

## بررسی فاکتورهای اقلیمی مؤثر بر وقوع خشکسالی (مطالعه موردی: زابل)

مریم کریمی نظر<sup>۱</sup>، ابوالفضل مساعدی<sup>۲</sup> و اکبر فخریه<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد بیابان زدایی دانشگاه زابل

<sup>۲</sup> دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

<sup>۳</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه زابل

### چکیده

به منظور تعیین تغییراتی که در عوامل اقلیمی در طی زمان بوجود می‌آیند و باعث ایجاد دوره‌های ترسالی و خشکسالی می‌شوند استفاده از مدل یکی از بهترین راهکارها می‌باشد. در این مقاله با استفاده از مدل اسکالوگرام بر اساس دوازده عامل جوی (حداکثر مطلق دما، حداقل مطلق دما، متوسط حداکثر دمای سالانه، متوسط حداقل دمای سالانه، مجموع بارش سالانه، حداکثر مطلق بارش ۲۴ ساعته، تعداد روزهای بارندگی، تعداد روزهای یخبندان، حداکثر مطلق رطوبت نسبی، حداقل مطلق رطوبت نسبی، متوسط تبخیر و تعرق و متوسط سرعت باد) در طی یک دوره آماری ۱۲ ساله (سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۷۴)، میزان شدت خشکسالی برای منطقه زابل که در طی چند سال گذشته متحمل خشکسالی شدیدی بوده تعیین گردید. نتایج نشان می‌دهند که همیشه کم بارش‌ترین سال مصادف با شدیدترین خشکسالی نمی‌تواند باشد و نقش عوامل دیگر نیز در این میان مؤثر خواهد بود. نتیجه این تحقیق بر اساس آمار هواشناسی ایستگاه زابل نشان دهنده وقوع شدیدترین خشکسالی در سال ۱۳۸۰ بوده و مرطوب‌ترین سال ۱۳۷۶ می‌باشد. همچنین درجه حرارت و تبخیر و تعرق از مهمترین عوامل مؤثر بر وقوع خشکسالی در منطقه مورد مطالعه می‌باشند.

**واژه‌های کلیدی:** عوامل اقلیمی، خشکسالی، ترسالی، مدل اسکالوگرام، زابل.

### مقدمه

خشکسالی وضعیتی گذرا و برگشت‌پذیر از اقلیم است که بسیاری به اشتباه آن را واقعه‌ای تصادفی و نادر می‌پندارند، این پدیده در تمامی مناطق اقلیمی می‌تواند به وقوع بپیوندد و تنها مشخصات آن از یک منطقه به منطقه دیگر تفاوت می‌کند. خشکسالی یک اختلال موقتی است و با خشکی تفاوت دارد چرا که خشکی صرفاً محدود به مناطقی با بارندگی اندک است و حالتی دائمی از اقلیم یک منطقه می‌باشد. خشکسالی جزء بلایای طبیعی نامحسوس است که نه تنها بیانگر اثرات مختلف بر روی موجودات زنده به ویژه گیاهان و گونه‌های آنهاست، بلکه اثرات آن بر روی موجودات کوچک (میکروارگانیسم‌ها)، حیوانات و انسان‌ها نیز می‌تواند به صورت محسوس مشاهده شود (سلامت و آل یاسین، ۲۰۰۲). خشکی یک واژه بوم‌شناختی - اجتماعی - زمین‌شناسی است، در حالی که خشکسالی یک واژه بوم‌شناختی - زراعی و اجتماعی است (پترسویتوس، ۱۹۹۵) که خسارات زیادی به زندگی انسان و اکوسیستم های طبیعی وارد می‌آورد و با دیگر حوادث طبیعی از قبیل سیل، طوفان و زلزله تفاوت هایی دارد و بیان و توصیف کمی هر یک از این دو پدیده نیز متفاوت می‌باشد (علیزاده، ۲۰۰۵). عمده این تفاوتها در تاثیر تدریجی خشکسالی طی یک دوره نسبتاً طولانی، عدم امکان تعیین دقیق زمان شروع و خاتمه و وسعت جغرافیایی تاثیر آن می‌باشد، از طرف دیگر عدم وجود یک تعریف دقیق و قابل قبول جهانی از خشکسالی به پیچیدگی و سردرگمی این پدیده افزوده است (قویلد رحیمی، ۲۰۰۵). در بسیاری از تعاریف، خشکسالی را حاصل کمبود بارش در طی یک دوره ممتد زمانی می‌دانند که این کمبود منجر به نقصان آب برای برخی فعالیت‌ها، گروه‌ها و یا یک بخش زیست محیطی می‌شود و دارای انواعی از قبیل خشکسالی هواشناسی، کشاورزی، هیدرولوژیکی و اقتصادی و اجتماعی می‌-

