
نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۰۲
۶-۱- نتیجه‌گیری ۱۰۳
۶-۲- پیشنهادات ۱۰۴
منابع ۱۰۵
پیوست ۱۱۱

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل.....صفحه

شکل (۳-۱): نواحی اصلی یک سلول عصبی بیولوژیک (دموت و بیله، ۲۰۰۱) ۱۵

شکل (۳-۲): مدل چند ورودی یک نرون (دموت و بیله، ۲۰۰۱).....۲۰

شکل (۳-۳) فرم ساده شده یک نرون با R ورودی (دموت و بیله، ۲۰۰۱) ۲۱

شکل(۳-۴): شبکه تک لایه با S نرون (منهاج، ۱۳۸۴) ۲۲

شکل(۳-۵): فرم فشرده شده یک شبکه تک لایه با S نرون (منهاج، ۱۳۸۴) ۲۳

شکل (۳-۶): فرم فشرده شده شبکه پیشخور سه لایه (منهاج، ۱۳۸۴).....۲۴

شکل(۳-۷): فرآیند یادگیری یک شبکه عصبی مصنوعی.....۲۸

شکل(۳-۸): تبدیل قطعه‌ای فوریه (میسیتی و هکاران، ۱۹۹۷).....۳۳

شکل(۳-۹): مقایسه روش‌های مختلف آنالیز سیگنال‌ها (میسیتی و هکاران، ۱۹۹۷) ۳۶

شکل(۳-۱۰): تأثیر تغییر مقیاس بر یک موج سینوسی ۴۰

شکل (۳-۱۱): تأثیر تغییر مقیاس در یک موجک ۴۰

شکل (۳-۱۲): تأثیر انتقال در یک موجک ۴۱

شکل (۳-۱۳): دیاگرام فیلترگذاری یک مرحله‌ای (میسیتی و هکاران، ۱۹۹۷).....۴۳

شکل(۳-۱۴): فیلتر گذاری امواج با کاهش نمونه و بدون کاهش نمونه(میسیتی و هکاران، ۱۹۹۷)...۴۴

شکل(۳-۱۵): دیاگرام شماتیک روند فیلترگذاری امواج با دو فرکانس (میسیتی و هکاران، ۱۹۹۷) .۴۵

شکل (۳-۱۶): فرایند تجزیه یک سیگنال در سطح تجزیه ۳ (میسیتی و هکاران، ۱۹۹۷) ۴۶

شکل(۳-۱۷): انتخاب تابع موجک مادر، مقایسه و محاسبه ضریب c (میسیتی و هکاران، ۱۹۹۷).....۴۷

