

بررسی همبستگی بین بارندگی و سطح آب زیرزمینی در دشت شیراز

مه‌دی مردانه^{1*}، محمد افلاطونی² و فردین بوستانی³

تاریخ دریافت: 91/1/30 تاریخ پذیرش: 91/6/28

چکیده

تأثیر تغییرات بارندگی سطح آب زیرزمینی با کاربرد تحلیل رابطه بین بارندگی ماهانه ی ثبت شده در گذشته و سطوح آب در چاههای مشاهده ای دشت شیراز مورد بررسی قرار گرفت. حدود 86 درصد چاهها دارای همبستگی مثبت با بارندگی بوده و دگرگونیهای بارندگی باعث تغییر تراز آب زیرزمینی در جهت یکدیگر می باشند. با برقراری همبستگی متقاطع بین تغییرات مقدار بارندگی ماهانه در ایستگاه هواشناسی شیراز با میانگین تراز آب زیرزمینی در دشت شیراز طی سالهای 1372-1386 ملاحظه گردید که بارندگی ماهانه در ایستگاه مزبور حدود 1 ماه بعد بر میانگین تراز ماهانه‌ی آب زیرزمینی اثر گذاشته و رسیدن به بیشینه و کمینه ی تراز آب زیرزمینی با تاخیر 1 ماهه پس از رسیدن اندازه ی بارندگی ماهانه به بیشترین و کمترین مقدار است.

واژه های کلیدی: همبستگی متقاطع- بارندگی- آب زیرزمینی- دشت شیراز

¹ - دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد مرودشت ، گروه کشاورزی ، مرودشت ، ایران.

² - دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد شیراز ، گروه مهندسی آب ، شیراز ، ایران.

³ - دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد علوم و تحقیقات فارس ، گروه مهندسی آب ، شیراز ، ایران.

*- نویسنده مسئول: Mehdimardaneh@yahoo.com

مقدمه

منابع آبی هرمنطقه از جمله ویژگیهایی می باشد که در طول زمان دستخوش دگرگونی گردیده اند. افزایش دما و نیاز بیشتر گیاهان به آب، و همچنین بالا رفتن مصارف خانگی و صنعتی انسان باعث گردیده است که، بهره برداری از منابع آب افزایش یابد. افزون بر آن، کاهش بارندگی، کمبود آبهای سطحی و تغذیه نشدن سفره های زیرزمینی عامل مهم دیگری برای بهره برداری بیشتر از منابع آبی است. افزایش دما، بارندگی کم، برداشت بی رویه از منابع آبی، خشکسالی های پی در پی، آبیاری سنتی و افزایش سیلخیزی در ایران زمین خشک و نیمه خشک، هریک به نوعی می تواند منجر به کاهش منابع آب گردد. تاثیر تغییر آب و هوا بر سطح آب زیرزمینی بطور کامل درک نشده و رابطه ی بین متغیرهای آب و هوایی و آب زیرزمینی بسیار پیچیده تر از همبستگی آنها با آبهای سطحی است. منابع آب زیرزمینی از طریق فرایندهای آبشناسی با تغییرات آب و هوا در ارتباطند. تغییر آب و هوا منجر به نوسان سطح آب زیرزمینی می گردد، بطوری که ممکن است بعضی از چاهها خشک شده و گروهی به دلیل از دست دادن ارتفاع آب در دسترس، سودمندی خود را از دست بدهند. این نکته را باید متذکر شد که پیامد افت سطح آب در بسیاری از مناطق ایران، مشکلاتی همچون خشک شدن چاهها، کاهش بده ی رودها، کاهش کیفیت آب، نشست زمین و تداخل سفره های آب شور و شیرین بوده است. این پدیده در بسیاری از مناطق ایران به صورت

