نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۷، شماره ۲، ۱۳۹۴، صفحات ۱۷۲-۱۸۳

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 7, Issue 2, 2015, Pages 172-183

تاثیر طرح‌های آبخواندارای بر تغییرات سفره آب زیرزمینی دشت گربایگان

غلامرضا قهاری*[1] و امیر گندمکار[2]

[1] مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس و [2] استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۳

چکیده

در کشورهای توسعه نیافته و کمتر توسعه یافته مناطق خشک، برای تأمین آب مورد نیاز، ساده‌ترین راه یعنی برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی انتخاب می‌شود. پی‌آمد منفی این نوع برداشت در بخش کمیت منابع آب، روشن و ملموس است. پخش سیلاب یکی از راه‌کارهای مدیریت منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که می‌تواند تأثیرات مثبتی بر منابع آب زیرزمینی داشته باشد. این پژوهش، سعی بر نشان دادن تأثیر پخش سیلاب بر کمیت آب‌های زیرزمینی منطقه گربایگان فسا دارد. با بررسی داده‌های ماهانه سطح آب چهار چاه پیزومتری از سال ۱۳۷۱ تا سال ۱۳۹۲، تغییرات سالانه چاه‌ها تعیین شد. روند عمومی سطح آب زیرزمینی دشت، به‌رغم عملکرد پخش سیلاب، حالت نزولی را نشان می دهد. بنابراین، برای این‌که نقش پخش سیلاب در تغذیه آبخوان نشان داده شود، تغییرات سطح آب زیرزمینی در سال‌های با افزایش سیلاب و همچنین، سال‌های با کاهش سیلاب بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد که کمترین افت مربوط به پیزومترهای یک و سه می‌باشد. پیزومتر یک به‌علت تأثیر گسل و پیزومتر سه به‌علت تأثیر پخش سیلاب، کمترین افت را نشان می‌دهند. نتایج حاصل از تحلیل آماری مؤلفه‌های اصلی بر روی داده‌های سطح آب چهار پیزومتر به‌صورت ماهانه نشان می دهد که مؤلفه اول با بیان بیش از ۸۳ درصد از پراش داده‌ها، مهم‌ترین و مؤثرترین شاخص افت سطح آب در منطقه می باشد. مرتب‌سازی بارهای مؤلفه‌های اصلی بر اساس مؤلفه اول، نشان‌دهنده میزان افت زیاد در پیزومترهای دو و چهار می باشد که با نتایج حاصل از بررسی نقشه هم افت دشت مطابقت دارد. پیزومتر دو به‌علت اثر تبخیر و تعرق درختان جنگلی و پیزومتر چهار به‌علت استحصال بیش از حد آب کشاورزی در آن محدوده، بیشترین افت را نشان می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: آب‌نمود، افت آب زیرزمینی، پخش سیلاب، تحلیل مؤلفه‌های اصلی، فسا

مقدمه

در کشورهای توسعه نیافته و کمتر توسعه یافته مناطق خشک، برای تأمین آب مورد نیاز، ساده‌ترین راه یعنی برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی انتخاب می‌شود. متأسفانه روش بهره‌برداری نیز چندان عاقلانه نیست و اغلب پی‌آمدهای منفی ناشی از عدم توجه به آن‌ها نادیده گرفته می‌شود. پی‌آمد منفی این نوع برداشت در بخش کمیت منابع آب روشن و ملموس است. اطلاعات مربوط به سری زمانی ترکیب شیمیایی آب‌های زیرزمینی در آبخوان‌ها، نشان‌دهنده وضعیت خطرناکی در کاهش حجم ذخیره این منابع می‌باشد (Hosseinimarandi، ۲۰۱۱). کمبود آب یکی از تنگناهای توسعه اقتصادی ایران، به‌ویژه در بخش

* مسئول مکاتبات: ghahari@farsagres.ir

Archive of SID
www.SID.ir

کشاورزی است. گرچه آماری مدون در دسترس نیست، لکن به گمان غالب، افت سطح آب‌های زیرزمینی، مهم‌ترین عامل وجود صدها روستای خالی از سکنه در مرکز، جنوب و شرق ایران می‌باشد (Ghahari و Pakparvar، ۲۰۰۷). بررسی‌های انجام شده بر حوزه‌های آبخیز نشان می‌دهد که از مجموع وسعت کشور، ۸۷ میلیون هکتار را مناطق کوهستانی و ۷۸ میلیون هکتار را دشت‌ها و مناطق کم‌شیب تشکیل می‌دهند. تمرکز رواناب‌ها در حوضه‌های کوهستانی و پر شیب و سپس انتقال آن‌ها به مناطق دشتی، لزوم برنامه‌ریزی اصولی با هدف ذخیره رواناب‌ها و جلوگیری از هدررفت آن‌ها را ضروری ساخته است. هدررفت بیش از دو میلیارد تن خاک در سال از حوزه‌های آبخیز کشور، فراوانی وقوع سیل‌های مخرب همراه با از دسترس خارج شدن حدود نیمی از ۴۱۳ میلیارد مترمکعب ریزش‌های جوی کشور، نابودی جنگل‌ها و مراتع، کاهش حاصل‌خیزی اراضی و سایر مسائل و مشکلات دیگر از جمله معضلاتی است که ضرورت توجه ویژه و جامع به حوزه‌های آبخیز کشور را نمایان می‌سازد.

متوسط سرانه آب در دسترس جهانی، ۳/۸۹ برابر سرانه آب در ایران است. اگر این نسبت از مرز ۵/۴ برابر بگذرد، از نظر دسترسی به آب، در تقسیم‌بندی جهانی در رده بسیار کم یا تنش آب قرار می‌گیریم (Maddah Arefi و Darvish، ۱۹۹۶). البته بشر خود با این مشکل بیگانه نبوده و فکر چاره نیز بوده است. از جمله به فکر تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی افتاده است. بنابراین، برخی طرح‌های اجرایی را با هدف بهبود منابع آب زیرزمینی در دستور کار قرار داده و اجرا کرده است. پخش سیلاب یکی از راه‌کارهای مدیریت منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که می‌تواند تأثیرات مثبتی بر منابع آب زیرزمینی داشته باشد.

پخش سیلاب روشی است که در آن، هرزآب یک حوضه بزرگ‌تر، از آبراهه به دشت منتقل شده و در روی یک عرصه کوچک‌تر و نسبتاً هموار، به‌منظور تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی (Anonymous، ۲۰۰۲) و بهبود کمی و کیفی پوشش گیاهی (Pierson، ۱۹۹۵) پخش می‌شود. نتایج بررسی ها نشان می‌دهند که اغلب دشت‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، شرایط لازم را جهت اجرای طرح‌های پخش سیلاب دارا می‌باشند.

از قدیمی‌ترین روش‌هایی که برای تعیین مقدار تغذیه آب به سفره‌های زیرزمینی به‌کار گرفته شده، روش WTF است (Meinzer و Stearns، ۱۹۲۹؛ Rasmussen و Andreassen، ۱۹۵۹؛ Hall و Risser، ۱۹۹۳). در این روش با در نظر گرفتن نوسانات ساعتی یا روزانه سطح آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای، مقدار تغذیه به سفره آب، قابل محاسبه می‌باشد (Scanlon و همکاران، ۲۰۰۲). این روش تنها برای سفره‌های کم عمق آب زیرزمینی قابل کاربرد است (Healy و Cooke، ۲۰۰۲). ارتباط بین سطح آب زیرزمینی و تأثیر تغذیه حاصل از باران‌های تجمعی در یکی از حوزه‌های آبخیز کشور تایوان توصیف و در نهایت اظهار شد، بارندگی‌هایی که بر روی سطح حوزه آبخیز گسترده می‌شوند، آبخوان‌ها را تغذیه نموده و روی سطح آب‌های زیرزمینی تأثیر گذاشته‌اند (Chyan Deng و همکاران، ۲۰۰۷).

