

آزمون مدل‌های ارزیابی خشکسالی و ترسالی برای ایستگاه‌های اندیمشک و ماهشهر خوزستان

فریده عظیمی

استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ایران

غلامعلی فرهادوند*

دانش آموخته کارشناسی ارشد اقلیم شناسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، ایران

منیژه ظهوریان پردل

استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۱۵

چکیده

در پژوهش حاضر، پدیده خشکسالی و ترسالی در دو منطقه اندیمشک و ماهشهر در استان خوزستان، بر اساس داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی در یک دوره زمانی ۲۰ ساله (۱۳۸۹-۱۳۷۰)، مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه از شاخص‌های استاندارد شده بارش (SPI)، درصد از نرمال (PN)، روش نیچه (NITZCHE)، Z نرمال و شاخص دهک‌ها برای سنجش میزان شدت و تداوم دوره خشکسالی و ترسالی استفاده شد. نتایج این بررسی نشان داد که در تمامی شاخص‌ها، سال‌های با بارش نرمال از توالی و تداوم بیشتری نسبت به سال‌های خشک و مرطوب برخوردار بودند. به گونه‌ای که براساس شاخص SPI، ایستگاه اندیمشک دارای ۱۳ سال بارش تقریباً نرمال است و ایستگاه ماهشهر نیز دارای ۱۵ سال بارشی تقریباً نرمال بود، بر اساس شاخص PN، در سال ۷۸ در هر دو ایستگاه ماهشهر و اندیمشک خشکسالی شدید واقع شده است. بر اساس روش نیچه در ایستگاه اندیمشک ۱۳ سال نرمال و در ایستگاه ماهشهر ۱۵ سال بارش نرمال اتفاق افتاده است. بر اساس شاخص Z نرمال، در ایستگاه اندیمشک دو سال (۱۳۸۷ و ۱۳۸۱) و در ایستگاه ماهشهر یک سال (۱۳۸۷) به عنوان سال بارش دارای خشکسالی شدید مکتوب گردیده است. بر اساس شاخص دهک، خشک‌ترین سال بارشی هر دو ایستگاه اندیمشک و ماهشهر سال‌های ۸۷ و ۷۸ است که در دهک اول واقع شده است.

واژگان کلیدی: خشکسالی، ترسالی، شاخص SPI، شاخص PN، شاخص Z نرمال، شاخص دهک، اندیمشک، ماهشهر.

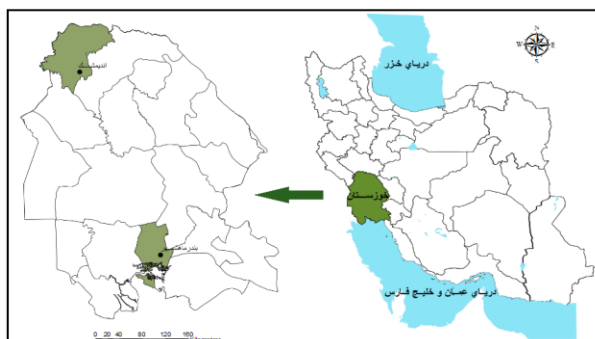
مقدمه

کاهش بارندگی نسبت به شرایط نرمال باعث خشکسالی در منطقه می‌شود، خشکسالی یک پدیده طبیعی است ولی تداوم آن در یک دوره زمانی طولانی، مشکل ساز خواهد شد، احتمال وقوع خشکسالی‌ها در ایران بین ۱۰٪ تا ۱۵٪ می‌باشد و