یک چالش اساسی و جدی بروز کرده است، که نمونه ی بارز آن را می توان در استان کرمان سراغ گرفت. فعالیتهای بشری، مانند آبکشی افزون بر تغذیه های طبیعی و مصنوعی، باعث آسیب رساندن به منابع آب زیرزمینی می گردد. حتی ممکن است شرایط آب و هوایی خشک و طولانی مدت ویژگیهای آبشناسی یک سفره را تغییر دهد، مانند آنچه در منطقه ی کارست در فرانسه مشاهده گردید (لاروک و همکاران، 1998). ارزیابی این تاثیرات بسیار مشکل است، چه، تاثیر تغییر آب و هوا بر سطح آب زیرزمینی را نمی توان بلافاصله تشخیص داد. سامانه های جریان آب زیرزمینی توانایی به تعویق انداختن را دارند، که از این خاصیت به منظور نگهداری و انتقال آب استفاده می شود. دوره ی اقامت آب درون زمین می تواند از روزها تا دهها هزار سال ادامه یابد، که این موضوع احتمال تأثیر تغییرات آب و هوا بر سطح آب زیرزمینی را به دنبال دارد. اگرچه ممکن است شبیه سازی عددی در پیش بینی پاسخ آب زیرزمینی به تغییرات آب و هوایی مفید باشد، اما اطلاعات کیفیتی و ویژگیهای هیدرولیکی و خصوصیات منطقه ای نیز برای شبیه سازی این تاثیرات مورد نیازند. هرچند برای بسیاری از سفره های مهم آب زیرزمینی این اطلاعات به درستی شناخته نشده اند، اما با به کار بردن تحلیل همبستگی متقاطع¹ می توان تاثیر تغییرات آب و هوایی را بر سطح آب زیرزمینی، که ناشی از تحلیل رابطه ی بین وقایع آب و هوایی گذشته و تغییر

¹ - Crosscorrelation

توان گفت که ضرایب همبستگی بین 1+ و 1- در نوسان است. یکی از مهمترین ضرایب همبستگی، ضریب پیرسون² می باشد. که مبتنی بر کواریانس دو متغیر و انحراف معیار آنها تنظیم شده، روشی فراسنجی بوده، و برای داده هایی با توزیع بهنجار، یا تعداد داده های زیاد استفاده می شود:

(1)

$$R = \text{Correl}(X, Y) = \frac{\text{cov}(X, Y)}{S_X S_Y} \quad (2)$$

$$\text{Cov}(X, Y) = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{N - 1} \quad (3)$$

$s_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}}$ ، $s_y = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{N-1}}$
 در این رابطه $\text{cov}(X, Y)$ کواریانس دو متغیر، S_X انحراف معیار متغیر X و S_Y انحراف معیار متغیر Y را نشان می دهد. چنانچه مقدار به دست آمده مثبت باشد، تغییرات در هر دو متغیر بطور هم جهت اتفاق می افتد؛ در صورت منفی بودن ضریب همبستگی، تغییرات دو متغیر در جهت خلاف همدیگر رخ می دهد، یعنی افزایش متغیر اول با کاهش متغیر دوم همراه است و برعکس. اگر مقدار به دست آمده برای ضریب همبستگی صفر باشد، هیچ گونه رابطه ای بین دو متغیر وجود ندارد. چنانچه این ضریب 1+ باشد بیانگر همبستگی مثبت کامل، و اگر 1- باشد نشان دهنده ی همبستگی کامل منفی بین دو متغیر

سطوح آب زیرزمینی است بررسی کرد، و تاثیرات توان تغییر آب و هوا را بر تغذیه یا تخلیه مجدد آن نشان داد. مطالعات چن و همکاران (2002) در جنوب مانیتوبا نشان دادند که روند تغییر آب و هوایی همبستگی زیادی با تغییرات سطح آب زیرزمینی دارد. همچنین روتولیس (1989) در مطالعه ی چمنزارهای کانادا نشان داد که، تحت تأثیر شرایط طبیعی، نوسان سطح آب زیرزمینی و روند طولانی مدت آن، بستگی به پرشدن مجدد آبخوان دارد، که عملکردی از بارندگی و تبخیر و تفرق است. در تحقیق دیگری به وسیله ی وینتر و همکاران (2000)، ویژگیهای آبناهی سطح آب زیرزمینی به خصوصیات تغذیه ی مجدد آب زیرزمینی، و تاثیر ویژگیهای زمین شناسی ربط داده شد.

هدف از انجام این پژوهش تعیین همبستگی بارندگی و تغییرات ماهانه ی سفره آب زیرزمینی دشت شیراز، و محاسبه ی زمان تأخیر اثر بارندگی بر سطح آب زیرزمینی دشت مزبور با کاربرد روش همبستگی متقاطع می باشد.