تغذیه آب زیرزمینی مناطق خشک و فرایندهای شور شدن در حوضه دریاچه ایره در استرالیای مرکزی مورد مطالعه قرار گرفت. طی یک سال (۲۰۰۷-۲۰۰۶)، از داده‌های جدید شیمی یون‌های اصلی آب، ایزوتوپ‌های پایدار (H، 13C، 18O2)، ایزوتوپ‌های پرتوزای (C، 3H14) و داده‌های سنجش از دور (MODIS)، برای تشخیص تغذیه آب زیرزمینی و فرایند شور شدن آن استفاده شد. این بررسی نشان داد که تراوش آب ناشی از بارش‌های پراکنده، تبخیر می‌شوند و باران‌های سنگین، موجب انتقال آب منفذی شور (شوری با توجه به تبخیر در منطقه غیر اشباع) به سامانه آب زیرزمینی می‌شوند (Sarah و همکاران، ۲۰۱۱).

پژوهشی در پاکستان جهت برآورد میزان تغذیه به آب‌های زیرزمینی به‌وسیله نرم‌افزار MODFLOW انجام شد. در این پژوهش، داده‌های مورد استفاده در مدل‌سازی جهت تخمین مقدار تغذیه، شامل سطح آب زیرزمینی، اطلاعات هواشناسی، محصولات کشاورزی، اطلاعات خاک، ضریب نفوذپذیری، تبخیر و تعرق و ضرایب آبخوان بودند. با استفاده از این اطلاعات، مقدار

Archive of SID

www.SID.ir

تغذیه از طریق آبیاری، بارندگی، برداشت از طریق تبخیر و تعرق و جریان‌های جانبی و در کل میزان ماهانه بیلان آب زیرزمینی برآورد شد (Arshad و همکاران، ۲۰۰۸). امکان تغذیه مصنوعی دشت قزوین بررسی شد و با توجه به نتایج آزمایش‌های نفوذپذیری، ذخیره‌سازی سالانه شش میلیون مترمکعب از سیلاب رود طالقان پیشنهاد شد (Attarzadeh و Barand، ۱۹۷۱). حجم سیلاب‌های سالانه جاجرود و حبله‌رود که قرار بود در آبخوان‌های ورامین و گرمسار تغذیه شود، ۱۳۰ میلیون مترمکعب برآورد شده است (Bize، ۱۹۷۹). ظرفیت ذخیره سیلاب در دشت گربایگان فسا بالغ بر ۱۰۰ میلیون مترمکعب تخمین زده شده است (Kowsar، ۱۹۹۳).

بررسی کلی جریان آب زیرزمینی و مؤلفه‌های مختلف در جریان آب دشت گربایگان با استفاده از نرم‌افزار MODFLOW انجام شد. در این مطالعه تأکید زیادی بر تعیین مقدار تغذیه حاصل از پخش سیلاب نشده و واسنجی مدل با روش دستی انجام شده است. این پژوهش نشان می‌دهد که مقدار تغذیه به سفره، روند افزایشی داشته است (Fatehi Marj و همکاران، ۲۰۰۰).

با استفاده از بده سیلاب‌های اندازه‌گیری شده در دشت گربایگان و آمارهای سطح آب زیرزمینی، وضعیت چاه‌های پیزومتر داخل و خارج سامانه‌های پخش سیلاب بررسی و نتیجه گرفته شد که در تمامی چاه‌های پیزومتر، هرگاه وقایعی از سیل که با کمینه برداشت از سفره (ماه‌های آبان تا بهمن) هم‌زمان بوده بررسی شود، دست کم تا سه ماه پس از سیلاب، روند تغییرات، افزایشی است.

با توجه به داده‌های چاه‌های پیزومتری سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۴، ابتدا روند تغییرات سالانه چاه‌های پیزومتری بررسی و سپس آب‌نمود آب زیرزمینی دشت به کمک میان‌یابی ترسیم شد. نتایج حاصله نشان دادند که روند عمومی سطح آب سفره به‌علت ازدیاد تعداد چاه‌ها کاهشی است (Ghahari و Pakparvar، ۲۰۰۷). با توجه به بروز خشکسالی‌ها، دستاوردهای تحقیقاتی در منطقه و برداشت آمار و اطلاعات جدید سطح آب زیرزمینی در چاه‌های پیزومتری، در این پژوهش سعی شده که با تحلیل اطلاعات جدید و استفاده از روش‌های آماری، اثر طرح‌های آبخوان‌داری بر وضعیت کمی آب‌های زیرزمینی دشت گربایگان بررسی شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش: دشت گربایگان در ۵۰ کیلومتری جنوب شرقی فسا قرار دارد. گربایگان قسمتی از منتهی علیه شرقی دشت بزرگ‌تر شیب‌کوه است که بین عرض‌های شمالی ´۳۵ °۲۸ تا ´۴۱ °۲۸ و طول‌های شرقی ´۵۳ °۵۳ تا ´۵۷ °۵۳ جا می‌گیرد. ایستگاه آبخوانداری کوثر و پخش سیلاب مربوطه، بر روی مخروط افکنه‌ای در بخش شمال شرقی دشت به وسعت حدود ۲۲۰۰ هکتار اجرا شده است (شکل ۱). آبخیزهای کوه‌گر با مساحت ۱۹۲ کیلومتر مربع، چاه-قوچ با مساحت ۱۷۱ کیلومتر مربع و گهراب با مساحت ۱۶ کیلومتر مربع در بالادست مخروط افکنه دشت گربایگان قرار دارند که به‌ترتیب خشکه رودهای بیشه‌زرد، چاه‌قوچ و گهراب، سیلاب حوضه‌های مزبور را به این دشت می‌رسانند.

دشت گربایگان و حوضه‌های مزبور، بخشی از حوزه آبخیز قره‌آغاج هستند. سیلاب‌های وارده به دشت گربایگان از راه رود شور جهرم و نهایتاً از راه رودخانه مند به خلیج فارس می‌ریزد. منطقه گربایگان بخشی از ناحیه زاگرس چین‌خورده در جنوب غربی ایران می باشد که با روند شمال غرب-جنوب شرق به‌صورت یک کمربند چین‌خورده کشیده شده است. در این منطقه آثاری از سازندهای زمین‌شناسی دوران اول و دوم دیده نشده و تنها سازندهای دوران سوم و چهارم زمین‌شناسی در منطقه گسترش دارند.

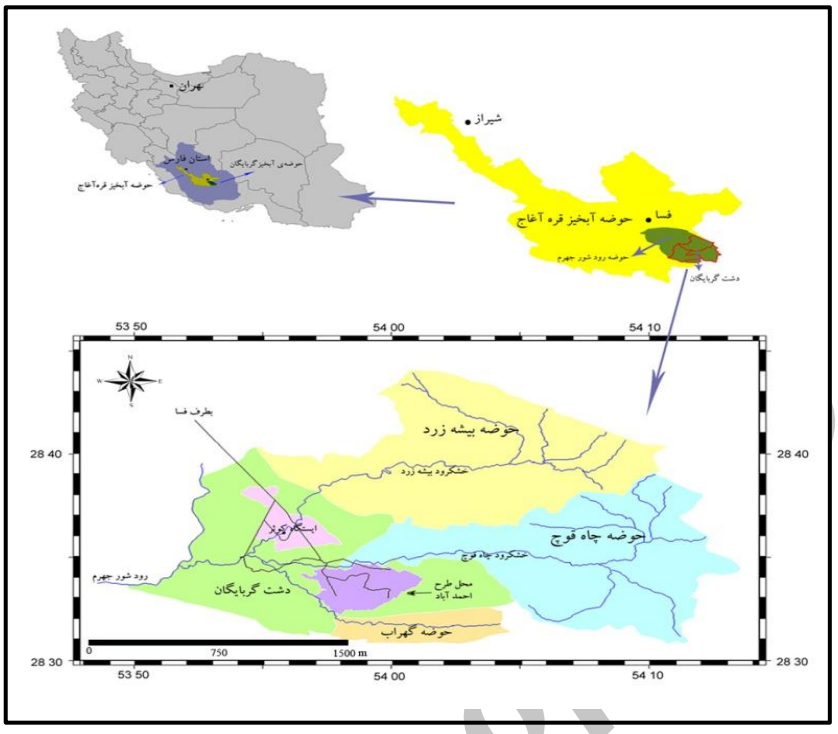
روش پژوهش:

