

پهنه‌بندی شدت خشکسالی با استفاده از نمایه‌های درصد از نرمال (PN) و دهک‌ها (DC) در استان خراسان رضوی

سید محمد عسکریزاده*

کارشناس ارشد گروه پژوهشی اقلیم شناسی بلایای جوی، پژوهشکده اقلیم شناسی مشهد

دکتر ابوالفضل بهنیا فر

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، گروه جغرافیا

فاطمه زابل عباسی

کارشناس ارشد گروه پژوهشی تغییر اقلیم، پژوهشکده اقلیم شناسی مشهد

سراره ملبوسی

کارشناس اداره کل هواشناسی خراسان رضوی و پژوهشکده اقلیم شناسی مشهد

چکیده:

زندگی بشر در طول تاریخ در سراسر جهان در معرض انواع مخاطرات طبیعی قرار داشته که بخشی از آن ناشی از فعالیتها و فرایندهای زمین شناختی و ژئومورفولوژیکی از قبیل

* E-mail: Askarizadeh_1386@yahoo.com

نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۳۱۷۶۱۲۴

زلزله، آتشفشان و غیره بوده ولی بخشی از حوادث ناشی از فرایندهای اقلیمی می باشد که شدت و فراوانی این پدیده‌ها تا حدود زیادی به مختصات جغرافیایی محل بستگی دارد از جمله این حوادث می توان به طوفان های سهمگین، خشکسالی، سیل و ... اشاره کرد که در این میان خشکسالی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است خشکسالی حادثه‌ای طبیعی و پدیده‌ای آرام و مرموز است، که در دهه‌های اخیر در میان حوادث طبیعی که جمعیت‌های انسانی را تحت تأثیر قرار داده‌اند فراوانی و خسارات ناشی از خشکسالی بیش از سایر حوادث اقلیمی بوده است.

در مقاله پژوهشی حاضر سعی شده است ضمن مطالعه اجمالی روشها و نمایه‌های ارزیابی شدت خشکسالی، این پدیده از دیدگاه اقلیمی نیز مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از داده‌های موجود بارش ماهانه ایستگاههای سینوپتیک استان خراسان رضوی، نقشه پهنه‌بندی خشکسالی با استفاده از شاخص های درصد از نرمال (PN) و دهکها (DC) تهیه شده و در نهایت کاربرد این دو نمایه در ارزیابی شدت خشکسالی در شهرستانهای استان خراسان رضوی با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفته شود.

کلید واژه‌ها: خشکسالی، نمایه درصد از نرمال (PN) دهکها (Deciles)، پهنه‌بندی خشکسالی، ایستگاههای سینوپتیک خراسان رضوی

۱. مقدمه

از حدود ۴۰ بلیه موجود در جهان، ۳۱ مورد آن در کشورمان رخ می دهد (مدیریان، ۱۳۸۵: ۴۷) خشکسالی یکی از مهمترین مخاطرات محیطی است که بواسطه شدت و مدت دوامی که دارد دارای آثار زیانبار وسیعی است اصولاً هر چقدر گستره تحت پوشش خشکسالی بیشتر شود خسارات ناشی از آن نیز وسیع تر خواهد بود (مقیم و گودرزی نژاد، ۱۳۸۶: ۹۶) در واقع خشکسالی ها جزء پدیده مخاطرات محیطی محسوب شده و در سالهای اخیر خسارات ناشی از این پدیده در سطح استان، بویژه نواحی خشک و نیمه خشک آن افزایش قابل ملاحظه ای داشته است برای مثال طی خشکسالی سال ۱۳۷۹ استان خراسان رضوی حدود ۷۵٪ دیمزارها آسیب جدی دیده و قابلیت برداشت نداشته اند (بهنیا، ۱۳۸۷: ۱۲۵) (internet search) اگر چه تاکنون بیش از ۱۵ تعریف متفاوت

برای خشکسالی عنوان شده است ولی از دیدگاه آکادمیک، خشکسالی معلول یک دوره اقلیمی خاص با شرایط آب و هوایی خشکتر از گذشته آن منطقه بوده که معمولاً غیرعادی است و مدت دوام آن قابل ملاحظه است (قاسمی، ۱۳۸۴: ۵۲) خشکسالی‌ها انواع متفاوتی دارند که مهمترین آنها خشکسالی هواشناسی، خشکسالی هیدرولوژیکی، خشکسالی کشاورزی و خشکسالی اقتصادی و اجتماعی است (فرج زاده اصل، ۱۳۷۵: ۲۲-۳۲) (دهزاد، ۱۳۸۳: ۶۶)

شاخص‌هایی که برای ارزیابی خشکسالی بکار می‌روند متفاوتند (بداق جمالی و همکاران ۱۳۸۴: ۵۷-۶۰) (آسیایی، ۱۳۸۴: ۸۹) معمولاً شاخص‌هایی مانند شدت خشکی پالم (PDSI)^۱، ذخیره آب سطحی (SWSI)^۲، درصدی از نرمال (PN)^۳ دهک‌ها (DC)^۴، بارش استاندارد (SPI)^۵، درصد رطوبت محصول (CMI)^۶ و دیگر شاخص‌های پایش خشکسالی کاربرد بیشتری در پهنه‌بندی خشکسالی‌ها در سطح کشورمان دارند. شاخص‌های درصدی از نرمال (PN) و دهک‌ها به منظور تطبیق بیشتر با خراسان رضوی اهمیت بیشتری برای مطالعات پایش خشکسالی دارند. در جدول شماره (۱) تعدادی از مهمترین شاخص‌های ارزیابی و پایش خشکسالی آورده شده است. (ثنایی نژاد، ۱۳۷۹: ۹۵۲-۹۵۵) (آسیایی، ۱۳۸۵: ۱۲۴)