از وقایع نادر به حساب نمی‌آید. آسیب‌های ناشی از خشکسالی غیر ساختاری بوده و وسعت مناطق آسیب دیده در اثر آن در مقایسه با سایر بلایای طبیعی بیشتر است (امین، ۱۳۷۹). همچنین اثرات اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی آن مدت‌ها پس از پایان خشکسالی باقی خواهد ماند. افزایش آگاهی عموم مردم نسبت به پدیده خشکسالی می‌تواند در کاهش آسیب‌ها نقش مؤثری داشته باشد (بذر افشان، ۱۳۷۹). در هر خشکسالی چهار ویژگی مطرح است که شامل شدت، مدت، تعداد وقوع و گستره خشکسالی می‌باشد (حسنی و صالحی، ۱۳۷۹). با پیش بینی خشکسالی می‌توان از استراتژی‌های مدیریتی در زمینه کاهش آسیب‌های خشکسالی استفاده کرد. راهبردهای مدیریتی و کنترل خشکسالی‌ها مشخص کننده دامنه تغییرات میزان ارزیابی آسیب‌های ناشی از خشکسالی‌ها می‌باشد (بیک محمدی و نوری، ۱۳۸۴). بر این اساس می‌توان آسیب‌های ناشی از خشکسالی بر مراتع را با پایش و ارزیابی خشکسالی و پیش بینی این پدیده‌ها با روش‌های مدیریتی عواملی که بر مراتع اثر می‌گذارند کاهش داد (نظر نژاد و همکاران، ۱۳۸۶). در پی تحول‌های اقلیمی و افزایش نوسان‌های آب و هوایی کره زمین، توجه به خشکسالی افزایش یافته و مطالعاتی در هر دو سطح ملی و بین‌المللی صورت پذیرفته است. از این مطالعات می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

توماس^۱ (۱۹۶۷) به یک توالی ریتم دار تقریباً ۲۰ ساله و به چهار دوره خشکسالی بزرگ در آمریکا اشاره کرده است. وی اوج خشکسالی‌های مذکور را به سالهای ۱۸۹۲، ۱۹۱۲، ۱۹۳۴ و ۱۹۵۳ متعلق می‌داند، موهان و رنگچیرا^۲ (۱۹۹۱) در هندوستان پژوهش‌هایی را در زمینه خشک سالی هواشناسی براساس جریان‌های رودخانه‌ای و بارش ماهانه انجام دادند که نتایج نهایی رضایت بخش گزارش شده. مک کی (۱۹۹۳) برای نشان دادن شاخص بارش استاندارد شده از یک سیستم طبقه بندی شده استفاده کردند. زارع ایبانه و همکاران (۱۳۸۰) خشکسالی‌های به وقوع پیوسته در غرب کشور را با استفاده از بعضی شاخص‌های خشکسالی مطالعه کردند. لشتی زند و خرمیان (۱۳۸۰) خشکسالی در ایران مرکزی را با استفاده از شاخص SPI مورد مطالعه قرار دادند.

در این پژوهش با بررسی شاخص‌های ارزیابی خشکسالی و ترسالی، به ارایه راهکارهای مدیریتی کنترل خشکسالی و روش‌های کاهش آثار آن در منطقه اندیمشک و ماهشهر در استان خوزستان (شکل ۱) پرداخته می‌شود.



شکل ۱: نقشه موقعیت اندیمشک و ماهشهر

^۱. Tomas

^۲. Mohan & Rangacharya

داده‌ها و روش‌ها

داده‌های بارش سالانه‌ی ایستگاه‌های ماهشهر و اندیمشک در یک دوره‌ی آماری ۲۰ ساله از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۹ برای این مطالعه انتخاب گردید. به منظور آماده سازی و جورکردن داده‌ها به کمک آزمون جرم مضاعف، داده‌ها تکمیل و سنجش صحت و همگنی آنها صورت گرفت و خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها بررسی شدند. برای تعیین و طبقه بندی خشکسالی‌ها و ترسالی‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه از شاخص آستانه نرمال اقلیمی، شاخص درصدی نرمال، شاخص انحراف از میانگین، شاخص استاندارد بارش، شاخص دهک استفاده شده است در این مطالعه نرم افزارهای Excel و Dip به کار رفته است. اساس شاخص‌های خشکسالی و ترسالی انتخاب شده بر مبنای سنجش انحراف مقادیر بارندگی از میانگین دراز مدت طی یک دوره زمانی معین استوار است. بر اساس شاخص استاندارد شده بارش^۳(SPI)، وضعیت خشکسالی و ترسالی یک منطقه، بر مبنای میزان بارش‌های جوی از میانگین بارندگی در یک منطقه سنجیده می‌شوند. شاخص‌های استاندارد شده بارش با کمیت متفاوت، وضعیت‌های متفاوتی از خشکسالی و ترسالی را نشان می‌دهند که در جدول ۱ ذکر شده‌اند. جهت تفسیر نتایج SPI طبقه بندی جدول ۱ ارائه شده است. بر این اساس مقادیر ۲ و بالاتر شاخص SPI بیان‌گر ترسالی بسیار شدید و مقدار ۳- و کمتر آن نشان دهنده خشکسالی بسیار شدید است.

