



همایش ملی مدیریت بحران آب

The National Conference on Water Crisis Management

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



نقش خشکسالی های اخیر در افت سطح ایستابی آب های زیرزمینی استان فارس

مطالعه موردی : شهرستان زرین دشت

مهدی فرزین* ، مظفر جباری^۱ ، سیدمحمدرضا اکبری^۲

* mehdii_farzin@yahoo.com

چکیده

با توجه به اقلیم خشک شهرستان زرین دشت و خطر خشک شدن چاه های این منطقه انجام یک مطالعه در مورد رفع مشکلات تامین آب مورد نیاز مصارف کشاورزی و صنعتی ضروری به نظر می رسد لذا در این راستا در این مطالعه تصمیم به اتخاذ اقداماتی گرفته شد که بتواند از افت تدریجی سطح آب های زیرزمینی جلوگیری کند . هدف این مطالعه پیش بینی سطح ایستابی آب های زیرزمینی و بررسی ارتباط گرافیکی بین میزان بارندگی با سطح ایستابی آب های زیرزمینی در دشت خسویه شهرستان زرین دشت با استفاده از مدل های اقتصادی و روشهای متداول می باشد . نتایج حاصل از ارزیابی رابطه بین دو متغیر میزان بارندگی و سطح ایستابی نشان می دهد که با یک روند متناوب در میزان بارندگی و با یک کاهش شدید در سطح ایستابی مواجه ایم . این نتایج آشکارکننده ی وجود یک خشکسالی اقلیمی در منطقه مورد مطالعه است. در ادامه به منظور پیش بینی سطح ایستابی آب های زیرزمینی از رهیافت باکس- جنکینز در انتخاب مدل اقتصادی استفاده شد. پس از انجام آزمون مانایی و محاسبات گوناگون مشخص گردید که بهترین مدل جهت برآورد تابع هدف ، الگوی سری زمانی میانگین متحرک انباشته خود همبسته (ARIMA) می باشد. داده های مورد نیاز این تحقیق از بانک اطلاعاتی سازمان آب منطقه ای شرق استان فارس بطور ماهیانه در افق زمانی بین

۱ دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت

۲ عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت



همایش ملی مدیریت بحران آب

The National Conference on Water Crisis Management

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



سالهای ۱۳۸۵-۱۳۷۴ جمع آوری گردید. نتایج تحقیق نشان داد که بهترین مدل جهت پیش بینی مقادیر آینده سطح ایستابی آب چاه های منطقه مدل $ARIMA(4,1,4)$ می باشد. با توجه به مقادیر سالهای اخیر و مقادیر پیش بینی شده تا سال ۱۴۰۰، با یک روند صعودی در میزان ایستابی سطح آب چاه های منطقه روبرویم به این معنی که در آینده سطح آب چاه ها تغییر خواهد کرد. لذا پیشنهاد می گردد که با توجه به اقلیم خشک و میزان پایین بارندگی در این منطقه جهت کاهش سطح ایستابی و افزایش حجم آب چاه ها، باید الگوی بهره برداری از آب تغییر کند. این مهم در صورتی تحقق می یابد که در روش های سنتی آبیاری بخش کشاورزی به همراه الگوی مصرفی آب شهری تجدید نظر جدی صورت پذیرد.

کلید واژه: سطح ایستابی، آبهای زیرزمینی، سری زمانی، خشکسالی هیدرولوژیک، خشکسالی اقلیمی، زرین دشت

مقدمه

از هنگامی که بشر به فکر استفاده از آب و خاک برای تولید مواد غذایی افتاد، همواره مسأله آب و روش درست بهره برداری از آن مهم و مورد توجه بوده است. با گذشت زمان، افزایش جمعیت و همچنین محدودتر شدن منابع موجود، موضوع استفاده نامناسب از منابع محدود، بویژه آب بحثهای فراوانی را در محافل علمی و در میان کشاورزان در پی داشته است. امروزه با بهره برداری فراوان و بی رویه از منابع آبهای سطحی و زیرزمینی، مسأله کمبود آب جنبه بحرانی پیدا کرده است به طوری که سده آینده را میتوان سده مبارزه با مالکیت منابع آب نامگذاری کرد. این مسئله بویژه در مناطق با اقلیم خشک نواحی جنوبی کشور مثل جنوب استان فارس بیشتر نمود دارد. استفاده بی رویه و غیر مجاز از منابع آبهای زیر زمینی یکی از مهمترین چالشها در مسئله بهره برداری از منابع آب می باشد. یکی از عوامل اصلی و محدودکننده توسعه بخش کشاورزی ایران نهاده آب می باشد. آب گرانبهارترین ثروتی است که در اختیار بشر قرار گرفته، بخصوص در کشور ما که سطح وسیعی از انرا مناطق خشک و کویری دربر گرفته است. با توجه به اقلیم خشک و شکننده کشور و با در نظر گرفتن خشکسالی های اخیر اهمیت آب به عنوان یک نهاده



همایش ملی مدیریت بحران آب

The National Conference on Water Crisis Management

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



حیاتی بیش از پیش مشخص می شود و در صورتی که براساس توسعه پایدار برای منابع آب برنامه ریزی نکنیم در آینده کشور با معضلات غیر قابل حلی مواجه خواهد شد. از طرف دیگر نظر به اینکه بیش از ۹۴ درصد منابع آب کشور در بخش کشاورزی مصرف می شود. شهرستان زرین دشت بین طولهای جغرافیایی ۴۶ ۵۸ ۵۳ تا ۴۰ ۰۱ ۵۵ و عرضهای ۳۱ ۰۰ ۳۸ تا ۲۵ ۳۶ ۲۸ قرار دارد و از مساحت ۴۶۲۶۰۰ هکتاری ۶۲٪ مناطق کوهستانی و تپه ماهور و مابقی دشتی و پست می باشد این شهرستان در جنوب شرقی استان فارس و ۸٪ خاک استان و ۱٪ خاک کشور را شامل می شود. بیشترین درختی که در این شهرستان یافت می شود به طوری که می شود گفت این شهرستان با این درخت آذین بندی شده است درخت خرما می باشد و از پرتفردارترین درخت ها در این شهرستان می باشد که این درخت هم به نوبه خود دارای انواع مختلفی می باشد اعماز شاه یونی، گنتال، پرکون، پیارم، لشت و ... مهم ترین منطقه کشاورزی آن اطراف شهر دیربان و تولیدات عمده آن گندم، ذرت و هندوانه است که از این نظر در شهرستان مقام اول را دارد. شهر دیربان جدیدابه راه ارتباطی بین شهر ستان های داراب-لار-جهرم و زرین دشت در آمده است شهرستان زرین دشت با توجه به وضعیت خاص زمین شناسی به لحاظ منابع و سفره های زیر زمینی بسیار فقیر بوده و همچنین بر اثر بهره برداری بی رویه غیر مجاز علاوه بر کمیت، کیفیت این منابع را نیز به شدت تحت تاثیر قرار داده است در راستای تغذیه این سفره ها تعداد ۲۵ طرح های تغذیه مصنوعی انجام که طرح تغذیه مصنوعی مزایجان با حجم آبیگری ۲/۱۰۰/۰۰۰ مترمکعب از شاخص ترین پروژه های اجرا شده است. در این راستا انجام یک طرح پژوهشی در زمینه راه های حفظ سفره های آب زیرزمینی و پیش بینی مقادیر آینده احساس می گردد. ایستایی در زمینه پیش بینی مقادیر آینده سطح آب چاه یک مفهوم نامطلوب است که باید با این پدیده مقابله شود. با توجه به شرایط خشکسالی و کم آبی منطقه مورد مطالعه استفاده از متغیر ایستایی سطح آب چاه یک معیار مناسب برای بررسی و پیش بینی افت سطح آب چاه های منطقه می باشد. این تحقیق قادر است که از طریق پیش بینی مقادیر عددی سطح آب چاه های منطقه، بستر مناسب برای سیاستگذاری در جهت توسعه و بهبود منابع آبی فراهم سازد. علاوه بر این یک پیش بینی خوب و علمی می تواند به طراحان و سیاستگذاران این امکان را بدهد که در آینده تصمیمات مناسبی اتخاذ کنند.



