مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد نوزدهم، شماره چهارم، ۱۳۹۱
http://jwsc.gau.ac.ir

ارزیابی تأثیر عوامل اقلیمی بر افت منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی: آب‌خوان دشت ساوه)

*مهدی محمدی‌قلعه‌نی[۱]، کیومرث ابراهیمی[۲] و شهاب عراقی‌نژاد[۲]
[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی منابع آب، دانشگاه تهران، [۲]استادیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۱۹

چکیده

این پژوهش با هدف رفتارسنجی افت سطح آب‌های زیرزمینی در آب‌خوان دشت ساوه انجام شده است. با مطالعه تغییرات ماهانه بارندگی در ۵ ایستگاه هواشناسی منطقه، دبی ماهانه ۳ ایستگاه هیدرومتری، حجم تخلیه ماهانه از آب‌خوان ساوه (چشمه‌ها، قنوات و چاه‌ها) و سطح آب زیرزمینی ٦٣ حلقه چاه، سعی در بررسی جامع دلایل افت سطح آب زیرزمینی آب‌خوان ساوه شده است. بررسی خشک‌سالی هواشناسی با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) در ایستگاه‌های امام‌آباد و احمدآباد بیانگر وقوع خشک‌سالی خیلی شدیدی در سال‌های ۱۳۵۷، ۱۳۵۹ و ۱۳٦۲ می‌باشد. ضریب همبستگی بین شاخص SPI در مقیاس‌های زمانی ۱، ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۱۸، ۲٤ و ٤۸ ماهه با سطح آب زیرزمینی با تأخیر زمانی ۱، ۲، ۳، ٤، ۵، ٦، ۱۲ و ۲٤ ماهه در دو ایستگاه احمدآباد و امام‌آباد نشان داد که شاخص SPI با مقیاس زمانی ۲٤ و ٤۸ ماهه با تأخیر زمانی ۵ ماه بیش‌ترین همبستگی را با سطح آب زیرزمینی دارد. که به‌ترتیب برابر ضرایب همبستگی ۰/۸۰٦ و ۰/۷٦۲ به‌دست آمد. بررسی روند تغییرات بارندگی و دبی خروجی حوضه در ۳ ایستگاه شاه‌عباسی، رازین و جلایر نشان‌دهنده روند افزایشی بارندگی و روند کاهشی دبی است که بیانگر تأثیر بیش‌تر فعالیت‌های انسانی در کاهش دبی رودخانه‌های قره‌چای و مزلقان می‌باشد. با توجه به نتایج این پژوهش احداث سد ساوه در سال ۱۳۷۳ روی رودخانه قره‌چای که اصلی‌ترین منبع تغذیه آب‌خوان دشت ساوه است، مهم‌ترین دلیل افت سطح آب‌های زیرزمینی در آب‌خوان دشت ساوه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آب‌خوان دشت ساوه، افت سطح آب‌های زیرزمینی، تأخیر زمانی، شاخص بارش

* مسئول مکاتبه: m.mghaleni@gmail.com

استاندارد شده (SPI)

مقدمه

منابع آب زیرزمینی با توجه به ویژگی‌های آب‌خوان مانند ضخامت آبرفت، ضرایب قابلیت انتقال و ذخیره، ویژگی‌های زمین‌شناسی و نوع آب‌خوان از تغییرات هواشناسی و نوسانات آب‌های سطحی تأثیر می‌پذیرد. با توجه به اهمیت زیاد منابع آب زیرزمینی رفتارسنجی افت سطح آب‌های زیرزمینی در راستای ارایه راه‌کارهای حفاظت و مدیریت مناسب منابع حیاتی آب ضروری است.

