

به‌نیه حفاظت از منابع آب و ممانعت از خسارات آتی را اعمال نمود. نتایج بدست آمده از این مطالعه که با بررسی و تجزیه و تحلیل داده های کیفیت شیمیائی نمونه های جمع آوری شده توسط سازمان آب استان از تعداد ۷۳ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق در طی ۱۳ سال نشانگر اینست که نمونه های جامعه آماری این دشت دارای آب با طبقه بندی C۲-S۱ و C۳-S۱ بوده که از کیفیت متوسط و خوب برای مصارف کشاورزی برخوردار می باشد و از نظر سایر المانها نظیر میزان SO_4, Ca, Mg, Cl ، سختی کل و مجموع کایتونها و آنیونها نیز تفاوت معنی داری در سالهای مختلف وجود ندارد در نتیجه خوشبختانه تاکنون کیفیت منابع آب زیرزمینی این دشت دچار مشکل نشده ولی ضرورت استمرار انجام این پایش ها در سالهای آتی مورد تاکید است.

واژگان کلیدی: دشت زنجان، تغییرات کیفی، منابع آب زیرزمینی، پایش مستمر

مدیریت منابع آبهای زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک

(مطالعه موردی: دشت نیشابور)

عزیزا... ایزدی، دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد^{*}

امین علیزاده، استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

کامران داوری، استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

بیژن قهرمان، دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

*E-mail: az.izady@gmail.com (۰۹۱۵۱۸۷۱۲۱۹)

چکیده:

اهمیت آبهای زیرزمینی به عنوان یک منبع مهم تأمین آب در مناطق خشک و نیمه خشک بر کسی پوشیده نیست. شناخت دقیق نوسانات سفره آب زیرزمینی لازمه پیش بینی رفتار آتی و مدیریت صحیح این منبع است. دشت نیشابور، با داشتن بیش از ۴۵ پیزومتر موجود که اکثراً دارای بیش از ۱۸ سال طول آماری هستند، برای این مطالعه انتخاب گردید.

در این مقاله ابتدا ویرایش و تولید داده های مورد نیاز در مقیاس سالیانه، با استفاده از نرم افزار Arc view گزارش گردیده است. سپس سعی شده تا برای برآورد توأم نوسانات سطح سفره در نقاط متعدد یک رابطه رگرسیونی چندگانه- چندگانه به کمک روش حداقل مربعات (Least Square) ایجاد شود. از پارامترهای برداشت از سفره، بارندگی، دمای حداکثر و متوسط، و سطح آب زیرزمینی دوره قبل بعنوان متغیرهای مستقل برای پیش بینی سطح آب زیرزمینی در نقاط متعدد استفاده شده است. نتایج نشان دادند که از روش فوق می توان به عنوان ابزاری مناسب برای پیش بینی در یک گستره (نقاط متعدد بصورت توأم) استفاده نمود؛ به طوری که معیارهای عملکرد در نظر گرفته شده مانند $R^2=0/999$ و $RMSE=0/644$ در دوره تست نیز حاکی از این مسأله می باشد.

واژگان کلیدی: آبهای زیرزمینی، پیش بینی، رگرسیون چندگانه- چندگانه، حداقل مربعات

مدل سازی غلظت نیترات در آبخوان آستانه-کوچصفهان، گیلان

مهدی ازداری، کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی*

کوروش محمدی، دانشیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه تربیت مدرس**

سید مجید میرلطیفی، استادیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه تربیت مدرس

* mahdi.azhdari@gmail.com ، ۰۹۱۷۳۰۳۱۱۰۷

** kouroshm@modares.ac.ir ، ۰۹۱۲۳۳۳۶۹۹۷

چکیده:

در چند دهه اخیر به دلیل رشد شدید جمعیت و افزایش نیاز بشر به غذا، استفاده از کودهای شیمیائی در کشاورزی رواج فراوانی یافته که موجب آلودگی آبهای زیرزمینی در بسیاری از مناطق شده است. به منظور بررسی وضعیت انتشار آلودگی نیترات در آبخوان آستانه-کوچصفهان این تحقیق انجام گردید. برای شبیه سازی از دو مدل Modflow و MT2D استفاده شد. مدل کیفی تهیه شده برای این آبخوان با داده های صحرائی اندازه گیری شده مقایسه و مدل واسنجی گردید. مقدار پخشیدگی طولی در نیمه شرقی دشت، ۵۰ و در نیمه