جدول ۱: جدول طبقه بندی شاخص SPI (لشتی زند و همکاران، ۱۳۸۳)

طبقه بندی شاخص SPI	
ترسالی بسیار شدید	۲ و بیشتر
خیلی مرطوب	۱/۵ تا ۱/۹۹
ترسالی متوسط	۱ تا ۱/۴۹
تقریباً نرمال	-۰/۹۹ تا ۰/۹۹
خشکسالی متوسط	-۱ تا -۱/۴۹
خشکسالی شدید	-۱/۵ تا -۱/۹۹
خشکسالی بسیار شدید	-۲ و کمتر ۳-

شاخص درصد از نرمال (PN): به دلیل سادگی، جامع بودن و انعطاف پذیری بالا یک شاخص مهم به شمار می‌آید. این شاخص فقط از فاکتور میانگین در ارزیابی خشکسالی استفاده می‌شود. واحد ارزیابی این شاخص ماهانه و سالانه است و بر اساس جدول ۲ تحلیل می‌شود.

جدول ۲: طبقه بندی بر اساس شاخص (PN)

طبقه بندی شاخص PN	
خشکسالی ضعیف	۷۰ تا ۸۰ درصد
خشکسالی متوسط	۵۵ تا ۷۰ درصد
خشکسالی شدید	۴۰ تا ۵۵ درصد
خشکسالی بسیار شدید	کمتر ۴۰ درصد

منبع: بDAQ جمالی و همکاران، ۱۳۸۴

شاخص نیچه (NITZCHE):

این روش توسط نیچه^۴ (۲۰۰۲) برای بررسی و تعیین ترسالی، خشکسالی و سال نرمال در چندین حوضه آبریز در برزیل از سه معادل زیر بهره گرفت.

سال نرمال: $(\bar{P} - Sd) \leq P_i \leq (\bar{P} + Sd)$ سال مرطوب: $P_i \geq (\bar{P} + Sd)$ سال خشک: $P_i \leq (\bar{P} - Sd)$

P_i = بارش سال مفروض به میلی‌متر؛

Sd = انحراف معیار بارش در طول دوره آماری؛

\bar{P} = میانگین بارش بلند مدت ایستگاه به میلی‌متر؛

شاخص Z نرمال: نکته مورد توجه در این شاخص، محاسبه احتمال‌ها از طریق جداول توزیع نرمال است که در توزیع

نرمال، ۶۸/۲ درصد داده‌ها در بین $P \pm SD$ و ۹۴/۴ درصد داده‌ها در بین $P \pm 4SD$ و ۹۹/۷ درصد داده‌ها در بین $P \pm 3SD$

واقع شده‌اند. طبقه بندی شاخص استاندارد در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: توصیف کیفی خشکسالی و ترسالی سالانه بارش بر اساس Z نرمال

نمره شاخص	توصیف کیفی خشکسالی و ترسالی
$Z > 1/75$	ترسالی بسیار شدید
$1/25 < Z < 1/75$	ترسالی شدید
$0/75 < Z < 1/25$	ترسالی متوسط
$0/25 < Z < 0/75$	ترسالی ضعیف
$-0/25 < Z < 0/25$	نرمال
$-0/75 < Z < -0/25$	خشکسالی ضعیف
$-1/25 < Z < -0/75$	خشکسالی متوسط
$-1/75 < Z < -1/25$	خشکسالی شدید
$< -1/75 Z$	خشکسالی بسیار شدید

منبع: بDAQ جمالی و همکاران، ۱۳۸۴

در روش دهک‌ها مقادیر توزیع بارش به وقوع پیوسته از کوچک‌ترین تا بزرگ‌ترین مقدار مرتب شده در یک دوره

طولانی به ۱۰ بخش تقسیم می‌شود. هر یک از این بخش‌ها یک دهک نامیده می‌شود. به عنوان مثال دهک اول معرف