مواد و روشها

شدت وابستگی دو متغیر را به یکدیگر همبستگی گویند. هرچه این دو متغیر بیشتر به یکدیگر وابسته باشند، میزان همبستگی آنها بیشتر است. چنانچه با افزایش متغیری، متغیر دیگر زیاد شود، رابطه ای مستقیم یا مثبت بین این دو متغیر وجود دارد؛ چنانچه با افزایش متغیری، متغیر دیگر کاهش یابد رابطه ای منفی یا معکوس بین دو متغیر حاکم است. به کلی ترین بیان می

² - Pearson Correlation Coefficient

آن دشوار است، نمایش می دهد؛ این تاخیر زمانی آشکار به صورت تغییر جهت زمانی تعریف می شود که در آن دو گروه زمانی به یک همبستگی حداکثر می رسند:

(9)

$$\Delta t = t \quad \text{if: } r_{xy}(t) = \text{Max}(r_{xy}(1) \dots r_{xy}(N))$$

(10)

$$v = a + bt$$

(11)

$$w = a + b \sin(2\pi(t - w)) / T$$

رابطه ی فوق یک شبیه غیرخطی شامل یک روند خطی است (رابطه ی 10) و یک تابع دوره ای بلندمدت (رابطه ی 11) که به منظور شبیه سازی تنوع آب و هوایی به کار می رود. در روابط فوق t زمان (ماه)، a, b, a, b ضرایب نامعلوم، و T, w طول مرحله و دوره ای است که می بایست تعیین گردند. این فرانسجهای نامعلوم را می توان به وسیله ی کمینه کردن y در رابطه ی 12 برآورد کرد:

(12)

$$y = \sum_{t=1}^N [y_t - (v_t + w_t)]^2$$

در عبارت فوق، y_t مقادیر اندازه گیری شده عوامل آبشناسی و $v_t + w_t$ مقادیر شبیه سازی شده می باشند. محاسبات فوق به منظور تعیین همبستگی میانگین ماهانه ی بارندگی - سطح آب زیرزمینی، و همچنین محاسبه ی ضرایب همبستگی متقاطع به منظور تعیین زمان پاسخ اثر بارندگی بر نوسان سطح آب زیرزمینی با کاربرد نرم افزار آماری SPSS انجام گرفت. در گام نخست، به منظور بررسی اثر تغییرات بارندگی بر نوسان سطح آب زیرزمینی

است. ضریب همبستگی تنها رابطه ی بین دو متغیر را نشان می دهد. در صورتی که همبستگی با تاخیر زمانی مورد نظر باشد، بایستی از همبستگی متقاطع استفاده کرد. اهمیت نسبی آب و هوا بر سطح آب زیرزمینی به وسیله ی به کار بردن تحلیل همبستگی متقاطع، که به صورت زیر تعریف می شود، بررسی گردید:

(4)

$$C_{xy} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N-k} (x_t - \bar{x})(y_{t+k} - \bar{y}) \quad \text{for } k = 1, 2, \dots$$

(5)

$$C_{xy} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N+k} (y_t - \bar{y})(x_{t+k} - \bar{x}) \quad \text{for } k = 0, -1, -2, \dots$$

(6)

$$r_{xy}(k) = \frac{C_{xy}(k)}{S_x S_y}$$

(7)

$$S_x = \sqrt{C_{xx}(0)} \quad , \quad S_y = \sqrt{C_{yy}(0)}$$

(8)

$$k \leq N - 1$$

در عبارات فوق، $C_{xy}(k)$ همبستگی متقاطع، $r_{xy}(k)$ ضریب همبستگی متقاطع و S_x, S_y انحراف معیار گروههای زمانی می باشند. در روابط فوق، مقدار k همواره از مقدار N ، یعنی تعداد داده های گروه زمانی کوچکتر است؛ به بیان دیگر، همبستگی متقاطع بین دو گروه زمانی X_t با N داده و Y_t با N داده حداکثر تا تقدم یا تاخر زمانی k قابل بررسی است، بطوری که مقدار k همواره کوچکتر یا مساوی $N - 1$ است (رابطه ی 8). پاسخ آب زیرزمینی به تغییر آب و هوا تاخیری زمانی را، که تعیین

