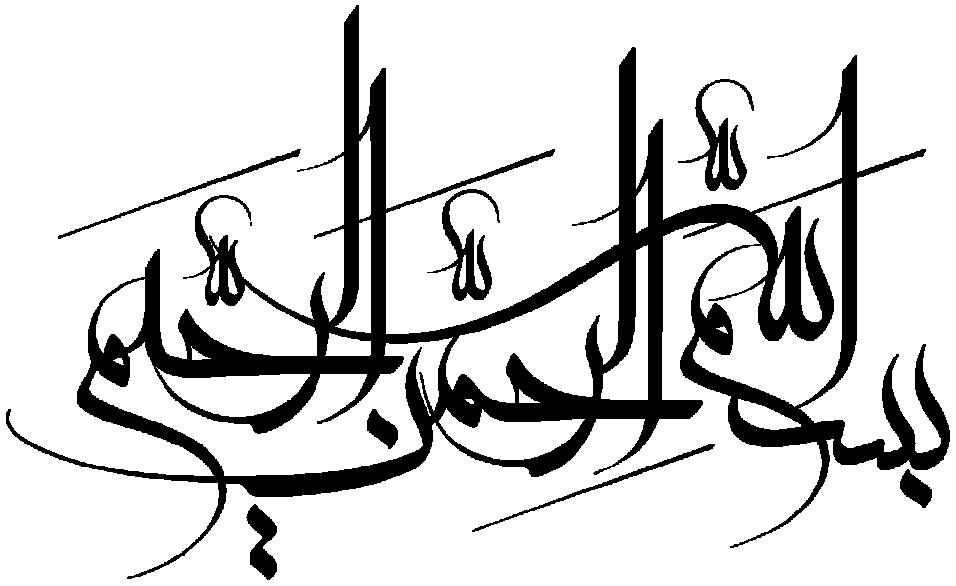
بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه قم

دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد رشته سازه‌های هیدرولیکی

عنوان:

مدل‌سازی سطح آب زیرزمینی با تلفیق شبکه عصبی مصنوعی و موجک (مطالعه موردی: دشت شریف‌آباد)

استاد راهنما:

دکتر طاهر رجایی

نگارنده:

اکرم زینی‌وند

تیر ماه 1393

تقدیم به:

«همسرم»

«به پاس محبت‌های بی‌دریغش»

سپاسگزاری:

حمد و سپاس خدای را که توفیق کسب دانش و معرفت را به ما عطا فرمود. در اینجا بر خود لازم می‌دانم از تمامی اساتید بزرگوار، به ویژه اساتید دوره کارشناسی ارشد که در طول سالیان گذشته مرا در تحصیل علم و معرفت و فضائل اخلاقی یاری نموده‌اند تقدیر و تشکر نمایم.

از استاد گرامی و بزرگوار جناب آقای دکتر طاهر رجایی که راهنمایی اینجانب را در انجام تحقیق، پژوهش و نگارش این پایان‌نامه تقبل نموده‌اند نهایت تشکر و سپاسگزاری را دارم.

همچنین از زحمات پدر، مادر و همسرم که در طول مدت تحصیل، مهربانانه مشوّق من بودند صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم.

چکیده:

در بسیاری از مناطق، استخراج بی‌رویه و خارج از قاعده آب‌های زیرزمینی که معمولاً به مراتب بیش از میزان تغذیه آن می‌باشد، اثرات جانبی زیان‌بار فراوانی از جمله کاهش سطح آب زیرزمینی، خشک شدن چاه‌ها، کاهش آب و یا خشک شدن قنات، چشمه‌ها و نهرها، تنزل کیفیت آب، افزایش هزینه پمپاژ و نشست زمین را در پی خواهد داشت. با وجود انعطاف-پذیری شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی سری‌های زمانی هیدرولوژیکی، گاهی این شبکه‌ها در پیش‌بینی سری‌های زمانی به شدت نا ایستا و ناپایدار با مشکل مواجه می‌شوند. در این حالت اگر هیچگونه پردازشی بر روی داده‌ها صورت نگیرد شبکه قادر به پیش‌بینی و حل مسئله نخواهد بود.