4. Nitzche

مقدار بارشی است که از ۱۰ درصد بارش کمتر است و بر این اساس دهک ۶ و ۵ به عنوان دهک میانه، بارندگی در حد نرمال را در بر می‌گیرد و دهک ۱۰ و ۹ شامل بالاترین مقادیر بارندگی ثبت شده است. جدول ۴ طبقه بندی دهک‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۴. طبقه بندی دهک‌ها (شاخص دهک‌ها) (Wilhite, 1995)

مقدار درصد وقوع	وضعیت	شماره دهک
کمتر از ۱۰ درصد	خشکسالی بسیار شدید	اول
۱۰ - ۲۰ درصد	خشکسالی شدید	دوم
۲۰ - ۳۰ درصد	خشکسالی متوسط	سوم
۳۰ - ۴۰ درصد	تقریباً نرمال	چهارم
۴۰ - ۵۰ درصد	نرمال	پنجم
۵۰ - ۶۰ درصد	نرمال	ششم
۶۰ - ۷۰ درصد	کمی مرطوب	هفتم
۷۰ - ۸۰ درصد	مرطوب	هشتم
۸۰ - ۹۰ درصد	خیلی مرطوب	نهم
بیشتر از ۹۰ درصد	بسیار مرطوب	دهم

بحث

در بررسی شاخص SPI ۲۰ ساله دو ایستگاه اندیمشک و ماهشهر، وضعیت هر دو ایستگاه از لحاظ خشکسالی و ترسالی بررسی و داده‌های واقعی بارش به شاخص کمی SPI تبدیل شدند. بر اساس داده‌های ایستگاه اندیمشک، منطقه اطراف آن ۱۳ سال بارشی تقریباً نرمال داشت. در این دوره ۲۰ ساله تنها در سال ۸۷ خشکسالی شدید اتفاق افتاد. داده‌های ایستگاه ماهشهر نیز در همین دوره زمانی نشان می‌دهند که در طول ۱۵ سال، بارش تقریباً نرمال بود که مدت آن در مقایسه با منطقه اندیمشک ۲ سال بیشتر است. در آن ایستگاه ترسالی بسیار شدید تنها در سال ۷۶ اتفاق افتاده و در سال ۸۷ خشکسالی متوسط برای این ایستگاه ثبت شد (جدول ۵). در بررسی شاخص درصد از نرمال بارش (PN) برای ایستگاه‌های ماهشهر و اندیمشک، ۱۶ سال خشکسالی ضعیف در ایستگاه اندیمشک و در ایستگاه ماهشهر نیز ۱۲ سال خشکسالی ضعیف ثبت شده است. در سال ۷۸ در هر دو ایستگاه ماهشهر و اندیمشک خشکسالی شدید واقع شده است و در کل تعداد سال‌های دارای خشکسالی شدید در هر دو ایستگاه برابر و معادل ۲ سال بارش است. تنها در سال ۸۷ در این دو ایستگاه خشکسالی بسیار شدید رخ داده است (جدول ۴). در بررسی شاخص Z نرمال برای ایستگاه‌های ماهشهر و اندیمشک با محاسبه انحراف معیار بارش سالانه دوره ۲۰ ساله برای هر دو ایستگاه، طبق جدول ۴ در ایستگاه اندیمشک چهار سال نرمال و در ایستگاه ماهشهر تنها یک سال نرمال (۱۳۸۲) به ثبت رسیده است. ترسالی شدید نیز در این دو ایستگاه مانند وضعیت سال بارش نرمال بود و در ایستگاه اندیمشک چهار سال با ترسالی شدید و در ایستگاه ماهشهر یک سال با ترسالی شدید دیده می‌شود. تعداد سال‌های دارای خشکسالی شدید در هر دو ایستگاه محدود است در ایستگاه اندیمشک دو سال (۱۳۸۷ و ۱۳۸۱) و در ایستگاه ماهشهر یک سال (۱۳۸۷) به عنوان سال بارش دارای خشکسالی شدید مکتوب شده است که در هر دو ایستگاه در سال ۱۳۸۷ خشکسالی شدید نمایان است.