آمار مربوط به نوسان ماهانه ی سطح آب زیرزمینی دشت شیراز از سازمان آب استان فارس تهیه گردیده است. گرچه این آمار از فروردین سال 1372 تا مهر سال 1389 موجود می باشند، اما به دلیل کاهش بارندگی در سه سال اخیر، و برداشت بیش از حد از منابع آبی زیرزمینی، باعث می گردد که نتوان اثر بارندگی را بر تراز آب زیرزمینی به خوبی بررسی نمود؛ لذا، آمار سالهای 1387، 1388 و 1389 حذف گردیدند. داده برداریها عموماً در انتهای هر ماه صورت گرفته است. چاههای نمونه برداری متعلق به سازمان آب شامل 29 چاه دستی و پیژومتری می باشند. شکل 2) محور Xها طول جغرافیایی و محور Yها عرض جغرافیایی) موقعیت کامل چاههای مشاهده ای سازمان آب را در منطقه ی مورد مطالعه نشان می دهد. در این پژوهش، نوسان ماهانه ی سطح آب زیرزمینی، و تأثیر بارندگی بر ماهانه مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان دادند که روند تغییرات تراز ماهانه آب زیرزمینی دشت شیراز نزولی است (شکل 3- محور Xها فروردین ماه هر سال و محور Yها تراز آب زیرزمینی). طی دوره ی آماری 175 ماهه، پایینترین تراز مربوط به آبان 1380 با 1498/44 متر از سطح دریا، و بالاترین آن مربوط به فروردین 1375 با 1504/14 متر می باشد. شیب خط تمایل 0/141-، ضریب همبستگی 30/13+ درصد، دامنه ی تغییرات 5/69 متر، میانگین 1501/35 متر و انحراف معیار برابر با 1/3 برآورد گردیدند (جدول 1).

دشت شیراز، همبستگی مقدار بارندگی ماهانه و تراز ماهانه مشخص شد. تعیین همبستگی بارندگی با تراز آب زیرزمینی تمام چاهها (29 چاه مشاهده ای سازمان آب) بطور مجزا مورد بررسی قرار گرفت و همبستگی بارندگی با متوسط تراز آب زیرزمینی دشت شیراز که از روش تیسن به دست آمده بود نیز تعیین گردید. در گام دوم اقدام به برقراری همبستگی متقاطع بین تغییرات مقدار بارندگی ماهانه در ایستگاه شیراز با تراز ماهانه تک تک چاهها، و همچنین میانگین تراز آب زیرزمینی در دشت شیراز طی سالهای 1386-1372 گردید.

منطقه ی مورد مطالعه

آبخیز مهارلو حوضه ای بسته است که بین عرضهای جغرافیایی $30^{\circ} 6' - 29^{\circ} 1'$ شمالی و طولهای جغرافیایی $53^{\circ} 28' - 52^{\circ} 12'$ شرقی واقع شده، که از شمال به حوضه آبریز بختگان و از جنوب به قسمتی از حوضه آبریز دریاچه قره آغاج محدود شده و مساحت آن حدود 4270 کیلومترمربع می باشد. دریاچه ی مهارلو به وسعت 230 کیلومترمربع در مرکز آبخیز مزبور قرار گرفته است. دشت شیراز بخشی از حوضه ی آبخیز دریاچه مهارلو می باشد که مساحت آن بالغ بر 270 کیلومترمربع بوده و شهر شیراز، مرکز استان فارس در آن واقع شده است. آمار مربوط به بارندگی از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک شهرستان شیراز واقع در جنوب آن تهیه گردیده است. این ایستگاه با ارتفاع 1484 متر از سطح دریا در عرض جغرافیایی $52^{\circ} 36'$ شمالی و $29^{\circ} 31'$ شرقی قرار دارد.

چاه است (و برعکس). این اعداد به دو محدوده ی مشخص تقسیم بندی شده اند. محدوده ی اول بین 0-2 و محدوده ی دوم بین 11-23 ماه است، و تنها یک چاه با تاخیر زمانی 38 ماه وجود دارد. 21 چاه با تاخیر زمانی 0-2 ماه و 7 چاه با تاخیر زمانی 11-23 ماه قرار دارند، یعنی 72/4 درصد از چاهها از صفر تا دو ماه بعد و 24/1 درصد چاهها از یازده تا بیست و سه ماه بعد، و تنها 3/5 درصد (یک چاه) 38 ماه بعد تحت تأثیر تغییرات بارندگی قرار می گیرند. همچنین، میانگین تراز آب زیرزمینی دشت شیراز با تاخیر زمانی 1 ماه در بازه ی زمانی 0-2 ماه قرار دارد؛ این بدان معنی است که بارندگی ماهانه در ایستگاه شیراز حدود 1 ماه بعد بر متوسط تراز ماهانه ی آب زیرزمینی اثر می گذارد؛ رسیدن به نقاط بیشترین و کمترین تراز آب زیرزمینی با تأخیر 1 ماهه پس از رسیدن مقدار بارندگی ماهانه به حداکثر و حداقل است. شکل 4 (محور Xها شماره ماههای سال) تغییرات بارندگی ماهانه (محور Yهای سمت چپ) و میانگین تراز ماهانه ی آب زیرزمینی دشت شیراز (محور Yهای سمت راست) را نسبت به یکدیگر نشان می دهد. پهنه بندی توزیع زمانی اثر بارندگی بر تراز آب زیرزمینی با کاربرد نرم افزار *ARC.GIS* رسم شده است (شکل 5).

