

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و
نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه رازی است.



دانشکده ادبیات و علوم انسانی
گروه جغرافیا

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته جغرافیای طبیعی گرایش
اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی

**پهنه بندی خشکسالی در ایران با استفاده از شاخص متغیرهای تأثیرگذار بارشی
(CPEI)**

استاد راهنما:
دانشیار حسن ذوالفقاری

نگارش:
زهرا نوری سامله

مهرماه ۱۳۹۲



دانشکده ادبیات و علوم انسانی
گروه جغرافیا

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته^۶ جغرافیای طبیعی گرایش اقلیم شناسی در
برنامه ریزی محیطی

دانشجو:

زهرانوری سامله

تحت عنوان

**پهنه بندی خشکسالی در ایران با استفاده از شاخص متغیرهای تأثیرگذار بارشی
(CPEI)**

در تاریخ ۱۳۹۲/۷/۳۰ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه بسیار خوب به تصویب نهایی رسید.

امضاء	با مرتبه ^۶ علمی دانشیار	دانشیار حسن ذوالفقاری	۱- استاد راهنما
امضاء	با مرتبه ^۶ علمی استادیار	دکتر فیروزمجرد	۳- استاد داور داخل گروه
امضاء	با مرتبه ^۶ علمی استادیار	دکتر جعفر معصوم پور	۴- استاد داور داخل گروه

سپاسگزاری:

خدای را سپاسگزارم که در معبد علم و معرفت، بندگی را شیوه زندگی ام قرار داد.
از جناب آقای دانشیار حسن ذوالفقاری که ایشان راهنمایی اینجانب را در طول انجام پیمان نامه به عهده داشتند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از دیگر اساتید ارجمند گروه جغرافیا که در دوران کارشناسی و کارشناسی ارشد، افتخار شاگردی آن ها نصیب این حقیر شد، بسیار تشکر و از خدای متعال توفیق روز افزون را برایشان خواستارم.

تقدیم بہ:

دستان مہربان الہی

پدر و مادر عزیزم

چکیده:

مطالعه خشکسالی‌ها با شاخص‌های متعددی صورت می‌گیرد که بارش، عمومی‌ترین عنصر مورد استفاده در آن‌ها می‌باشد. اهمیت بارش در مطالعه خشکسالی باعث شده است که محققان به متغیرهای بیشتری از آن در شاخص گذاری خشکسالی توجه نمایند. در پژوهش حاضر از شاخص ترکیب متغیرهای تاثیرگذار بارش (CPEI) برای ارزیابی میزان تطابق، با دوره‌های فصلی و سالانه خشکسالی در ایران استفاده گردیده است. خروجی شاخص مذکور، ترکیب بهینه از اسامی متغیرهای تاثیرگذار بارشی (PEV) در خشکسالی ایستگاه‌ها است. در این راستا، داده‌های بارش روزانه ۴۰ ایستگاه سینوپتیک طی دوره آماری ۲۰۰۹-۱۹۸۰ استفاده شده است. با محاسبه احتمالات مختلف از ترکیب متغیرها، در صورت همبستگی با دیگر شاخصهای خشکسالی محاسبه شده در ایستگاه، ترکیب بهینه از متغیرهای تاثیرگذار بارشی در پایش خشکسالی تعیین می‌شود. در این مطالعه همبستگی ۰.۸ و بالاتر با شاخصهای شناخته شده RAI و SPI ملاک تعیین ترکیب متغیرها قرار گرفته شده است. در پایش خشکسالی با شاخص CPEI، حداقل بهینه در تعداد ترکیب متغیرهای موثر بارشی در شاخص گذاری، ۳ متغیر است که بدین ترتیب، تناسب دوره‌های زمانی و مناطق مختلف با شاخص CPEI در ایران ارزیابی شده است. به همین جهت ترکیبات مختلف احتمالی از متغیرهای تاثیرگذار بارشی و شاخصهای RAI و SPI برای دوره‌های فصلی و سالانه محاسبه شده و ترکیب بهینه متغیرهای تاثیرگذار در خشکسالی برای کل ایستگاه‌های تحت مطالعه تعیین شده است. همچنین نقشه‌های پهنه بندی براساس تناسب ایستگاهها با شاخص CPEI تهیه شده است. نتایج مطالعه نشان داد که در بیشتر ایستگاه‌ها در همه دوره‌های زمانی مطالعه شده، شاخص RAI همبستگی بالاتری با شاخص CPEI دارد. در همه دوره‌های مورد مطالعه، در بیش از ۵۰ درصد از پهنه کشور، شاخص مذکور قابل پایش بوده و شاخص CPEI برای تعیین دوره‌های خشک فصلی و سالانه، در ایران مناسب ارزیابی شد. در بین دوره‌های زمانی مطالعه شده، فصل بهار و دوره سالانه مناسب‌ترین دوره‌ها شناخته شدند. در بین مناطق کشور نیز مناطق شمالی و شمالغرب، در دوره‌های سالانه و فصلی (به جز فصل بهار) با شاخص CPEI تناسب کمتری نشان دادند.