جدول ۵: طبقه بندی خشکسالی بر اساس سه شاخص SPI، PN، Z نرمال در دو ایستگاه ماهشهر و اندیمشک

سال	SPI اندیمشک	طبقه‌های خشکسالی	SPI ماهشهر	طبقات خشکسالی	PN اندیمشک	طبقه‌های خشکسالی	PN ماهشهر	Z اندیمشک	طبقات خشکسالی	Z ماهشهر	طبقه‌های خشکسالی
۱۳۷۰	۰/۳۱	تقریباً نرمال	۰/۷۵	تقریباً نرمال	۱۱۱/۲۸	خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	۰/۳۱	ترسالی ضعیف	۰/۷۵	ترسالی متوسط
۱۳۷۱	۱/۳۵	ترسالی متوسط	۰/۴۳	تقریباً نرمال	۱۴۸	خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	۱/۳۵	ترسالی شدید	۰/۴۳	ترسالی ضعیف
۱۳۷۲	-۰/۵۴	تقریباً نرمال	-۰/۹	تقریباً نرمال	۸۰	خشکسالی ضعیف	خشکسالی متوسط	-۰/۵۴	خشکسالی ضعیف	-۰/۹۰	خشکسالی متوسط
۱۳۷۳	-۰/۲۲	تقریباً نرمال	۱/۴۴	ترسالی متوسط	۹۱	خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	-۰/۲۲	نرمال	۱/۴۴	ترسالی شدید
۱۳۷۴	-۰/۴۵	تقریباً نرمال	۰/۷۵	تقریباً نرمال	۸۳	خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	-۰/۴۵	خشکسالی ضعیف	۰/۷۵	ترسالی متوسط
۱۳۷۵	-۰/۸۳	تقریباً نرمال	۰/۹۲	تقریباً نرمال	۷۰	خشکسالی متوسط	خشکسالی متوسط	-۰/۸۳	خشکسالی متوسط	-۰/۹۲۸	خشکسالی متوسط
۱۳۷۶	۱/۶۸	خیلی مرطوب	۲/۴۵	ترسالی بسیار شدید	۱۶۰	خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	۱/۶۸	ترسالی شدید	۲/۴۵	ترسالی بسیار شدید
۱۳۷۷	%۴	تقریباً نرمال	۱/۰۹	ترسالی متوسط	۱۰۱	خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	%۴	نرمال	۱/۰۹	ترسالی متوسط
۱۳۷۸	-۱/۵۱	خیلی مرطوب	-۱/۰۲	ترسالی متوسط	۴۵	خشکسالی شدید	خشکسالی شدید	-۱/۵۱	خشکسالی شدید	-۱/۰۲۵	خشکسالی متوسط
۱۳۷۹	-۰/۳۸	تقریباً نرمال	-۰/۴	تقریباً نرمال	۸۶	خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	-۰/۳۸	خشکسالی ضعیف	-۰/۴۰	خشکسالی ضعیف
۱۳۸۰	-%۸	تقریباً نرمال	۰/۳۲	تقریباً نرمال	۹۶	خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	-%۸	نرمال	۰/۳۲۶	ترسالی ضعیف
۱۳۸۱	-۱/۳۴	خشکسالی متوسط	-۰/۸۹	تقریباً نرمال	۵۱	خشکسالی شدید	خشکسالی متوسط	-۱/۳۴	خشکسالی شدید	-۰/۸۹	خشکسالی متوسط
۱۳۸۲	۱/۵۳	خیلی مرطوب	%۹۶	تقریباً نرمال	۱۵۵	خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	۱/۵۳	ترسالی شدید	۰/۰۹۶	نرمال
۱۳۸۳	۱/۲۵	ترسالی متوسط	-۰/۵۳	تقریباً نرمال	۱۴۵	خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	۱/۲۵	ترسالی شدید	-۰/۵۳	خشکسالی ضعیف
۱۳۸۴	۰/۵۷	تقریباً نرمال	۰/۵۰۸	تقریباً نرمال	۱۲۰	خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	۰/۵۷	ترسالی ضعیف	۰/۵۰۸	ترسالی ضعیف
۱۳۸۵	۰/۶۱	تقریباً نرمال	-۰/۶۴	تقریباً نرمال	۱۲۲	خشکسالی ضعیف	خشکسالی متوسط	۰/۶۱	ترسالی ضعیف	-۰/۶۴	خشکسالی ضعیف
۱۳۸۶	۰/۵۷	تقریباً نرمال	-۰/۹۵	تقریباً نرمال	۷۹	خشکسالی ضعیف	خشکسالی شدید	-۰/۵۷	خشکسالی ضعیف	-۰/۹۵	خشکسالی متوسط
۱۳۸۷	-۱/۸۱	خشکسالی شدید	-۱/۴۰	خشکسالی متوسط	۳۴	خشکسالی بسیار شدید	خشکسالی بسیار شدید	-۱/۸۱	ترسالی بسیار شدید	-۱/۴۰	خشکسالی شدید
۱۳۸۸	۰/۶۴	تقریباً نرمال	۰/۴۹	تقریباً نرمال	۱۲۳	خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	۰/۶۴	ترسالی ضعیف	۰/۴۹۳	ترسالی ضعیف
۱۳۸۹	-۰/۲۴	تقریباً نرمال	-۰/۶۷	تقریباً نرمال	۹۱	خشکسالی ضعیف	خشکسالی متوسط	-۰/۲۴	نرمال	-۰/۶۷۹	خشکسالی ضعیف

