

تحلیل شدت - مدت و فراوانی خشکسالی های جنوب حوزه کرخه به روش شاخص استاندارد بارش بازه ۲۴ ماهه
(نمونه موردی: عبدالخان - شوش - پل زال - چم گز)

شوکت مقیمی ۱، علیرضا شکیبا ۲، سارا بنی نعیمه * ۳

۱ هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.

۲ هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی a-shakiba@sbu.ac.ir

* ۳ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

* sun.sb84@yahoo.com

چکیده

خشکسالی یکی از پدیده های آب و هوایی ورخدادهای مصیبت باری است که خسارتهای زیادی رابعث می شود. یکی از راههای تعدیل خشکسالی ارزیابی وپایش آن بر اساس شاخص هایی است که بتواند میزان شدت وتداوم آن را دریک منطقه تعیین نماید. درمقاله حاضر تحلیل خشکسالی (شدت - تداوم - فراوانی) جنوب حوزه کرخه با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده در بازه زمانی ۲۴ ماهه مورد مطالعه قرار گرفته است. بدین منظور داده های بارندگی ماهانه ایستگاه های عبدالخان - شوش - پل زال - چم گز به طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۵۱ (سال زراعی) بکاررفته است. نتایج بررسیها نشان می دهد خشکسالی دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۶ از سایر دوره ه های خشکسالی شدیدتر و بزرگتر بوده است.

واژه های کلیدی: خشکسالی، شاخص بارندگی استاندارد شده، بارندگی

خشکسالی یکی از بلاهای طبیعی و قابل تکرار است که کلیه اقلیم ها را تحت تاثیر قرار میدهد و هر ساله بیش از نصف کره زمین مستعد وقوع خشکسالی است. در ایران به رغم حاکم بودن شرایط خشکی در اکثر نقاط کشور، خشکسالی نیز به کرات اتفاق افتاده و باعث کمبود آب در بخشهای مختلف مصرف می گردد. به طوری که در 25 سال گذشته 13 مورد خشکسالی وجود داشته است. خشکسالی هاگرچه زیان های اقتصادی، خسارات محیطی و اجتماعی زیادی را باعث می شوند؛ ولی نسبت به سایر پدیده های هواشناسی کمتر مورد توجه قرار گرفته اند، زیرا تعریف، تعیین و پایش آنها مشکل است.

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 بر اساس به کارگیری متغیرهای هواشناسی و روشهای محاسباتی متفاوتی طراحی شده اند. شش نمایه خشکسالی که کاربرد عامتری نسبت به سایر روشها دارند عبارتند از نمایه درصد نرمال $PNPI$ نمایه دهکهای بارندگی DPI نمایه ناهنجاری بارندگی RAI شاخص نیچه شاخص استاندارد بارش SPI و شاخص معیار بارندگی سالانه $SIAP$. شاخص استاندارد بارش $standard\ precipitation\ index$ یکی از شاخص های پیشنهادی سازمان هواشناسی جهانی است. این شاخص توسط مک کی و همکاران به منظور تعریف و پایش خشکسالی و تعیین کمبود بارش برای مقیاس های زمانی 3-6-12-24-48 ماهه توسعه یافت.

آگاهی از مشخصات و خصوصیات مختلف این پدیده از جمله تعداد وقوع فراوانیها - شدت خشکسالیها و... می تواند تاثیر بسزائی در برنامه ریزی های بلند مدت و کوتاه مدت منابع آبی داشته باشد لذا تحقیق حاضر با هدف تعیین شدت و تداوم فراوانی دوره های خشکسالیهای جنوب حوزه کرخه با استفاده از شاخص خشکسالی SPI و با استفاده از دوره آماری 40 ساله در مقیاس زمانی 24 ماهه انجام گرفته است.

