Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد شانزدهم، ویژه‌نامه ۱-الف، سال ۱۳۸۸
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

بررسی مقایسه‌ای خشک‌سالی در مناطق پرباران و کم‌باران (مطالعه موردی– استان گلستان)

ابوالفضل مساعدی[1]*، مهدیه مرعشی[2] و غزاله کواکبی

[1]دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، مامور به دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد، [2]کارشناس‌ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی، [3]دانشجوی کارشناسی گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۷/۷/۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۱۴

چکیده

پدیده خشک‌سالی یکی از بلایای غیرقابل پیشگیری می‌باشد. این مسأله اهمیت انجام دیده‌بانی به‌طور گسترده و ایجاد سیستم هشداردهنده خشک‌سالی را نشان می‌دهد. در این تحقیق، به‌منظور بررسی فراوانی وقوع خشک‌سالی از شاخص خشک‌سالی SPI ماهانه و سالانه استفاده شده است. به این منظور پس از اخذ آمار و اطلاعات بارندگی ایستگاه‌های باران‌سنجی مستقر در سطح استان گلستان و انجام آزمون‌های آماری لازم، از قبیل آزمون ایستایی داده‌ها، آزمون همگنی و آزمون داده پرت، آمار بارندگی ماهانه ۲۶ ایستگاه در طول دوره آماری ۳۰ ساله (از سال آبی ۱۳۵۶-۱۳۵۵ الی ۱۳۸۵-۱۳۸۴) مورد استفاده قرار گرفت. پس از آن با توجه به مقادیر SPI ماهانه و سالانه هر ایستگاه و در طول دوره آماری، وضعیت خشک‌سالی در هر ماه و هر سال مشخص گردید. آنگاه جدول‌های فراوانی وقوع خشک‌سالی در ایستگاه‌های منتخب تهیه شد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که به‌طورکلی بیشترین فراوانی وضعیت رطوبتی (چه در دوره ماهانه و چه در دوره سالانه) در تمامی ایستگاه‌های مورد نظر در محدوده نرمال می‌باشد. ضمن آن که در همه سال‌ها و در تمامی ۲۶ ایستگاه مورد بررسی، بیش از یک وضعیت رطوبتی حاکم بوده است. به‌عبارت دیگر هر ساله می‌بایست وضعیت‌های متفاوت رطوبتی در مناطق مختلف استان را انتظار داشت. بررسی نتایج فراوانی سالانه شرایط رطوبتی مختلف در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که فراوانی سالانه وضعیت بسیار مرطوب و بسیار خشک در ایستگاه‌های کم‌باران بیشتر از ایستگاه‌های پرباران می‌باشد. در حالی‌که براساس شاخص SPI انتظار می‌رود که در همه مناطق این دو وضعیت با هم برابر باشند. از طرف دیگر فراوانی وضعیت مرطوب و خشک در ایستگاه‌های کم‌باران کمتر از ایستگاه‌های پرباران می‌باشد، در حالی‌که انتظار می‌رود براساس شاخص SPI این دو وضعیت در همه مناطق با هم برابر باشند.

واژه‌های کلیدی: خشک‌سالی، شاخص خشک‌سالی، SPI، فراوانی خشک‌سالی، استان گلستان

مقدمه

خشک‌سالی یکی از پدیده‌های طبیعی است که در همه رژیم‌های اقلیمی و مناطق جغرافیایی رخ می‌دهد، اما اثرات و فراوانی آن در رژیم‌های خشک و نیمه‌خشک بیشتر نمایان می‌شود (چناری، ۲۰۰۵). واقع شدن ایران بر روی کمربند خشک جهانی موجب شده است که نوسانات بارندگی در این کشور شدید باشد. در برخی سال‌ها، در اثر طغیان آبی رودخانه‌ها، سیلاب رخ داده و در بعضی سال‌ها، رخداد خشک‌سالی موجب آسیب‌های

* - مسئول مکاتبه: mosaedi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

فراوان می‌گردد. در عین‌حال ممکن است در زمانی که خشک‌سالی به وقوع پیوسته است، حتی یک بارندگی نیز خسارات جبران‌ناپذیری را به‌وجود آورد. نمونه بارز این مسأله در ماه مرداد سال ۱۳۸۰ در شرق استان گلستان مشاهده شد. در این سال در حالی‌که کشاورزان و سایر مردم و دست‌اندرکاران با مشکلات خشک‌سالی مواجه بودند، سیل جان صدها نفر را گرفت و میلیاردها ریال خسارت وارد نمود (مساعدی و همکاران، ۲۰۰۸).

درجه‌بندی برخی حوادث طبیعی با توجه به ویژگی‌ها و اثرات آنها نشان می‌دهد که خشک‌سالی در مقایسه با سایر حوادث طبیعی مانند سیلاب، زلزله و طوفان‌های حاره‌ای از نظر درجه شدت، طول مدت، مجموع فضای تحت پوشش، خسارات جانی و مالی و اثرات شدید درازمدت در بالاترین درجه از لحاظ بزرگی و اهمیت قرار دارد. به‌دلیل ماهیت خشک‌سالی و بطئی بودن شروع و خاتمه آن، تشخیص و ارزیابی آن مشکل می‌باشد (پراتامچای و همکاران[1]، ۲۰۰۱). تعیین ویژگی‌های خشک‌سالی یا ترسالی در یک منطقه، یکی از نیازهای اساسی برنامه‌ریزی‌های محیطی و اقتصادی به‌ویژه برنامه‌ریزی برای مدیریت منابع آب می‌باشد. اصولاً برای تحلیل کمی خشک‌سالی، وجود یک شاخص مشخص جهت تعیین دقیق دوره‌های مرطوب و خشک بسیار ضروری است (سیلوا[2]، ۲۰۰۳).