کلمات کلیدی: پهنه بندی، خشکسالی، PEV، شاخص CPEI، ایران

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار	ج
فصل اول: کلیات تحقیق	
۱-۱- تعریف و بیان مسئله	۲
۲-۱- پیشینه موضوع	۳
۳-۱- اهداف تحقیق	۶
۴-۱- فرضیات تحقیق	۶
فصل دوم: مبانی نظری	
۱-۲- تعریف خشکسالی	۸
۲-۲- خصوصیات خشکسالی	۹
۳-۲- انواع عمده خشکسالی	۹
۴-۲- شاخصهای مورد مطالعه خشکسالی	۹
۱-۴-۲- شاخص استاندارد شده بارش (SPI)	۱۰
۲-۴-۲- شاخص ناهنجاری بارندگی (RAI)	۱۱
۴-۴-۲- شاخص CPEI	۱۲
۵-۲- نرم افزارهای محاسبه شاخصهای خشکسالی	۱۴
۱-۵-۲- نرم افزار DIP	۱۴
۲-۵-۲- نرم افزار DrinC	۱۵
۳-۵-۲- نرم افزار SPATSIM	۱۶
فصل سوم: مواد و روشها	
۱-۳- داده ها	۱۹
۱-۱-۳- گرد آوری داده ها	۱۹
۲-۱-۳- آزمون همگنی و بازسازی داده ها	۲۰
۲-۳- روش ها	۲۱
۱-۲-۳- محاسبه شاخص CPEI	۲۲
۱-۱-۲-۳- محاسبه مقادیر استاندارد شده متغیرهای تاثیر گذار بارشی	۲۳
۲-۱-۲-۳- تعیین همبستگی بین متغیرهای تاثیر گذار بارشی (PEVs) ایستگاه ها	۲۳
۳-۱-۲-۳- محاسبه ترکیبات مختلف از متغیرهای تاثیر گذار بارشی	۲۴

۲۵	..... محاسبه شاخصهای SPI و RAI
۲۵	..... تعیین همبستگی احتمالات مختلف (PEV _s) با دو شاخص SPI و RAI
۲۵	..... خوشه بندی ایستگاه‌ها
۲۵	..... پهنه بندی ایستگاه‌ها

فصل چهارم: نتایج و بحث

۲۷	..... ۱-۴ مقدمه
۲۷	..... ۲-۴ تعیین ترکیب متغیرهای تاثیرگذار بارشی برای ایستگاه‌های مختلف ایران
۳۴	..... ۱-۲-۴ خوشه بندی ایستگاه‌ها
۳۴	..... ۱-۱-۲-۴ فصل زمستان
۳۵	..... ۲-۱-۲-۴ فصل بهار
۳۶	..... ۳-۱-۲-۴ فصل پاییز
۳۷	..... ۴-۱-۲-۴ دوره سالانه
۳۷	..... ۲-۴ مقایسه شاخص‌های SPI و RAI با CPEI در ایران
۳۸	..... ۳-۴ مقایسه نتایج شاخص CPEI در مقیاس‌های زمانی مختلف در ایران
۳۹	..... ۵-۴ نتایج شاخص CPEI در مناطق جغرافیایی ایران در دوره‌های مختلف
۳۹	..... ۱-۵-۴ دوره‌های فصلی
۴۰	..... ۱-۱-۵-۴ زمستان
۴۱	..... ۲-۱-۵-۴ بهار
۴۲	..... ۳-۱-۵-۴ پاییز
۴۳	..... ۲-۵-۴ دوره سالانه
۴۴	..... ۳-۵-۴ فصل تابستان

فصل پنجم: نتیجه گیری

۴۷	..... خلاصه و نتیجه گیری
۴۷	..... نتایج آزمون فرضیات
۴۹	..... پیشنهادات
۵۰	..... منابع
۵۳	..... پیوست‌ها

