دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

بررسی رابطه خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در حوزه آبخیز اترک

ن. مفیدی پور[۱]، و. بردی شیخ[۲]، م. اونق[۳] و ا. سعدالدین[۴]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
نویسنده مسئول: Mofidipoor.n@gmail.com
۲، ۳ و ۴- استادیار، استاد و دانشیاردانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

خشکسالی یک پدیده طبیعی و قابل تکرار است که باعث کمبود آب در بخش های مختلف مصرف می‌گردد. این پدیده در مقایسه با سایر پدیده ها هم از نظر شدت و فراوانی وقوع و هم از نظر وسعت فضایی و میزان خساراتی که به بار می آورد از اهمیت بیشتری برخوردار است. در این تحقیق از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) و شاخص خشکسالی جریانات رودخانه ای (SDI) جهت ارزیابی و تحلیل زمانی وقوع خشکسالی‌ها استفاده شده است. برای این منظور از آمار ماهانه ۲۳ ایستگاه باران سنجی و ۷ ایستگاه هیدرومتری در حوزه آبخیز اترک استفاده شد و شاخص‌ها در ۶ بازه زمانی (۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه) مورد ارزیابی قرار گرفتند. جهت بررسی اثرات خشکسالی بر منابع آب سطحی ابتدا رابطه بارندگی و دبی در منطقه مورد بررسی قرار گرفت و تاخیر زمانی اثر بارندگی بر دبی محاسبه گردید. سپس داده های استاندارد شده دبی (SDI) با سری های SPI در بازه های زمانی متفاوت به روش همبستگی پیرسون در کل حوزه مورد بررسی و همچنین به تفکیک زیر حوزه ها مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد رابطه زمانی وقوع خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی با یکدیگر در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است و این همبستگی در بازه ۳ ماهه حداکثر می‌باشد. خشکسالی سبب کاهش جریان آب های سطحی شده و این تاثیر در همان ماه و یا با ۱ ماه تاخیر و حداکثر در ایستگاه شیرآباد و در زیر حوزه دربند اتفاق می‌افتد.

واژه های کلیدی: شاخص بارش استاندارد، شاخص خشکسالی جریانات رودخانه ای، همبستگی پیرسون، حوزه آبخیز اترک

مقدمه

خشکسالی به عنوان یکی از پدیده های محیطی شناخته شده است و در واقع بخش جدایی ناپذیری از تغییرات اقلیمی است که می تواند در هر منطقه جغرافیایی حادث شود. شارما (۱۴) خشکسالی در زمینه های مختلف، هم به طور مستقیم و هم به طور غیرمستقیم اثرات زیان بخش وارد می‌آورد، مهم ترین اثر

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

آن بر منابع آب کشور است. این در حالی است که تمامی فعالیت های کشور اعم از صنعتی، شهری و کشاورزی وابسته به این منبع می‌باشد (۸). یکی از مسائلی که به خصوص در سالهای اخیر بشر با آن مواجه شده، بحران آب است. این مشکل در سالهایی نمایان‌تر می‌شود که پدیده خشکسالی روی می‌دهد (۳).

پدیدهٔ خشکسالی بنا به ماهیت آثار مختلفی که دارد به انواع: خشکسالی هواشناسی، خشکسالی هیدرولوژیکی، کشاورزی و اقتصادی - اجتماعی تقسیم شده است (۱۶). ابتدا خشکسالی هواشناسی اتفاق می‌افتد که به کمبود در میزان بارش اطلاق می‌شود. خشکسالی هواشناسی می‌تواند به کمبود رطوبت خاک منجر شده و تولید کشاورزی را کاهش و احتمال آتش سوزی جنگل را افزایش دهد (خشکسالی کشاورزی) و با توسعه آن، خشکسالی هیدرولوژیکی اتفاق می‌افتد که کمبود جریان آب سطحی و زیرزمینی نسبت به شرایط نرمال اطلاق می شود. نالباتیس و تی ساکریس (۱۲) دانشمندان علم آب و هواشناسی به منظور ارزیابی و پایش خشکسالی، شاخص های متعددی را ارایه داده اند، که هر یک از این شاخص ها براساس به کارگیری متغیرهای هواشناسی و روش‌های محاسباتی متفاوتی طراحی شده اند (۱۳). یکی از مهمترین شاخص‌های پایش خشکسالی، شاخص بارش استاندارد SPI می‌باشد. این شاخص برای اولین بار توسط مک کی و همکاران (۹)، به منظور ارزیابی و تعریف خشکسالی‌ها، معرفی گردید و در ایالت کلرادو مورد استفاده قرار گرفت. آنها دریافتند که برای برازش داده های بارندگی، توزیع گاما مناسب ترین توزیع می باشد. در این مطالعه آنها از مقیاس‌های زمانی کوتاه مدت (۳ و ۶ ماهه) برای اهداف کشاورزی و مقیاس‌های زمانی بلند مدت (۱۲ و ۲۴ و ۴۸ ماهه) برای اهداف هیدرولوژی استفاده کردند. کارایی بالای این شاخص باعث شد، تدریجاً استفاده از آن رواج یابد و از آن پس محققین زیادی از این شاخص در مطالعه خشکسالی استفاده کردند و برتری این شاخص را نشان دادند که از آن جمله دوپگنی- گیروکس (۲) در ایالت ورمنت آمریکا، بنجامین و همکاران (۱) در اروپا، زالای و بلا (۱۷) در مجارستان و میشرا و دیزای (۱۰) در حوزه کاناساباتی هندوستان و انصافی مقدم (۴) در حوزه دریاچه نمک ایران را نام برد.