داده‌های سطح آب: از داده‌های سطح آب چهار حلقه چاه پیزومتری با قطر لوله شش اینچ که به‌وسیله سازمان آب منطقه‌ای فارس حفاری شده است، استفاده شد. پیزومتر شماره یک خارج از شبکه‌های پخش سیلاب منطقه، پیزومتر شماره دو در نوار اول شبکه رحیم‌آباد دو و در محدوده جنگل‌کاری انبوه، پیزومتر شماره سه در زیر شبکه‌های پخش سیلاب و پیزومتر شماره چهار در انتهای شبکه بیشه‌زرد دو و در محدوده چاه‌های بهره‌برداری منطقه واقع می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

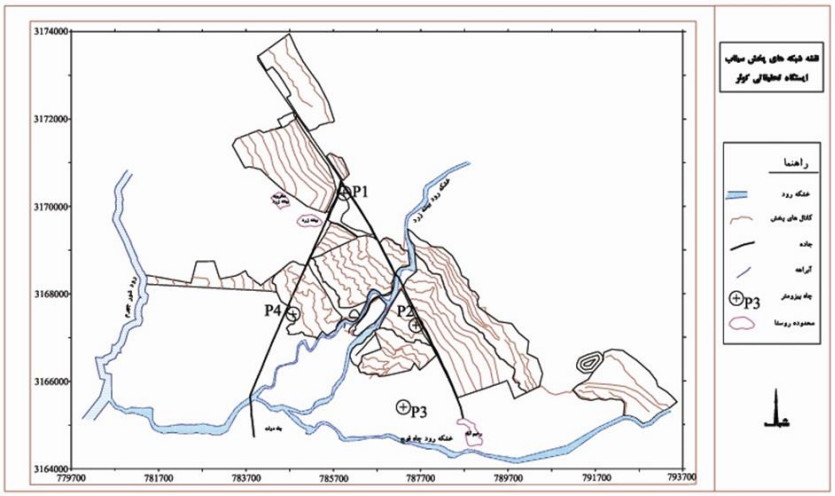
جدول ۱ و شکل ۲، موقعیت چاه‌های پیزومتری در دشت گربایگان را نشان می‌دهند. ارتفاع سطح آب چاه‌ها از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۲ جمع‌آوری و به رایانه وارد شده است.



شکل ۱- موقعیت دشت گربایگان در منطقه، فارس و ایران

جدول ۱- موقعیت چاه‌های پیزومتری دشت گربایگان (Hosseinimarandi، ۲۰۱۱)

شماره پیزومتر	موقعیت	مختصات	
		X	Y
P1	شرق قلعه خرابه گربایگان (خارج از پخش سیلاب)	۷۸۵۹۹۱	۳۱۷۰۱۵۰
P2	داخل شبکه پخش سیلاب و در محدوده جنگل‌کاری انبوه	۷۸۷۸۱۲	۳۱۶۷۴۶۶
P3	زیر شبکه‌های پخش سیلاب	۷۸۷۲۳۷	۳۱۶۵۵۶۲
P4	انتهای شبکه بیشه‌زرد دو و در محدوده چاه‌های بهره‌برداری	۷۸۴۸۰۱	۳۱۶۷۵۴۷



شکل ۲- موقعیت چاه‌های پیزومتری در دشت گربایگان

Archive of SID
www.SID.ir

بررسی داده‌های بارندگی: با توجه به وجود ایستگاه اقلیم‌شناسی در منطقه گربایگان، جهت بررسی داده‌های بارندگی از آمار ۲۱ساله ایستگاه مربوط به سال‌های آبی ۷۲-۷۱ تا ۹۲-۹۱ استفاده شد.

تهیه نمودار تغییرات سطح آب چاه‌های پیزومتری: تغییرات سطح آب در چهار پیزومتر منطقه در سال‌های آبی مختلف بررسی و از کسر آن از نقاط نشانه هر چاه، سطح آب نسبت به سطح آزاد آب دریا محاسبه و در نرم‌افزار اکسل در مقابل سال‌های آماری قرار گرفت.

تهیه آب‌نمود محدوده عمل پخش سیلاب: متوسط ارتفاع ماهانه سطح آب چاه‌های پیزومتری، تعیین و با استفاده از نرم‌افزار Surfer محدوده‌های همگن سطح آب زیرزمینی دشت ترسیم و با روش میانگین وزنی، میانگین سطح ایستابی محدوده پخش سیلاب در هر ماه محاسبه شد. به کمک این داده‌ها، آب‌نمود دشت ترسیم شد.

تهیه نمودار تغییرات هم‌زمان بارندگی و میانگین سطح آب چاه‌های پیزومتری: میانگین سطح آب چهار پیزومتر در سال‌های آبی مختلف محاسبه و در مقابل بارندگی سالانه قرار گرفت و نمودار آن‌ها در سال‌های آبی مختلف ترسیم شد.

ترسیم منحنی‌های هم‌افت آب زیرزمینی دشت: جهت این کار، افت سطح آب در چهار پیزومتر از تفاضل سطح آب تراز شده سال ۱۳۷۱ و ۱۳۹۲ به‌دست آمد. با استفاده از نرم‌افزار Surfer منحنی‌های هم‌افت دشت تهیه شد.

بررسی تأثیر وقوع سیلاب بر سطح آب پیزومترها در سال‌های خشک‌سالی و ترسالی: اطلاعات مربوط به بده و حجم آبگیری سیلاب‌های به‌وقوع پیوسته در منطقه گربایگان از سال۱۳۸۱ در دسترس می‌باشد. وضعیت سطح آب در سه سال آبی متوالی در زمان‌های خشک‌سالی و همچنین، مربوط به سه سال آبی در زمان‌های ترسالی مورد بررسی قرار گرفت.

تحلیل آماری تغییرات سطح آب زیرزمینی با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی: این تحلیل جزء خانواده تحلیل بردارهای ویژه است که در آن مقدار پراش خاص برابر صفر است. یعنی فرض می‌شود که بردارهای ویژه، کل پراش را تبیین می‌کنند. این روش، در حقیقت اساساً برای کاهش حجم داده‌ها و تشخیص مؤلفه‌های اصلی به‌کار می‌رود. با اعمال تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی ماتریس داده‌ها (مقادیر تغییرات سطح آب زیرزمینی در چهار چاه پیزومتری)، چهار مؤلفه اصلی که ۱۰۰ درصد پراش داده‌ها را تبیین می‌کنند، استخراج شد.

نتایج و بحث

بر اساس مراحل کار انجام شده که در روش پژوهش آورده شد، نتایج به‌صورت زیر بیان می‌شود.

تهیه نمودار سطح آب چاه‌های پیزومتری: داده‌های پیزومتری میانگین‌گیری شده در هر کدام از چاه‌ها در جدول ۲ دیده می‌شوند. شکل ۳، نمودار تغییرات سطح آب چاه‌های پیزومتری و شکل ۴ نمودار مزبور را در مقابل حجم سیلاب تغذیه شده به آبخوان نشان می‌دهد.

تهیه آب نمود دشت: جهت بررسی رابطه بین آب‌نمود و بارندگی، اندازه بارندگی متوسط هر ماه در سال‌های مختلف آبی در مقابل آب‌نمود ترسیم شده که در شکل ۵ نشان داده شده است.

منحنی‌های هم‌افت دشت گربایگان: این منحنی‌ها در محیط Surfer10 و با استفاده از داده‌های چهار پیزومتر منطقه ترسیم شد که در شکل ۶ نشان داده شده است.

تعداد چاه‌های منطقه: افزایش سطح آب با شروع عملیات پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی، باعث افزایش حفر چاه به‌صورت مجاز و غیرمجاز در منطقه گربایگان شده است (شکل ۷).