تحقیق‌های انجام گرفته توسط فرج‌زاده (۱۹۹۵) نشان می‌دهد که درصد فراوانی وقوع خشک‌سالی و شدت آن در کشور بسیار بالا است و بیشترین فراوانی با ۵۰ درصد متعلق به منطقه بندرعباس می‌باشد. پس از آن به‌ترتیب، زابل با ۴۶/۷ درصد، زاهدان با ۴۳ درصد، یزد با ۴۲ درصد، ایرانشهر با ۴۰ درصد و کرمان با ۲۷ درصد، فراوانی وقوع خشک‌سالی مواجه می‌باشند. این مناطق همه جزو مناطق خشک ایران محسوب می‌شوند. رویداد خشک‌سالی در بخش‌های جنوبی، شرقی و مرکزی از فراوانی بیشتر، دوره تداوم طولانی، شدت زیاد و گسترش وسیع برخوردار است (فرج‌زاده، ۱۹۹۵). اما به‌طورکلی باید گفت که وقوع خشک‌سالی از ویژگی‌های اصلی آب و هوایی ایران محسوب می‌شود که هم در قلمرو آب و هوایی مرطوب و هم خشک قابل مشاهده است.

لشنی‌زند و خرمیان (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای با عنوان بررسی شدت، تداوم و فراوانی خشک‌سالی‌های اقلیمی در ۶ حوضه واقع در غرب و شمال‌غرب کشور با استفاده از سری‌های زمانی شاخص استاندارد شده بارش (SPI) برای تمامی ایستگاه‌ها، متوسط شدت خشک‌سالی در هر حوضه را استخراج نمودند و نتیجه گرفتند که وقوع خشک‌سالی با تداوم‌های ۱ تا ۳ ماهه، حتی در ایستگاه‌های واقع در مناطق نیمه‌مرطوب پدیده‌ای معمول و بازگشت‌کننده است.

امروزه شاخص خشک‌سالی SPI از یک مقبولیت قابل‌قبول و به نسبت عمومی برخوردار است. شاخص SPI تنها بر مبنای استفاده از داده‌های بارندگی استوار است و می‌توان با انتخاب مقیاس زمانی مناسب از این شاخص برای مطالعه خشک‌سالی استفاده نمود (لوید هاگس و ساندرز[3]، ۲۰۰۲). امین (۲۰۰۰) محاسن شاخص SPI را به این صورت بیان می‌نماید که برای مقیاس‌های مختلف زمانی (با تعداد مختلف) قابل محاسبه است و نسبت به شاخص پالمر ارقام و اطلاعات کمتری نیاز دارد. یکی از معایب این شاخص این است که می‌بایست توزیع آمار بارندگی مشاهده‌ای تبدیل به توزیع نرمال شود و در این رابطه احتیاج به بیش از ۳۰ سال آمار بارندگی وجود دارد.

لوکاس و همکاران[4] (۲۰۰۸) در تحقیقی با عنوان اثرات تغییر اقلیم بر شدت خشک‌سالی به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر شدت خشک‌سالی منطقه وسیع تسلای یونان پرداختند و جهت بررسی از داده‌های ۵۰ ایستگاه هواشناسی در طی دوره آماری ۳۰ سال (۱۹۹۰-۱۹۶۰) استفاده نمودند و نتیجه گرفتند که در تمامی بخش‌های

1- Prathumchai et al.
2- Silva
3- Lloyd-Hughes and Saunders
4- Loukas et al.

www.SID.ir

Archive of SID

ایـن منطقـه کـه از تفـاوت اقلیمـی نیـز برخوردارنـد، در بازه‌های مختلف زمانی (براساس شاخص SPI)، افـزایش شدت خشک‌سالی رخ داده است.

براسـاس نتـایج تحقیـق آشـگر طوسـی و همکـاران (۲۰۰۳) که در مورد مناطق مختلف استان‌هـای خراسـان رضوی، شمالی و جنوبی به انجام رسـیده اسـت، احتمـال وقوع خشک‌سالی در منـاطق مرکـزی خراسـان بیشـتر از سایر نواحی است. در حالی‌که در نواحی شمالی و جنوبی خراسان (خراسان‌های شـمالی و جنـوبی) احتمـال وقـوع ترسالی بیشتر بوده است. براساس نتایج تحقیق رضـیئی و همکاران (۲۰۰۷) که با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) در استان سیستان و بلوچستان به انجام رسیده است، احتمال ماندن در تله خشک‌سالی در نواحی مرکزی استان بیش از ۷۰ درصد و در نواحی شـرقی کمتـر از ۵۰ درصد است. همچنین بخـش مرکـزی ایـن اسـتان در ۳۰ درصد مواقع در خشک‌سالی به سر می‌برد و از این بابـت نسبت به سایر بخش‌های استان در وضعیت آسیب‌پـذیری قرار دارد.

با توجه به آسیب‌های ناشی از رخداد خشک‌سالی و با عنایت به مطالعات انجام شده در این زمینه، هنوز نیاز بـه مطالعات بیشتر در رابطه با خشک‌سالی در مناطق مختلف کشور احساس می‌گردد. در استان گلستان هم مانند سـایر مناطق کشور و جهان در گذشته خشک‌سالی‌هایی به وقوع پیوسته است و مطمئناً در آینده هم خشک‌سـالی‌هـایی رخ خواهد داد ولی فراوانی وقوع آن در مناطق مختلـف ایـن استان که از تنـوع آب و هـوایی زیـادی برخـودار اسـت، متفاوت خواهد بود. بنابراین هدف از انجام ایـن پـژوهش تعیین فراوانی هر یک از شرایط مختلف رطوبتی در مناطق متفاوت آب و هوایی استان گلستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی و اقلیم استان گلستان: استان گلستان با مساحتی بالغ بر ۲۰۳۸۷ کیلومترمربع در جنوب شرقی دریای خزر واقع شده و در حدود ۱/۳ درصد از مساحت کل کشور را شامل می‌شود. این استان بین ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی واقع شده است. استان گلستان از شمال به جمهوری ترکمنستان، از شرق به استان خراسان شمالی، از جنوب و جنوب‌شرقی به استان سمنان و از غرب به استان مازندران، خلیج گرگان و دریای خزر محدود می‌شود.

