

پهنه بندی خشکسالی با شاخصهای (SPI, PNI, DI, CZI, ZSI) و دنباله هادرشهرهای

استان خوزستان در محیط GIS

ایران صالحوند

دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

۰۹۱۶۹۰۷۵۶۶۰،

hyper_hot2009@yahoo.com

مجید منتظری

عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان

مهدی مومنی

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۴/۹

چکیده

خشکسالی پدیده‌های آرام و خزنده است که معمولاً با کاهش بارندگی و رطوبت نسبی، همچنین افزایش درجه حرارت و سرعت باد همراه است. در دهه های اخیر در میان حوادث طبیعی که جوامع انسانی را تحت تاثیر قرار داده اند تعداد و فراوانی این پدیده بیش از سایر حوادث بوده است. لذا آگاهی از وضعیت خشکسالی با پیش بینی و پهنه بندی شدت‌های خشکسالی میتواند خطر زیانهای ناشی از این پدیده را تا حد شایان توجهی کاهش دهد. این مقاله با مطالعه همبستگی های آماری ۵ نمایه خشکسالی هوا شناسی و استفاده از داده های بارندگی ماهانه ایستگاه های سینوپتیک ۳۶ ایستگاه کلیماتولوژی و سینوپتیک در استان خوزستان و اطراف آن انجام شده است. سالهای آماری یکسان نبوده و بین سالهای ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۰ این آمارها قرار گرفته اند. وقایع خشکسالی با استفاده از نمایه های: شاخص بارش استاندارد (SPI)، شاخص درصد نرمال (PNI)، شاخص دهک ها (DI)، شاخص Z چینی (CZI)، شاخص عدد (ZSI) دنباله هاتعیین شد. ضرایب همبستگی های دوگانه تمام ایستگاههای این استان مقادیر نسبتاً بالایی را نشان دادند، بنابراین ۵۴ نقشه برای ۵۴ سال با نمایه ی spi و دنباله هاترسیم شد و سالهای زیر خشکترین سالها محسوب می شوند: ۱۹۹۵ و ۲۰۱۰.

واژگان کلیدی: بارندگی، ماهانه، پهنه بندی، خشکسالی، خوزستان، نمایه های خشکسالی.

مقدمه

امروزه خشکسالی به یکی از گران ترین بلاهای طبیعی تبدیل شده است (کلاین و همکاران، ۲۰۱۳). خشکسالی وضعیتی از کمبود بارش و افزایش دماست که در هر وضعیت اقلیمی ممکن است رخ دهد و انواع مختلف دارد. خشکسالی کشاورزی، هیدرولوژی و هواشناسی. در خشکسالی هیدرولوژی به دبی رودها توجه داریم (علیزاده، ۱۳۸۷). خشکسالی هواشناسی بیشتر از انواع دیگر خشکسالی رخ داد و خشکسالیهای کشاورزی و هیدرولوژیکی پس از آن به وقوع می پیوندند (محمودی، ۱۳۸۰). وقوع خشکسالی موجب کاهش محصولات کشاورزی می شود (عزیزی، ۱۳۷۸). برخلاف خشکی، خشکسالی در مناطق مرطوب نیز رخ می دهد (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۶). روشهای زیادی برای بررسی خشکسالی وجود دارد (۱). تعریف و پایش خشکسالی مشکل است (۵). خشکسالی تاثیر عمده ای بر خاک ها و پوشش گیاهی دارد (۲). اکرم هدایتی دزفولی (۱۵) با استفاده از روشهای بارش به بررسی خشکسالی پرداخته اند و به این نتیجه Z استاندارد، تفاضل درصدی، دهکها و روش بارش استاندارد رسیده اند که به طرف شمال شرق باران بدلیل افزایش ارتفاعات افزایش داشته است. بارش روند مشخصی در کل منطقه نداشته و بین خشکسالیهای منطقه بدلیل وسعت تفاوتهای زیادی وجود داشته است. حمید زارع ابیانه (۳) نیز با روشهای آستانه ۶۰ درصد، درصدی از نرمال، کلاسه ی بارش، انحراف از میانگین به بررسی خشکسالی همدان پرداخته اند و نا همگونی زمانی بارش یکی از نتایج این تحقیق بوده است و بطور کلی بیشترین بارشها در زمستان و کمترین در تایلستان اتفاق می افتد. حسن فرج زاده (۸) در تحقیق خود از برای پایش و ارزیابی خشکسالی و ترسالی شمال غرب کشور استفاده شده است که spi, dri روش نیچه، را برای تعیین سال های خشک و مرطوب بهترین روش اعلام نموده اند چون این روش spi ایشان روش از توزیع نرمال تبعیت میکند. مهران لشتی زند (۱۱) در مقاله اش به بررسی خشکسالیهای شمال غرب پرداخته شده است. عزیزی (۷) نیز خشکسالیهای ایران و ارتباط آنها با ال نینو نوسان جنوبی مورد مطالعه قرار داده است منتظری (۱۲) با روش بارش استاندارد حوضه ی زاینده رود را بررسی نمود. سلین هویژ و همکاران (۱۶) با حلقه های درخت به بازسازی اقلیم گذشته پرداختند و فهمیدند که در قرون وسطی یک خشکسالی بی سابقه رخ داده است که این خشکسالی ها با انسورابطه دارند. سلین هویژ و همکاران (۱۷) خشکسالیهای امریکا را بررسی نمودند آنها دریافتند که یک الگوی جهانی وجود دارد که خشکسالی های

