تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال هشتم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۱
Volume 8, No. 1, Spring & Summer 2012 (IR-WRR)
۸۶-۸۹

یادداشت فنی

Technical Note

بررسی اثرات تغذیه مصنوعی بر توزیع زمانی و مکانی خشکسالی‌های هیدروژئولوژیک با استفاده از شاخص حالت پیزومتریک (مطالعه موردی: دشت گربایگان، استان فارس)

مجید طائی سمیرمی[۱*]، احمد فاتحی‌مرج[۲] و سید خلاق میرنیا[۳]

Evaluating Effects of Artificial Recharge on Temporal and Spatial Distribution of Hydrogeological Droughts using Piezometric State Index (Case Study: Garbaygan Plain, Fars Province)

M. Taie Semiromi[1] , A. Fatehi Marj[2] and S.K. Mirnia[3]*

چکیده

خشکسالی هیدروژئولوژیکی از جمله مخاطرات طبیعی است که به دلیل متأثر شدن سامانه آب زیرزمینی از خشکسالی بوجود می‌آید. در این خشکسالی ابتدا مقدار تغذیه تنزل یافته، سپس افت تراز سطح ایستابی و در نهایت کاهش و یا توقّف تخلیه ناشی از رودخانه‌ها و چشمه‌ها را به دنبال دارد. در این تحقیق اثرات تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی بر توزیع زمانی و مکانی خشکسالی‌های هیدروژئولوژیکی دشت گربایگان با استفاده از شاخص حالت پیزومتریک (PSI) مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد، اثر بخشی سامانه پخش سیلاب در کاهش افت ناشی از خشکسالی‌ها تنها در سال‌های اولیّه بوده به‌طوری‌که از ۱۳۷۶ تا سال ۱۳۸۷، محدوده واقع در پایین دست پروژه پخش سیلاب به تدریج متحمّل خشکسالی‌های هیدروژئولوژیکی شدیدی شده است.

کلمات کلیدی: خشکسالی هیدروژئولوژیکی، تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی، شاخص حالت پیزومتریک.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴ دی ۱۳۸۸
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۵ آبان ۱۳۹۰

Abstract

Hyrogeological drought is a natural hazard that develops when groundwater systems are affected by drought., First the groundwater recharge is decreased. Then the groundwater levels and finally, groundwater discharge by rivers and springs are decreased or stopped. This research analysed the effects of artificial recharge of groundwater on temporal and spatial distribution of hydrogeological droughts using Piezometric State Index (PSI) in Garbaygan plain. The results of this study showed that the efficiency of flood spreading systems for reduction of groundwater level drop caused by droughts, limited to the initial years exclusively andsevere hydrogeological droughts have gradually been initiating since 1376 to 1387 in the south of the implemented flood spreading project.

Keywords: Hydrogeological drought, Artificial recharge of groundwater, Piezometric state index.

Received: January 4, 2010
Accepted: November 6, 2011

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، تهران- ایران
۲- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کم آبی و خشکسالی در کشاورزی و منابع طبیعی کشور، تهران- ایران
۳- دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، تهران- ایران
*- نویسنده مسئول

1- M.Sc. Graduated Student in Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Tehran-Iran E-mail: majid.taie@gmail.com
2- Assistant Professor, Research Institute for Water Scarcity and Drought in Agriculture and Natural Resources, Tehran-Iran, E-mail: fatehi1339@gmail.com
3- Associated Professor, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Tehran-Iran, E-mail: Skmirnia2000@yahoo.com
*- Corresponding Author