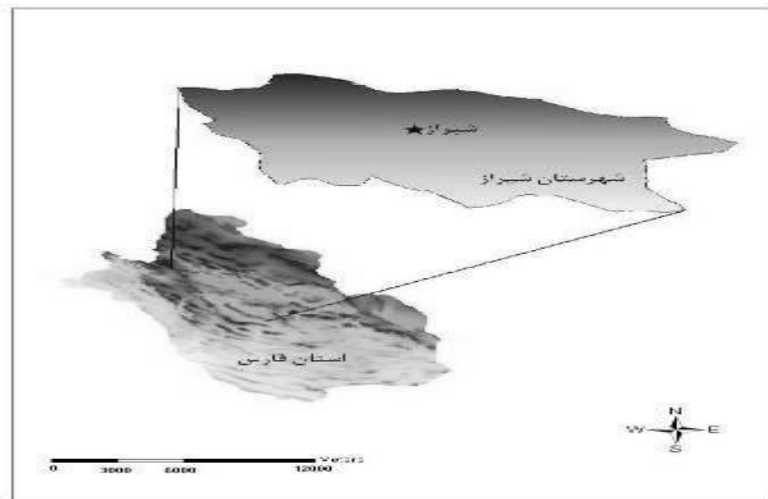
نتیجه گیری و پیشنهادها

عوامل بیرونی اثرگذار بر منابع آب عمدتاً شامل ویژگیهای اقلیمی، پستی و بلندی، و ساختمان زمین شناسی دشت است. بررسی این عوامل، که عموماً خارج از

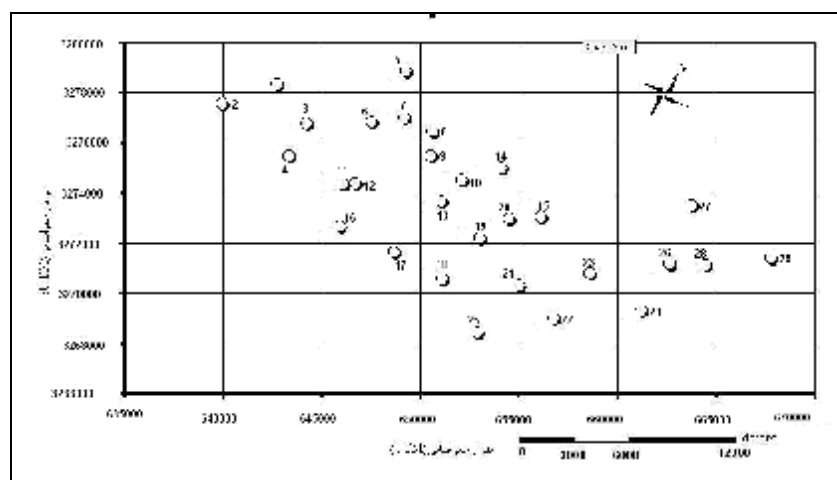
جدول 2 ضرایب همبستگی بارندگی و تراز آب زیرزمینی 29 چاه را نشان می دهد. چاه شماره ی 22 (وزیرآباد) بیشترین همبستگی را با بارندگی داشت. از طرفی، این چاه بهترین چاه منطقه از نظر افزایش سطح آب زیرزمینی بود؛ در نتیجه، بارندگی باعث گردیده است که این چاه به خوبی تغذیه شود و همراه با عوامل دیگر (آبکشی کم از چاه، جریان زیرزمینی و ...) روند صعودی برای تراز آب زیرزمینی این نقطه به وقوع بپیوندد. در مورد چاه شماره 26 (اقبال آباد)، بحرانیترین چاه، شرایط کاملاً برعکس بود و ضریب همبستگی به دست آمده منفی می- باشد (-0/0072). در این حالت، حتی پس از بارندگی، تراز آب زیرزمینی این نقطه بالا نیامده و در درازمدت افت شدید سطح آب زیرزمینی رخ خواهد داد. افزون بر آن، حدود 86 درصد چاهها (25 از 29 چاه) دارای همبستگی مثبت با بارندگی بوده و تغییرات بارندگی باعث تغییر تراز آب زیرزمینی در جهت یکدیگر می گردد. میانگین تراز آب زیرزمینی دشت شیراز با ضریب همبستگی 0/1294+ همراه با افزایش بارندگی، افزایش می یابد (و برعکس). جدول 3 مقادیر همبستگی متقاطع (*C.C*)، تاخیر زمانی به ماه (*LAG*) و انحراف معیار (*Std*) را نشان می دهد. در ستون سوم جدول 3 تاخیر زمانی بین اندازه ی بارندگی ماهانه و تراز ماهانه ی آب زیرزمینی تمام چاهها عرضه شده است. این تاخیر زمانی به ماه می باشد، علاوه بر آن رسیدن به بیشترین بارندگی، نشان از رسیدن تراز آب زیرزمینی به حداکثر با تاخیر زمانی محاسبه شده برای هر