آنالیز موجکی را می‌توان در تجزیه یک سری زمانی مشاهده‌ای (از قبیل تراز آب زیرزمینی) به مولفه‌های مختلف، مورد استفاده قرار داد، به‌گونه‌ای که سری زمانی جدید می-تواند به عنوان ورودی شبکه عصبی استفاده شود. هدف از انجام این تحقیق مدل‌سازی تراز آب زیرزمینی حوضه آبریز شریف‌آباد با بهره‌گیری از مدل ترکیبی آنالیز موجک – شبکه عصبی می‌باشد. از داده‌های ماهانه تراز آب زیرزمینی 9 حلقه چاه مشاهده‌ای واقع در حوضه آبریز شریف‌آباد استان قم در مدل‌سازی استفاده شده است. دو معیار ریشه خطای مربع متوسط (RMSE) و ضریب کارایی نش- ساتکلیف (E)، جهت مقایسه نتایج حاصل از مدل هیبرید آنالیز موجک- شبکه عصبی (WNN)، مدل رگرسیون خطی چند متغیره (MLR) و مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN)، استفاده شده است. نتایج مطالعه نشان داده است که مدل پیشنهادی، پیش‌بینی دقیقتری را برای تراز آب زیرزمینی ماهانه، نسبت به دو مدل ANN و MLR فراهم می‌نماید؛ به طوری که دقت مدل‌های ترکیبی WNN حدوداً 17 تا 60 درصد افزایش داشته است. ارزیابی نتایج مدل‌ها نشان داده است که آنالیز موجکی قادر است که نتایج مدل شبکه عصبی را تا حد قابل‌ملاحظه‌ای بهبود بخشد.

کلمات کلیدی: دشت شریف‌آباد، تراز آب زیرزمینی، شبکه عصبی، آنالیز موجک، رگرسیون خطی چند متغیره.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: کلیات پژوهش

1 - مقدمه.....1

1-1.طرح مسئله.....3

1-2.اهمیت و اهداف پژوهش.....4

فصل دوم: مروری بر پژوهش‌های پیشین

2 - مروری بر پژوهش‌های پیشین.....7

فصل سوم:مفاهیم نظری

3 - مفاهیم نظری.....26

3-1. آب‌های زیرزمینی.....26

3-1-1.تاریخچه کشف و استخراج آب‌های زیرزمینی.....26

3-1-2.منشاء آب‌های زیرزمینی.....27

3-1-3.آبخوان.....27

3-1-3-1.آبخوان آزاد.....29

3-1-3-2.آبخوان محصور.....29

3-1-3-3.ضریب قابلیت انتقال آبخوان.....29

3-1-3-4.ضریب ذخیره.....29

3-1-4.چاه.....30
3-1-4-1.آبدهی چاه.....30
3-1-4-2.چاه پمپاژ.....30
3-1-4-3.چاه مشاهده‌ای.....30
3-1-4-4.مخروط افت.....30
3-2.شبکه‌های عصبی مصنوعی.....32
3-2-1.تاریخچه شبکه‌های عصبی مصنوعی.....32
3-2-2.مبانی شبکه‌های عصبی مصنوعی.....33
3-2-3.ساختار شبکه‌های عصبی مصنوعی.....33
3-2-4.انواع توابع محرک.....35
3-2-5.انواع شبکه‌های عصبی.....36
3-2-5-1.انواع شبکه عصبی از نظر نوع حافظه.....36
3-2-5-2.انواع شبکه‌های عصبی از نظر شیوه یادگیری.....36
3-2-5-3.انواع شبکه‌های عصبی از نظر ساختار و پردازش اطلاعات.....38
3-2-6.مراحل اساسی ساخت یک شبکه عصبی مصنوعی.....39
3-2-7.الگوریتم‌های آموزش شبکه‌های عصبی مصنوعی.....39
3-2-7-1.الگوریتم آموزش پس‌انتشار خطا.....40
3-2-7-2. الگوریتم پس‌انتشار لونبرگ- مارکوات(LM):.....41