علاوه بر تحقیقات ذکر شده در زمینه مقایسه خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی، مرادی و همکاران (۱۱)، با استفاده از شاخص SPI[1] و SDI[2] در حوزه شهر خرم آباد به ارزیابی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی پرداختند. نتایج حاصل از تحلیل های آماری و مقایسه بین شاخص SPI و SDI نشان داد که حالت غالب در این حوزه تقریبا حالت نرمال است.

کاشفی (۷)، به بررسی وضعیت زمانی و مکانی خطر خشکسالی‌های رخ داده در استان سمنان با استفاده از شاخص خشکسالی اقلیمی (SPI) پرداخت. نتایج نشان داد وقوع

1- Standardized Precipitation Index

2- Stream flow Drought Index

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

خشکسالی در منطقه، اثر خود را به صورت آنی یا با تاخیر یک ماهه روی منابع آب سطحی نمایان می‌سازد.

حیدری و همکاران (۶)، به بررسی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در دو شهرستان ارومیه و خوی پرداختند. نتایج آنها نشان داد که در شهرستان ارومیه خشکسالی هیدرولوژیکی با تاخیر زمانی یک ماهه و در خوی با تاخیر زمانی ۲ ماهه نسبت به خشکسالی هواشناسی بروز کرده است. پایداری خشکسالی هیدرولوژیکی نیز به ترتیب تا سه ماه و پنج ماه پس از وقوع آن تعیین گردید.

قاسمیان و همکاران (۵)، به بررسی ارتباط خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی استان خراسان شمالی با استفاده از شاخص SPI پرداختند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد بیشترین ارتباط خشکسالی و ترسالی‌های هیدرولوژیکی در این استان بین رودخانه شیرآباد و ایستگاه سینوپتیک بجنورد می‌باشد.

ویکنت سرانو و لوپز مورنو (۱۹)، در بررسی خشکسالی در اسپانیا به مقایسه SPI در مقیاس های زمانی مختلف با متغیرهای هیدرولوژیکی سطحی پرداختند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد به طور کلی جریانهای سطحی با دوره های زمانی کوتاه ۱ الی ۳ ماهه SPI و منابع آب زیر زمینی با دوره های طولانی تر ۷ تا ۱۰ ماهه بیشترین همبستگی را دارند.

این تحقیق به منظور بررسی خشکسالی در پریودهای زمانی مختلف و با هدف تعیین ارتباط خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیک با استفاده از شاخصهای SPI و SDI در سطح حوزه آبخیز اترک انجام شده است.

مواد و روش ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از حوزه آبخیز اترک با مساحتی معادل ۱۹۲۳۶ کیلومتر مربع است که در شمال شرق کشور در حد فاصل "۴۵ ´۱۵ °۵۵ تا "۵۱ ´۲۰ °۵۸ طول جغرافیایی و "۳۵ ´۵۸ °۳۶ تا ´۵۸ °۳۷ عرض جغرافیایی قرار دارد و از ارتفاعات هزار مسجد قوچان شروع شده و از شرق به غرب بخشهایی از استانهای خراسان شمالی و گلستان را دربرگرفته است.

در این تحقیق به منظور بررسی وضعیت بارندگی و دبی از آمار بارندگی ۲۳ ایستگاه باران‌سنجی و ۷ ایستگاه هیدرومتری با طول دوره آماری مشترک ۳۳ ساله (سال ۱۳۵۴ الی ۱۳۸۶) استفاده گردید.