براساس روش دومارتن[1] استان گلستان دارای ۶ اقلـیم متفاوت می‌باشد. با توجه به این روش، نوار شمالی استان گلستان به‌طورکلی دارای اقلیم خشک و نوار پـایین‌تـر آن دارای اقلیم نیمه‌خشک می‌باشـد. براسـاس ایـن روش دو ناحیه بسیار مرطوب در داخـل ناحیـه‌هـای مرطـوب و ۵ ناحیه مرطوب در داخل ناحیه‌های نیمه‌مرطوب قرار دارد. میانگین درازمدت بارندگی استان گلستان در یک دوره ۳۰ ساله منتهی به سـال آبـی ۱۳۸۵-۱۳۸۴، نزدیـک بـه ۴۹۰ میلی‌متر می‌باشد (مساعدی و همکاران، ۲۰۰۷).

داده‌های مورد استفاده: داده‌های این تحقیق را اطلاعـات بارندگی ماهانه ایستگاه‌های بـاران‌سـنجی و تبخیرسـنجی تحت نظارت شـرکت سـهامی آب منطقـه‌ای گلسـتان در طـول دوره آمـاری ۳۰ سـاله (۱۳۵۶-۱۳۵۵ الـی ۱۳۸۵-۱۳۸۴) تشکیل می‌دهد. از مجموع ایستگاه‌های استان، ۲۶ ایسـتگاه انتخـاب شـده‌انـد کـه در جـدول ۱ مشخصـات جغرافیایی آنها و در شکل ۱ موقعیت مکانی این ایستگاه‌ها نشان داده شده است. سـایر ایسـتگاه‌هـا بـه‌دلیـل وجـود خلاءهای آماری، از بررسی‌ها حذف گردیدند.

تقسیم‌بنـدی ایسـتگاه‌هـا براسـاس متوسـط درازمـدت بارندگی سالانه آنهـا: بـا توجـه بـه وضـعیت اقلیمـی و متوسط بارندگی سالانه در استان گلستان، به‌منظور بررسی دقیق‌تر تأثیر اقلیم و میانگین درازمدت بارندگی بر فراوانی وقوع خشک‌سالی، تفکیک ایستگاه‌ها، در دو وضعیت زیر صورت گرفت:

1- De Martonne

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- اسامی و مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه.

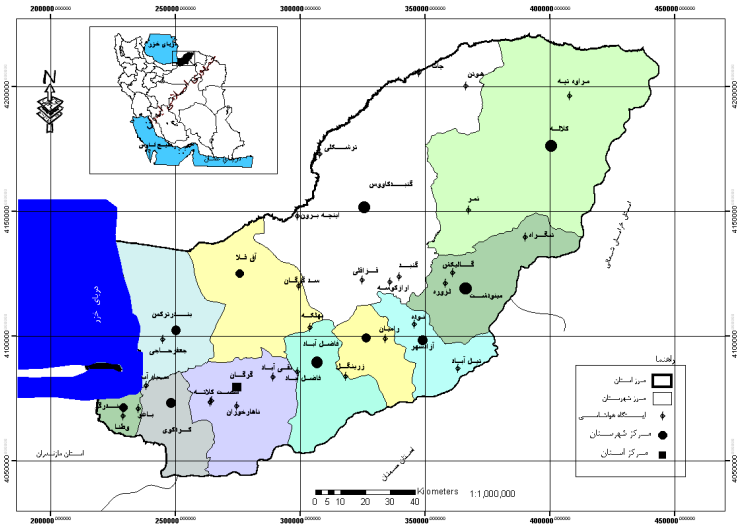
ردیف	نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی			میانگین بارندگی	وضعیت تفکیک ۲	وضعیت تفکیک ۳
		طول	عرض	ارتفاع (متر)	سالیانه (میلی‌متر)	منطقه‌ای ایستگاه‌ها	منطقه‌ای ایستگاه‌ها
۱	مراوه‌تپه	۵۵°۵۶′	۳۷°۵۵′	۱۹۰	۳۵۳	A	C
۲	تنگراه	۵۵°۴۴′	۳۷°۲۷′	۳۳۰	۶۹۹	B	E
۳	هوتن	۵۵°۳۱′	۳۷°۵۷′	۱۰۰	۲۸۰	A	C
۴	تمر	۵۵°۳۰′	۳۷°۲۹′	۱۳۲	۵۱۳	B	D
۵	تیل‌آباد	۵۵°۲۸′	۳۶°۵۵′	۱۰۰۰	۲۵۱	A	C
۶	گالیکش	۵۵°۲۷′	۳۷°۱۵′	۲۵۰	۷۵۷	B	E
۷	لزوره	۵۵°۲۴′	۳۷°۱۳′	۱۹۰	۸۵۸	B	E
۸	نوده	۵۵°۱۶′	۳۷°۰۹′	۲۸۰	۸۳۲	B	E
۹	چات	۵۵°۱۶′	۳۷°۵۹′	۷۰	۱۹۴	A	C
۱۰	گنبد	۵۵°۰۹′	۳۷°۱۴′	۳۶	۴۲۲	B	D
۱۱	رامیان	۵۵°۰۸′	۳۷°۰۱′	۲۰۰	۸۸۶	B	E
۱۲	ارازکوسه	۵۵°۰۸′	۳۷°۱۳′	۳۴	۴۵۴	A	D
۱۳	قزاقلی	۵۵°۰۱′	۳۷°۱۴′	۳۰	۳۶۵	A	C
۱۴	زرین‌گل	۵۴°۵۷′	۳۷°۵۲′	۲۸۰	۸۱۶	B	E
۱۵	ترشکلی	۵۴°۴۸′	۳۷°۴۰′	۲۵	۲۲۴	A	C
۱۶	بهلکه‌داشلی	۵۴°۴۷′	۳۷°۰۴′	۲۴	۴۳۷	A	D
۱۷	فاضل‌آباد	۵۴°۴۵′	۳۷°۵۴′	۲۱۰	۶۸۲	B	E
۱۸	سد گرگان	۵۴°۴۴′	۳۷°۱۲′	۱۲	۳۴۲	A	C
۱۹	اینچه‌برون	۵۴°۴۳′	۳۷°۲۷′	۱۰	۲۱۷	A	C
۲۰	تقی‌آباد	۵۴°۳۸′	۳۷°۵۲′	۱۰۰	۵۳۸	B	D
۲۱	ناهارخوران	۵۴°۲۸′	۳۷°۴۶′	۳۳۰	۷۷۴	B	E
۲۲	شصت‌کلاته	۵۴°۲۰′	۳۶°۴۵′	۱۵۰	۷۱۹	B	E
۲۳	غفارحاجی	۵۴°۰۸′	۳۷°۰۰′	-۲۲	۴۵۱	A	D
۲۴	باغو	۵۴°۰۳′	۳۶°۴۵′	۲۶	۵۳۱	B	D
۲۵	سیاه‌آب	۵۴°۰۳′	۳۶°۴۹′	-۲۶	۵۰۸	B	D
۲۶	وطنا	۵۳°۵۷′	۳۶°۴۳′	۱۰۰	۵۶۴	B	D