در روش نیچه (NITZCHE) برای ایستگاه‌های ماهشهر و اندیمشک دارای یک محدوده برای بارش نرمال و دو آستانه برای خشکسالی و ترسالی است.

جدول ۶: آستانه ترسالی خشکسالی و بارش نرمال به روش نیچه

ماهشهر	اندیمشک	ایستگاه محدوده
<۱۰۸/۴۰	<۲۳۴/۴۶	خشکسالی
بین ۱۰۸/۴۰ تا ۳۰۰/۳۷	بین ۲۳۴/۴۶ تا ۴۹۸/۷۹	نرمال
>۳۰۰/۳۷	>۴۹۸/۷۹	ترسالی

بر اساس مدل نیچه در ایستگاه اندیمشک ۱۳ سال نرمال و در ایستگاه ماهشهر ۱۵ سال بارش نرمال اتفاق افتاده است. تعداد سال مرطوب دو ایستگاه اندیمشک ۴ سال مرطوب و در ایستگاه ماهشهر ۳ سال مرطوب ثبت گردیده است. تعداد سال های خشک در اندیمشک ۳ سال و در ایستگاه ماهشهر ۲ سال بوده است (جدول ۶).

جدول ۷: نتایج حاصل از تفسیر داده‌های بارش در دو ایستگاه به روش نیچه

سال	بارش سالانه اندیمشک (mm)	وضعیت سال بارش	بارش سالانه ماهشهر (mm)	وضعیت سال بارش
۱۳۷۰	۴۰۸	نرمال	۲۷۶/۴	نرمال
۱۳۷۱	۵۴۵/۵	مرطوب	۲۴۶/۳	نرمال
۱۳۷۲	۲۹۴/۷	نرمال	۱۱۷/۱	نرمال
۱۳۷۳	۳۳۶/۸	نرمال	۳۴۳/۵	مرطوب
۱۳۷۴	۳۰۵/۹	نرمال	۲۷۷/۳	نرمال
۱۳۷۵	۲۵۶/۸	نرمال	۱۱۵/۳	نرمال
۱۳۷۶	۵۸۸/۸	مرطوب	۴۴۰/۱	مرطوب
۱۳۷۷	۳۷۲	نرمال	۳۰۹/۱	مرطوب
۱۳۷۸	۱۶۶/۱	خشک	۱۰۶	خشک
۱۳۷۹	۳۱۶/۱	نرمال	۱۶۵/۸	نرمال
۱۳۸۰	۳۵۵/۶	نرمال	۲۳۵/۷	نرمال
۱۳۸۱	۱۸۹	خشک	۱۱۸/۲	نرمال
۱۳۸۲	۵۷۰	مرطوب	۲۱۳/۷	نرمال
۱۳۸۳	۵۳۲/۲	مرطوب	۱۵۳/۵	نرمال
۱۳۸۴	۴۴۳/۱	نرمال	۲۵۳/۲	نرمال
۱۳۸۵	۴۴۷/۹	نرمال	۱۴۲/۵	نرمال
۱۳۸۶	۲۹۰/۵	نرمال	۱۱۳/۲	نرمال
۱۳۸۷	۱۲۷/۳	خشک	۶۹/۹	خشک
۱۳۸۸	۴۵۱/۵	نرمال	۲۵۱/۸	نرمال
۱۳۸۹	۳۳۴/۷	نرمال	۱۳۹/۲	نرمال

نتایج حاصل از محاسبه شاخص دهک برای ایستگاه اندیمشک و ماهشهر در جدول ۸ و ۹ نشان داده شده است.