شاخص خشکسالی هواشناسی (SPI)

چنانچه سری‌های زمانی بارندگی ماهانه ایستگاه‌های منطقه بصورت P_{ij} معرفی شوند که در آن اندیس i سال هیدرولوژیکی و اندیس j ماه مربوط به سال هیدرولوژیکی را مشخص کند (j = 1 مهر و j=12 شهریور) سری‌های زمانی بارندگی با مدت‌های مختلف را می توان با استفاده از رابطه ۱ بدست آورد.

رابطه (۱)

$$R_{ik} = \sum_{j=1} P_{ij}$$

$$i = 1,2,... \quad j = 1,2,...,12 \quad k = 1,2,3,4,5,6$$

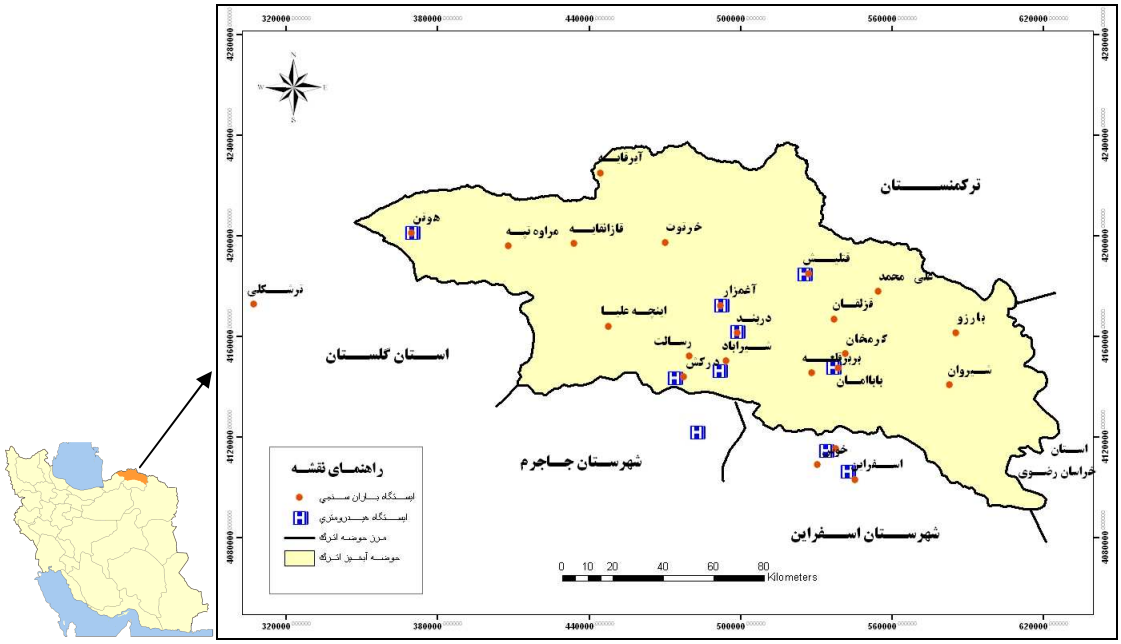
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

شاخص بارش استاندارد (SPI) براساس ارتفاع بارش تجمعی (R_{ik}) برای دوره مبنای (k) مربوط به (i) سال هیدرولوژیکی به صورت رابطه (۲) بدست می آید.

رابطه (۲)
$$SPI_{ik} = \frac{R_{ik} - \overline{R_k}}{S_k}$$

$k = 1,2,3,4,5,6$ $\quad i = 1,2,...$

$\overline{R_k}$ و S_k به ترتیب میانگین ارتفاع بارش تجمعی و انحراف معیار ارتفاع بارش تجمعی برای دوره مبنای (k) می باشد. جدول (۱) طبقه بندی حالتهای مختلف خشکسالی را در روش SPI نشان می دهد.



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز اترک و ایستگاه های مورد مطالعه.