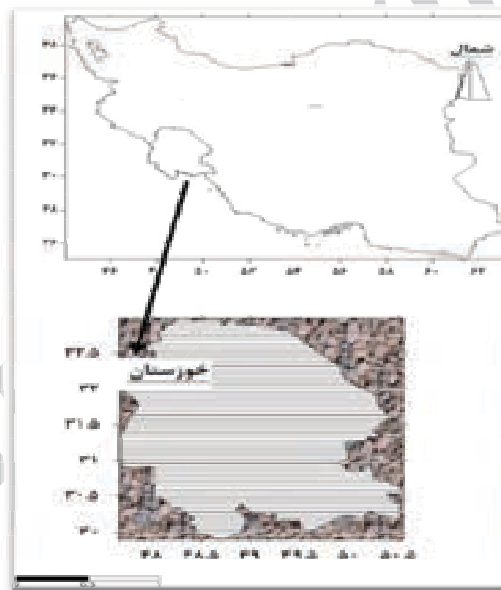
کل کره ی زمین بجز اروپا را تبیین می کند و هنگامی که در نواحی غیر گرمسیری خشکسالی رواج دارد نواحی گرمسیری خشکسالی ندارند و این رابطه ی بین انسو و خشکسالی است. کوک و همکاران (۱۸) به بررسی خشکسالی غرب امریکا با شاخص پالمر پرداختند از تحلیل مولفه های اصلی و شبکه ی نقطه ای هم استفاده نمودن آنها دریافتند که بین گرد و غبار و خشکسالی ۱۹۳۰ رابطه وجود دارد و سال ۱۷۰۰ خشک ترین سال ایالات متحده ی امریکا بوده است. خیدروهمکاران (۱۹) یک بازسازی از النینو و دوره های یخچالی قرون وسطی انجام دادند این کار از هسته ی رسوب دریای سولاویسی جمع آوری شد در لبه ی غربی اقیانوس آرام استوایی گرما وجود داشته است. نتایج نشان داد که انسو در طول یخبندان کوچک لیا قوی تر ولانینا بیشتر از النینو بوده است. چی هو چی (۲۰) در یک مطالعه بین سالهای ۱۴۷۰-۱۹۹۷ نشان داد که وقتی جنوب چین شرایط خشکسالی را تجربه می کند شرایط رطوبتی در شمال شرقی و این یک نوع تنوع نصف النهاری است. در این مطالعه ابتدا ناهنجاری در شمال شرقی چین رخ داد و بعد به عرضهای پایین آمد. در ایالات متحده هم چنین اتفاقاتی رخ داده است و این عمل در ۳۰ درجه ی عرض شمالی هر ده سال یکبار رخ می دهد. جولین ایمل و همکاران (۲۱) در صدد بررسی اثرات انسان بر آب و هوا بوده اند. مدل آنها موجب بوده که رابطه ی قوی بین انرژی خورشیدی والنینو را در دوپست نشان می دهد ولی اثرات انسان کوتاه مدت و برتابش اثر دارد. کاپلن و همکاران (۲۲) به دنبال خشکسالی و گرمای بی سابقه ی ۱۹۸۸ دست به سه آزمایش در سطح دریا زدند ۲۱، ۲۲ و ۲۳ می این کار را انجام دادند. هدف آنها تخمین رابطه ی بین درجه حرارت سطح دریا و الگوی چرخشی نیمکره ی شمالی بود. تمام آزمایشات بسیار دقیق انجام شد ولی مانند شرایط اصلی نبود چون در سطح اقیانوس انجام گردید بنابراین موج سطح دریا تنها عامل خشکسالی نبوده است. جاستین (۲۳) با حلقه های درخت به رابطه ی تری و خشکی غرب امریکا والنینو_ نوسان جنوبی و نوسانات قطبی و عرضهای بالا پی بردند. سیگر و همکاران (۲۴) به بررسی خشکسالی جنوب شرقی ایالات متحده پرداختند. همچنین به ارتباط هیدروکلیماتولوژی و تغییرات آب و هوایی انسانی پرداختند. با استفاده از بارش، نوسانهای آب، حلقه های درخت در طول هزاره ی اخیر به پیش بینی خشکسالی پرداختند. و دریافتند که خشکسالی های زمستان در جنوب شرق با لانیو همراه است ولی تابستان کاملاً از عوامل داخلی تبعیت می کند. حلقه های درخت قرن بیستم را مرطوب تر از هزاره ی اخیر می داند و در قرن ۱۶ یک خشکسالی ۲۱ ساله رخ داده است. در کوتاه مدت بارش افزایش اما تبخیر نیز زیاد می شود. خلاصه اینکه خشکسالی با تغییرات انسانی که انجام می شود، بارش و تبخیر هر دو کاهش می

یابند. ودهوس و همکاران (۲۶) به بررسی خشکسالی های ۱۹۳۰ و ۱۹۵۰ پرداختند. بعضی از خشکسالی های قرون وسطی طولانی تر و وسیع تر بوده اند. از ادبیات پالئوکلیماتولوژی می توان استنباط کرد که خشکسالی های گذشته متنوع تر بوده اند. در تحقیق دیگرود هوس و همکاران (۲۷) خشکسالیهای ایالات متحده را بررسی نمودند و با استفاده از حلقه های درخت به بازسازی خشکسالی پرداختند و متوجه شدند؛ خشکسالی های هزاره ی اخیر امریکا از دو الگو ناشی می شود و این دو الگو عبارتند از: الگوهای فشار نیمکره ی شمالی و الگوهای فشار نیمکره ی جنوبی.

مواد و روشها

ساختار جغرافیایی و موقعیت طبیعی

استان خوزستان در جنوب غربی کشور ایران بین ۴۸,۵ تا ۳۳,۳ طول شرقی ۳۰,۳۰ تا ۳۲,۳۰ عرض شمالی قرار گرفته است. در نقشه ی شماره ی ۱ موقعیت خوزستان



شکل شماره ی ۱ نقشه موقعیت استان خوزستان

نشان داده شده است. برای پهنه بندی باید شبکه ای از اطلاعات و داده های یک ناحیه و اطراف آن وجود داشته باشد و در اینجا این کار انجام شده است. موضوع مهم و قابل توجه دیگری که باید در پهنه بندی به آن توجه کرد این است که باید سعی نمود آمارهای ایستگاههای اطراف را جمع آوری نمود حتی اگر یک

ایستگاه ۱۰ سال آمار داشته باشد، چون بارش های محلی در ایران و مخصوصا در خوزستان کمتر رخ میدهد. چون هدف این مقاله پهنه بندی بود و بهترین روش برای پهنه بندی روش R است (چند ایستگاه، یک زمان، چند عنصر). ولی چون نمایه های استفاده شده در این مقاله با یک عنصر به نام بارش سروکار دارند بنابراین از ماتریس T استفاده شد (چند ایستگاه، چند زمان، یک عنصر). در ستونهای این ماتریس سال قرارگرفت از سال ۱۹۵۶ تا ۲۰۱۰ (اگرچه سه ایستگاه آبادان، خرم آباد و بوشهر از سال ۱۹۵۱ آمار داشتند ولی برای پهنه بندی کافی نبود). و در سطرهای آن ۳۵ ایستگاه قرار گرفتند. در مرحله ی بعد ۳۵ ماتریس همبستگی زمان در زمان تشکیل شد و هرکدام از این ماتریسها وارد نرم افزار DIP شدند و خروجی آنها وارد ماتریس T شد و برای هرکدام از نمایه ها یک ماتریس تشکیل شد مجموع آنها ۶ ماتریس بود. نمایه ی SPI وارد نرم افزار GIS شد و ۵۴ نقشه تهیه گردید، از بین این ۵۴ نقشه خشک ترین سالها انتخاب گردید و با تمام نمایه ها نقشه هایی ترسیم گردید. نمایه های زیر استفاده شد:

شاخص درصد نرمال (PNI – Percent of Normal)

مزیت: محاسبات بسیار ساده است و برای آگاهی عموم از وضعیت خشکسالی در مقیاس محلی و فصلی مناسب است. معایب: بسادگی تفسیر غلطی را می تواند به همراه داشته باشد.

$$PN = \frac{P}{\bar{P}} \quad (1)$$

رتبه PNI	مقادیر PNI	کلاس
۱	۷۰-۸۰ درصد	خشکسالی جزئی
۲	۵۵-۷۰ درصد	خشکسالی متوسط
۳	۴۰-۵۵ درصد	خشکسالی شدید
۴	کمتر از ۴۰	خشکسالی بسیار شدید

روش شاخص بارش استاندارد SPI-Standard Precipitation Index

این شاخص توسط مکی و همکاران از دانشگاه کلرادو تدوین شده است. شاخص SPI برای اندازه گیری کمبود بارندگی از منابع مختلف می باشد. SPI در هر منطقه بر اساس آمار بلند مدت و برای دوره مورد نظر محاسبه می گردد. برای این کار از فرمول $SPI = \frac{P - \bar{P}}{\sigma}$ (مقدار بارندگی در دوره ی مورد نظر - میانگین بارش همان دوره) / انحراف معیار مقدار مثبت SPI نشان دهنده بارندگی بیش از بارندگی میانه می باشد، و مقدار منفی معنای عکس آن را دارد. از آنجائیکه SPI استاندارد شده است، برای اقلیم های خشک و مرطوب

قابل استفاده، و نتایج برای دوره مورد نظر قابل مقایسه است. طبق این روش دوره خشکسالی هنگامی اتفاق می افتد که SPI بطور مستمر منفی و به مقدار ۱- یا کمتر برسد، و هنگامی پایان می یابد که SPI مثبت گردد و مقادیر تجمعی SPI نیز، بزرگی و شدت دوره خشکسالی را نشان می دهد. طبقه بندی مقادیر SPI در جدول ۱ آمده است. (علیزاده، ۱۳۸۷).

