ارتباط متقابل میان سطح آب دریاچه‌ی پریشان و آب چاه‌های اطراف آن با توجه به برداشت بی‌رویه منابع آب زیرزمینی

سمانه غزالی*[۱]

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۳/۳۱

چکیده

دشت پریشان یکی از دشت‌های استان فارس است که در سال‌های اخیر به‌علت بهره‌برداری‌های بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، مورد توجه قرارگرفته است. این دشت به‌علت وجود دریاچه پریشان، به‌عنوان یکی از قطب‌های گردشگری ایران شناخته شده است. لذا مطالعه‌ی حاضر با دو هدف، بررسی روند برداشت از چاه‌های کشاورزی اطراف دریاچه و کشف ارتباط متقابل میان سطح ایستابی آب در این چاه‌ها با سطح آب دریاچه پریشان، با استفاده از آزمون علیت گرانجری، انجام گردیده است. اطلاعات نشان داده که تعداد چاه‌های اطراف دریاچه پریشان که از ۴۲۵ حلقه در سال ۱۳۷۰، به ۹۲۵ حلقه چاه در سال ۱۳۸۸ افزایش یافته و درپی آن برداشت از آب‌های زیرزمینی در این دوره از ۹/۵ میلیون مترمکعب به ۴۳/۶ میلیون مترمکعب افزایش یافته است. همچنین نتایج آزمون علیت گرانجری، موید رابطه‌ی علیت دوطرفه بین مولفه دریاچه و مولفه آب زیرزمینی می‌باشد. بنابراین افزایش برداشت از آب چاه‌های کشاورزی باعث افت آب زیرزمینی و کاهش سطح آب در دریاچه پریشان می‌گردد. از سوی دیگر کاهش سطح آب در دریاچه از طریق کاهش نفوذ آب به سفره‌ی آب زیرزمینی، سطح ایستابی چاه‌های اطراف دریاچه را افت می‌دهد. بر این اساس به‌منظور کنترل سطح آب زیرزمینی و حفاظت از اکوسیستم دریاچه، کاهش بهره‌برداری آب از چاه‌های اطراف دریاچه و جلوگیری از حفر چاه‌های غیرمجاز، ضروری به‌نظر می‌رسد.

طبقه‌بندی *JEL*: *Q25*

واژه‌های کلیدی: آزمون علیت گرانجری، برداشت بی‌رویه از چاه‌های کشاورزی، دریاچه پریشان.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز.

* نویسنده‌ی مسئول مقاله: samane.ghazali@gmail.com.

پیشگفتار

اگر چه منشا اصلی همه آب‌های سطحی و زیرزمینی نزولات جوی است و کاهش نزولات جوی طی سال‌های اخیر، عامل اصلی ایجاد کسری مخزن بوده است، اما بهره‌برداری‌های زیاد از چاه‌ها نیز سبب افت مستمر سطح آب زیرزمینی گشته و در هیدروگراف معرف(واحد) آن که مبین میزان افت متوسط می‌باشد، انعکاس یافته است. یکی از پیامدهای ناشی از افت مستمر سطح آب زیرزمینی یا اضافه برداشت، شور شدن تدریجی آب زیرزمینی و پیشروی جبهه‌ی آب شور به‌طرف جبهه‌ی آب شیرین در مناطق ساحلی و کویری می‌باشد. شور شدن آب زیرزمینی هشدار بزرگی برای استفاده‌کنندگان آب می‌باشد و در صورتی که افت سطح آب زیرزمینی همچنان ادامه یابد، علاوه بر شوری آب منجر به تهی‌شدن کامل آن خواهد شد و همه‌ی سرمایه‌گذاری‌های انجام شده و امکانات معیشتی از بین خواهد رفت. این امر همچنین مشکلات زیست محیطی زیادی را به‌دنبال خواهد داشت(ولایتی،۱۳۸۱).

دشت پریشان به‌دلیل کاهش نزولات آسمانی در سال‌های اخیر و برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی در این دشت کاهش یافته است. به‌طوری که یکی از دشت‌هایی است که بروز افت در سطح آب زیرزمینی در آن مورد توجه قرار گرفته است(بی‌نام،۱۳۸۸).

این دشت که در استان فارس قرار دارد، دربرگیرنده‌ی دریاچه پریشان می‌باشد. این دریاچه یکی از دریاچه‌های آب شیرین ایران است که در میان کوهستان فامور و در ۱۲ کیلومتری جنوب‌شرقی شهرستان کازرون و ۱۲۵ کیلومتری غرب شیراز واقع شده است. طول جغرافیایی دریاچه پریشان از "۲۵: '۵۲: ۵۱ تا "۵۰: '۴۳: ۵۱ و عرض جغرافیایی دریاچه از "۴۰: '۲۷: ۲۹ تا "۲۵: '۲۲: ۲۹ می‌باشد(دهقانی،۱۳۸۴).

منابع تامین‌کننده‌ی آب دریاچه بیشتر چشمه‌ها و سیلاب‌های زمستانه و بهاره می‌باشد. از به‌هم پیوستن چند چشمه رودخانه‌ی فامور تشکیل می‌شود که از قسمت شرق وارد دریاچه‌ی پریشان می‌گردد(عباسی،۱۳۷۶).

ذخایر قابل ملاحظه‌ای از آب‌های زیرزمینی در اطراف دریاچه پریشان وجود دارد که دارای ارتباط تنگاتنگ با آب دریاچه پریشان می‌باشند. هر نوع تغییر در سطح آب دریاچه بر میزان آب‌های زیرزمینی منطقه به‌خصوص در جهت جنوب و جنوب‌غربی دریاچه تاثیرگذار است.