مواد و روش کار

جدول (1) مشخصات جغرافیایی ایستگاههای مورد مطالعه را نشان می دهد. در جدول 2 نیز میانگین بارش ایستگاههای مورد مطالعه را در طی دوره آماری 1351-1390 آورده شده است.

جدول (1) - مشخصات جغرافیایی ایستگاههای مورد مطالعه

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع	طول دوره آماری
عبدالخان	۴۸-۲۳-۰۰	۳۱-۵۰-۰۰	۴۰	۴۰ سال
شوش	۴۸-۱۵-۰۰	۳۲-۱۲-۰۰	۷۲	۴۰ سال
پل زال	۴۸-۰۴-۰۰	۳۲-۴۸-۰۰	۳۰۰	۴۰ سال
چم گز	۴۷-۵۰-۰۰	۳۲-۵۷-۰۰	۳۵۰	۴۰ سال

جدول ۲ میانگین بارندگی ایستگاههای منتخب در طی دوره آماری (1351-1390)

نام ایستگاه	میانگین بارش (1351-1390)
عبدالخان	۲۲۴
شوش	۳۱۳.۷
پل زال	۴۱۵.۴
چم گز	۴۸۵.۹

در این تحقیق ایستگاه های عبدالخان - شوش - پل زال - چم گز در جنوب حوزه کرخه در استان خوزستان (بدلیل کامل بودن داده های بارش در طول دوره آماری و قدمت ۴۰ ساله اطلاعات) مورد مطالعه قرار گرفته اند همچنین داده های مجموع بارندگی ماهانه طی دوره آماری 1351-1390 از بانک اطلاعات سازمان آب و برق استان خوزستان استخراج و استفاده شده است به منظور اطمینان از همگن بودن داده ها، از روش ران تست ($test\ run$) استفاده شده که در سطح 10 درصد داده ها معنی دار تشخیص داده شد. (این روش بر مبنای

تعیین تعداد و دوره های افزایش یا کاهش داده ها نسبت به میانگین یا نما می باشد که با تطبیق آنها با جداول ویژه، تصادفی بودن داده ها در سطح اطمینان معین به دست می آید.

پس از اطمینان از همگن بودن داده های ماهانه؛ سریهای زمانی در مقیاس زمانی ۲۴ ماهه تشکیل شد. سری زمانی بازه ۲۴ ماهه ایجاد شده با توزیع گاما برازش خوبی نشان می دهد چرا که توزیع آماری گاما عموماً برازش خوبی با سریهای زمانی بارندگی دارد..

شاخص SPI حاصل برازش توزیع آماری گاما بر سری بارندگی و محاسبه احتمالات توزیع تجمعی گاما است. تابع توزیع گاما به صورت تابع چگالی احتمال یا فراوانی به صورت زیر تعریف شده است.

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad \text{رابطه (۱)}$$

با استفاده از روش حداکثر درست نمایی می توان مقادیر بهینه α, β را بر اساس معادلات زیر برآورد کرد:

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad \hat{\beta} = \frac{\bar{x}}{\hat{\alpha}} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{4A} \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right]$$

با توجه به روابط زیر میزان SPI برای احتمالات تجمعی بدست می آید.

رابطه (۳)

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^x t^{\hat{\alpha}-1} e^{-t} dt \quad t = x / \tilde{\beta}$$

$$H(x) = q + (1+q)G(x)$$

$$(۱) \quad Z = SPI = - \left[t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right] \quad \cdot / 5 \geq H(x) > \cdot$$

$$(۲) \quad Z = SPI = + \left[t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right] \quad 1 > H(x) > \cdot / 5$$

$$t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{(H(x))^2} \right]} \quad / 5 \geq H(x) >$$

$$t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{(1-H(x))^2} \right]} \quad 1 > H(x) > \cdot / 5$$

وضرایب مربوط برابر با:

$$\begin{aligned} c0 &= 2.515517 \\ c1 &= 0.8028530 \\ c2 &= 0.010328 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d1 &= 1.432788 \\ d2 &= 0.189269 \\ d3 &= 0.001308 \end{aligned}$$