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۱	جدول ۱-۲ نمایه SPI برای پایش خشکسالی.....
۱۲	جدول ۲-۲ نمایه RAI برای پایش خشکسالی.....
۱۳	جدول ۱-۳ مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه.....
۱۹	جدول ۲-۳ ایستگاه‌های بازسازی شده با طول دوره آماری ناقص.....
۲۱	جدول ۳-۳ مقادیر استاندارد شده متغیرهای موثر بارشی سالهای ۲۰۰۹-۲۰۱۰ در ایستگاه مشهد در دوره سالانه.....
۲۳	جدول ۳-۴ همبستگی بین متغیرهای تاثیر گذار بارشی در فصل زمستان در ایستگاه مشهد.....
۲۳	جدول ۳-۵ همبستگی بین متغیرهای تاثیر گذار بارشی در فصل بهار در ایستگاه مشهد.....
۲۳	جدول ۳-۶ همبستگی بین متغیرهای تاثیر گذار بارشی در فصل پاییز در ایستگاه مشهد.....
۲۴	جدول ۳-۷ همبستگی بین متغیرهای تاثیر گذار بارشی در دوره سالانه در ایستگاه مشهد.....
۲۷	جدول ۴-۱ متغیرهای موثر بارشی مورد استفاده در شاخص CPEI در دوره‌های مختلف.....
۲۸	جدول ۴-۲ همبستگی بین متغیرهای تاثیر گذار بارشی زاهدان در دوره سالانه.....
۲۹	جدول ۴-۳ احتمالات محاسبه شده با ضریب همبستگی ۰,۸ و بالاتر در ایستگاه زاهدان در دوره سالانه.....
۳۰	جدول ۴-۴ مقایسه ترکیب متغیرهای محاسبه شده در ایستگاه زاهدان در دوره سالانه.....
۳۱	جدول ۴-۵ ترکیب شاخص CPEI در ایستگاه‌های سینوپتیک ایران در فصل زمستان.....
۳۱	جدول ۴-۶ ترکیب شاخص CPEI در ایستگاه‌های سینوپتیک ایران در فصل بهار.....
۳۲	جدول ۴-۷ ترکیب شاخص CPEI در ایستگاه‌های سینوپتیک ایران در فصل پاییز.....
۳۲	جدول ۴-۸ ترکیب شاخص CPEI در ایستگاه‌های سینوپتیک ایران در دوره سالانه.....
۳۳	جدول ۴-۹ درصد حضور متغیرهای بارشی در دوره‌های زمانی مختلف.....
۳۵	جدول ۴-۱۰ اعضای خوشه‌های به دست آمده در خوشه بندی فصل زمستان براساس ترکیب شاخص CPEI.....
۳۶	جدول ۴-۱۱ اعضای خوشه‌های به دست آمده در خوشه بندی فصل زمستان براساس ترکیب شاخص CPEI.....
۳۷	جدول ۴-۱۲ اعضای خوشه‌های به دست آمده در خوشه بندی فصل زمستان براساس ترکیب شاخص CPEI.....
۳۸	جدول ۴-۱۳ اعضای خوشه‌های به دست آمده در خوشه بندی فصل زمستان براساس ترکیب شاخص CPEI.....
۳۸	جدول ۴-۱۴ مقادیر همبستگی شاخصهای RAI و SPI در دوره‌های زمانی با شاخص CPEI در ایستگاه آبادان.....
۳۹	جدول ۴-۱۵ رتبه بندی دوره‌های زمانی از نظر مناسب بودن جهت مطالعه شاخص CPEI.....
۴۰	جدول ۴-۱۶ همبستگی بین متغیرهای تاثیر گذار بارشی در یک ایستگاه مناسب در فصل زمستان.....
۴۰	جدول ۴-۱۷ همبستگی بین متغیرهای تاثیر گذار بارشی در یک ایستگاه نامناسب در فصل زمستان.....
۴۵	جدول ۴-۱۸ ترکیب شاخص CPEI در ایستگاه‌های سینوپتیک ایران در فصل تابستان.....