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

منابع آب سطحی و زیرزمینی متعلق به یک چرخه هیدرولوژیکی یکسان و منحصر به فرد می‌باشند به طوری که کاهش در میزان بارش ابتدا باعث تنزل مقدار تغذیه، سپس افت تراز سطح ایستابی و در نهایت کاهش و یا توقف تخلیه ناشی از رودخانه‌ها و چشمه‌ها می‌گردد. البته پاسخ آبخوان به خشکسالی قویاً به ویژگی‌هایی نظیر نوع آبخوان، پارامترهای هیدرودینامیکی (ضریب انتقال، ضریب ذخیره و آبدهی ویژه)، میزان تغذیه، ضخامت بخش اشباع، مسیرهای جریان و اندازه آبخوان بستگی دارد (Lglesias et al. 2009). امروزه در اکثر مطالعات، شاخص SPI، را به عنوان یک شاخص ارزیابی خشکسالی اقلیمی، جهت تحلیل خشکسالی‌های هیدروژئولوژیکی نیز مورد استفاده قرار می‌دهند. لذا نتایج حاصله نمی‌تواند مبین ویژگی‌های خشکسالی هیدرولوژئولوژیک باشد. بنابراین جهت نائل شدن به این هدف امروزه استفاده از شاخص‌های مناسبی که بتوانند خشکسالی‌های هیدرولوژئولوژیک را با دقّت مناسبی ارزیابی نماید الزامی است (Peters et al. 2006). لذا هدف از تحقیق حاضر معرفی شاخص حالت پیزومتریک (Piezometric State Index) یا به اختصار PSI جهت بررسی خشکسالی در جز هیدروژئولوژیکی سیکل هیدرولوژی و هم‌چنین ارزیابی اثرات سامانه پخش سیلاب بر توزیع زمانی و مکانی این نوع از خشکسالی‌های با استفاده از شاخص مذکور در طی یک بازه زمانی ۱۷ ساله می‌باشد که از نقاط قوت این تحقیق محسوب می‌شود.

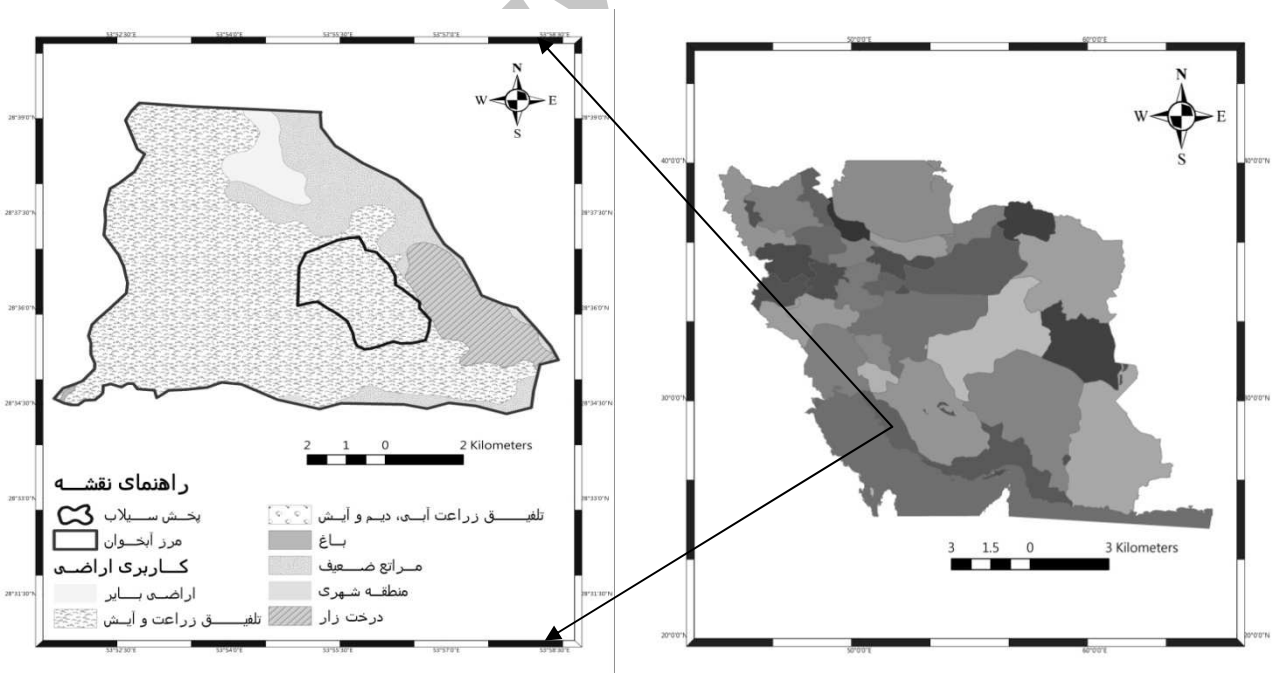
۲-مواد و روش‌ها

دشت گربایگان با مساحت ۸۳ کیلومترمربع با مختصات جغرافیایی ´۵۳ °۵۳ تا ´۵۷ °۵۳ طول شرقی و´۳۵ °۲۸ تا ´۴۱ °۲۸ عرض شمالی بر روی مخروط‌افکنه‌ای کم عمق تا نسبتاً عمیق قرار گرفته است. شکل ۱ موقعیت آبخوان مورد مطالعه را روی تصویر ماهواره‌ای سنجنده +ETM نشان می‌دهد. آبخوان مورد مطالعه واقع بر مخروط‌افکنه بیشه‌زرد مساحتی بالغ بر ۶۵ کیلومتر مربع را شامل می‌گردد (قهاری و پاکپرور، ۱۳۸۶).