پیترز و همکاران (۲۰۰۵) به‌منظور بررسی چگونگی تأثیر خشک‌سالی بر منابع آب زیرزمینی، ۱۰ سری زمانی ۱۰۰۰ ساله از تغذیه و تخلیه آب‌های زیرزمینی را با استفاده از روش نمونه‌گیری نزدیک‌ترین همسایه[1] تولید کردند. نتایج پژوهش ایشان نشان داد که طول دوره خشک‌سالی با استفاده از روش مقادیر حدی[2] با دوره بازگشت طولانی روی تخلیه بیش‌تر از تغذیه اثر دارد. اسکایبک و آلن (۲۰۰٦) از مدل مادفلو[3] به‌منظور مطالعه تأثیر تغییرات اقلیم بر روی دو آب‌خوان کوچک در غرب کانادا و ایالات متحده آمریکا استفاده کردند. نتایج پژوهش ایشان تأثیر کم تغییرات اقلیم را بر تغذیه و سطح آب زیرزمینی دو آب‌خوان مورد مطالعه نشان داد. هسو و همکاران (۲۰۰۷) به‌منظور تعیین رابطه بارش و تغذیه از برون‌یابی بارندگی در دشت پینگتونگ[4] تایوان استفاده نمودند. در این پژوهش از رابطه ساده تغذیه و بارندگی استفاده شد. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که کاهش سطح آب زیرزمینی باعث هجوم آب شور و افت کیفیت آب زیرزمینی محدوده مورد مطالعه شده است. خان و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی رابطه بین خشک‌سالی و سطح آب زیرزمینی در اراضی یکی از دشت‌های استرالیا به این نتیجه رسیدند که بین شاخص بارش استاندارد شده (SPI)[5] و سطح آب زیرزمینی کم‌عمق منطقه ارتباطی قوی وجود دارد. مایر و فارس (۲۰۱۰) به‌منظور ارزیابی رابطه زمانی- مکانی بین جریان سطحی، بارندگی و آب زیرزمینی از داده‌های تاریخی طولانی‌مدت با استفاده از روش من‌کندال در حوضه هاوایی استفاده کردند. نتایج پژوهش آن‌ها بیانگر کاهش معنی‌دار جریان پایه آب‌های سطحی از سال ۱۹٦۰ به بعد بود در حالی‌که بارندگی روند معنی‌داری را در این دوره نشان نداده است. همچنین پمپاژ از آب‌های زیرزمینی به‌طور معنی‌داری از سال ۱۹٦۰ به بعد افزایش یافته و نتایج نشانگر اثر

1- Nearest Neighbor Resembling
2- Threshold Level Approach
3- MODFLOW
4- Pingtung Plain
5- Standardized Precipitation Index

معنی‌دار آن بر کاهش دبی پایه می‌باشد.

ولایتی و یزدنژاد (۲۰۰۸) به بررسی اثر احداث سد مخزنی طرق بر کمیت و کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی مخروطه‌افکنه پایین‌دست پرداختند. نتایج پژوهش ایشان بیانگر روند افزایشی افت سطح آب‌های زیرزمینی مورد مطالعه پس از احداث سد طرق بوده است. اسلامیان و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی دوره‌های ترسالی و خشک‌سالی، اثرات آن را بر تغییرات منابع آب حوضه آبریز دشت بوئین‌زهرا بررسی کردند. نتایج پژوهش ایشان نشان داد که بین وقوع ریزش‌های جوی و تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی منطقه ارتباط معنی‌داری وجود دارد و این موضوع در مورد بیش‌تر ایستگاه‌های مورد مطالعه به این شکل بوده که اثر ریزش‌های جوی بر سطح آب‌های زیرزمینی با تأخیر ۳ ماهه صورت گرفته است. فتاحی (۲۰۰۹) با استفاده از داده‌های هیدرومتری و هواشناسی به بررسی روند بیابان‌زایی در استان قم پرداخت. نتایج پژوهش او نشان داد که میزان افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت قم تا قبل از احداث و بهره‌برداری از سد ۱۵ خرداد به‌طور متوسط حدود ۰/۵ متر در سال بوده که این مقدار بعد از احداث سد به‌طور متوسط به ۱/٤ متر در سال افزایش یافته است. به‌علاوه بیلان آب زیرزمینی نیز کاهش قابل‌توجهی را نشان می‌دهد. شکیبا و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر خشک‌سالی را بر منابع آب زیرزمینی در شرق استان کرمانشاه با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده بررسی نمودند. نتایج پژوهش ایشان در رابطه با تأثیر خشک‌سالی بر منابع آب زیرزمینی نشان داد که، خشک‌سالی‌های رخ داده بر افت سطح آب‌های زیرزمینی تأثیر به‌سزایی داشته‌اند. همچنین ایشان با توجه به وجود ضریب همبستگی بین مقدار SPI و عمق آب زیرزمینی گزارش کردند که شاخص SPI شاخص تقریباً مناسبی برای بررسی اثرات خشک‌سالی بر منابع آب زیرزمینی می‌باشد.