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
ح	شکل ۱-۱ کتیبه داریوش کبیر در تخت جمشید.....
۱۵	شکل ۲-۱ تصویری از پنجره ورودی نرم افزار DIP.....
۱۶	شکل ۲-۲ تصویری از پنجره ورودی نرم افزار DrinC.....
۱۶	شکل ۲-۳ تصویری از پنجره ورودی نرم افزار SPATSIM.....
۲۰	شکل ۳-۱ توزیع ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه در ایران.....
۲۱	شکل ۳-۲ مراحل روش‌های مطالعه شاخص CPEI.....
۳۴	شکل ۴-۱ خوشه بندی ایستگاه‌ها در فصل زمستان براساس تعداد متغیرها در ترکیب شاخص CPEI.....
۳۵	شکل ۴-۲ خوشه بندی ایستگاه‌ها در فصل بهار براساس تعداد متغیرها در ترکیب شاخص CPEI.....
۳۶	شکل ۴-۳ خوشه بندی ایستگاه‌ها در فصل پاییز براساس تعداد متغیرها در ترکیب شاخص CPEI.....
۳۷	شکل ۴-۴ خوشه بندی ایستگاه‌ها در دوره سالانه براساس تعداد متغیرها در ترکیب شاخص CPEI.....
۴۱	شکل ۴-۵ پهنه بندی ایران در فصل زمستان براساس میزان تناسب با شاخص CPEI.....
۴۲	شکل ۴-۶ پهنه بندی ایران در فصل بهار براساس میزان تناسب با شاخص CPEI.....
۴۳	شکل ۴-۷ پهنه بندی ایران در فصل پاییز براساس میزان تناسب با شاخص CPEI.....
۴۴	شکل ۴-۸ پهنه بندی ایران در دوره سالانه براساس میزان تناسب با شاخص CPEI.....

پیشگفتار:

خشکسالی یکی از مهم‌ترین مشکلات اجتماعات انسانی و اکوسیستم‌های طبیعی است که در اثر تغییرات و نوسانات اقلیمی اتفاق می‌افتد. با اینکه تاثیرات بلایای ناگهانی همچون طوفان و سیلاب به سرعت ظاهر می‌شود ولی خشکسالی از آن نوع پدیده‌های زیانبار است که تاثیرات بلند مدتی برجای می‌گذارد (Yurekli, 2012). پدیده خزنده و مخرب خشکسالی در طول ادوار تاریخی خسارات فراوانی در ایران به بار آورده است. یکی از مهم‌ترین اسناد موجود درباره خشکسالی در ایران، کتیبه ای از داریوش در تخت جمشید است که در آن از خشکسالی به عنوان دومین معضل ایران یاد شده است (زاهدی قره آغاچ و قویدل رحیمی، ۱۳۸۶).



خداوند این کتیبه را از دقنمن، از خشکسالی، از دروغ محفوظ دارد

شکل ۱-۱ کتیبه داریوش کبیر در تخت جمشید (قویدل رحیمی، ۱۳۸۱: ۱۶). به نقل از از فرهنگ نامه بریتانیا)

درحالی که خشکی یک صفت اقلیمی و نوعی ویژگی دائمی آب و هوایی مناطق خشک محسوب می‌شود، خشکسالی عارضه ای است که از کاهش غیر منتظره بارش، در مدتی معین در منطقه ای که لزوما خشک نیست سرچشمه می‌گیرد. میزان این کاهش آن قدر است که روند عادی رشد را در منطقه مختل می‌سازد و اثرات بی‌درنگ و مضر بر کشاورزی و اثرات درازمدت بر عرضه منابع آب به جا می‌گذارد. بنابراین خشکسالی ویژگی دائمی یک منطقه نیست و در هر رژیم آب و هوایی می‌تواند اتفاق افتد (کاویانی، ۱۳۸۰).

با توجه به تاثیرات مخرب خشکسالی، بررسی این پدیده از دیرباز مورد توجه محققان بوده و خواهد بود، چرا که از بلایایی است که جوامع انسانی را ممکن است تا مرز نابودی بکشاند. هر چه شناخت از این پدیده در هر مکان بیشتر باشد، بهتر می‌توان این بحران را مدیریت کرد و آسیب کمتری را متحمل شد. شاخص‌های متعددی بر مبنای عناصر و عوامل شرکت در خشکسالی طراحی شده است که در انواع هواشناسی، کشاورزی، هیدرولوژیک و... کاربرد دارند. بدون شک شاخصی که بهترین تطابق را بر شرایط جغرافیایی منطقه و ارزیابی آن داشته باشد، کمک زیادی به سیاست‌گذاران آن منطقه خواهد داشت.

در این پایان نامه تلاش شده است خشکسالی در ایران با شاخصی که تاکنون مورد ارزیابی قرار نگرفته، پایش شود و شاخصی را که منحصر برای مناطق نیمه خشک طراحی شده و ترکیب ویژگی‌ها و متغیرهای بارشی شناسایی نشده اما تاثیرگذار در وقوع خشکسالی، معرفی نماید. در این پژوهش، فصل اول با عنوان کلیات تحقیق به بیان پیشینه، فواید، اهداف و فرضیات، اختصاص یافته است. فصل دوم به مبنای نظری و ارائه توضیحاتی درباره مفاهیم و معرفی شاخصهای مورد استفاده تحقیق، فصل سوم به داده و روش تحقیق، فصل چهارم به نتایج و بحث و فصل پنجم هم به نتیجه‌گیری و بیان نتایج آزمون فرضیات اختصاص یافته است.