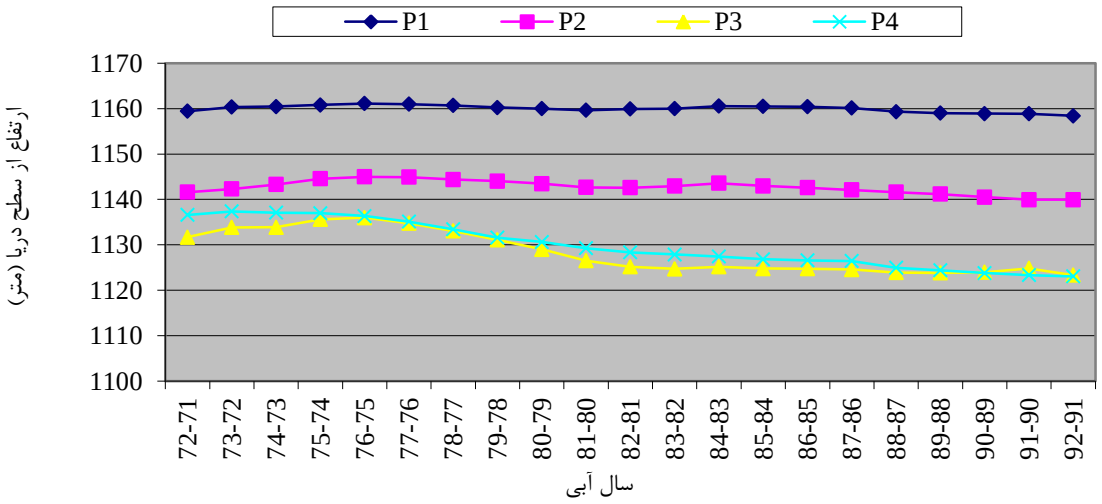
مقایسه وقایع بارندگی، سیلاب و سطح آب در چاه‌های پیزومتری: اطلاعات مربوط به بارندگی منجر به سیل و حجم سیلاب‌ها از سال آبی ۷۲-۷۱ تا سال آبی ۹۲-۹۱ در مقابل داده‌های سطح آب در چاه‌های پیزومتر قرار گرفت (شکل ۴).

Archive of SID

www.SID.ir

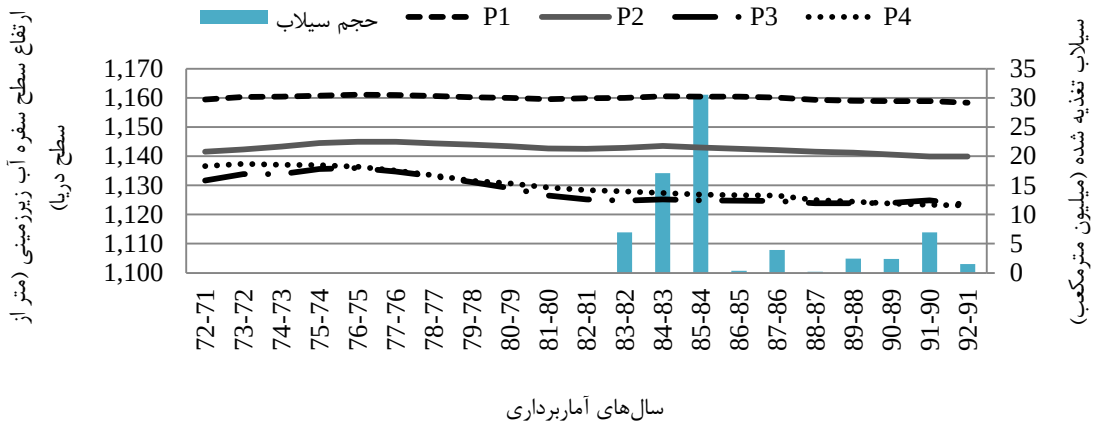
جدول ۲- داده‌های پیزومتری میانگین‌گیری شده در هر چاه

سال آبی	داده‌های پیزومتری میانگین‌گیری شده (متر از سطح دریا)				بارندگی سالیانه (میلی‌متر)	حجم سیلاب (میلیون مترمکعب)
	P4	P3	P2	P1		
۷۱-۷۲	۱۱۳۶/۶۱	۱۱۳۱/۷۰	۱۱۴۱/۶۰	۱۱۵۹/۴۳	۵۵۶/۵	فاقد اندازه‌گیری
۷۲-۷۳	۱۱۳۷/۳۶	۱۱۳۳/۸۴	۱۱۴۲/۳۲	۱۱۶۰/۳۵	۱۶۵	فاقد اندازه‌گیری
۷۳-۷۴	۱۱۳۷/۰۹	۱۱۳۳/۸۹	۱۱۴۳/۳۰	۱۱۶۰/۴۴	۲۸۵	فاقد اندازه‌گیری
۷۴-۷۵	۱۱۳۶/۹۷	۱۱۳۵/۶۱	۱۱۴۴/۵۵	۱۱۶۰/۸۰	۵۱۴	فاقد اندازه‌گیری
۷۵-۷۶	۱۱۳۶/۳۶	۱۱۳۶/۰۰	۱۱۴۵/۰۰	۱۱۶۱/۱۲	۲۰۸/۵	فاقد اندازه‌گیری
۷۶-۷۷	۱۱۳۵/۱۳	۱۱۳۴/۷۵	۱۱۴۴/۹۳	۱۱۶۰/۹۶	۲۷۳/۵	فاقد اندازه‌گیری
۷۷-۷۸	۱۱۳۳/۴۳	۱۱۳۳/۰۷	۱۱۴۴/۳۸	۱۱۶۰/۷۱	۱۸۸	فاقد اندازه‌گیری
۷۸-۷۹	۱۱۳۱/۶۱	۱۱۳۱/۱۲	۱۱۴۴/۰۳	۱۱۶۰/۲۴	۸۳	فاقد اندازه‌گیری
۷۹-۸۰	۱۱۳۰/۶۵	۱۱۲۹/۰۲	۱۱۴۳/۴۷	۱۱۶۰/۰۰	۱۴۱/۵	فاقد اندازه‌گیری
۸۰-۸۱	۱۱۲۹/۲۷	۱۱۲۶/۵۳	۱۱۴۲/۶۶	۱۱۵۹/۶۲	۲۰۱	فاقد اندازه‌گیری
۸۱-۸۲	۱۱۲۸/۳۷	۱۱۲۵/۲۰	۱۱۴۲/۵۹	۱۱۵۹/۹۰	۲۵۹/۴	۶/۹۵
۸۲-۸۳	۱۱۲۷/۹۰	۱۱۲۴/۷۴	۱۱۴۲/۹۳	۱۱۶۰/۰۰	۳۳۴/۳	۱۷/۰۹
۸۳-۸۴	۱۱۲۷/۴۴	۱۱۲۵/۲۰	۱۱۴۳/۵۹	۱۱۶۰/۵۴	۳۵۲	۳۰/۵۵
۸۴-۸۵	۱۱۲۶/۸۵	۱۱۲۴/۸۲	۱۱۴۲/۹۸	۱۱۶۰/۴۸	۱۸۴/۵	۰/۳۴
۸۵-۸۶	۱۱۲۶/۵۹	۱۱۲۴/۷۷	۱۱۴۲/۵۹	۱۱۶۰/۴۲	۲۷۲/۵	۳/۹۲
۸۶-۸۷	۱۱۲۶/۴۷	۱۱۲۴/۶۰	۱۱۴۲/۰۹	۱۱۶۰/۱۳	۱۰۲/۵	۰/۱۹
۸۷-۸۸	۱۱۲۴/۹۷	۱۱۲۳/۹۳	۱۱۴۱/۶۰	۱۱۵۹/۳۳	۱۵۶/۵	۲/۴۳
۸۸-۸۹	۱۱۲۴/۴۰	۱۱۲۳/۸۷	۱۱۴۱/۱۸	۱۱۵۸/۹۸	۱۸۱/۵	۲/۴۱
۸۹-۹۰	۱۱۲۳/۸۳	۱۱۲۳/۹۹	۱۱۴۰/۵۲	۱۱۵۸/۸۸	۲۴۷/۵	۶/۹۲
۹۰-۹۱	۱۱۲۳/۳۸	۱۱۲۴/۸۲	۱۱۳۹/۹۶	۱۱۵۸/۸۶	۱۲۵/۵	۱/۵۱
۹۱-۹۲	۱۱۲۳/۱۰	۱۱۲۳/۳۷	۱۱۳۹/۹۳	۱۱۵۸/۴۰	۲۰۹/۸	۵/۳۴