$$SPI = (P - P_{\bar{i}}) / \sigma$$

SPI: نمایه ی بارش استاندارد

\bar{P}_i : میانگین بارش ایستگاه به میلی متر

σ : انحراف معیار داده های بارش ایستگاه

جدول شماره ۲ طبقه بندی خشکسالی و احتمال وقوع شاخص خشکسالی بارش استاندارد (Mackee et al 1995)

مقدار spi	بزرگتر از ۲	۱,۵ تا ۱,۹۹	۱ تا ۱,۴۹	۰,۵ تا ۰,۹۹	۰ تا ۰,۴۹	۰-۰,۴۹	کوچکتر از ۲
توصیف واقعه	فرامرطوب	خیلی مرطوب	کمی مرطوب	تقریباً نرمال مرطوب	تقریباً نرمال خشک	کمی خشک	خیلی خشک
احتمال وقوع	۰,۲۲۸	۰,۰۴	۰,۰۹۱۹	۰,۳۴۱۳	۰,۳۴۱۳	۰,۰۹۱۹	۰,۰۴

دهکها

این روش یک شاخص هوا شناسی جهت پایش خشکسالی توسط گیس و ماهر تدوین شده است در این روش، مقادیر توزیع بارش از کوچکترین تا بزرگترین مرتب شده به ۱۰ بخش تقسیم می گردند. دهک اول معرف ۱۰ درصد بارشهاست. و دهک ۱۰ صد درصد بارشها را نشان می دهد. جدول ۳ بر اساس این شاخص تدوین شده است.

جدول شماره ۳ طبقه بندی خشکسالی بر حسب دهکها

طبقه بندی دهکها	۱-۲	۳-۴	۵-۶	۷-۸	۹-۱۰
توصیف وضعیت	خشکسالی شدید	خشکسالی متوسط	وضعیت نرمال	ترسالی متوسط	ترسالی شدید

شاخص Z چینی (CZI) شاخص Z چینی، شاخص عدد Z (ZSI):

شاخص CZI بر اساس تبدیل ریشه سوم ویلسون- هیلفرت شکل گرفته است. با این فرض که داده های بارندگی از توزیع پیرسون تیپ سه پیروی میکنند، شاخص به صورت زیر محاسبه می شود.

$$CZI = 6 / ((CS/2 \cdot \varphi_j + [1])^{1/3}) - 6/CS + CS/6 \quad (۳)$$

$$\varphi_j = (X_j - \bar{X}) / \sigma \quad (۴)$$

$$CS = (\sum_{j=1}^n [(x_j - \bar{x})^2]) / (n \cdot a^2)$$

CS: ضریب چولگی
 ل: ماه مورد نظر
 σ^2 : واریانس داده های بارندگی ماهانه
 \bar{X} : میانگین بارندگی ماهانه
 Φ_j : متغیر استاندارد
 Xj: بارندگی ماه
 σ : انحراف معیار داده های بارندگی

شاخص آستانه نرمال اقلیمی یا دنباله ها

در این شاخص میانگین بارشهای سالیانه یا فصلی در نظر گرفته میشود و یک آستانه در نظر گرفته میشود (ایبانه ۱۳۸۳) آستانه بارندگی (X0) برای خشکسالی معمولاً ۷۵ تا ۸۰ درصد متوسط بارندگی سالانه است. بنابراین $80P = X0$. و تفاوت بارندگی سالانه را نسبت به (X0) بدست می آوریم. (X-X0) مقادیر منفی نشانه ی خشکسالی و مثبت ترسالی است (علیزاده ۱۳۸۷). حال در یک دستگاه محدود مختصات که محور افقی به تعداد سالهای آماری و محور عمودی به آمار بدست آمده از دنباله ها اختصاص دارد. می توان سالهای تر و خشک را بصورت گرافیکی نشان داد. به طوری که هیستوگرامهای رو به پایین نشان دهنده ی خشکسالی و هیستوگرامهای رو به بالا نشان دهنده ترسالی هستند. شروع دوره های آماری خشکسالی از زمانی شروع می شود که جواب دنباله ها منفی باشد و تا زمانی که مثبت شود خشکسالی ادامه می یابد. اگر در هر دوره مجموع مقادیر می آید. شدیدترین سختی خشکسالی هم پایین ترین عدد در یک دوره است.

طول دوره ی خشکسالی $li = (\text{drought duration})$ مقدار خشکسالی $si = (\text{drought magnitude})$ شدت خشکسالی $si-li = (\text{drought intensity})$ شدیدترین شدت خشکسالی $(\text{drought severity})$ (علی زاده، ۱۳۸۷).

بحث و تجزیه تحلیل

ابتدا بارش های مفقود شده ی ایستگاهها با روش نسبتها بازسازی شد و با روش ران تست همگنی داده ها مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی خشکسالی سالهای آماری طولانی مدت (حداقل ۵۰ سال) باید وجود داشته باشد، که یکی از مشکلات یک محقق در بررسی خشکسالی کمبود آمار است. مورد دیگری که در خشکسالی با ید به آن توجه نمود این است که چندین ایستگاه را باید باهم بررسی نمود چون خشکسالی وابسته به بارش است و بارش نیز محلی و ناحیه ای نیست، این موضوع برای استانی چون خوزستان ثابت

شده است. زیرا بارشهای خوزستان وکل ایران وابسته به بادهای غربی است. بنابراین بهترین بهترین روش برای بررسی خشکسالی ایجاد پهنه بندی و استفاده از آمار چندین ایستگاه با هم است. در پهنه بندی یک شبکه درست می شود که در این شبکه اطلاعات داخل و خارج شبکه گنجانیده می شود. استان خوزستان به عنوان شبکه ای در نظر گرفته شده است که ایستگاههای اثر گذار بر بارش و آب و هوای آن نیز در بررسی مورد استفاده قرار می گیرند. بنابراین باید یک ماتریس ترسیم شود. یکی از روشهای بررسی در اقلیم شناسی رو است که در سطوحهای ماتریس مکان و در سطوحهای آن زمان قرار میگیرد. منظور از مکان طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع ایستگاههای بررسی شده است که تعداد ایستگاهها ۳۵ ایستگاه و زمان نیز تعداد سالها که ۵۴ سال می باشند. چون هدف اصلی این مقاله پهنه بندی خشکسالی بود بنابراین طول، عرض، ارتفاع و نام ایستگاهها اولین پایگاه اطلاعاتی مورد نیاز بود. دومین پایگاه داده، ایجاد بانک اطلاعاتی برای بارش ماهانه ی تمام ایستگاهها بصورت مجزا بود. که هر کدام از این اطلاعات وارد نرم افزار DIP شدند و بعد از استخراج وارد پایگاه اصلی اطلاعاتی شدند و در نرم افزار GIS به نقشه تبدیل شدند چون آمار ایستگاهها یکسان نبود و مثلا برای سال ۱۹۵۱ فقط بوشهر، آبادان و خرم آباد دارای آمار بودند و برای پهنه بندی به ایستگاههای بیشتری نیاز بود بنابراین از سال ۱۹۵۶ تا ۲۰۱۰ نقشه هایی تهیه شد. تمام نقشه ها با SPI تهیه شدند. در این مقاله یک شبکه ی اطلاعات از بارش ماهانه ۳۵ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی استان خوزستان و استانهای همجوار تهیه شد. سالهای آماری یکسان نبوده و بین سالهای ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۰ این آمار ها قرار گرفته اند.