بالا آمدن سطح آب دریاچه و افزایش آن تاثیر مثبت در کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی دارد، به‌طوری‌که مثلا میزان شوری آب چاه‌های حفر شده کاهش می‌یابد. عکس این موضوع نیز صادق است، بدین صورت که عقب‌نشینی سطح آب دریاچه و گاه حجم آن باعث کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و افزایش میزان شوری چاه‌های منطقه می‌گردد. همچنین برداشت زیاد از چاه‌های اطراف

باعث حرکت آب دریاچه به‌سمت این چاه‌ها می‌شود که در آلوده‌کردن آب‌های زیرزمینی و شور شدن آنها مؤثر است(دهقانی،۱۳۸۴).

دریاچه‌ها دارای ویژگی‌های بوم شناختی منحصر به فردی هستند. از جمله این ویژگی‌ها تامین آب برای مصارف کشاورزی و دامداری، حفظ و نگهداری رسوبات با استفاده از نیزارها و گیاهان آبزی با کاهش سرعت آب، جلوگیری از نفوذ آب شور در سواحل پست و کم‌ارتفاع، تامین علوفه دام، پناهگاه حیات وحش و گونه‌های نادر و در خطر انقراض، تفرج و توریسم با توجه به دارا بودن چشم‌اندازهای متنوع طبیعی و مصنوعی و تعدیل آب و هوای منطقه به‌وسیله‌ی تبخیر از سواحل دریاچه و افزایش رطوبت، می‌باشند. به‌علاوه صرف نظر از اثرات اکولوژیک و زیست محیطی، دریاچه‌ها معیشت قشرهای مختلفی از مردم از جمله گاوداران، صیادان، شکارچیان و عشایر را تامین می‌نمایند. اما تمام این ویژگی‌ها، الزاما در یک دریاچه وجود ندارد و هر تالابی بخشی از خصوصیات را دارا می‌باشد(هیرات،۲۰۰۴؛ زاچاریس و همکاران،۲۰۰۵ و وانگ و همکاران،۲۰۰۶).

دریاچه‌ی پریشان با دارا بودن قدمت طولانی، سال‌هاست که غذای ساحل‌نشینان خود و شهرهای نزدیک را تامین کرده است و همچنان منشا خیر و برکت برای ساکنین اطراف دریاچه می‌باشد. متاسفانه اخیرا در اثر خشکسالی، تغییر کاربری زمین‌های اطراف دریاچه، بهره‌برداری‌های بی‌رویه از چاه‌های کشاورزی اطراف دریاچه و نیز عدم توجه کافی از طرف مسئولین محیط زیست، مشکلاتی برای این اکوسیستم به‌وجود آمده است که مهم‌ترین آنها می‌توان به مرگ و میر ماهیان اشاره کرد. به‌علاوه این دریاچه می‌تواند از نظر تفرج‌گاهی نیز مورد استفاده قرار گیرد و با توجهی بیشتر به محیطی زیبا و دیدنی‌تر برای بازدیدکنندگان داخلی و خارجی تبدیل شود(دهقانی،۱۳۸۴).

با توجه به اهمیت‌هایی که درمورد منابع آب زیرزمینی و منابع آب سطحی در دشت پریشان بیان گردید، بررسی ارتباط متقابل بین آنها و علت کاهش سطح آب در چاه‌های اطراف دریاچه و کاهش سطح آب دریاچه پریشان درخور توجه می‌باشد.

سیمونیت و همکاران(۲۰۰۵) در زمینه ارتباط متقابل میان آب سطحی و آب زیرزمینی، مطالعه‌ای در شمال شرق آرژانتین انجام داده‌اند. در این بررسی از داده‌های تلفیقی[1] برای هفت ایالت اطراف دریاچه ایستروس دل ایبرا که به کشت برنج فعالیت داشتند، در فاصله‌ی زمانی ۱۱ ساله استفاده شده است که نتایج رگرسیون با استفاده از داده‌های تلفیقی در دو تابع(تابع محیطی دریاچه و تابع سطح ایستابی آب زیرزمینی) موید ارتباط متقابل بین دو مولفه آب سطحی و زیرزمینی بوده است.

برای بررسی ارتباط متقابل بین دو مولفه‌ی آب سطحی و زیرزمینی در دشت پریشان، به دلیل اینکه اطلاعات در زمینه‌ی سطح آب دریاچه تنها در یک نقطه‌ی آن به‌صورت سری زمانی موجود

1- Panel Data

می‌باشد، نمی‌توان از رگرسیون با داده‌های تلفیقی استفاده کرد. بدین ترتیب برای بررسی این ارتباط متقابل و پیدا کردن جهت علیت بین افت سطح ایستابی در چاه‌های دشت پریشان و کاهش سطح آب دریاچه پریشان از آزمون علیت گرانجری با استفاده از داده‌های سری زمانی استفاده شده است.

