



بررسی تطبیقی شاخص SSI و RAI در غرب حوزه آبخیز ارومیه در سال ۱۳۹۸ با استفاده از GIS

فاطمه اصغری کلشانی^{۱*}، کتایون ستاریان اصل^{۲**}

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته اکوهیدرولوژی، دانشگاه تهران، تهران

[*F.asghary@ut.ac.ir](mailto:F.asghary@ut.ac.ir)

۲-دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته اکوهیدرولوژی، دانشگاه تهران، تهران

[**k.sataryanasil@ut.ac.ir](mailto:k.sataryanasil@ut.ac.ir)

چکیده

خشکسالی را می توان به عنوان یکی از مهم ترین نتایج تغییرات اقلیم در چند دهه اخیر دانست. که به شدت تمام جوامع طبیعی، موجودات زنده و انسان ها را تحت شعاع قرار داده است. در نتیجه با استفاده از شاخص های هواشناسی و هیدرولوژیکی در خشکسالی میتوان شدت و تدارم خشکسالی را بیان کرد که اولین قدم این کار تعیین بهترین شاخص برای منطقه مورد نظر است. از مهمترین حوزه های ابریز ایران میتوان به حوزه آبریز ارومیه اشاره کرد که تحت تاثیر خشکسالی قرار گرفته است. با توجه به این موضوع در این مقاله با استفاده از آمارهای بارندگی و دبی به ترتیب به شاخص هواشناسی RAI و شاخص هیدرولوژیکی SSI برای ۱۰ ایستگاه در حوزه آبریز ارومیه محاسبه شد. ابتدا این دو شاخص در محیط نرم افزار متلب محاسبه شدند و سپس در محیط نرم افزار GIS به روش درون یابی با متد کریجینگ، شاخص SSI نسبت به شاخص شاهد RAI پهنه بندی شد که بررسی نتایج حاصل از درون یابی انطباق و همپوشانی مناسبی را نشان می دهد.

واژگان کلیدی: شاخص خشکسالی، RAI، SSI، GIS، کریجینگ



Comparative study of SSI and RAI index in the west of Urmia watershed in 2019 by using of GIS

Fatemeh Asghari kaleshani^{1*}, Katayoon Sataryan Asil^{2**}

1-M.se Echohydrology, university of Tehran

[*F.asghary@ut.ac.ir](mailto:F.asghary@ut.ac.ir)

2- M.se Echohydrology, university of Tehra

[**k.sataryanasil@ut.ac.ir](mailto:k.sataryanasil@ut.ac.ir)

Abstract

Drought can be considered as one of the most important consequences of climate change in recent decades. Which has severely overshadowed all natural societies, Organisms and humans. As a result, using the meteorological and hydrological indicators in drought, the severity and duration of drought can be expressed, the first step is to determine the best indicator for the area. One of the most important catchments in Iran is the Urmia catchment, which has been affected by drought. According to this issue, in this article, using rainfall and discharge statistics, RAI meteorological index and SSI hydrological index were calculated for 10 stations in Urmia catchment area. At first, these two indices were calculated in MATLAB software eand then in GIS by Kriging, interpolation method, SSI index was zoned compared to RAI control index, which showed the results of interpolation of appropriate compliance and overlap.