تحلیل همبستگی متقاطع می‌توان تاثیر تغییرات آب و هوا را بر سطح آب زیرزمینی، که ناشی از تحلیل رابطه‌ی بین وقایع آب و هوایی گذشته و تغییر سطوح آب زیرزمینی است، بررسی کرد. تأخیر زمان وقوع بارندگی و نوسان تراز آب زیرزمینی از جمله نتایج به دست آمده این تحقیق می‌باشد؛ بنابراین، با دانستن زمان اثر بارندگی بر سطح آب زیرزمینی می‌توان تمهیدات مدیریتی مناسبی را به منظور استفاده از منابع آب زیرزمینی اتخاذ کرد.

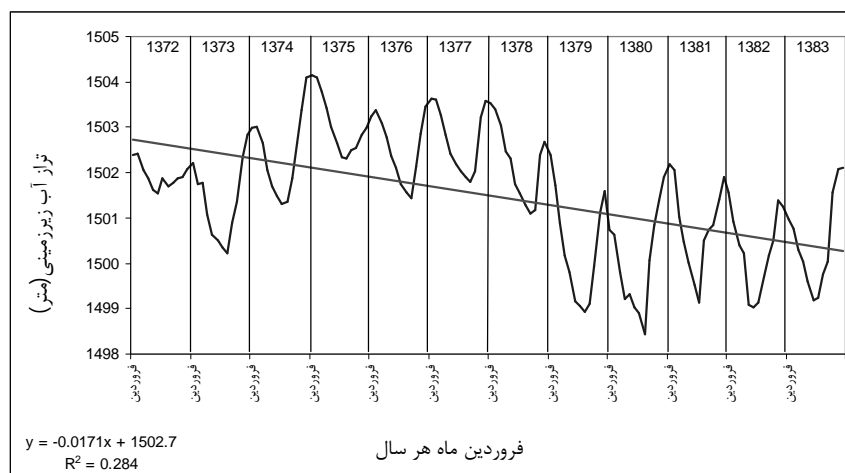
اراده‌ی انسانند، نشان می‌دهد که تنها می‌توان از طریق اعمال فیزیکی اثرات تخریبی عوامل بیرونی را تا حدی تعدیل کرد. همچنین، ارتباط بین منابع آب زیرزمینی و تغییرات آب و هوا از طریق فرآیندهای آبشناسی قابل بررسی است. هرچند با شبیه‌سازی عددی می‌توان پاسخ آب زیرزمینی را به تغییرات آب و هوایی تفسیر نمود، اما اطلاعات کیفی و ویژگیهای هیدرولیکی، و خصوصیات منطقه‌ای نیز برای شبیه‌سازی این تاثیرات مورد نیاز اند. برای سفره‌هایی که فاقد این اطلاعاتند با استفاده از