اما از آنجایی که به گفته‌ی کندال و استوارت : "یک رابطه آماری هر چند قوی و روشن، هرگز نمی‌تواند پایه رابطه علی قرار بگیرد. ایده‌های ما از علیت باید خارج از حیطه آمار و مالا از تئوری یا غیر آن حاصل شود". در این مطالعه، به ملاحظات نظری که در زمینه‌ی ارتباط متقابل بین آب سطحی و زیرزمینی در علوم عمران، آبیاری، جغرافیا و زمین‌شناسی انجام شده است، اشاره شده است. به‌طوری‌که اصغری‌مقدم و محمدی(۱۳۸۲) در دشت شبستر، دهقانی(۱۳۸۴) در دشت پریشان، طباطبایی و همکاران(۱۳۸۵) در دشت زاینده رود، گرایسون و همکاران(۱۹۹۲) برای مقیاس‌های بزرگ، لوکس و همکاران(۱۹۹۵) با استفاده از فرم ساده‌ی قانون دارسی برای مقیاس‌های بزرگ، کویرنر(۱۹۹۷) از طریق شبیه‌سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی برای مقیاس‌های بزرگ، سوفوکلیوس(۲۰۰۲) برای مقیاس‌های بزرگ، پاندی و هویاکورن(۲۰۰۴) از طریق مدلی با مبنای فیزیکی برای مقیاس‌های بزرگ، بیوندیک و همکاران(۲۰۰۵) در آبخوان ساحلی باکار و گیبیسون و راندال(۲۰۰۶) با استفاده از نقشه‌های هم‌میزان در جنوب‌شرقی جورجیا، مکانیسم اندرکنش آب‌های سطحی با آب‌های زیرزمینی را مورد بررسی قرار داده‌اند.

بدین ترتیب این مطالعه با دو هدف: الف) بررسی روند برداشت از چاه‌های کشاورزی اطراف دریاچه پریشان و ب) کشف ارتباط متقابل میان سطح ایستابی آب در این چاه‌ها و سطح آب دریاچه پریشان، انجام گردیده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی رابطه‌ی علیت بین دو مولفه‌ی آب زیرزمینی و آب سطحی از آزمون علیت که توسط گرانجر[1] ارائه شده است، استفاده گردید. این آزمون مبتنی بر این فرض است که اطلاعات مهم برای پیش‌بینی متغیرها، منحصرا در داده‌های سری زمانی مربوط به این متغیرها نهفته است.

آزمون فوق مشتمل بر معادلات زیر می‌باشد:

$$Eshel_{lake(t)} = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i Level_{groundwater(t-i)} + \sum_{j=1}^{n} \beta_j Eshel_{lake(t-j)} + U_{1t} \quad (۱)$$

$$Level_{groundwater(t)} = \sum_{i=1}^{m} \lambda_i Level_{groundwater(t-i)} + \sum_{j=1}^{m} \delta_j Eshel_{lake(t-j)} + U_{2t} \quad (۲)$$

1- Granger Causality Test

که $Eshel_{lake}$ و $Level_{groundwater}$ به‌ترتیب بیانگر سطح آب در دریاچه پریشان و سطح ایستابی آب در چاه‌های اطراف دریاچه، U_{1t} و U_{2t} اجزاء اخلال و ناهمبسته هستند. معادله‌ی ۱ متضمن این فرض است که $Eshel_{lake}$ جاری، به مقادیر گذشته $Eshel_{lake}$ و $Level_{groundwater}$ مرتبط است. به‌همین نحو معادله‌ی ۲ بیانگر این مطلب است که رابطه‌ی مشابهی نیز برای $Level_{groundwater}$ وجود دارد. در این صورت چهار حالت قابل تفکیک خواهد بود:

۱ـ چنانچه ضریب تخمینی با وقفه M در رابطه‌ی ۱ به‌صورت حاصل جمع$(\sum\alpha_i\neq0)$ از نظر آماری غیرصفر و مجموع ضرایب تخمینی با وقفه $Eshel_{lake}$ در معادله ۲ از نظر آماری صفر باشد $(\sum\delta_j=0)$ علیت یک طرفه از $Level_{groundwater}$ به $Eshel_{lake}$ خواهیم داشت.

۲ـ به عکس حالت قبل، اگر مجموع ضرایب با وقفه $Level_{groundwater}$ در رابطه‌ی ۱ از نظر آماری صفر $(\sum\alpha_i=0)$ و مجموع ضرایب با وقفه در $Eshel_{lake}$ رابطه‌ی ۲ از نظر آماری غیر صفر باشد $(\sum\delta_j\neq0)$ علیت یک طرفه از $Eshel_{lake}$ به $Level_{groundwater}$ خواهیم داشت.

۳ـ اگر مجموع ضرایب $Level_{groundwater}$ و $Eshel_{lake}$ در هر دو رگرسیون از نظر آماری معنی‌دار و مخالف صفر باشد، علیت دو طرفه یا یک جریان بازخورد[1] خواهیم داشت.

۴ـ اگر مجموع ضرایب $Level_{groundwater}$ و $Eshel_{lake}$ در هر دو رگرسیون از نظر آماری معنی‌دار نباشد، دو متغیر مستقل خواهند بود(ابریشمی،۱۳۸۳).

داده‌های مربوط به دو متغیر سطح آب در دریاچه‌ی پریشان و سطح ایستابی در چاه‌های اطراف آن، از سازمان آب منطقه‌ای استان فارس و مرکز تحقیقات آب شهرستان کازرون، به‌صورت ماهیانه در فاصله زمانی ۱۳۷۴- ۱۳۸۸، جمع‌آوری شده است که از بسته‌ی نرم افزاری Eviews5 برای بررسی ارتباط علیت بین مولفه‌ی آب سطحی و آب زیرزمینی و از بسته‌ی نرم‌افزاری Microfit4 برای پیش‌بینی روند آینده متغیرها استفاده شده است.

نتایج و بحث

دشت پریشان یکی از دشت‌های استان فارس در کشور ایران است که آب مصرفی در این منطقه از طریق چاه‌های حفرشده در سطح دشت تامین می‌گردد. تعداد چاه‌های محدوده دشت پریشان در سال ۱۳۷۰ برابر با ۴۲۵ و برداشت از آن‌ها معادل ۹/۵ میلیون مترمکعب بوده و به تدریج با گذشت زمان تعداد چاه‌ها و برداشت آب‌های زیرزمینی افزایش یافته است. شکل ۱ تعداد چاه‌ها(شامل تعداد چاه‌های غیرمجاز و تعداد کل چاه‌ها) و روند برداشت از چاه‌های کشاورزی را طی سال‌های اخیر نشان می‌دهد.