مطالعات زیادی در زمینه پیش بینی مقادیر آینده انجام پذیرفته که از جمله آن می توان ب مطالعه نجفی و همکاران (۱۳۸۵) اشاره کرد. آنها در تحقیق خود به پیش بینی میزان صادرات پسته بر اساس داده های سال های ۱۳۰۴ تا ۱۳۸۲ با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی و مدل ARIMA پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد که شبکه عصبی پیشخور در مقایسه با سایر شبکه های عصبی و مدل ARIMA عملکرد بهتری در پیش بینی میزان صادرات پسته ایران دارد. قاسمی و همکاران (۱۳۷۹) نیز به پیش بینی قیمت شیر با استفاده از مدل ARIMA و شبکه عصبی مصنوعی پرداختند و دریافتند که خطای پیش بینی مدل شبکه عصبی مصنوعی ۹ تا ۲۲ درصد کمتر از مدل ARIMA می باشد. مطالعات خارجی نیز در باره پیش بینی مقادیر انجام شده است که از جمله آن می توان به ها اوفی و همکاران (۲۰۰۷) اشاره کرد که اقدام به پیش بینی کوتاه مدت قیمت غذا در چین با استفاده از سه مدل MSOA, BP, ARIMA کردند آنها نشان دادند که الگوریتم پس انتشار با مشکلاتی از قبیل همگرایی ضعیف و تریجی مواجه است. بنابراین یک رویکرد بهینه سازی چند مرحله ای (MSOA) را جهت غلبه بر نقاط ضعف BP پیشنهاد کردند. آنها دریافتند که پیش بینی های مدل MSOA بطور قابل ملاحظه ای دقیق تر از مدل های BP و ARIMA است.

روش تحقیق

به منظور بررسی رابطه ی خشکسالی و منابع آب زیرزمینی، داده های بارش سالیانه و ماهیانه دشت خسویه ی شهرستان زرین دشت و همین طور داده های هیدروگراف سالانه و ماهانه دشت مورد استفاده قرار گرفته است. برای تجزیه و تحلیل خشکسالی ها در ایستگاه های باران سنجی دشت و تعیین شاخص خشکسالی از رابطه زیر استفاده می گردد:

$$\% \Delta P = \frac{P_i - \bar{P}}{\bar{P}} \times 100$$

در رابطه فوق $\% \Delta P$ درصد انحراف از میانگین بارش و P_i بارش هر سال یا ماه مورد نظر و \bar{P} بارش میانگین دوره می باشد. نتایج بدست آمده از محاسبات رابطه فوق عمدتاً بصورت گرافیکی ارائه شده است. هدف بعدی در این مطالعه پیش بینی ایستایی سطح آب چاه می باشد



که نمی توان از یک تابع چند متغیره همانند مدل عرضه و تقاضای ذکر شده استفاده کرد، همچنین جهت انجام این پیش بینی نیاز به استفاده از متغیرهای متعددی که بر میزان ایستایی آب چاه موثر باشند، وجود ندارد (اگرچه وجود سایر متغیرهای اثر گذار ممکن است پیش بینی قابل قبول تری را در اختیار ما قرار دهد). بر این اساس و با توجه به آمار و اطلاعات موجود الگوهای سری زمانی را جهت بررسی متغیر مورد نظر و پیش بینی آن مورد استفاده قرار گرفتند که بطور کامل مکانیسم نحوه انجام آن را تشریح می کنیم. سری زمانی دنباله ای از مشاهدات برای یک متغیر معین است که یک ترکیب غیر قابل تغییر در طول زمان دارد. استفاده از مدل های سری زمانی به دلیل نیاز به متغیرهای کمتر نسبت به مدل های اقتصادسنجی بسیار مفید می باشند. چنین مدل هایی به سادگی ساخته شده و در استفاده از آنها نیازی به اطلاعات قبلی در خصوص روابط علی میان متغیرها وجود ندارد. توضیح یا پیش بینی رفتار یک سری زمانی با استفاده از مدل ساختاری غیرممکن یا بسیار دشوار است. به طور مثال ممکن است داده هایی در مورد متغیرهای توضیحی که بر متغیر وابسته مان تاثیر می گذارند وجود نداشته باشد. برخی موارد نیز به هنگام بر آورد مدل های ساختاری، خطاهای معیار آنقدر بزرگ هستند که اکثر ضرایب بر آورد شده را به لحاظ آماری غیر معنی دار کرده و در نتیجه خطای معیار پیش بینی را نیز افزایش می دهد، پس پیش بینی های حاصل غیر قابل اعتماد خواهند بود. با توجه به مطالب گفته شده برتری نسبی مدل های سری زمانی بر دیگر مدل های مورد استفاده در تخمین توابع آشکار می گردد. یک الگوی سری زمانی شامل فرآیند تصادفی مختلط میانگین متحرک خودهمبسته از دنباله تصادفی $\{y_t\}$ با درجات p و q ، به صورت زیر تعریف می شود:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \delta + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

$$\varepsilon_t \approx iid(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

فرآیند فوق را یک فرآیند خود توضیح میانگین متحرک می نامند و بصورت $ARMA(p,q)$ نشان می دهند. بنا به تعریف، این فرآیند از دو جزء ساکن شامل فرآیند میانگین متحرک (MA) بخش دوم رابطه فوق و فرآیند خودهمبسته (AR) بخش اول، تشکیل شده است. این دو بخش توسط جزء (δ) از هم تمییز داده می شوند.