در تحقیق حاضر شاخص PSI به عنوان ابزار پایش خشکسالی مورد استفاده قرار گرفت. شاخص PSI شاخصی می‌باشد که برای تعیین خشکسالی در جز هیدروژئولوژیک مورد توجّه قرار گرفته است؛ این شاخص به صورت روابط ۱ و ۲ بیان می‌گردد.

$$PSI_a = \left[\frac{1}{2}\right]\left[\frac{Vi - V_{min}}{V_{mean} - V_{min}}\right] \quad (۱)$$

$$PSI_b = \left[\frac{1}{2}\right]\left[\frac{Vi - V_{mean}}{V_{max} - V_{mean}}\right] \quad (۲)$$



شکل ۱- موقعیت دشت گربایگان به‌همراه مکان احداث سامانه پخش سیلاب در نقشه ایران و استان فارس

www.SID.ir

در روابط فوق PSI_a و PSI_b شاخص‌های حالات پیزومتریک بوده که بین صفر تا یک متغیر است و به ترتیب در شرایطی که، Vi کوچک‌تر از V_{mean} و Vi بزرگ‌تر و یا مساوی V_{mean} باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ Vi ارتفاع سطح پتانسیومتری در زمان مـــورد مطالعه و V_{mean}، V_{max} و V_{min} به ترتیب ارتفاع متوسط، حداکثر و حداقل سطح پتانسیومتریک برای کلّیه سری داده‌های ثبـــت شـــده می‌باشد. در این شاخص شدت خشکسالی هیدروژئولوژیک به صورت مندرج در جدول ۱ طبقه‌بندی می‌گردد.

جدول ۱- طبقه‌بندی شدت خشکسالی هیدروژئولوژیک براساس شاخص PSI

شاخص PSI	۰-۰/۱۵	۰/۱۵-۰/۳	۰/۳-۰/۵	۰/۵-۱
شدّت خشکسالی	حدّاقل تاریخی	شرایط خطرناک	شرایط هشدار	شرایط نرمال

در تحقیق حاضر به‌واسطه‌ی وجود آمار ۱۷ ساله (۱۳۸۷-۱۳۷۱) چاه‌های پیزومتری، شاخص PSI در دو مقیاس مکانی و زمانی مورد استفاده قرار گرفت.

۳-نتایج

جهت بررسـی توزیع مکانی خشکسالی آب زیرزمینی و اثرات تغذیـــه مصنوعی صورت گرفته در این آبخوان بر وضعیت خشکسالی هیدروژئولوژیک اقدام به پهـنه‌بنـــدی مقادیـــر حاصل از شاخص PSI با استفاده از روش زمین آماری فاصله وزنی معکوس در دوره آماری ۱۳۸۷- ۱۳۷۱ نموده که گزیده‌ای از نقشه‌های حاصله در شکل ۲ به ترتیب از سال ۱۳۷۱ تا سال ۱۳۸۷ آمده است.