1- Feedback

در شکل ۱ در سال ۸۳-۸۲ کاهش در برداشت از آب‌های زیرزمینی مشاهده می‌شود که به دلیل بالا رفتن میزان بارندگی سالانه در این زمان می‌باشد. پس از آن با افزایش خشکسالی میزان برداشت از آب چاه‌های کشاورزی مجددا افزایش یافته و همچنین حفر چاه‌های فاقد پروانه‌ی بهره‌برداری در منطقه بالا رفته است. به‌طوری‌که در سال ۸۸-۸۷ تعداد چاه‌های کشاورزی به ۹۲۵ حلقه چاه(۷۶۵ حلقه چاه غیرمجاز) و میزان برداشت از آب‌های زیرزمینی به حدود ۴۳/۶ میلیون مترمکعب رسیده است.

هیدروگراف واحد دشت

به‌منظور کنترل نوسانات سطح آب زیرزمینی در دشت پریشان، اندازه‌گیری‌های ماهانه‌ی تحت کنترل سازمان آب منطقه‌ای استان فارس انجام می‌گیرد. چگونگی روند آن در سال‌های مختلف، با رسم هیدروگراف معرف(واحد) در شکل ۲ نشان داده شده است.

در این شکل میزان برداشت از منابع آب زیرزمینی و میزان بارندگی در محدوده‌ی دشت پریشان در سال‌های مختلف نیز نشان داده شده است. همان‌طور که شکل ۲ نشان می‌دهد، در سال‌هایی که میزان بارندگی بالاتر از متوسط بوده و میزان بهره‌برداری از چاه‌ها کمتر بوده است، سطح آب به‌طور قابل توجهی بالا رفته که در فاصله‌ی زمانی ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۷ قابل مشاهده است. اما پس از آن از سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۷۹ میزان بارندگی کاهش یافته و بهره‌برداری از چاه‌ها افزایش یافته است که باعث افت در سطح هیدروگراف واحد شده است. به‌علاوه در فاصله‌ی زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷ با کاهش چشمگیر بارندگی، برداشت از آب‌های زیرزمینی افزایش قابل توجهی داشته که منجر به پایین آمدن سطح سفره‌ی زیرزمینی به میزان قابل توجهی گشته است.

در فاصله‌ی زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۳، اگرچه میزان بارندگی در منطقه بالا می‌باشد؛ اما برداشت‌های بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی منجر به پایین بودن سطح هیدروگراف واحد گشته و این میزان بارندگی نتوانسته است جبران کاهش سطح آب زیرزمینی را به‌دنبال داشته باشد. این دلیل خود می‌تواند نشان‌دهنده‌ی اضافه برداشت از چاه‌های دشت پریشان باشد که باعث افت سطح آب‌های زیرزمینی در سال‌های اخیر شده و اهمیت بهره‌برداری صحیح و بهینه در مقابل میزان بارندگی را نشان می‌دهد.

تغییرات کیفی آب‌های زیرزمینی

تغییرات کیفی آب‌های زیرزمینی اطراف دریاچه پریشان بر اساس ترسیم روند هدایت الکتریکی[1] (EC) آب چاه‌های گزینشی نشان داده شده است. هدایت الکتریکی آب نشان دهنده‌ی کل املاح موجود در آب می‌باشد. هر قدر میزان املاح آب بیشتر باشد، از مطلوبیت آن برای مصارف شرب و

1- Electrical Conductivity

کشاورزی کاسته می‌شود. تغییرات میزان EC آب در ارتباط با افت سطح آب زیرزمینی در شکل ۳ نشان داده شده است.

بر اساس شکل ۳ روند افزایشی در میزان هدایت الکتریکی آب‌های زیرزمینی اطراف دریاچه پریشان مشاهده می‌شود که به‌دنبال آن کیفیت آب زیرزمینی از شیرین به شور تغییر کیفیت داده است. طبق این نمودار، EC آب که در پاییز ۱۳۷۷، ۳۶۲۷ میکرومهوس بر سانتی‌متر بوده است، در پاییز ۱۳۸۷ این رقم به ۶۸۸۲ میکرومهوس بر سانتی‌متر رسیده است. مقدار هدایت الکتریکی آب در بهار ۱۳۸۳ به ۴۰۴۶ میکرومهوس بر سانتی‌متر نزول یافته که می‌توان علت آن را افزایش بارندگی و کاهش بهره‌برداری از چاه‌های کشاورزی در این سال دانست.

تغییرات سطح آب دریاچه پریشان

تعداد ۹ دهنه چشمه در اطراف دریاچه پریشان وجود دارد که ورودی‌های دریاچه محسوب می‌شوند. ۵ دهنه چشمه توسط سازمان آب منطقه‌ای استان فارس گزینش گردیده و میزان تغییرات تخلیه این چشمه‌ها بر حسب میلیون مترمکعب تحت کنترل سازمان اندازه‌گیری می‌گردد. در شکل ۴ روند تغییرات سطح آب دریاچه پریشان با توجه به میزان بارندگی، میزان تخلیه‌ی چشمه‌های اطراف دریاچه و میزان برداشت آب از چاه‌های کشاورزی اطراف دریاچه پریشان نشان داده شده است.