فصل اول

كليات تحقيق

۴-۲ تعریف و بیان مسئله:

سیل، بارش برف و باران سنگین، تگرگ و خشکسالی، مهم‌ترین پدیده‌های زیانبار ناشی از بارش، در کشور هستند و خسارات سنگینی بر پیکر نحیف اقتصاد ملی وارد می‌سازند. در میان مسائل ناشی از بارش، خشکسالی، هم از نظر شدت و فراوانی وقوع و هم از نظر وسعت فضایی و میزان خساراتی که به بار می‌آورد، اهمیت بیشتری دارد (زاهدی قره آغاچ و قویدل رحیمی، ۱۳۸۶). می‌توان ادعا کرد، خشکسالی از مهم‌ترین بلاهای طبیعی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک در جهان است.

خشکسالی دوره ای است که بارش آن کمتر از میانگین درازمدت است. این پدیده تقریباً در تمامی مناطق اقلیمی رخ می‌دهد و مشخصات آن از یک منطقه به منطقه دیگر کاملاً تفاوت می‌کند. خشکسالی جزء بلاهای طبیعی نامحسوس است. گرچه تعاریف متفاوتی برای این پدیده ارائه شده، لیکن در کل حاصل کمبود بارش در طی یک دوره ممتد زمانی، معمولاً یک فصل یا بیشتر است. این کمبود منجر به نقصان آب برای برخی فعالیت‌ها، گروه‌ها و یا یک بخش زیست محیطی می‌شود (امیدوار، ۱۳۹۰: ۷۵).

خشکسالی همرا با دو صفت مخاطره بودن و بلا و مصیبت شناخته شده است: مخاطره است، چرا که یک حادثه طبیعی غیر قابل پیش بینی، اما قابل شناسایی در ویژگی‌های مختلف آن است و از بلاها محسوب می‌شود، به خاطر اینکه برابر با نقصان بارش برای تامین منابع آب و نابودی اکوسیستم‌های کشاورزی و سایر فعالیت‌های بشری است (Moreira et al, 2006). خطرهای ناشی از خشکسالی خیلی بیشتر از خشکی است، زیرا سیستم‌های حیاتی منطقه خود را با وضعیت متعارف، اعم از آب و هوای خشک یا مرطوب، وفق می‌دهند و در شرایط موجود هیچ خطری آن‌ها را تهدید نمی‌کند، این پدیده در صورت تکرار زیاد، ویژگی خاص چنین منطقه ای می‌شود و بر اثر تکرار مداوم به خشکی تبدیل می‌شود (کاوایانی و علیجانی، ۱۳۸۵: ۲۶۸).

نکته ای که باید به آن توجه داشت این است که خشکسالی پدیده ای است تصادفی - احتمالاتی و غیر قابل پیش بینی، اما زمانی که اتفاق افتاد برای مدت طولانی پابرجا باقی می‌ماند (علیزاده، ۱۳۸۹: ۲۸۱). یکی از روش‌های کمی مطالعه در خشکسالی استفاده از نمایه‌های خشکسالی است که برخی ساده و برخی دیگر پیچیده‌اند.

چندین شاخص خشکسالی در دهه‌های اخیر رایج شده‌اند که همگی آن‌ها دارای متغیرهای عمده و موثر برای تعیین پارامترهای اصلی و مهم خشکسالی مانند شدت، مدت، گستره زمانی و ... هستند (Singh, 2010). هر کدام از این شاخص‌ها، مانند شاخص شدت خشکسالی پالم^۱ (PDSI)، شاخص خشکسالی بالم و مولی^۲ (BMDD)، شاخص بارش استاندارد شده^۳ (SPI) و ... یک یا چند مورد از پارامترهای

1- Palmer Drought Severty Index
3-Standardized Percipitation Index

2 -Bhalme and Mooley Drought

خشکسالی را ارزیابی می کنند. بدیهی است که روز به روز شاخص های جدیدتری که بتواند کارایی بهتری نیز داشته باشد به کار گرفته خواهد شد.