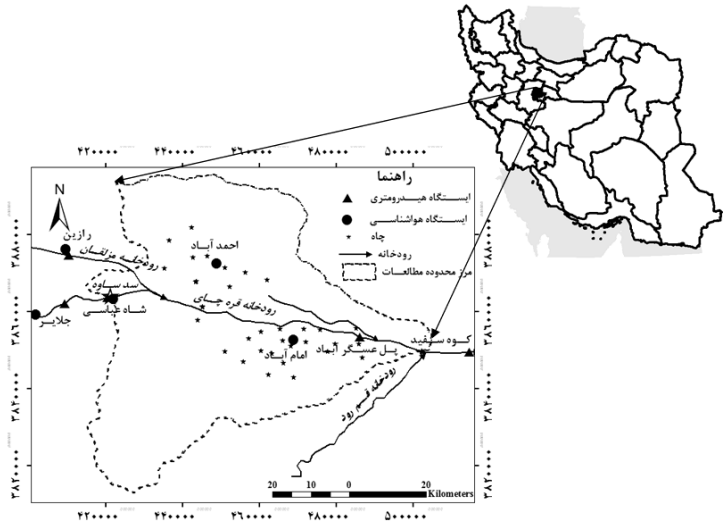
با توجه به نتایج ارایه شده در پژوهش‌های گذشته تنها اثر یکی از عوامل مانند بارندگی، رواناب سطحی، احداث سد و پمپاژ روی منابع آب زیرزمینی در نظر گرفته شده است. در این پژوهش سعی شده است با بررسی اثرات بارندگی، رواناب سطحی، احداث سد و برداشت از آب زیرزمینی نگرشی جامع بر رفتارسنجی افت سطح آب زیرزمینی در آب‌خوان دشت ساوه انجام شود.

هدف از این پژوهش بررسی علل افت سطح آب‌های زیرزمینی در آب‌خوان دشت ساوه می‌باشد. در راستای هدف پژوهش تغییرات بارندگی، دبی رودخانه‌ها و برداشت از آب‌خوان بررسی شده است. همچنین اثر احداث سد ساوه بر روی کاهش دبی رودخانه قره‌چای و کاهش تغذیه آب‌خوان ساوه نیز

بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

دشت ساوه با وسعتی در حدود ۱۰۰ هزار هکتار در ۱٤۰ کیلومتری جنوب‌غربی تهران بین عرض‌های جغرافیایی ۳٤ درجه و ٤٥ دقیقه تا ۳٥ درجه و ۳ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ٥۰ درجه و ۸ دقیقه تا ٥۰ درجه و ٥۰ دقیقه شرقی واقع شده است. موقعیت محدوده یاد شده، ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری و چاه‌های مورد مطالعه در شکل ۱ ارایه شده است.



شکل ۱- موقعیت دشت ساوه به همراه ایستگاه‌ها و چاه‌های نمونه.

در این پژوهش از داده‌های ماهانه بارندگی ٥ ایستگاه هواشناسی رازین (۸٦-۱۳٥۱)، جلایر (۸٦-۱۳٦۱)، شاه‌عباسی (۸٦-۱۳٤٦)، احمدآباد (۸٤-۱۳٥٤) و امام‌آباد (۸٤-۱۳٤۹)، داده‌های ماهانه دبی ۳ ایستگاه هیدرومتری رازین (۸٦-۱۳٥۱)، جلایر (۸٦-۱۳٦۱) و شاه‌عباسی (۸٦-۱۳٤٦) و داده‌های تخلیه (۸۷-۱۳۸۱) و سطح آب زیرزمینی (۸۷-۱۳۷۰) ۳۲ حلقه چاه برای رفتارسنجی افت سطح آب زیرزمینی در آب‌خوان دشت ساوه استفاده شده است. آمار و اطلاعات مورد استفاده در این پژوهش شامل داده‌های چاه‌ها، چشمه‌ها و قنوات از شرکت مدیریت منابع آب ایران و شرکت سهامی

آب استان مرکزی تهیه شده است.ایستگاه‌های یاد شده با در نظر گرفتن موارد مختلفی از جمله، داشتن آمار طولانی‌مدت، نواقص آماری کم و پراکنش مناسب در سطح دشت انتخاب شدند. در مرحله پیش‌پردازش داده‌ها ابتدا داده‌های بارش ماهانه همه ایستگاه‌ها از نظر همگنی از طریق روش آماری ران‌تست[1] مورد بررسی قرار گرفت. سپس نواقص آماری داده‌ها با استفاده از روش الگوریتم حداکثر برآورد مورد انتظار[2] تخمین زده شد. در مرحله بعد مقادیر بارندگی ماهانه هر ایستگاه برای هر یک از مقیاس‌های زمانی موردنظر محاسبه و مقادیر بارندگی‌های تجمعی در هر سری زمانی به توزیع گاما برازش داده شد. در نهایت این توزیع به یک توزیع نرمال تبدیل گردید (مک‌کی و همکاران، ۱۹۹۳).