بررسی همبستگی میان نمایه های خشکسالی :

جدول شماره ی ۱ ضریب تعیین همبستگی بین نمایه های خشکسالی در ایستگاه دزفول را نشان می دهد. بیشترین رابطه بین درصدی از نرمال و نمره ی Z است که ۱۰۰ درصد است. کمترین رابطه بین دهکها و شاخص بارش نتایج محاسبات برا ی ۳۶ ایستگاه در استان و اطراف آن نشان می دهد که در تمامی ایستگاههای مورد مطالعه شاخص های CZI - SPI، DI - PN - ZSI روابط همبستگی بسیار بالایی با یکدیگر دارند. جدول شماره ی ۲ همان نتایج را نشان می دهد با این تفاوت که روابط تعیین همبستگی کم رنگ تر هستند ولی به هر حال بالای ۹۰ درصد هستند.

جدول شماره ۴ نتایج ضرایب تعیین همبستگی R^2 برای نمایه های خشکسالی هواشناسی در ایستگاه دزفول

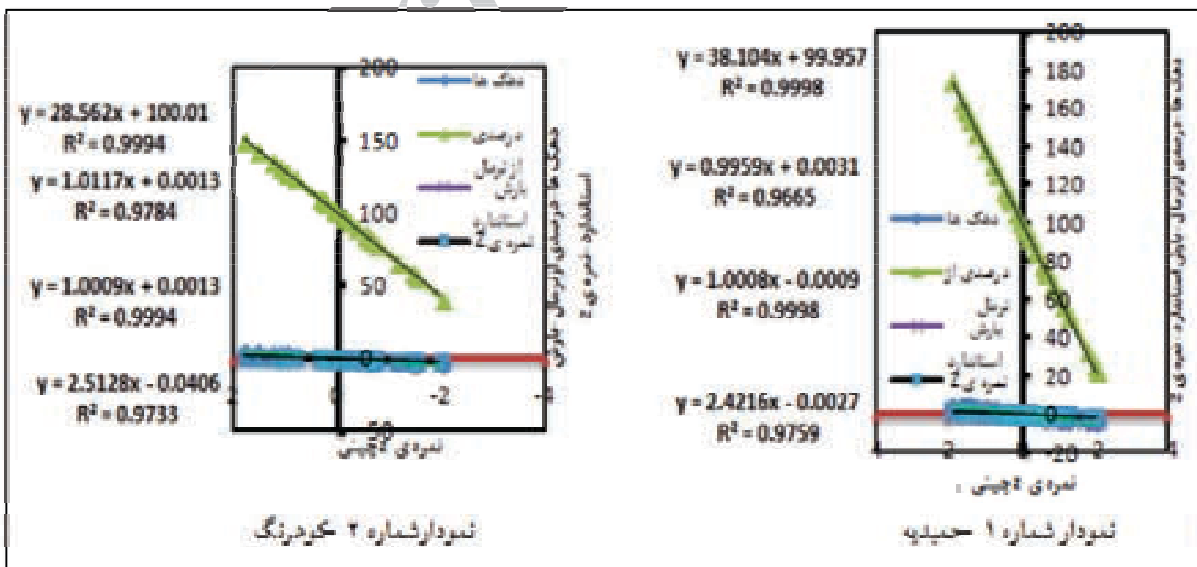
شاخص	czi	di	pn	Zsi	sp _i
Di	.۹۶	۱	.۹۵	.۹۵	.۹
Pn	.۹۹	.۹۵	۱	۱	.۹
Sp	.۹۸	.۹۵	.۹۸	.۹۸	۱
Zs	.۹۹	.۹۵	۱	۱	.۹
Cz	۱	.۹۶	.۹۹	.۹۹	.۹

منبع نگارنده

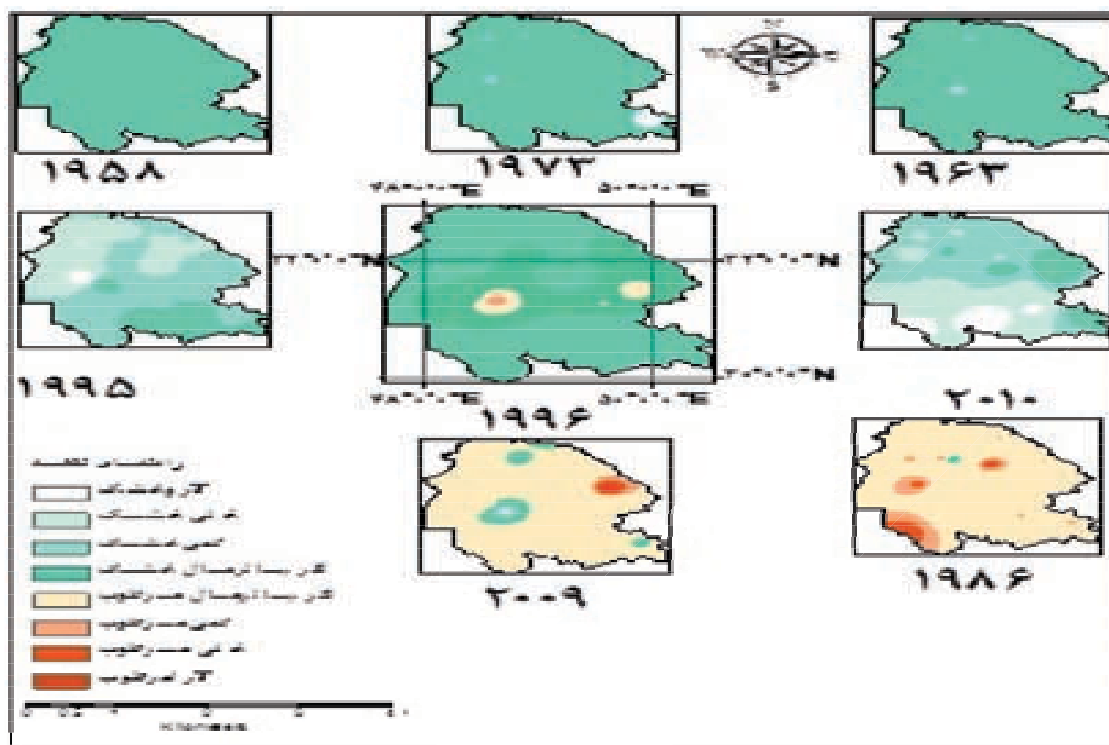
جدول ۵ نتایج ضرایب تعیین همبستگی R^2 برای نمایه های خشکسالی هواشناسی در ایستگاه بهبهان

شاخص	czi	di	pn	Zsi	spi
di	.۹۶	۱	.۹۵	.۹۵	.۹۵
pn	.۹۶	۱	.۹۶	.۹۶	.۹۱
spi	.۹۸	.۹۵	.۹۸	.۹۸	۱
zsi	.۹۵	.۹۱	.۹۴	.۹۴	۱
czi	۱	.۹۶	.۹۹	.۹۹	.۹۵

نمودارهای شماره ۱ و ۲ روابط همبستگی بین شاخصها را در ایستگاههای حمیدیه و کوهرنگ رانشان میدهد. در نمودار ۱ که ایستگاه کوهرنگ را نشان می دهد، ضریب تعیین همبستگی بین تمام نمایه ها بالاست. در ایستگاه حمیدیه، (نمودار ۲) ضریب تعیین همبستگی بین نمرة Z بوقیه ی نمایه ها بالامی باشد.