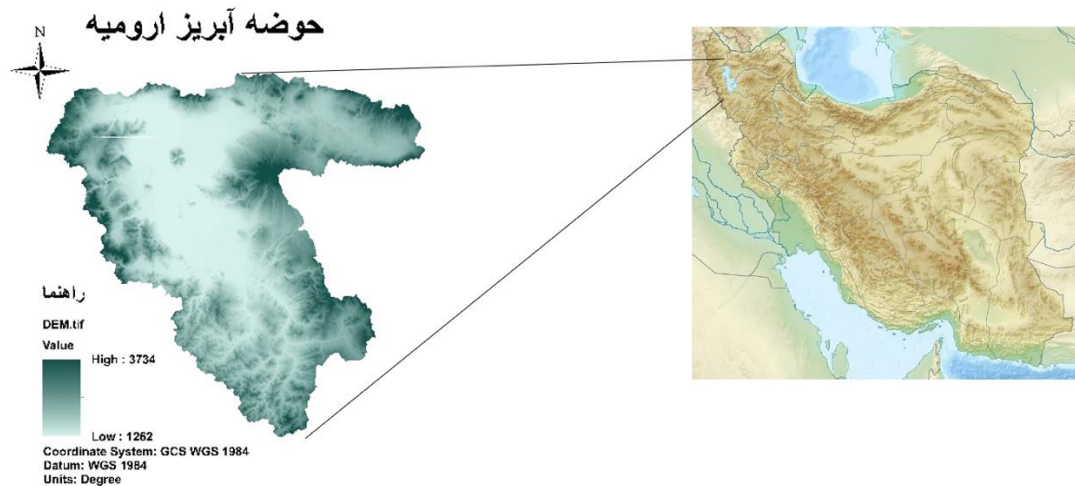
Keywords: Drought Index SSI, RAI, GIS, Kriging

۱- مقدمه

امروزه به دلیل تغییرات اقلیمی که در هر منطقه جغرافیایی رخ میدهد که تاثیرات عمده ای بر منطقه میگذارد و در نتیجه خشکسالی را به عنوان پدیده محیطی شناخت [۱] آثار خشکسالی به دلیل استفاده ی آب در برطرف کردن اغلب نیاز های اساسی انسان بسیار قابل مشاهده و روشن است. این اثر در نتیجه سازگار نبودن فعالیت ها با طبیعت است که سهم بیشتری از تغییرات اقلیم را دارد [۲]. خشکسالی پدیده ای طبیعی است که به تدریج رخ میدهد و خسارات جبران ناپذیری دارد [۳]. در نتیجه بشر از ابتدا در تلاش برای کاهش این خسارات بوده است. و در چند دهه اخیر دانشمندان شاخص هایی برای طبقه بندی خشکسالی ارائه کردند. طبق طبقه بندی های شاخص های خشکسالی زمانی که طی دوره ای بارش کمتر از مقدار متوسط آن باشد خشکسالی هواشناسی رخ داده است مانند شاخص RAI [۴] و هنگامی که جریان آب سطحی و سطح آب دریاچه و منابع آبی کاهش پیدا کند خشکسالی هیدرولوژیکی رخ داده است از شاخص های هیدرولوژیکی که بر کاهش دبی رودخانه استوار است میتوان به شاخص SSI اشاره کرد [۵]. در این مقاله به مقایسه ی دو شاخص SSI که مبتنی بر میزان دبی منطقه و RAI که بر اساس میزان بارش است پرداخته شده است. با توجه به این موضوع که اندازه گیری میزان دبی از بارش راحتتر است در نتیجه شاخص SSI راحتتر محاسبه و تحلیل می شود. روش های مختلفی برای پهنه بندی یک منطقه وجود دارد که علاوه بر مقدار یک کمیت به موقعیت مکانی نمونه نیز مورد توجه قرار میگیرد که به روش های زمین آمار معروف هستند. روش های عمده پهنه بندی خشکسالی را میتوان شامل روش های درون یابی در چهار گروه اصلی، GPI، IDW، RBF، Kringing، طبقه بندی کرد [۶]. محمدیان و همکارانش [۷] شاخص های خشک سالی SPI، DI و PNPI را در استان خراسان شمالی بررسی کردند و نقشه های پهنه بندی به روش IDW را تهیه کردند. نتایج کار آنها نشان داد وسیع ترین و شدید ترین خشکسالی به ترتیب در سال های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۱ اتفاق افتاده و همچنین طولانی ترین خشکسالی مربوط به سال های ۱۹۹۷-۱۹۹۴ است.