باشد. خشکسالی منجر به کاهش عملکرد محصولات کشاورزی، کاهش مقدار جریان‌های سطحی و افت سطح آب‌های زیر زمینی نسبت به میانگین دراز مدت می‌شود. رفتار زمانی بارندگی نشان می‌دهد که یک سال مرطوب یا آسسال (سالی با بارش فراوان نسبت به شرایط نرمال منطقه) ممکن است از مجموع چند ماه خشک (و یا بسیار خشک) و چند ماه مرطوب (و یا بسیار مرطوب) تشکیل شده باشد. از طرف دیگر، سال خشک که در آن بارندگی کمتر از میانگین نرمال دراز مدت اقلیمی است می‌تواند شامل چند ماه مرطوب (نسبت به ماه‌های مشابه سال‌های قبل) و چند ماه خشک (نسبت به ماه‌های مشابه سال‌های قبل) باشد (زارع ایبانه و محبوبی، ۲۰۰۴). به همین دلیل جهت تمایز می‌توان از مقیاس فصلی و سالانه بارش در طی یک دوره درازمدت آماری استفاده نمود. خشکسالی یکی از پدیده‌های طبیعی است که کمتر در کشور ما مورد بررسی قرار گرفته است و همچنان به صورت موضوع نسبتاً ناشناخته‌ای باقی مانده است. در مطالعات انجام شده بارش عمده‌ترین پارامتری است که در تعریف شاخص‌های خشکسالی بکار گرفته شده است، یعنی خشکسالی و ترسالی در مقایسه با کمتر یا بیشتر بودن ریزش‌های آسمانی از میانگین بارندگی یک منطقه سنجیده می‌شود. بعضی از تعاریف خشکسالی بارش‌های روزانه، هفتگی و یا دوره‌ای را مد نظر قرار می‌دهند. به نظر می‌رسد که چنین تعاریفی با شرایط آب و هوایی ایران تناسب نداشته باشد (سازمان جهانی هواشناسی، ۱۹۹۷). زیرا در اغلب مناطق ایران که یک فصل و گاه دو فصل از سال هیچگونه بارشی حادث نمی‌شود، تعیین خشکسالی به صورت دوره‌های کوتاه مدت چند روزه مقدور نیست و معنایی ندارد (زارع ایبانه و همکاران، ۲۰۰۲). پژوهش‌های پالمر (۱۹۶۵) در خصوص خشکسالی از جمله نخستین پژوهش‌هایی است که خشکسالی را کمبود رطوبت مستمر و غیرطبیعی نسبت به شرایط طبیعی یا میانگین دراز مدت پارامترهای هواشناسی دانسته است. موهان و رانگاچاریا (۱۹۹۱) در هندوستان تحقیقاتی را در زمینه خشکسالی هواشناسی بر اساس جریانات رودخانه‌ای و بارش ماهانه انجام دادند که نتایج نهائی رضایت‌بخش گزارش شده‌اند. این روش اصلاح شده روش پیشنهادی هرست (۱۹۶۶) جهت تعیین خشکسالی می‌باشد. زارع ایبانه و همکاران (۲۰۰۲) خشکسالی‌های به وقوع پیوسته در غرب کشور را با استفاده از بعضی شاخص‌های خشکسالی مطالعه نمودند. ایشان نشان دادند که در بعضی از سال‌ها خشکسالی رخ نداده است، اما وقتی داده‌ها به صورت فصلی بررسی می‌شوند خشکسالی‌هایی به وقوع پیوسته که به صورت سالیانه هیچگاه مشخص نیستند. طیب رضیئی و همکاران (۲۰۰۴) خشکسالی در ایران مرکزی را با استفاده از شاخص SPI<sup>۱</sup> مورد مطالعه قرار داده و نشان دادند که پدیده خشکسالی از غرب به شرق از یک روند تقریباً افزایشی پیروی نموده و در حاشیه شرقی استان یزد شدت خشکسالی‌ها به حد اکثر می‌رسد. خلجی و شایان نژاد (۲۰۰۲) در مقاله خود، جهت مبارزه با بحران‌های کم‌آبی در مناطق شهرکرد، زابل و زاهدان از روش تعیین شدت و تداوم خشکسالی با تحلیل عددی بارش‌های مناطق ذکر شده استفاده نموده و نتیجه گرفتند که علی‌رغم وجود دو اقلیم کاملاً متفاوت مشکلات خشکسالی در هر دو حالت وجود داشته و خسارات زیادی را از جنبه‌های مختلف به مردم این مناطق تحمیل می‌نماید. نساجی‌زواره و صانعی (۲۰۰۲) با آنالیز سری‌های زمانی داده‌های بارش ماهانه، شاخص SPI را برای زابل و اصفهان تعیین و مبادرت به تعیین دوره‌های خشکسالی در این مناطق نمودند. بیک محمدی و همکاران (۲۰۰۵)، اثرات خشکسالی‌های ۱۳۸۳ - ۱۳۷۷ را بر اقتصاد روستائی سیستان بررسی نموده و اظهار داشته‌اند که خشکسالی در طی دوره ذکر شده در دو بخش مستقیم (خسارت‌های وارد بر بخش زراعت و باغداری، دامداری، نیزارها و مراتع و توقف تولید حصیر، شیلات و پرندگان) و غیر مستقیم (افزایش جمعیت تحت پوشش کمیته امداد، افزایش آسیب‌پذیری در مقابل خشکسالی، تشدید مهاجرت‌های روستائی و افزایش آبادی‌های خالی از سکنه، کاهش قیمت اراضی زراعی و باغات و ...) به ساختار اقتصادی مردم سیستان خسارت وارد نموده است و علت آن را ناشناخته ماندن ابعاد و ماهیت پدیده خشکسالی و کمبود مطالعات اجرایی در بخش پیشگیری از این پدیده در منطقه ارزیابی نموده است. بر