در این پژوهش برای تعیین مقیاس زمانی مناسب شاخص بارش استاندارد شده‌ای که دارای بیش‌ترین همبستگی با نوسانات سطح آب زیرزمینی باشد، همبستگی این شاخص در مقیاس‌های ماهانه ۱، ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۱۸، ۲٤ و ٤۸ با نوسانات سطح آب زیرزمینی در دوره ۳٦ ماهه بین سال‌های ۸۳-۱۳۸۲ تا ۸۵-۱۳۸٤ تعیین شد. ضریب همبستگی بین نوسانات سطح آب زیرزمینی و شاخص SPI با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (خان و همکاران، ۲۰۰۸).

$$\rho_{XY} = \frac{\mathrm{cov}(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} \qquad (۱)$$

که در آن، X و Y به‌ترتیب شاخص بارش استاندارد شده و نوسانات سطح آب زیرزمینی، σ_X و σ_Y نیز به‌ترتیب انحراف معیار شاخص بارش استاندارد شده و نوسانات سطح آب زیرزمینی و ρ_{XY} ضریب همبستگی بین شاخص بارش استاندارد شده و نوسانات سطح آب زیرزمینی می‌باشد. همچنین برای تعیین تأخیر زمانی اثر بارش بر سطح آب زیرزمینی ضریب همبستگی بین شاخص بارش استاندارد شده و میانگین تراز آب زیرزمینی (ماهانه) در محدوده دو ایستگاه احمدآباد و امام‌آباد (شکل ۱) با تأخیر زمانی ۱، ۲، ۳، ٤، ۵، ٦، ۱۲ و ۲٤ ماه بررسی شد.

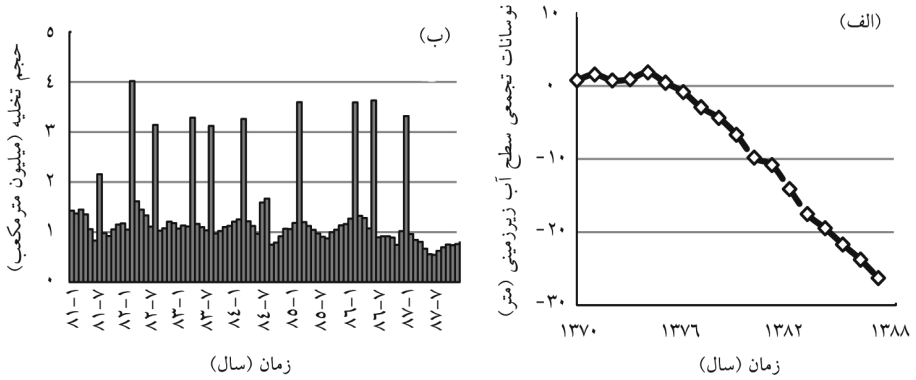
برای بررسی اثر احداث سد ساوه بر منابع آب زیرزمینی پایین‌دست، علاوه‌بر بررسی تغییرات دبی در ایستگاه شاه‌عباسی در قبل و بعد از احداث سد (۱۳۷۳) از هیدروگراف واحد دشت طی سال‌های ۸۷-۱۳۷۰ برای تعیین رابطه بین کاهش تغذیه و افت سطح آب زیرزمینی استفاده شده است. برای

1- Run Test
2- Expectation Maximization Algorithm

بررسی تأثیر مقدار برداشت‌ها بر افت سطح آب زیرزمینی از داده‌های ماهانه تخلیه از چشمه‌ها، قنوات و چاه‌های محدوده مطالعات طی سال‌های ۸۷-۱۳۸۱ استفاده شد.

نتایج و بحث

نوسانات تجمعی سالانه سطح آب زیرزمینی در آب‌خوان دشت ساوه طی سال‌های ۸۸-۱۳۷۰ و مجموع حجم برداشت از منابع تخلیه آب‌خوان ساوه طی فروردین‌ماه سال ۱۳۸۱ تا اسفندماه ۱۳۸۷ (۸٤ ماه) در شکل ۲ رسم شده است. نوسانات از تفاضل سطح آب زیرزمینی در ماه‌های مختلف سال به‌دست آمده و شکل ۲- الف، هیدروگراف واحد دشت ساوه را نشان می‌دهد.



شکل ۲- نوسانات تجمعی سطح آب زیرزمینی (الف) و حجم برداشت ماهانه (ب) آب‌خوان ساوه.