3-7-2-3.الگوریتم تنظیم بیزی (BR):.....41
3-7-2-4.الگوریتم گرادیان مزدوج(SCG):.....41
3-2-8.شبکه‌های پرسپترون چند لایه (MLP).....41
3-3.تبدیل موجک.....43
3-3-1.تبدیل موجک پیوسته (CWT).....45
3-3-2.روابط ریاضی تبدیل موجک.....46
3-3-3.تبدیل موجک گسسته.....52
3-3-4.تجزیه سیگنال.....55
3-3-5.بازسازی سیگنال.....57
3-3-6. الگوریتم‌های تجزیه و بازسازی موجک.....58
3-3-7.انواع توابع موجک.....60
3-4.تحلیل رگرسیون خطی چند متغیره (MLR).....64
3-5.مدل هیبرید آنالیز موجک- شبکه عصبی (WNN).....65
3-6.ارزیابی نتایج مدل‌ها.....65
3-7.آماده‌سازی داده‌های ورودی.....65

فصل چهارم: محدوده مورد مطالعه

4 - محدوده مورد مطالعه.....67

4-1.موقعیت دشت شریف آباد.....67

2-4.وضعیت فیزیکی آبخوان.....70
3-4.کیفیت آب زیرزمینی.....71
4-4.داده‌ها.....71
1-4-4. تحلیل آماری داده‌ها.....73

فصل پنجم: مدل‌سازی و نتایج پژوهش

5 - مدل‌سازی و نتایج پژوهش.....76
1-5.مدل MLR.....76
2-5.مدل شبکه عصبی خودبازگشتی غیرخطی (NAR).....77
3-5.مدل ترکیبی پیشنهادی موجک- شبکه عصبی تاخیر زمانی (W-TDNN).....78
4-5.مدل ترکیبی پیشنهادی موجک- شبکه عصبی خودبازگشتی غیرخطی (W-NARNN).....80
5-5.پیزومتر جنوب‌غربی عسکرآباد، سام‌آباد و روبروی فرج‌آباد (پیزومتر 1، 2 و 3).....82
1-5-5.نتایج مدل MLR.....84
2-5-5. نتایج مدل NAR.....85
3-5-5.نتایج مدل ترکیبی پیشنهادی W-TDNN.....85
4-5-5. مدلسازی نقاط بیشینه تراز آب زیرزمینی.....88
6-5.پیزومتر جنو ب‌غربی سیف‌آباد، جنوب شرقی سیف‌آباد و سلطان‌آباد (پیزومتر 4، 5 و6).....92
1-6-5.نتایج مدل MLR.....93

5-6-2. نتایج مدل NAR.....93
5-6-3.نتایج مدل ترکیبی پیشنهادی W-NARNN.....94
5-6-4. مدلسازی نقاط بیشینه تراز آب زیرزمینی.....96
5-7.پیزومتر شیرین‌آباد، بین مظفرآباد و قمرود و قنبرعلی (پیزومتر 7، 8 و 9).....99
5-7-1.نتایج مدل MLR.....100
5-7-2. نتایج مدل NAR.....101
5-7-3.نتایج مدل ترکیبی پیشنهادی W-NARNN.....101
5-7-4.پیش‌بینی یک ماهه تراز آب زیرزمینی.....104
5-7-5. مدلسازی نقاط بیشینه تراز آب زیرزمینی.....105
5-8.بررسی عملکرد مدل‌ها.....108

فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

6 - نتیجه‌گیری و پیشنهادها.....110

فصل هفتم: منابع و مأخذ

7 - منابع و مأخذ.....113

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول 3-1. متداول‌ترین توابع محرک شبکه‌های عصبی 35