۲- منطقه مورد مطالعه

حوزه آبریز دریاچه ی ارومیه یکی از حوزه های بسته ایران است که در تقسیم بندی حوزه های آبریز ایران حوزه ی اصلی به شمار میرود. مساحت این حوزه ۵۱۸۰۱ کیلومتر مربع است. حوزه آبریز دریاچه ارومیه تنها یک زیرحوضه درجه ۲ دارد و شامل رودهایی است که به دریاچه ارومیه منتهی می شوند. مهم ترین رودهای این حوزه، آجی چای، زرینه رود، سیمینه روز هستند [۸]. این حوزه در استانهای آذربایجان شرقی و غربی و کردستان و در مختصات جغرافیایی ۳۷-۴۲ شمالی و ۴۵-۱۹ شرقی قرار دارد. در شکل یک نمایی از حوزه آبخیز ارومیه و موقعیت آن در نقشه ایران آمده است.



شکل ۱) موقعیت مکانی حوزه آبریز ارومیه

۳- مواد و روش ها

در این تحقیق از آمار سال ۹۸ بارندگی و دبی رودخانه ها استفاده شده است. آمار مربوط به ایستگاه ها از شرکت منابع آب ایران جمع آوری شده است و موقعیت جغرافیایی ایستگاه های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱ مشخصات ایستگاه های مطالعه شده

ارتفاع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نام رودخانه	نام ایستگاه
۱۱۸۰	۱۷-۳۹	۳۱-۴۴	زنگمار	ماکو
۹۲۹	۵۱-۳۸	۱۵-۴۵	آق چای	مراکند
۱۳۸۰	۲۸-۳۶	۲۹-۴۶	زرینه رود	سارقمش
۱۳۱۱	۳۸-۳۶	۱۰-۴۶	سیمینه رود	داشبند
۱۳۶۰	۴۲-۳۶	۳۷-۴۵	مهآباد چای	کوثر
۱۴۰۸	۴۰-۳۶	۴۱-۴۵	مهآباد چای	بیطاس
۱۲۸۳	۴۲-۳۷	۱۳-۴۵	باراندوز چای	بابارود
۱۴۰۲	۲۹-۳۷	۰۰-۴۵	شهرچای	بندارومیه
۱۵۲۰۰	۴۲-۳۸	۳۵-۴۴	زولاچای	چهریق
۱۳۸۰	۴۱-۳۷	۵۳-۴۴	نازلو چای	تیپک

پس از بررسی ها و کنترل صحت امار و اطلاعات و آنالیز آماری داده های بارش و دبی، شاخص خشکسالی هواشناسی (RAI) و (SSI) محاسبه شده است.

۴- معرفی شاخص خشکسالی جریان سطحی استاندارد (SSI)

در محاسبه این شاخص از پارامتر دبی رودخانه استفاده شده است. این روش بر اساس تابع توزیع تجمعی (تابع چگالی گاما) برای داده های دبی ماهانه می باشد. در جدول شماره ۲ طبقه بندی خشکسالی بر اساس شاخص SSI آورده شده است. فرمول محاسبه شاخص خشکسالی جریان سطحی به صورت معادلات شماره ۱ است:

$$SSI = W - \frac{C0 + C1W + c2W^2}{1 + d1W + d2W^2 + d3W^3} \quad (1)$$

$$W = \sqrt{-2 \ln p}$$

$$P = 1 - F(x) \quad P < 0.5$$

$$P = F(x). \quad P > 0.5$$

در شرط آخر علامت نهایی SSI برعکس می شود. مقادیر نهایی SSI نرمال است به صورتی که میانگین آنها برابر صفر و انحراف معیار آن برابر یک می باشد [۹]. برای محاسبه تابع چگالی احتمال توزیع گاما از فرمول شماره (۲) استفاده می شود.

