



مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک  
جلد هفدهم، شماره اول، ۱۳۸۹  
www.gau.ac.ir/journals

گزارش کوتاه علمی

## مقایسه پایش خشک‌سالی با استفاده از شاخص‌های SPI، DI و PNI و پهنه‌بندی آنها (مطالعه موردی: استان خراسان شمالی)

\*آزاده محمدیان<sup>۱</sup>، منصوره کوهی<sup>۲</sup>، آرمان آدینه‌بیگی<sup>۳</sup>

سیدجواد رسولی<sup>۳</sup> و بهاره بذرافشان<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد، گروه پژوهش اقلیم‌شناسی بلایای جوی، پژوهشکده اقلیم‌شناسی مشهد، آکاشناس، گروه پژوهش اقلیم‌شناسی  
<sup>۲</sup> بلایای جوی، پژوهشکده اقلیم‌شناسی مشهد، آکاشناس ارشد اداره کل هواشناسی خراسان شمالی  
تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۱۴ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۱۸

### چکیده

لرزم آمادگی برای تعدیل پدیده خشک‌سالی جز با تدوین طرح‌های پایش خشک‌سالی محقق نخواهد شد. در این مطالعه استان خراسان شمالی به‌عنوان منطقه مطالعاتی انتخاب، و برای بررسی شدت، مدت و وسعت خشک‌سالی از داده‌های ماهانه بارندگی کلیه ایستگاه‌های متعلق به سازمان هواشناسی کشور واقع در این استان از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۵ استفاده شد. همچنین به‌منظور بررسی و مقایسه قابلیت‌های شاخص‌های خشک‌سالی هواشناسی بارش استاندارد شده (SPI)، دهک‌ها (DI) و درصد از نرمال (PNI) بسته به قابلیت شاخص، شدت و مدت خشک‌سالی برای هر یک از ایستگاه‌ها در مقیاس سالانه محاسبه گردید. در نهایت به‌منظور بررسی وسعت خشک‌سالی، نقشه‌های پهنه‌بندی با روش IDW تهیه شد. نتایج حاصل از پهنه‌بندی شدت خشک‌سالی طی دوره مورد مطالعه نشان داد که در سراسر استان خراسان شمالی وسیع‌ترین و شدیدترین خشک‌سالی‌ها به‌ترتیب در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۱ اتفاق افتاده است. همچنین طولانی‌ترین خشک‌سالی‌ها مربوط به سال‌های ۱۹۹۷-۱۹۹۴ می‌باشد که با توجه به قابلیت SPI محاسبه گردید.

**واژه‌های کلیدی:** خشک‌سالی، شاخص بارش استاندارد شده (SPI)، شاخص دهک (DI)، شاخص درصد از نرمال (PNI)، استان خراسان شمالی

\* مسئول مکاتبه: amohamadian2001@yahoo.com

مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک جلد (۱۷)، شماره (۱) ۱۳۸۹

## مقدمه

سیستم‌های پایش در تدوین طرح‌های مقابله با خشک‌سالی و مدیریت آن از اهمیت زیادی برخوردارند. به این منظور از شاخص‌های خشک‌سالی برای بیان کمی این پدیده استفاده می‌شود. شاخص بارش استاندارد شده (SPI)<sup>۱</sup> جهت کمی‌کردن کمبود بارش در مقیاس‌های زمانی مختلف از یک تا ۴۸ ماهه طراحی شده است (مک‌کی و همکاران، ۱۹۹۵). این مقیاس‌ها اثرات خشک‌سالی را بر روی میزان توانایی منابع آب نشان می‌دهند (مک‌کی و همکاران، ۱۹۹۳؛ هایس، ۲۰۰۱). یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های SPI تعیین زمان آغاز و پایان خشک‌سالی و در نتیجه مدت آن در یک منطقه است. در شاخص دهک (DI)<sup>۲</sup> توزیع بارش به وقوع پیوسته در یک دوره طولانی به ۱۰ بخش تقسیم می‌شود (گیس و ماهر، ۱۹۶۷). دهک اول معرف مقدار بارشی است که از ۱۰ درصد بارش کمتر باشد و به همین ترتیب تا دهک دهم ادامه دارد. مقیاس زمانی مورد استفاده در این شاخص مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه می‌باشد. در شاخص درصد از نرمال (PNI)<sup>۳</sup> با در دست داشتن میانگین درازمدت به‌عنوان ارزش مبنا [یا فرض بر ارزش توزیع نرمال بر بارندگی‌ها (ثنائی‌نژاد، ۲۰۰۱)]، می‌توان تغییرات بارش را نسبت به آن سنجید و محاسبات را برای دوره‌های ماهانه، فصلی و سالانه انجام داد و چنانچه برای یک دوره فصلی یا بالاتر در یک منطقه واحد مورد استفاده قرار گیرد، شاخص مؤثری در ارزیابی خشک‌سالی خواهد بود (ویلک و همکاران، ۱۹۹۴). انصاری و داوری (۲۰۰۷) در پهنه‌بندی دوره خشک در استان خراسان با استفاده از SPI در محیط GIS نشان دادند که در سال‌های اخیر، تکرار و تداوم این پدیده در کلیه نقاط استان افزایش داشته است ولی از شدت آن کاسته شده است. بداق‌جمالی و همکاران (۲۰۰۳) در پایش و پهنه‌بندی وضعیت خشک‌سالی استان خراسان با استفاده از SPI نشان دادند که از بین روش‌های درون‌یابی، روش کریجینگ و IDW<sup>۴</sup> روش‌های مناسبی برای درون‌یابی شدت دوره‌های خشک می‌باشد.