جدول 3-2. انواع خانواده‌های موجک و موجک‌های عضو خانواده 60

جدول 3-3. ضرایب فیلتر بالاگذر و پایین‌گذر فازهای تجزیه و بازسازی موجک DB4 63

جدول 4-1. مشخصات 9 حلقه چاه پیزومتری مورد مطالعه 72

جدول 4-2. تحلیل آماری داده‌های آموزش و آزمون چاه‌های مطالعاتی 1، 2 و 3 74

جدول 4-3. تحلیل آماری داده‌های آموزش و آزمون چاه‌های مطالعاتی 4، 5 و 6 74

جدول 4-4. تحلیل آماری داده‌های آموزش و آزمون چاه‌های مطالعاتی 6، 7 و 8 75

جدول 5-1. نتایج ارزیابی مدل خطی در پیش‌بینی تراز آب زیرزمینی پیزومترهای 1، 2 و 3..... 85

جدول 5-2. نتایج مدل شبکه عصبی NAR در پیش‌بینی تراز آب زیرزمینی پیزومترهای 1، 2 و 3 85

جدول 5-3. نتایج مدل ترکیبی W-TDNN در پیزومتر 1 86

جدول 5-4. نتایج مدل ترکیبی W-TDNN در پیزومتر 2 87

جدول 5-5. نتایج مدل ترکیبی WNN در پیزومتر 3 87

جدول 5-6. نتایج ارزیابی مدل ها در پیش‌بینی نقاط پیک در پیزومتر 1 89

جدول 5-7. نتایج ارزیابی مدل‌ها در پیش‌بینی نقاط پیک در پیزومتر 2 90

جدول 5-8. نتایج ارزیابی مدل‌ها در پیش‌بینی نقاط پیک در پیزومتر 3 91

جدول 5-9. نتایج ارزیابی مدل خطی در پیش‌بینی تراز آب زیرزمینی پیزومترهای 4، 5 و 6..... 93

جدول 5-10. نتایج مدل شبکه عصبی NAR در پیش‌بینی تراز آب زیرزمینی پیزومترهای 4، 5 و 6 94

جدول 5-11. نتایج مدل ترکیبی W-NARNN در پیزومتر 4 95
جدول 5-12. نتایج مدل ترکیبی W-NARNN در پیزومتر 5 95
جدول 5-13. بهترین نتایج مدل ترکیبی W-NARNN در پیزومتر 6 95
جدول 5-14. نتایج مدل‌ها در پیش‌بینی نقاط بیشینه پیزومتر 4 97
جدول 5-15. نتایج مدل‌ها در پیش‌بینی نقاط بیشینه پیزومتر 5 98
جدول 5-16. نتایج مدل‌ها در پیش‌بینی نقاط بیشینه پیزومتر 6 99
جدول 5-17. نتایج مدل خطی در پیش‌بینی تراز آب زیرزمینی پیزومترهای 7، 8 و 9 101
جدول 5-18. نتایج مدل شبکه عصبی NAR در پیزومترهای 7، 8 و 9 102
جدول 5-19. نتایج مدل ترکیبی W-NARNN دوره آزمون در پیزومتر 7 102
جدول 5-20. نتایج مدل ترکیبی W-NARNN دوره آزمون در پیزومتر 8 103
جدول 5-21. نتایج مدل ترکیبی W-NARNN دوره آزمون در پیزومتر 9 103
جدول 5-22. پیش‌بینی یک ماهه تراز آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای 105
جدول 5-23. نتایج ارزیابی مدل‌ها در پیش‌بینی نقاط بیشینه در پیزومتر 7 106
جدول 5-24. نتایج ارزیابی مدل‌ها در پیش‌بینی نقاط بیشینه در پیزومتر 8 107
جدول 5-25. نتایج ارزیابی مدل‌ها در پیش‌بینی نقاط بیشینه در پیزومتر 9 107