A= به نسبت کم‌باران، B= به نسبت پرباران، C= کم‌باران، D= تقریباً پرباران، E= پرباران.

الف- تفکیک ایستگاه‌های مورد بررسی به دو منطقه به نسبت کم‌باران (A) و نسبتاً پرباران (B): در این حالت ایستگاه‌های مورد بررسی، با توجه به در نظر گرفتن متوسط بارندگی درازمدت استان گلستان، براساس میانگین بارندگی در هر ایستگاه، به دو وضعیت منطقه به نسبت کم‌باران (A) و منطقه به نسبت پرباران (B) تفکیک شدند. به این منظور، با توجه به اینکه متوسط بارندگی سالانه استان گلستان حدود ۴۹۰ میلی‌متر (نزدیک به ۵۰۰ میلی‌متر) می‌باشد، ایستگاه‌هایی که متوسط بارندگی سالانه آنها کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر است، به ایستگاه‌های منطقه به نسبت کم‌باران (A) و ایستگاه‌هایی که متوسط بارندگی آنها بیشتر از ۵۰۰ میلی‌متر است، به ایستگاه‌های منطقه به نسبت پرباران (B) تقسیم شدند (جدول ۱).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- نقشه پراکندگی مکانی ایستگاه‌های مورد بررسی.

ب- تفکیک ایستگاه‌های مورد بررسی به سه منطقه کم‌باران (C)، تقریباً پرباران (D) و پرباران (E): در این وضعیت با توجه به میانگین درازمدت بارندگی در هر ایستگاه و متوسط بارندگی درازمدت استان گلستان، ایستگاه‌های مورد بررسی، به سه منطقه کم‌باران (C)، تقریباً پرباران (D) و پرباران (E) تقسیم‌بندی شدند. به این منظور، با توجه به متوسط بارندگی سالانه استان گلستان (حدود ۴۹۰ میلی‌متر)، ایستگاه‌هایی که متوسط بارندگی سالانه آنها کم‌تر از ۴۰۰ میلی‌متر است، به ایستگاه‌های منطقه کم‌باران (C)، ایستگاه‌هایی که متوسط بارندگی سالانه آنها بین ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر است، به ایستگاه‌های منطقه تقریباً پرباران (D) و ایستگاه‌هایی که متوسط بارندگی سالانه آنها بیشتر از ۶۰۰ میلی‌متر است، به ایستگاه‌های منطقه پرباران (E) تقسیم شدند (جدول ۱).

معیارها و آزمون‌های پایه‌ای تحلیل فراوانی: نیاز اولیه هر تحلیل فراوانی وجود داده‌های مشاهده شده است. پس از بررسی مقدماتی نمونه، سری داده‌ها باید دارای ۵ معیار (شرط) پایه‌ای باشند تا بتوان تابع چگالی f(x) را بر آنها برازش داد. این معیارها عبارتند از: تصادفی بودن، استقلال، همگنی، ایستایی و نداشتن داده پرت.

برای تشخیص عدم وجود روند و جهش آزمون‌های ناپارامتری متعددی وجود دارد. در این تحقیق از دو آزمون معروف والد- ولفویتز (W-W) برای تشخیص استقلال و روند استفاده شده است. نحوه انجام این آزمون به شرح زیر است (رضایی‌پژند، ۲۰۰۱):

فرض کنید $x_1,x_2,...,x_N$، سری داده‌های نمونه باشند. آزمون W-W براساس آماره R و استاندارد شده آن بنا شده است. ابتدا R، سپس U_R به کمک رابطه‌های ۱ تا ۵ محاسبه می‌شوند. آنگاه $|U_R|$ با $Z_{\alpha/2}$ مقایسه می‌شود. اگر $|U_R|<Z_{\alpha/2}$ باشد داده‌ها مستقل فرض شده و دارای روند نیز نیستند. در غیر این صورت داده‌ها ناایستا و وابسته‌اند. $Z_{\alpha/2}$، چندک توزیع نرمال استاندارد مربوط به خطای α درصد است.

$$R = x_1x_N + x_1x_2 + ... + x_{N-1}x_N = x_1x_N + \sum_{i=1}^{N-1} x_i x_{i+1} \quad (1)$$

$$U_R = \frac{R-\overline{R}}{\sqrt{\mathrm{var}(R)}} \quad (2)$$

$$S_k = \sum_{i=1}^{N} x_i^k \quad (3)$$

$$\overline{R} = \frac{S_1^2 - S_2}{N-1} \quad (4)$$

$$\mathrm{var}(R) = (S_2^2 - S_4)/(N-1) - \overline{R}^2 + (S_1^4 - 4S_1^2S_2 + 4S_1S_3 + S_2^2 - 2S_4)/(N-1)(N-2) \quad (5)$$

که در آن $\overline{R}$ میانگین و $\mathrm{var}(R)$ واریانس R است.