مدیریت منابع آبهای زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی: دشت نیشابور)

عزیزا... ایزدی^۱، امین علیزاده^۲، کامران داوری^۳، بیژن قهرمان^۴
دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد
استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد
استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد
دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد
E-mail: az.izady@gmail.com (۰۹۱۵۱۸۷۱۲۱۹)

چکیده

اهمیت آبهای زیرزمینی به عنوان یک منبع مهم تأمین آب در مناطق خشک و نیمه خشک بر کسی پوشیده نیست. شناخت دقیق نوسانات سفره آب زیرزمینی لازمه پیش بینی رفتار آنی و مدیریت صحیح این منبع است. دشت نیشابور، با داشتن بیش از ۲۵ بیژومتر موجود که اکثراً دارای بیش از ۱۸ سال طول آماری هستند، برای این مطالعه انتخاب گردید. در این مقاله ابتدا ویرایش و تولید داده های مورد نیاز در مقیاس سالانه، با استفاده از نرم افزار Arc view گزارش گردیده است. سپس سعی شده تا برای برآورد توأم نوسانات سطح سفره در نقاط متعدد یک رابطه رگرسیونی چندگانه - چندگانه به کمک روش حداقل مربعات (Least Square) ایجاد شود. از پارامترهای برداشت از سفره، بارندگی، دمای حداکثر و متوسط، و سطح آب زیرزمینی دوره قبل بعنوان متغیرهای مستقل برای پیش بینی سطح آب زیرزمینی در نقاط متعدد استفاده شده است. نتایج نشان دادند که از روش فوق می توان به عنوان ابزاری مناسب برای پیش بینی در یک گستره (نقاط متعدد بصورت توأم) استفاده نمود؛ به طوری که معیارهای عملکرد در نظر گرفته شده مانند $R^2 = 0/414$ و $RMSE = 0/624$ در دوره تست نیز حاکی از این مسأله می باشد. **رومان - بهمن ۸۶**

واژه های کلیدی: آبهای زیرزمینی، پیش بینی، رگرسیون چندگانه - چندگانه، حداقل مربعات.

۱- مقدمه

آبهای زیرزمینی به عنوان یک منبع مهم برای مصارف آشامیدنی، دام و اهداف کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک می باشد. چنین مناطقی به علت اینکه دارای بارندگی در دوره کوتاه مدت و تبخیر و تعرق بالا می باشند منابع آب سطحی، منبع قابل اعتمادی برای تأمین آب نمی باشند در نتیجه در این مناطق بیشتر بر روی منابع آبهای زیرزمینی تکیه می شود. به همین دلیل برای تأمین آب در این مناطق لازم است پیش بینی دقیقی از نوسانات سطح آب زیرزمینی انجام شود.

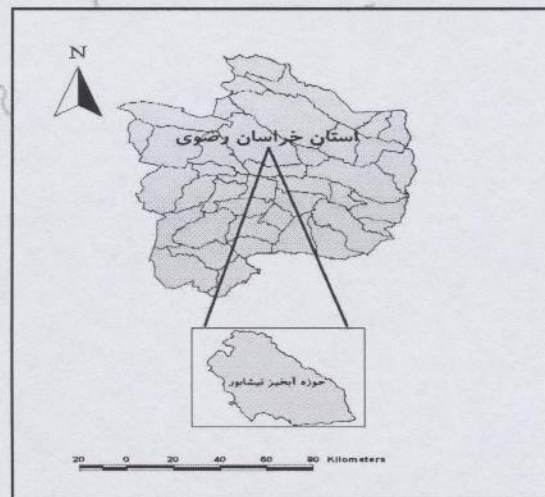
با پیش بینی دقیق نوسانات سطح آب زیرزمینی می توان از آن در برنامه ریزی تأمین آب قابل اعتماد و نیز در مدیریت منابع آب استفاده نمود تا بتوان با توجه به نوع مصرف آب تأمین شده، برنامه ریزی بر روی منابع و