شکل(۳-۱۸): انتقال تابع موجک به سمت راست(میسیتی و هکاران، ۱۹۹۷).....۴۷

شکل(۳-۱۹): اعمال پارامتر مقیاس روی تابع موجک مادر(میسیتی و هکاران، ۱۹۹۷).....۴۸

شکل(۳-۲۰): تابع مادر Haar (میسیتی و هکاران، ۱۹۹۷) ۵۰

شکل (۳-۲۱): موجک‌های db2 و db3 و db4 (میسیتی و هکاران، ۱۹۹۷) ۵۱

شکل (۳-۲۲): موجک سیملت sym2 و sym3 و sym4 (میسیتی و هکاران، ۱۹۹۷) ۵۲

شکل(۴-۱): موقعیت دشت شهرکرد ۵۵

شکل (۴-۲): حوضه آبریز، محدوده دشت شهرکرد و شبکه آبراهه‌های اصلی (لاله زاری، ۱۳۸۷) ..۵۶
شکل (۴-۳): نمودار مقادیر ارتفاع سطح آب زیرزمینی در سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۰ .....۵۶
شکل (۴-۴): موقعیت چاه‌های پیزومتریک دشت شهرکرد و چاه‌های استفاده شده در این تحقیق....۵۸
شکل (۴-۵): نمودار سری زمانی ماهانه سطح آب زیرزمینی چاه شماره ۱ .....۶۰
شکل (۴-۶): نمودار سری زمانی ماهانه سطح آب زیرزمینی چاه شماره ۲ .....۶۰
شکل (۴-۷): نمودار سری زمانی ماهانه سطح آب زیرزمینی چاه شماره ۳ .....۶۱
شکل (۴-۸): نمودار سری زمانی میانگین ماهانه دما ۶۱
شکل (۴-۹): نمودار سری زمانی مجموع بارندگی ماهانه ۶۲
شکل (۴-۱۰): نمودارPACF برای داده‌های سطح ایستابی ۶۳
شکل (۴-۱۱): نموار CCF داده‌های سطح ایستابی و دما ۶۳
شکل (۴-۱۲): نموار CCF داده‌های سطح ایستابی و بارندگی ۶۴
شکل (۴-۱۳): تجزیه سیگنال s به وسیله موجک db2 در سطح تجزیه ۲ .....۶۶
شکل (۵-۱): مقادیر مشاهده شده و تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از فوریه ۲۰۰۶ تا مه ۷۲
شکل (۵-۲): مقادیر مشاهده شده در مقابل مقادیر تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از فور ۷۲
شکل (۵-۳): مقادیر مشاهده شده و تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از فوریه ۲۰۰۶ تا مه ۷۴
شکل (۵-۴): مقادیر مشاهده شده در مقابل مقادیر تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از ف ۷۴
شکل (۵-۵): مقادیر مشاهده شده و تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از فوریه ۲۰۰۶ تا مه ۷۵
شکل (۵-۶): مقادیر مشاهده شده در مقابل مقادیر تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از ۷۶
شکل(۵-۷): مقادیر مشاهده شده و تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از فوریه ۲۰۰۶ تا ۷۷
شکل(۵-۸): مقادیر مشاهده شده در مقابل مقادیر تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از ۷۸
شکل(۵-۹): مقادیر مشاهده شده و تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از فوریه ۲۰۰۶ تا ۷۹
شکل(۵-۱۰): مقادیر مشاهده شده در مقابل مقادیر تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از ۷۹
شکل(۵-۱۱): مقادیر مشاهده شده و تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از فوریه ۲۰۰۶ تا ۸۱
شکل(۵-۱۲): مقادیر مشاهده شده در مقابل مقادیر تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از ۸۱
شکل(۵-۱۳): مقادیر مشاهده شده و تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از فوریه ۲۰۰۶ تا ۸۲
شکل(۵-۱۴): مقادیر مشاهده شده در مقابل مقادیر تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از ۸۳

شکل(۵-۱۵): مقادیر مشاهده شده و تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از فوریه ۲۰۰۶ تا ۸۴
شکل(۵-۱۶): مقادیر مشاهده شده در مقابل مقادیر تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از ۸۵
شکل(۵-۱۷): مقادیر مشاهده شده و تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از فوریه ۲۰۰۶ تا مه ۸۶
شکل(۵-۱۸): مقادیر مشاهده شده در مقابل مقادیر تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از ۸۶
شکل(۵-۱۹): مقادیر مشاهده شده و تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از فوریه ۲۰۰۶ .....۸۸
شکل(۵-۲۰): مقادیر مشاهده شده در مقابل مقادیر تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از ۸۸
شکل(۵-۲۱): مقادیر مشاهده شده و تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از فوریه ۲۰۰۶ .....۸۹
شکل(۵-۲۲): مقادیر مشاهده شده در مقابل مقادیر تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از ۹۰
شکل(۵-۲۳): مقادیر مشاهده شده و تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از فوریه ۲۰۰۶ .....۹۱
شکل(۵-۲۴): مقادیر مشاهده شده در مقابل مقادیر تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از ۹۲
شکل(۵-۲۵): مقادیر مشاهده شده و تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از فوریه ۲۰۰۶ .....۹۳
شکل(۵-۲۶): مقادیر مشاهده شده در مقابل مقادیر تخمینی سطح ایستابی مرحله آزمون (از ۹۳
شکل (۵-۲۷): نمودار مقادیر MAE مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۱ .....۹۵
شکل (۵-۲۸): نمودار مقادیر RMSE مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۱ .....۹۵
شکل (۵-۲۹): نمودار مقادیر R^2 مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۱ .....۹۶
شکل (۵-۳۰): نمودار مقادیر CE مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۱ .....۹۶
شکل (۵-۳۱): نمودار مقادیر MAE مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۲ .....۹۷
شکل (۵-۳۲): نمودار مقادیر RMSE مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۲ .....۹۸
شکل (۵-۳۳): نمودار مقادیر R^2 مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۲ .....۹۸
شکل (۵-۳۴): نمودار مقادیر CE مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۲ .....۹۹
شکل (۵-۳۵): نمودار مقادیر MAE مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۳ ..... ۱۰۰
شکل (۵-۳۶): نمودار مقادیر RMSE مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۳ ..... ۱۰۰
شکل (۵-۳۷): نمودار مقادیر R^2 مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۳..... ۱۰۰
شکل (۵-۳۸): نمودار مقادیر CE مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۳ ..... ۱۰۱