فهرست شکل‌ها

صفحه عنوان

شکل 3-1، انواع لایه‌های آبدار زیرزمینی 28

شکل 3-2، انواع لایه‌های آبدار زیرزمینی 28

شکل 3-3، فروافتادگی سطح آب در هنگام عملیات پمپاژ 31

شکل 3-4، اثر پمپاژ بر جریان آب زیرزمینی با گذشت زمان 32

شکل 3-5، ساختار شماتیک یک شبکه عصبی سه لایه و نحوه پردازش اطلاعات در یک نورون 34

شکل 3-6، مقایسه رزولوشن در تبدیل فوریه زمان کوتاه وتبدیل موجک 45

شکل 3-7، یک موج سینوسی و یک موجک 46

شکل 3-8، افزایش مقیاس و بزرگ شدن فضا 49

شکل 3-9، رابطه بین فضاهای تولید شده توسط توابع پایه 50

شکل 3-10، فضاهای برداری توابع مقیاس و موجک 52

شکل 3-11، طرح شماتیک قبض سیگنال توسط تابع موجک 56

شکل 3-12، سطوح تجزیه سیگنال توسط تبدیل موجک 57

شکل 3-13، تجزیه سیگنال ورودی به مقادیر تقریبی و جزئیات توسط فیلترهای بالاگذر و پایین‌گذر . 57

شکل 3-14، بازسازی چند رزولوشنی سیگنال توسط موجک 58

شکل 3-15، فازهای تجزیه و بازسازی یک سری زمانی توسط الگوریتم آتروس 60

شکل 3-16، نمودار تابع موجک مادر و تابع مقیاسHAAR 61

شکل 3-17، نمودار توابع مقیاس و موجک DB2 و DB4 63

شکل 3-18، نمودار توابع مقیاس و موجک MEYER 64

شکل 4-1. موقعیت دشت شریف‌آباد 68

شکل 4-2. موقعیت دشت شریف‌آباد 69

شکل 4-3. موقعیت چاه‌های مشاهده‌ای 69

شکل 4-4. تصویر ماهواره‌ای چاه‌های مشاهده‌ای 70

شکل 5-1. شبکه عصبی پس‌انتشار خطا 78

شکل 5-2. معماری مدل ترکیبی W-TDNN 79

شکل 5-3. ساختار مدل ترکیبی 81

شکل 5-4. نمودار سری زمانی پیزومترهای 1، 2 و 3 83

شکل 5-5. مقایسه نتایج مدل‌ها در دوره آزمون برای پیزومتر 1 87

شکل 5-6. مقایسه نتایج مدل‌ها در دوره آزمون برای پیزومتر 2 87

شکل 5-7. مقایسه نتایج مدل‌ها در دوره آزمون برای پیزومتر 3 88

شکل 5-8. پیشبینی نقاط تراز پیک در پیزومتر 1 89

شکل 5-9. پیش‌بینی نقاط تراز پیک در پیزومتر 2 89

شکل 5-10. پیش‌بینی نقاط تراز پیک در پیزومتر 3 90

شکل 5-11. نمودار تراز آب زیرزمینی پیزومترهای 4، 5 و 6 92

شکل 5-12. مقایسه نتایج مدل‌ها در دوره آزمون برای پیزومتر 4 95

شکل 5-13. مقایسه نتایج مدل‌ها در دوره آزمون برای پیزومتر 5 96

شکل 5-14. مقایسه نتایج مدلها در دوره آزمون برای پیزومتر 6 96

شکل 5-15. مقایسه نتایج مدل‌ها در پیش‌بینی نقاط بیشینه پیزومتر 4 97

شکل 5-16. مقایسه نتایج مدل‌ها در پیش‌بینی نقاط بیشینه پیزومتر 5 97

شکل 5-17، مقایسه نتایج مدل‌ها در پیش‌بینی نقاط بیشینه پیزومتر 6 98
شکل 5-18، نمودار سری زمانی پیزومترهای 7، 8 و 9 100
شکل 5-19، مقایسه نتایج مدل‌ها در دوره آزمون برای پیزومتر 7 103
شکل 5-20، مقایسه نتایج مدل‌ها در دوره آزمون برای پیزومتر 8 103
شکل 5-21، مقایسه نتایج مدل‌ها در دوره آزمون برای پیزومتر 9 103
شکل 5-22، پیش‌بینی نقاط تراز بیشینه در چاه‌های مشاهده‌ای 7، 8 و 9 107

1- مقدمه

آب‌های زیرزمینی بخش عمده آب‌های شیرین در دسترس بشر محسوب می‌شوند. آب-های زیرزمینی در مقایسه با آب‌های سطحی دارای گستردگی و ماندگاری بیشتری بوده و قابلیت ذخیره‌سازی بالاتری دارند. علاوه بر این در حالت طبیعی دارای کیفیت بهتری هستند و کمتر در معرض آلودگی می‌باشند. همچنین تلفات این آب‌ها بر اثر تبخیر کمتر بوده و در برابر خشکسالی آسیب‌پذیری کمتری دارند. بنابراین آب‌های زیرزمینی به عنوان منبعی مهّم و باارزش در تأمین آب مورد نیاز بخش‌های مختلف صنعت، کشاورزی و شرب به شمار می-روند [1].