مصارف آب انجام داد تا مدیران و برنامه ریزان منابع آب بتوانند درک بهتری از وضعیت منابع آب موجود داشته باشند. برای پیش بینی وضعیت منابع آب زیرزمینی از قبیل سطح آب زیرزمینی به علت پیچیده بودن ماهیت آن و عدم قطعیت در پارامترهای مربوط به آن، نیاز به مدل های پیچیده ای می باشد. بنابراین یکی از مهمترین رویکردها در برنامه ریزی مدیریت منابع آب به دست آوردن مدل مناسبی جهت پیش بینی رفتار منابع آب تحت متغیرهای منابع آب می باشد. مدل های رایج در این زمینه مدل های رگرسیونی، سری زمانی و مدل های جدید مانند شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک و ... می باشند. مدل های رگرسیونی چندگانه - چندگانه به علت استخراج تمامی اطلاعات از مجموعه داده ها (به طور همزمان) توانایی بیشتری در درک فیزیک مسأله داشته و سادگی کاربرد نیز مزیت دیگر این مدل است. هدف اصلی از این تحقیق، ارائه یک مدل رگرسیونی چندگانه - چندگانه برای پیش بینی سطح آب زیرزمینی بر اساس پارامترهای برداشت از آبخوان، بارندگی و درجه حرارت در مقیاس سالانه می باشد.

۲- مواد و روشها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه و اطلاعات مورد استفاده

دشت نیشابور جزئی از حوزه آبخیز کالشور نیشابور می باشد که در دامنه جنوبی ارتفاعات بینالود و در شمال شرق کویر مرکزی واقع شده است. این حوضه در طول جغرافیایی $58^{\circ}17'$ تا $59^{\circ}30'$ و عرض جغرافیایی $35^{\circ}40'$ تا $36^{\circ}39'$ واقع شده و از شمال به خط الرأس ارتفاعات بینالود، از شرق به بلندیهای لیلاجوق و یال پلنگ، از جنوب به تپه ماهورهای نیزه بند، سیاه کوه و کوه نمک و از غرب به حوزه آبخیز دشت سبزوار محدود می شود [۱]. شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.



شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه

وسعت کل حوضه 7350 کیلومتر مربع است که 3160 کیلومتر مربع آن را ارتفاعات و بقیه آن یعنی 4190 کیلومتر مربع را دشت تشکیل می دهد. بلندترین نقطه منطقه در ارتفاعات بینالود واقع بوده که از سطح دریا

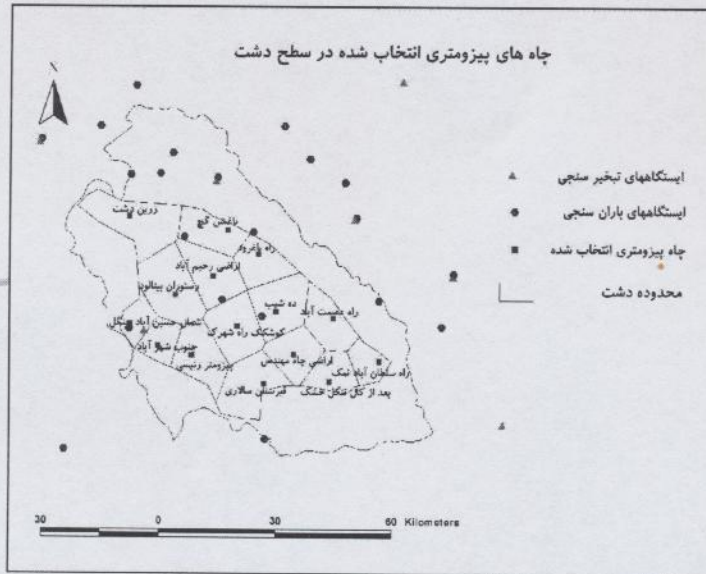
۳۳۰۰ متر ارتفاع دارد. پایین ترین نقطه در محل خروجی دشت (حسین آباد جنگل) قرار دارد که حدود ۱۰۵۰ متر از سطح دریا بلندتر است [۱].