جدول ۱- طبقه‌بندی حالت های خشکسالی هواشناسی به روش شاخص SPI (۱۲)

حالت	محدوده	وضعیت خشکسالی
۰	SPI ≥ ۲+	خیلی خیلی مرطوب
۱	۱/۵ ≤ SPI < ۲	خیلی مرطوب
۲	۱ ≤ SPI < ۱/۵	مرطوب متوسط
۳	-۱ ≤ SPI < ۱+	نزدیک به نرمال
۴	-۱/۵ ≤ SPI < -۱	خشکسالی متوسط
۵	-۲ ≤ SPI < -۱/۵	خیلی خشک
۶	SPI < -۲	خیلی خیلی خشک

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

شاخص خشکسالی جریان‌های رودخانه‌ای (SDI)

در تحقیق حاضر شاخص SDI به روش کاملا مشابه SPI است که قبلاً توضیح داده شده است. در این روش فرض می‌شود که سری های زمانی حجم جریان‌های رودخانه ای ماهانه بصورت Q_{ij} موجود می‌باشد که در آن اندیس i سال هیدرولوژیکی و اندیس j ماه مربوط به سال هیدرولوژیک می باشد. اساس این سری‌ها بر پایه رابطه (۳) می‌باشد.

رابطه (۳)
$$V_{ik} = \sum_{j=1} Q_{ij}$$
$$i = 1,2,... \quad j = 1,2,...,12 \quad k = 1,2,3,4,5,6$$

که در آن V_{ik}: حجم تجمعی جریانات رودخانه‌ای در سال هیدرولوژیکی i و دوره مبنای k ماهه است. مقادیر k برابر ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ به ترتیب بیانگر دوره های زمانی ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه می باشد. شاخص خشکسالی جریانات رودخانه ای (SDI) براساس حجم تجمعی جریانات رودخانه‌ای (V_{ik}) برای دوره مبنای (k) مربوط به (i) سال هیدرولوژیکی به صورت رابطه (۴) بدست می آید.

رابطه (۴)
$$SDI_{ik} = \frac{V_{ik} - \overline{V_k}}{S_k}$$
$$i = 1,2,... \qquad k = 1,2,3,4,5,6$$

$\overline{V_k}$ و S_k به ترتیب میانگین مجموع حجم دبی و انحراف معیار حجم جریانات تجمعی برای دوره مبنای (k) می باشد. جدول (۲) طبقه بندی حالتهای مختلف خشکسالی را به روش SDI نشان می دهد (۱۲).

جدول ۲- طبقه بندی حالت‌های خشکسالی هیدرولوژیک با روش شاخص (SDI) (۱۲)

حالت	محدوده	وضعیت خشکسالی
۰	۰ ≤ SDI	فاقد خشکسالی
۱	-۱ ≤ SDI < ۰	خشکسالی ملایم
۲	-۱/۵ ≤ SDI < -۱	خشکسالی متوسط
۳	-۲ ≤ SDI < -۱/۵	خشکسالی شدید
۴	SDI < -۲	خشکسالی خیلی شدید

جهت بررسی اثرات خشکسالی بر منابع آب سطحی ابتدا رابطه بارندگی و دبی در منطقه مورد بررسی قرار گرفت و تاخیر زمانی اثر بارندگی بر دبی محاسبه گردید. سپس داده های استاندارد شده دبی (SDI) با سری های SPI در ۶ بازه زمانی (۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه) به روش همبستگی پیرسون در کل حوزه مورد بررسی و همچنین به تفکیک زیر حوزه ها مورد مقایسه قرار گرفت.

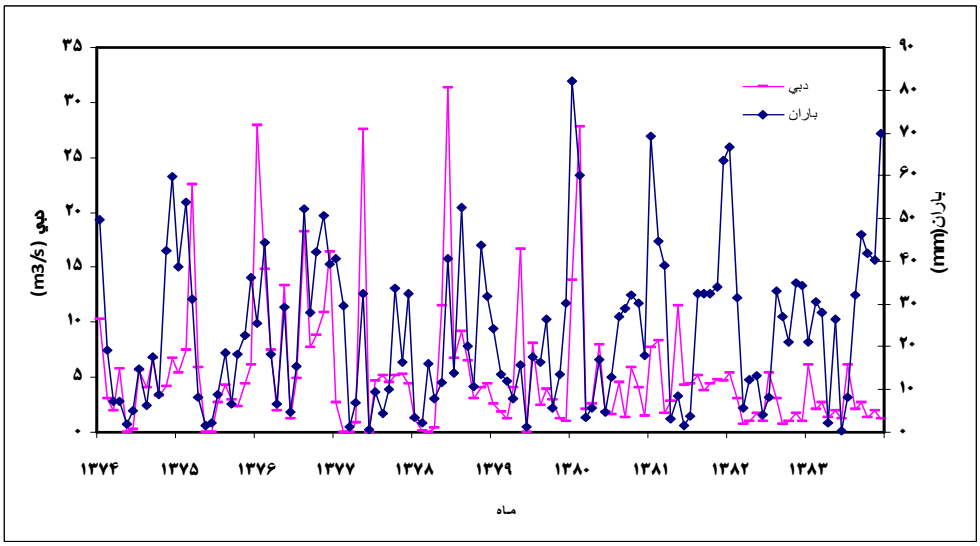
نتایج و بحث

جهت بررسی اثر خشکسالی بر جریان های سطحی ابتدا به جستجوی نظم زمانی کمبود آب و در واقع تاخیر زمانی در ایستگاه‌های