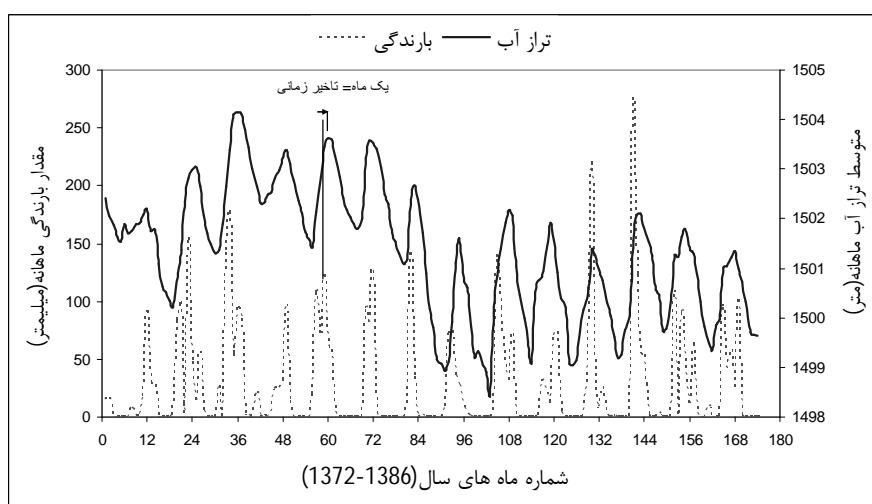
شکل 1- موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه.



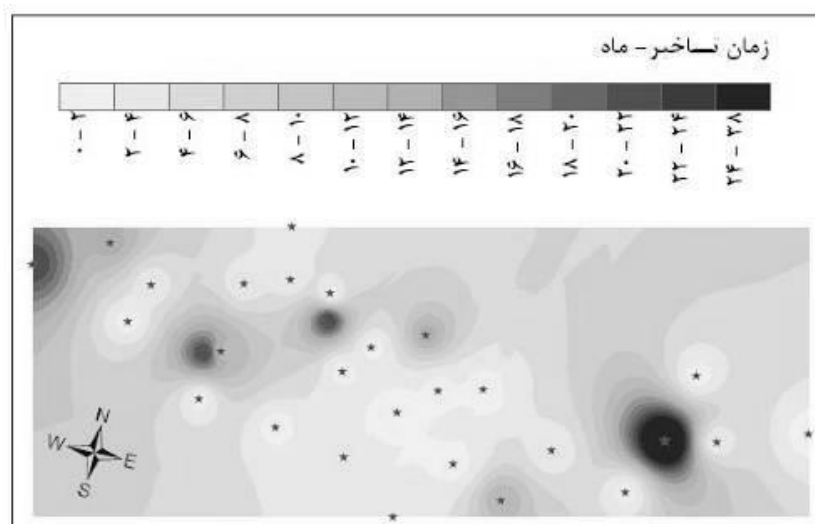
شکل 2- موقعیت چاههای مشاهده‌ی دشت شیراز.



شکل 3- روند تغییرات ماهانه ی تراز آب زیرزمینی دشت شیراز (1372-1386).



شکل 4- تغییرات اندازه ی بارندگی ماهانه و میانگین تراز ماهانه ی آب زیرزمینی دشت شیراز (1372-1386).



شکل 5- پهنه بندی زمانی ناشی از همبستگی متقاطع بین بارندگی و تراز آب

جدول 1- فراسنجهای آماری میانگین تراز آب زیرزمینی (متر) ماهانه ی دشت شیراز (1372-1386).

تعداد داده ها	حد اقل تراز سطح دریا	حداکثر تراز سطح دریا	دامنه ی تغییرات	انحراف معیار	ضریب تغییرات (%)	ضریب زاویه خط روند	ضریب همبستگی
175	1498/44	1504/14	5/69	1/2	+0/08	-0/0141	+0/3013

جدول 2- ضرایب همبستگی بین متغیرهای بارندگی (میلیمتر) و تراز آب زیرزمینی (متر) 29 چاه در دشت شیراز (1372-1386).

ردیف	مکان	ضریب همبستگی	ردیف	مکان	ضریب همبستگی
1	کشن	-0/0025	16	جنوب عادل آباد	+0/1625
2	جاده ی سیمان	+0/0277	17	کتس پس	+0/0968
3	جاده ی کازرون	+0/0363	18	ده پیاله	+0/101
4	شاغولبیگی	+0/0931	19	دشت چنار	+0/2305
5	پارک شهر	-0/102	20	پارک ارغوان	+0/1156
6	پارک انقلاب	+0/0008	21	فلکه ی الله	+0/1625
7	شرق مسجدنو	+0/0033	22	وزیر آباد	+0/2868
8	فلکه ولیعصر	+0/0997	23	قلعه ی نو	+0/0407
9	فلکه خاتون	+0/096	24	گلخون	+0/0193
10	کوی زهرا	+0/1593	25	دودمان	-0/0247
11	جاده ی عادل آباد	+0/1377	26	اقبال آباد	-0/0072
12	قبله	+0/138	27	کفترک	+0/2571
13	شاهزاده بیگم	+0/219	28	اراضی نجابت	+0/0614
14	جاده ی کفترک	+0/0379	29	نیلگونک	+0/1251
15	شریف اباد	+0/1323	30	متوسط تراز	+0/1294