آب و هوای منطقه برّی، نیمه خشک تا خشک است. میانگین دمای ماهانه در ایستگاه بار (معرف مناطق کوهستانی) ۱۳ درجه سانتی گراد و در ایستگاه محمدآباد- فدیشه (معرف مناطق دشتی) ۱۳/۸ درجه سانتی گراد است. با وجود اختلاف کم دما در ارتفاعات و دشت، آب و هوای حوضه در شمال و جنوب آن به شدت متغیر بوده به طوری که در شمال که هوا کوهستانی است هوا نسبتاً سرد با تابستان ملایم و به طرف جنوب و غرب هوای آن گرمتر می شود که شاید ناشی از وسعت زیاد حوضه باشد. متوسط بارندگی در کل حوضه معادل ۲۳۴/۱۸ میلی متر است هر چند میزان بارندگی در نقاط مختلف آن متفاوت بوده، به طوری که در ارتفاعات بلند بینالود مقدار آن حداکثر به ۶۰۰ میلی متر و در سطح دشت به مراتب کمتر از آن است. میزان تبخیر به علت بالا بودن درجه حرارت هوا زیاد بوده به طوری که متوسط تبخیر برای کل حوضه حدود ۲۳۳۵ میلی متر در سال گزارش شده است [۲].

همانطور که قبلاً ذکر شد، هدف اصلی از این تحقیق بررسی پتانسیل روش رگرسیون چندگانه- چندگانه در مدل سازی سطح آب زیرزمینی است. اطلاعات مورد استفاده برای این امر شامل برداشت از آبخوان، بارندگی، دمای ماکزیمم، دمای متوسط و سطح آب زیرزمینی در مقیاس سالیانه می باشد. برای به دست آوردن داده های مذکور، ابتدا از بین پیژومترهای موجود در سطح دشت، ۱۵ پیژومتر قابل اعتمادتر به عنوان شاخص و معرف دشت انتخاب گردید. سپس برای پیژومترهای انتخابی شبکه تیسن رسم گردید تا از این طریق بتوان متغیرهای برداشت از آبخوان، بارندگی و درجه حرارت برای معرف هر پیژومتر را محاسبه نمود. قابل ذکر است که مقادیر محاسبه شده برای متغیرهای مذکور در انتهای سال آبی یعنی مرداد ماه موردنظر بوده است. برای به دست آوردن برداشت از آبخوان (که شامل چاههای کشاورزی، قنوات و چشمه های موجود در سطح دشت می باشد) ابتدا لایه های مربوط به هر یک از آنها در نرم افزار Arcview برای دوره آماری در نظر گرفته شده تولید گردید سپس با استفاده از دستور Summarize در نرم افزار، مقدار تخلیه برای هر پلیگون محاسبه گردید. برای به دست آوردن سهم بارندگی و مقدار درجه حرارت در هر پلیگون نیز از روش عکس فاصله^۱ استفاده گردیده است شکل (۲).

شکل (۲) نمایش پیژومترهای انتخابی و موقعیت ایستگاههای مورد استفاده

^۱ - Distance Inverse method



۲-۲- رگرسیون چندگانه - چندگانه

۱-۲-۲- تئوری مسأله

تحلیل رگرسیونی یک روش آماری برای پیش بینی مقادیر یک یا چند متغیر وابسته از مجموعه ای از مقادیر متغیرهای مستقل است. از این تحلیل برای ارزیابی اثرات متغیرهای مستقل بر روی متغیرهای وابسته نیز استفاده می شود [۳].

از روش رگرسیون چندگانه^۱ برای به دست آوردن رابطه بین چندین متغیر مستقل با یک متغیر وابسته استفاده می شود همچنین برای بررسی رابطه موجود بین چندین متغیر وابسته بر روی چندین متغیر مستقل می توان از رگرسیون چند متغیری^۲ سود جست که معادله عمومی آن به صورت زیر می باشد.

$$Y = X\beta + E$$

(۱)