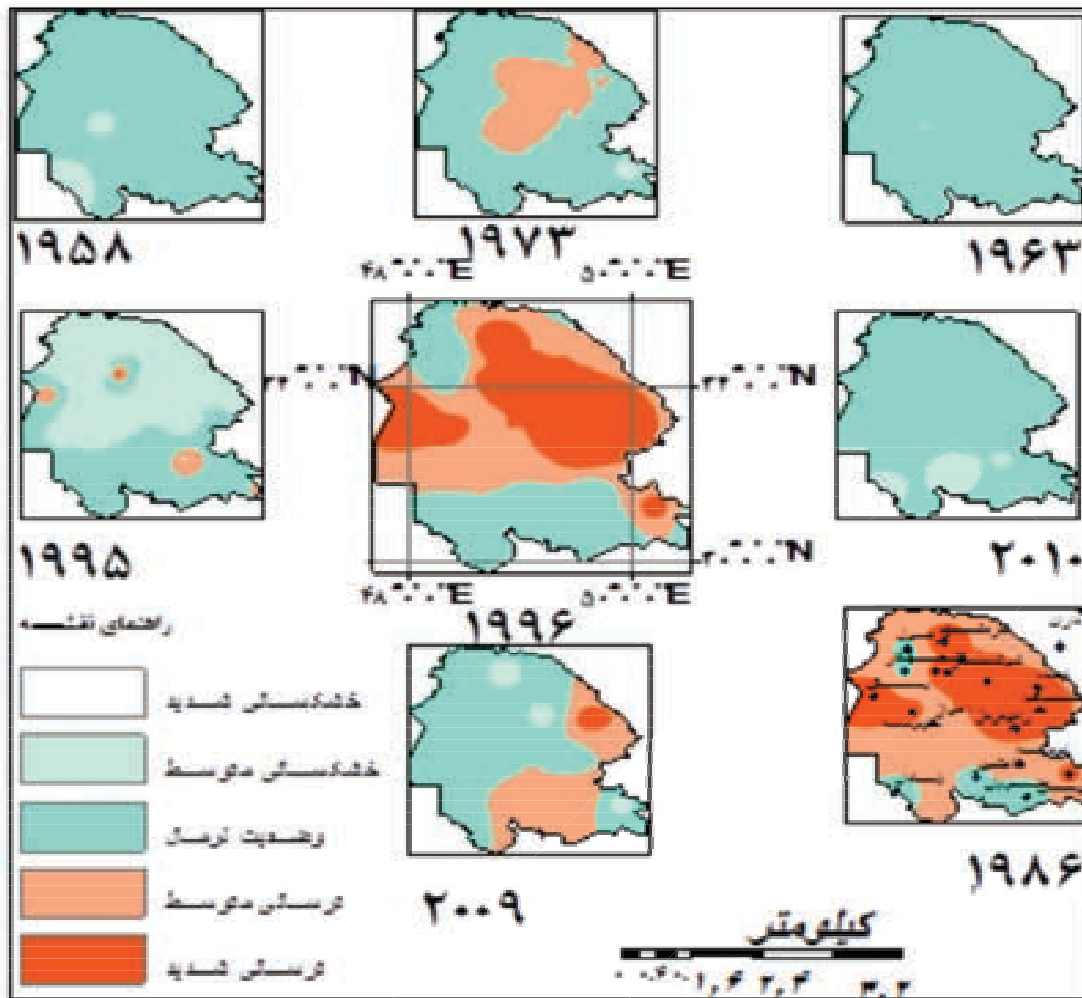
بررسی خشکسالی با نمایه ی شاخص بارش استاندارد
 با شاخص بارش استاندارد برای تمام سالها نقشه هایی ترسیم گردید که خشک ترین و مرطوب ترین سالها
 در شکل شماره ی ۳ نمایش داده شده است. سالهای ۱۹۹۵ و ۲۰۱۰ از همه ی سالها خشک تر هستند.



شکل شماره ی ۳ - سالهای خشک و تر بررسی شده در استان خوزستان با شاخص بارش استاندارد

بررسی خشکسالی با نمایه ی دهک ها

اگرچه همه ی شاخص ها از نظر عددی بدون انجام طبقه بندی با یکدیگر ضریب همبستگی بالایی دارند ولی در تحلیل کلاستر، در یک طبقه قرار نمی گیرند، این امر نشان می دهد طبقات این شاخص ها بخوبی تعریف نشده یا با یکدیگر هماهنگ نیستند. در شاخص بارش استاندارد ۸ طبقه بندی و در دهکها ۵ طبقه بندی وجود دارد و به این دلیل سالهای خشک در شکل ۳ و ۴ یکسان نیست. از نظر وسعت خشکسالی هم دو نمایه وسعت یکسانی ندارند، ترسالی شدید در سال ۱۹۸۶ بیشترین قسمتهای استان را در بر گرفته استیا در سال ۱۹۹۶ در بارش استاندارد بیستر استان خشکسالی را تجربه کرده اند در صورتی که با نمایه ی دهکها بر بیشتر استان ترسالی شدید حاکم است.

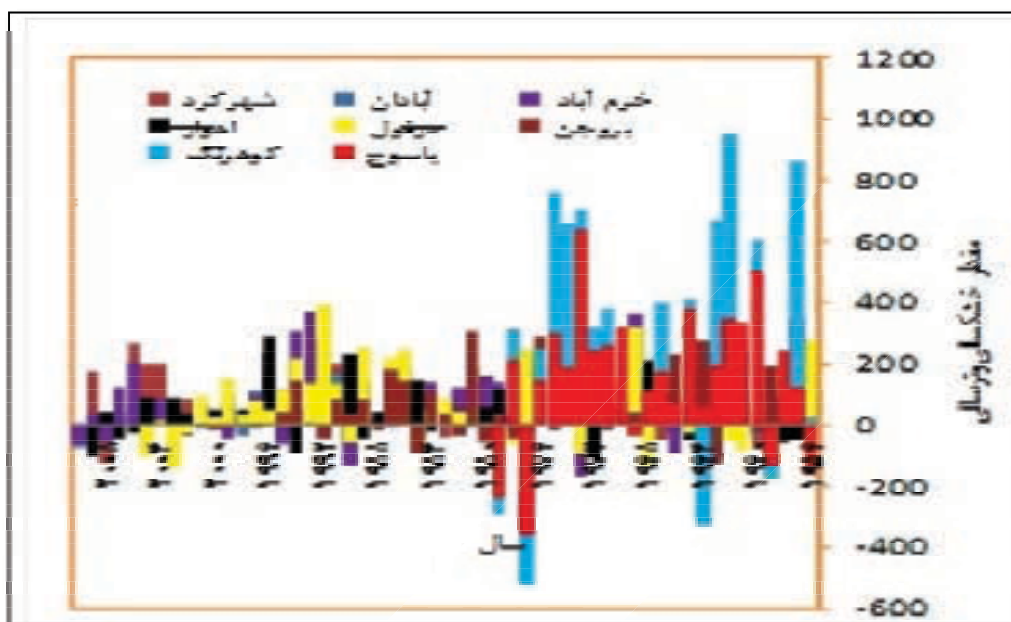


شکل شماره ۴- سالهای خشک و تر بررسی شده در استان خوزستان با دهکها (نگارندگان)