فهرست جداول

عنوان جدول.....صفحه

جدول(۳-۱): انواع توابع محرک ۱۹

جدول (۴-۱): اطلاعات کلی از چاه‌های موجود در دشت شهرکرد.....۵۷

جدول (۴-۲): لیست چاه‌های پیزومتریک دشت شهرکرد و چاه‌های استفاده شده در این تحقیق ۵۹

جدول(۴-۳): خصوصیات آماری داده‌های استفاده شده در مدل‌ها.....۶۵

جدول (۵-۱): نتایج شبکه عصبی مصنوعی برای چاه شماره ۱.....۷۱

جدول (۵-۲): نتایج مدل شبکه عصبی موجکی با موجک هار و سطح تجزیه ۲ برای چاه شماره ۱..۷۳

جدول (۵-۳): نتایج مدل شبکه عصبی موجکی با موجک هار و سطح تجزیه ۳ برای چاه شماره ۱..۷۵

جدول(۵-۴): نتایج مدل شبکه عصبی موجکی با موجک دابیچیز ۲ و سطح تجزیه ۲ برای چاه ۷۶

جدول(۵-۵): نتایج مدل شبکه عصبی موجکی با موجک دابیچیز ۲ و سطح تجزیه ۳ برای چاه ۷۸

جدول (۵-۶): نتایج مدل شبکه عصبی موجکی با موجک دابیچیز ۳ و سطح تجزیه ۲ برای چاه....۸۰

جدول (۵-۷): نتایج مدل شبکه عصبی موجکی با موجک دابیچیز ۳ و سطح تجزیه ۳ برای چاه ۸۲

جدول (۵-۸): نتایج مدل شبکه عصبی موجکی با موجک دابیچیز ۴ و سطح تجزیه ۲ برای چاه ۸۴

جدول (۵-۹): نتایج مدل شبکه عصبی موجکی با موجک دابیچیز ۴ و سطح تجزیه ۳ برای چاه ۸۵

جدول (۵-۱۰): نتایج مدل شبکه عصبی موجکی با موجک سیملت ۲ و سطح تجزیه ۲ برای چاه ...۸۷

جدول (۵-۱۱): نتایج مدل شبکه عصبی موجکی با موجک سیملت ۲ و سطح تجزیه ۳ برای چاه ..۸۹

جدول (۵-۱۲): نتایج مدل شبکه عصبی موجکی با موجک سیملت ۳ و سطح تجزیه ۲ برای چاه ..۹۱

جدول (۵-۱۳): نتایج مدل شبکه عصبی موجکی با موجک سیملت ۳ و سطح تجزیه ۳ برای چاه...۹۲

جدول (۵-۱۴): مقادیر معیارهای عملکرد مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۱ .....۹۴

جدول (۵-۱۵): مقادیر معیارهای عملکرد مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۲ .....۹۷