جدول 3: ضرایب شاخص خشکسالی SPI

SPI	احتمال تجمعی	توصیف وضعیت
-2.5	0.0062	خشکسالی خیلی شدید
-2.0	0.0228	خشکسالی شدید
-1.5	0.0668	خشکسالی متوسط
-1.0	0.1587	خشکسالی ضعیف
-0.5	0.3085	نزدیک به نرمال
0.0	0.5	نرمال
0.5	0.6915	نزدیک به نرمال
1.0	0.8413	ترسالی ضعیف
1.5	0.9332	ترسالی متوسط
2.0	0.9772	ترسالی شدید
2.5	0.9938	ترسالی خیلی شدید

نتایج

در این تحقیق از خروجی شاخص استاندارد شده بارش به منظور تحلیل خصوصیات خشکسالی استفاده شده است. دوره ای که دائما مقادیر s_{pi} منفی باشد و به میزان $0.5-$ یا کمتر برسد خشکسالی شروع و استیلا می یابد. وزمانی که مقادیر s_{pi} مثبت شود خشکسالی خاتمه یافته است (۱) با توجه به آستانه های تعریف شده براساس جدول ۳ و با استفاده از سری های زمانی s_{pi} تداوم ماههای خشک برای بازه زمانی ۲۴ ماهه طی دوره آماری ۱۳۵۱ تا ۱۳۹۰ برای ایستگاه های عبدالخان- شوش- پل زال- چم گز محاسبه گردید. (جداول ۴ الی ۷)

جدول ۴: خشکسالی های عبدالخان (دوره ۱۳۵۱ تا ۱۳۹۰) بازه ۲۴ ماهه s_{pi}

شدت خشکسالی در دوره	بزرگی خشکسالی در دوره	حداکثر شدت دیده شده در دوره	تداوم خشکسالی به ماه	خشکسالی		ردیف
				شروع	پایان	
متوسط	-۳۵.۰۵	-۲۰.۷	27	1362/11	1365/1	۱
متوسط	-۳۲.۳۴	-۱.۶۷	27	1367/9	1369/11	۲
متوسط	-۱۱.۷۵	-۱.۲۹	11	1378/10	1379/8	۳
شدید	-۶۳.۱	-۲.۶۵	42	1387/1	1390/6	4

جدول ۵: خشکسالی های شوش (دوره ۱۳۵۱ تا ۱۳۹۰) بازه ۲۴ ماهه s_{pi}

میانگین شدت خشکسالی طی دوره	بزرگی خشکسالی طی دوره	حداکثر شدت دیده شده طی دوره	تداوم خشکسالی به ماه	خشکسالی		ردیف
				شروع	پایان	
متوسط	-30.76	-1.65	25	1361/11	1363/11	۱
متوسط	-21.16	-۱.۳۲	21	1377/12	1379/8	۲
ضعیف	-18.11	-۱.۴۸	21	1382/1	1383/9	۳
شدید	-۶۸.۵	-۲.۶۱	44	1386/11	1390/6	4

جدول ۶: خشکسالی های پل زال (دوره ۱۳۵۱ تا ۱۳۹۰) بازه ۲۴ ماهه *spi*

ردیف	خشکسالی		تداوم خشکسالی به ماه	حداکثر شدت دیده شده در دوره	بزرگی خشکسالی طی دوره	میانگین شدت خشکسالی طی دوره
	شروع	پایان				
1	1368/10	1370/11	26	-0.75	-19.38	ضعیف
2	1378/9	1380/7	۲۳	-۱.۲۶	-22.95	متوسط
3	1386/10	1390/6	46	-۱.۷۸	-51.53	متوسط