در مواردی به‌علت تغییر در نحوه آماربرداری، جابجایی ایستگاه، تغییر اقلیم، تفاوت در منشاء بارندگی‌ها و... ممکن است داده‌ها مشکوک به ناهمگنی باشند. آزمون

www.SID.ir

Archive of SID

مناسب برای این موارد، آزمون همگنی و ایستایی و (جهش) من- ویتنی است که در این بررسی نیز از آزمون یاد شده استفاده شده است. این آزمون به شرح زیر است: (رضاییپژند، ۲۰۰۱).

در این آزمون N داده به دو گروه n_1 تایی و n_2 تایی $(n_1 \le n_2)$ تفکیک میشوند. n_1 گروه کوچکتر است. باید: $n_1, n_2 \ge 3, N = n_1 + n_2 \ge 20$ برقرار باشد. سپس ترکیب دو مجموعه $N = n_1 + n_2$ بهصورت افزایشی (صعودی) مرتب میشود. پس از آن بهترتیب از کوچک به بزرگ به آنها رتبه ۱ تا N داده میشود. R یعنی مجموع رتبههای اعضای گروه کوچکتر n_1 محاسبه میشود. آنگاه به کمک رابطه: $V = R - \frac{1}{2}n_1(n_1+1)$، مقدار V و به کمک رابطه: $W = n_1 n_2 - V$، مقدار W محاسبه میشود. V: نمایشدهنده دفعاتی است که یک عضو از نمونه کوچکتر به دنبال یک عضو از نمونه بزرگتر (در سری مرتب شده) آمده باشد. W، بهطور مشابه برای نمونه بزرگتر تعریف میشود.

از میان V و W، آن یک که کوچکتر است بهعنوان آماره من- ویتنی انتخاب و U نامیده میشود. اگر $n_1, n_2 \ge 3, N = n_1 + n_2 \ge 20$ باشند. تحت فرض صفر این که دو نمونه از یک جامعه استخراج شده باشند، U دارای توزیع نرمال با میانگین $\overline{U} = \frac{1}{2}n_1 n_2$ و واریانس $Var(U) = \frac{1}{12}[n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)]$ است. برای انجام آزمون در سطح α درصد، ابتدا U باید استاندارد شود، یعنی $U_S = (U - \overline{U}) / \sqrt{Var(U)}$. سپس به جدول نرمال استاندارد مراجعه و $Z_{\alpha/2}$ را از جدول استخراج نمود. اگر $|U_S| < Z_{\alpha/2}$ باشد، دو نمونه از یک جامعه استخراج شدهاند و همگن فرض میشوند، در غیر این صورت، ناهمگن تلقی میشوند.

پس از انجام آزمون دادههای پرت، (با استفاده از آزمون گروبز- بک) مقادیری که بهعنوان داده پرت براساس این آزمون تشخیص داده شدند با ایستگاههای مجاور مقایسه و در صورت نداشتن دلیلی مبنی بر وقوع مقدار مورد نظر از سری دادهها حذف گردید و ادامه آزمون با فرض اینکه داده یاد شده مفقود است انجام شد. بهمنظور تصحیح و بازسازی آمار مفقود در ایستگاههای مورد نظر، از روش نسبتها با توجه به فاصله تا نزدیکترین ایستگاه استفاده شد. ضمن آنکه نهایت سعی به عمل آمد تا از ایستگاههایی استفاده شود که کمترین نیاز به بازسازی دادهها را داشته باشد.

شاخص بارش استاندارد شده (SPI): این شاخص که شاخص خشکسالی SPI هم نامیده میشود، توسط مککی و همکاران[1] (۱۹۹۳)، تدوین شده و برای مقیاسهای زمانی مختلف قابل محاسبه میباشد. شاخص SPI برای هر منطقه براساس ثبت بارندگیهای طولانیمدت آن و بازههای زمانی مختلف (۱، ۲، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ماهه) محاسبه میشود و برای ارایه هشدار اولیه و کمک به ارزیابی شدت خشکسالی اهمیت زیادی دارد. محاسبه این شاخص مستلزم برازش مناسبترین توزیع احتمالاتی به سری زمانی طولانیمدت دادههای بارندگی، در هر ایستگاه است که این توزیع معمولاً توزیع گاما میباشد. در مرحله بعد، تابع تجمعی توزیع، محاسبه شده و به توزیع نرمال تبدیل میگردد (هایس[2]، ۲۰۰۰).

پس از محاسبه مقدار SPI در هر بازه زمانی، وضعیت رطوبتی با توجه به مقدار آن براساس جدول ۲ به کلاسهای مختلف تقسیم میشود. شاخص SPI بهعلت سادگی محاسبات، استفاده از دادههای قابل دسترس بارندگی، قابلیت محاسبه برای هر مقیاس زمانی دلخواه و قابلیت زیاد در مقایسه مکانی بهعنوان مناسبترین شاخص برای تحلیل خشکسالی از بیشترین مقبولیت جهانی برخوردار است (ناتانیل و گاتمن[3]، ۱۹۹۸؛ زکایی و الجدید[4]، ۱۹۹۹).

1- McKee et al.
2- Hayes
3- Nathaniel and Guttman
4- Zekai and Eljadid

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تعیین وضعیت رطوبتی براساس شاخص بارندگی استاندارد شده SPI (مک‌کی و همکاران ۱۹۹۳).