۲. قلمرو جغرافیایی پژوهش

منطقه مورد تحقیق شامل استان خراسان رضوی با وسعت ۱۲۸۴۰ کیلومتر مربع و شامل ایستگاه‌های سینوپتیک شهرستان‌های آن می‌باشد. این استان از لحاظ موقع ریاضی ۱۷° و ۵۵° تا ۱۵° و ۶۱° طول شرقی و ۳۰° و ۲۴° تا ۱۷° و ۳۸° عرض شمالی واقع شده است.

^۱ -Pallmer Drought Severty indes

^۲ -Surface Water supply index

^۳ -Percent of Normal

^۴ -Deciles

^۵ - Standard Izedpercipitation indes

^۶ -Crop Moisture indes

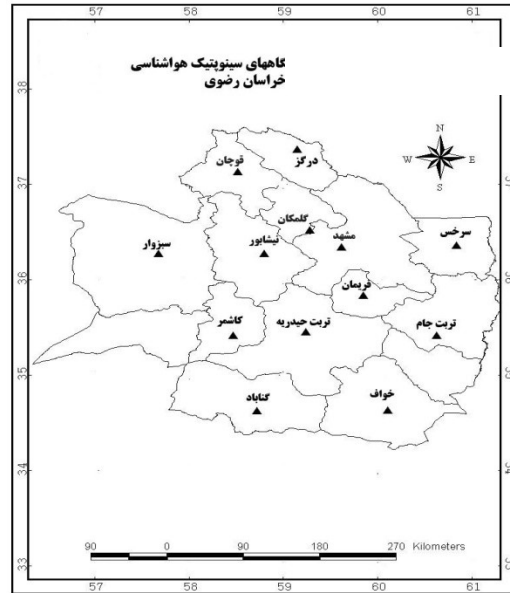
بررسی انجام شده روی آمار ۱۳ ایستگاه اقلیمی سینوپتیک شامل (مشهد، درگز، قوچان، گلمکان، نیشابور، سبزوار، سرخس، فریمان، تربت حیدریه، کاشمر، تربت جام، خواف و گناباد) بوده است (شکل شماره ۱) از نظر موقع نسبی استان خراسان رضوی از شمال به استان ترکمنستان، از شرق به افغانستان، از غرب به استانهای گلستان و سمنان و از جنوب به خراسان جنوبی محدود شده است. شکل شماره (۲) نقشه موقعیت استان خراسان را در کشور نشان می دهد.

جدول ۱: انواع شاخص های سنجش و ارزیابی خشکسالی

نام شاخص سنجش خشکسالی	علامت اختصاری	ارائه دهنده	سال ارائه	مقیاس زمانی	فاکتورهای مؤثر
شاخص خشکسالی پالمر	PDSI	PALMER	۱۹۶۵	ماهیهانه	دما- بارش- رواناب- تبخیر و تعرق- رطوبت خاک
شاخص ذخیره آب سطحی	SWSI	SHAFER,DECMAN	۱۹۸۲	ماهیهانه	بارش و پوشش برف
شاخص درصدی از نرمال	PN	WILLEKE	۱۹۹۴	ماهیهانه	بارش
شاخص دهکها	DECILES	GOBBS,MAHER	۱۹۶۷	ماهیهانه	بارش
شاخص بارش استاندارد	SPI	MCKEE	۱۹۹۵	۳-۶-۱۲-۲۴-۴۸ ماهه	بارش
شاخص رطوبت محصول	CMI	PALMER	۱۹۶۸	هفتگی	بارش و دما
شاخص خشکسالی رطوبت خاک	CMDI	HOLLINGER	۱۹۹۴	سالانه	رطوبت خاک
شاخص خشکسالی محصول ویژه	CSDI	MEYER	۱۹۹۳	فصلی	تبخیر
شاخص بارش کلی یا سراسری	RI	GOMMES,PETRAS SI	۱۹۹۴	قرن و سال	بارش
شاخص نا بهنجاری و بی نظمی بارش	RAI	ROOY	۱۹۶۵	ماهانه و سالانه	بارش
شاخص خشکسالی احيائی	RDI	WEGHORST	۱۹۹۶	ماهیهانه	سطح آب رودخانه- بارش برف- جریانات سطحی- ذخائر آب و دما
شاخص بارش مؤثر	ERI	WILHITE,BYUM	۱۹۹۹	سالانه و روزانه	بارش روزانه