هدف از انجام این مطالعه آن است که قابلیت‌های سه شاخص خشک‌سالی هواشناسی SPI، DI و PNI در بررسی شدت، مدت و وسعت خشک‌سالی در استان خراسان شمالی سنجیده شود.

- 1- Standardized Precipitation Index
- 2- Deciles Index
- 3- Percent of Normal Index
- 4- Inverse Distance Weighted

## آزاده محمدیان و همکاران

### مواد و روش‌ها

استان خراسان شمالی بین  $55^{\circ}48'$  تا  $58^{\circ}24'$  طول شرقی و  $36^{\circ}36'$  تا  $38^{\circ}27'$  عرض شمالی قرار دارد. در این مطالعه از داده‌های بارش ایستگاه‌های استان خراسان شمالی متعلق به سازمان هواشناسی کشور شامل یک ایستگاه سینوپتیک، یک ایستگاه اقلیم‌شناسی و ۱۵ ایستگاه باران‌سنجی (در مجموع داده‌های سالانه بارش ۱۷ ایستگاه) از سال ۲۰۰۵-۱۹۸۶ میلادی که دارای آمار مناسب و طولانی مدت بودند، استفاده شد. به منظور پایش خشک‌سالی، از سه شاخص خشک‌سالی هواشناسی بارش استاندارد شده (SPI)، دهک‌ها (DI) و درصد از نرمال (PNI) استفاده گردید. به منظور بررسی شدت و مدت خشک‌سالی از نتایج محاسبات مربوط به سه شاخص بالا و به منظور بررسی وسعت خشک‌سالی از تبدیل اطلاعات نقطه‌ای به منطقه‌ای (آبتیو و همکاران، ۱۹۹۳) و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خشک‌سالی استفاده گردید. در این مطالعه از روش IDW که روشی تأیید شده برای تبدیل اطلاعات نقطه‌ای به منطقه‌ای در مقیاس سالانه می‌باشد، استفاده شد (انصاری و داوری، ۲۰۰۷؛ بداق‌جمالی و همکاران، ۲۰۰۳). سیستم نقشه پایه استفاده شده، سیستم جغرافیایی بوده و پهنه‌بندی با استفاده از نرم‌افزار ArcView 3.1 انجام گردید.

