



بررسی تاثیر خشکسالی هواشناسی بر منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت نیشابور)

آرزو بخشی دم او^۱، علی گلکاریان^{۲*}، ابوالفضل مساعدی^۳، علیرضا راشکی^۴

^۱. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد

^{۲*}. استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

^۳. استاد دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد.

^۴. استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Golkarian@um.ac.ir

چکیده

خشکسالی یکی از ویژگی های اجتناب ناپذیر و زیانبار اقلیمی به شمار می آید که در همه مناطق آب و هوایی اتفاق می افتد. از طرف دیگر منابع آب زیرسطحی تواند از خشکسالی های هواشناسی و کاهش نزولات آسمانی تاثیر بپذیرد. برای بیان کمی پدیده ی خشکسالی و همچنین ارزیابی آن در مقیاس های مختلف زمانی و مکانی، از شاخص های خشکسالی استفاده می شود که برای محاسبه ی آنها وجود داده های مناسب و طولانی مدت پارامترهای اقلیمی و هیدرولوژیکی ضروری است. پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر خشکسالی هواشناسی بر منابع آب زیرزمینی دشت نیشابور به انجام رسیده است. در این راستا آمار بارندگی و سطح آب زیرزمینی در بازه زمانی ۱۳۸۰-۱۳۹۴ (۱۴ سال) مورد استفاده قرار گرفته است. محاسبه شاخص خشکسالی آب زیرزمینی (GRI) و شاخص خشکسالی هواشناسی (SPI) بیانگر وجود یک روند خشکسالی در سال های مورد مطالعه است. همچنین محاسبه شاخص خشکسالی هواشناسی در مقیاس های زمانی ۰، ۳، ۶، ۱۲، ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ماهه و مقایسه آن با شاخص خشکسالی آب زیرزمینی بیانگر یک تاخیر زمانی ۴۸ ماهه در وقوع خشکسالی آب زیرزمینی در مقایسه با خشکسالی هواشناسی در منطقه مورد مطالعه است.

واژگان کلیدی: خشکسالی، SPI، GRI، تاخیر زمانی

مقدمه

خشکسالی یکی از مخاطره آمیزترین پدیده های طبیعی است. اگر چه امکان جلوگیری از وقوع آن وجود ندارد، اما می توان با انجام اقداماتی اثرات منفی آن را کم نمود. یکی از سیستم هایی که به شدت تحت تاثیر خشکسالی واقع شده و کمتر مورد توجه قرار می گیرد، آب های زیرزمینی است (چمن پیرا و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به وجود نوسانات شدید در بارش های مناطق مختلف کشور، خشکسالی از جمله بلایای طبیعی است که در شرایط نوسان منفی و به عبارتی کاهش بارش های جوی نسبت به میانگین دراز مدت رخ داده و اثرات زیان باری را بر بخش کشاورزی و اقتصاد آن نواحی تحمیل می نماید (عشقی زاده و نورا، ۱۳۸۸). وجه اشتراک همه ی خشکسالی ها، وجود انحراف از حالت نرمال است. خشکسالی هواشناسی در اثر کمبود بارندگی بوجود آمده که اغلب با تبخیر و تعرقی بیش از حالت بالقوه طبیعی همراه است (Van Lanen, Tallaksen, 2004). زمانی که سیستم های آب زیرزمینی تحت تاثیر خشکسالی واقع می شوند، ابتدا آبیگری، سپس سطح و در نهایت آبدهی سفره آب زیرزمینی کاهش پیدا می کند، چنین خشکسالی را خشکسالی آب زیرزمینی می نامند (Van Lanen, Peters, 2000).





بررسی‌ها نشان داد که شاخص‌های SPI^۱ و GRI^۲ به عنوان دو شاخص مفید و قابل اعتماد برای پایش خشکسالی‌های هواشناسی و ژئوهیدرولوژیکی در ایران و سایر کشورهای دنیا به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شوند (چمن‌پیرا و همکاران ۱۳۹۳).