شکل ۲- موقعیت استان خراسان در کشور



شکل ۱- موقعیت ایستگاه های مورد مطالعه

۳. متدولوژی و مواد تحقیق

این پژوهش به روش تحلیلی - آماری انجام گردیده که در طی آن داده های بارش ماهانه ایستگاههای سینوپتیک خراسان رضوی بر اساس شاخص های آماری میانگین، چولگی، انحراف از معیار و نسبت تغییرات بارندگی مورد محاسبه و سنجش قرار گرفتند. دوره آماری ایستگاههای موجود بر اساس قدمت ایستگاهها متفاوت بوده و ایستگاههای مشهد، سبزوار و تربت حیدریه دارای بیشترین طول دوره آماری بوده اند بطوریکه بیش از ۴۵ سال آمار داشته اند سپس بر اساس سه شاخص مهم پایش خشکسالی یعنی شاخص SPI، شاخص PN و شاخص دهکها (DC) وضعیت شدت خشکسالی و پهنه بندی آن در سطح استان انجام گردید. (آشگرطوسی و همکاران، ۱۳۸۳: ۱۲۰-۱۲۱) در شاخص SPI بر طبق تفاوت بارش از میانگین آن در یک مقیاس زمانی مشخص و تقسیم آن بر انحراف معیار وضعیت پایش خشکی بررسی شد. این شاخص در مقیاسهای زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه مورد محاسبه برای پایش خشکسالی واقع می شود (احمدیان طبسی و همکاران، ۱۳۸۴: ۵۴-۶۰) (Internet search) در شاخص درصد از نرمال یا PN که

توسط ویلکی و همکارانش در سال ۱۹۹۴ میلادی ارائه گردید بارندگی واقعی بر بارش نرمال تقسیم می شود و مقیاس زمانی آن ماهیانه است (قهرمان، ۱۳۸۱: ۸۴) (فرج زاده ۱۳۷۵: ۲۲-۳۲). بر اساس شاخص دهکها که در سال ۱۹۶۷ میلادی توسط گیز و ماهر^۱ ارائه گردید از تقسیم توزیع احتمال وقوع آمار ثبت شده دراز مدت بارش بر بخشی از هر یک از ده درصد توزیع تعیین می شود مقیاس مورد بررسی در این روش آماری ماهیانه است (محمدنیاقرایبی و همکاران ۱۳۷۹: ۴۸) (Gibbs W.J.1967) مهمترین ابزارهای بکار رفته در پژوهش حاضر عبارت بوده اند از:

الف- داده های بارش ماهانه و سالانه ایستگاههای سینوپتیک خراسان رضوی ب- شاخص های SPI، PN و DC برای تعیین پایش خشکسالی ج- روش های آمار توصیفی و استنباطی برای استاندارد کردن داده ها و برازش آنها د- نرم افزار ArcGIS برای تهیه و ترسیم نقشه های پایش و پهنه بندی خشکسالی استان در جدول شماره (۲) مشخصات مختصات جغرافیائی و طول دوره آماری ایستگاههای قلمرو تحقیق نشان داده شده است.

نماینده	سرخس	کاتمر	گناباد	زیت چام	زیت چابک	کلمکان	تفتان	سبزوار	چشم	ایستگاه / مشخصات
۵۸.۴۸	۶۱.۱۰	۵۸.۲۸	۵۸.۴۱	۶۰.۳۵	۵۹.۱۳	۵۹.۱۷	۵۸.۳۰	۵۷.۴۳	۵۹.۳۸	طول جغرافیایی
۳۶.۱۶	۳۶.۳۲	۳۵.۱۲	۳۴.۲۱	۳۵.۱۵	۳۵.۱۶	۳۶.۲۹	۳۷.۰۴	۳۶.۱۲	۳۶.۱۶	عرض جغرافیایی
۱۳۷۰-۸۶	۱۳۶۳-۸۶	۱۳۶۶-۸۶	۱۳۶۶-۸۶	۱۳۷۲-۸۶	۱۳۴۰-۸۶	۱۳۶۶-۸۶	۱۳۶۳-۸۶	۱۳۴۰-۸۶	۱۳۴۰-۸۶	دوره مورد مطالعه

جدول ۲: موقعیت و دوره آماری ایستگاههای مورد مطالعه

۴. آنالیز آماری بارش در ایستگاههای استان خراسان رضوی

به منظور تجزیه و تحلیل دقیق پایش خشکسالی در هر یک از شهرستانهای استان لازم بود که داده های بارشی به تفکیک هر یک از ایستگاههای سینوپتیک (آمار و اطلاعات اداره کل هواشناسی، مرجع ۵) آنالیز آماری شوند بطوریکه مقادیر میانگین (\bar{X})، میانه (Md)، دامنه تغییرات بارش (R)، چولگی (Q)، کشیدگی منحنی (L)،