استفاده بی‌رویه بشر از آب‌های زیرزمینی برای مصارف مختلف سبب شده است که حجم این منابع روز به روز کاهش یابد. استخراج بی‌رویه و خارج از قاعده آب‌های زیرزمینی که معمولاً به مراتب بیش از میزان تغذیه آن می‌باشد، اثرات جانبی زیان‌بار فراوانی از جمله کاهش سطح آب زیرزمینی، خشک شدن چاه‌ها، کاهش آب و یا خشک شدن قنات، چشمه‌ها و نهرها، تنزل کیفیت آب، افزایش هزینه پمپاژ، نشست زمین و کاهش محصول را در پی خواهد داشت. بنابراین چنانچه منابع آب زیرزمینی به عنوان بخشی عظیمی از منابع آب شیرین موجود در کره خاکی بدرستی مدیریت نشود، خسارات جبران‌ناپذیر زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی اجتناب ناپذیر خواهد بود [2].

مدیریت و برنامه‌ریزی مناسب منابع آب زیرزمینی مستلزم شناخت صحیح کلیه فاکتورها

و عوامل مؤثر بر آن و نیز برقراری ارتباط منطقی بین هر یک از این عوامل است [3]. شبیه-سازی[1] و پیش‌بینی[2] نوسانات سطح آب زیرزمینی[3] یکی از مهم‌ترین ملاک‌های مدیریت و برنامه‌ریزی این منابع باارزش به شمار می‌رود. روش‌های کلاسیک از جمله مدل‌های خودبازگشتی[4] در دهه‌های گذشته به صورت گسترده برای پیش‌بینی سری‌های زمانی[5] بکار می‌رفتند. اما ایراد اساسی این مدل‌ها این است که توانایی لازم برای توصیف فرایندهای نامانا[6] و غیرخطی[7] سری‌های زمانی را ندارند، در حالی که این فرایندهای نامانا و غیرخطی، اجزای مهم سری‌های زمانی در پیش‌بینی‌ها به شمار می‌آیند. از طرفی این مدل‌ها برای پیش‌بینی با دقت قابل قبول، نیازمند به آمار درازمدت هستند، در حالی که دسترسی به آمار درازمدت در اکثر موارد اگر ناممکن نباشد دشوار است [4].

با اثبات توانایی‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی[8]، منطق فازی[9] و نیز تلفیق این مدل‌ها در شبیه‌سازی و پیش‌بینی سری‌های زمانی نامانا و غیرخطی طی سالیان اخیر، تحقیقات گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف با استفاده از این ابزار قدرتمند، در سراسر جهان صورت گرفته است. این مدل‌ها برای پیش‌بینی سری‌های زمانی به آمار درازمدت نیاز ندارند.

شبکه عصبی مصنوعی تقریباً شبیه به ذهن انسان عمل می‌کند، به این ترتیب که بر اساس مشاهدات خود به قضاوت می‌پردازد [5]. برخلاف مدل‌های خطی که با ایجاد یک رابطه ریاضی، ارتباط بین اطلاعات ورودی و خروجی یک سری زمانی را بیان می‌کنند، شبکه عصبی، بدون ایجاد هرگونه رابطه ریاضی، تنها با استفاده از پردازش غیرخطی اطلاعات به روش خودسازماندهی و در شماری از سلول‌های عصبی، ارتباطی منطقی را با دقت بالا بین داده‌های ورودی و خروجی ایجاد می‌کند. به این صورت که در ابتدا ورودی‌های آزمایشی به همراه

[1] Simulation
[2] Forecasting
[3] Groundwater Level Fluctuations
[4] Autoregressive Models
[5] Time Series
[6] Non-Stationary
[7] Nonlinear
[8] Artificial Neural Networks
[9] Fuzzy Logic

خروجی‌های متناظر در اختیار شبکه قرار می‌گیرد تا شبکه آموزش دیده و بتواند ارتباط منطقی بین داده‌های ورودی[1] و خروجی[2] را دریابد [6].