$Y_{(n \times p)}$: ماتریس شامل متغیرهای وابسته

$X_{(n \times q)}$: ماتریس شامل متغیرهای مستقل

$\beta_{(q \times p)}$: ماتریس شامل ضرایب متغیرهای مستقل

$E_{(n \times p)}$: ماتریس خطا

اساس حل معادله مذکور بر مبنای روش حداقل مربعات می باشد [۴]. بدین صورت که برازش حداقل مربعات برازشی است که ضرایب (β) را با مینیمم سازی مجموع توان های دوم انحراف های (E) فراهم می سازد یا به

¹ - Multiple regression

² - Multivariate regression

عبارت دیگر برازش حداقل مربعات متناظر با جوابی است که حاصلضرب عددی $E'E = \sum E^2$ را مینیمم می سازد. برای حل معادله داریم:

$$X'Y = (X'X) \cdot \beta \quad (2)$$

$$\beta = (X'X)^{-1} (X'Y) \quad (3)$$

برای ارزیابی عملکرد مدل از پارامترهای R^2 ، RMSE و MAX(E) استفاده شده است.

$$R^2 = \frac{\sum (\hat{y} - \bar{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2} = 1 - \frac{\sum (y - \hat{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2} \quad (4)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (\hat{y} - y)^2}{n}} \quad (5)$$

$$MAX(E) = \max |\hat{y} - y| \quad (6)$$

11th-national seminar on
Irrigation & Evapotranspiration

برای حل معادله بالا و همچنین محاسبه پارامترهای در نظر گرفته شده برنامه ای توسط نرم افزار MATLAB نوشته شده است برنامه مذکور قابلیت برآورد همزمان سطح آب زیرزمینی در ۱۵ پیزومتر انتخابی را داشته و می تواند سطح آب زیرزمینی را در ماه های آینده با دقت بالایی برآورد کند. در ادامه درباره نتایج به دست آمده برای هر دو مرحله آموزش و آزمون مدل طراحی شده توضیح داده می شود.

۳- بحث و نتایج

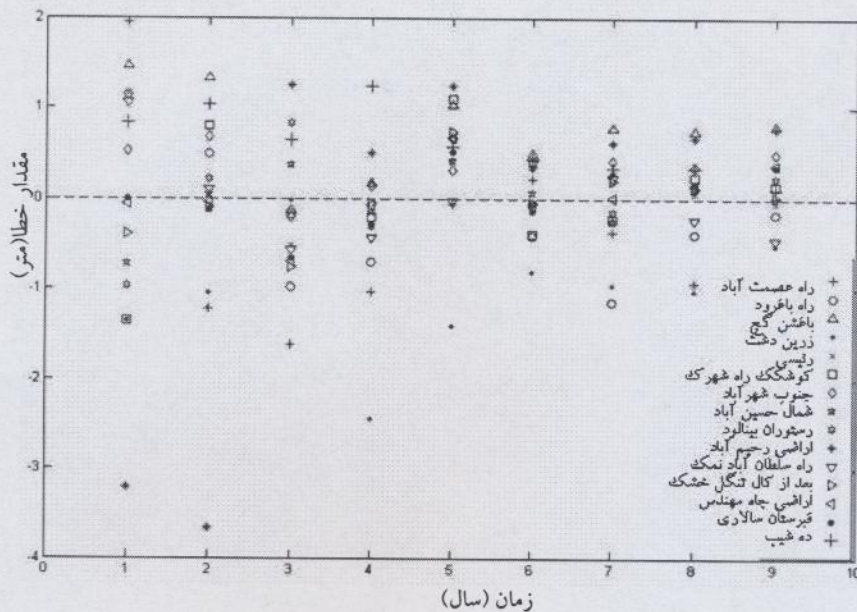
ابتدا با استفاده از برنامه مورد نظر، ضرایب متغیرهای مستقل با استفاده از اطلاعات ۹ سال دوره آماری در نظر گرفته شده (از ۷۱-۷۰ تا ۸۰-۷۹) که به ترتیب شامل متغیرهای برداشت از آبخوان، بارندگی، دمای ماکزیمم، دمای مینیمم و سطح آب اولیه در مقیاس سالیانه می باشد محاسبه گردید. در این مرحله دقت ضرایب به دست آمده با توجه به معیارهای در نظر گرفته شده ارزیابی گردید. مدل دارای $R^2 = 0.999$ و $RMSE = 0.801$ می باشد. ضریب تعیین برای هر یک از پیزومترهای مذکور به طور جداگانه نیز محاسبه گردید که در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱) مقادیر R^2 برای پیزومترهای انتخابی