¹ -Gibbs and Maher

انحراف معیار (σ) و ضریب تغییرات بارش (P%) تعیین گردید (عبدالله زاده یحیی و کاوه، ۱۳۸۵: ۶۶) (مهدوی و طاهرخانی ۱۳۸۳: ۶۰-۶۲). این مقادیر به منظور استانداردسازی داده ها و نیز اطلاع از وضعیت داده های برای تحلیل خشکسالی ضروری بود. برای جلوگیری از هر گونه خطای احتمالی کلیه داده های بارش ایستگاهها از طریق نرم افزار Spss ورژن 16 مورد محاسبه و بررسی آماری قرار گرفتند. نتایج نشان می دهد که کمترین مقدار بارش سالانه با ۷۴ میلی متر در سال ۱۳۷۹ مربوط به شهرستان تربت جام و بیشترین مقدار بار در سال ۱۳۷۶ با ۵۵۹ میلی متر مربوط به شهرستان تربت حیدریه بوده است. بعبارت دیگر مقدار کمینه بارش در طول دوره های مورد محاسبه ۷۴ میلی متر در تربت جام بوده است. و مقدار بیشینه بارش سالانه ۵۵۹ میلی متر در تربت حیدریه بوده است. برای بررسی و نمایش تغییرات درازمدت سری بارش در ایستگاهها از طریق نرم افزار فوق الذکر مقدار ضریب همبستگی پیرسون و R^2 آنها نیز محاسبه گردید که نتایج آن در جدول شماره (۳) آورده شده است و منحنی ها یا خط های رگرسیون آنها ترسیم شد که مشخص گردد آیا نقاط پیرامون و در مسیر خط بهینه واقع شده اند یا خیر. نتایج آنالیز آماری را آشکار ساخت که این نقاط تقریباً در امتداد خط بهینه بوده و سطح معناداری ۰/۰۵ را داشته اند که در تمامی ایستگاه سطح مناسب معنی داری خوبی می باشد. (شکل شماره ۳) مقادیر میانگین، میانه، کمینه، بیشینه، چولگی، انحراف معیار و کشیدگی منحنی از طریق نرم افزار Spss مورد بررسی محاسبه قرار گرفت که نتایج آن در جدول شماره (۴) قید شده است.

۵. تعیین شدت و پهنه بندی خشکسالی در خراسان رضوی توسط

شاخص های درصداز نرمال (PN) و دهکها (Deciles)

شاخص درصد از نرمال بارندگی، نسبت بارندگی واقعی به مقدار نرمال آن در یک دوره زمانی مشخص می باشد که به صورت درصد بیان می شود و در مقیاسهای مختلف (هفتگی، فصلی و ماهیانه و سالیانه) قابل محاسبه است و از رابطه زیر بدست می آید.

$$=Pi/p * 100 = \text{شاخص درصد از بارش نرمال}$$

که در آن P_i بارش سال مورد نظر و P میانگین بارش دراز مدت است (خلیلی و بذرافشان، ۱۳۸۲: ۸۲) (کمالی، و همکاران ۱۳۸۳: ۷۹-۸۸)

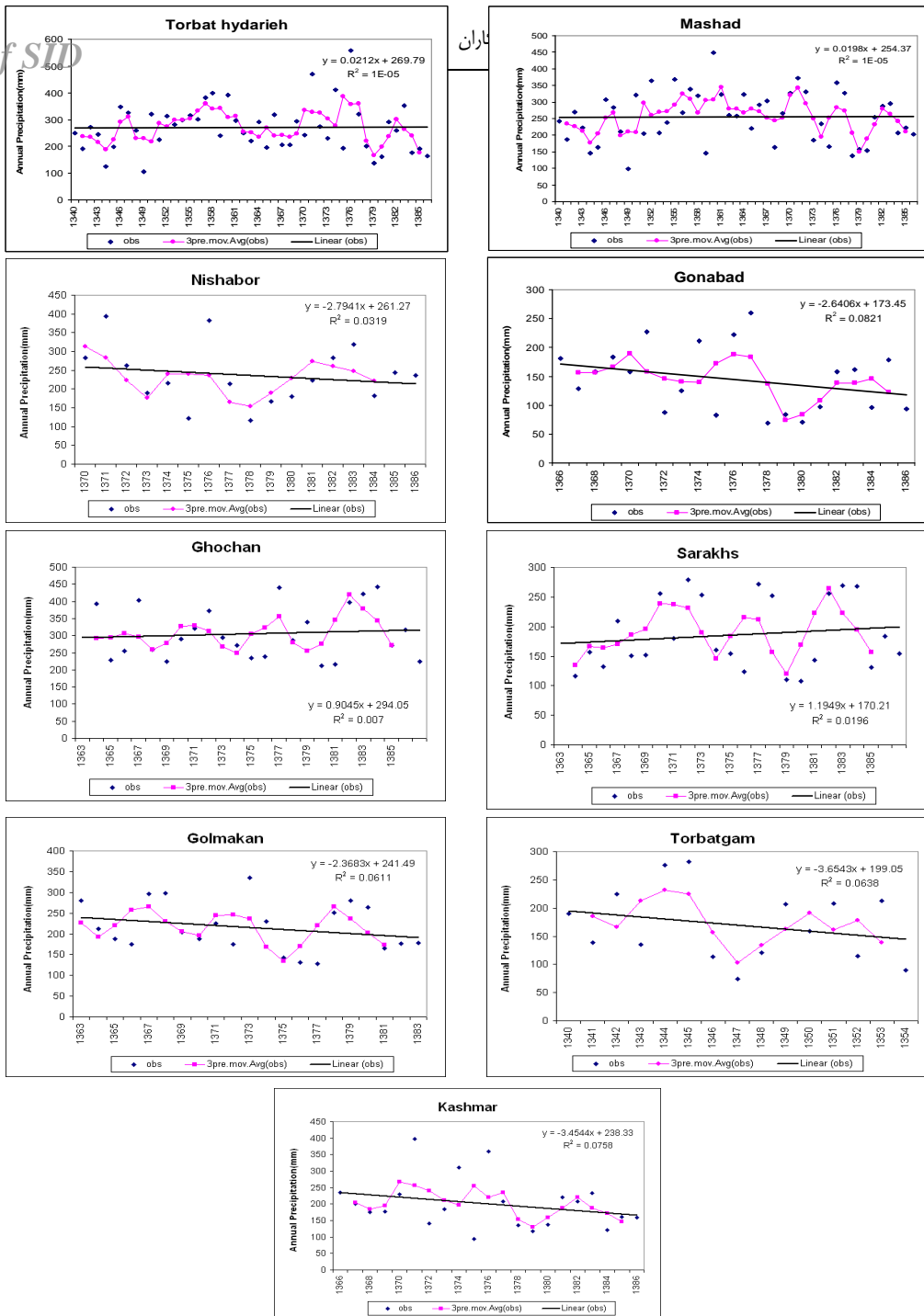
در اشکال ۴، ۵ و ۶ پهنه بندی خشکسالیهای استان خراسان رضوی براساس این شاخص طی سالهای ۱۳۷۹، ۱۳۷۵ و ۱۳۸۴ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۳ مشاهده می شود طی سال ۱۳۷۵، شهرستانهای کاشمر و نیشابور با خشکسالی شدید مواجه بوده اند. به جز شهرستانهای مذکور و گلکمان که شرایط نرمالی داشته در سایر مناطق استان