بررسی خشکسالی با نمایه ی دنباله ها

نمودار شماره ی ۳ با آزمون دنباله ها ترسیم شده است. این آزمون بر روی یک هیستوگرام ترسیم می شود که مقادیر منفی از خشکسالی حکایت می کند و مقادیر مثبت ترسالی را نشان می دهد. سالهای خشک در این هیستوگرام: از دهه ی ۵۰ سال ۱۹۵۴ و ۱۹۵۸؛ دهه ۶۰: ۶۰-۶۶-۶۸؛ دهه ی ۷۰: ۷۶ و ۷۸؛ دهه ی ۸۰: ۸۰، ۸۴ و ۸۶؛ دهه ی ۹۰: ۹۰، ۹۴، ۹۶ و ۹۲؛ و در سال ۲۰۰۰ بیشتر سالها مقدار منفی را نشان می دهند. هیستوگرامهای روبه بالا در دهه های ۷۰، ۵۰ و ۹۰ مشاهده می شوند و از سالهای مرطوب کاسته شده و به سالهای خشک افزوده شده است. شکل شماره ی ۵ سالهای خشک را با نمایه ی دنباله ها نشان داده است. طبقه بندی خاصی برای این نمایه وجود نداشت ولی در این شکل رنگ بنفش خشکسالی و قرمز ترسالی را نشان می دهد. خشک ترین سال ۲۰۱۰ و مرطوب ترین سال ۲۰۰۶ است. شکل شماره ی ۶ مقدار و شدت خشکسالی را نمایش می دهد همانطور که قبلا ذکر گردید هر دو ی اینها تقریباً یک مفهوم را نمایش می دهند و نقشه

های این شکل نیز به خوبی موضوع را تایید می کند. اهواز، ایذه، مسجد سلیمان، هفت تپه بیشترین مقدار و شدت خشک سالی را داشته اند. رامهرمز، هندیجان، شوشتر، کشتکار و بیستان هم کمترین مقدار را داشته اند. وقتی ایذه در این قسمت دیده می شود شاید تعجب آور باشد ولی این ایستگاه یک دوره ی دو ساله ی خشک را تجربه کرده است که شدت خشکسالی در آن ۴۳۰- بوده است که جزء مقادیر بالای استان محسوب می شود.



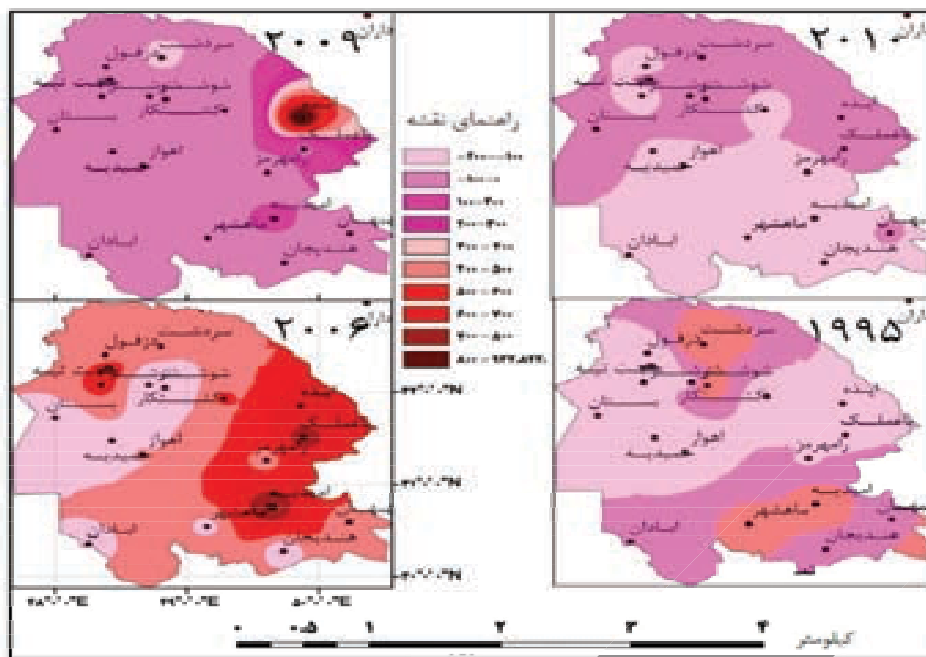
شکل شماره ۵- بررسی خشکسالی با نمایه ی دنباله ها در چند ایستگاه منتخب (نگارندگان)

جدول شماره ی ۳ خشکسالی را با نمایه ی دنباله ها بررسی میکنند. در این جدول طول دوره، مقدار، شدت و شدیدترین ویژگیهای خشکسالی را نشان می دهد. چند ایستگاه منتخب بیشترین دوره ها را داشته اند و به همین دلیل انتخاب شده اند. طول دوره ی خشکسالی در آبادان ۱۴ سال، ملاتانی ۱۲ سال، هفت تپه ۱۱ سال بیشترین تعداد دوره های خشکسالی را طی نموده اند. البته آمار ایستگاه آبادان از همه ی ایستگاهها بیشتر می باشد. سالهای مشترک خشک عبارتند از: ۲۰۰۱، ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ یعنی در بیشتر سالهای ۲۰۰۰ خشکسالی حاکم بوده است. مقدار خشکسالی که از جمع مقادیر منفی که در یک دوره ی خشک وجود دارد بدست می آید، میتواند گویای مقدار خشکی یک ایستگاه در آن دوره باشد. طولانی ترین دوره را ایستگاه مازو با یک دوره ی ۵ ساله با مقدار ۷۸۴،۴- راپشت سر گذاشته است. ایستگاه ملاتانی نیز یک دوره ی طولانی مدت ۵ ساله با مقدار ۴۶۱،۵- و یک دوره ی ۲ ساله با مقدار ۱۱۷- را پشت سر گذاشته است. مسجد

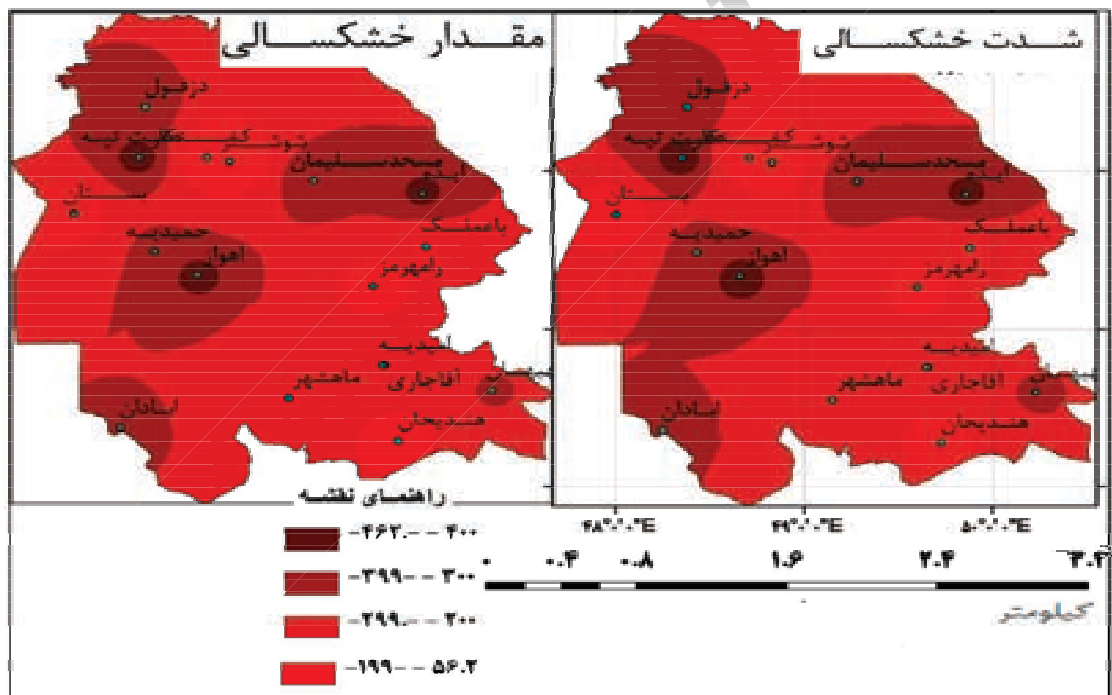
سلیمان، حمیدیه، هفت تپه و آبادان در رده های بعدی قرار دارند. شدت خشکسالی نیز وابسته به مقدار خشکسالی است و تقریباً هرچه طول دوره ی خشکسالی بیشتر باشد شدت خشکسالی نیز بیشتر بوده است. ولی شدیدترین خشکسالی یک دوره می تواند بهترین نتیجه را نشان دهد چون با این مقدار این موضوع ثابت می شود که کدام دوره و کدام ایستگاه شدیدترین خشکسالی را تجربه نموده اند. شدید ترین خشکسالی مربوط به ایستگاه مازوبا مقدار ۲۳۸- که طول دوره ی خشکسالی ۵ سال بوده است و به ترتیب شدیدترین مقدار خشکسالی در ایستگاه حمیدیه (۲۱۲-); مسجد سلیمان (۱۵۱,۸-); مازو (۱۵۱,۶-); (۱۴۱,۴-) گزارش شده است.