جدول ۸: نتایج حاصل از محاسبه شاخص دهک برای ایستگاه اندیمشک

دهک اول	دهک دوم	دهک سوم	دهک چهارم	دهک پنجم	دهک ششم	دهک هفتم	دهک هشتم	دهک نهم	دهک دهم
خشکسالی بسیار شدید	خشکسالی شدید	خشکسالی	تقریباً نرمال	۵۰٪ نرمال		کم	مرطوب	خیلی مرطوب	بسیار مرطوب
۱۲۷/۳	۱۸۹	۲۹۰/۵	۳۰۵/۹	۳۳۴/۷	۳۵۵/۶	۴۰۸	۴۴۷/۹	۵۳۲/۳	۵۷۰
۱۶۶/۱	۲۵۶/۸	۲۹۴/۷	۳۱۶/۱	۳۳۶/۸	۳۷۲	۴۴۳/۱	۴۵۱/۵	۵۴۵/۵	۵۸۸/۸

جدول ۹: نتایج حاصل از محاسبه شاخص دهک برای ایستگاه ماهشهر

دهک اول	دهک دوم	دهک سوم	دهک چهارم	دهک پنجم	دهک ششم	دهک هفتم	دهک هشتم	دهک نهم	دهک دهم
خشکسالی بسیار شدید	خشکسالی شدید	خشکسالی	تقریباً نرمال	۵۰٪ نرمال		کم	مرطوب	خیلی مرطوب	بسیار مرطوب
۶۹/۹	۱۱۳/۲	۱۱۷/۱	۱۳۹/۲	۱۵۳/۵	۲۱۳/۷	۲۴۶/۳	۲۵۳/۲	۲۷۷/۳	۳۴۳/۵
۱۰۶	۱۱۵/۳	۱۱۸/۲	۱۴۲/۵	۱۶۵/۸	۲۳۵/۷	۲۵۱/۸	۲۷۶/۴	۳۰۹/۱	۴۴۰/۱

طبق جداول فوق نتایج حاصل از این شاخص نشان می‌دهد که خشک‌ترین سال بارشی هر دو ایستگاه اندیمشک و ماهشهر سال‌های ۸۷ و ۷۸ است که در دهک اول واقع شده است. سال‌های بارشی نرمال در ایستگاه اندیمشک در سال‌های (۸۰، ۷۷، ۷۳) و در ایستگاه ماهشهر (۸۳، ۸۲، ۷۹) اتفاق افتاده است. سال‌های بارشی بسیار مرطوب در ایستگاه اندیمشک در سال‌های ۸۲ و ۷۶ و در ایستگاه ماهشهر در سال‌های ۸۲ و ۷۳ ثبت شده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در پژوهش حاضر که بررسی خشکسالی و ترسالی اقلیمی ایستگاه‌های اندیمشک و ماهشهر می‌باشد، پنج شاخص SPI، PN، Nitzche، Z نرمال و شاخص دهک‌ها مورد استفاده قرار گرفت. تمامی شاخص‌های بررسی شده با شدت و ضعف‌هایی توانایی معرفی صحیح خشکسالی‌ها در مناطق مطالعاتی داشتند مبنای تعیین بهترین شاخص از میان شاخص‌های به کار برده شده، طبقه بندی جزئی تر در توصیف کیفی خشکسالی‌ها، ترسالی‌ها و سال‌های نرمال استفاده شده است. در میان همه شاخص‌ها، SPI خروجی‌های بیشتری نشان داده و در طبقه بندی سال‌ها، کلیه سال‌های مطالعاتی را نشان داده است. نتایج حاصل از آزمون فرضیه‌ها نشان داد شاخص دهک‌ها و شاخص SPI مقارن با سال وقوع کمینه بارندگی، رخداد خشکسالی شدید و بسیار شدید را در تمام ایستگاه‌های تحت مطالعه نشان داده و کارایی بیشتری نسبت به سایر شاخص‌ها از جنبه نمایش خشکسالی شدید دارند. 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. در کل با توجه به تقسیم بندی‌های انجام شده طبق هر شاخص سال‌های با بارش نرمال دارای تداوم بیشتری نسبت به سال‌های خشک و مرطوب است. بنابر این در میان شاخص‌های بررسی شده، شاخص SPI برای تعیین خشکسالی‌های و ترسالی‌ها در استان خوزستان مناسبتر است. جهت کنترل بحران آب و خشکسالی باید به طور صحیح منابع آب را مدیریت کرد. استفاده از آب‌های شور و لب شور در کشاورزی با اعمال مدیریت مناسب آب در مزرعه، کنترل و نظارت مستمر بر مصرف بهینه آب شرب و به حداقل رساندن تلفات آب در تأسیسات، پیش بینی بلند مدت رژیم اقلیمی و اجرای عملیات آبخیزداری مناسب، بکارگیری طرح‌های مناسب حفاظتی، تأمین آب و تغذیه مصنوعی سفره‌های زیر زمینی پیشنهاد می‌شود.