با توجه به شکل ۲- الف، مجموع افت سطح آب زیرزمینی در آب‌خوان دشت ساوه طی ۱۸ سال (۸۷-۱۳۷۰) برابر ۲٦/۲۹ متر بوده که از سال ۱۳۷٦ به بعد شدت یافته است. سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ هر کدام به‌ترتیب با افتی برابر ۳/۱٤، ۳/۳۰ و ۳/٤۲ بیش‌ترین افت را در طول سال‌های ۸۷-۱۳۷۰ داشته‌اند. کل حجم برداشت از منابع آب زیرزمینی آب‌خوان ساوه طی سال‌های ۸۷-۱۳۸۱ (شکل ۲- ب) افزایش چشم‌گیری نداشته است اما بیانگر افزایش ناگهانی برداشت از آب زیرزمینی در ماه‌های اردیبهشت و مهر (ماه‌های ۲ و ۷) هر سال برای تأمین نیاز آبی کشت‌های بهاره و پاییزه می‌باشد. به‌طور متوسط تخلیه منابع آب زیرزمینی از آب‌خوان ساوه در ماه‌های اردیبهشت و مهر هر سال ٤ برابر برداشت در ماه‌های دیگر سال و برابر ٤-۳ میلیون مترمکعب است. با توجه به شکل ۲ می‌توان نتیجه گرفت که

برداشت‌ها دلیل اصلی افت سطح آب زیرزمینی در آب‌خوان دشت ساوه نمی‌باشند.

با بررسی مقادیر شاخص بارش استاندارد شده در دوره زمانی ۱۲ ماهه برای دو ایستگاه باران‌سنجی احمدآباد (۸۴-۱۳۵٤) و امام‌آباد (۸٤-۱۳٤۹) مشخص شد که خشک‌سالی‌های خیلی شدیدی در سال‌های ۱۳۵۷، ۱۳۵۹ و ۱۳٦۲ و ترسالی خیلی شدیدی نیز در سال ۱۳۷٤ رخ داده است. جدول ۱ قسمت- الف مقادیر ضرایب همبستگی بین شاخص بارش استاندارد شده با مقیاس‌های زمانی ۱، ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۱۸، ۲٤ و ٤۸ ماه و میانگین سطح آب زیرزمینی در محدوده دو ایستگاه احمدآباد و امام‌آباد را طی سال‌های ۸۵-۱۳۸۲ ارایه می‌دهد.

جدول ۱- ضرایب همبستگی بین شاخص بارش استاندارد شده و میانگین تراز آب زیرزمینی.

(الف): شاخص بارش استاندارد شده

ایستگاه	۱ ماه	۳ ماه	٦ ماه	۹ ماه	۱۲ ماه	۱۸ ماه	۲٤ ماه	٤۸ ماه
احمدآباد	-۰/۰۲٤	۰/۱۲۷	۰/۲٦٦	۰/۰٥٤	۰/۲۰۲	۰/٥۲٦**	۰/٥۷۳**	۰/٤۹۰**
امام‌آباد	-۰/۰۹٥	۰/۲۷۷	۰/۲۱۷	۰/۰۷۹	۰/۰۲۲	۰/۰۰۳	۰/۱۳۱	۰/۷٥۰**

(ب): تأخیر زمانی بین شاخص بارش استاندارد شده و میانگین تراز آب زیرزمینی

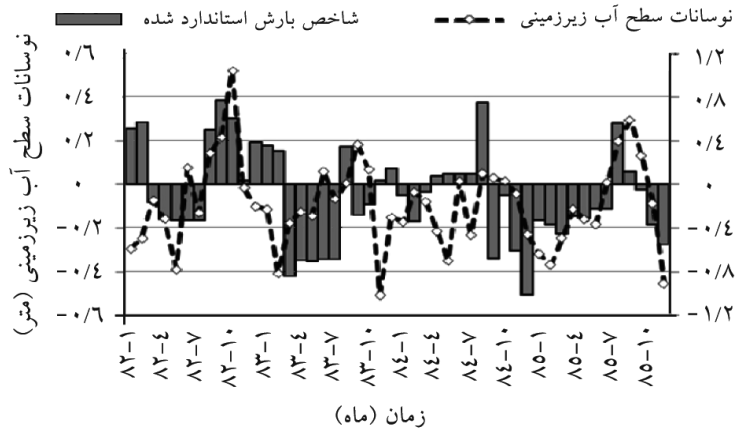
ایستگاه	۱ ماه	۲ ماه	۳ ماه	٤ ماه	٥ ماه	٦ ماه	۱۲ ماه	۲٤ ماه
احمدآباد	-۰/٦٤٥**	۰/۷۱۰**	۰/۷٥۷**	۰/۸۱۲**	۰/۸۰٦**	۰/۷٥۹**	۰/٦۸۷**	-۰/۱۰۱
امام‌آباد	-۰/۲٦٥*	۰/٥٦۳**	۰/٥٦۸**	۰/٦٥۸**	۰/۷٦۲**	۰/۷٥۸**	۰/٤۲۸**	-۰/۲۰۱

*معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد و **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