بر اساس شکل ۴، در سال‌هایی که میزان بارندگی و تخلیه‌ی چشمه‌ها بالا و میزان بهره‌برداری از چاه‌ها کمتر بوده، سطح آب در دریاچه پریشان نیز بالا می‌باشد که در فاصله‌ی زمانی ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۹ قابل مشاهده است. اما در فاصله‌ی زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷ با کاهش چشمگیر در میزان بارندگی و میزان تخلیه‌ی چشمه‌ها، برداشت از آب‌های زیرزمینی افزایش یافته که منجر به پایین آمدن سطح آب در دریاچه پریشان به میزان قابل توجهی گشته است. در فاصله‌ی زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۳ اگرچه میزان بارندگی و میزان تخلیه‌ی چشمه‌ها در منطقه بالا می‌باشد، اما برداشت از منابع آب زیرزمینی بالا بوده که در پی آن منجر به پایین آمدن سطح آب در دریاچه پریشان گشته است و این میزان بارندگی و تخلیه چشمه‌ها نتوانسته جبران افت سطح آب در دریاچه را نماید.

ارتباط متقابل سطح آب دریاچه پریشان و سطح آب چاه‌های اطراف دریاچه

به‌منظور بررسی ارتباط متقابل بین دو متغیر سطح آب در دریاچه پریشان و سطح ایستابی در چاه‌های اطراف آن، از آزمون علیت گرانجری استفاده شده است. با توجه به اینکه داده‌های موجود برای دو متغیر مورد بررسی به‌صورت ماهیانه در فاصله‌ی زمانی ۱۳۸۸-۱۳۷۴می‌باشند، ابتدا به

بررسی ایستایی آنها پرداخته شده است. نتایج آزمون ریشه واحد برای این سری‌ها با استفاده از آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته[1] در جدول ۱ گزارش شده است.

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که دو سری سطح آب دریاچه پریشان و سطح ایستابی چاه‌های اطراف دریاچه ایستا می‌باشند. بدین ترتیب با استفاده از روش خود توضیح برداری و با توجه به معیار شوارتز- بیزین تابع مناسب با وقفه بهینه به‌صورت VAR[2](2)، برآورد گردید.

سپس از آزمون علیت گرانجری برای بررسی رابطه علیت میان متغیرهای مدل، استفاده گردید که نتایج این آزمون در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج جدول ۲ آماره آزمون درسطح یک درصد معنی‌دار بوده و علیت دو طرفه تایید شده است.

یعنی سطح ایستابی چاه‌های اطراف دریاچه می‌تواند بر سطح آب دریاچه پریشان موثر باشد. به‌طوری که افزایش بهره‌برداری از چاه‌های کشاورزی که منجر به افت سطح ایستابی می‌شود، می‌تواند بر سطح آب در دریاچه پریشان موثر بوده و آن را کاهش دهد. از طرف دیگر سطح آب دریاچه نیز علت سطح ایستابی در چاه‌های اطراف دریاچه بوده و بر آن موثر می‌باشد و کاهش سطح آب در دریاچه از طریق کاهش تغذیه منابع آب زیرزمینی منجر به افت سطح ایستابی در چاه‌های اطراف دریاچه می‌گردد. بنابراین بین سطح آب دریاچه و سطح ایستابی چاه‌های اطراف آن اثر متقابل وجود دارد.

بر این اساس توجه به کاهش بهره‌برداری آب از چاه‌های اطراف دریاچه و جلوگیری از حفر چاه‌های غیرمجاز در دشت پریشان و حتی اعلام منطقه ممنوعه جهت کشت محصولات کشاورزی با نیاز آبی بالا ضروری به‌نظر می‌رسد.

همچنین پیش‌بینی روند آینده برای دو متغیر سطح آب دریاچه پریشان و سطح آب زیرزمینی با استفاده از مدل VAR تا سال ۱۳۹۵ انجام گردیده است که روند آن به‌ترتیب در شکل‌های ۵ و ۶ مشاهده می‌شود.

مقایسه‌ی روند واقعی و روند پیش‌بینی شده برای دوره‌ی زمانی ۱۳۸۹-۱۳۷۴، نشانگر نزدیکی دو نمودار بوده و حاکی از خطای بسیار پایین در جریان پیش‌بینی می‌باشد که این خود می‌تواند بیانگر خوبی و اعتبار مدل مورد استفاده در مطالعه باشد. بنابراین روند پیش‌بینی تا سال ۱۳۹۵ دارای قابلیت اطمینان بالایی است.

بر این اساس نیز اتخاذ سیاست‌های مناسب برای حفاظت از دریاچه و سفره آب زیرزمینی ضروری به‌نظر می‌رسد.

1- Augmented Dikey- Fuller Test
2- Vector Autoregressive Model

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج مطالعه حاضر که با دو هدف، بررسی روند برداشت از چاه‌های کشاورزی اطراف دریاچه و کشف ارتباط متقابل میان سطح ایستابی آب در این چاه‌ها با سطح آب دریاچه پریشان، انجام گردید، نشان می‌دهد که تعداد چاه‌های اطراف دریاچه پریشان که از ۴۲۵ حلقه در سال ۱۳۷۰ به ۹۲۵ حلقه چاه در سال ۱۳۸۸ افزایش یافته و درپی آن برداشت از آب‌های زیرزمینی در این دوره از ۹/۵ میلیون مترمکعب به ۴۳/۶ میلیون مترمکعب افزایش یافته است. در پی آن علاوه بر کاهش سطح آب ایستابی و شوری آب‌های زیرزمینی در دشت پریشان، سطح آب دریاچه به شدت کاهش پیدا کرده است. همچنین نتایج آزمون علیت گرانجری، موید رابطه‌ی علیت دوطرفه بین مولفه‌ی دریاچه و مولفه‌ی آب زیرزمینی می‌باشد که این با نتیجه‌ی مطالعه‌ی سیمونیت و همکاران(۲۰۰۵) و نتایج سایر مطالعات انجام شده در زمینه‌ی اندرکنش آب‌های سطحی با آب‌های زیرزمینی، تطابق دارد. بنابراین تخلیه‌ی آب زیرزمینی باعث ایجاد بحران در سطوح آب و کیفیت آن به‌خصوص در دوره‌های خشکسالی می‌شود.