<sup>1</sup> . Standardized Precipitation Index

اساس تحقیقات صورت گرفته، در مطالعات مربوط به خشکسالی هواشناسی، تنها یک یا دو متغیر هواشناسی مورد بررسی قرار می گیرند. خشکسالی بایستی در رابطه با برخی شرایط متوسط درازمدت از موازنه بین بارش و تبخیر و تعرق و سایر عوامل موثر در نظر گرفته شود که معمولاً در هر منطقه‌ای یک شرایط خاص بعنوان نرمال تعریف می شود. بنابراین هدف از انجام این تحقیق شناسایی مدلی است که عوامل بیشتری را در رابطه با خشکسالی دخیل نموده تا بتوان نتیجه‌ای نزدیکتر به واقعیت را بدست آورد.

### روش تحقیق

شهرستان زابل با مساحت ۱۵۱۹۷ کیلومتر مربع در محدوده جغرافیایی بین ۶۰ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۵۰ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۰ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۸ دقیقه عرض جغرافیایی در شمال استان سیستان و بلوچستان واقع گردیده است، که از شمال و شرق به کشور افغانستان، از جنوب به شهرستان زاهدان و از مغرب و شمال غربی به دشت لوت و شهرستان نهبندان استان خراسان محدود می شود (شکل ۱). سیستان به دلیل واقع بودن در محیط آندروئیک (بریمانی، ۲۰۰۴) از دریاها و اقیانوسها فاصله زیادی داشته و فقط رودخانه دائمی هیرمند با حوزه آبریز مجزا به صورت کمربندی در شمال آن قرار داشته و حیات و ممات سیستان نیز بدان وابسته می باشد (بیک محمدی و همکاران، ۲۰۰۴) که آن هم در طی خشکسالی‌های اخیر (۱۳۸۳ - ۱۳۷۷) به شدت آسیب دیده و جریان آب در آن مطابق جدول ۱ تقلیل یافته (امور آب منطقه‌ای زابل، ۲۰۰۷) و به تبع آن هامون‌ها نیز به کفه خشک تبدیل گردیده‌اند. عمده منطقه شامل اراضی زراعی و باغات بوده که در خشکسالی‌های اخیر بصورت رها شده قابل ملاحظه است به طوری که وسعت اراضی تحت کشت محصولات زراعی و مساحت باغات از ۱۱۹۶۲۴ و ۲۳۰۶ هکتار در سال زراعی ۱۳۷۶ - ۱۳۷۷ به ترتیب به ۲۵۴۰۷ و ۴۰۵ هکتار در سال زراعی ۱۳۸۳ - ۱۳۸۲ تقلیل یافته و میزان تولید محصولات زراعی و باغی نیز به ترتیب ۷۸/۵ و ۹۸/۶ درصد کاهش یافته است (جهاد کشاورزی زابل، ۲۰۰۷).