بررسی ایستایی متغیرهای سری زمانی



بررسی روش ها و معیارهای مختلف در تعیین مدل بهینه سری زمانی با فرض ساکن بودن (مانا بودن) فرآیند تصادفی میانگین متحرک خود همبسته می باشد. حال اگر فرآیند مورد نظر ساکن (مانا) نباشد، قبل از برآورد یک الگوی سری زمانی می بایست ایجاد اطمینان کرد که سری زمانی تحت بررسی از طریق تبدیلات مورد نیاز (مانند لگاریتم گیری و تفاضل گیری های لازم) به یک سری ساکن تبدیل شده است. جهت بررسی ایستایی یک مدل و متغیر سری زمانی ابتدا باید مقدار میانگین متغیر وابسته در طول زمان را محاسبه نموده و به این نتیجه برسیم که این میانگین در طول زمان تغییر می کند. برای بررسی ایستایی مقدار میانگین متغیر وابسته را از مدل زیر بدست آورده سپس شروط لازم و کافی را در مورد ایستا بودن متغیر سری زمانی را مطرح می نمایم:

$$\mu = \frac{\delta}{1 - \alpha_1 - \alpha_2 - \dots - \alpha_p}$$

با توجه به رابطه فوق می توانیم شرط لازم برای ایستایی متغیر سری زمانی را بررسی کنیم. اگر عبارت مخرج در رابطه ی فوق کوچکتر از یک باشد این شرط لازم برای ایستا بودن متغیر وجود دارد اما باید شرط کافی را نیز برای ایستایی متغیرها بررسی شود:

۱. آزمون ریشه واحد یا دیکی - فولر :

برای بررسی ایستایی متغیرهای سری زمانی اخیرا آزمونی به نام آزمون ریشه واحد یا (Unit Root) شهرت یافته است که توسط شخصی به نام دیکی فولر (Dickey Fuller) ارائه شده است. مراحل و چگونگی انجام این آزمون گسترده است که از تشریح آن صرفه نظر می شود و فقط به این نکته بسنده می گردد که در بررسی ایستایی یک مدل اگر مدل مورد نظر ما دارای ریشه واحد باشد یعنی ضریب عبارت y_{t-1} در معادله $y_t = \alpha y_{t-1} + \varepsilon_t$ که یک معادله رگرسی شده ی y_t بر y_{t-1} است، برابر یک باشد در این صورت متغیر سری زمانی ما غیر ایستاست و y_t دارای ریشه ی واحد است. در مواجهه با این موضوع باید از متغیر سری زمانی تفاضل گیری کنیم تا ایستا شود. اگر با یک بار تفاضل گیری متغیر سری زمانی ایستا شد در آن صورت آن متغیر را



انباشته از مرتبه یک می نامیم که با عبارت $I(1)$ نمایش می‌دهیم. (I مخفف کلمه **Integration** یا انباشتگی می باشد) ولی اگر با یک بار تفاضل گیری متغیر مورد نظر ما ایستا نشد باید دو بار عمل تفاضل گیری را انجام دهیم که در آن صورت متغیر سری زمانی ما حالت انباشته از مرتبه دوم یا $I(2)$ خواهد بود و اگر باز هم ایستا نشد - که در پیش بینی مدل های سری زمانی به ندرت پیش می آید - تفاضل گیری را تا n مرتبه ادامه می دهیم تا متغیر ما ایستا شود.

۲. آزمون دیکی فولر تعمیم یافته یا (ADF):

ایستایی یا غیر ایستایی متغیرها در یک تحقیق را می توان با استفاده از آماره ی دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) نیز بررسی کرد بدین صورت که پس از محاسبه ی این آماره ، آن را در سطوح مختلف با مقادیر بحرانی جدول مربوط به آن مقایسه کرده و اگر قدر مطلق این آماره بزرگتر از قدر مطلق مقادیر بحرانی شود فرضیه صفر مبنی بر غیر ساکن بودن سری رد می شود و متغیرهای سری زمانی ما ساکن یا ایستا خواهند بود. در غیر اینصورت اگر قدر مطلق آماره دیکی فولر تعمیم یافته کوچکتر از قدر مطلق مقادیر بحرانی گردد متغیرهای سری زمانی ما نا ایستا خواهند بود و باید با عمل تفاضل گیری ایستا شوند .

۳. استفاده از تابع و نمودار همبسته نگار یا **Correlogram** :

با استفاده از این تابع می توان در واقع مقادیر خود همبستگی جزئی و کلی یک سری را در شکل نموداری و مقداری ، جهت پی بردن به ایستایی و نا ایستایی یک سری نشان داد. اگر نمودار یا مقادیر یک سری ، بطور سریع قطع شده و یا نسبتاً سریع تنزل یابد سری مذکور پایا یا ایستا خواهد بود . ولی اگر خود همبستگی خیلی آهسته و بصورت روند نزولی ، تنزل یابد ، مقادیر اولیه ی سری مذکور نا پایا یا غیر ایستا خواهد بود . اگر داده های ما ایستا بودند یکی از بهترین الگوها جهت برآورد و پیش بینی میزان بارندگی که هدف ما در این تحقیق است همان الگوی **ARMA** است . اما اگر داده ها را از لحاظ ایستایی بررسی شد و بصورت نا ایستا یا پویا تعریف گردید دیگر نمی توان از مدل مذکور استفاده کرد که در اینجا الگوی جدیدی به نام الگوی **ARIMA** یا (الگوی خود توضیح انباشته میانگین متحرک) پیشنهاد شده است. واضح است که یک فرآیند ایستا حاصل از یک سری تغییرات به



نام تفاضل گیری از یک سری نا ایستاست . الگوی نامبرده با مرتبه های p, d, q بصورت $ARIMA(p, d, q)$ نشان داده می شود که d تعداد عمل تفاضل گیری از سری نا ایستا می باشد . فرآیند $ARIMA(p,d,q)$ برای متغیر x را می توان به صورت رابطه زیر نشان داد :

$$Y_t = f(t) + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + \sum \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t$$

$$y_t = \Delta^d x_t = (1-L)^d x_t \quad \text{که در آن :}$$

و $f(t)$ روند زمانی را (در صورت وجود) در y_t بر آورد می کند . در اکثر متغیر های اقتصادی ، $d = 1$ بوده ، در نتیجه $f(t) = \alpha + \delta t$ می باشد . لازم به ذکر است که اگر $d=0$ باشد فرآیند $ARIMA$ تبدیل به فرآیند $ARMA$ می گردد .

پس از بررسی ایستایی مدل با استفاده از آماره ی ADF مشخص گردید که الگوی سری زمانی مورد مطالعه نا ایستاست. با توجه به مطالب فوق فرآیند $ARIMA(p,d,q)$ به عنوان بهترین مدل جهت تخمین پارامترها و پیش بینی مقادیر آینده انتخاب گردید. جهت برآورد مدل بهینه سری زمانی از روش باکس - جنکینز استفاده شد. کلیه مراحل تخمین مدل و انجام آزمون های مربوط توسط بسته نرم افزاری $Eviews5$ صورت پذیرفت. داده های مورد نیاز این مطالعه بصورت ماهانه در فاصله زمانی فروردین ۱۳۷۴ تا تیرماه ۱۳۸۵ از بانک اطلاعات سازمان آب منطقه ای شرق استان فارس گردآوری شد.