به‌طوری‌که افزایش برداشت از آب چاه‌های کشاورزی باعث افت آب زیرزمینی و کاهش سطح آب در دریاچه پریشان می‌گردد. از سوی دیگر کاهش سطح آب در دریاچه از طریق کاهش نفوذ آب به سفره‌ی آب زیرزمینی، سطح ایستابی چاه‌های اطراف دریاچه را افت می‌دهد و یک اثر بازخورد دوطرفه بین مولفه‌ی دریاچه و مولفه‌ی سطح آب زیرزمینی وجود دارد.

همچنین کنترل سطح آب زیرزمینی و حفاظت از اکوسیستم دریاچه، از طریق سیاست‌هایی چون کاهش بهره‌برداری آب از چاه‌های اطراف دریاچه و جلوگیری از حفر چاه‌های غیرمجاز، اعلام منطقه ممنوعه جهت کشت محصولات کشاورزی با نیاز آبی بالا و افزایش راندمان آبیاری ضروری به‌نظر می‌رسد.

References:

1. Abasi, S.A. 1998. The physiognomy of Kareroon environment. The office of environmental protection in Fars province.
2. Abrishami, H. 2004. Basic Econometrics. Damodar N. Gujarati. 4th Editions. Tehran University Press.
3. Asghari Moghadam, A. and Mohammadi, A. 2003. Sources of salinity in groundwater of Shabestar plain aquifers, Journal of Agricultural Science, 13(3): 69-78.
4. Biondic, B., Biondic, R. and Measki, H. 2005. Sea water intrusion in coastal karst aquifers in Bakar Bay in Croatia. Geophysical Research Abstracts. 7.
5. Dehghani, A. 2005. The Parishan wetland ecosystems. Naghshe Mehr Press.
6. Gibbison, A. and Randall, J. 2006. The salt water intrusion problem and water conservation practices in southeast Georgia. USA. Water and Environmental Journal, 2 (3).
7. Grayson, R.B., Moore, I.D. and McMahon, T.A. 1992. Physically based hydrologic modeling. 1.A Terrain‐based model for investigative purposes, Water Resources Research, 28(10): 2639‐2658.
8. Herath, G. 2004. Incorporating community objectives in improved wetland management: the use of the analytic hierarchy process, Journal of Environmental Management, 70: 263‐273.
9. Loucks, D.P., French, P.N. and Taylor, M.R. 1995. Interactive river‐ aquifer simulation model: program description. Cornell University. Ithaca. NY.
10. Noname. 2009. The report of continuance reading on water resources in the Parishan study area (2511 code). The office of water affairs in Fars province. Fars West Study Center. Kazeroon.
11. Pandy, S. and Huyakorn, P.S. 2004. A fully coupled physically‐based spatially‐ distributed model for evaluating surface‐subsurface flow, Advances in Water Resources, 27: 361‐382.
12. Querner, E.P. 1997. Description and application of the combined surface and groundwater flow model MOGROW, Journal hydrologic, 192: 158‐188.

13. Simonit, S., Cattaneo, F. and Perrings, C. 2005. Modelling the hydrological externalities of agriculture in wetland: the case of rice in Esteros del Ibera, Argentina. Ecological Modelling, 186: 123-141.
14. Sophocleous, M. 2002. Interactions between groundwater and surface water: the state of the science, Hydrogeology Journal, 10: 52_67.
15. Tabatabaei, H., Tavasoli, M., Eslamian, S. and Ahmad Zadeh, GH.A. 2006. Study and evaluation of Isfahan groundwater contaminants with emphasis on drinking water aspect, The Scientific Journal of Agriculture(SJA), 29(2):79-92.
16. Velayati, S.A. 2003. The overpomping effect on aquifer salination in Dasht-E-Jangal (Torbat-E-Heydarieh), Geographical Research, 67: 91-106.
17. Wang, Q.G., Gu, G. and Higano, Y. 2006. Toward integrated environmental management for challenges in water environmental protection of lake Taihu basin in China, Environmental Management, 37 (5): 579_588.
18. Zacharias, I., Dimitriou, E. and Koussouris, T.H. 2005. Integrated water management scenarios for wetland protection: application in Trichonis Lake, Environmental Modelling & Software, 20: 177_185.

پیوست ها:

جدول ۱- نتایج آزمون ریشه واحدسری‌های زمانی رابطه علیت سطح دریاچه و چاه‌های اطراف آن

متغیر	آماره دیکی- فولر تعمیم یافته	تعداد وقفه	توضیحات
سطح آب دریاچه پریشان	-۶/۰۹۴۴***	یک	عرض از مبدا و روند
سطح ایستابی در چاه های اطراف دریاچه	-۳/۱۰۰۹**	یک	عرض از مبدا