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

هیدرومتری پرداخته شد. بدین ترتیب که هر بار که مقدار بارندگی کاهش یافته، چه مدت طول کشیده تا تاثیر خود را روی آب های سطحی بگذارد. شکل (۲) نوسانات بارندگی و جریان های سطحی را نشان می‌دهد.

به منظور بررسی رابطه بارندگی و دبی آبهای سطحی در حوزه آبخیز اترک از دو روش مقایسه میانگین وزنی بارندگی با دبی ایستگاه هوتن که در انتهای حوزه واقع شده است و همچنین مقایسه میانگین وزنی بارندگی و میانگین وزنی دبی حوزه استفاده شد. نتایج بررسی نشان داد رابطه معنی داری در سطح ۹۹ درصد بین بارندگی و دبی آبهای سطحی وجود دارد و بیشترین همبستگی میان آنها در همان ماه و یا با ۱ ماه تاخیر رخ می‌دهد (جدول ۳). همچنین مقایسه دو روش مورد بررسی نشان داد تفاوت معنی داری بین آنها وجود ندارد و بنابراین از دبی ایستگاه هوتن در خروجی منطقه مورد مطالعه می‌توان به عنوان معرف کل حوزه استفاده نمود (جدول ۴).



شکل ۲- مقایسه نوسانات بارندگی و دبی حوزه آبخیز اترک (۱۳۸۳-۱۳۷۴).

جدول ۳- ضریب همبستگی بین بارندگی و دبی آب های سطحی با تاخیرهای زمانی متفاوت

مقایسه پارامتر	میانگین وزنی بارندگی			
	در همان ماه	با ۱ ماه تاخیر	با ۲ ماه تاخیر	با ۳ ماه تاخیر
دبی ایستگاه هوتن	۰/۵۴۱	۰/۴۰۹	۰/۲۱۲	۰/۰۴۴
میانگین وزنی دبی	۰/۵۷۴	۰/۴۶۹	۰/۲۷۵	۰/۱۰۰

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

جدول ۴- نتایج آزمون F برای بررسی دو روش مقایسه همبستگی بارندگی و دبی

مقایسه ضریب همبستگی بین میانگین وزنی بارندگی و دبی کل حوزه بدست آمده از دو روش استفاده از آمار ایستگاه هوتن و محاسبه میانگین وزنی دبی حوزه	F	درجه آزادی	P	وضعیت آزمون
	۱/۰۸	۳	۰/۴۷	عدم وجود اختلاف معنی دار

به منظور بررسی نظم زمانی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی، میانگین وزنی SPI منطقه با SDI در کل حوزه و همچنین به تفکیک زیر حوزه ها، در ۶ مقیاس زمانی مقایسه گردید و ضریب همبستگی پیرسون آن بدست آمد. نتایج نشان داد که بیشترین همبستگی بین SPI و SDI ۳ در مقیاس ۳ ماهه وجود دارد به‌طوریکه مقدار این همبستگی حتی در سطح اعتماد ۹۹ درصد نیز معنی دار می‌باشد. همچنین بیشترین رابطه بین خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در همان ماه و یا با یک ماه تاخیر وجود دارد (جداول ۵ تا ۷).

جدول ۵- ماتریس ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص بارش استاندارد و شاخص خشکسالی جریان‌های رودخانه‌ای در کل حوزه مورد بررسی

شاخص ها و دوره ها	SPI ۳ ماهه	SPI ۶ ماهه	SPI ۹ ماهه	SPI ۱۲ ماهه	SPI ۲۴ ماهه	SPI ۴۸ ماهه
SDI ۳ ماهه	۰/۴۶۱**	۰/۴۶۱**	۰/۱۷۹**	۰/۱۴۱**	۰/۰۲۵**	-۰/۱۳۴**
SDI ۶ ماهه	۰/۳۸۰**	۰/۳۸۰**	۰/۳۲۰**	۰/۲۳۶**	۰/۱۱۱*	-۰/۰۶۳
SDI ۹ ماهه	۰/۲۱۱**	۰/۲۱۱**	۰/۳۶۲**	۰/۳۰۴**	۰/۱۸۳**	-۰/۰۲۲
SDI ۱۲ ماهه	۰/۱۴۲**	۰/۱۴۲**	۰/۲۸۵**	۰/۳۲۵**	۰/۲۴۲**	-۰/۰۰۴
SDI ۲۴ ماهه	۰/۰۶۶	۰/۰۶۶	۰/۱۳۹*	۰/۱۷۹**	۰/۲۸۹**	۰/۱۰۴
SDI ۴۸ ماهه	۰/۰۵۰	۰/۰۵۰	۰/۱۱۳*	۰/۱۴۳*	۰/۲۲۲	۰/۱۶۲**