### نتایج و بحث

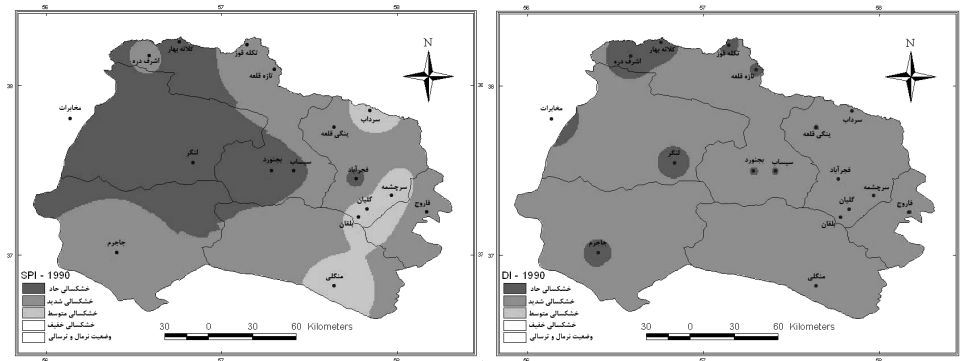
از بین سال‌های مورد مطالعه، نتایج محاسبات SPI برای سری ۱۲ ماهه منتهی به ماه دسامبر، DI و PNI در مقیاس سالانه، برای سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۱ که شدیدترین و وسیع‌ترین وقوع خشک‌سالی‌ها را طی این دوره داشته‌اند، در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین وضعیت خشک‌سالی مطابق طبقه‌بندی این شاخص‌ها در ستون مقابل مقادیر محاسبه شده، آمده است.

با توجه به قابلیت SPI می‌توان مشخص کرد که پردوام‌ترین خشک‌سالی مربوط به محدوده سال‌های ۱۹۹۴-۱۹۹۷ می‌باشد (تأثیر نامطلوب بر منابع آب زیرزمینی) ولی از نظر شدت، حادترین خشک‌سالی در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۱ (بروز خسارات جبران‌ناپذیری بر کشاورزی به خصوص کشت دیم) رخ داده است. بهترین کاربرد شاخص دهک و درصد از نرمال به منظور بررسی شدت خشک‌سالی در مقیاس زمانی سالانه می‌باشد (پیروی داده‌های بارش سالانه از توزیع نرمال). نتایج به دست آمده از بررسی این دو شاخص نیز نشان داد که حادترین خشک‌سالی‌ها به ترتیب در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۱ رخ داده است.

معمولاً این شاخص‌ها به صورت نقطه‌ای محاسبه می‌شوند و لازم است تا به منظور بررسی وسعت خشک‌سالی، به صورت مکانی نیز پردازش شده و نقشه‌های مربوطه ارائه گردند (اختری و همکاران، ۲۰۰۷). شکل‌های ۱ و ۲ نتایج پهنه‌بندی شدت خشک‌سالی هواشناسی با استفاده از سه روش SPI، DI و PNI را در مقیاس زمانی سالانه و برای سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۱ به عنوان دو سالی که وسیع‌ترین خشک‌سالی‌ها در منطقه اتفاق افتاده، نشان می‌دهند. به رغم تفاوتی که در هر یک از روش‌های پایش در تعیین وضعیت خشک‌سالی وجود دارد، ولی روند کلی در بیشتر آنها یکسان است، هر چند ممکن است مراتب خشک‌سالی متفاوت به دست آمده باشد.

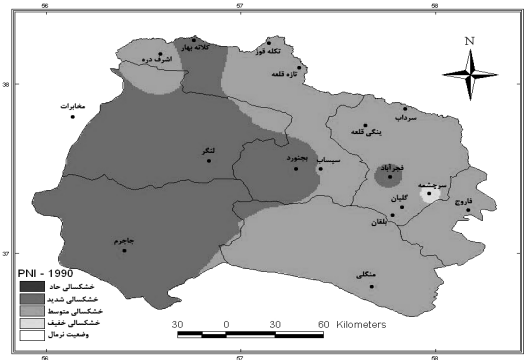
جدول ۱- مقادیر سالانه شاخص بارش استاندارد شده، دهک‌ها و درصد از نرمال در ایستگاه‌های استان خراسان شمالی برای سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۱.