روش باکس - جنکینز (**Box - Jenkins**) برای مدل سازی سری های زمانی :

دنباله سری زمانی ساکن $y_1, y_2, y_3, \dots, y_t$ را در نظر بگیرید. هدف در اینجا استخراج مدلی است که سری مذکور توسط آن تولید شده و بتوان از آن برای پیش بینی مقادیر آینده سری استفاده کرد . یک روش مشخص برای مدل سازی سری های زمانی خطی توسط باکس و جنکینز در سال ۱۹۷۰ ارائه گردید و به دنبال آن مورد استفاده گسترده آماردانان ، مهندسين و اقتصاد دانان قرار گرفت . روش باکس - جنکینز برای مدل سازی سری زمانی ساکن ، مبتنی بر اصل صرفه جویی (**principle of parsimony**) می باشد .. بدین معنی که از میان چند



مدل که همگی به نحو رضایت بخشی از میان داده ها برازش شده مدلی با کمترین تعداد پارامترها مرجح می باشد. این ترجیح برای انتخاب مدل ساده تر نسبت به مدل های پیچیده ، چندین مزیت دارد . اولاً با انتخاب مدل ساده دقت تخمین پارامترها افزایش می یابد، ثانیاً با انتخاب یک مدل ساده از مشکل تعدد مدل (Model Multiplicity) اجتناب می شود. روش باکس - جنکینز بر اساس یک معیار بهینه یابی نیست. لازم به ذکر است این مدل بیشتر برای تخمین و پیش بینی سری های زمانی تک متغیره استفاده می شود. این روش مدل سازی شامل سه مرحله به ترتیب زیر می باشد :

۱. تشخیص (Identification) : در این مرحله چندین مدل از گروه مدل های ARMA انتخاب می شوند، یعنی با بررسی توابع خودهمبستگی نمونه مقادیری برای p و q تعیین می گردند .

۲. تخمین (Estimation) : در این مرحله مدل (یا مدل هایی) که در مرحله نخست به طور آزمایشی انتخاب شده اند روی داده ها برازش شده و پارامترهای آن (ϕ_i, θ_i) برآورد می شوند.

۳. بازبینی تشخیصی (Diagnostic Checking) : در این مرحله رضایت بخش بودن مدل (یا مدل هایی) که در مرحله اول انتخاب و در مرحله دوم تخمین زده شده ان مورد ارزیابی قرار می گیرند. این ارزیابی بر اساس معیارهایی است که برای همین منظور در نظر گرفته شده اند. در این مرحله با استفاده از معیاهایی به مقایسه مدل ها پرداخته می شود.

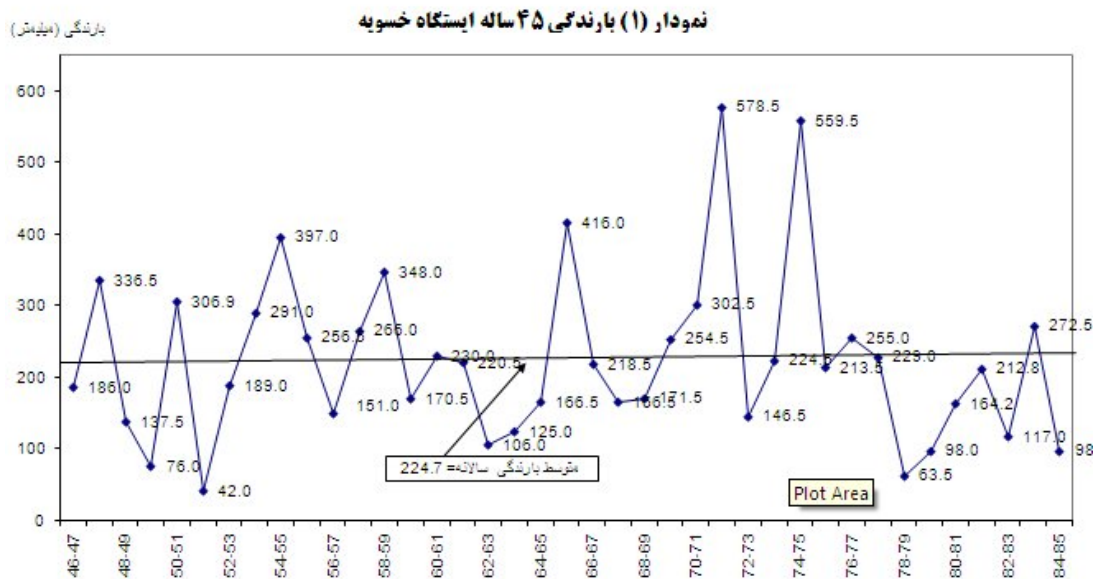
یکی از مهمترین مراحل در تعیین الگوی بهینه مرحله سوم یعنی بازبینی و تشخیص است . همانطور که گفته شد ابزار ارزیابی و تشخیص معیارهای اقتصادی است. بعد از شناسایی و تخمین مدل (مدلهای) مختلف باید رضایت بخش ترین و ساده ترین مدل انتخاب شود ، به همین دلیل چند معیار برای مقایسه مدلها و انتخاب مدل نهایی بوسیله محققین پیشنهاد شده است. هر یک از این معیارها میان خوبی برازش و سادگی مدل به دنبال یک راه حل بهینه هستند. برازش برحسب مقدار حداکثر تابع درستنمایی اندازه گیری می شود. سادگی مدل نیز بر حسب تعداد پارامترهای برآورد شده تعیین می گردد. تفاوت میان این معیارها ، اهمیتی است که هریک از آنها به کاهش تعداد پارامترهای مدل (سادگی) می دهند. معیارهایی جهت تعیین مدل بهینه سری زمانی و مقایسه مدل



های تخمینی وجود دارند که شامل معیار AIC آکایک ، معیار BIC آکایک ، معیار SBC شوارز ، معیار CAT پارزن و معیار HQC (Hannan – Quinn Criterion) می باشند . معیار AIC (Akaike Information Criterion) برای مدل هایی که از مرحله بازبینی تشخیصی گذشته اند محاسبه شده و مدلی انتخاب می گردد که کمترین میزان AIC را دارا باشد. بعضی از مطالعات نشان داده اند که معیار AIC مرتبه خودهمبسته الگو را بیش از مقدار واقعی تعیین می کند . به همین لحاظ آکایک معیار دیگری به نام معیار اطلاعات بیزین یا BIC (Bayesian Information Criterion) ارائه کرد شوارز معیاری مشابه معیار BIC آکایک ارائه کرده که به معیار بیزین شوارز یا SBC (Schwarz Bayesian Criterion) معروف است . پارزن معیار دیگری را برای انتخاب تعداد پارامترهای بهینه یک الگوی خودهمبسته ارائه کرد و آن را معیار CAT (Criterion for Autoregressive Transfer Function) نامیده است. معیار HQC (Hannan – Quinn Criterion) معیار دیگری است که برای انتخاب درجه مدل های میانگین متحرک خودهمبسته (ARMA) و مدل های خودرگرسیو برداری (VAR) پیشنهاد گردید. برای یک سری زمانی ، معیارهای فوق ممکن است به نتایج متفاوتی منتهی شود . غالباً در تحقیقات برای انتخاب الگو از معیار AIC, SBC استفاده می شود . در این پژوهش نیز از این دو معیار استفاده شده است . در میان سه معیار AIC و SBC و HQC معیار SBC ساده ترین مدل (یعنی مدل با کمترین پارامترهای برآورد شده) را برای $T \geq 8$ انتخاب می کند ، اما AIC کمترین اهمیت را به سادگی مدل می دهد. معیار HQC از این لحاظ بین دو معیار فوق قرار می گیرد تحت شرایط معین می توان نشان داد که HQC و SBC سازگارند، به این مفهوم که آنها در نمونه های بزرگ ، منتهی به انتخاب مدل صحیح می شوند. البته می باید مدل صحیح یکی از مدل های تحت بررسی باشد. خاصیت سازگاری در مورد معیار AIC وجود ندارد، اما این موضوع به آن مفهوم نیست که معیارهای SBC یا HQC ضرورتاً ارجح بر معیار AIC هستند زیرا بندرت می توان دریافت که روش جستجو همواره مدل صحیح را در بر می گیرد.