با توجه به جدول ۱- الف، مقیاس زمانی با بیش‌ترین همبستگی بین شاخص بارش استاندارد شده و میانگین سطح آب زیرزمینی در ایستگاه احمدآباد ۲٤ ماه می‌باشد به‌طوری‌که ضریب همبستگی در مقیاس زمانی ۲٤ ماه برابر ۰/٥۷۳ به‌دست آمده است. البته ضریب همبستگی شاخص بارش استاندارد شده با مقیاس زمانی ۱۸، ۲٤ و ٤۸ ماه در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. در مورد ایستگاه امام‌آباد ضریب همبستگی بین شاخص بارش استاندارد شده با مقیاس زمانی ٤۸ ماه و میانگین تراز آب زیرزمینی برابر ۰/۷٥۰ می‌باشد که در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. برای تعیین اثر تأخیر زمانی بارش بر سطح آب زیرزمینی ضریب همبستگی بین شاخص بارش استاندارد شده و میانگین سطح آب زیرزمینی در محدوده دو ایستگاه احمدآباد و امام‌آباد در فاصله‌های زمانی ۱، ۲، ۳، ٤، ٥، ٦، ۱۲ و ۲٤

ماه بررسی شده که در جدول ۱- ب ارایه شده است. با توجه به نتایج جدول ۱- الف شاخص بارش استاندارد شده با مقیاس ٢٤ ماه و ٤٨ ماه به‌ترتیب برای دو ایستگاه احمدآباد و امام‌آباد در نظر گرفته شده است.

اعداد جدول ۱- ب بیانگر همبستگی بالای میانگین تراز آب زیرزمینی با شاخص بارش استاندارد شده با فاصله زمانی ۵ ماه می‌باشد به‌طوری‌که ضریب همبستگی بین میانگین تراز آب زیرزمینی در محدوده ایستگاه‌های احمدآباد و امام‌آباد و شاخص بارش استاندارد شده ٢٤ ماه به‌ترتیب برابر ۰/۸۰٦ و ۰/۷٦۲ می‌باشد. البته این شاخص در مورد تمام فاصله‌های زمانی ۱، ۲، ۳، ٤، ۵، ٦ و ۱۲ ماه دارای همبستگی معنی‌داری در سطح یک درصد با میانگین تراز آب زیرزمینی می‌باشد. به‌عنوان نمونه شکل ۳، تغییرات شاخص بارش استاندارد شده با مقیاس زمانی ٤٨ ماه و با فاصله‌های زمانی ۵ ماه را با میانگین نوسانات سطح آب زیرزمینی در محدوده ایستگاه امام‌آباد نشان می‌دهد.

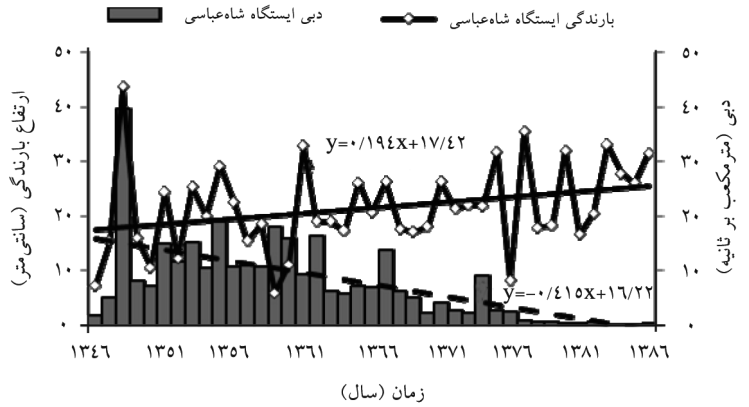


شکل ۳- نوسانات سطح آب زیرزمینی و شاخص بارش استاندارد شده ٤٨ ماهه و با فاصله زمانی ۵ ماهه در ایستگاه امام‌آباد.

شکل ۳ بیانگر پیروی تغییرات نوسانات سطح آب زیرزمینی از تغییرات شاخص بارش استاندارد شده است. به‌عبارتی هر زمان که شاخص بارش استاندارد شده در شکل ۳ دارای مقادیر منفی (خشک‌سالی) می‌باشد (ماه‌های ۳ تا ۷ سال ۱۳۸۲، ۳ تا ۷ و ۹ و ۱۰ سال ۱۳۸۳، ۱ تا ۳ و ۹ تا ۱۲ سال

۱۳۸٤، ۱ تا ۷ و ۹ تا ۱۲ سال ۱۳۸۵) میانگین سطح آب زیرزمینی کم‌تر از صفر (افت) شده است. افت بیش از حد ماه‌های ۲ و ۷ در سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۵ را با توجه به شکل ۲- ب می‌توان به‌علت برداشت‌های بی‌رویه برای مصارف کشاورزی دانست.