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول ۱: آورد سالیانه و دبی متوسط رودخانه هیرمند در ایستگاه سد کهک\*

سال آبی	آورد آب (میلیون متر مکعب)	دبی آب (مترمکعب بر ثانیه)
۱۳۷۰ - ۱۳۷۱	۲۲۱۵/۳۷	۷۰/۲۵
۱۳۷۱ - ۱۳۷۲	۱۷۸۳/۹۶	۵۶/۵۷
۱۳۷۲ - ۱۳۷۳	۵۳۰/۹	۱۶/۸۳
۱۳۷۳ - ۱۳۷۴	۱۲۲۹/۶۹	۳۸/۹۹
۱۳۷۴ - ۱۳۷۵	۱۲۰۸/۰۶	۳۸/۳۱
۱۳۷۵ - ۱۳۷۶	۹۰۸/۵۱	۲۸/۸۱
۱۳۷۶ - ۱۳۷۷	۲۲۴۳/۰۱	۷۱/۱۳
۱۳۷۷ - ۱۳۷۸	۲۵۸/۷۵	۸/۲۱
۱۳۷۸ - ۱۳۷۹	۱۱۴/۱۷	۳/۶۲
۱۳۷۹ - ۱۳۸۰	۵۶/۹۸	۱/۸۱
۱۳۸۰ - ۱۳۸۱	۰	۰
۱۳۸۱ - ۱۳۸۲	۳۲۵/۸	۱۰/۳۳
۱۳۸۲ - ۱۳۸۳	۹۶/۲۳	۳/۰۵
۱۳۸۳ - ۱۳۸۴	۱۰۲۷/۸۴	۳۲/۵۹
۱۳۸۴ - ۱۳۸۵	۹۷۴۶/۸	۳۰/۹۰

\*شرکت سهامی امور آب منطقه‌ای شهرستان زابل، ۲۰۰۷

جهت بررسی خشکسالی در این منطقه از مدل اسکالوگرام استفاده گردید، آمار عوامل جوی مربوط به ایستگاه سینوپتیک زابل طی یک دوره آماری ۱۶ ساله (۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵) از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک زابل اخذ شد. این عامل‌های جوی عبارتند از: متوسط حداکثر دمای سالانه، متوسط حداقل دمای سالانه، مجموع بارش سالانه، تعداد روزهای بارندگی سالانه، تعداد روزهای یخبندان سالانه، درصد رطوبت نسبی متوسط سالانه، متوسط تبخیر و تعرق سالانه بر حسب میلی‌متر و متوسط سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه.

تأثیر این عوامل بر روی خشکسالی بررسی شده و با توجه به اثرات متقابل این عوامل بر یکدیگر از بین عوامل موجود سه تا چهار عامل اصلی که می‌توانند از یکدیگر مستقل فرض شده و تأثیر آنها بر خشکسالی نیز مؤثرتر به نظر می‌رسد انتخاب شدند. این عوامل عبارتند از: مجموع بارش سالانه، تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه، تعداد روزهای بارندگی، تعداد روزهای یخبندان. آنگاه بررسی‌های اولیه آماری بر روی آمار هر یک از عوامل از قبیل آزمون داده‌های پرت و همگنی انجام شد. سپس میزان تأثیر هر یک از این عوامل در ارتباط با عوامل دیگر به ترتیبی که ذکر خواهد شد، تعیین گردید.

به منظور تعیین تأثیر تعداد روزهای یخبندان بر خشکسالی تحقیق در دو مرحله انجام گرفت. در مرحله اول روزهای یخبندان به عنوان یک متغیر مستقل در مدل مورد استفاده قرار گرفت و در حالت دوم این پارامتر نیز مانند پارامترهای مربوط به دما و رطوبت حذف شدند.