در بررسی بارش های منطقه با تاکید بر ایستگاه باران سنجدی خسویه مشخص شد که بارش متوسط سالانه دشت که با روش میانگین وزنی محاسبه شده است ، برابر با ۲۲۴/۷ میلی متر می باشد همچنین میزان بارش در سال پر باران برابر با ۵۷۸/۵ و در سال های کم باران این میزان برابر ۴۲ میلی متر می باشد، یعنی نسبت سال خشک به سال مرطوب ۱ به ۱۳ می باشد این نسبت نشان می دهد نوسانات بارندگی سالیانه بسیار شدید می باشد . نمودار شماره ۱ نشان دهنده ی نوسانات بارشی در طی ۴۵ سال اخیر در این دشت می باشد . طبق این نمودار در سال های اخیر خصوصا از سال ۱۳۷۴ به بعد میزان بارش بسیار کمتر از حد متوسط یوده است که این موضوع بیانگر خشکسالی شدید در این سالها می باشد.



منبع : سازمان آب منطقه ای شرق فارس (شهرستان فسا)

لازم به ذکر است که با توجه به برداشت افراطی از سفره های آب زیرزمینی در این دشت و همچنین روند متناوب بارندگی یکی از عوامل موثر بر کاهش سطح ایستابی آبهای زیرزمینی در این دشت شده است . این عوامل به دسته انسانی و محیطی تقسیم بندی می شود : عوامل انسانی همانطور گفته شد شامل میزان برداشت غیر اصولی از سفره های آب زیر زمینی بدلیل حفر چاه های غیر



مجاز می باشد. عوامل محیطی شامل میزان بارندگی، تبخیر و تعرق، جریان سطحی آب، میزان نفوذ حوضه آبخوان، برگشتی از مصارف کشاورزی می باشد. مقادیر بدست آمده برای هر یک از عوامل محیطی، نشان از وجود خشکسالی شدید در منطقه دارد، تاثیر این خشکسالی در بخش دوم مطالعه که مربوط به پیش بینی سطح ایستابی آب چاه های منطقه است، بطور کامل مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از محاسبات انجام شده در مورد حجم بارندگی محدوده مطالعاتی خسویه در دو بخش آهکی و آبرفتی در قالب جدول شماره ۱ آمده است. اعداد و ارقام بدست آمده بیانگر سهم بیشتر آبخوان آبرفتی در مقایسه با آبخوان آهکی در تغذیه سفره های آب زیرزمینی است.

جدول شماره (۱)، بیلان آب زیرزمینی آبخوان آهکی محدوده مطالعاتی خسویه

بیلان	تخلیه			تغذیه
	جمع تخلیه	جریانهای خروجی	چاه و چشمه	نفوذ بارندگی
-۱/۵	۱۸/۸۵	.	۱۸/۸۵	۱۷/۴

ماخذ: یافته های تحقیق و نتایج مطالعات سفره های آب زیرزمینی شرق استان فارس (شهرستان فسا)

جدول شماره (۲)، بیلان آب زیرزمینی و چرخه آب آبخوان آبرفتی محدوده مطالعاتی خسویه

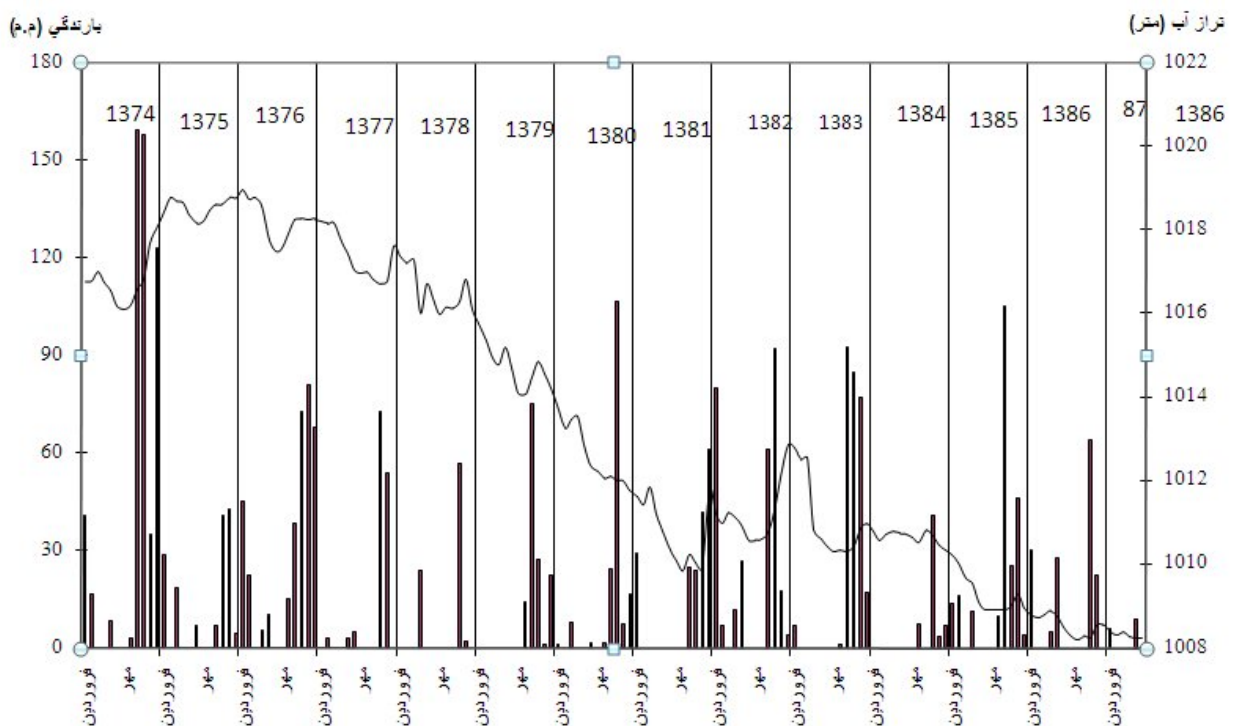
بیلان	تخلیه					تغذیه						
	جمع تخلیه	جریان خروجی از آب زیرزمینی	تبخیر از آب زیرزمینی	زهکشی از سفره	چاه	جمع تغذیه	پساب شرب و صنعت	پساب کشاورزی	جریان های سطحی	تغذیه از ارتفاعات	نفوذ بارندگی	جریان های ورودی از دشت مجاور
۱۶/۸۲	۶۷/۹	۰	۳۷۱	۰	۶۴/۱۵	۵۱/۰۴	۱/۹۴	۱۲/۰۱	۱۰/۳۲	۰	۱۷/۷۷	۹