برای بیان کمی پدیده‌ی خشکسالی و همچنین ارزیابی آن در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی، از شاخص‌های خشکسالی استفاده می‌شود که برای محاسبه‌ی آن‌ها وجود داده‌های مناسب و طولانی مدت پارامترهای اقلیمی و هیدرولوژیکی ضروری است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۴). چمن‌پیرا و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی تاثیر خشکسالی بر منابع آب زیرزمینی به منظور مدیریت بهینه بهره‌برداری دشت الشتر پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که روند خشکسالی هواشناسی و آب زیرزمینی دشت منفی است، شاخص SPI و GRI در مقیاس زمانی ۲۴ ماهه در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و دارای بیشترین ضریب همبستگی است. اسلامیان و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی دوره‌های ترسالی و اثرات آن بر تغییرات منابع آب حوزه آبخیز دشت بوئین پرداختند، نتایج ایشان نشان داد که بین وقوع ریزش‌های جوی و تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی منطقه ارتباط معنی‌داری وجود دارد که اثر ریزش‌های جوی بر سطح آب سفره‌های زیرزمینی با تاخیر ۳ ماهه صورت می‌گیرد.

پیترز و همکاران (۲۰۰۶) طی مطالعاتی در مورد انتشار و توزیع مکانی خشکسالی سطح آب زیرزمینی، دریافتند که خشکسالی‌های کوتاه‌مدت اثرات خشکسالی‌های شدید را در آینده کاهش می‌دهد. از طرفی تغذیه بلندمدت (طولانی) آب زیرزمینی موجب کاهش خشکسالی‌های شدید می‌شود. شا و همکاران (۲۰۱۵) طی مطالعاتی به محاسبه شاخص خشکسالی با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) برای منطقه سورت، گجرات پرداختند، نتایج ایشان نشان داد که مقدار مثبت SPI، شرایط نرمال و شرایط مرطوب را نشان می‌دهد و مقادیر کمتر از -۱ شرایط خشکسالی را نشان می‌دهد.

از آنجا که فرایند خشکسالی بر بسیاری از منابع بیوفیزیکی حوزه‌ی آبخیز و رسوب‌دهی رودخانه‌ها آبدی‌چاه‌ها و قنات‌ها، سطح سفره‌های آب زیرزمینی، تراکم پوشش گیاهی و رسوب‌دهی دامنه‌ها و غیره اثر می‌گذارد، تعیین وضعیت خشکسالی هواشناسی و همچنین وضعیت خشکسالی آب‌های زیرزمینی از ضروریاتی است که تحقیق حاضر به دنبال بررسی آن در دشت نیشابور می‌باشد.

منطقه مورد مطالعه

دشت نیشابور در طول جغرافیایی $۱۷^{\circ} ۵۸'$ تا $۲۰^{\circ} ۵۹'$ شرقی و عرض جغرافیایی $۳۵^{\circ} ۴۰'$ تا $۳۹^{\circ} ۳۴'$ شمالی و در محدوده $۷۲۸۰۰۰-۶۰۸۰۰۰$ متر و $۴۰۵۸۰۰۰-۳۹۴۹۵۰۰$ متر (برحسب UTM) واقع شده است. این دشت از زیرحوضه‌های آبریز کویر مرکزی ایران می‌باشد. این حوضه از نظر موقعیت جغرافیایی از شمال به حوضه آبریز دشت مشهد، از شرق به حوضه آبریز سنگ بست، از جنوب به حوضه آبریز رخ، از جنوب غرب به حوضه آبریز عطائیه، از غرب به حوضه آبریز سبزوار و از شمال غرب به حوضه‌های آبریز جویین-سلطان آباد و ینگجه متصل می‌باشد. موقعیت حوضه آبریز نیشابور نسبت به حوضه‌های آبریز مجاور و حوضه‌های آبریز در استان خراسان رضوی در شکل (۱) ارائه شده است.

حداکثر ارتفاع دشت نیشابور در ارتفاعات بینالود در ۳۲۰۰ متری از سطح دریا و پست‌ترین نقطه در خروجی دشت با ارتفاع ۱۰۵۰ متر از سطح دریا قرار دارد. ارتفاع متوسط دشت از سطح دریا ۱۹۰۰ متر می‌باشد. وسعت دشت برابر ۴۱۰۰ کیلومتر مربع بوده که معادل ۵۶ درصد از وسعت ۷۳۳۰ کیلومتر مربعی حوضه آبریز را شامل می‌شود. این حوضه ۵/۷ درصد وسعت استان خراسان رضوی را پوشش می‌دهد.

آب و هوای منطقه در دامنه‌ها معتدل ولی در نواحی پست خروجی دشت بر میزان گرما و خشکی هوا افزوده می‌شود. میزان بارندگی آن بطور متوسط برای کل حوضه ۲۹۲ میلی‌متر گزارش شده است (شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان، ۱۳۸۴).