*: همبستگی در سطح ۹۵ درصد معنی دار است. **: همبستگی در سطح ۹۹ درصد معنی دار است.

جدول ۶- ضریب همبستگی بین SPI_W و SDI ایستگاه هوتن با تاخیرهای زمانی مختلف

	بازه زمانی	همان ماه	۱ ماه تاخیر	۲ ماه تاخیر
مقایسه میانگین SPI_W حوزه و SDI ایستگاه هوتن	۳ ماهه	۰/۴۵۸	۰/۴۲۴	۰/۲۸۲
	۶ ماهه	۰/۴۲۴	۰/۴۱۲	۰/۳۰۰
	۹ ماهه	۰/۳۶۰	۰/۳۴۶	۰/۲۸۲
	۱۲ ماهه	۰/۳۳۱	۰/۳۱۶	۰/۲۸۲
	۲۴ ماهه	۰/۲۸۲	۰/۲۸۲	۰/۲۸۲
	۴۸ ماهه	۰/۱۴۱	۰/۱۷۳	۰/۱۷۳

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

جدول ۷- ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص بارش استاندارد و شاخص خشکسالی جریان‌های رودخانه‌ای به تفکیک زیرحوزه

زیر حوزه	۳ ماهه	۶ ماهه	۹ ماهه	۱۲ ماهه	۲۴ ماهه	۴۸ ماهه
آغمزار	۰/۴۴۲**	۰/۴۱۹**	۰/۴۱۴**	۰/۳۹۷**	۰/۳۸۲**	۰/۱۰۷
باباامان	۰/۴۲۰**	۰/۳۳۷**	۰/۳۳۴**	۰/۳۲۲**	۰/۳۱۳**	۰/۲۷۳**
دربند	۰/۵۰۱**	۰/۴۶۵**	۰/۴۵۰**	۰/۴۴۲**	۰/۴۳۰**	۰/۳۹۶**
قتلیش	۰/۳۰۶**	۰/۲۸۸**	۰/۲۴۴**	۰/۱۷۰**	۰/۰۱۴	-۰/۱۸۶
هوتن	۰/۴۶۱**	۰/۳۸۰**	۰/۳۶۲**	۰/۳۲۵**	۰/۲۸۹**	۰/۱۶۲**

*: همبستگی در سطح ۹۵ درصد معنی دار است. **: همبستگی در سطح ۹۹ درصد معنی دار است.

نتایج جستجوی نظم مکانی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در منطقه مورد مطالعه نیز نشان داد که در تمامی مقیاس های زمانی، بیشترین همبستگی مکانی در ایستگاه شیرآباد وجود دارد (جدول ۸).

جدول ۸- ضریب همبستگی بین SPI_w حوزه و SDI ایستگاه های هیدرومتری حوزه آبخیز اترک در مقیاس‌های زمانی مختلف

مقیاس زمانی	ایستگاه					
	آغمزار	بابا امان	دربند	درکش	قتلیش	هوتن	شیرآباد
۳ ماهه	۰/۲۱۴	۰/۰۹۸	۰/۲۰۳	۰/۱۳۰	۰/۱۵۱	۰/۲۱۲	۰/۳۱۸
۶ ماهه	۰/۲۵۵	۰/۱۰۵	۰/۲۲۲	۰/۱۳۳	۰/۱۸۷	۰/۱۸۶	۰/۳۳۷
۹ ماهه	۰/۲۳۷	۰/۱۱۸	۰/۱۶۸	۰/۱۲۹	۰/۱۷۷	۰/۱۳۰	۰/۲۸۶
۱۲ ماهه	۰/۲۳۴	۰/۱۲۱	۰/۱۶۸	۰/۱۲۴	۰/۱۴۶	۰/۱۱۲	۰/۳۱۵
۲۴ ماهه	۰/۲۷۱	۰/۲۲۸	۰/۱۶۸	۰/۲۸۲	۰/۱۴۷	۰/۰۸۳	۰/۵۳۶
۴۸ ماهه	۰/۱۴۹	۰/۱۶۶	۰/۰۸۱	۰/۱۴۱	۰/۱۴۳	۰/۰۲۶	۰/۴۵۱