جدول شماره ۳- بررسی خشکسالی برخی از ایستگاهها با نمایه ی دنباله ها منبع نگارنده ها

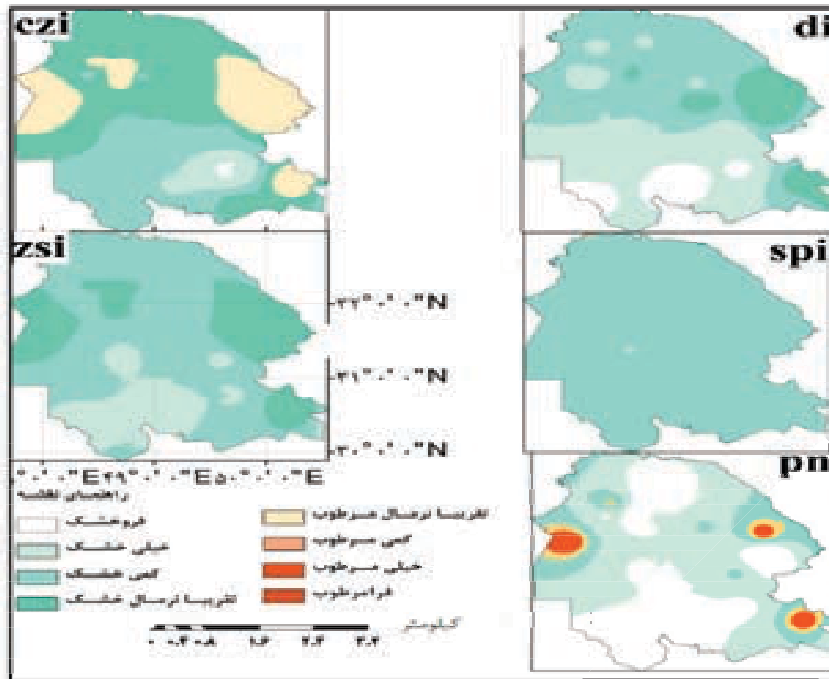
جدول ۳ بررسی خشکسالی برخی از ایستگاهها با نمایه ی دنباله ها منبع نگارنده				
ایستگاه	طول دوره ی خشکسالی	مقدار خشکسالی	شدت خشکسالی	شدیدترین خشکسالی
امیدیه	۳(۸۳-۸۴-۸۵)	-۱۰۸۸	-۱۱۱۸	-۵۹۸
	۲(۲۰۰۰-۲۰۰۱)	-۶۳.۷	-۶۵.۷	-۴۱.۱
	۲(۲۰۰۷-۲۰۰۸)	-۱۴۰.۴	-۱۴۲.۴	-۷۷.۵
ملاطانی	۳(۷۶ تا ۷۵)	-۴۲.۵	-۴۵.۵	-۳۲
	۲(۸۷-۸۸)	-۵۶.۶۶۲۳۳	-۵۸.۶۶۲۳۳	-۳۵.۶
	۲(۹۲-۹۳)	-۱۱۷.۵	-۱۱۹.۵	-۹۰
	۵(۲۰۱۰ تا ۲۰۰۶)	-۴۶۱.۳	-۴۶۶.۳	-۱۴۱.۴
مازو	۲(۸۹-۹۰)	-۱۹۶.۸	-۱۹۸.۸	-۱۵۱.۶
	۵(۲۰۱۰ تا ۲۰۰۶)	-۷۸۴.۴	-۷۷۹.۴	-۲۳۸.۱
آبادان	۴(۵۶-۵۷-۵۸-۵۹)	-۱۲۹.۱	-۱۳۳.۱	-۵۱.۷
	۴(۶۱-۶۲-۶۳-۶۴)	-۱۵۶.۷	-۱۶۰.۷	-۷۶.۶
	۲(۸۸-۸۹)	-۵۱.۲	-۵۳.۲	-۴۲.۷
	۲(۲۰۰۱,۲)	-۱۸.۲	-۲۰.۲	-۹.۴
	۲(۲۰۰۹,۱۰)	-۹۴.۸	-۹۶.۸	۷۱.۶
مسجد سلیمان	۲(۸۹-۹۰)	-۹۹.۵	-۱۰۱.۵	-۵۳.۵
	۳(۲۰۰۸,۹,۱۰)	-۲۹۹	-۳۰۲	-۱۵۱.۸
حمیدیه	۲(۹۹-۹۸)	-۱۸.۸	-۲۰.۸	-۱۰.۴
	۲(۲۰۰۲-۳)	-۸۵.۵	-۸۷.۵	-۳۷.۵
	۴(۲۰۰۷-۸-۹-۱۰)	-۲۰۸.۹	-۲۱۲.۹	-۱۱۳.۵
ماهشهر	۳(۸۸-۸۹-۹۰)	-۱۰۷.۸	-۱۱۰.۸	-۶۱
	۲(۲۰۰۷,۸)	-۹۹.۸	-۱۰۱.۸	-۷۲
هفت تپه	۳(۶۶-۶۷-۶۸)	-۱۰۹.۳	-۱۱۲.۳	۷۲.۴
	۳(۸۳-۸۴-۸۵)	-۱۳۲	-۱۳۵	۶۱.۷
	۲(۲۰۰۲-۲۰۰۳)	-۶۲.۲۱	-۶۴.۲۱	-۴۲.۱۷
	۳(۲۰۰۸-۹-۱۰)	-۲۱۲.۲	-۲۱۵.۲	-۸۱.۸



شکل شماره ۶- سالهای خشک و تر بررسی شده در استان خوزستان با نمایه ی دنباله ها (نگارندگان)



شکل شماره ۷- بررسی شدت و مقدار خشکسالی بانمایه ی دنباله ها (نگارندگان)



شکل شماره ۸- بررسی مقایسه ای خشکسالی در استان خوزستان (نگارندگان)

بررسی مقایسه ای خشکسالی

سال ۲۰۱۰ با همه ی نمایه ها بررسی شد که همه این سال را خشک نمایش می دهند و اختلافات کمی که بین نقشه ها مشاهده می شود بدلیل کلاس بندی متفاوت نمایه ها است .