Standardized Precipitation Index¹
Groundwater resource index²





رخنمون های مربوط به دوران اول زمین شناسی محدوده مورد مطالعه شامل شیستها و آهکهای تیر هرنگ است که در ارتفاعات شمالی حوضه رخنمون دارند. سازند های دوران دوم شامل آهک، ماسه سنگ و کوارتزیت می باشد. از دوران سوم زمین شناسی رسوبات نئوژن از قبیل کنگلو مرآ، ماسه سنگ، مارن و سنگهای ولکانیکی اتوسن در ارتفاعات شمالی و جنوبی حوضه قابل مشاهده اند. رسوبات کواترنر شامل تراسهای آبرفتی، مخروط افکنه ها، شنهای روان و واریزه ها بوده که نقاط پست و دامنه ارتفاعات را پوشانده اند. ضخامت آبرفت در غرب دشت ۸۰ متر و در شهر نیشابور حدود ۷۵ متر در جنوب شرق ۵۰ متر در شمال شرق ۱۸۰ متر و در اراضی باغرود و سالاری حدود ۲۰۰ متر می باشد.



شکل ۱. نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و خراسان رضوی

روش تحقیق

پژوهش حاضر با استفاده از داده های ۳ ایستگاه منتخب هواشناسی به همراه ۳ چاه پیزومتری که نزدیک به آن ها بودند با طول دوره آماری سال (۱۳۹۴-۱۳۸۰) در منطقه نیشابور جهت بررسی وضعیت خشکسالی آب زیرزمینی مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ۱ و شکل ۲). در این راستا داده های بارندگی ماهانه و ارتفاع متوسط ماهانه سطح آب زیرزمینی از اداره آب منطقه ای خراسان رضوی اخذ شده است. ابتدا روند تغییرات شاخص خشکسالی هواشناسی و آب زیرزمینی در بازه زمانی مورد مطالعه تعیین و پس از آن همبستگی بین شاخص خشکسالی هواشناسی با شاخص خشکسالی آب زیرزمینی (با تاخیر زمانی ۰، ۳، ۶، ۱۲، ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ماهه) مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۱. مشخصات ایستگاه های هواشناسی منتخب

نام ایستگاه	نام حوزه	محدوده	UTM X	UTM Y	ارتفاع
روح آباد	کویر مرکزی	نیشابور	۶۶۷۱۸۶	۳۹۹۲۸۴۴	۱۱۳۸
کارخانه قند نیشابور	کویر مرکزی	نیشابور	۶۴۳۴۷۴	۴۰۱۷۶۹۶	۱۲۰۷
فدیسه	کویر مرکزی	نیشابور	۶۲۹۱۲۰	۳۹۸۷۰۸۱	۱۰۸۶





شکل ۲. نقشه موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی منتخب

شاخص‌های خشکسالی مورد بررسی

شاخص بارش استاندارد شده (SPI)

شاخص بارش استاندارد شده، اولین بار توسط مک کی و همکاران (۱۹۹۳) بسط و توسعه داده شد. محاسبه این شاخص بر اساس بارش بلند مدت صورت می‌گیرد. SPI یک شاخص استاندارد شده است که قادر به محاسبه کمبود بارش در مقیاس‌های زمانی مختلف می‌باشد. طبیعت SPI به گونه‌ای است که امکان تعیین کمی خشکسالی یا وقایع غیرعادی رطوبت را در مقیاس زمان مشخص، روی هر منطقه‌ای از کره زمین که بارش آن ثبت شده است، برای تحلیل‌گر ماهر فراهم می‌کند. اساس شاخص بارش استاندارد شده بر محاسبه احتمالات بارندگی برای هر مقیاس زمان استوار است. هدف از ارائه شاخص بارندگی استاندارد شده، ارائه یک شاخص عددی است که بتواند ریزش‌های جوی مناطق با اقلیم‌های متفاوت را با هم مقایسه کند (انصاری و داوری، ۱۳۸۶). تابع چگالی احتمال این توزیع بصورت زیر است:

$$F(X) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\frac{x}{\beta}} \quad (1) \text{ رابطه}$$

که در این رابطه X مقدار متغیر، α ، پارامتر مقیاس توزیع و $\Gamma(\alpha)$ تابع گاما است تابع گاما است که رابطه آن بصورت زیر است:

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} y^{\alpha-1} e^{-y} dy \quad (2) \text{ رابطه}$$



ضرایب α و β بهینه نیز از طریق روابط ۳ و ۴ محاسبه می شوند

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{4A} \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right] \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\hat{\beta} = \frac{\bar{x}}{\hat{\alpha}} \quad \text{رابطه (۴)}$$

که در آن:

$$A = \text{Ln}(\bar{x}) - \frac{\sum \text{Ln}(x)}{n} \quad \text{رابطه (۵)}$$

که n تعداد مشاهدات بارش می باشد.