بررسی‌ها نشان داد که بین خشکسالی هواشناسی و خشکسالی هیدرولوژیکی ارتباط معنی‌داری وجود دارد به نحوی که وقوع خشکسالی هواشناسی سبب کاهش حجم آبدهی سطحی زیر حوزه‌های منطقه مورد مطالعه شده است. وقوع خشکسالی در منطقه، اثر خود را به صورت آنی یا با تاخیر ۱ ماهه روی منابع آب سطحی نشان داد. نتایج حاصل از این بررسی با نتایج حاصل از تحقیقات مرادی و همکاران (۱۱) در حوزه شهر خرم آباد و نتایج کاشفی (۷) در استان سمنان و حیدری و همکاران (۶) در شهرستان ارومیه مطابقت دارد. تاثیر آنی وقوع خشکسالی هواشناسی بر خشکسالی هیدرولوژیکی منطقه بیانگر عکس‌العمل سریع هیدرلوژیکی حوزه آبخیز اترک و زیر حوزه‌های آن می باشد که با توجه به شرایط توپوگرافی، ادافیکی و پوشش گیاهی منطقه دور از انتظار نیست. در حقیقت با توجه به شیب نسبتاً بالا، خاک های کم عمق دامنه‌ها و پوشش گیاهی فقیر تا

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

نسبتاً فقیر حوزه آبخیز، بخش قابل ملاحظه‌ای از بارندگی های به ویژه بارندگی های رگباری به رواناب سطحی تبدیل شده و بلافاصله بعد از بارندگی سیلاب های ناگهانی ایجاد می کنند و باعث افزایش ضریب رواناب حوزه آبخیز اترک و زیر حوزه های آن می شود (۱۵ و ۱۸). وجود چنین شرایط هیدرولوژیکی در منطقه باعث می شود که وقوع خشکسالی‌ها حتی در بازه‌های زمانی کوتاه خسارات زیادی را در منطقه به بار آورد و اهمیت پیش بینی وقوع خشکسالیها را به منظور مدیریت منابع آب و کاهش خسارات ناشی از خشکسالی‌ها افزایش می دهد.

بررسی نظم زمانی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در منطقه نشان می‌دهد که بیشترین همبستگی در بازه ۳ ماهه رخ می دهد بطوریکه حتی در سطح ۹۹ درصد نیز معنی دار است و با افزایش مقیاس زمانی از میزان همبستگی SPI و SDI محاسباتی در منطقه کاسته می‌شود که با نتایج ویکنت سرانو و لوپز مورنو (۱۹) در اسپانیا مطابقت دارد. همچنین بررسی نظم مکانی نشان داد که بیشترین همبستگی بین خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در زیر حوزه دربند و در ایستگاه شیرآباد وجود دارد که با نتاج قاسمیان و همکاران (۵) در استان خراسان شمالی مطابقت دارد. دلیل همبستگی بالای بین خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در ایستگاه هیدرومتری شیرآباد را علاوه بر کوچک بودن حوزه آبخیز بالادست این ایستگاه به موقعیت ایستگاههای بارانسنجی و هیدرومتری آن مرتبط دانست. با توجه به اینکه برای محاسبه بارندگی متوسط منطقه و زیرحوزه‌های آن از روش پلی‌گون‌های تیسن استفاده گردید. تقریباً برای اکثر مساحت حوزه آبخیز بالادست ایستگاه هیدرومتری شیرآباد مقدار بارندگی برابر بارندگی آن ایستگاه در نظر گرفته شده است و در نتیجه همبستگی خوبی بین بارندگی و دبی آن بدست آمده است.