شاخص CPEI²، شاخصی است که ترکیب متغیرهای تاثیرگذار بارشی در وقوع خشکسالی را، با اندازه گیری پارامتر شدت، تعیین می کند. به نظر می رسد استفاده از این شاخص که برای اولین بار در کشور نیجریه بکار گرفته شده است، نتایج رضایت بخشی داشته است. تناسب طراحی شاخص مذکور با مناطق نیمه خشک و استفاده از یک عنصر اقلیمی (بارش)، از خصوصیات این شاخص به شمار می رود. ایران نیز یک منطقه نیمه خشک است و استفاده از این شاخص می تواند درک بهتری از وضعیت خشکسالی ارائه دهد. فواید این مطالعه در ایران عبارتست از:

۱- تعیین متغیرهای موثر بارشی در تعیین شرایط خشکسالی در ایران که تاکنون در هر ایستگاهی نامشخص بوده و از نظر پنهان مانده است.

۲- استفاده موثر از ترکیبات شاخص CPEI در توضیح و تشریح شرایط خشکسالی در ایستگاه ها در دوره های مختلف

۴- ارزیابی کارایی شاخص CPEI در ایران در مقایسه با شاخص های SPI و RAI¹

۵- ایجاد یک بانک اطلاعاتی از ترکیب متغیرهای موثر بارشی در رخداد خشکسالی در هر ایستگاه در هر دوره

۶- استفاده از نتایج این مطالعه در ارتباط با مسائل مختلف کشاورزی و هیدرولوژیکی

۷- آگاهی از علایم هشدار دهنده خشکسالی با تعیین متغیرهای موثر بارشی³ در شاخص CPEI برای مدیریت و برنامه ریزی کارآمد مخاطره خشکسالی

۱-۲ پیشنهاد موضوع:

خشکسالی پدیده ای است که کتاب ها و مقالات بسیاری در بررسی آن تدوین و نگاشته شده است، چرا که مطالعات در این زمینه پویایی لازم را دارد. در این مطالعه بدلیل تاکید بر مطالعه خشکسالی با شاخص جدید CPEI و ارزیابی و مقایسه آن با دو شاخص RAI و SPI سعی شده است، مقالات و مطالعات مربوط به خشکسالی که منحصر یا با به کارگیری این شاخص ها و یا همراه با شاخص های دیگر ارزیابی شده اند، مورد توجه قرار گیرد، چرا که بدلیل انبوه مطالعات در زمینه خشکسالی بیان همه مطالب غیرممکن است.

مصطفی⁴ (۱۹۸۴) چهار متغیر بارشی مقدار بارش، شروع بارش، پایان بارش و طول دوره مرطوب را با توجه به اهمیت آن ها در مطالعه خشکسالی در نیجریه مورد ارزیابی قرار داد. وی خشکسالی های اتفاق افتاده را با

1-Conjunctive Precipitation Effectiveness Index

3-Precipitation Effectiveness Variables

2- Rain Fall Anomaly Index

4- Mustapha

تغییرات این متغیرها تطابق داده و نقش هر کدام از این متغیرها را در خشکسالی های نیجریه رتبه بندی نمود. اتان^۴ (۲۰۰۵) موضوع تحلیل و تعریف خشکسالی را با استفاده از شاخص متغیرهای تاثیر گذار بارشی (CPEI) در منطقه ساحل سودان نیجریه بررسی نمود. وی از آمار روزانه بارش سالهای (۲۰۰۳-۱۹۱۶) برای ۷ ایستگاه این منطقه استفاده نمود. نتایج کار او نشان داد که با ترکیب حداکثر ۶ متغیر بارشی برای شاخص گذاری با شاخص مذکور، مخاطره خشکسالی فابل پایش است؛ بدین معنی که ترکیب حداکثر ۶ متغیر با خشکسالی های آن منطقه انطباق نشان می دهد. وی با بررسی ارتباط تعداد متغیرهای بارشی با خشکسالی های اتفاق افتاده در نیجریه به این نتیجه دست یافت که حداقل تعداد در ترکیب متغیرها برای تعیین خشکسالی با استفاده از شاخص مذکور ۳ متغیر است.

اجانگیو و همکاران^۵ (۲۰۰۸) با بررسی تغییرات روند مقدار بارش و شروع بارش در کانو^۲ برای ۸۷ سال از سال ۱۹۱۶-۲۰۰۲، به اهمیت متغیرهای بارشی توجه نمودند. آن ها در دوره مورد مطالعه ارتباط نوسانات مقدار بارش دریافتی با شروع بارش فصلی را با استفاده از آزمون های آماری بررسی نمودند.