شاخص منبع آب زیرزمینی (GRI)

شاخص منبع آب زیرزمینی (GRI) توسط، مندیسینو و همکاران (۲۰۰۸) از یک مدل توازن سادهی آب ایجاد شده است. GRI از یک مدل تعادلی توزیع آب مشتق شده است و در یک ناحیهی مدیریت‌شده که وضعیت‌های زمین سنگ‌شناسی متفاوت دارد و به‌طور عمده روی واکنش‌های هیدرولیکی تابستانی حوزه در اثر بارش زمستانی تاثیر می‌گذارد، مورد آزمایش قرار گرفته است. این شاخص می‌تواند جهت ارزیابی وضعیت مخزن سفره آب زیرزمینی و همچنین ارزیابی واقعی از میزان ذخیره آبخوان به کار رود. می‌توان گفت GRI شاخصی است که با استفاده از پارامتر سطح ایستابی در مقیاس ماهانه و سالانه قابل محاسبه بوده و از نتایج آن می‌توان جهت پیش‌بینی اهداف و تصمیم‌گیری‌های مدیریت آبخوان استفاده کرد. وضعیت خشکسالی بر اساس مقادیر این شاخص در جدول ۲ ارائه شده است.

شاخص GRI از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$GRI_{y,m} = \frac{D_{y,m} - \mu_{D,m}}{\sigma_{D,m}} \quad \text{رابطه (۶)}$$

GRI : شاخص خشکسالی آب زیرزمینی

$D_{y,m}$: مقادیر ارتفاع سطح آب زیرزمینی در سال Y و ماه m

$\mu_{D,m}$: میانگین ارتفاع سطح آب زیرزمینی در ماه m برای d سال

$\sigma_{D,m}$: انحراف معیار داده‌های سطح ایستابی ماه m برای d سال



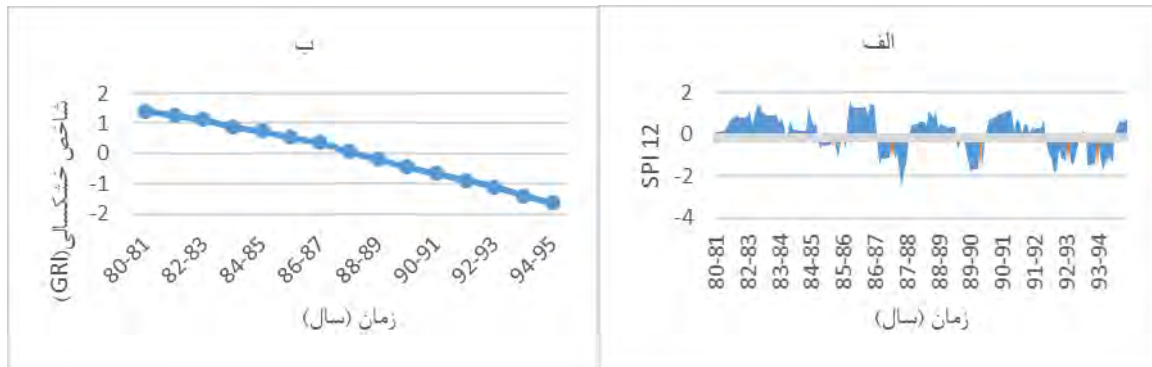


جدول ۲- طبقات مختلف شدت خشکسالی در شاخص های SPI و GRI

مقدار شاخص	طبقه بندی خشکسالی
۲ و بیشتر از آن	به شدت مرطوب
۱/۵ تا ۱/۹۹	خیلی مرطوب
۱ تا ۱/۴۹	نسبتاً مرطوب
۰/۹۹ تا -۰/۹۹	متوسط (نرمال)
-۱ تا -۱/۴۹	نسبتاً خشک
-۱/۵ تا -۱/۹۹	خیلی خشک
-۲ و کمتر	به شدت خشک

یافته ها

نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات خشکسالی هواشناسی و آب زیرزمینی ایستگاه های منتخب در شکل ۳ تا ۵ ارائه شده است.