لازم به ذکر است که در این مدل جهت انتخاب عوامل مذکور هیچ گونه محدودیتی وجود نداشته و هر محقق بنا به نظر کارشناسی خویش و امکان دستیابی به اطلاعات اقلیمی می‌تواند تعداد عوامل و دوره آماری را تغییر دهد. مدل مذکور به دلیل عدم محدودیت در تعداد عوامل و نوع آنها و همچنین دوره آماری قابلیت تعمیم به بسیاری از مباحث مربوط به اقلیم همچون طبقه بندی اقلیمی، تعیین دوره‌های خشکسالی و ترسالی و..... را دارد.

از بین عوامل اقلیمی ذکر شده، افزایش مقادیر عددی ۶ عامل باعث بروز اثرات خشکسالی می‌شود. این ۶ عامل عبارتند از: حداکثر مطلق دما، حداقل مطلق دما، متوسط حداکثر دمای سالانه، متوسط حداقل دمای سالانه، متوسط تبخیر و تعرق و متوسط سرعت باد. در مدل اسکالوگرام این عوامل امتیاز منفی کسب می‌کنند.

افزایش مقادیر عددی ۶ عامل دیگر یعنی مجموع بارش سالیانه، حداکثر بارش ۲۴ ساعته، تعداد روزهای بارانی، تعداد روزهای یخبندان، حداکثر رطوبت نسبی مطلق و حداقل رطوبت نسبی مطلق باعث کاهش اثرات خشکسالی می‌شود. در مدل اسکالوگرام این عوامل امتیاز مثبت کسب می‌کنند.

در بحث محاسبات آماری مدل مذکور بر اساس زمان از داده‌ها میانگین و انحراف معیار گرفته و بر حسب میزان همخوانی و دامنه میانگین‌ها ۰/۵ و ۰/۲۵ انحراف معیار محاسبه می‌شود که در این تحقیق به دلیل انحراف معیار بالا یا پراکندگی بالای داده‌ها از میانگین ۰/۲۵ انحراف معیار انتخاب می‌شود.

جدول شماره ۲ - محاسبات آماری عوامل جوی ایستگاه زابل ۱۳۸۵ - ۱۳۷۴

عامل جوی	بارش کل سالیانه (mm)	حداکثر بارش ۲۴ ساعته (mm)	متوسط حداکثر دمای سالانه (°C)	متوسط حداقل دمای سالانه (°C)	تعداد کل روز بارانی در سال	تعداد کل روز یخبندان در سال	حداکثر دمای مطلق سالیانه (°C)	حداقل دمای مطلق سالیانه (°C)	درصد حداقل رطوبت سالیانه (%)	درصد حداکثر رطوبت سالیانه (%)	متوسط سرعت سالیانه باد (m/s)	مجموع تبخیر و تعرق سالانه (mm)
میانگین (X)	۵۰/۶۳۳	۱۳/۲۱۷	۳۶/۱۱۷	۸/۹۵۸	۱۹/۹۱۷	۱۴/۸۳۳	۴۷/۲۰۰	-۵/۶۵۰	-۶/۵۰۰	-۹۷/۱۶۷	۱۸/۸۹۵	۴۹۹۶/۹۰۷
انحراف معیار (S)	۴۵/۷۲۹	۷/۱۵۵	۱/۰۹۹	۰/۷۷۹	۱۱/۱۲۴	۵/۰۳۰	۰/۸۱۶	۲/۵۹۱	۲/۳۶۳	۱/۶۷۵	۲/۱۱۶	۴۲۵/۸۸۶
¼ انحراف معیار	۱۱/۴۳۲	۱/۷۸۹	۰/۲۷۵	۰/۱۹۵	۲/۷۸۱	۱/۲۵۸	۰/۲۰۴	۰/۶۴۸	۰/۵۹۱	۰/۴۱۹	۰/۵۲۹	۱۰۶/۴۷۱
X + ¼ S	۶۲/۰۶۶	۱۵/۰۰۵	۳۶/۳۹۱	۹/۱۵۳	۲۲/۶۹۸	۱۶/۰۹۱	۴۷/۴۰۴	-۵/۰۰۲	۷/۰۹۱	۹۷/۵۸۵	۱۹/۴۲۴	۵۱۰۳/۳۷۸
X - ¼ S	۳۹/۲۰۱	۱۱/۴۲۸	۳۵/۸۴۲	۸/۶۷۳	۱۷/۱۳۶	۱۳/۵۷۶	۴۶/۹۹۶	-۶/۲۹۶	۵/۹۰۹	۹۶/۴۷۸	۱۸/۳۶۶	۴۸۹۰/۴۳۵