اتان (۲۰۱۰) موضوع کاربرد شاخص CPEI را در تعیین خشکسالی منطقه نیمه خشک نیجریه بررسی نمود. وی از آمار روزانه بارش ۷ ایستگاه سینوپتیک، برای سالهای ۱۹۱۸-۲۰۰۲ استفاده نموده است. وی با استفاده از شاخص (CPEI) و مقایسه این شاخص با شاخصهای شدت خشکسالی پالمر، بالمر و مولی، ناهنجاری بارش و شاخص بارش استاندارد شده در کار خود، حداقل متغیرهای لازم برای ایستگاهها را مشخص کرد. متغیرهای بارشی مقدار بارش، تعداد کل روزهای مرطوب و تعداد روزهای خشک بیشترین درصد فراوانی را در شاخص گذاری نیجریه داشتند. نتایج شاخص (CPEI) بر خشکسالی های آن منطقه انطباق نشان می داد. در زمینه دیگر شاخصهای خشکسالی (RAI & SPI) نیز نمونه هایی از کشورهای مختلف در ادامه ذکر شده است.

مک کی و همکاران^۴ (۱۹۹۳) شاخص بارش استاندارد شده (SPI) را به منظور تعریف و پایش خشکسالی و تعیین کمبود بارش برای مقیاس های زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه در ایالات متحده آمریکا توسعه دادند. سانتوس و همکاران^۵ (۲۰۱۱) به پهنه بندی رخداد خشکسالی در کشور پرتغال پرداختند. آن ها آمار بارش سالهای ۱۹۱۰-۲۰۰۴ در ۱۴۴ نقطه و شاخص SPI را جهت بررسی موضوع به کار گرفتند. آنها با استفاده از تحلیل خوشه ای و نقشه های پهنه بندی به روش کریجینگ، شدت و مدت خشکسالی در این کشور را نشان دادند. نتایج کار آن ها روند خشکسالی را در قسمت های مختلف کشور پرتغال نشان داد.

کاینگ و همکاران^۶ (۲۰۱۲) رخداد خشکسالی را در ایالت سین کیانگ^۷ چین با شاخص SPI ارزیابی کردند. آن ها از آمار بارش سالهای ۲۰۰۹-۱۹۵۷ که از ۵۳ ایستگاه جمع آوری شده بود استفاده نمودند. نتایج

1-Otun

4- McKee et al

2- Ojonigu et al

5- Santos et al

3- Kano

کار آن‌ها نشان داد، فراوانی خشکسالی در بخش‌های شمالی این ایالت در فصل زمستان کاهش یافته و در برخی نواحی دیگر آن برعکس افزایش یافته بود.

در ایران نیز مطالعات خشکسالی با اهداف و روش‌های متفاوت برای مناطق مختلف صورت گرفته است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

انصافی مقدم (۱۳۸۶) چند شاخص خشکسالی اقلیمی و تعیین مناسب‌ترین شاخص در حوضه دریاچه نمک را ارزیابی نمود. وی از آمار سالهای ۱۹۵۷-۲۰۰۰ و شاخصهای درصدی از نرمال^۱، دهک‌ها^۲، SPI و شاخص ZSI^۳ استفاده نمود. وی مناسب‌ترین شاخص جهت تحلیل وضعیت خشکسالی، در طی سالهای یک دوره طولانی مدت، شاخص SPI و شاخص دهک‌ها را در جایگاه نخست، شاخص ZSI در جایگاه دوم و شاخص درصد نرمال در جایگاه سوم قرار می‌دهد.

مرادی و همکاران (۱۳۸۶) به بررسی و تحلیل روند و خصوصیات مکانی شدت خشکسالی‌های استان فارس پرداختند. آن‌ها از آمار دوره ۳۲ ساله آبی ۱۳۷۸-۱۳۴۲ در ۲۶ ایستگاه باران سنجی و روش SPI را به کار گرفتند. برای مطالعه تغییرات مکانی خشکسالی‌ها در سطح استان فارس، از روش میان‌یابی کریجینگ استفاده نمودند، همچنین با استفاده از روش‌های روندیابی مدل رگرسیون خطی و آزمون ناپارامتری من-کندال در ایستگاه‌های مورد مطالعه، وجود روند خشکسالی را مورد بحث و تحلیل قرار دادند. نتایج کار آن‌ها نشان داد که شدت خشکسالی در نواحی مرکزی این استان بیشتر است. وجود روند در کلیه ایستگاه‌های مورد مطالعه به جز ایستگاه چهار دانگه آشکار گردید.