معمولاً کاهش دبی رودخانه‌ها را به خشک‌سالی‌ها نسبت می‌دهند اما بررسی بارندگی و دبی ایستگاه‌های جلایر، رازین و شاه‌عباسی نشانگر روند افزایشی بارش و روند کاهشی دبی در طول زمان می‌باشند. علت کاهش دبی رودخانه‌های مزلقان و قره‌چای با توجه به افزایش بارندگی‌ها را می‌توان به افزایش برداشت آب در بالادست و توسعه کشاورزی در این سال‌ها نسبت داد. به‌منظور بررسی اثر احداث سد ساوه بر تغذیه آب زیرزمینی آب‌خوان ساوه آمار بارندگی و دبی ایستگاه شاه‌عباسی طی ٤۰ سال آماری موجود (۸٦-۱۳٤٦) مورد بررسی قرار گرفت. شکل ٤ تغییرات بارندگی و دبی سالانه ایستگاه شاه‌عباسی را نشان می‌دهد.



شکل ٤- تغییرات بارندگی و دبی در ایستگاه شاه‌عباسی (۸٦-۱۳٤٦).

دبی رودخانه قره‌چای در محل ایستگاه شاه‌عباسی با توجه به شکل ٤ و ضریب ۰/٤۱۵- در معادله خط برازش داده شده روندی کاهشی داشته است. روند کاهشی دبی رودخانه قره‌چای پس از آب‌گیری از سد ساوه در سال ۱۳۷٤ شدیدتر شده به‌طوری‌که مقدار میانگین دبی طی سال‌های ۸٦-۱۳۷۷ به کم‌تر از ۰/۵ مترمکعب بر ثانیه رسیده است. با توجه به شکل ۲- ب که بیانگر شدیدتر شدن افت سطح آب

زیرزمینی از سال ۱۳۷٦ به بعد بود و همچنین کاهش تغذیه آب‌خوان ساوه از سال ۱۳۷٤، و نیز با توجه به شکل ٤ می‌توان نتیجه گرفت که احداث سد ساوه بر روی رودخانه قره‌چای که نقشی اساسی در تغذیه آب‌خوان دشت ساوه داشته یکی از عوامل مهم افت سطح آب‌های زیرزمینی دشت ساوه بوده است.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این پژوهش احداث سد ساوه روی رودخانه قره‌چای را می‌توان دلیل اصلی افت سطح آب زیرزمینی در آب‌خوان دشت ساوه دانست. بعد از آب‌گیری از سد ساوه در سال ۱۳۷٤ افت سطح آب زیرزمینی در آب‌خوان دشت ساوه به‌طور چشم‌گیری افزایش یافته است. نتایج پژوهش ولایتی و یزدنژاد (۲۰۰۸) و فتاحی (۲۰۰۹) که اثر احداث سدهای طرق و ۱۵ خرداد را بر منابع آب زیرزمینی دشت مشهد و قم بررسی کردند بیانگر شدت یافتن افت سطح آب زیرزمینی این دشت‌ها پس از احداث سدهای یاد شده می‌باشد که با نتایج این پژوهش مشابه می‌باشد. در این پژوهش مشخص شد که خشک‌سالی با یک تأخیر ۵ ماهه بر منابع آب زیرزمینی آب‌خوان دشت ساوه اثر دارد. اسلامیان و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهش خود تأخیر زمانی اثرات خشک‌سالی بر منابع آب زیرزمینی دشت بوئین‌زهرا را ۳ ماهه گزارش کردند. تأثیر خشک‌سالی بر منابع آب زیرزمینی در هر منطقه به عمق سطح آب زیرزمینی، خصوصیات خاک و خصوصیات هیدرولیکی آب‌خوان آن بستگی دارد و علت تفاوت این تأخیرهای زمانی به‌علت تفاوت در شرایط هر دشت می‌باشد. در این پژوهش ضرایب همبستگی بین شاخص بارش استاندارد شده و میانگین سطح آب زیرزمینی از آن‌چه که خان و همکاران (۲۰۰۸) در نتایج پژوهش‌های خود گزارش کرده بودند، کم‌تر می‌باشد. در پژوهش خان و همکاران (۲۰۰۸) ضریب همبستگی بین شاخص بارش استاندارد شده و سطح آب زیرزمینی در چاه‌های کم‌عمق بررسی شده است که به همین علت همبستگی بالاتری بین خشک‌سالی و آب زیرزمینی کم‌عمق برقرار می‌باشد. در حالی‌که در این پژوهش اثر خشک‌سالی بر چاه‌های دارای عمق سطح آب زیرزمینی بیش‌تر بررسی شده است و به همین علت ضریب همبستگی کم‌تری بین شاخص بارش استاندارد شده و میانگین عمق آب زیرزمینی برقرار می‌باشد. شکیبا و همکاران (۲۰۱۰) میانگین ضریب همبستگی بین شاخص بارش استاندارد شده و عمق آب زیرزمینی در کل چاه‌های پیزومتری دشت کرمان را برابر ۰/۳٤- گزارش کردند که به‌علت محدود کردن پژوهش به بررسی این ضریب در مورد شاخص بارش استاندارد شده ۲٤ ماهه از نتایج این پژوهش کم‌تر می‌باشد. احتمالاً در صورت بررسی رابطه بین شاخص بارش استاندارد شده با مقیاس‌های زمانی متفاوت و عمق آب زیرزمینی