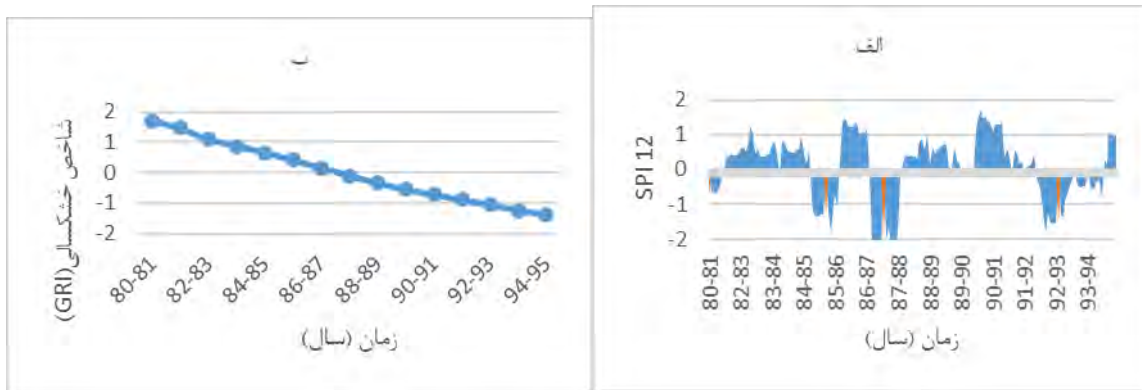


شکل ۳. وضعیت خشکسالی الف) خشکسالی هواشناسی ایستگاه روح آباد ب) خشکسالی آب زیرزمینی چاه پیژومتری ده شیب



شکل ۴. وضعیت خشکسالی الف) خشکسالی هواشناسی ایستگاه کارخانه قند نیشابور ب) خشکسالی آب زیرزمینی چاه پیژومتری تقی-آباد





شکل ۵. وضعیت خشکسالی الف) خشکسالی هواشناسی ایستگاه فدیشه ب) خشکسالی آب زیرزمینی چاه پیژومتری جنوب شهرآباد

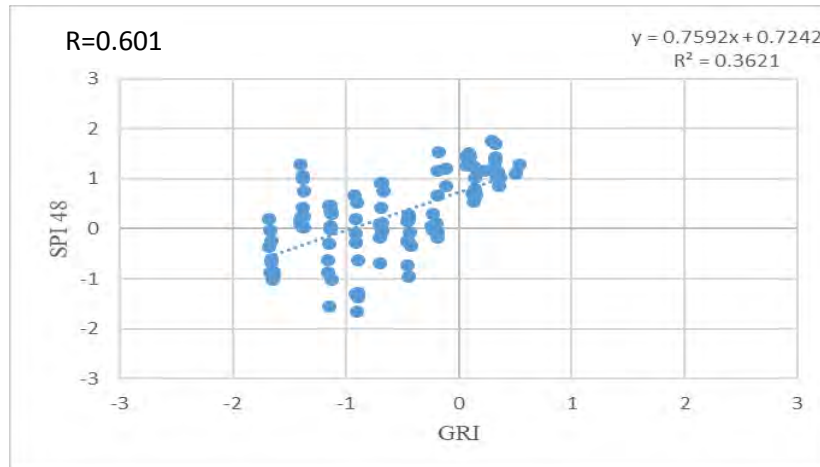
نتایج حاصل از نمودارهای شکل ۳ تا ۵ نشان می‌دهد که در نمودار اول و سوم شاخص خشکسالی آب زیرزمینی همواره کاهشی است اما در نمودار دوم در سال‌هایی این روند افزایشی است. همچنین در نمودار اول و سوم شاخص خشکسالی هواشناسی کمتر با شاخص خشکسالی آب زیرزمینی تطابق دارد و علی‌رغم اینکه در شاخص خشکسالی هواشناسی در سال‌هایی خشکسالی وجود ندارد اما روند شاخص خشکسالی آب زیرزمینی همواره نزولی است. در نمودار دوم روند خشکسالی هواشناسی و آب زیرزمینی نسبت به هم تبعیت بهتری دارند.

جهت بررسی تاثیر خشکسالی هواشناسی بر آب های زیرزمینی اقدام به مقایسه این دو شاخص از طریق برقراری روابط همبستگی پیرسون بین آنها گردید. بدین منظور همبستگی شاخص خشکسالی هواشناسی در مقیاس‌های زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ماهه با شاخص خشکسالی آب زیر زمینی محاسبه و مورد تحلیل قرار گرفت (جدول ۳ و شکل ۶).