منابع

- ۱- امین، س. (۱۳۷۹): بررسی نمایه‌های خشکسالی مطالعه موردی: باجگاه شیراز، مجموعه مقالات اولین کارگاه آموزشی و تخصصی بررسی مسائل خشکسالی استان فارس، صص ۴۵-۵۵.
- ۲- بذرافشان، ج. (۱۳۷۹): بارش مورنگرشی تازه بر روند شدت و تداوم خشکسالی‌ها، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی کرمان، جلد اول، صص ۳۹۳-۴۰۶.
- ۳- خلجی، م. شایان نژاد، م. (۱۳۸۰): تعیین شدت و تداوم خشکسالی جهت مبارزه با بحران‌های کم آبی در مناطق شهر کرد، زابل و زاهدان، اولین کنفرانس مقابله با خشکسالی، کرمان، صص ۱۲۷-۱۴۳.
- ۴- زارع ایبانه، ح.، محبوبی، ع. ا. و حیدری، م. (۱۳۸۰): بررسی‌های شاخص‌های خشکسالی غرب کشور. اولین کارگاه آموزشی هواشناسی کشاورزی. همدان.
- ۵- فرج زاده، م. موحد دانش، ع. ا. و قائمی، ه. (۱۳۷۴): خشکسالی در ایران. مجله دانش کشاورزی. جلد ۵. شماره‌های ۱ و ۲. دانشگاه تبریز.
- ۶- کرباسی، پ. (۱۳۸۰): اثرات اقتصادی و اجتماعی خشکسالی بر کشاورزی استان اصفهان. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، دانشگاه زابل، جلد اول، صص ۳۸۵-۳۹۶.
- ۷- نساجی زاده، م. و صانعی، م. (۱۳۸۰): آنالیز سری‌های زمانی داده‌های بارش ماهانه، شاخص SPI برای زابل و اصفهان، اولین کنفرانس مقابله با خشکسالی، کرمان، صص ۲۳۵-۲۴۶.
- ۸- لشنی زاده، م. و خرمیان، ن. (۱۳۸۰): پهنه بندی خشکسالی‌های اقلیمی در استان لرستان با بکارگیری شاخص‌های آماری، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب زابل، جلد دوم، صص ۱۲۱-۱۰۲.
- ۹- یوسفی، ی و فتاحی، ق. (۱۳۸۶): تعیین سیست‌ها و مبانی مدیریت قبل، حین و بعد از خشکسالی در اکوسیستم‌های مرتعی، گزارشات و مقالات اداره کل منابع طبیعی استان مرکزی.

10- Hayes, M., (2000): Drought Indices. National Drought Mitigation Center. University of Nebraska- Lincoln.

11- McKee, T.B., Doesken, N. J., Kleist, J. (1993): The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, California, Pp. 179-184.

- 12- Mishra, A. K., and Desai, V. R. (2006): Drought Forecasting Using feed-Forward Recursive Neural Network, *Ecological Modeling*, 98: Pp.127-138.
- 13- Richard, R., Heim, H., (2002): A Review of Twentieth Century Drought Indices Used in The United States. *J. American Meteorological Society*, Pp. 1149-1165.