** معنی‌داری در سطح ۵٪، *** معنی‌داری در سطح ۱٪

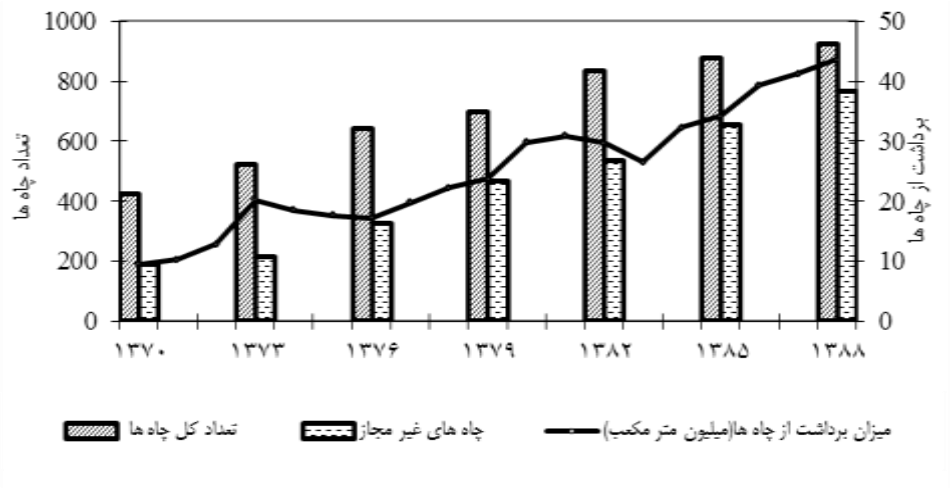
ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول۲- نتایج آزمون علیت گرانجری مبنی بر ارتباط متقابل میان دریاچه پریشان و چاه‌های اطراف آن

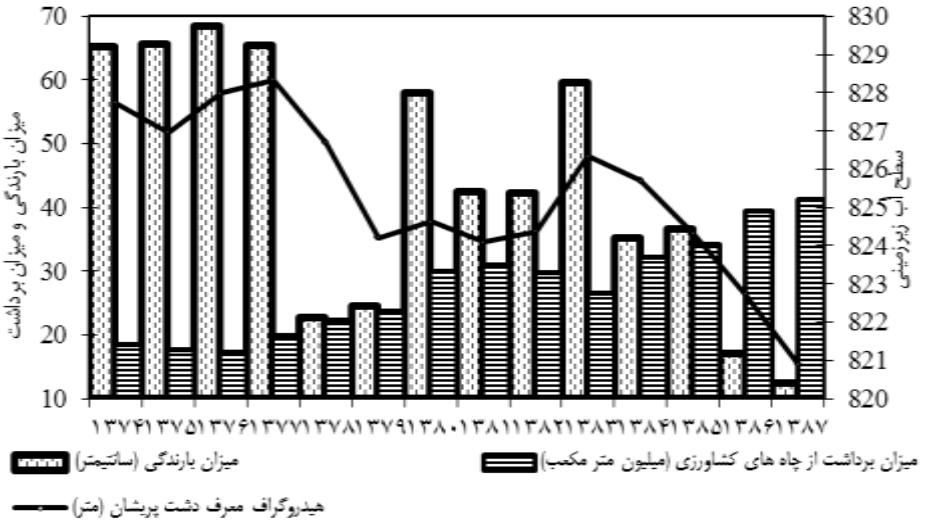
جهت علیت	آماره کای- اسکویر
سطح ایستابی چاه‌ها علت سطح آب دریاچه پریشان	۱۵/۴۴۲۷***
سطح آب دریاچه علت سطح ایستابی در چاه‌های اطراف أن	۱۹/۸۱۹۳***