شبکه عصبی آنچه را که مشاهده می‌کند در قالب پارامترهای درونی خود به خاطر می‌سپارد. در واقع، تکرار هر یک از مشاهدات موجب تغییر پارامترهای درونی شبکه در جهت حفظ روابط حاکم بر مشاهدات می‌شود. بنابراین نمونه‌های همراه با خروجی معلوم، برای آموزش[3] به شبکه داده می‌شود تا در آینده در صورت برخورد با نمونه‌های جدید با توجه به روالی که آموزش دیده است، عمل کند. یعنی با دریافت ورودی‌های جدید بتواند پیش‌بینی نسبتاً دقیقی از خروجی‌های متناظر داشته باشد [7].

موجک[4] یک روش نوین و کارآمد در زمینه آنالیز سیگنال‌ها و سری‌های زمانی است. این توابع تبدیل ریاضی، برای تجزیه سیگنال پیوسته به مولفه‌های فرکانسی آن بکار می‌روند. در اصل تبدیل موجک[5] با اعمال تغییراتی برروی توابع پایه، یک تابع جدید ایجاد می‌کند. تفاوت عمده تبدیل موجک با تبدیل فوریه[6] در این است که فرکانس در آنالیز فوریه ثابت و دامنه متغیر می‌باشد، در حالی که در آنالیز موجک، هم فرکانس و هم دامنه تغییر می‌کنند. موجک‌ها، قادر به تجزیه سری‌های زمانی نامانا نظیر سطح آب زیرزمینی به اجزای مختلف آن هستند و این ویژگی یکی از دلایل برتری آنها نسبت به تبدیل فوریه است. سری‌های زمانی جدید حاصل از تجزیه سری زمانی مادر توسط تبدیل موجک را می‌توان به‌عنوان ورودی‌های مدل شبکه عصبی و یا عصبی -فازی مورد استفاده قرار داد [8]. بر همین اساس طی سالیان اخیر، از تئوری موجک در پردازش داده‌ها به منظور پیش‌بینی سری‌های زمانی به طور گسترده استفاده شده است.

1 - 1. طرح مسئله

بیشتر سری های زمانی هیدرولوژیکی نظیر تغییرات سطح آب زیرزمینی همواره شامل

[1] Input
[2] Output
[3] Train
[4] Wavelet
[5] Wavelet Transform
[6] Fourier Transform

فرایندهای نامانا و پیچیده هستند که با استفاده از مدل های خطی متداول و کلاسیک به خوبی قابل توصیف و مدل سازی نیستند. بنابراین به منظور مدل‌سازی این پدیده‌های هیدرولوژیکی لازم است از مدل‌های غیرخطی استفاده نمود. در این راستا طی سالیان اخیر مدل‌های هوش مصنوعی نظیر شبکه‌های عصبی مصنوعی و شبکه‌های عصبی- فازی با ویژگی‌هایی چون غیرخطی بودن، استفاده از داده‌های محدود، سرعت بالای مدل‌سازی و از همه مهم‌تر دقت بالاتر آن‌ها در پیش‌بینی سری‌های زمانی نامانا، به صورت گسترده در زمینه‌های مختلف کاربرد یافته‌اند. اخیراً تبدیل موجک به عنوان ابزاری قدرتمند در تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی نامانا کاربرد فراوانی در مدل‌سازی فرایندهای هیدرولوژیکی یافته است. با استفاده از تبدیل موجک هر سری به مقادیر تقریبی و جزئیاتش تجزیه شده و پس از مدل‌سازی این مولفه‌ها، سری اصلی مجدداً از اجزایش بازسازی می‌شود.