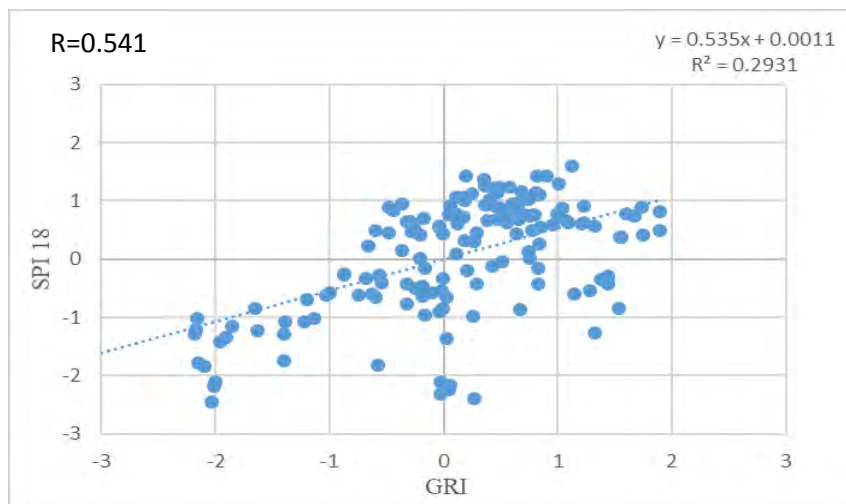
جدول ۳. همبستگی بین شاخص خشکسالی هواشناسی و آب زیرزمینی در دشت نیشابور با زمان‌های تاخیر متفاوت

ایستگاه هواشناسی	چاه پیژومتری	۳ ماهه	۶ ماهه	۱۲ ماهه	۱۸ ماهه	۲۴ ماهه	۴۸ ماهه
روح آباد	ده شیب	۰/۱۱۹	۰/۲۰۵	۰/۴۳۹	۰/۵۲۷	۰/۵۹۷	۰/۶۰۱
کارخانه قند نیشابور	تقی آباد	-۰/۰۴۴	۰/۱۷۰	۰/۴۶۶	۰/۵۴۱	۰/۵۲۶	۰/۱۲۶
فدیشه	جنوب شهر آباد	-۰/۰۸۴	۰/۰۰۹	۰/۱۰۹	۰/۱۸۶	۰/۱۹۸	-۰/۲۴۴