جدول ۳: ضریب همبستگی روند R^2 برای روند خطی سریهای بارش

مشهد	تربت حیدریه	قوچان	سرخس	گلکمان	گناباد	کاشمر	تربت جام	نیشابور	سبزوار
۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۷۵	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۴

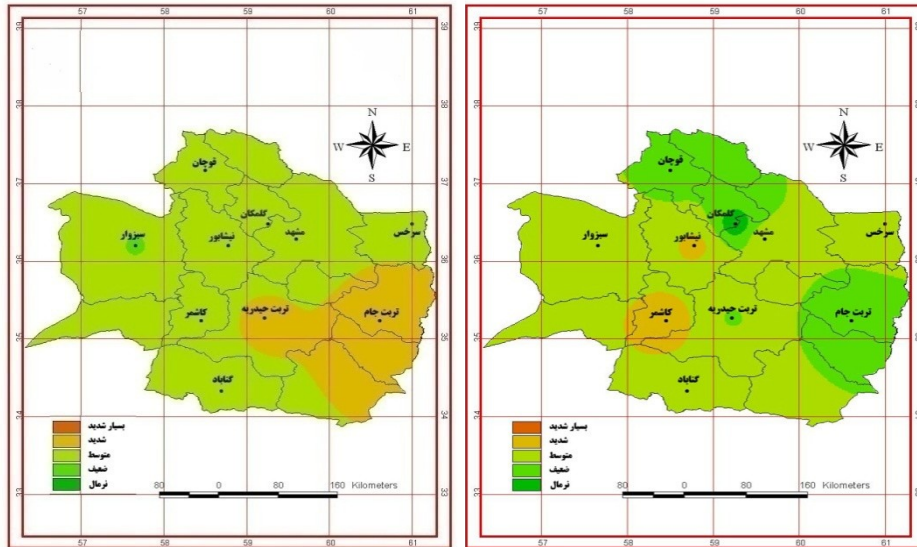
جدول ۴: ویژگیهای آماری بارش ایستگاههای خراسان رضوی طی دوره مورد مطالعه

ایستگاه آماره	سبزوار	نیشابور	تربت حیدریه	قوچان	سرخس	گلکمان	گناباد	کاشمر	نیشابور	تربت جام
میانگین	۱۹۲.۶	۲۵۴.۸	۲۷۰.۳	۳۰۶.۳	۱۸۶.۳	۲۱۵.۴	۱۴۴.۴	۲۰۰.۳	۲۳۶.۱	۱۶۹.۸
میانه	۱۹۳.۹	۲۵۶.۰	۲۶۵.۱	۲۹۱.۰	۱۶۰.۵	۲۰۷.۹	۱۵۱.۲	۱۹۲.۰	۲۲۹.۲	۱۶۴.۶
کمینه	۷۵.۴	۹۸.۶	۱۰۶.۵	۲۱۲.۷	۱۰۷.۲	۱۲۸.۲	۶۸.۷	۹۴.۶	۱۱۵.۴	۷۴.۰
بیشینه	۳۲۲.۴	۴۴۹.۴	۵۵۹.۰	۴۴۱.۴	۲۷۹.۴	۳۳۵.۳	۲۵۹.۸	۳۹۷.۳	۳۹۴.۵	۲۸۲.۶
دامنه تغییرات	۲۴۷.۰	۳۵۰.۸	۴۵۲.۵	۲۲۸.۷	۱۷۲.۲	۲۰۷.۱	۱۹۱.۱	۳۰۲.۷	۲۷۹.۱	۲۰۸.۶
چولگی	۰.۱	۰.۱	۰.۸	۰.۵	۰.۴	۰.۴	۰.۴	۱.۲	۰.۶	۰.۳
کشیدگی	-۱.۰	-۰.۵	۱.۳	-۱.۱	-۱.۵	-۰.۸	-۰.۹	۱.۲	۰.۰	-۰.۹
انحراف معیار	۶۵.۸	۷۶.۶	۸۹.۴	۷۶.۵	۶۰.۳	۵۹.۴	۵۷.۲	۷۷.۹	۷۹.۰	۶۴.۷
ضریب تغییرات %	۳۰	۳۰	۳۰	۲۰	۳۰	۲۸	۴۰	۴۰	۳۰	۴۰



شکل ۳- منحنی های pp.plot و روند خطی بارش سالانه در ایستگاههای خراسان رضوی در دوره آماری موجود