*** معنی‌داری در سطح ۱٪

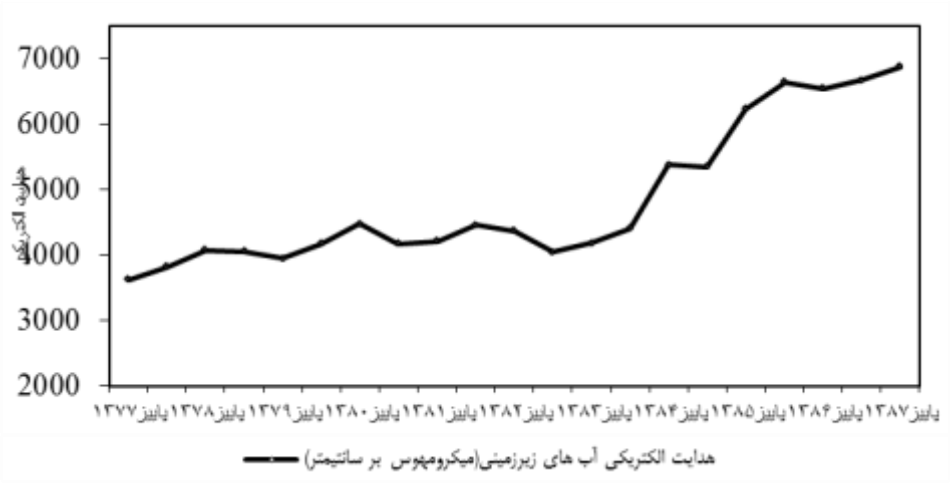
ماخذ: یافته‌های تحقیق



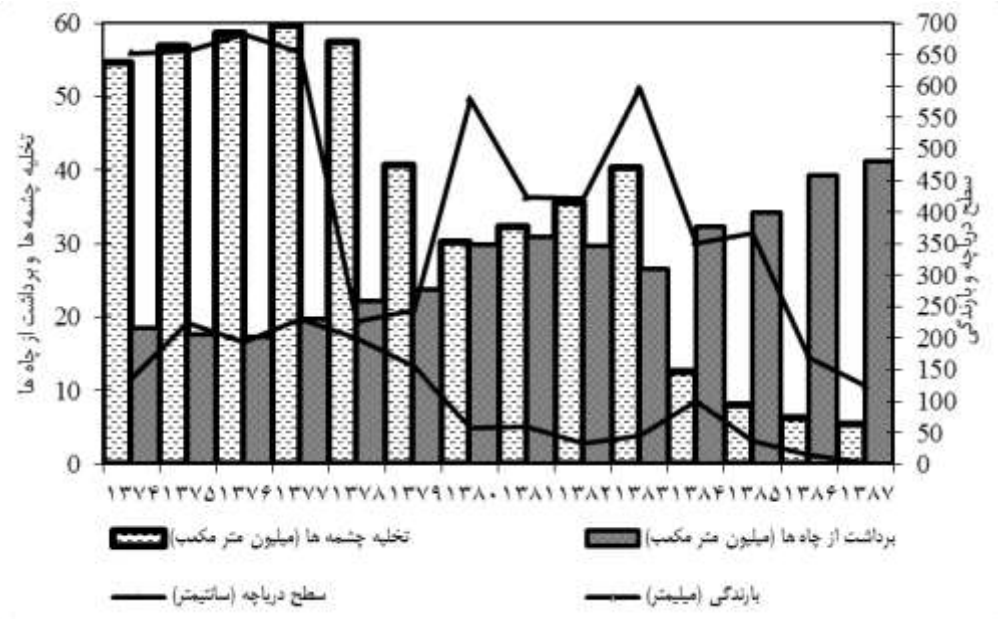
شکل۱ـ تعداد چاه‌ها و میزان برداشت از چاه‌های کشاورزی در محدوده دشت پریشان



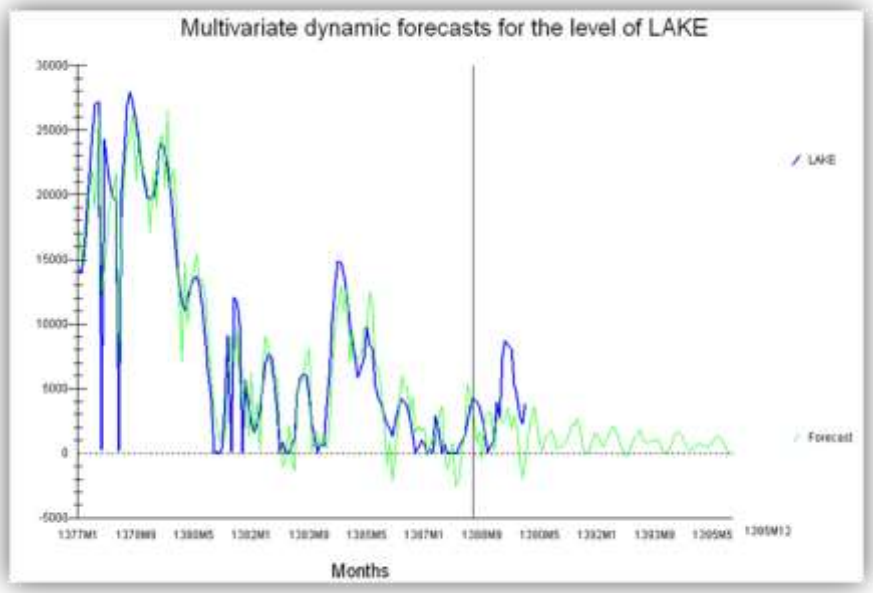
شکل ۲ـ هیدروگراف واحد دشت، میزان برداشت از چاه‌های کشاورزی و میزان بارندگی سالانه در محدوده دشت



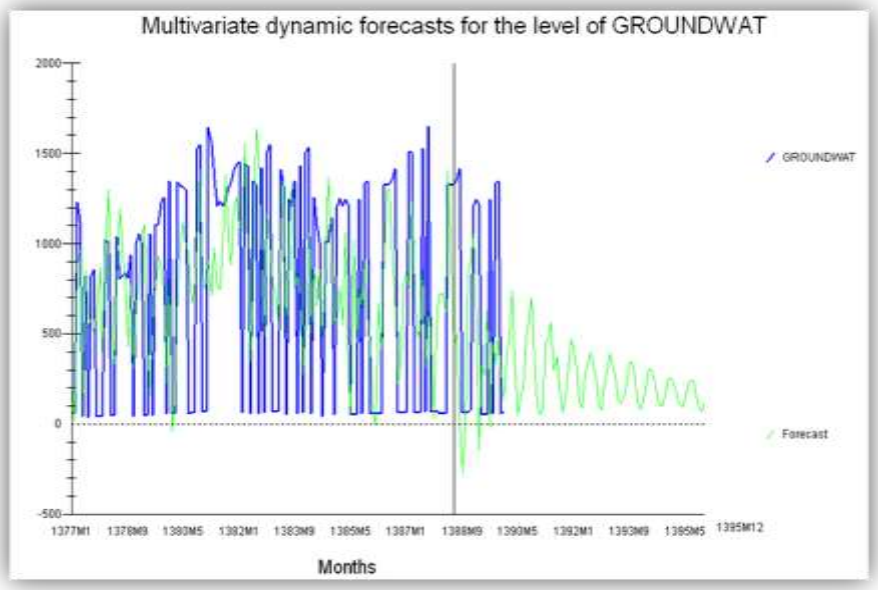
شکل ۳- تغییرات میزان هدایت الکتریکی آب چاه‌های اطراف دریاچه پریشان



شکل ۴- سطح آب در دریاچه پریشان، میزان بارندگی، میزان برداشت از چاه‌های‌کشاورزی و میزان تخلیه چشمه‌ها



شکل ۵ـ پیش‌بینی روند آینده سطح آب دریاچه پریشان بر اساس مدل VAR



شکل ۶ـ پیش‌بینی روند آینده سطح آب زیرزمینی بر اساس مدل VAR