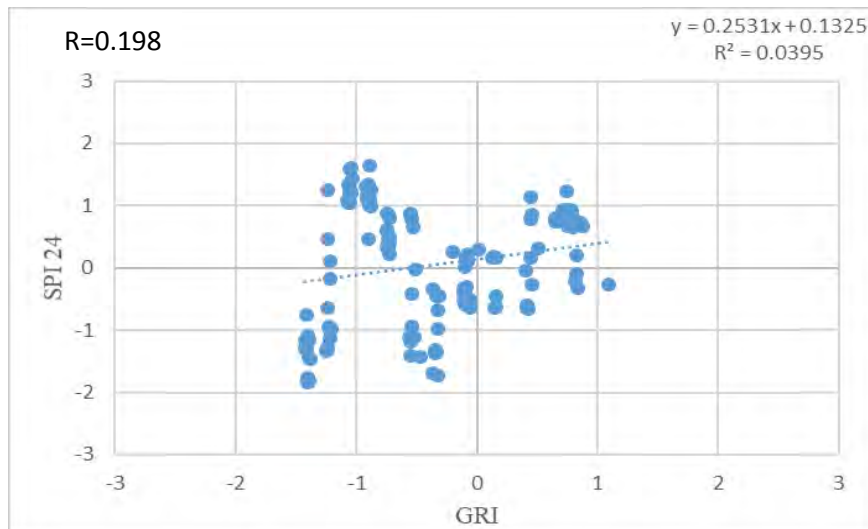


شکل ۶. همبستگی بین شاخص GRI چاه ده شیب با SPI ایستگاه روح آباد



شکل ۷. همبستگی بین شاخص GRI چاه تقی آباد با SPI ایستگاه کارخانه فند نیشابور





شکل ۸. همبستگی بین شاخص GRI چاه جنوب شهرآباد با SPI ایستگاه فدیشه

بحث و نتیجه گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر خشکسالی هواشناسی بر منابع آب زیرزمینی دشت نیشابور بررسی شد. بر اساس نتایج بدست آمده در خصوص همبستگی بین شاخص های خشکسالی SPI و GRI مشاهده می شود که در همه ایستگاه های مورد بررسی خشکسالی آب زیرزمینی با تاخیر زمانی صورت می پذیرد. بطور کلی بیشترین میزان همبستگی بین ایستگاه هواشناسی روح آباد با چاه پیژومتری ده شیب با تاخیر زمانی ۴۸ ماه با مقدار ۰/۶۰۱ رخ می دهد، بیشترین میزان همبستگی بین ایستگاه هواشناسی کارخانه قند نیشابور با چاه پیژومتری تقی آباد با تاخیر زمانی ۱۸ ماه با مقدار ۰/۵۴۱ رخ می دهد و بیشترین میزان همبستگی بین ایستگاه هواشناسی فدیشه با چاه پیژومتری جنوب شهرآباد با تاخیر زمانی ۲۴ ماه با مقدار ۰/۱۹۸ رخ می دهد. که این نتایج با نتایج چوبین و همکاران (۱۳۹۵) و نوحه گر و همکاران (۱۳۹۲) همخوانی دارد.

همانطور که مشاهده می شود در برخی مکان ها تاخیر زمانی بیشتر و در برخی مکان ها تاخیر زمانی کمتر است. در این مورد عوامل متعددی از جمله سازندهای موجود و جنس سنگ ها و کیفیت آبرفت در انتقال آب می تواند موثر باشد، عواملی همچون شکل شیب یا محدب و مقعر بودن (همگرا یا واگرا بودن) دشت در مناطق بالادست چاه می تواند تاثیرگذار باشد. طبق نتایج حاصل ایستگاه هواشناسی روح آباد و چاه پیژومتری ده شیب در انتهای تشکیلات دوران چهارم قرار گرفته اند و بدلیل وجود تشکیلاتی با نفوذپذیری نسبتا کم در قسمت بالادست دارای بالاترین تاخیر زمانی نسبت به دو مورد دیگر می باشند. ایستگاه هواشناسی فدیشه و چاه پیژومتری جنوب شهرآباد بدلیل وجود ترکیبات آبرفتی همراه با رس نسبتا زیاد در بالادست دارای نفوذ نسبتا اندک بوده که در مقایسه با محل قبلی تاخیر زمانی کمتری دارد. ایستگاه هواشناسی کارخانه قند نیشابور و چاه پیژومتری تقی آباد بدلیل وجود ترکیبی از عناصر با نفوذپذیری خوب و عناصری با نفوذپذیری نسبتا ضعیف در بالادست خود تاخیر زمانی کمتری نسبت به دو محل قبل را دارد. همچنین در این محل بخاطر دارا بودن شیب محدب توان جذب بارندگی در این منطقه کمتر شده بر این اساس واکنش سریع تر اتفاق می افتد و این موضوع باعث افزایش پاسخ طبیعت می شود.

همچنین نتایج حاصل از همبستگی نشان می دهد که مثلا چاه جنوب شهر آباد که همبستگی کمتری دارد احتمالاً عوامل خارجی دیگر باعث کاهش این موضوع شده است که از مهمترین این عوامل می توان به تغییر سطح کشت در سال های مورد بررسی اشاره کرد که در صورت وجود می تواند با تغییر در عوامل سطح سفره همبستگی با خشکسالی هواشناسی را تحت تاثیر قرار دهد.





نتایج حاصل از ایستگاه هواشناسی روح آباد و چاه پیژومتری ده شیب که بترتیب دارای کاربری مسکونی و کشت آبی هستند دارای بیشترین تاخیر زمانی می باشند که این مساله می تواند بدلیل برداشت مصارف کشاورزی و مصارف خانگی باشد. همچنین ایستگاه هواشناسی فدیشه و چاه جنوب شهرآباد هر دو دارای کاربری مرتع می باشند که تاخیر زمانی نرمالی نسبت به محل قبلی دارد. همچنین ایستگاه هواشناسی کارخانه قند نیشابور و چاه پیژومتری ده شیب بترتیب دارای سطح زیرکشت دیم و اراضی مرتعی می باشند که دارای تاخیر زمانی کمتری نسبت به دو مورد دیگر می باشد.