جدول ۷: دوره های خشکسالی مهم چم گز (دوره ۱۳۵۱ تا ۱۳۹۰) بازه ۲۴ ماهه *spi*

ردیف	دوره خشکسالی		تداوم خشکسالی به ماه	حداکثر شدت دیده شده در دوره	بزرگی خشکسالی در دوره	میانگین شدت خشکسالی در دوره
	شروع	پایان				
۱	1362/10	1364/10	25	-۱.۶	-27.45	متوسط
۲	1378/8	1380/8	23	-۱.۲۹	-28.74	متوسط
۳	1381/9	1383/9	25	-۰.۸۶	-۲۱.۴۱	ضعیف
۴	1386/11	1390/6	44	-۲.۷۳	-۷۴.۱	شدید

بحث و نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصله از جداول ۴ الی ۷ موارد ذیل قابل بررسی می باشد:

بالاترین تداوم خشکسالی های مورد مطالعه طی سالهای ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ می باشد که در ۴ ایستگاه مورد مطالعه مشاهده شده است (بسته به ایستگاهها ۴۲ تا ۴۶ ماه تداوم خشکسالی در بازه ۲۴ ماهه *spi* مشاهده شده است) البته خشکسالی های دهه ۶۰ شمسی در رتبه بعدی میباشد.

همچنین شدید ترین دوره خشکسالی مشاهده شده نیز در دوره ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ رخ داده است و پس از این دوره خشکسالی های دهه ۶۰ شمسی در رتبه بعدی می باشند.

بیش از نیمی از خشکسالی های شدید و خیلی شدید اتفاق افتاده در ایستگاهها طی دوره زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۶ به وقوع پیوسته است. با توجه به نتایج حاصله از آمار ۴۰ ساله بارش و ارزیابی خشکسالی به نظر می رسد که فراوانی وقوع خشکسالی از نیمه دوم دهه ۸۰ شمسی افزایش یافته و سیر صعودی را داشته است.

پیشنهادات

با توجه به اهمیت شناخت و ارزیابی دوره های خشکسالی در حوزه های آبریز پیشنهاد می شود که مطالعاتی در این زمینه به طور جامع و کامل بر روی تعداد ایستگاه های بیشتری در سطح حوزه های مهم آبریز کشور انجام شود.

تشکر و قدردانی

با تشکر از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی و سازمان آب و برق خوزستان واحد آب دفتر مطالعات پایه و منابع آب که در این زمینه مرا یاری کردند.

منابع

- ۱- فتاحی، ابراهیم- صداقت کردار عبدالله (1386) تحلیل منحنی های شدت- مدت و فراوانی خشکسالی (مطالعه موردی: ایستگاههای برگزیده جنوب غرب ایران مجله جغرافیا و توسعه بهار و تابستان 1386

- 2- کردوانی، پ. 1380. خشکسالی و راههای مقابله با آن در ایران. انتشارات دانشگاه تهران
- 3- لشنی زند، مهران (1382) - بررسی - شدت، تداوم و فراوانی خشکسالی های اقلیمی - سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، دانشگاه اصفهان.
- 4- مؤمنی، منصور، 1386، تحلیلهای آماری با استفاده از spss
- 5) *The relationship of drought frequency and duration to time* ۱۹۹۳- Mckee.T.B.N.J.Doesken and J.Kleist (۵ scales & conf, Applied climatology.
- 6- NDMC. 1995. *Understanding and defining drought*. 7pp. www.drought.unl.edu
- 7- Richard, R., and J. Heim. 2002. *A review of twentieth-century drought indices used in the United State*. ۷- *Bulletin of the American Meteorology Society*, 83(8):1149-1165
- 8- Wilhite, D.A. 2000. *Drought.. A Global Assessment .Vol.1. Pub. Rout ledage. Newyork*
- 9- Wilhelmi, O.V., and D.A. Wilhite. 2002. *Assessing Vulnerability to agricultural drought: A Nebraska case study*. *J. of Natural Hazards*, 25:37-58.