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad x > 0 \quad (2)$$

X مقدار پارامتر و α پارامتر شکل و β پارامتر مقیاس و مقدار $\tau(\alpha)$ تابع گاما است.

$$F(X) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_1^X X^{\alpha-1} \times e^{-\frac{X}{\beta}} dx \quad \text{تابع توزیع احتمالاتی گاما}$$

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right] \quad (\text{پارامتر شکل}), \quad \beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad (\text{پارامتر مقیاس}), \quad A = \text{Ln}(\bar{X}) - \frac{\sum \text{Ln}(X)}{n}$$

جدول ۲ طبقه بندی خشکسالی بر اساس شاخص SSI

وضعیت	SSI
ترسالی شدید	$1.46 <=$
ترسالی ملایم	$0.52 - 1.46$
نرمال	$-0.52 _ 0.52$
خشکسالی ملایم	$-0.52 _ -1.46$
خشکسالی شدید	$-1.46 >$



۵- بررسی شاخص ناهنجاری بارش (RAI)

شاخص ناهنجاری توسط روی در سال ۱۹۶۵ ارایه شد. اساس این شاخص محاسبه انحراف مقادیر بارندگی از نرمال می باشد. محاسبه میانگین دراز مدت بارندگی در ایستگاه های مورد نظر (\bar{P})؛ محاسبه میانگین ۱۰ مورد از بزرگترین مقادیر بارندگی اتفاق افتاده در دوره مطالعاتی (\bar{m})؛ محاسبه میانگین ۱۰ مورد از کمترین مقادیر بارندگی اتفاق افتاده در دوره مطالعاتی (\bar{x}) چنانچه $P \geq \bar{P}$ یا ناهنجاری، مثبت باشد شاخص ناهنجاری بارندگی از رابطه (۳) محاسبه می شود.

$$RAI = 3 \left[\frac{P - \bar{P}}{\bar{m} - \bar{P}} \right] \quad (3)$$

چنانچه $P < \bar{P}$ یا ناهنجاری، منفی باشد شاخص ناهنجاری بارندگی از رابطه (۴) محاسبه می شود.

$$RAI = -3 \left[\frac{P - \bar{P}}{\bar{x} - \bar{P}} \right] \quad (4)$$

طبقه بندی شاخص خشکسالی RAI در جدول شماره ۳ آورده شده است. [۱۰]

جدول ۳ طبقات مختلف شاخص RAI

وضعیت	SSI
نزدیک نرمال	+۰,۳ تا -۰,۳
خشکسالی ضعیف	۰,۵۲ - ۱,۴۶
خشکسالی متوسط	+۰,۳ تا -۰,۳
خشکسالی شدید	-۰,۵۲ - ۱,۴۶
خشکسالی بسیار شدید	-۱,۴۶ >

با توجه به کلیت فرمول ها با استفاده از برنامه متلب مقایر SSI و RAI را محاسبه شد. و برای ارزیابی نهایی به محیط GIS منتقل شد.