جدول (۵-۱۶): مقادیر معیارهای عملکرد مدل‌های مختلف برای چاه شماره ۳ .....۹۹

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

بیش از ۷۵٪ جرم یک انسان از آب تشکیل شده و بیش از ۷۰٪ سطح کره زمین را آب پوشانده است. آب یک منبع طبیعی، کمیاب و حیاتی و در عین حال تجدید پذیر است که انسان به طور مستمر در هر زمان و مکان به آن نیاز دارد. آب همچنین، یک کالای با ارزش و غیرقابل جایگزین در توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها است. آب نقش محوری را در آمایش سرزمین به عهده داشته و زیرساخت توسعه سایر بخش‌ها است، همچنین یکی از مولفه‌های مهم در حفظ تعادل و پایداری محیط زیست می‌باشد. مقدار آب موجود در سیاره زمین تقریباً همواره ثابت بوده است. اگر کره زمین را از بالا بنگرید آن را به شکل کره ای آبی رنگ خواهید دید زیرا بخش اعظم سطح آن را اقیانوس‌ها و دریاها فراگرفته اند و وسعت خشکی‌ها بسیار کمتر از آب‌ها است. ازنظر مقدار و حجم ۹۷/۲ درصد از آب‌های موجود در سیاره زمین در اقیانوس و دریاها انباشته شده‌اند و فقط ۲/۸ درصد از آب‌ها به شکل رودها، یخچال‌ها، دریاچه‌ها، آب موجود در اتمسفر و آب موجود در خاک‌ها و آب‌های زیرزمینی می‌باشند. حجم آب‌های شیرین در جهان بسیار کم و فقط حدود ۲/۸ درصد از حجم کل آب‌های جهان است. مقدار زیادی از آب‌های شیرین جهان به شکل یخ در یخچال‌های قطبی وکوهستانی قراردارد. به علاوه، منابع آب شیرین در سطح زمین به طور یکنواخت توزیع نشده‌اند. با توجه به افزایش روزافزون جمعیت، توسعه صنایع و افزایش آلودگی منابع آب شیرین، دسترسی به آب کافی و مناسب در برخی از کشورها به یک بحران جدی تبدیل شده‌است (علیزاده، ۱۳۸۵).

با توجه به قرارگرفتن ایران در نواحی خشک و نیمه خشک، مقدار بارندگی و حجم آب‌های ایران به اندازه کافی نیست و ریزش‌های جوی در همه جا به یک اندازه فرو نمی‌ریزد. مشکل آب در کشور ما علاوه بر کمبود ریزش‌های جوی، بالابودن میزان تبخیر است. یعنی بخش اعظم آب‌های ناشی از بارندگی طی فرآیند تبخیر، بخار شده و از دسترس خارج می‌شود.کشور ایران، با اینکه ۱/۱

درصد از مساحت خشکی‌های جهان را به خود اختصاص داده، فقط ۰/۳۴ درصد از آب‌های موجود در خشکی‌های جهان را در اختیار دارد. از سوی دیگر در اغلب مناطق ایران، ریزش‌های جوی اکثراً در فصل بهار صورت می‌گیرد که نیاز چندانی به آب برای فعالیت‌های کشاورزی نیست. همچنین ریزش‌های جوی به طور یکسان در کشور فرو نمی‌بارند و برخی مکان‌ها بارندگی بیشتر و برخی بارندگی کمتر دریافت می‌کنند. محدودیت منابع آب و توزیع فصلی نامناسب بارندگی نشان می‌دهد که ابتدا باید ظرفیت منابع آب‌های موجود سطحی و زیرزمینی کشور را به خوبی شناسایی و مطالعه کرد تا برنامه‌ریزی جامعی برای بهره‌برداری صحیح از آنها صورت گیرد (علیزاده، ۱۳۸۵).

در ایران، محدودیت آب قابل دسترس، توزیع غیریکنواخت آن در سطح کشور، الگوی نامناسب شهرنشینی و مناطق مسکونی و نوع و شیوه تولید محصولات زراعی از منظر سازگاری با اقلیم، تأمین آب مورد نیاز را در بسیاری از مناطق کشور مشکل ساخته و به تدریج بر ابعاد آن افزوده است. از طرفی بروز خشکسالی‌های پی در پی در سال‌های اخیر، دسترسی به آب را با بحران شدیدتری مواجه نموده است، به طوری که تأمین آب قابل دسترس و مطمئن برای مصارف مختلف، یکی از چالش‌های مهم برای دولت محسوب می‌شود.