انصافی مقدم و رفیعی امام (۱۳۸۸) موضوع پهنه بندی خشکسالی‌های اقلیمی با استفاده از روش میان‌یابی معکوس فاصله^۴ (IDW)، در حوضه دریاچه نمک را مورد مطالعه قرار دادند. این مطالعه با استفاده از آمار ۴۴ ساله داده‌های بارش (۱۹۷۵-۲۰۰۵) و به کارگیری روش SPI انجام گرفت. نتایج حاصل از ارزیابی آن‌ها نشان دهنده تاثیر حساسیت خشکسالی‌های اقلیمی بر عرصه مورد مطالعه می‌باشد.

سبزی پرور و کاظمی (۱۳۸۹) به ارزیابی تطبیقی هفت نمایه خشکسالی هواشناسی با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای پرداختند. آن‌ها از آمار بارندگی یک دوره آبی ۳۵ ساله ۱۳۷۹-۱۳۸۰ تا ۱۳۴۶-۱۳۴۵ در ۲۲ ایستگاه استان همدان استفاده نمودند. محاسبات آن‌ها نشان داد شاخصهای Z, RAI و DI بهترین سنج‌های خشکسالی در شرایط اقلیمی سرد نیمه خشک هستند.

شایق و سلطانی (۱۳۹۰) به بررسی مقایسه شاخصهای خشکسالی هواشناسی در استان یزد پرداختند. آن‌ها از آمار سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۴۶ استفاده نمودند و شاخصهای درصدی از نرمال (PNI)، دهک‌های بارندگی

¹-Qiang et al
Deciles Index

2- Xinjiang
5- Z-Score Index

³- Percent of Normal Index 4-
6- Inverse Distance Weighted

(DPI)، ناهنجاری بارندگی (RAI)، بالم و مولی (BMDI) و بارش استاندارد شده (SPI) را بررسی نمودند. نتایج کار آن‌ها نشان داد دو شاخص SPI و PNI بیش‌ترین کارآیی را جهت پایش خشکسالی هواشناسی دارا هستند.

بذر افشان و همکاران (۱۳۹۰) وضعیت خشکسالی استان گلستان را بررسی نمودند. به این منظور، از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) به عنوان شاخص منتخب جهت پایش خشکسالی در ایستگاه‌های واقع در داخل استان با طول دوره آماری ۲۰۰۰-۱۹۷۵ در مقیاس زمانی ۶، ۹، ۱۲ و ۲۴ ماهه استفاده کردند. نتایج کار آن‌ها نشان داد، وسعت خشکسالی با افزایش مقیاس زمانی کاهش یافته و وضعیت شدت خشکسالی‌ها در پهنه استان از سمت غرب به شرق کاهش یافته است.

با اینکه شاخصهای متعددی برای تعیین خشکسالی وجود دارد، اما لازم است، شاخصهای جدیدتری که شاید در آینده بتواند در شناسایی پارامترهای خشکسالی بهتر از شاخصهای قبلی موثر باشد، شناسایی و ارزیابی شود. در این راستا، مطالعه حاضر با هدف تعیین ترکیب بهینه متغیرهای تاثیر گذار بارشی (CPEI)، به جهت تعیین شدت و وقوع خشکسالی در کشور صورت گرفته است. به دلیل کارایی این شاخص و تناسب آن با شرایط اقلیمی نیمه خشک، مطالعه و پهنه بندی ایران بر اساس این شاخص می‌تواند برای اسفاده از آن جهت پایش خشکسالی مفید واقع شود. سعی بر این است، با شاخص مذکور، مناسب‌ترین دوره‌ها و مناطق در ایران، برای پایش خشکسالی با شاخص CPEI تعیین شود.

۱-۳ اهداف تحقیق:

هدف اصلی: پهنه بندی خشکسالی در ایران با استفاده از شاخص CPEI

اهداف فرعی:

- ۱- تعیین ترکیب شاخص CPEI، برای ایستگاه‌های مختلف ایران و گروه‌های مشابه از ایستگاه‌ها، در ترکیب شاخص مذکور
- ۲- مقایسه شاخصهای SPI و RAI با CPEI در ایران
- ۳- ارزیابی تناسب شاخص CPEI، در دوره‌های فصلی و سالانه
- ۴- مقایسه نتایج شاخص CPEI، در مناطق مختلف ایران

۱-۴ فرضیات تحقیق:

- ۱- شاخص CPEI برای تعیین دوره‌های خشک فصلی، در ایران مناسب‌تر است.
- ۲- شاخص CPEI برای تعیین خشکسالی در مناطق شمالی کشور، مناسب‌تر است.

فصل دوم

مبانی نظری