جدول شماره ۳ - ارزش گذاری جوی

ردیف	عامل جوی	مثبت	خنثی	منفی
۱	بارش کل سالیانه (mm)	بیشتر از ۶۲/۰۶۶	از ۳۹/۲۰۱ تا ۶۲/۰۶۶	کمتر از ۳۹/۲۰۱
۲	حداکثر بارش ۲۴ ساعته (mm)	بیشتر از ۱۵/۰۰۵	از ۱۱/۴۲۸ تا ۱۵/۰۰۵	کمتر از ۱۱/۴۲۸
۳	متوسط حداکثر دمای سالیانه (°C)	کمتر از ۳۵/۴۸۲	از ۳۶/۳۹۱ تا ۳۵/۴۸۲	بیشتر از ۳۶/۳۹۱
۴	متوسط حداقل دمای سالیانه (°C)	کمتر از ۸/۷۶۳	از ۹/۱۵۳ تا ۸/۷۶۳	بیشتر از ۹/۱۵۳
۵	تعداد کل روز بارانی در سال	بیشتر از ۲۲/۶۹۸	از ۱۷/۱۳۶ تا ۲۲/۶۹۸	کمتر از ۱۷/۱۳۶
۶	تعداد کل روز یخبندان در سال	بیشتر از ۱۶/۰۹۱	از ۱۳/۵۷۶ تا ۱۶/۰۹۱	کمتر از ۱۳/۵۷۶
۷	حداکثر دمای مطلق سالیانه (°C)	کمتر از ۴۶/۹۹۶	از ۴۷/۴۰۴ تا ۴۶/۹۹۶	بیشتر از ۴۷/۴۰۴
۸	حداقل دمای مطلق سالیانه (°C)	کمتر از -۶/۲۹۸	از -۵/۰۰۲ تا -۶/۲۹۸	بیشتر از -۵/۰۰۲
۹	درصد حداقل رطوبت سالیانه (%)	بیشتر از ۷/۰۹۱	از ۵/۹۰۹ تا ۷/۰۹۱	کمتر از ۵/۹۰۹
۱۰	درصد حداکثر رطوبت سالیانه (%)	بیشتر از ۹۷/۵۸۵	از ۹۶/۴۷۸ تا ۹۷/۵۸۵	کمتر از ۹۶/۴۷۸
۱۱	متوسط سرعت سالیانه باد (m/s)	کمتر از ۱۸/۳۶۶	از ۱۹/۴۲۴ تا ۱۸/۳۶۶	بیشتر از ۱۹/۴۲۴
۱۲	مجموع تبخیر و تعرق سالیانه (mm)	کمتر از ۴۸۹۰/۴۳۵	از ۵۱۰۳/۳۷۸ تا ۴۸۹۰/۴۳۵	بیشتر از ۵۱۰۳/۳۷۸



## نتایج و بحث

نتایج محاسبات آماری عوامل جوی ایستگاه زابل در طول دوره مورد بررسی (۱۳۸۵ - ۱۳۷۴) در جدول ۲ ارائه شده است. در مرحله ارزش گذاری، داده‌ها در سه طیف منفی، خنثی و مثبت بر حسب محاسبات جدول ۳ دارای ارزش می گردند و در نهایت بر اساس تعداد موارد مثبت، خنثی و منفی (جدول ۴) رتبه بندی شده‌اند.