منابع

1. Benjamin, L.H. and A. Saunders. 2002. Drought climatology for Europe. Int. J. Climatol. 22: 1571-1592.
2. Doupigny-Girux, L.A. 2001. Towards characterizing and planning for drought in Vermont-part1: A climatologically perspective. Journal of the American Water Resources Association. 37(3): 505-524.
3. Eslamian, S., A. Zarei and A. Abrishamchi. 2004. Regional estimates of low flows in the river basin of Mazandaran. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 8(1): 37-27. (In Persian).
4. Ensafi Moghaddam, T. 2007. An Investigation and assessment of climatological indices and determination of suitable index for climatological droughts in the Salt Lake Basin. Iranian Journal of Range and Desert Research. 14(2): 271-288. (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

5. Ghasemian, D., M. Taiy Semiromi, J. Chezgy, M. Broghany and A. Tahmasebi. 2009. The analysis of relationship between meteorological and hydrological drought in North Khorasan province by used SPI indices. Second national conference on the effects of drought and its management strategies. 20 pp. (In Persian).
6. Heidari, M., E. Farrokhi, S. Tnyan and B. Hesari. 2009. Analysis of meteorological and hydrological drought by the use of DIP software Areas to be studied: Urmia and Khoy. Fifth National Conference on Science and Engineering Iranian Watershed. 114 pp. (In Persian).
7. Kashef, M. 2008. Risk zoning and management of drought-induced water shortages in the northern Semnan province. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agri Sci and Nature Resour. 167 pp. (In Persian).
8. Kardvany, P. 2002. Drought and ways to deal with it in Iran, Tehran University Publications, Printing, 392 pp. (In Persian).
9. McKee, T.B., N.J. Doesken and J. Kleist. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January. pp: 179-184.
10. Mishra, A.K. and V.R. Desai. 2005. Drought forecasting using Stochastic Models. J. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment (SERRA). 19(5): 326-339.
11. Moradi, H., A. Sepahvand and M. Khazayi. 2009. Assessment of meteorological and hydrological drought by using the modified SPI index and SDI (Case study: watershed Khorramabad). Fifth National Conference on Science and Engineering Iranian Watershed. 117 pp.
12. Nalbantis, I. and G. Tsakiris. 2008. Assessment of Hydrological Drought Revisited. Water Resour. Manage: DOI 10.1007/s11269-008-9305-1.
13. Richard, R. and A. Heim. 2002. Review of Twentieth century drought Indices used in the United States, American Meteorological society, Aug 2002, 1149-1165 pp.
14. Sharma, T.C. 2000. Drought parameters in relation to truncation levels, Hydrol. Process. 14: 1279-1788.
15. Sheikh, V. and A. Bahremand. 2009. Investigation on hydrological trends of Atrak river basin. Research report. Vice-Presidency of Research and Technology of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, 77 pp. (In Persian)
16. Smith, K. 1998. Environmental hazards, Rutledge, New York. 79 pp.
17. Szalai, S. and S.Z. Bella. 2004. SPI Index for monitoring of drought development in 2003. EMS Annual Meeting Abstracts. 1: 258.
18. Tavakkoli, M. 2001. Flood hazard zonation and its characteristics in the middle section of the Atrak River basin. M.Sc. thesis in Watershed Management Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Persian)
19. Vicente-Serrano, S.M. and J.I. Lopez-Moreno. 2005. Hydrological response to different time scales of climatological drought: an evaluation of the Standardized Precipitation Index in a mountainous Mediterranean basin, Hydrology and Earth System Sciences. 9: 523-533.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

The Analysis of Relationship Between Meteorological and Hydrological Droughts In Atrak Watershed

N. Mofidipoor[1], V. Sheikh[2], M. Ownegh[3] and A. Sadodin[4]

1- Former M.Sc. Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan
(Corresponding author: mofidipoor.n@gmail.com)
2, 3 and 4- Assistant Professor, Professor and Associate Professor Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan

Abstract:

Drought is a natural and recurring phenomenon which causes water scarcity in various sectors. In comparison with other natural hazards and disasters, drought is more important considering intensity and frequency as well as spatial extent and total damage. In the current research, the Standardized Precipitation Index (SPI) and Standardized Discharge Index (SDI) were used to analyze the temporal characteristics of droughts. To this end, monthly precipitation time series of 23 raingauge stations and 7 hydrometry stations across the Atrak River basin were used and SPI and SDI for six time intervals (3, 6, 9, 12, 24 and 48 month's) were calculated and analyzed. For assessment of drought impact on surface water resources, first the correlation between rain and discharge time series of different lag times were calculated within the study area. Then, the Pearson correlation method was applied to calculate the correlation between SDI and SPI series for different time intervals at each individual subwatershed and whole watershed of the Atrak River. The results showed that the correlation between meteorological and hydrological droughts was significant at 99 percent confidence level. The maximum correlation was found for SPI and SDI of 3 months time intervals. This indicates that droughts cause decrease in surface flows and this impact is remarkably observed in the discharge values of the same month or one month later. The highest Pearson correlation was found for the Shirabad station and the Darband subwatershed.

Keywords: SPI ndex, SDI index, Pearson correlation, Atrak watershed

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]