مقدار SPI	وضعیت رطوبتی
بزرگ‌تر یا مساوی ۲	بسیار مرطوب
۱ تا ۱/۹۹	مرطوب
۰/۹۹- تا ۰/۹۹	نرمال
۱/۹۹- تا ۱-	خشک
کوچک‌تر یا مساوی ۲-	بسیار خشک

محاسبه فراوانی خشک‌سالی در ایستگاه‌های مورد نظر: پس از آزمون‌های پایه‌ای تحلیل داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزارDIP[1] (مرید و همکاران، ۲۰۰۵) مقادیر شاخص SPI ماهانه و سالانه در طول دوره آماری ۳۰ ساله و در مورد هر یک از ایستگاه‌ها محاسبه شد. پس از آن با توجه به مقادیر SPI ماهانه و سالانه هر ایستگاه و در طول دوره آماری وضعیت رطوبتی در هر ماه و هر سال براساس جدول ۲ (در ۵ وضعیت) مشخص گردید. آنگاه جدول‌های فراوانی هر یک از وضعیت‌های رطوبتی در ایستگاه‌های منتخب تهیه شد. سپس فراوانی هر یک از وضعیت‌های رطوبتی با توجه به اقلیم هر منطقه مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

وضعیت رطوبتی ماهانه و سالانه براساس شاخص خشک‌سالی SPI در ایستگاه‌های مورد نظر: همان‌گونه که اشاره شد با استفاده از مقادیر بارندگی ماهانه ایستگاه‌های مورد نظر و پس از انجام آزمون‌های آماری لازم با استفاده از نرم‌افزار DIP، مقادیر شاخص خشک‌سالی استاندارد شده (SPI) ماهانه و سالانه در طول دوره آماری ۳۰ ساله و در مورد هر یک از ایستگاه‌ها محاسبه شد. آنگاه وضعیت رطوبتی ماهانه و سالانه هر ایستگاه در هر ماه و هر سال، در طول دوره آماری با توجه به جدول ۲ تعیین گردید. وضعیت رطوبتی سالانه هر یک از ایستگاه‌ها در جدول‌های ۳ و ۴ در سال‌های منتخب نشان داده شده است.

جدول ۳- وضعیت رطوبتی سالانه براساس شاخص خشکسالی SPI در طی سال‌های منتخب در ایستگاه‌های منطقه به نسبت کم‌باران (A).

سال آبی / ایستگاه	۱۳۵۷-۵۸	۱۳۶۰-۶۱	۱۳۶۳-۶۴	۱۳۶۶-۶۷	۱۳۶۹-۷۰	۱۳۷۲-۷۳	۱۳۷۵-۷۶	۱۳۷۸-۷۹	۱۳۸۱-۸۲	۱۳۸۴-۸۵
ارازکوسه	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	خشک	نرمال	نرمال	نرمال
اینچه‌برون	نرمال	خشک	خشک	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	مرطوب	نرمال
بهلکه‌داشلی	مرطوب	خیلی‌مرطوب	نرمال	نرمال	خشک	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
ترشکلی	نرمال	خشک	خیلی‌خشک	مرطوب	نرمال	مرطوب	نرمال	نرمال	مرطوب	نرمال
تیل‌آباد	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	خشک	نرمال	خشک	نرمال	مرطوب
چات	خیلی‌مرطوب	خشک	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
سد گرگان	نرمال	خیلی‌خشک	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
غفار حاجی	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	خیلی‌خشک	نرمال	خیلی‌مرطوب	نرمال	نرمال	نرمال
قزاقلی	نرمال	خیلی‌خشک	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
مراوه تپه	نرمال	نرمال	نرمال	مرطوب	نرمال	نرمال	خشک	نرمال	نرمال	نرمال
هوتن	نرمال	خیلی‌خشک	نرمال	مرطوب	نرمال	نرمال	نرمال	خشک	نرمال	نرمال

1- Drought Indecis Package

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- وضعیت رطوبتی سالانه براساس شاخص خشکسالی SPI در طی سال‌های منتخب در ایستگاه‌های منطقه به نسبت پرباران (B).

سال آبی / ایستگاه	۱۳۵۷-۵۸	۱۳۶۰-۶۱	۱۳۶۳-۶۴	۱۳۶۶-۶۷	۱۳۶۹-۷۰	۱۳۷۲-۷۳	۱۳۷۵-۷۶	۱۳۷۸-۷۹	۱۳۸۱-۸۲	۱۳۸۴-۸۵
باغو	خیلی‌خشک	نرمال	نرمال	مرطوب	نرمال	نرمال	خیلی‌مرطوب	نرمال	نرمال	نرمال
تقی‌آباد	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	خشک	نرمال	نرمال	نرمال	خشک
تمر	نرمال	خشک	خیلی‌خشک	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	خیلی‌مرطوب	نرمال
تنگراه	نرمال	نرمال	نرمال	مرطوب	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	خیلی‌مرطوب	نرمال
رامیان	نرمال	خیلی‌خشک	نرمال	مرطوب	نرمال	نرمال	نرمال	خیلی‌مرطوب	نرمال	خشک
زرین‌گل	نرمال	نرمال	خیلی‌خشک	نرمال	خشک	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
سیاه‌آب	نرمال	نرمال	نرمال	مرطوب	نرمال	نرمال	مرطوب	نرمال	نرمال	نرمال
شصت‌کلاته	نرمال	خشک	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
فاضل‌آباد	نرمال	نرمال	خشک	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	خشک
گالیکش	خیلی‌خشک	خیلی‌خشک	نرمال	مرطوب	نرمال	نرمال	خشک	نرمال	نرمال	نرمال
گنبد	نرمال	خشک	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
لزوره	نرمال	خشک	خشک	مرطوب	نرمال	نرمال	خشک	نرمال	نرمال	نرمال
ناهارخوران	نرمال	خشک	خشک	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	مرطوب	نرمال
نوده	نرمال	خیلی‌خشک	خشک	مرطوب	نرمال	خیلی‌مرطوب	نرمال	نرمال	نرمال	خشک
وطنا	خشک	نرمال	نرمال	مرطوب	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	مرطوب	نرمال

فراوانی هر یک از وضعیت رطوبتی ماهانه و سالانه در ایستگاه‌های مورد نظر: پس از تعیین وضعیت رطوبتی هر ایستگاه در هر ماه و در هر سال آبی در طول دوره آماری، فراوانی وقوع (درصد فراوانی) هر یک از وضعیت‌های پنج‌گانه رطوبتی تعیین شد. به‌عنوان مثال جدول‌های ۵ و ۶ فراوانی وقوع هر یک از وضعیت رطوبتی ماهانه را در ایستگاه‌های مراوه‌تپه و تنگراه در طول دوره آماری ۳۰ ساله (۱۳۵۶-۱۳۵۵ الی ۱۳۸۵-۱۳۸۴) نشان می‌دهند. فراوانی وقوع هریک از وضعیت‌های رطوبتی در مقیاس سالانه در ایستگاه‌های مورد بررسی براساس تفکیک به سه منطقه در شکل‌های ۲ تا ۴ نشان داده شده است.