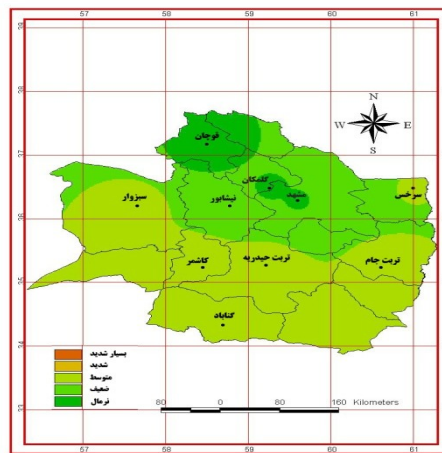
شامل سبزوار، سرخس، مشهد، تربت حیدریه، گناباد، قوچان و تربت جام خشکسالیهای متوسط و ضعیف حاکم بوده (شکل شماره ۴) در سال ۱۳۷۹ در شهرستانهای تربت جام و تربت حیدریه خشکسالی شدید به وقوع پیوسته و سبزوار با خشکسالی ضعیف مواجه گشته به جز این مناطق سایر شهرستانهای استان درگیر خشکسالی متوسط بوده اند (شکل شماره ۵).



شکل ۵: پهنه بندی خشکسالی استان خراسان رضوی با استفاده از شاخص PN (سال ۱۳۷۹)

شکل ۴: پهنه بندی خشکسالی استان خراسان رضوی با استفاده از شاخص PN (سال ۱۳۷۵)

شکل ۶: پهنه بندی خشکسالی استان خراسان رضوی با استفاده از شاخص PN (سال ۱۳۸۴)



در سال ۱۳۸۴ شهرستانهای قوچان، مشهد و گلکان دارای شرایط نرمال و سایر مناطق نیمه شمالی استان درگیر خشکسالی ضعیف و در نیمه جنوبی استان خشکسالیهای متوسط حاکم بوده است (شکل شماره ۶).

این نقشه‌های پهنه‌بندی رامی توان برای هر سال تهیه کرد و وضعیت خشکسالی استان را مورد بررسی قرار داد.

بر اساس شاخص دهکها که در سال ۱۹۶۷ میلادی توسط گیبز و ماهر^{۱۴} در استرالیا انتخاب و مورد استفاده قرار گرفته است. (زاهدی، ۱۳۸۵ : ۲-۱۵) در این روش داده‌های بارندگی ماهانه به ترتیب صعودی مرتب شده و در یک دوره طولانی به ۱۰ بخش تقسیم می‌شود. هر یک از این بخشها یک دهک نامیده می‌شود. اولین دهک میزان بارندگی است که از ۱۰ درصد بارش کمتر باشد. دهک دوم نشان دهنده مقدار بارشی است که از ۲۰ درصد بارش کمتر باشد. دهک پنجم یا میانه، مقدار بارشی است که از ۵۰ درصد بارش ها تجاوز نمی‌کند. طبقه بندی شدت خشکسالی بر اساس این شاخص مطابق جدول شماره ۵ نشان داده شده است.

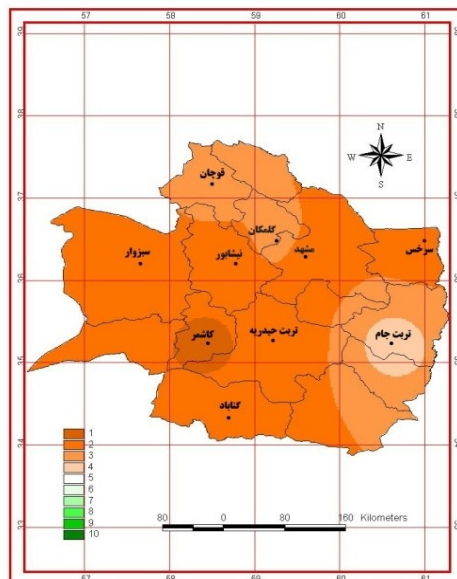
جدول ۵: درجه بندی استاندارد شدت خشکسالی براساس روش دهکها

طبقه بندی دهکها	
دهک ۱-۲	خیلی کمتر از نرمال
دهک ۳-۴	کمتر از نرمال
دهک ۵-۶	تقریبا نرمال
دهک ۷-۸	بیشتر از نرمال
دهک ۹-۱۰	خیلی بیشتر از نرمال

با استفاده از این نمایه نیز وضعیت خشکسالی استان بررسی گردیده که به عنوان نمونه نقشه‌های پهنه‌بندی سالهای ۱۳۸۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۷۵ در ذیل آورده شده‌اند. براساس این شاخص در سال ۱۳۷۵، تمامی شهرستانهای استان درگیر خشکسالی

¹⁴ - Gibbs and Maher

بوده اند. در کاشمر خشکسالی بسیار شدید در تربت جام خشکسالی ضعیف و در سایر شهرستانهای استان خشکسالی متوسط و شدید حاکم بوده است. (شکل شماره ۷) در سال ۱۳۷۹ به جز سبزوار که با خشکسالی ضعیف روبرو بوده در سایر مناطق استان خشکسالیهایی با شدت متوسط و شدید به وقوع پیوسته است شدت خشکسالی در بخشهای شمالی، جنوب شرق، شرق و مرکز استان به مراتب بیشتر بوده است (شکل شماره ۸). در سال ۱۳۸۴ بر اساس این نمایه مشهد و گناباد درگیر خشکسالی ضعیف بوده در گلکان، سرخس، تربت حیدریه و کاشمر خشکسالیهای شدید به وقوع پیوسته و در قوچان شرایط نرمال حاکم بوده است. به جز مناطق مذکور سایر شهرستانهای استان درگیر خشکسالیهای متوسط بوده اند. (شکل شماره ۹)