نام ایستگاه	سال ۱۹۹۰					سال ۲۰۰۱					
	SPI	وضعیت	DI	وضعیت	PNI	وضعیت	SPI	وضعیت	DI	وضعیت	PNI
بجنورد	-۲/۲۵	حاد	۱	حاد	۴۹/۶	شدید	-۲/۱۶	حاد	۱	حاد	۵۱/۱
سیسب	-۲/۰۶	حاد	۱	متوسط	۵۵/۴	متوسط	-۱/۰۱	متوسط	۳	متوسط	۷۴/۸
اشرف‌دره	-۱/۸۸	شدید	۱	متوسط	۶۱/۱	متوسط	-۱/۳۵	متوسط	۲	شدید	۷۰/۲
بلقان	-۱/۴	متوسط	۲	شدید	۶۷/۹	متوسط	-۱/۸۵	شدید	۱	حاد	۵۹/۹
فجرآباد	-۲/۱۳	حاد	۱	حاد	۵۰/۰	شدید	-۰/۹	خفیف	۳	متوسط	۷۴/۷
فاروج	-۱/۹	شدید	۱	حاد	۵۶/۶	متوسط	-۱/۳۴	متوسط	۲	شدید	۶۷/۲
گلیان	-۱/۳	متوسط	۲	شدید	۶۲/۴	متوسط	-۱/۱۱	متوسط	۳	متوسط	۶۶/۸
جاجرم	-۱/۴۸	متوسط	۱	حاد	۵۲/۲	شدید	-۱/۷۶	شدید	۱	حاد	۴۵/۹
کلاته‌بهار	-۲/۴۲	حاد	۱	حاد	۴۶/۲	شدید	-۱/۳۸	متوسط	۱	حاد	۶۵/۱
لنگر	-۲/۶	حاد	۱	حاد	۴۷/۶	شدید	-۱/۲۸	متوسط	۱	حاد	۷۱/۸
منگلی	-۱/۳۱	متوسط	۲	شدید	۶۸/۱	متوسط	-۰/۳۵	نرمال	۴	خفیف	۸۹/۱
مخابرات	-۲/۷۸	حاد	۱	حاد	۴۷/۴	شدید	-۱/۱۹	متوسط	۲	شدید	۷۳/۲
سرچشمه	-۱/۰۹	متوسط	۲	شدید	۷۳/۹	خفیف	-۲/۱	حاد	۱	حاد	۴۵/۷
سرداب	-۱/۲۹	متوسط	۲	شدید	۶۸/۴	متوسط	-۱/۵۷	شدید	۲	شدید	۶۳/۳
تکله قوز	-۱/۷۲	شدید	۱	حاد	۶۶/۱	متوسط	-۱/۵۱	شدید	۱	حاد	۶۹/۵
تازه‌قلعه	-۱/۸۳	شدید	۱	حاد	۵۷/۶	متوسط	-۰/۹۶	خفیف	۲	شدید	۷۴/۸
ینگی‌قلعه	-۱/۵	شدید	۱	حاد	۶۶/۷	متوسط	-۱/۷۹	شدید	۱	حاد	۵۷/۷



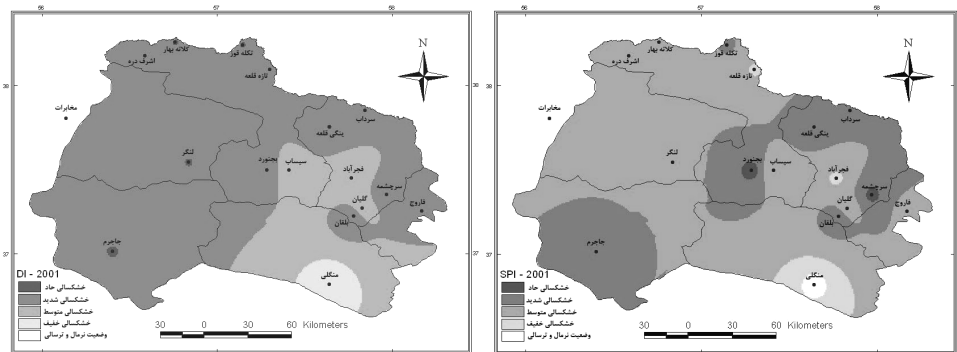
ب

الف



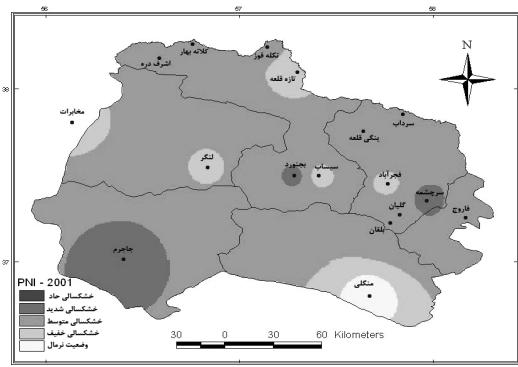
ج

شکل ۱- پهنه‌بندی خشک‌سالی هوشناسی با استفاده از SPI (الف)، DI (ب) و PNI (ج) در استان خراسان شمالی در سال ۱۹۹۰.