ماخذ: یافته های تحقیق و نتایج مطالعات سفره های آب زیرزمینی شرق استان فارس (شهرستان فسا)

با توجه به محاسبات انجام شده مجموع جریانهای سطحی، جریان سطحی مازاد و مصرف آب های سطحی و چشمه ها به ترتیب برابر ۹۳/۲۵، ۸۲/۹۳ و ۰ میلیون متر مکعب بدست آمد. همچنین میزان مصرف آبهای زیرزمینی معادل ۸۳ میلیون مترمکعب، مصرف شرب و صنعت از آبهای سطحی و زیرزمینی و مصرف کشاورزی به ترتیب برابر ۲/۴۲ و ۸۰/۵۸ میلیون مترمکعب حاصل گردید. جهت نشان دادن ارتباط گرافیکی بین میزان بارندگی با سطح ایستابی آب های زیرزمینی از اشکال زیر استفاده می شود.

نمودار(۲). هیدروگراف واحد دشت خسویه (محدوده مطالعه دشت خسویه کد ۲-۲۷۲۱)





همایش ملی مدیریت بحران آب

The National Conference on Water Crisis Management

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



در نمودار شماره ۲، خطوط عمودی نشان دهنده ی میزان بارندگی بصورت ماهیانه و منحنی متناوب نشان داده شده در گراف که به شکل تابع سینوسی است بیانگر سطح ایستابی سفره های آب زیرزمینی نسبت به سطح دریا می باشد. با توجه به شکل و نتایج بدست آمده روند ایستابی در محدوده مطالعاتی مورد نظر بصورت نزولی است، همچنین میزان بارندگی با نوسانات شدیدی روبرو می باشد بطوریکه کمترین میزان بارندگی در مهرماه سال ۱۳۸۳ با مقدار تقریباً صفر میلی متر و بیشترین مقدار بارندگی مربوط به آبان ماه سال ۱۳۷۴ با مقدار ۱۶۵ میلی متر بوده است. همچنین تغییرات سطح ایستابی سفره های آب زیرزمینی منطقه نسبت به سطح دریا در حالات حداقل و حداکثر به ترتیب در سال ۱۳۸۶ در حدود ۱۰۰۸ متر و در سال ۱۳۷۶ تقریباً ۱۰۱۹ متر بوده است. نتایج فوق نشان دهنده یک سیر نزولی و بحرانی در میزان بارندگی و یک افت نسبتاً شدید در سطح ایستابی سطح آبهای زیرزمینی منطقه دشت خسویه شهرستان زرین دشت می باشد.

همانطور که پیشتر بیان شد هدف دوم این مطالعه بررسی و پیش بینی میزان ایستابی آب چاههای دشت خسویه واقع در شهرستان زرین دشت می باشد. در این راستا آمار اندازه گیری سطح ایستابی این منطقه مبنای مطالعه قرار گرفت. در جدول شماره ۳ مشخصات آبرفتی مربوط به دشت خسویه قابل مشاهده است.

جدول شماره (۳) مشخصات آبرفتی دشت خسویه (شهرستان زرین دشت)

مختصات U.T.M				
نام محل	X	-	Y	ارتفاع نقطه نشانه (متر)
قریه خسویه	۳۱۶۰۷۵۶	-	۲۴۴۲۳۷	۱۰۲۹.۲۴۸
	۱۴.۴		دشت	آبرفتی



همایش ملی مدیریت بحران آب

The National Conference on Water Crisis Management

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



خسویه

منبع: آمارنامه سازمان آب منطقه ای شرق استان فارس

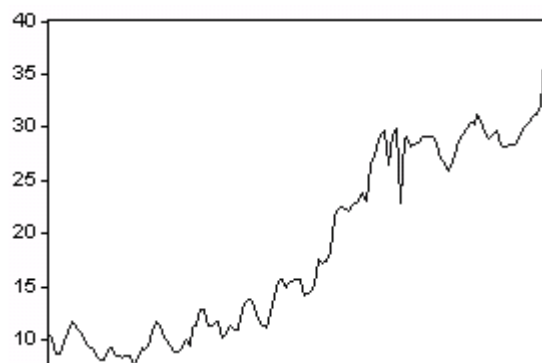
جدول شماره (۴) آمار اندازه گیری سطح ایستابی آب چاه در شهرستان زرین دشت بین سالهای ۱۳۸۵-۱۳۷۴ (متر)

سال	۷۴	۷۵	۷۶	۷۷	۷۸	۷۹	۸۰	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵
میانگین	۱۰/۱۶	۸/۴۹	۹/۷۷	۱۱/۰۹	۱۱/۹۵	۱۴/۸۴	۲۰/۱۲	۲۶/۶۸	۲۸/۴۹	۲۹/۱۰	۲۹/۲۳	۳۴/۱۸
حداک	۱۱/۷۴	۹/۱۹	۱۱/۷۲	۱۲/۸۵	۱۳/۷۷	۱۵/۷۴	۲۲/۸	۲۹/۹۷	۲۹/۲	۳۱/۲۷	۳۰/۹۷	۳۶/۹۵
ث												
حداقل	۸/۶۸	۷/۶۸	۸/۲۴	۹/۱۷	۱۰/۵۶	۱۲/۴۷	۱۵/۲	۲۲/۸	۲۶/۷	۲۶	۲۸/۱۱	۳۱/۱۶

منبع: آمارنامه سازمان آب منطقه ای شرق استان فارس

اطلاعات اولیه شامل میانگین سالانه، مقادیر حداکثر و حداقل سطح ایستابی آب در فاصله سالهای ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۵ در جدول فوق نشان داده شده است. نمودار زیر تغییرات سطح آب چاه های منطقه از فروردین ماه سال ۱۳۷۴ لغایت تیرماه ۱۳۸۵ نشان می دهد. محور افقی نمایانگر سال و محور عمودی سطح ایستابی آب چاه (بر حسب متر) را مشخص می نماید.