منابع

اسلامیان، سعید، نصری، مسعود. و رحیمی، نعیمه. بررسی دوره‌های ترسالی و خشکسالی و اثرات آن بر تغییرات منابع آب حوضه‌ی آبخیز دشت بوئین. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، سال بیستم - شماره پیاپی (۳۳) - شماره ۱ بهار ۱۳۸۸. ۷۵-۹۰

یوسفی، حسین ، نوحه‌گر، احمد، خسروی، زهرا و عزیزآبادی فراهانی، مسعوده. مدیریت و پهنه‌بندی خشکسالی با استفاده از شاخص های SPI و RDI (مطالعه‌ی موردی: استان مرکزی)، اکوهیدرولوژی. دوره‌ی ۲، پاییز ۱۳۹۴، ص ۳۳۷-۳۴۴.

چمن‌پیرا، غلامرضا ، زهتابیان، غلامرضا. ، احمدی، حسن و ملکیان، آرش. بررسی تأثیر خشکسالی بر منابع آب زیرزمینی به منظور مدیریت بهینه بهره‌برداری، مطالعه موردی: دشت الشتر. نشریه علمی پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد ۶ ، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۳ ، صفحات ۱۰-۲۰.

چوبین، بهرام، ملکیان، آرش و ساجدی حسینی، فرزانه. تاخیر زمانی و تاثیر خشکسالی هواشناسی بر روی سطح آب زیرزمینی. علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، نشریه علمی پژوهشی، سال دهم، شماره ۳۴، پاییز ۱۳۹۵.

نوحه‌گر، احمد. ، احمدی آخورمه، مریم. ، طایبی سمیرمی، مجید ، خورانی، اسدالله. بررسی تاثیر خشکسالی بر تغییرات سطح سفره آب زیرزمینی با استفاده از شاخص های SPI و GRI (مطالعه موردی دشت مروذشت)، سومین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست. ۵ آذر ماه ۱۳۹۲ / دانشگاه تهران

Van Lanen, H. A. J., & Peters, E. (2000). Definition, effects and assessment of groundwater droughts. In *Drought and drought mitigation in Europe* (pp. 49-61). Springer, Dordrecht.

Shah, Ravi., Bharadiya, Nitin, & Manekar, Vivek. (2015). Drought index computation using standardized precipitation index (SPI) method for Surat District, Gujarat. *Aquatic Procedia*, 4, 1243-1249.

Tallaksen, L. M., & Van Lanen, H. A. (Eds.). (2004). *Hydrological drought: processes and estimation methods for streamflow and groundwater* (Vol. 48). Elsevier

4. Mendicino, G., Senatore, A., & Versace, P. (2008). A Groundwater Resource Index (GRI) for drought monitoring and forecasting in a Mediterranean climate. *Journal of Hydrology*, 357(3-4), 282-302

.Peters, E., Bier, G., Van Lanen, H. A. J., & Torfs, P. J. J. F. (2006). Propagation and spatial distribution of drought in a groundwater catchment. *Journal of Hydrology*, 321(1-4), 257-275.

McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993, January). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology* (Vol. 17, No. 22, pp. 179-183). Boston, MA: American Meteorological Society.

Mendicino, Giuseppe, Senatore, Alfonso, & Versace, Pasquale. (2008). A Groundwater Resource Index (GRI) for drought monitoring and forecasting in a Mediterranean climate. *Journal of Hydrology*, 357(3-4), 282-302.





The Effect of Meteorological Drought on Groundwater Resources(case study: Neyshabur Plain)

Arezoo bakhshi dam oo¹, Ali Golkarian^{2*}, Abolfazl Mosaedi³, Alireza Rashki⁴

¹MSc Student, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
Arezoobakhshi94@gmail.com

^{2*} Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of

³Mashhad, Iran. Professor ³Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of
Mashhad, Iran.

⁴Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of
Mashhad, Iran.

*Corosponding Autor Email: Golkarian@um.ac.ir

Abstract

Drought is one of the inevitable and harmful climatic features that occurs in all climate zones. On the other hand, Groundwater resources can be affected by meteorological drought and rainfall reduction. Drought indicators are used to express a quantitative phenomenon of drought and also to evaluate it at different time and space scales In order to calculate them, there is a need for adequate and long-term data for climate and hydrological parameters.. The present study aims to investigate the effect of meteorological droughts on groundwater resources in Neishabour plain. For this Purpose, Rainfall statistics and groundwater levels were used during the period of 1394-1384 (14 years). The calculation of groundwater drought index (GRI) and meteorological drought index (SPI) indicate a existence of drought trend in the studied years. Also, the calculation of meteorological drought index at the time scale of 3, 6, 12, 18, 24 and 48 months and comparing it with groundwater drought index, indicates a 48-month time delay in occurrence of groundwater drought Than meteorological drought.

Key words: Drought, SPI,GRI, time delay