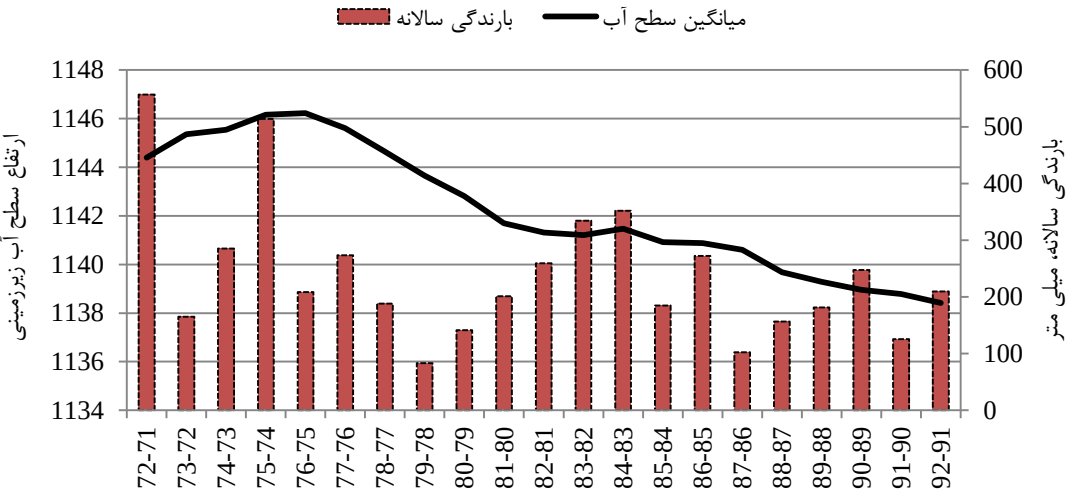


شکل ۳- نمودار تغییرات آب چاه‌های پیزومتری

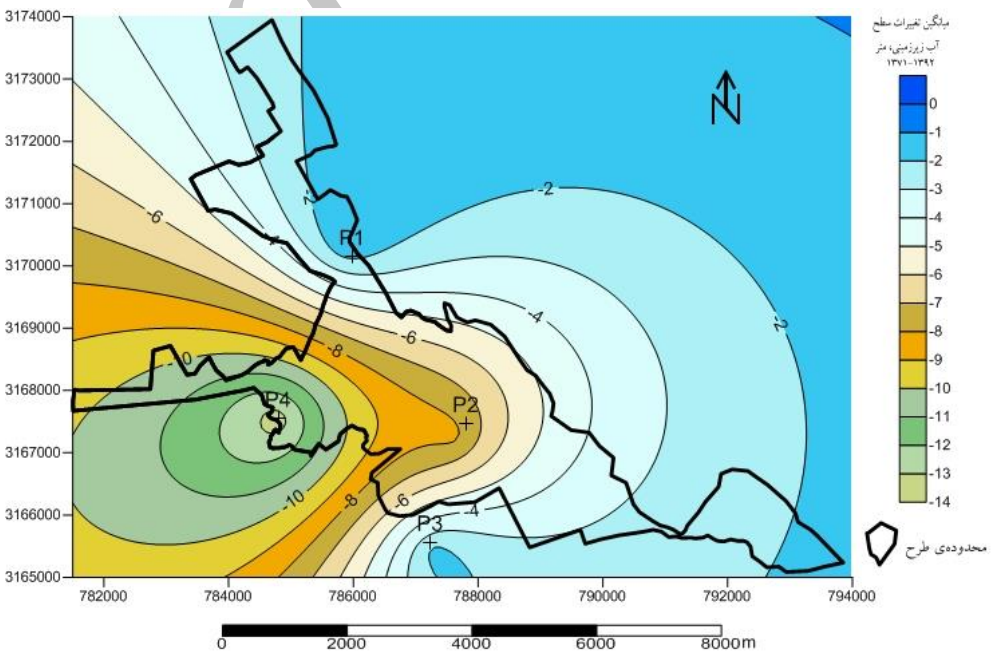
Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۴- نمودار تغییرات آب چاه‌های پیزومتری منطبق با حجم سیلاب تغذیه شده

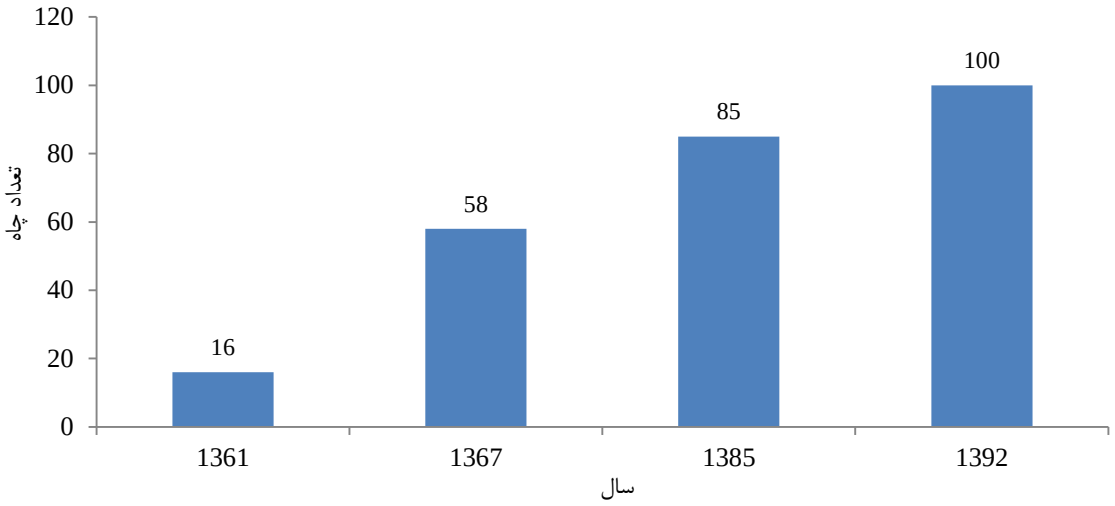


شکل ۵- آب‌نمود دشت در مقابل بارندگی



شکل ۶- نقشه هم‌افت دشت گربایگان فسا

www.SID.ir



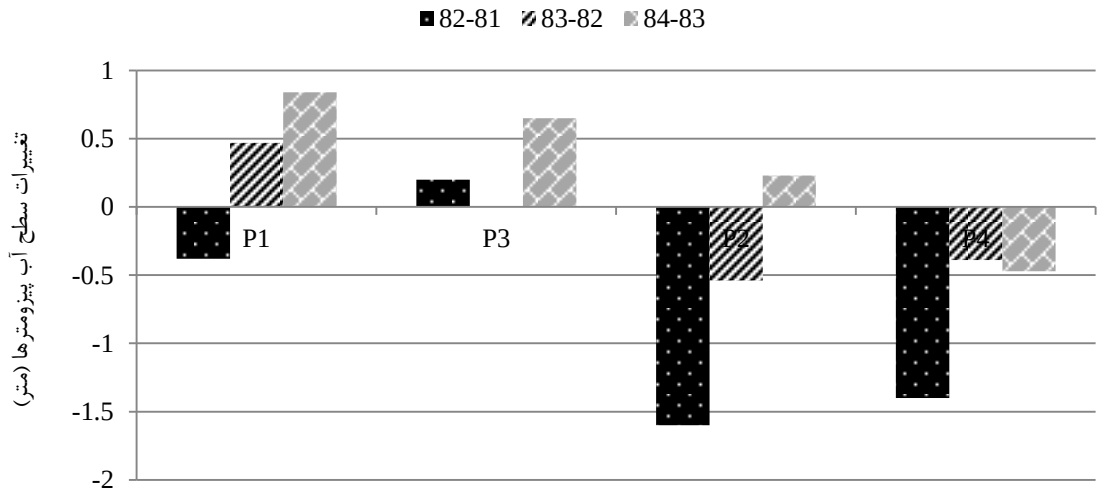
شکل ۷- نمودار افزایش چاه‌های بهره‌برداری در دشت گربایگان

با توجه به این‌که آمار بده و حجم سیلاب از سال آبی ۸۲-۸۱ به بعد موجود می‌باشد، در این بازه زمانی وضعیت سطح آب چاه‌های پیزومتر در سه سال آبی متوالی در زمان‌های خشکسالی و همچنین، مربوط به سه سال آبی در زمان‌های ترسالی به‌صورت زیر بررسی شد.