شکل ۷: پهنه بندی خشکسالی استان خراسان رضوی با استفاده از شاخص دهکها در سالهای خشک (۱۳۷۵)

جدول ۶: فراوانی و درصد خشکسالیهای ایستگاههای مورد مطالعه استان خراسان رضوی بر اساس شاخص های PN و دهکها

طبقه بندی خشکسالی	شاخص PN				شاخص دهکها				
		بسیار شدید	شدید	متوسط	ضعیف	بسیار شدید	شدید	متوسط	ضعیف
سبزوار	فراوانی	۱	۱	۹	۴	۴	۴	۵	۵
	درصد	۷٪	۷٪	۶۰٪	۲۶٪	۲۲٪	۲۲٪	۲۷٪	۲۷٪
مشهد	فراوانی	۱	۱	۷	۳	۴	۵	۵	۵
	درصد	۸٪	۸٪	۵۹٪	۲۵٪	۲۲٪	۲۶٪	۲۶٪	۲۶٪
تربت حیدریه	فراوانی	۱	۱	۴	۶	۴	۵	۵	۵
	درصد	۸٪	۸٪	۳۳٪	۵۱٪	۲۲٪	۲۶٪	۲۶٪	۲۶٪
قوچان	فراوانی	-	-	۱	۶	۲	۳	۲	۳
	درصد	-	-	۱۴٪	۸۶٪	۲۰٪	۳۰٪	۲۰٪	۳۰٪
سرخس	فراوانی	-	-	۳	۲	۲	۳	۲	۳
	درصد	-	-	۶۰٪	۴۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۲۰٪	۳۰٪
گلمکان	فراوانی		-	۲	۲	۲	۲	۲	۲
	درصد		-	۵۰٪	۵۰٪	۲۵٪	۲۵٪	۲۵٪	۲۵٪
گناباد	فراوانی	-	۲	۶	-	۲	۲	۲	۲
	درصد	-	۷۵٪	۲۵٪	-	۲۵٪	۲۵٪	۲۵٪	۲۵٪
کاشمر	فراوانی	-	۱	۴	۲	۲	۲	۲	۴
	درصد	-	۱۴٪	۵۷٪	۲۹٪	۲۰٪	۲۰٪	۲۰٪	۴۰٪
نیشابور	فراوانی	-	۲	-	۳	۱	۲	۲	۲
	درصد	-	۴۰٪	-	۶۰٪	۱۴٪	۲۸٪	۲۸٪	۲۸٪
تربت جام	فراوانی	-	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲
	درصد	-	۴۰٪	۲۰٪	۴۰٪	۱۷٪	۳۳٪	۱۷٪	۳۳٪

۶. بحث و نتیجه گیری

بررسی بارش ایستگاههای خراسان رضوی، بر اساس نمایه های PN و دهکها آشکار می نماید که خشکسالی های هواشناسی و حتی هیدرولوژیکی بطور نسبتاً شدیدی در شهرستان های استان خراسان رضوی بوقوع پیوسته است.

اگرچه الگوی بارش در نقاط مختلف استان یکسان نبوده است ولی بر اساس آنالیز انحراف از میانگین بارندگی ایستگاهها مشخص می گردد خشکسالی ها ظهور کرده اند در میان ایستگاههای مورد مطالعه دامنه تغییرات بارش ایستگاه تربت حیدریه از سایر ایستگاهها بیشتر بوده است. از طرفی شدت خشکسالی ها در مناطق خشک استان مانند کاشمر، گناباد و سرخس بیشتر بوده است.

-همچنین مقایسه طبقه بندی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص PN و دهک بر اساس داده های آماری نشان می دهد که شاخص PN انطباق پذیری بیشتری با واقعیت داشته است. از دیگر نتایج این تحقیق تهیه نقشه های پهنه بندی خشکی بر اساس شاخص دهکها و PN در استان خراسان رضوی است که استفاده از آن برای برنامه ریزی کنترل بلایای اقلیمی استان ضروری است.

بطور کلی بر اساس شاخصها یا معیارهای تعیین پایش خشکسالی (PN و دهکها) در سطح استان می توان نتیجه گرفت که اولاً بارشهای تابستانه در حال افزایش است و این مسئله موجب وقوع سیلاب ها در فصل خشک سال در همه شهرستان های استان شده است.

ثانیاً خشکسالی های هیدرولوژیکی و کشاورزی بدلیل تداوم خشکی هواشناسی در بسیاری از شهرستانها حتی در مشهد بوقوع پیوسته است. بیشترین شدت خشکسالی ها در مناطق خشک مانند کاشمر، گناباد، سبزوار و بخشهای جنوبی استان بوده است بنابراین هر گونه برنامه ریزی در جهت مقابله با خشکسالی و کاهش اثرات آن ضروری است زیرا خشکسالی یک پدیده طبیعی غیر مترقبه بوده که بوقوع پیوسته و بشر قادر به جلوگیری آن نیست بلکه بایستی با آن بصورت منطقی و با مدیریت بالا کنار بیاید.