آب زیرزمینی به عنوان یک منبع عظیم آب شیرین بوده و حدود ۵۰ درصد از جمعیت دنیا از نظر شرب و موارد دیگر متکی به آب‌های زیرزمینی می‌باشند. این رقم در ایران به مراتب بالاتر از ۵۰ درصد بوده و می‌توان گفت اکثر شهرها و روستاهای کشور آب مورد نیاز شرب و کشاورزی خود را از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌کنند. رشد سریع جمعیت و متناسب با آن نیاز فزاینده به آب در کشور ما که میانگین سالانه بارندگی آن حدود ۲۵۰ میلیمتر بوده و بیش از ۹۰ درصد مساحت آن را مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل می‌دهد، موجب بهره‌برداری بی رویه از منابع آب زیرزمینی و در نتیجه بهم خوردن تعادل طبیعی آن شده و تراز آب زیرزمینی در آبخوان‌های بسیاری از نقاط کشور روند نزولی پیدا کرده است. عدم اعمال مدیریت و یا اعمال مدیریت‌های غیر صحیح باعث بروز مشکلات ناشی از افت آب و یا اثرات ناشی از استفاده‌های غیربهینه از این منابع گردیده است. با اعمال روش‌های مدیریتی مناسب در استفاده ازمنابع آب موجود، علاوه بر اینکه می‌توان از مخارج

سنگین توسعه و بهره‌برداری از این منابع کاست، میزان استفاده از این منابع را نیز می‌توان بهینه کرد (فرهمند و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۲- ضرورت انجام تحقیق

از آنجا که آب‌های زیرزمینی به عنوان یک منبع مهم در تأمین آب شرب و کشاورزی می‌باشند، مدیریت منابع آب زیرزمینی امری ضروری است. برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و اضافه برداشت سالانه ۶ میلیارد مترمکعب از این منابع و کاهش تغذیه، افت آبخوان‌ها و نشست زمین از دیگر مسائل و مشکلات بخش آب است. یکی از ملزومات دستیابی به یک برنامه پایدار در زمینه مدیریت منابع آب، مدل‌سازی و آگاهی از طرز رفتار سطح ایستایی آب زیرزمینی خصوصاً برای فصول خشک است.

به طور کلی مدل‌سازی را می‌توان به ۲ دسته تقسیم کرد. نوع اول کوتاه مدت است که اغلب دارای افق زمانی در حد چند روز می‌باشد و به منظور هشدار سیل و بهره‌برداری زمان واقعی سیستم‌های منابع آب به کار می‌روند. دیگری بلند مدت است که دارای افق زمانی بیش از یک هفته تا چند سال بوده و برای مدیریت منابع آب و تخصیص آب، کاهش اثرات خشکسالی از طریق مدیریت منابع آب به کار می رود (کارآموز و عراقی نژاد، ۱۳۸۴).

در دهه‌های اخیر بکارگیری کامپیوتر در مطالعات منابع آب با استفاده از مدل‌های ریاضی آب‌های زیرزمینی خصوصاً در مباحث مدیریت منابع آب و همچنین پیش‌بینی وضعیت آب زیرزمینی توسعه زیادی پیدا کرده است بطوریکه در اکثر نقاط جهان بهره‌گیری از مدل‌های دقیق و مطمئن در ارتباط با شناسایی سیستم‌های هیدروژئولوژیکی اجتناب‌ناپذیر شده است. از آنجایی که در مدل‌های ریاضی می‌توان با تغییر ورودی‌ها و پارامترهای مختلف، نتایج حاصل در سیستم را مشاهده نمود، لذا می‌توان از این گونه مدل‌ها به عنوان ابزاری مفید در جهت شناسایی سیستم هیدروژئولوژیکی، مشاهده عکس‌العمل آبخوان نسبت به تنش‌های وارده و انتخاب گزینه‌های مختلف مدیریتی استفاده کرد.

۱-۳- اهداف تحقیق

از آنجا که آب زیرزمینی از منابع بسیار مهم آب مصرفی در کشور ما می‌باشد مدیریت پایدار این منابع ضروری می‌باشد. یکی از مقدمات مدیریت این منابع مدل‌سازی و پیش‌بینی عمق آب زیرزمینی در ماه‌های آینده می‌باشد. اهدافی که در این تحقیق دنبال می‌شود در زیر آورده شده است.

۱.بررسی توانایی مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی در مدل‌سازی سطح آب زیرزمینی.