جدول 3- ضریب همبستگی متقاطع بین بارندگی ماهانه (میلیمتر) و تراز آب زیرزمینی (متر) 29 چاه سازمان آب (1372-1386).

ردیف	مکان	LAG، ماه	C.C.	ردیف	مکان	LAG، ماه	C.C.
1	کشن	13	0/2539	16	جنوب عادل آباد	1	0/4375
2	جاده سیمان	22	0/3131	17	کتس پس	1	0/3139
3	جاده کازرون	2	0/3136	18	ده پیاله	2	0/2995
4	شاغولبیگی	1	0/2445	19	دشت چنار	0	0/4753
5	پارک شهر	2	0/4316	20	پارک ارغوان	1	0/2415
6	پارک انقلاب	2	0/3759	21	فلکه ی الله	1	0/3717
7	شرق مسجدنو	2	0/4713	22	وزیر آباد	12	0/4957
8	فلکه ولیعصر	1	0/3719	23	قلعه ی نو	2	0/2806
9	فلکه خاتون	23	0/2726	24	گلخون	1	0/2895
10	کوی زهرا	1	0/3935	25	دودمان	2	0/3357
11	جاده عادل آباد	23	0/3243	26	اقبال آباد	38	0/1833
12	قبله	11	0/3543	27	کفترک	1	0/4786
13	شاهزاده بیگم	1	0/3919	28	اراضی نجابت	2	0/3308
14	جاده کفترک	13	0/4712	29	نیلگونک	1	0/4114
15	شریف اباد	1	0/3635	30	متوسط تراز	1	0/4008

- gional Study Of a Large Karst Aquifer (Charente, France). Journal Of Hydrology 205 : 217 – 231 .
8. Mardaneh, M., 1388. Forecasting Climatic Variation Factors And Their Effects On Groundwater Table Fluctuations In plain Of Shiraz. Master's Thesis Of Water Resources, Faculty Of Agriculture, Islamic Azad University, Shiraz.
9. Rutulis, M., 1989. Groundwater Drought Sensitivity Of Southern Manitoba. Canadian Water Resources Journal 14 : 18 – 33 .
10. Sameni, E., 1374. Desertification. Shiraz University Press.
11. Winter, T., Mallory, C., Allen, S.E., Rosenberry, D.O., 2000 . The Use Of Principal Component Analysis For Interpreting Groundwater Hydrographs. Ground Water 38 – 234 – 246 .
- منابع**
1. Bars, L. R., Rodriguez, i., Itrub., 1985 .Random Functions & Hydrology” Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts.BO.
 2. Chen, Z., Grasby, S & Osadetz, M.K., 2002 . Prediction of Average Annual Groundwater Levels From Climate Variables: An Empirical Model. Journal Of Hydrology 260 : 102 – 117 .
 3. Ehsani, M., Khaledi, H., 1382. Understanding And Improving The Efficiency Of Agricultural Water To water And food Security In The Country. 11th Congress Of the Iranian National Committee On Irrigation And Drainage.
 4. Final Report On a Comprehensive Study Of Karst Basin Maharlu.
 5. Hafmann, N., Mortsch, L., Donner, S., Dunacan, K., Kreutzwiser, R., Kulshreshtha, S., Piggott, A., Schellenberg, S., Schertzer, B., Slivizky, M., 2000. Climate Change And Variability: Impacts On Canadian Water, Environmental Adaptation Research Group, Environment Canada, Faculty Of Environment Studies, University Of Waterloo, p120.
 6. Kalantari, Kh., 1387. Processing And Data Analysis In Social Research– Economic. Third Edition, Saba Cultural Publications, Tehran.
 7. Larocque, M., Mangin, A., Razack, M., Banton, O., 1998. Contribution Of Correlation And Spectral Analysis To The Re-