نتیجه گیری

یکی از مباحث مهم در جهان امروزی تغییر اقلیم است اولین اثر تغییر اقلیم طولانی شدن و شدت یافتن خشکسالی در برخی از نواحی جهان است. کشور ما ایران که بر روی کمربند خشک جهان قرار گرفته است و کمبود منابع آبی یک تهدید جدی است که ما را ملزم می کند به منابع آبی توجه ویژه ای داشته باشیم. در این مقاله نتایج زیر حاصل شد:

بین نمایه های خشکسالی ضریب تعیین همبستگی بسیار بالا است. ضریب تعیین همبستگی در ایستگاه بهبهان کمتر از دزفول و آقاجاری کمتر از شهرکرد است ولی در همه ی ایستگاهها بالای ۹۰ درصد است. شدت و مقدار خشکسالی در استان خوزستان بیشتر از شهرکرد و خرم آباد و ایستگاههای اطراف است. در سالهای اخیر بر مقدار و طول خشکسالی افزوده شده است و در سال ۲۰۱۰ شدید ترین و وسیع

ترین خشکسالی در استان خوزستان رخ داده است. البته دهه های ۶۰ و ۹۰ نیز خشکسالی های وسیعی بوقوع پیوسته است و سالهای ۱۹۹۵، ۱۹۶۰ و ۱۹۹۶ جزء سالهای خشک محسوب میشوند. برای رهایی از بحران خشکسالی استفاده ی صحیح و بهینه ی آب می تواند تا حدودی ما را از کمبود آب نجات دهد.

Archive of SID

منابع

- ۱- انصافی مقدم، ط. ۱۳۸۶. ارزیابی چند شاخص خشکسالی اقلیمی و تعیین مناسب ترین شاخص در حوضه ی دریاچه ی نمک. فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران. جلد ۱۴، شماره ۲، صص ۲۸۸-۲۷۱.
- ۲- آسیایی، م. ۱۳۸۵. پایش خشکسالی در مشهد با استفاده از شاخص خشکسالی پالم. مجله ی جغرافیا و توسعه ناحیه ای. شماره ی ۷، صص ۱۶۸-۱۶۷.
- ۳- رضیایی، طیب و همکاران (۱۳۸۶)، بررسی خشکسالی های هوا شناسی (اقلیمی) در استان سیستان و بلوچستان با استفاده از نمایه SPI و مدل زنجیره ای مارکوف، مجله تحقیقات منابع آب ایران، سال سوم، شماره یک، صص ۳۵-۲۵.
- ۴- زارع ابیانه، حمید و محبوبی، ع. ۱۳۸۳. بررسی وضعیت خشکسالی و روند آن در مناطق همدان براساس شاخص های آماری. خشکسالی پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۶۴ پاییز.
- ۵- سلطانی، سعید و سعادت، سید سارا. پهنه بندی خشکسالی در استان اصفهان با استفاده از نمایه ی بارش استاندارد. مجله علوم و آبخیزداری ایران، سال اول، شماره ی ۲، صص ۶۷-۶۴.
- ۶- صداقت کردار، ع و فتاحی، ا. ۱۳۸۷. شاخص های پیش آگاهی خشکسالی در ایران. مجله ی جغرافیا و توسعه، شماره ۱۱، صص ۷۶-۵۹.
- ۶- عزیزی، ق. ۱۳۷۸. الینو و دوره های خشکسالی - ترسالی در ایران. پژوهش های جغرافیایی، شماره ی ۳۸، صص ۸۴-۷۱.
- ۷- علیزاده، امین. ۱۳۸۷. اصول هیدرولوژی کاربردی. مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی، صص ۲۷۸ و ۲۷۹.
- ۸- فرج زاده، حسن. ۱۳۸۶. تحلیل و تعیین خشکسالی و ترسالی. رشد آموزش جغرافیا، دوره بیست و دوم، شماره ی ۱، پاییز.
- ۹- کار آموز، محمد و کراچیان، رضا. ۱۳۸۴. برنامه ریزی برای تدوین طرح های جامع کاهش آلودگی آب سیستم های رودخانه ای مطالعه ی موردی: سیستم رودخانه های کارون و دز. تحقیقات منابع آب ایران، سال یکم شماره ۱ بهار.
- ۱۰- کارآموز. مهر. ر، کراچیان، ۱۳۸۲، برنامه ریزی و مدیریت کیفی سیستم های منابع آب، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- ۱۱- لشتی زند، م. و تلوری، ع. (۱۳۸۳)، تداوم و فراوانی خشکسالی های اقلیمی درشش حوضه واقع در غرب و شمال غرب کشور، فصلنامه ی تحقیقات جغرافیایی، شماره ی ۷۲ صفحه ی ۷۵-۸۶.
- ۱۲- محمودی. الف، ۱۳۸۰، هیدرولوژی کاربردی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران
- ۱۳- منتظری، مجید. ۱۳۸۷. شناسایی، تحلیل روند خشکسالی های اقلیمی زیر حوضه های زاینده رود در نیم سده ی گذشته. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲۲، صص ۱۴۴-۱۲۵.
- ۱۴- مهدوی، م. ۱۳۷۸. هیدرولوژی کاربردی. دانشگاه تهران.
- ۱۵- هدایت دزفولی، اکرم. ۱۳۸۴، بررسی خشکسالی و روند آن در استان کهگیلویه و بویراحمد. مجله ی نیو آر شماره های ۵۹ و ۵۸.

- 16-Celine Herweijer, Richard Seager, Edward R. Cook, and Julien Emile-Geay North American Droughts of the Last Millennium from a Gridded Network of Tree-Ring Data, Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University, Palisades, New York, Drying Technology: An International Journal, Volume 31, Issue 15, 2013
- 17-Celine Herweijer, Richard Seager. (2008) The global footprint of persistent extra-tropical drought in the instrumental era. *International Journal of Climatology* **28**:13, 1761-1774
Online publication date: 15-Nov-2008.
- 18-Cook, E. R., D. M. Meko, and C. W. Stockton, 1997: A new assessment of possible solar and lunar forcing of the bidecadal drought rhythm in the western United States. *J. Climate*, **10**, 1343–1356.
- 19-D. Khider¹, L. D. Stott¹, J. Emile-Geay¹, R. Thunel¹, D. E. Hammond¹, Assessing El Niño Southern Oscillation variability during the past millennium, Volume 26, Issue 3, September 2011
- 20-Hu, Q., and S. Feng, 2001: A southward migration of centennial-scale variations of drought/flood in eastern China and the western United States. *J. Climate*, **14**, 1323–1328.
- 21-Julien Emile-Geay, Kimberly M. Cobb, Michael E. Mann, Andrew T. Wittenberg. (2013) Estimating Central Equatorial Pacific SST Variability over the Past Millennium. Part II: Reconstructions and Implications. *Journal of Climate* **26**:7, 2329-2352 Online publication date: 1-Apr-2013.
- 22-Kaplan, A., Y. Kushnir, and M. A. Cane, 2000: Reduced space optimal interpolation of historical marine sea level pressure: 1854–1992. *J. Climate*, **13**, 2987–3002
- 23-Mackee, B., T. Nolan, J. Kleist. 1995. Drought monitoring with multiple timescales. *conferences on Applied Climatology*. 15-20 January, Boston, Massachusetts: 223-236 drought assessment and monitoring in Greece.
- 24-R. Justin DeRose, Shih-Yu Wang, John D. Shaw. (2013) Feasibility of High-Density Climate Reconstruction Based on Forest Inventory and Analysis (FIA) Collected Tree-Ring Data. *Journal of Hydrometeorology* **14**:1, 375-381
Online publication date: 1-Feb-2013.
- 25-Seager, Richard, Alexandrina Tzanova, Jennifer Nakamura, 2009: Drought in the Southeastern United States: Causes, Variability over the Last Millennium, and the Potential for Future Hydroclimate Change*. *J. Climate*, **22**, 5021–5045. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/2009JCLI2683.1>
- 26-Woodhouse, C. A., and J. T. Overpeck, 1998: 2000 years of drought variability in the central United States. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **79**, 2693–2714
- 27-Woodhouse, C. A., J. L. Russell, E. R. Cook, 2009: Two Modes of North American Drought from Instrumental and Paleoclimatic Data*. *J. Climate*, **22**, 4336–4347. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/2009JCLI2705.1>