بررسی زمان‌های منطبق با افزایش بارندگی و سیلاب: با بررسی کلیه داده‌ها، سال‌های آبی متوالی ۸۲-۸۱ تا ۸۴-۸۳ به‌عنوان سال‌هایی که هم‌زمان با افزایش بارندگی، سیلاب‌های با دبی و حجم زیاد در منطقه گربایگان به‌وقوع پیوسته، انتخاب شد. داده‌های سطح آب زیرزمینی و سیلاب، در این سال‌ها متوسط‌گیری شده و برای هر پیزومتر در جدول ۳ و شکل ۸ نشان داده شده است.

جدول ۳- تغییرات سطح آب زیرزمینی پیزومترها در سه سال آبی متوالی، منطبق با سال‌های افزایش سیلاب

چاه پیزومتر	سال آبی ۸۲-۸۱	سال آبی ۸۳-۸۲	سال آبی ۸۴-۸۳
P1	-۰/۳۸	۰/۴۷	۰/۸۴
P3	۰/۲	۰	۰/۶۵
P2	-۱/۶	-۰/۵۴	۰/۲۳
P4	-۱/۴	-۰/۳۹	-۰/۴۷



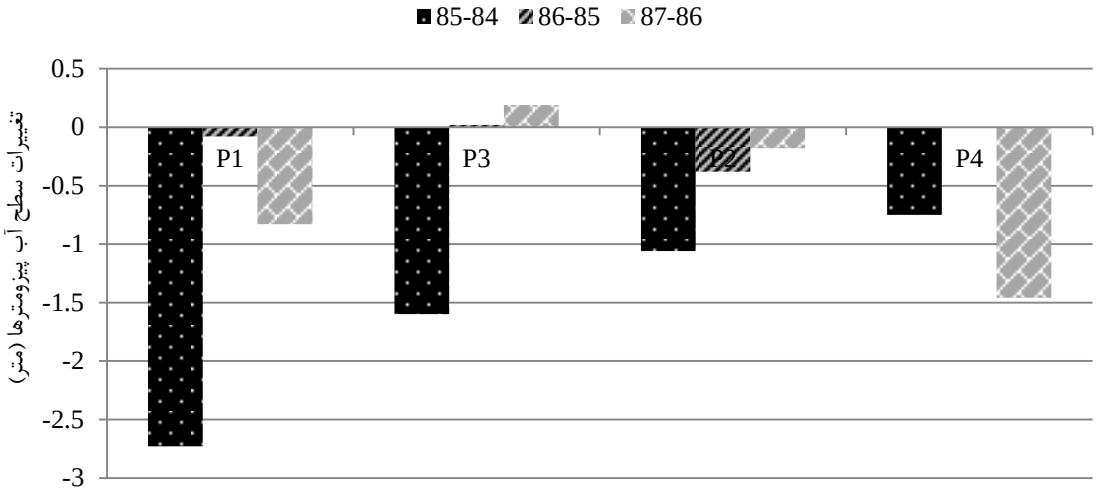
شکل ۸- تغییرات سطح آب زیرزمینی پیزومترها در سه سال آبی متوالی، منطبق با سال‌های افزایش سیلاب

Archive of SID
www.SID.ir

بررسی زمان‌های منطبق با کاهش بارندگی و سیلاب: در این مرحله داده‌های سطح آب زیرزمینی و سیلاب، در سه سال آبی متوالی ۸۵-۸۴ تا ۸۷-۸۶ متوسط‌گیری شده و برای هر پیزومتر در جدول ۴ و شکل ۹ نشان داده شده است.

جدول۴- تغییرات سطح آب زیرزمینی پیزومترها در سه سال آبی متوالی، منطبق با سال‌های کاهش سیلاب

چاه پیزومتر	سال آبی ۸۵-۸۴	سال آبی ۸۶-۸۵	سال آبی ۸۷-۸۶
P1	-۲/۷۳	-۰/۰۸	-۰/۸۳
P3	-۱/۶	۰/۰۲	۰/۱۹
P2	-۱/۰۶	-۰/۳۸	-۰/۱۸
P4	-۰/۷۵	۰	-۱/۴۶



شکل ۹- تغییرات سطح آب زیرزمینی پیزومترها در سه سال آبی متوالی، منطبق با سال‌های کاهش سیلاب

تحلیل آماری تغییرات سطح آب زیرزمینی با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی: در تحلیل مؤلفه های اصلی برای هر یک از متغیرهای اولیه یک مؤلفه اصلی محاسبه می شود که در مجموع صد درصد تغییرات داده‌ها را تبیین می کنند. ولی غالبا مؤلفه اول بخش بزرگی از پراش داده‌ها را تبیین می‌کند و مؤلفه های بعدی بخش های کوچک‌تری از پراش را توضیح می‌دهند. با اعمال تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی ماتریس داده‌ها (مقادیر تغییرات سطح آب زیرزمینی در چهار چاه پیزومتری)، چهار مؤلفه اصلی که ۱۰۰ درصد پراش داده‌ها را تبیین می‌کنند، استخراج شد. نتایج حاصله از تجزیه ماتریس همبستگی در جدول ۵ و شکل ۱۰ دیده می‌شود.

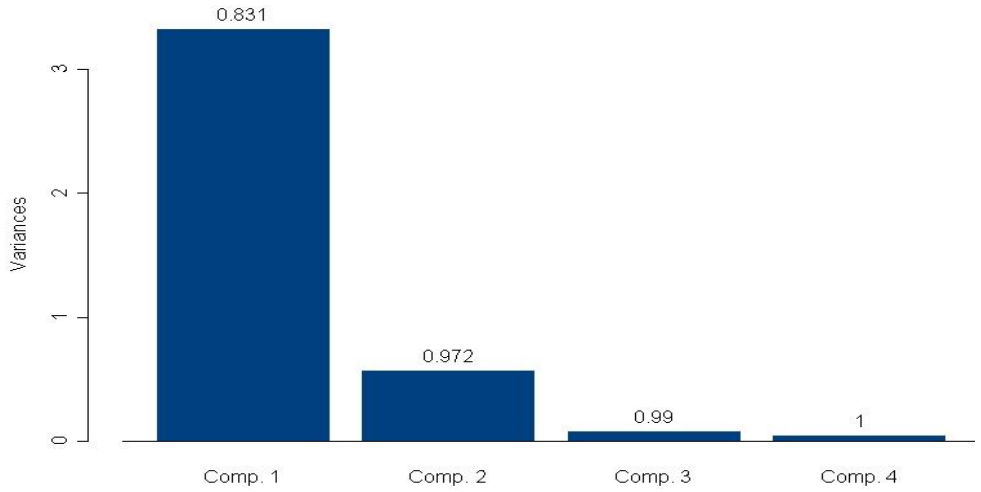
بارهای مؤلفه‌های اصلی در نرم‌افزار S-Plus 2000 تعیین شد و بر اساس مؤلفه اول که بیشترین پراش داده‌ها را تبیین می‌کند، مرتب شد. مؤلفه اول با بیان ۸۳/۱ درصد از پراش داده‌ها، مهم‌ترین و مؤثرترین شاخص افت سطح آب زیرزمینی را در منطقه گربایگان نشان می‌دهد (جدول ۶ و شکل ۱۱).