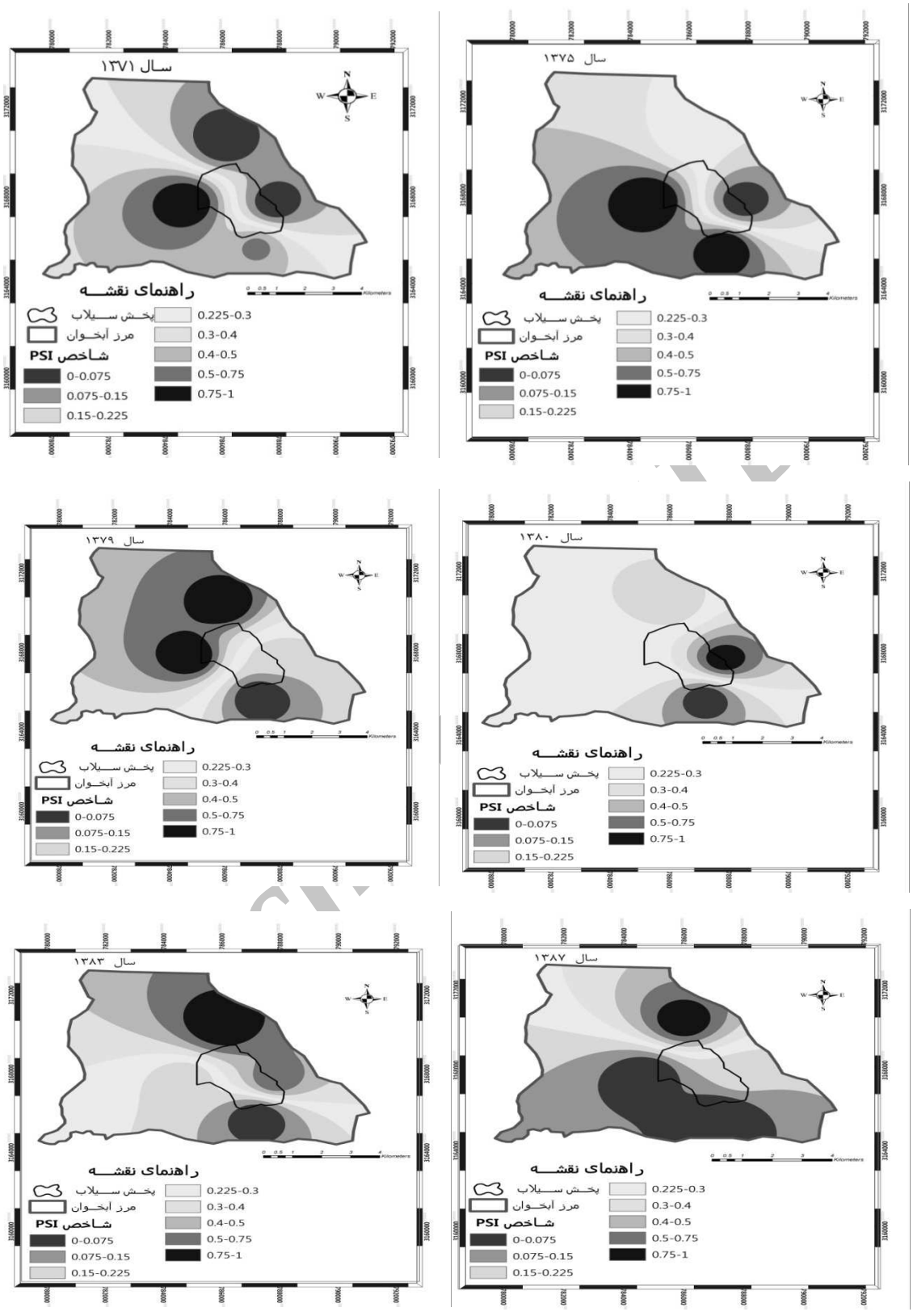
براساس اشکال ارائه شده خشکسالی در طول سال‌های مختلف و هم‌چنین در بخش‌های مختلف آبخوان، از شدت‌های متفاوتی برخوردار می‌باشد. از سال ۱۳۷۱ تا سال ۱۳۷۵ منطقه‌ای واقع در زیر محدوده پخش سیلاب ازشرایط نرمال و ترسالی برخوردار بوده؛ حال آن‌که از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۸۷ در این محدوده به تدریج خشکسالی شدید حکمفرما شده است. در صورتی که منطقه با شرایط نرمال تغییر مکانی داده و به تدریج در بخش شمال شرقی متمرکز شده است. توزیع مکانی خشکسالی هیدروژئولوژیک، همان‌طور که در شکل ۲ دیده می‌شود؛ وضعیت و شدت آن در هر سال و هم‌چنین در بخش‌های مختلف آبخوان متغیر می‌باشد. با نگاهی کلی به تمامی نقشه‌ها مشاهده می‌شود که طبق طبقه‌بندی شاخص PSI، ابتدا شرایط نرمال (۱-۰/۵) به دلیل اثرات چشم‌گیر پروژه پخش سیلاب در سال‌های اولیه، در منطقه پایین دست پروژه متمرکز بوده و لیکن با گذر زمان (از سال ۱۳۷۶) این پهنه با شرایط نرمال به بخش‌های شمالی آبخوان تغییر مکان داده است و بر عکس پهنه با شدّت خشکسالی بسیار بالا که در بخش فوقانی واقع شده بود به منطقه پایین دست سامانه پخش سیلاب، سوق پیدا کرده است. علّت این مساله متمرکز شدن چاه‌های عمیق در بخش واقع در پایین دست پروژه بوده است (فاتحی مرج، ۱۳۷۹). حال آن که سایر بخش‌های آبخوان بالاخص منطقه شمالی آبخوان به دلیل افت زیاد سطح ایستابی در سال‌های اولیه از میزان بهره‌برداری آن کاسته شده است و این مساله باعث حرکت آبخوان به سمت تعادل نسبی گشته است. در این باره Bachmat (1999)، (2009) Shaban، Kresic (2009) و Lglesias et al. (2009) نیز وقوع خشکسالی‌های هیدرولوژیکی را منحصراً ناشی از خشکسالی اقلیمی ندانسته و نقش افزایش پمپاژ از آبخوان و اثرات انسانی برتوزیع زمانی و مکانی خشکسالی بر منابع آب زیرزمینی را مورد تاکید قرار داده‌اند.