نمودار (۳) تغییرات سری ماهانه سطح ایستابی آب چاه در افق زمانی ۱۳۷۴-۱۳۸۵





جهت بررسی ایستایی الگوی سری زمانی فوق از آزمون ریشه واحد استفاده شد که دو معیار AIC ، SBC مورد آزمون قرار گرفتند. نتایج آزمون دیکی فولر برای متغیر میزان ایستایی آب (water stationary) ، در حالتی که معادله آزمون شامل روند نمی گردد در جدول ۵ و در حالتی که معادله آزمون شامل روند می گردد در جدول ۶ خلاصه شده است.

جدول شماره (۵) آزمون ریشه واحد برای متغیر میزان ایستایی بدون روند در معادله آزمون

مرتبۀ تفاضل	آماره آزمون	AIC	SBC
گیری (d)			
ADF(۰)	۰/۱۹	۳/۳۴	۳/۳۸
ADF(۱)	-۱۳/۲۹	۳/۳۳	۳/۳۷

منبع : یافته های تحقیق . اعداد داخل پرانتز مرتبۀ تفاضل گیری (d) می باشند. مقادیر بحرانی ۱،۵ و ۱۰ درصد برای آماره ی دیکی- فولر

تعمیم یافته (ADF) به ترتیب برابر ۳/۴۷- ، ۲/۸۸- و ۲/۵۷- می باشد.

جدول شماره (۶) آزمون ریشه واحد برای متغیر میزان ایستایی با روند در معادله آزمون



SBC	AIC	آماره آزمون	مرتبۀ تفاضل گیری (d)
۳/۳۵	۳/۲۹	-۲/۷۴	ADF(۰)
۳/۳۹	۳/۳۳	-۱۳/۳۹	ADF(۱)

منبع: یافته‌های تحقیق. اعداد داخل پرانتز مرتبۀ تفاضل گیری (d) می‌باشند. مقادیر بحرانی ۱.۵ و ۱۰ درصد برای آماره ی دیکی - فولر

تعمیم یافته (ADF) به ترتیب برابر ۰.۲/۴، -۳/۴۴ و -۳/۱۴ می‌باشد.

همانطور که در شرط دوم از سلسله شرایط کافی جهت ایستایی گفته شد، اگر قدرمطلق آماره ADF (دیکی - فولر تعمیم یافته) از مقادیر بحرانی در سطوح ۵ یا ۱۰ درصد بزرگتر باشد مدل ایستا می‌شود، با در نظر گرفتن این موضوع و نتایج حاصل از آزمون ایستایی (ریشه واحد دیکی - فولر) مشخص گردید که هم در حالت معادله با روند (جدول ۶) و هم معادله بدون روند (جدول ۵) ایستایی مدل با یک مرتبه عمل تفاضل گیری (حالت ADF(۱)) صورت می‌پذیرد. پس مقدار عددی d جهت ورود به فرم نهایی مدل $ARIMA(p,d,q)$ برابر با یک می‌باشد. حال به مرحله شناسایی وقفه‌های جملات می‌آیند متحرک (مرتبه q) و خودهمبسته (مرتبه p) الگوی سری زمانی سطح ایستایی آب می‌پردازیم. از آنجایی که ممکن است مدل‌های مختلفی برای تعیین مدل بهینه سری زمانی مورد نظر ما وجود داشته باشد لذا اقدام به طراحی جدول مقادیر SBC, AIC می‌کنیم تا بر اساس روش باکس-جنکینز مدل با کمترین مقادیر از این دو آماره به عنوان بهترین مدل انتخاب گردد. برای این منظور مدل‌های مختلف $ARMA(p,q)$ به ازای $p,q = 0,1,2,3,4$ را بررسی می‌کنیم:

جدول شماره (۷) مقادیر AIC در الگوی برآوردشده $ARMA(p,q)$

p\q	۰	۱	۲	۳	۴
۰					
۱					
۲					
۳					
۴					



همایش ملی مدیریت بحران آب

The National Conference on Water Crisis Management

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



۰	۷.۱۸	۶.۷۷	۵.۳۰	۴.۷۷	۴.۵۲
۱	۳.۳۴	۳.۳۳	۳.۳۴	۳.۳۲	۳.۳۱
۲	۳.۳۴	۳.۳۴	۳.۳۱	۳.۳۲	۳.۳۳
۳	۳.۳۳	۳.۳۰	۳.۳۴	۳.۳۳	۳.۳۱
۴	۳.۳۳	۳.۳۴	۳.۳۶	۳.۳۳	۳.۱۹

منبع: یافته های تحقیق

جدول (۸) مقادیر SBC در الگوی برآورد شده ARMA(p,q)

p\q	۰	۱	۲	۳	۴
۰	۷/۲۰	۶/۸۱	۵/۳۶	۴/۸۶	۴/۶۲
۱	۳/۳۸	۳/۳۹	۳/۴۲	۳/۴۳	۳/۴۴
۲	۳/۴۰	۳/۴۳	۳/۴۲	۳/۴۵	۳/۴۸
۳	۳/۴۲	۳/۴۱	۳/۴۸	۳/۴۸	۳/۴۸
۴	۳/۴۴	۳/۴۷	۳/۵۱	۳/۵۰	۳/۳۹

منبع: یافته های تحقیق



در جدول مقادیر آکاییک (جدول ۵)، الگوی $ARMA(4,4)$ و لی در جدول مقادیر شوارتز (جدول ۸) الگوی $ARMA(1,0)$ کمترین مقادیر را نسبت به سایر الگوها به خود اختصاص دادند. لازم به ذکر است که در جدول مقادیر شوارتز الگوی $ARMA(4,4)$ در رتبه دوم جای دارد که پس از مطالعه نتایج آماری مشخص گردید که این الگو نتایج مطلوبتری نسبت به الگوی $ARMA(1,0)$ بدست می دهد بنابر این در هر دو حالت می توان الگوی نهایی $ARMA(4,4)$ را برای تعیین مرتبه های p و q پیشنهاد داد. بیشتر مرتبه d (تفاضل گیری) برابر با یک بدست آمد. با فراهم آمدن سه مرتبه p و q و d می توان الگوی نهایی مدل سری زمانی سطح ایستابی آب چاه های دشت خسویه را به شکل $ARIMA(4,1,4)$ ارائه داد. بعد از محاسبات نرم افزاری شکل تابعی مدل برآورد شده نهایی سری زمانی متغیر میزان بارندگی بصورت زیر بدست آمد:

$$\Delta y_t = -9.32 + 1.96y_{t-1} - 0.64y_{t-2} - 1.08y_{t-3} + 0.75y_{t-4} - 1.21\varepsilon_{t-1} - 0.25\varepsilon_{t-2} + 1.191\varepsilon_{t-3} - 0.42\varepsilon_{t-4}$$

مقدار آماره F این رگرسیون برآورد شده برابر $919/17$ بدست آمد و از لحاظ آماری نیز این مقدار در سطح اطمینان ۹۹ درصد تایید می شود. این مقدار بسیار بالا از آماره F نشان دهنده بالا بودن سطح معنی داری رگرسیون کل می باشد. جزء ثابت رگرسیون از لحاظ آماری معنی دار نشد اما از بین کلیه روندها ۶ روند از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد (۹۹ درصد اطمینان) معنی دار شدند و دو روند دیگر یکی در سطح ۵ درصد و دیگری در سطح ۱۰ درصد معنی دارند. مقدار آماره R^2 محاسبه شده این رگرسیون برابر $0/98$ بدست آمد. یعنی وقفه های سری زمانی برآورد شده بطور همزمان توانسته اند ۹۸ درصد از تغییرات میزان بارندگی را توضیح دهند. آماره دوربین - واتسون (DW) این رگرسیون تقریباً برابر با ۲ محاسبه شد که حاکی از عدم وجود خودهمبستگی در مدل دارد.