۷. منابع

۱. آسیایی مهدی ۱۳۸۴ «شاخص های خشکسالی» چاپ اول انتشارات سخن کستر صفحه ۸۹
۲. آسیایی مهدی ۱۳۸۵ «تحلیل خشکسالی با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش SPI مطالعه موردی استان خراسان» مجله علوم جغرافیایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد شماره دوم صفحه ۱۲۴
۳. آشکر طوسی و همکاران ۱۳۸۳ «پیش بینی احتمال وقوع خشکسالی در استان خراسان» فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره ۷۰ پاییز ۱۳۸۲ صفحات ۱۲۰-۱۲۱
۴. احمدیان طبسی و همکاران ۱۳۸۴ «پایش وضعیت خشکسالی خراسان رضوی و بررسی آن» بولتن علمی پژوهشکده اقلیم شناسی شماره ۳ و ۴ صفحات ۵۴-۶۰
۵. اطلاعات و آمار موجود در مرکز آمار اداره تحقیقات هواشناسی کاربردی خراسان رضوی
۶. بداق جمالی جواد و همکاران ۱۳۸۴ «مدیریت ریسک خشکسالی» چاپ اول انتشارات سخن گستر مشهد صفحه ۵۷
۷. بهنیا فر، ابوالفضل ۱۳۸۷ طرح پژوهشی آثار اقتصادی - اجتماعی خشکسالی شانذیز در شمال غرب مشهد دانشگاه آزاد اسلامی مشهد معاونت پژوهشی
۸. ثنائی نژاد، سید حسین ۱۳۷۹ «مروری بر شاخص های خشکسالی و ارزیابی شاخص های SPI و درصد از نرمال برای استان خراسان» مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی کرمان جلد دوم صفحات ۹۵۲-۹۵۵
۹. زاهدی، مجید ۱۳۸۵ «الگوسازی بارش ایستگاههای ارومیه و تبریز» مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای پاییز و زمستان ۱۳۸۵ شماره ۷ صفحات ۲-۱۵
۱۰. خلیلی علی، بذرافشان جواد ۱۳۸۲ «ارزیابی کارایی چند نمایه خشکسالی هواشناسی در نمونه های اقلیم مختلف ایران» نشریه نیوار شماره ۴۸ و ۴۹ ص ۸۱

۱۱. دهزاد، بهروز و همکاران ۱۳۸۳ «ساماندهی زیست محیطی خشکسالی» فصلنامه خشکی و خشکسالی کشاورزی زمستان ۱۳۸۳ شماره ۱۴
۱۲. فرج زاده اصل، منوچهر ۱۳۷۴ «تحلیل و پیش بینی خشکسالی در ایران» رساله دکتری P.H.D دانشگاه تربیت مدرس دانشکده علوم انسانی صفحه ۱۱-۱۲
۱۳. فرج زاده اصل، منوچهر ۱۳۷۵ «خشکسالی و روشها مطالعه آن» مجله جنگلها و مرتع شماره ۳۲. صفحات ۲۲-۳۲
۱۴. قهرمان، بیژن، ۱۳۸۱ «بررسی و ارزیابی شاخص های مناسب خشکسالی و اصلاح مناسبترین آنها برای اقلیم خراسان» پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد صفحه ۸۴
۱۵. قاسمی، محسن ۱۳۸۴ «تحلیل و برآورد خشکسالی در ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه» فصلنامه خشکی و خشکسالی کشاورزی شماره ۱۷ پاییز ۱۳۸۴ صفحه ۵۲
۱۶. عبدالله زاده، یحیی، عبدالله زاده کاوه ۱۳۸۵ «مفاهیم کاربردی آمار و احتمالات» انتشارات آبیژ چاپ سوم صفحه ۶۶
۱۷. کمالی، غلامعلی و همکاران ۱۳۸۱ «تحلیل خشکسالی اخیر مشهد با بکارگیری برخی از شاخص های خشکسالی» مجله علمی و فنی نیوار شماره ۴۴-۴۵ صفحات ۷۹-۸۸
۱۸. محمدنیا قرایی سهراب و همکاران ۱۳۸۰ «بررسی نمایه های ارزیابی شدت خشکسالی و امکان سنجی کاربرد نمایه شدت خشکسالی پالم در ایران» بولتن علمی مرکز اقلیم شناسی شماره ششم صفحه ۱۸
۱۹. مهدوی مسعود، طاهر خانی مهدی ۱۳۸۳ «کاربرد آمار در جغرافیا» انتشارات قومس چاپ اول صفحه ۶۰-۶۳
۲۰. مدیریان، راحله، ۱۳۸۵ «گزارش بحران خشکسالی در خراسان رضوی» بولتن علمی پژوهشکده اقلیم شناسی جلد ۶ بهار و تابستان ۱۳۸۵ صفحه ۴۷
۲۱. مقیمی، ابراهیم، گودرزی نژاد شاپور ۱۳۸۶ «مخاطرات طبیعی» ترجمه انتشارات سمت تهران صفحه ۹۲

22. <http://news.moe.org.ir>

23. Hayes, Michael, y., "Drought indices", 12/oct, 1999.
(internet).
24. Gibbs W.J.& Mahery.V.1967 Rain fall deciles a sdrought indicators bulletin No. 48. Buezuof Meteorology