جدول ۵- اهمیت نسبی مؤلفه‌ها

	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم
درصد پراش	۸۳/۱	۱۴/۱	۱/۸	۱
درصد تجمعی پراش	۸۳/۱	۹۷/۲	۹۹	۱۰۰

Archive

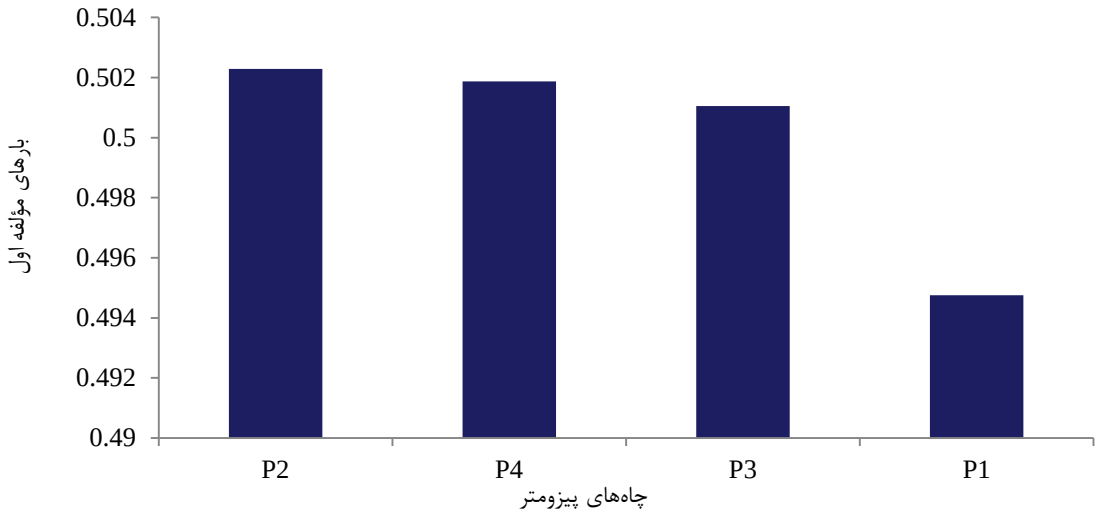
www.SID.ir



شکل ۱۰- اهمیت نسبی مؤلفه‌های اصلی

جدول ۶- بارهای مؤلفه‌های اصلی روی چاه‌های پیزومتری دشت گربایگان

پیزومتر	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم
P2	۰/۵۰۲۲	۰/۴۹۷۰	-۰/۲۹۷۶	۰/۶۴۲۰
P4	۰/۵۰۱۹	۰/۴۹۸۳	-۰/۳۲۷۳	-۰/۶۲۶۷
P3	۰/۵۰۱۱	-۰/۴۸۱۵	-۰/۶۴۴۹	-۰/۳۱۸۳
P1	۰/۴۹۴۸	-۰/۵۲۲۴	۰/۶۲۳۳	۰/۳۰۶۳



شکل ۱۱- نمودار بارهای مؤلفه اول روی چاه‌های پیزومتری دشت گربایگان

نتیجه‌گیری

شکل ۵، نشان‌دهنده آب‌نمود دشت می‌باشد. این نمودار، افزایش سطح آب زیرزمینی از ابتدای دوره آماری (۷۲-۷۱) تا سال ۱۳۷۵ را نشان می‌دهد. شکل ۳ نیز این روند را برای کلیه چاه‌های پیزومتری نشان می‌دهد. در سال ۱۳۷۵ با افزایش چاه‌های بهره‌برداری (شکل ۷)، در پیزومترهای سه و چهار، افت سطح آب دیده می‌شود. روند کاهش سطح آب زیرزمینی با توجه به آب‌نمود دشت تا سال ۱۳۸۲ ادامه می‌یابد که این شکل آب‌نمود، نشانگر فوق بحرانی بودن آبخوان دشت است. در سال ۱۳۸۳ افزایش سطح آب در آب‌نمود دشت دیده می‌شود که علت آن را می‌توان با وقوع سیلاب‌های زیاد سال ۱۳۸۲ مرتبط دانست. مقایسه آب‌نمود دشت در برابر بارندگی در شکل ۵ نشان می‌دهد که توزیع زمانی بارندگی در سال‌های مختلف کاملا متفاوت است و تغییرات سالانه بارش با تغییرات

www.SID.ir

سطح آب زیرزمینی دارای روند مستقیم نمی‌باشد. علی‌رغم افزایش بارندگی در سال‌های ۸۵ و ۸۹، افت سطح آب زیرزمینی قابل ملاحظه است و دلیل عمده آن برداشت بی‌رویه از آبخوان است.

بررسی منحنی‌های هم‌افت دشت (شکل ۶) نشان می‌دهد که کمترین افت در بخش شمالی و جنوبی منطقه، مربوط به پیزومترهای یک و سه، و بیشترین افت، در بخش مرکزی و حاشیه غربی منطقه بوده که پیزومترهای دو و چهار در آن قرار دارند. اختلاف سطح آب در پیزومتر یک نسبت به پیزومتر دو بسیار زیاد است. در بررسی‌های انجام شده (Hashemi، ۲۰۰۸)، وجود یک گسل که از کوه گر شروع و در امتداد این چاه ادامه دارد، می‌تواند باعث تغذیه این بخش از آبخوان شده و سطح آب را در این محدوده بالا بیاورد. پیزومتر دو به‌رغم قرار گرفتن در شبکه پخش سیلاب، افت زیاد ۷/۵ متری را نشان می‌دهد. این وضعیت با دو پیزومتر یک و سه اختلاف زیادی دارد. علت این افت را می‌توان به قرار گرفتن این چاه در شبکه جنگلی با پوشش درختی متراکم و تبخیر و تعرق زیاد درختان اوکالیپتوس در ارتباط دانست. مصرف درختان اوکالیپتوس در هر هکتار (با حدود ۹۰۰ اصله درخت)، ۲۰۰۰۰ مترمکعب در سال محاسبه شده است (Edraki، ۱۹۹۱). پیزومتر چهار در محدوده اراضی کشاورزی واقع شده و به‌علت کیفیت مطلوب‌تر آب در این قسمت، استحصال بیش از حد از منابع آب زیرزمینی صورت می‌گیرد. این امر باعث افت شدید سطح آب (۱۳/۵ متر) در این قسمت شده است.

روند عمومی سطح آب زیرزمینی دشت، به‌رغم عملکرد پخش سیلاب، حالت نزولی را نشان می‌دهد. بنابراین، برای این‌که نقش پخش سیلاب در تغذیه آبخوان نشان داده شود، تغییرات سطح آب زیرزمینی در سال‌های با افزایش سیلاب و همچنین، سال‌های با کاهش سیلاب بررسی شد. شکل ۸، نمودار تغییرات سطح آب زیرزمینی پیزومترها در سه سال آبی متوالی، منطبق با سال‌های افزایش سیلاب را نشان می‌دهد. کمترین افت مربوط به پیزومترهای یک و سه و بیشترین افت مربوط به پیزومترهای دو و چهار می‌باشد. پیزومتر یک به‌علت تاثیر گسل و پیزومتر سه به‌علت تاثیر پخش سیلاب کمترین افت را نشان می‌دهند. پیزومترهای دو و چهار به‌ترتیب به‌علت اثر تبخیر و تعرق درختان جنگلی و استحصال بیش از حد آب کشاورزی در آن محدوده، بیشترین افت را نشان می‌دهند. شکل ۹، تغییرات سطح آب زیرزمینی پیزومترها منطبق با سال‌های کاهش سیلاب را نشان می‌دهد. پیزومترهای یک، دو و سه در کلیه سال‌ها، افت سطح آب زیرزمینی را نشان می‌دهند که این امر تأثیر مثبت پخش سیلاب بر تغذیه آبخوان را مشخص می‌سازد. پیزومتر سه که تحت تأثیر شبکه‌های پخش سیلاب قرار دارد، به‌رغم کاهش سیلاب، افزایش سطح آب را نشان می‌دهد.