۶- درون یابی و پهنه بندی در محیط GIS

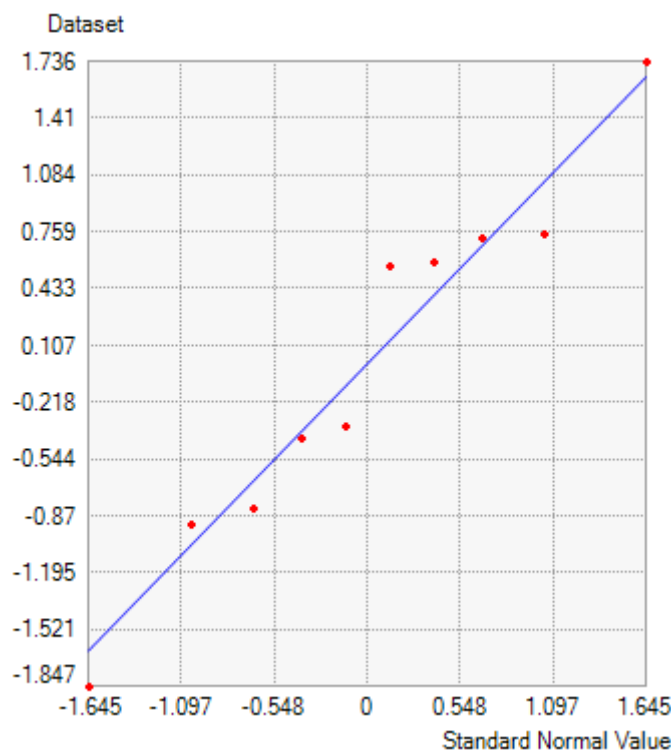
به طور کلی در روش درون یابی با استفاده از مقادیر معلوم همسایه، مقادیر نا معلوم را پیش بینی میکنیم. روش کریجینگ به معنی پیش بینی بهینه است که یکی از روشهای تخمین زمین آمار است که بر منطق میانگین متحرک وزن دار استوار است. در این بخش با استفاده از نرم Arc map به درون یابی مقادیر SSI از طریق مقادیر شاهد RAI با متد کریجینگ پرداخته شده است.

۷- بحث و نتیجه گیری

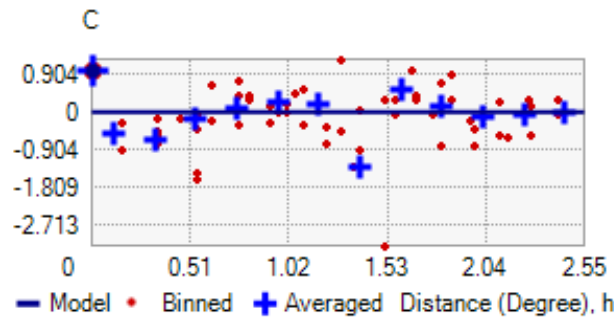
همانطور که گفته شد، SSI بر اساس دبی رودخانه و RAI بر اساس بارش که در این مقاله به عنوان شاهد محاسبه ی شاخص SSI در نظر گرفته می شود. با ارزیابی کریجینگ در محیط GIS نقاط خروجی شاخص SSI و RAI همبستگی تطبیقی خوبی را نشان می دهند که از بررسی نمودار QQ پلات نرمال و نزدیکی نقاط (شاخص SSI) نسبت خط برازش مقادیر RAI منتج شده است. در شکل نمودار (۲) طبق روش تخمین مدل گوسی واریانس $0,0001$ به دست آمده که این عدد با توجه به نزدیک بودن به یک نشان دهنده میزان دقت بالا در تطبیق است.

همچنین طبق پیش بینی خطاها، میزان RMS، $0,99$ است که مانند آنچه در قبل ذکر شد نشان دهنده دقت بالا در تطبیق است.

شکل ۳ نیز بررسی کوواریانس به عبارت دیگر بررسی پراکندگی دو پرامتر بر اساس بررسی واریانس فاصله ای است که دقت مناسبی را نشان می دهد.