در این تحقیق با توجه به پارامترهای جوی که بر اساس ترتیب سال‌های آماری به دست آمده و در جدول ۴ تنظیم شده است می توان مشاهده کرد که نقش عوامل هواشناسی در ترکیب با یکدیگر و تاثیر آنها بر خشکسالی بهتر می تواند نشان داده شوند. در این روش، فقط به یک یا دو عامل، بخصوص میزان بارندگی، تکیه نشده و ملاحظه می شود که همیشه میزان بارش زیاد در یک سال دلیل ترسالی نیست. زیرا عوامل جوی دیگر نظیر متوسط درجه حرارت بالا، متوسط سرعت زیاد باد و همچنین متوسط تبخیر و تعرق زیاد، می تواند میزان رطوبت موجود در جو را کاهش داده و باعث خشکسالی گردد. چنانکه میزان بارش کم در یک سال نیز نمی تواند به تنهایی موجب خشکسالی و یا تشدید اثرات آن گردد. زیرا ممکن است درجه حرارت در آن سال نسبت به حالت متوسط منطقه از میزان متوسط پائینی برخوردار بوده و یا رطوبت در حد بالاتری قرار داشته باشد.

در این تحقیق سال ۱۳۸۰ شدیدترین خشکسالی نسبی و سال ۱۳۷۶ کمترین آن را در دوره آماری مورد نظر کسب می کند به طور کلی سال‌های ۱۳۷۶، ۱۳۷۴، ۱۳۸۵، ۱۳۷۵، ۱۳۸۳، ۱۳۸۴، ۱۳۷۸، ۱۳۷۷، ۱۳۸۲، ۱۳۷۹، ۱۳۸۱، ۱۳۸۰ از مرطوبترین سال به خشکترین سال ارزیابی می گردند. همانطور که ملاحظه می شود از سال ۱۳۷۷ تا سال ۱۳۸۲ با امتیازهای متفاوت در زمره سال‌های خشک ارزیابی شده که با اذهان عمومی و همچنین اظهارات دستگاههای اجرائی منابع طبیعی و کشاورزی مطابقت می نماید. می توان این چنین نتیجه گیری کرد که تنها میزان بارش سالانه نشان دهنده شدت خشکسالی نبوده و تاثیر عوامل جوی دیگر بر خشکسالی به خصوص در مناطق کم باران باید در نظر گرفته شود. در مناطقی مانند زابل که به لحاظ موقعیت جغرافیایی و اقلیمی در ناحیه خشک واقع شده و بیش از ۴ ماه در سال در معرض بادهای تند و فرساینده همراه با گرد و غبار قرار دارد، خشکسالی تنها تابع مقدار بارندگی نمی تواند در نظر گرفته شود. همانطور که در جدول ۴ ملاحظه می شود سال ۱۳۸۳ با بیشترین میزان بارش سالانه تقریباً در مرز سال‌های خشک و تر قرار گرفته و از این سال به بعد خشکسالی تعدیل یافته که این مطلب با یافته‌های سایر محققین و اظهارات عموم ساکنان منطقه و کشاورزان و سایر قشرها مطابقت دارد (دکتر بیک محمدی و همکاران، ۲۰۰۵). سال ۱۳۸۰ با آنکه حداقل بارش را ندارد ولی به دلیل داشتن بیشترین متوسط حداکثر دمای سالانه و بیشترین میزان تبخیر و تعرق (۵۸۰۸/۵۱ میلی متر) متوسط سرعت باد بالا و همچنین تعداد روزهای یخبندان کم و رطوبت نسبی پایین به عنوان خشکترین سال انتخاب می گردد که این نتیجه نیز با مراجعه به جدول ۱ که میزان آورد سالانه آب رود هیرمند را صفر نشان داده و خشکسالی هیدرولوژیکی در این سال را تایید می نماید اثبات می گردد. ارزیابی سال ۱۳۷۶ به عنوان مرطوبترین سال با حداکثر رطوبت نسبی مطلق ۱۰۰ درصد و بیشترین میزان دبی متوسط سالانه (بیش از ۷۰ درصد) نیز از نتایج حاصل از این تحقیق به شمار می رود. با توجه به نتیجه اخذ شده از تحقیق سال ۱۳۷۹ با اینکه کمترین میزان بارش سالانه را دارد به علت آنکه حداکثر تعداد روزهای یخبندان را داشته و همچنین ۳ الی ۴ سال متوالی قبل از آن بارش به نسبت خوبی را داشته‌اند در رتبه سوم از لحاظ خشکسالی قرار گرفته است. نکته دیگر در مورد سال ۱۳۷۴ اینکه این سال با داشتن بارش سالانه کم ولی به دلیل دارا بودن حداکثر تعداد روزهای بارانی و حداقل متوسط سرعت باد و میزان رطوبت نسبی بالا جزء سال‌های مرطوب برآورد می گردد. با توجه به جدول ۴ که میزان تاثیر هر عامل جوی را بر وقوع پدیده خشکسالی نشان می دهد می توان دریافت که در منطقه زابل موثرترین عامل بر وقوع خشکسالی درجه حرارت و تبخیر و تعرق بوده که در این منطقه به دلیل وجود شرایط خاص جوی (خشکی اقلیمی) بسیار بالاست و سرعت متوسط باد نیز عامل تشدید کننده تبخیر و تعرق می باشد. بنا بر این، مشاهده می شود در سالهایی که بارش نسبت به شرایط نرمال منطقه، کمبود چندانی ندارد، خشکسالی اتفاق افتاده است.