ب

الف



ج

شکل ۲- پهنه‌بندی خشک‌سالی هوشناسی با استفاده از SPI (الف)، DI (ب) و PNI (ج) در استان خراسان شمالی در سال ۲۰۰۱.

منابع

1. Abtew, W., Obeysekera, J., and Shih, G. 1993. Spatial Analysis for Monthly Rainfall in South Florida. *Water Resources Bulletin*, 29: 179-188.
2. Akhtari, R., Mahdian, M.H., and Morid, S. 2007. Assessment of spatial analysis of SPI and EDI drought indices in Tehran province. *Tehran, J. Iran-Water Resour. Res.* 2: 3. 27-38. (In Persian)
3. Ansari, H., and Davari, K. 2007. Zonig drought using standardized precipitation index (SPI) in GIS Environment, Case study of Khorasan province. *Tehran, J. Geographi. Res.* 60: 97-108. (In Persian)
4. Bodagh Jamali, J., Javanmard, S., and Shirmohammady, R. 2003. Monitoring and zoning og drought condition in Khorasan province using standardized precipitation index. *Mashhad, J. Geographi. Res.* 17: 4. 11389-11406. (In Persian)
5. Gibbs, W.J., and Maher J.V. 1967. Rainfall Deciles as Drought Indicators. *Bureau of Meteorology Bulletin*, No. 48, Commonwealth of Australia, Melbourne.
6. Hayes, M.J. 2001. *Drought Indices*, National Drought Mitigation Center, Noaa, Press, 11p.
7. McKee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J. 1993. The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. In *Proc, 8th Conf. on Applied Climatology*, January 17-22, American Meteorological Society, Massachusetts, Pp: 179-184.
8. McKee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J. 1995. Drought Monitoring with Multiple Time Scales. In *Proc, 9th Conf. on Applied Climatology*, January 15-20, American Meteorological Society, Massachusetts, Pp: 233-236.
9. Sanainejad, S.H. 2001. Analysis of drought indices and assessment of standardized precipitation index (SPI) and Percent of normal index (PNI) in some synoptic station of Khorasan province, P 952-960. *Preceding of first national conference on drought mitigation and water shortage*, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.
10. Willeke, G., Hosking, J.R.M., Wallis, J.R., and Guttman, N.B. 1994. *The National Drought Atlas*. Institute for Water Resources Report 94, NDS. 4, U.S., Army Corp of Engineers, 587p.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Water and Soil Conservation, Vol. 17(1), 2010*  
[www.gau.ac.ir/journals](http://www.gau.ac.ir/journals)

## **Comparison of Monitoring of Drought Using SPI, DI and PNI and Zoning Them (Case study: Northern Khorasan Province)**

**\*A. Mohamadian<sup>1</sup>, M. Kouhi<sup>2</sup>, A. Adineh Baigi<sup>3</sup>,  
S.J. Rasouli<sup>3</sup> and B. Bazrafshan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Dept. of Climatology Atmospheric Disasters Climatological Research Institute (CRI) Mashhad, Iran, <sup>2</sup>B.Sc. Dept. of Climatology Atmospheric Disasters Climatological Research Institute (CRI) Mashhad, Iran, <sup>3</sup>M.Sc. Meteorology office of North Khorasan

### **Abstract**

The necessity of drought preparedness can be verified by assembling drought mitigation scheme. In this study, the severity, duration and extent of drought during 1986 to 2005 have been studied using monthly precipitation data of all IRIMO stations over Northern Khorasan province. For all stations, meteorological drought indices including Standard Precipitation Index (SPI), Deciles Index (DI), Percent of Normal Index (PNI) have been used in order to assess and compare their capability for drought severity and duration in annual scale. Finally, for the purpose of study on the drought extent, the zoning maps have been prepared by IDW method. The consequences resulting from the zoning of drought severity, have illustrated that the most extensive drought occurred in 1990 and 2001 respectively. The most durable drought, Based on SPI capability has occurred during 1994-1997.

**Keyword:** Drought, Standard Precipitation Index (SPI), Deciles Index (DI), Percent of Normal Index (PNI), Northern Khorasan Province

---

\* Corresponding Author; Email: [amohamadian2001@yahoo.com](mailto:amohamadian2001@yahoo.com)