۴- نتیجه‌گیری

با بررسی اشکال فوق می‌توان دریافت بزرگ‌ترین پهنه افزایش سطح ایستابی در سال ۱۳۷۵ بوجود آمده که دلیل این امر افزایش تقریباً دو برابری بارش در این سال نسبت به میانگین بارش طولانی مدّت می‌باشد و بالا بودن ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان سبب اثرگذاری سریع ترسالی مذکور بر سطح ایستابی شده است. بالعکس بزرگ‌ترین پهنه خشکسالی در سال ۱۳۸۰ دیده می‌شود در صورتی که کم‌ترین میزان بارش در سال ۱۳۷۹ مشاهده می‌شود ولیکن به علت نقش ذخیره‌ای آب زیرزمینی و هم‌چنین افزایش ذخیره حادث شده در سال‌های قبل، این خشکسالی با یک سال تأخیر و در سال ۱۳۸۰ اثر خود را نشان داده است. لذا برای افزایش تداوم کارایی پروژه‌های تغذیه مصنوعی توصیه می‌گردد، بعد از اجرای این گونه سامانه‌ها، به مدیریت منطقه متأثر از تغذیه مصنوعی بالاخص در سال‌های با وجود خشکسالی شدید پرداخته شود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- پراکنش مکانی خشکسالی هیدروژئولوژیک در طول سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۷۱

www.SID.ir

۵- مراجع

فاتحی مرج، ا. (۱۳۷۹)، "بررسی و تعیین اثرات پخش سیلاب با استفاده از مدل ریاضی در دشت گربایگان فسا (استان فارس)،" گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۲۵ص.

قهاری، غ. و پاکپرور، م. (۱۳۸۶)، "بررسی تاثیر پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت گربایگان،" فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۴(۳) ۳۶۸-۳۹۰.

Bachmat, Y. (1999), "The 1999 Drought, and its Hydrological Impact," Palestine Center for Research and Information, IPCRI. http://www.ipcri.org/watconf/papers/yehuda.pdf. Last access, July 2007.

Kresic, N. (2009), Groundwater Resources, Sustainability, Management, and Restoration, McGraw-Hill Inc, 1st Edition, 865pp.

Lglesias, L., Garrote, L., Cancelliere, A., Cubillo, F. and Wilhite, D. (2009), Coping with Drought Risk in Agriculture and Water Supply Systems, Drought Management and Policy Development in the Mediterranean, Springer, 1st Edition, 320pp.

Peters, E., Bier, G., Van Lanen, H.A.J. and Torfs, P.J.J.F. (2006)," Drought Propagation and Spatial Distribution of Drought in a Groundwater Catchment," *Journal of Hydrology*, 321: 257–275.

Shaban, A. (2009), "Indicators and Aspects of Hydrological Drought in Lebanon," *Water Resour Manage*, 23:1875–1891.

Archive of SID

www.SID.ir