برای این‌که تغییرات سطح آب زیرزمینی دشت به روشنی مشخص شود، تحلیل آماری مؤلفه‌های اصلی بر روی داده‌های سطح آب چهار پیزومتر به‌صورت ماهیانه انجام پذیرفت. نتایج نشان می‌دهد که مؤلفه اول با بیان بیش از ۸۳ درصد از پراش داده‌ها، مهم‌ترین و مؤثرترین شاخص افت سطح آب در منطقه می‌باشد. مرتب‌سازی بارهای مؤلفه‌های اصلی بر اساس مؤلفه اول، نشان‌دهنده میزان افت زیاد در پیزومترهای دو و چهار می‌باشد که با نتایج حاصل از بررسی نقشه هم‌افت دشت مطابقت دارد.

نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با نتیجه Hosseinimarandi (۲۰۱۱) مطابقت دارد. در تحقیق مزبور، طی پنج سال (۱۳۸۹-۱۳۸۴)، نوسانات سطح سفره آب زیرزمینی به‌صورت ماهانه با استفاده از دستگاه عمق‌یاب اندازه‌گیری شد. میانگین افت سطح سفره در چاه‌های مشاهده‌ای طی دوره پایش بین ۱/۱۶ تا ۵/۵۱ متر متغیر بوده است. کل افت سطح سفره در این دوره ۲/۲۵ متر برآورد شده است. روند نزولی منحنی افت در شبکه‌های پخش سیلاب (تا بیش از ۵/۵ متر)، تعیین شده که علت آن وجود درختان جنگلی و تبخیر و تعرق زیاد ذکر شده است.

جهت دستیابی به داده‌های بیشتر و دقیق‌تر، پیشنهاد می‌شود که شبکه پایش تغییرات کمی آب زیرزمینی دشت، تقویت و به دستگاه‌های خودکار (سنسورهای اندازه‌گیری سطح آب و کیفیت آب) مجهز شوند. همچنین، جهت جلوگیری از افزایش بحران وضعیت آب زیرزمینی منطقه و مهاجرت

Archive of SID

www.SID.ir

کشاورزان، پیشنهاد می‌شود تا ضمن بستن چاه‌های غیرمجاز، استخراج از سایر چاه‌ها نیز محدود شود.

منابع مورد استفاده

1. Anonymous, C. 2002. Conservation practice standard for water spreading. Natural Resources Conservation Service, Washington, 4 pages.
2. Arshad, M., N. Ahmed and J.M. Cheema. 2008. Modeling approach for the assessment of recharge contribution to groundwater from surface irrigation conveyance system. Irrigation Drainage System, 22: 67–77.
3. Attarzadeh, A. and J. Barand. 1971. Artificial recharge of Qazvin plain. National Committee on Irrigation and Drainage, Annual Journal of Irrigation and Drainage, 2: 120-126.
4. Bize, j. 1979. Artificial groundwater recharge at Varamin and Garmsar, Iran, results of infiltration experiments. International Symposium, Artificial Groundwater Recharge, Dortmund, 17: 1-3.
5. Chyan Deng, J., T. Hsien and L. Wei Cheng. 2007. Effect of rainfall intensity and distribution on groundwater level fluctuations. Journal of Hydrology, 332: 348-360.
6. Edraki, M. 1991. Determination of water requirements of Eucalyptus camaldulensis in a floodwater spreading system, Gareh Bygone, Fasa. MSc Thesis, Tehran University, 123 pages (in Persian).
7. Fatehi Marj, A., A. Telvari, A. Gouhari and M. Khayrkhah. 2000. Determination of Floodwater spreading effect with statistical model HST-D in Gareh Bygone Plain. Final report of research project, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran, 112 pages (in Persian).
8. Ghahari, Gh.R. and M. Pakparvar. 2007. Effect of floodwater spreading and consumption on groundwater resources in Gareh Bygone Plain. Iranian Journal of Range and Desert Research, 14: 368-390 (in Persian).
9. Hall, D.W. and D.W. Risser. 1993. Effect of agricultural nutrient management on nitrogen fate and transport in Lancaster County, Pennsylvania. Journal of the American Water Resources Association, 29: 55-76.
10. Hashemi, H. 2008. Quantitative estimates of recharge and effect of floodwater spreading on groundwater resources in Gareh Bygone Plain. MSc Thesis, Shiraz University, 134 pages (in Persian).
11. Healy, R.W. and P.G. Cooke. 2002. Using groundwater levels to estimate recharge. Hydrogeology Journal, 10: 91-109.
12. Hosseinimarandi, H. 2011. The investigation of floodwater spreading effects on the groundwater quantity in the Gareh Baygone Plain. Final report of research project, Fars Research Center for Agriculture and Natural Resources, 88 pages (in Persian).
13. Kowsar, S.A. 1993. Floodwater spreading for desertification control: An integrated approach. Fars Research Center for Natural Resources and Animal Husbandry, 58 pages.
14. Maddah Arefi, H. and M. Darvish. 1996. Optimum utilization of irrigation potential desertification control doctrine. 2nd National Conference on Desertification and Desertification Control Methods, Kerman.
15. Meinzer, O.E. and N.D. Stearns. 1929. A study of ground water in the Pomperaug Basin, Connecticut, with special reference. US Geological Survey, Water-Supply Paper, 597 pages.
16. Pierson, R.K. 1955. Groundwater spreading as a range improvement practice. Journal of Range Management, 8: 155-158.
17. Rasmussen, W.C. and G.E. Andreassen. 1959. Hydrologic budget of the Beaverdam Creek Basin. US Geological Survey, Water-Supply Paper, 1472: 106- 118.
18. Sarah, T., L. Marc, C. Ian, F. Guillaume and L. Christian. 2011. Arid zone groundwater recharge and stalinization processes; an example from the Lake Eyre Basin, Australia. Journal of Hydrology, 408: 257–275.
19. Scanlon, R.B., R.W. Healy and P.G. Cook. 2002. Choosing appropriate techniques for quantifying groundwater recharge. Hydrogeology Journal, 10: 18-39.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of aquifer management on groundwater changes in Gareh Bygone Plain

Gholamreza Ghahari[*1] and Amir Gandomkar[2]
[1] Scientific Board, Agricultural and Natural Resources Research Center, Fars, Iran and [2] Assistant Professor, Najafabad Unit, Islamic Azad University, Iran

Received: 16 June 2014 Accepted: 03 December 2014

Abstract

In undeveloped and less developed countries of arid zones, the easiest way for water supply is withdrawal of groundwater. The negative perception of this method of water discharge is clear. Spreading floodwater is one of the water resources management strategies in arid and semi-arid zones that has positive impacts on groundwater resources. The aim of this research was to demonstrate the impact of floodwater spreading on quantity of groundwater in Gareh Bygone Plain, Fasa, Fars province, Iran. Annual changes of water level was determined by reviewing water level of monthly data (1992-2013) of four piezometric wells. Despite to the spreading floodwater, the general trend of groundwater level was declining. Thus, for demonstrating the role of the floodwater spreading in groundwater recharge, changes in groundwater levels were investigated in the years of increases and decreases of floodwater. Results showed that the least recession is in piezometric wells 1 and 3. Piezometric well 1 due to the effect of fault and piezometric well 3 due to the effect of floodwater spreading. Results of Principal Components Analysis (PCA) of monthly water level in four piezometric wells showed that the first component as the most important indicator of recession of water level in the region is more than 83% of the variance. Sorting PCA loadings on the first component, represents a high recession in piezometric wells 2 and 4 that corresponds with the results of recession map of the plain. Piezometric well 2 due to evapotranspiration of trees and piezometric well 4 due to excessive extraction of water for agriculture in the area showed the most recession.

Keywords: Fasa, Floodwater spreading, Groundwater recession, Hydrograph, Principle component analysis

Archive of SID

[*] Corresponding author: ghahari@farsagres.ir

www.SID.ir