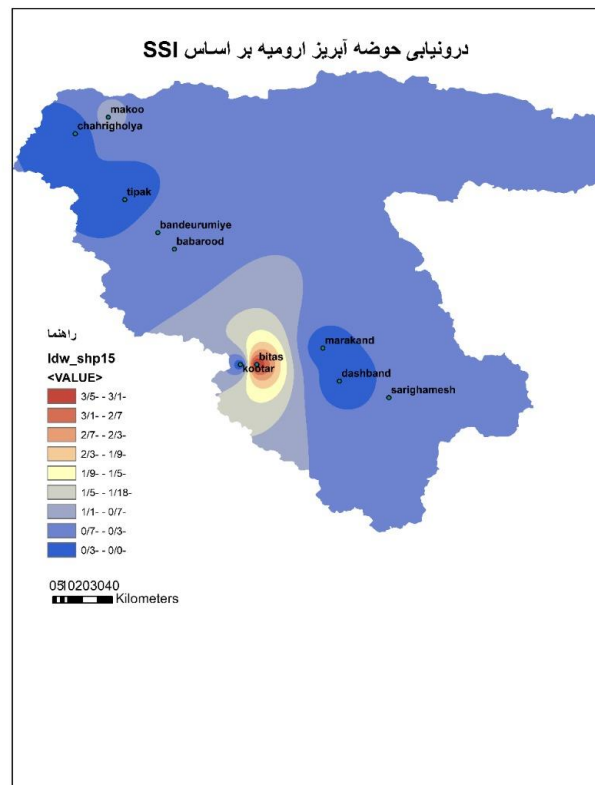


شکل ۲) بررسی واریانس نقاط



شکل ۳) بررسی کوواریانس

همچنین بر اساس درون یابی انجام شده، نقاط شدید خشکسالی در SSI و RAI گرچه کاملاً برهم منطبق نبودند ولی همپوشانی قابل قبولی داشتند. در شکل ۴ نمایی از نقشه ی پهنه بندی شده ی حوزه آبریز ارومیه بر اساس شاخص SSI آورده شده است.



شکل ۴) نقشه درونیابی حوزه آبریز ارومیه بر اساس SSI



منابع

1. Sharma, T. C. (2000): Drought Parameters in Relation to Truncation Levels, Hydro. Process, 14, Pp 1279-1788.
2. Khazayi, M., and Telvari, A., 2003 "Hydrological Drought Frequency Distribution Analysis." Journal of Geography and Urban Development, pp. 45-56. (In Persian) .
3. Musavi, H. Vali, A. and Moayeri, M. 2009 "Study of Drought Severity and Its Severity in Semnan Using DI Index." Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Center. (In Persian) .
4. Hayes, M. J., Svoboda, M. D., Wilhite, D. A. and Vanyarkho, O. V. 1999 "Monitoring the 1996 Drought Using the Standardized Precipitation Index." Bulletin of the American Meteorological Society, vol. 80, no. 3, pp. 429-38.
5. Teimuri, F. Ghorbani, K. Bazrafshan, J. and Sharifan, H. 2015 "Comparative Study of Meteorological Indices with Hydrological Indices for Drought Monitoring Using Data Mining Method (Case Study: Arazakuseh Station-Golestan Province)." Iranian Water and Soil Research, IRANIAN JOURNAL OF SOIL AND WATER RESEARCH. (In Persian)
6. Evazi M, Masaedi A. Monitoring and Spatial Analysis of Meteorological Drought in Golestan Province using Geostatistical Methods. Journal of Range and Watershed Management, Iranian journal of Natural Resources. 2011; 64(1): 65- 78. (In Persian).
7. Mohamadian A, Kouhi M, Adine baigi A, Rasouli G, Bazrafshan B. Comparison of Monitoring Using SPI, DI and PNI and Zoning Them, Case Study Northern Khorasan Province. Journal of Water and Soil Conservation. 2010; 17(1); 177-184. (In Persian).
8. دفتر استانداردها و معیارهای فنی (دی ۱۳۸۳). دستورالعمل و ضوابط تقسیم بندی و کدگذاری حوضه‌های آبریز و محدوده‌های مطالعاتی در سطح کشور. شرکت مدیریت منابع ایران. دریافت شده در ۱۰ مرداد ۱۳۹۶.
9. Zhang, Q. Zhou, Y. Singh, V. P. and Chen, Y. D. 2011 "Comparison of Detrending Methods for Fluctuation Analysis in Hydrology." Journal of Hydrology, vol. 400, no. 1-2, Elsevier, pp. 32-121
۱۰. جوی زاده، سعید (۱۳۸۴): پایش خشکسالی در استان فارس، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا گرایش اقلیم شناسی، دانشگاه تربیت معلم تهران.