۲.ارزیابی قابلیت تلفیق مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی و تئوری موجک در مدل‌سازی سطح آب زیرزمینی.

۳.مقایسه نتایج مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و شبکه‌های عصبی موجکی و ارزیابی تأثیر ترکیب آنالیز موجک و شبکه‌های عصبی مصنوعی در بهبود کارایی این مدل‌ها.

۱-٤- چیدمان مطالب

مطالب این پایان نامه در 6 فصل تنظیم شده است. علاوه بر فصل حاضر که شامل مقدمه می‌باشد فصول دیگر به ترتیب زیر می‌باشند:

در فصل دوم به مروری بر تحقیقات گذشته با موضوعاتی از قبیل پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی، پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی با استفاده از مدل‌های هوش مصنوعی و سابقه استفاده از تئوری موجک در علوم مهندسی آب پرداخته شده است. در فصل سوم تئوری و جزئیات بیشتری در مورد شبکه‌های عصبی مصنوعی و آنالیز موجک ارائه شده است. در فصل چهارم منطقه مورد مطالعه و توسعه مدل‌های استفاده شده در تحقیق توضیح داده شده است. نتایج حاصل از توسعه مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و شبکه‌های عصبی موجکی به همراه جداول و نمودارهای مربوط به این مدل‌ها و بحث و توضیح آن‌ها در فصل پنجم ارائه شده است. در فصل ششم به ارائه نتایج این تحقیق پرداخته شده‌است.

فصل دوم

مروری بر پیشینه تحقیقات

در این بخش پیشینه تحقیقات در سه قسمت دنبال می شود:

۱-تحقیقات در زمینه مدل‌سازی سطح ایستابی آب زیرزمینی

۲-تحقیقات با موضوع مدل‌سازی سطح ایستابی آب زیرزمینی با استفاده از مدل‌های هوش مصنوعی

۳- تحقیقات انجام شده در زمینه سابقه استفاده از تئوری موجک در علوم مهندسی آب

۲-۱- مدل‌سازی سطح ایستابی آب زیرزمینی

یکی از روش‌هایی که در مدل‌سازی سطح آب زیرزمینی مورد توجه محققان قرار گرفته است آنالیز و مدل‌سازی سری‌های زمانی است. میرزایی و همکاران (۱۳۸۵) با استفاده از سری‌های زمانی و بررسی راهکارهای بهبود آن توانستند برای پیزومترهای مورد مطالعه مدل‌های ARIMA برتر را تعیین کنند و با استفاده از آن‌ها برای آینده پیش‌بینی نوسانات هر یک از پیزومترها را با دقت قابل قبولی صورت دهند. نتایج این تحقیق نشان داد با ادامه روند حاکم، آبخوان شهرکرد به طور متوسط در سال‌های بعد، در هر سال ۶۹ میلیون متر مکعب از حجم خود را از دست خواهد داد. همچنین در این مطالعه با مروری بر پروژه‌های تأمین آب در دشت شهرکرد، اثرات اجرای این طرح بر بهبود وضعیت آبخوان دشت شهرکرد مورد ارزیابی قرار گرفت. اصغری مقدم و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از مدل ترکیبی سری زمانی-زمین آمار به پیش‌بینی زمانی و مکانی سطح آب‌های زیرزمینی پرداختند. به طوری که ابتدا از ساختارهای مختلف مدل سری زمانی برای پیش‌بینی سطح آب‌های زیرزمینی در پیزومتر مرکزی استفاده گردید و بهترین ساختار شناسایی شد. سپس این ساختار برای مدل‌سازی پیزومترهای منتخب استفاده شد. نتایج مدل‌های مذکور به عنوان ورودی مدل زمین‌آمار برای پیش بینی سطح آب زیرزمینی در محدوده مورد مطالعه به کار گرفته شد. در نهایت مدل به دست آمده توسط نتایج مربوط به پیزومترهای استفاده نشده در مدل‌سازی آزمایش شد که نتایج قابل قبولی ارائه داد.

میرعربی و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از SARIMA نوسانات سطح آب زیرزمینی دشت قاین را پیش‌بینی‌کردند. در این مقاله با استفاده از قابلیت‌های روش تحلیل سری‌های زمانی و بر اساس