این تبدیل نسبت به تبدیل فوریه در تحلیل سری‌های زمانی نامانا، کارآیی بیشتری دارد زیرا تبدیل موجک توانایی ارائه همزمان اطلاعات زمانی و فرکانسی یک سیگنال را دارد در حالی که تبدیل فوریه تنها قادر به به ارائه همزمان اطلاعات فرکانسی سیگنال می‌باشد.

توانایی مدل تلفیقی آنالیز موجک- شبکه عصبی[1] (WNN) با استفاده از سری‌های تجزیه شده توسط تبدیل موجک به عنوان ورودی این مدل، در مدل‌سازی فرایندهای مختلف هیدرولوژیکی به اثبات رسیده است اما این مدل در زمینه آب‌های زیرزمینی کمتر مورد استفاده قرار گرفته است. بنابراین لازم است که کارآیی این مدل در این زمینه به منظور مدیریت بهتر این منابع حیاتی مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

1 - 2. اهمیت و اهداف پژوهش

در مناطق خشک و نیمه خشک جهان که میانگین بارندگی سالانه آن، کفایت نیاز آبی را نمی‌دهد، حفظ و مدیریت منابع آب زیرزمینی اهمیت بسیار بالایی دارد. مطالعات انجام شده در مورد تراز آب‌های زیرزمینی، اطلاعات مکانی و زمانی در مورد سیستم آبخوان‌ها را آشکار

[1]Wavelet Analysis-Neural Network Combined model

می‌سازد و به ما در اتخاذ تصمیمات مناسب در مدیریت منابع آب‌های زیرزمینی کمک می‌کند. بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در سال‌های اخیر باعث به هم خوردن تعادل طبیعی آن شده و تراز آب زیرزمینی در آبخوان‌های بسیاری از نقاط کشور منفی شده است.

پس از یخچال‌ها، منابع آب زیرزمینی دومین منبع مهم آب شیرین موجود در جهان هستند. پیش‌بینی سازمان‌های جهانی نشان می‌دهد که تا سال 2025 بسیاری از کشورهای جهان به ویژه در دو منطقه کاملاً خشک جهان یعنی خاورمیانه و آفریقای شمالی به شدت با مشکل کمبود آب مواجه خواهند شد. کاهش فاکتور تغذیه کننده بارش از یک سو و فشار مضاعف به سفره توسط چاه‌های بهره‌برداری مجاز و غیرمجاز از طرف دیگر موجب شده که میزان تغذیه از راه‌های مختلف نتواند با مقدار برداشت به تعادل برسد و موجب بیلان منفی آب زیرزمینی دشت می‌شود که افت سطح آب زیرزمینی، کاهش حجم مخازن آن‌ها، کاهش آبدهی چاه‌ها، چشمه‌ها، قنوات، جابه جایی وکف شکنی چاه‌ها و افزایش هزینه پمپاژ از عمق، فرونشست زمین و کاهش غیرقابل برگشت حجم آبخوان را در بیشتر مناطق موجب شده است.

ایران در یک منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده است. متوسط بارندگی بلندمدت کشور حدود 250 میلیمتر در سال است که تقریباً یک سوم متوسط بارندگی جهان بوده و در عین حال میزان تبخیر سه برابر متوسط دنیا می‌باشد. از کل منابع آبی که هر سال در کشور استحصال می‌شود، حدود 94 درصد آن در بخش کشاورزی، 5 درصد در بخش شرب و بهداشت و 1 درصد در بخش صنعت مصرف می‌گردد. مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی شناخت کافی از منطقه در اختیار ما قرار داده و بررسی تاثیر عوامل مختلف روی تغییرات منابع آب زیرزمینی را تسهیل می‌نماید.

به دلیل افت بیش ازحد سطح آب زیرزمینی دشت شریف‌آباد ، برای اولین بار در سال 1345، این دشت ممنوعه اعلام گردید که با توجه به استمرار روند افت در سالهای بعد، ممنوعیت دشت توسعه یافته و تمدید گردیده است. استمرار روند افت سطح آب زیرزمینی در منطقه که نتیجه بهره‌برداری بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی و همچنین کاهش قابل