ضریب همبستگی بالاتری در پژوهش شکیبا و همکاران (۲۰۱۰) به‌دست می‌آمد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه تهران و شرکت مدیریت منابع آب ایران به‌خاطر همکاری در انجام این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را ابراز می‌دارد.

منابع

1.Eslamian, S.S., Nasri, M., and Rahimi, N. 2009. Wet and Dry Periods and its Effects on Water Resources Changes in Buin Plain Watershed. Geography and Environmental Planning, 33: 75-90. (In Persian)
2.Fattahi, M.M. 2009. Study of trend of desertification trend in Qom province base on remote sensing with emphasis on Land use changes and water quality and quantity resources. Iran. J. Range. Des. Res. 16: 2. 234-253. (In Persian)
3.Hsu, K.C., Wang, C.H., Chen, K.C., Chen, C.T., and Ma, K.W. 2007. Climate induced hydrological impacts on the groundwater system of the Pingtung Plain, Taiwan. Hydrogeol. J. 5: 903-913.
4.Khan, S., Gabriel, H.F., and Rana, T. 2008. Standard precipitation index to track drought and assess impact of rainfall on water tables in irrigation areas. Irrigation Drainage System, 22: 159-177.
5.Mair, A., and Fares, A. 2010. Influence of groundwater pumping and rainfall spatio-temporal variation on stream flow. J. Hydrol. 393: 287-308.
6.McKee, T.B., Doeskin, N.J., and Kleist, J. 1993. The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales, P 179-184. In: Proc. 8th Conf. on Applied Climatology, American Meteorological Society, Boston, Massachusetts.
7.Peters, E., Torfs, P., Van Lanen, H.A.J., and Bier, G. 2005. Drought in groundwater drought distribution and performance indicators. J. Hydrol. 306: 302-317.
8.Scibek, J., and Allen, D.M. 2006. Comparing modeled responses of two high-permeability unconfined aquifers to predicted climate change. Global and Planetary Change, 50: 50-62.
9.Shakiba, A., Mirbagheri, B., and Kheiri, A. 2010. Drought analysis using SPI index and its effects on groundwater resources in East of Kermanshah, Iran. Geograph. J. 25: 105-124. (In Persian)
10.Velayati, S., and Yazdnezhad, K.M. 2008. Effects of reservoir dams on groundwater quality and quantity of downstream (Case study: Mashhad Trough dam). J. Geograph. Reg. Dev. Res. 11: 185-167. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 19(4), 2013
http://jwsc.gau.ac.ir

Evaluation impact of drought, extraction and construction of dam on the groundwater drop-case study Saveh aquifer

***M. Mohammadi Ghaleni[1], K. Ebrahimi[2] and Sh. Araghinejad[2]**
[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Water Resources Engineering, University of Tehran,
[2]Assistant Prof., Dept. of Irrigation and Reclamation Engineering, University of Tehran
Received: 04/10/2011; Accepted: 02/08/2012

Abstract

The aim of the present study is to monitor the drop of groundwater level in the Saveh aquifer. To achieve this goal, monthly precipitation from five weather stations, monthly flow in three gauging station, monthly volume of discharges and water table data in 63 wells were investigated. The results of assessing meteorological drought using Standardized Precipitation Index (SPI) in two stations (Imamabad and Ahmadabad) indicate that extreme drought has occurred in 1980, 1983 and 1985. The results of correlation coefficient between the Standardized Precipitation Index (with scales 1, 3, 6, 9, 12, 18, 24 and 48 months) and water table data (with lag time 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 and 24 months) indicate high compliancy, SPI with scale of 24 and 48 months and groundwater level with time delay of 5 months (0.806 and 0.762) respectively for two Station of Ahmadabad and Imamabad. Review of rainfall and surface flow data at Shah Abbasi, Razin and Jalayer show increasing decreasing trends in rainfall and flow, respectively. According to results of this study construction of Saveh dam on Qarechay River in 1994 is the main reason for drop of groundwater level in Saveh aquifer.

Keywords: Groundwater, Saveh aquifer, Standardized precipitation index (SPI), Lag time

* Corresponding Author; Email: m.mghaleni@gmail.com