جدول ۵- فراوانی وقوع هر یک از وضعیت‌های رطوبتی ماهانه در ایستگاه مراوه‌تپه (کم‌باران).

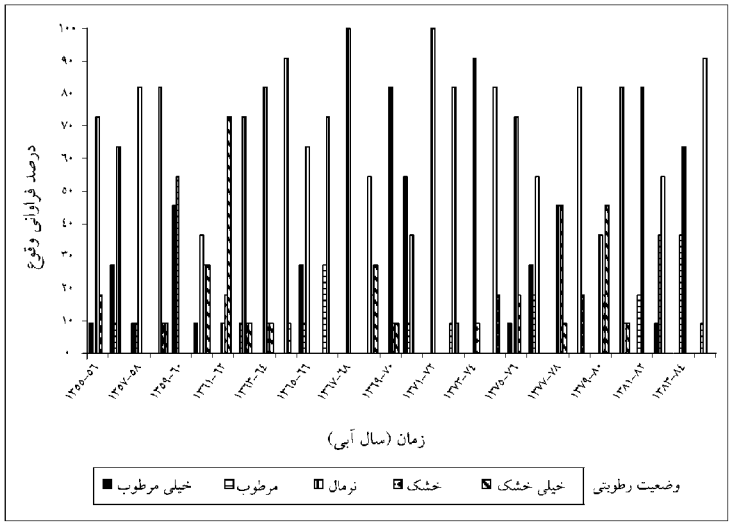
دوره زمانی / وضعیت رطوبتی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
خیلی‌مرطوب	۳	۰	۰	۲	۱	۳	۲	۲	۱	۳	۳	۳
مرطوب	۱	۶	۳	۲	۶	۱	۴	۲	۷	۳	۱	۱
نرمال	۲۲	۱۹	۲۳	۲۱	۱۷	۲۰	۲۰	۲۱	۲۲	۲۴	۲۶	۲۲
خشک	۱	۲	۲	۲	۴	۳	۲	۳	۰	۰	۰	۴
خیلی‌خشک	۳	۳	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۰	۰	۰	۰

www.SID.ir

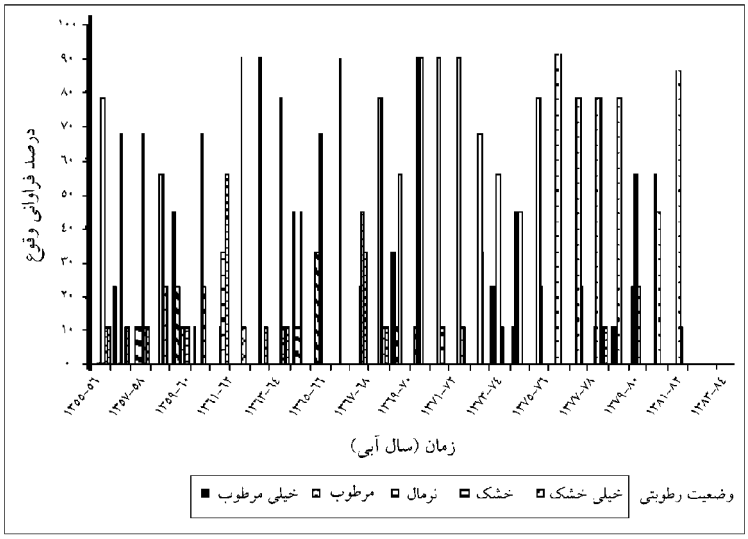
Archive of SID

جدول ۶- فراوانی وقوع هر یک از وضعیت‌های رطوبتی ماهانه در ایستگاه تنگراه (پرباران).

دوره زمانی / وضعیت رطوبتی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
خیلی‌مرطوب	۲	۱	۲	۱	۴	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۳
مرطوب	۳	۵	۲	۴	۱	۴	۵	۲	۱	۶	۵	۲
نرمال	۲۰	۱۹	۲۲	۲۱	۲۲	۱۸	۲۰	۲۱	۲۱	۱۷	۲۰	۲۱
خشک	۳	۳	۱	۱	۱	۳	۱	۴	۶	۶	۳	۱
خیلی‌خشک	۲	۲	۳	۳	۲	۳	۲	۱	۰	۰	۱	۳



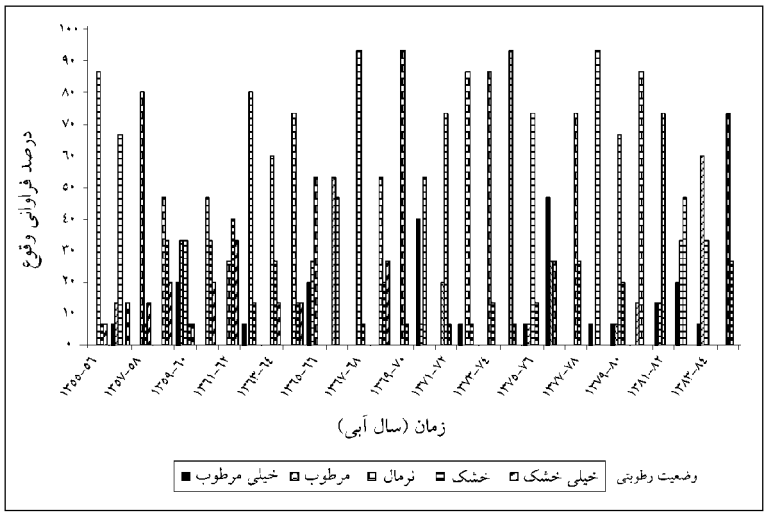
شکل ۲- درصد فراوانی هر یک از وضعیت‌های رطوبتی در طول دوره آماری در ایستگاه‌های مناطق کم‌باران (C).