ردیف	پیزومتر	ارتفاع
۱	راه عصمت آباد	۳۰۷۸
۲	راه باغورد	۳۰۶۶۷
۳	باغش گچ	۳۰۷۵۷
۴	زیر زمین	۳۰۸۰۰
۵	زیر زمین	۳۰۸۶۰
۶	آبشار	۳۰۹۶۸
۷	سنگ شهر آباد	۳۰۹۵۴
۸	شمال حسین آباد	۳۰۹۷۸
۹	رستوران بینالود	۳۰۹۶۶
۱۰	اراضی رحیم آباد	۳۰۹۶۹
۱۱	راه سلطان آباد نمک	۳۰۹۵۶
۱۲	بعد از کال تنگل خشک	۳۰۹۲۸
۱۳	اراضی چاه مهندس	۳۰۸۸۸
۱۴	قبرستان سالاری	۳۰۸۰۰
۱۵	ده شیب	۳۰۸۵۶

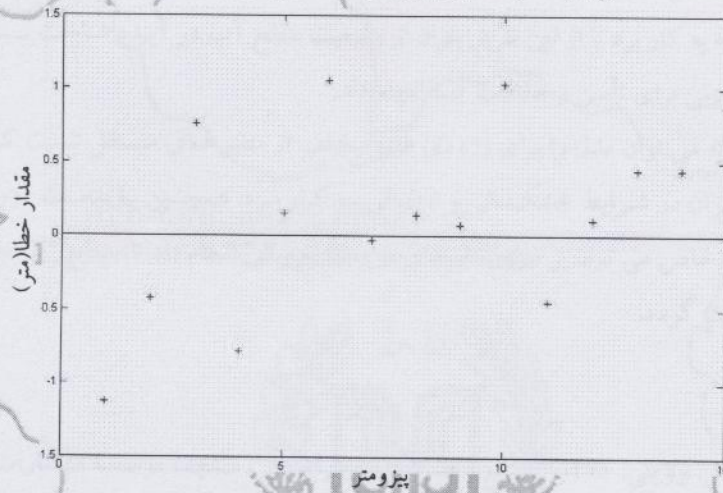
مطابق جدول فوق، پیزومترهای باغش گچ و اراضی رحیم آباد دارای عملکرد ضعیفی بوده اند. علت چنین عملکردی برای پیزومتر باغش گچ شاید ناشی از این باشد که پیزومتر فوق در اراضی پست و کناری دشت قرار دارد که باعث می شود هیچ گونه تغذیه ای آبخوان در این قسمت نداشته، در نتیجه دارای روند افت دائم سطح آب در طی دوره مطالعه بوده است. عدم حصول نتیجه مناسب برای پیزومتر اراضی رحیم آباد نیز شاید ناشی از قرار گرفتن پیزومتر فوق در کنار رودخانه باشد که باعث نوسان سطح آب زیرزمینی می شود و تراز واقعی سطح آب کامل تثبیت نشود. نتایج مذکور با توجه به شکل (۳) نیز تأیید می گردند.