بنابراین می توان نتیجه گیری نمود که علی رغم اینکه بیشتر محققان کمبود بارش را علت اصلی بروز خشکسالی می دانند، عوامل جوی دیگری وجود دارند که در کنار هم باعث وقوع خشکسالی می گردند.

## منابع

- حسینی ها، ح. ع. و. ز. صالحی، ۱۳۷۹. بررسی وضعیت خشکسالی استان زنجان. اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی خلعی، م. شایان نژاد، م. ۱۳۸۰، تعیین شدت و تداوم خشکسالی یا یک روش اصلاح شده جدید برای مبارزه با بحران های کم آبی در مناطق شهرکرد، زاهدان و زابل. اولین کنفرانس مبارزه با بحران کم آبی. ص ۱۴۳ - ۱۲۷. کرمان. اسفند ۱۳۷۹
- رضیئی، ط. و همکاران. ۱۳۸۲. پایش پدیده خشکسالی در ایران مرکزی با استفاده شاخص SPI. سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی اقلیم. دانشگاه اصفهان
- زارع ایبانه. ح. و محبوبی، ع. ا. بررسی وضعیت خشکسالی و روند آن در منطقه همدان بر اساس شاخص های آماری خشکسالی. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۳ (پی آیند ۶۴)، پاییز ۸۳
- زارع ایبانه، ح. و محبوبی، ع. ا. و حیدری، م. ۱۳۸۰. بررسی های شاخص های خشکسالی غرب کشور. اولین کارگاه آموزشی هواشناسی کشاورزی. همدان
- زارع ایبانه، ح. و محبوبی، ع. ا. و احسانی، م. ر. ۱۳۷۹. برآورد نیاز آبی گیاهان و مقایسه آن با تبخیر در منطقه همدان. اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی. کرمان. اسفند ۱۳۷۹
- سلامت، ع. و آل یاسین، م. ۱۳۸۰. راهنمای مقابله با خشکسالی. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. نشریه شماره ۴۹. علیزاده، ا. ۱۳۸۴. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). مشهد
- کریمی، و. کامکار حقیقی، ع. ا. سپاسخواه، ع. ر. و خلیلی، د. ۱۳۸۰. بررسی خشکسالی های هواشناسی در استان فارس. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۵. شماره ۴. زمستان ۱۳۸۰. دانشگاه صنعتی اصفهان.
- نساجی زاده، م. و صانعی، م. ۱۳۸۰. تعیین دوره های خشکسالی با شاخص SPI. اولین کنفرانس مبارزه با بحران کم آبی. ص ۲۴۶ - ۲۳۵. صفحه.
- زارت نیرو، ۱۳۷۳. بولتن وضعیت منابع آب کشور. شماره ۸
- یوسف قویدل، رحیم، ۲۰۰۵. کاربرد نمایه های مبتنی بر بارش در مطالعه خشکسالیها و ترسالیها (مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی)، مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۶۵، صفحه ۵۶ - ۴۷.

- 13- Herbest, P. H., Bredenkamp, D.B & Barker, H. M . G. "Atehnique for the evaluation of drought from rainfall data." Jornal of hydrology. 4(4). 264-272. 1966.
- 14- Palmer, W.C.1965. Meteorological drought. USWB, Res. Paper No. 45.
- 15 - WMO, 1975.Special environmental. Report No. 5, pp. 403.
- 16- Petrasovits, I. (1995): Drought in the Carpathians Basin – In: Proceedings of the International ICID Workshop on Drought in the Carpathians Region (Eds.: L. Vermes and A. Mihalyfy), 3 – 5 May, Budapest-Alsoгод, pp 7 – 14.