حال پس از تعیین مدل بهینه و بررسی مشخصات آماری این مدل می توان به پیش بینی مقادیر آینده سطح ایستابی آب در چاه های منطقه مورد مطالعه پرداخت که هدف اصلی این پژوهش است. مقادیر پیش بینی شده تا سال ۱۴۰۰ در نظر گرفته شد. جدول مقادیر پیش بینی شده میزان بارندگی در جدول ذیل قابل مشاهده است.



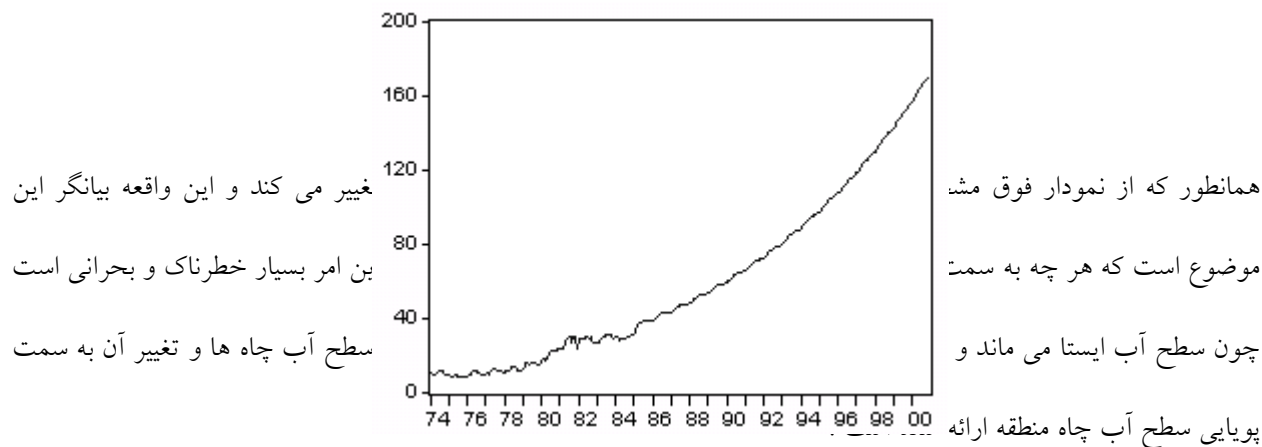
جدول (۹) مقادیر پیش بینی شده سطح ایستابی آب چاه های دشت خسویه تا سال ۱۴۰۰ (واحد متر)

سال	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳	۹۴	۹۵	۹۶	۹۷	۹۸	۹۹	۰۰
میانگین	۴۱/۲	۴۵/۸	۵۰/۹	۵۶/۴	۶۲/۵	۶۹/۱	۷۶/۳	۸۴/۲	۹۲/۷	۱۰۲/۱	۱۱۲/۴	۱۲۳/۵	۱۳۵/۷	۱۴۹/۱	۱۶۳/۶

منبع : یافته های تحقیق.

نمودار تغییرات سطح ایستابی آب در بلند مدت شکل سهمی به خود می گیرد که نشان از تغییرات منظم و دقیق در مقادیر پیش بینی شده است. این تغییرات در نمودار ۴ نشان داده شده است.

نمودار (۴) مقادیر پیش بینی شده سطح ایستابی آب چاه های منطقه خسویه تا اسفند ماه سال ۱۴۰۰



پیشنهادات

۱. تغییر در الگوی کشت و حذف کشت گیاهانی مانند ذرت و گندم که نیاز آبی زیادی دارند.



همایش ملی مدیریت بحران آب

The National Conference on Water Crisis Management

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



۲. استفاده از سیستم های هوشمند آبیاری مانند پمپ های برقی که قادرند در موعد مقرر طبق ضوابط سازمان امور آب زمین های زراعی را آبیاری کنند.

۳. تغییر در الگوی مصرف آب توسط کشاورز و برگزاری کلاسهای ترویجی و توجیه آنها در مصرف بهینه آب.

۴. بیابان زدایی و کاشت گیاهان مقاوم به خشکی و ایجاد جنگل های مصنوعی .

۵. ایجاد سد های خاکی بر مسیر رودخانه های فصلی که توسعه عمرانی سد خسویه می تواند یکی از راهکارهای نیل به این هدف باشد.

۶. جلوگیری از حفر چاه های غیر مجاز و حذف روش های سنتی بهره برداری از آب.

منابع

۱. آذربایجانی کریم و طیبینی (۱۳۸۵): پیش بینی روند قیمت گوشت مرغ و تخم در ایران با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی (ANN) و روشهای اقتصاد سنجی. کد مقاله : PD ۱۸۹ .

۲. اسکویی ، محمدرضا (۱۳۸۱): کاربردهای شبکه های عصبی در پیش بینی سری زمانی ، فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران ، شماره ۱۲ .

۳. باباپور باصر، علی اکبر و جهانبخش سعید(۱۳۸۰) : بررسی و پیش بینی متوسط دمای ماهانه تبریز با استفاده از مدل آریمای (ARIMA) ، دانشگاه تبریز. شماره مقاله: ۵۷۸ .

۴. باکس ، جی، ایی ، پی ، و جی ، ام جنکینز (۱۳۷۱) : تحلیل سری زمانی ، پیش بینی و کنترل ، ترجمه محمد رضا مشکاتی ، چاپ اول ، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی تهران .



همایش ملی مدیریت بحران آب

The National Conference on Water Crisis Management

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



۵. ترابی، سیما (۱۳۸۰): بررسی و پیش بینی تغییرات دما و بارش در ایران (پایان نامه دکتری جغرافیای طبیعی)، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.

۶. گجراتی دامودار، (۱۳۷۸)، مبانی اقتصاد سنجی، ترجمه حمید ابریشمی، انتشارات دانشگاه تهران

۷. Briscoe, J., (۱۹۹۶). Water as an economic good: the idea and what it means in practice. Paper presented at the

World Congress of the International Commission on Irrigation and Drainage. September, Cairo.

۸. Liu, J., Savenije, H.H.G., Xu, J., (۲۰۰۲). Water as an economic good and water tariff design comparison, Between IBT-Con and IRT-Cap. www.Sciencedirect.com

۹. Sen Zekai, (۱۹۹۸): small sample Estimation of the variance of Time Average in Climate Time Series. *International Journal of Climatology*, vol, ۱۸, pp ۱۷۲۵-۱۷۳۲.