شکل (۳) مقدار خطا برای هر یک از پیزومترهای انتخابی در مرحله آموزش



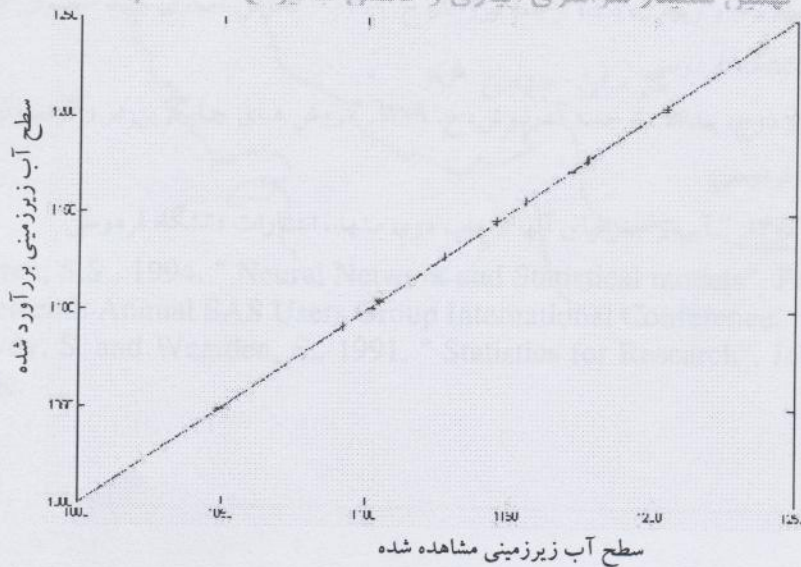
حال با توجه به ضرایب تعیین شده، مدل به دست آمده به وسیله اطلاعات یک سال از متغیرهای مستقل (۸۰-۸۱) تست گردید. نتایج عملکرد مدل برای دوره تست نیز عالی بوده به طوری که مقادیر R^2 ، RMSE و MAX(E) به ترتیب برابر ۰/۹۹۹، ۰/۶۴۴ متر و ۱/۱۳ متر بوده است. حداکثر خطای به دست آمده ۱/۱۳ متر می باشد که در محدوده قابل قبولی قرار دارد (شکل (۴)).

شکل (۴) مقدار خطا برای پیرومترهای انتخابی در مرحله تست



همچنین شکل (۵) نشان می دهد که مقادیر برآورد شده و مشاهده شده در دوره تست خیلی نزدیک به هم بوده اند.

شکل (۵) مقایسه مقادیر مشاهده شده و برآورد شده



۴- نتیجه گیری و پیشنهادات

نتایج کسب شده نشان می دهد که عملکرد مدل هم برای دوره آموزش و هم دوره تست عالی بوده است. به طوری که می توان از مدل فوق به عنوان یک ابزار مناسب برای پیش بینی سطح آب زیرزمینی استفاده کرد. مزیت اصلی مدل، پیش بینی سطح آب زیرزمینی در چندین پیزومتر به طور همزمان می باشد که در مقایسه با سایر مدل های موجود قابل توجه به نظر می رسد. بنابراین مدل فوق را می توان برای پیش بینی سطح آب در مقیاس ماهانه یا سالیانه به کار برد تا از این طریق بتوان از وضعیت سطح آب در آینده شناخت نسبتاً خوبی پیدا کرد و برنامه ریزی خوبی برای تأمین و حفاظت آب انجام داد.

البته قابل ذکر است که می توان مدل را برای ورودی های مختلف از متغیرهای مستقل تست کرد و یا اینکه عملکرد مدل را می توان در شرایط خشکسالی و ترسالی به کار برد. همچنین با بدست آوردن سطح آب زیرزمینی در یک ماه خاص می توان بر روی متغیرهای ورودی تغییراتی انجام داد تا سطح آب در تراز خاصی که مدنظر ماست تثبیت گردد.

فهرست مراجع

- [۱] توسلی، س. و س. ولایتی. ۱۳۷۰، "منابع و مسائل آب خراسان"، مشهد، موسسه انتشارات آستان قدس رضوی.
- [۲] شرکت آب منطقه ای و مهندسین مشاور طوس آب. ۱۳۷۷. "گزارش مطالعات محاسبه بیلان منابع آب حوضه آبریز دشت نیشابور" جلد ۳،
- [۳] جانسون، ریچارد آ. و ویچرن، د.د.، ترجمه نیرومند، ح. ۱۳۷۹. "تحلیل آماری چند متغیری کاربردی". مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی.
- [۴] بیرکس، د. و دوج، یدالله، ترجمه آذرنوش، ح. ۱۳۷۹. "روش های جایگزین در رگرسیون". مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی.
- [۵] ولایتی، س. ۱۳۷۶. "آب و جغرافیای آبها". چاپ دوم، مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی.
- [6] Warren, S.S., 1994. "Neural Network and Statistical models", Proceeding of the Nineteenth Annual SAS Users Group International Conference.
- [7] Dowdy, S. and Wearden, S., 1991. "Statistics for Research". John Wiley & Sons, Inc.