شکل ۳- درصد فراوانی هر یک از وضعیت‌های رطوبتی در طول دوره آماری در ایستگاه‌های مناطق تقریباً پرباران (D).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- درصد فراوانی هر یک از وضعیت‌های رطوبتی در طول دوره آماری در ایستگاه‌های مناطق پرباران (E).

در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه سال‌های پرباران و مرطوب و همچنین سال‌های کم‌باران و خشک مشاهده شده‌اند و ممکن است ۲ یا ۳ ترسالی متوالی و پس از آن ۲ یا ۳ خشک‌سالی متوالی و یا بلافاصله پس از خشک‌سالی، ترسالی و پس از ترسالی، خشک‌سالی مشاهده شود. در هیچ سالی در تمامی ۲۶ ایستگاه مورد بررسی، فقط یک وضعیت رطوبتی حاکم نبوده است. به‌عبارت دیگر هر ساله می‌بایست انتظار وضعیت‌های متفاوت رطوبتی در مناطق مختلف استان را داشت. به‌طور متوسط در بیش از ۵۰ درصد سال‌ها ۳ وضعیت از ۵ وضعیت رطوبتی در استان حاکم بوده‌است. ضمن آنکه در ۴ سال از ۳۰ سال مورد بررسی، تمامی ۵ وضعیت رطوبتی در استان حاکم بوده‌است. به‌عبارت دیگر در ۴ سال از ۳۰ سال مورد بررسی، مناطقی از استان در وضعیت خیلی‌خشک، مناطقی در وضعیت خشک، مناطقی در وضعیت نرمال، مناطقی در وضعیت مرطوب و مناطقی در وضعیت خیلی‌مرطوب قرار داشته‌اند.

بیشترین فراوانی وضعیت رطوبتی نرمال در ایستگاه‌های مناطق به نسبت پرباران و در سال آبی ۶۸-۱۳۶۷ به تعداد ۱۴ ایستگاه از مجموع ۱۵ ایستگاه مشاهده شده است. این در حالی است که در همان سال در تمامی ایستگاه‌های مناطق به نسبت کم‌باران وضعیت رطوبتی نرمال حاکم بوده است. بیشترین مقدار فراوانی وضعیت رطوبتی خیلی‌خشک در سال آبی ۶۲-۱۳۶۱ در ایستگاه‌های مناطق به نسبت کم‌باران و به تعداد ۸ ایستگاه مشاهده می‌گردد. ضمن آنکه بیشترین مقدار فراوانی وضعیت رطوبتی خیلی‌مرطوب در سال آبی ۷۷-۱۳۷۶ در ایستگاه‌های به نسبت پرباران و به تعداد ۷ ایستگاه مشاهده می‌گردد. وضعیت خیلی‌مرطوب در ایستگاه‌های مناطق به نسبت کم‌باران در طول دوره آماری ۳۰ سال، ۲۰ مرتبه فراوانی صفر را به خود اختصاص داده‌است. به‌عبارت دیگر در هیچ‌یک از این ایستگاه‌های مناطق به نسبت کم‌باران در مدت ۲۰ سال از ۳۰ سال حتی یک مرتبه وضعیت رطوبتی خیلی‌مرطوب مشاهده نشده‌است. در حالی‌که در ایستگاه‌های مناطق به نسبت پرباران، این تعداد به ۱۷ سال کاهش می‌یابد. در مورد وضعیت خیلی‌خشک مقادیر یاد شده در ایستگاه‌های به نسبت پرباران و به نسبت کم‌باران با یکدیگر برابر و تعداد آن ۲۰ سال می‌باشد.

همان‌گونه که انتظار می‌رود، به‌طورکلی بیشترین فراوانی وضعیت رطوبتی (چه در دوره ماهانه و چه در دوره سالانه) در تمامی ایستگاه‌های مورد نظر در محدوده

www.SID.ir

Archive of SID

نرمال می‌باشد. بیشترین مقدار فراوانی وضعیت رطوبتی خیلی‌خشک در سال آبی ۶۲-۱۳۶۱ در ایستگاه‌های مناطق به نسبت کم‌باران و به تعداد ۸ ایستگاه مشاهده می‌گردد. ضمن آنکه بیشترین مقدار فراوانی وضعیت رطوبتی خیلی‌مرطوب در سال آبی ۷۷-۱۳۷۶ در ایستگاه‌های به نسبت پرباران و به تعداد ۷ ایستگاه مشاهده می‌گردد.

در دوره‌های ماهانه ماکزیمم فراوانی وضعیت رطوبتی نرمال در ماه‌های بهمن و تیر به تعداد ۲۸ مرتبه از طول دوره ۳۰ ساله اتفاق افتاده است. ماکزیمم بهمن ماه مربوط به ایستگاه شصت‌کلاته می‌باشد. ایستگاه شصت‌کلاته از ایستگاه‌های محدوده به نسبت پرباران (B) و یا پرباران (E) استان گلستان می‌باشد. به‌عبارت دیگر بهمن ماه در این ایستگاه یک ماه پرباران است و بارندگی زیاد در این ماه و در این ایستگاه یک پدیده معمول و نرمال است. در ایستگاه اینچه‌برون نیز وضعیت رطوبتی نرمال به تعداد ۲۸ مرتبه در طول دوره ۳۰ ساله در تیر ماه به وقوع پیوسته است. در ضمن اینچه‌برون از جمله مناطق به نسبت کم‌باران (A) یا کم‌باران (C) استان گلستان است. در این ایستگاه معمولاً در تیر ماه بارندگی بسیار کم و نزدیک به صفر است. به همین دلیل نباریدن باران در تیر ماه در این منطقه یک وضعیت نرمال محسوب می‌شود و در صورتی که بارندگی به چندین میلی‌متر برسد، وضعیت مرطوب خواهد بود. به‌عبارت دیگر براساس شاخص SPI در صورتی که در این ایستگاه بارندگی در حد صفر و یا نزدیک به آن باشد، شاخص خشک‌سالی وضعیت نرمال را نشان می‌دهد.

کمترین تعداد دفعات تکرار شرایط رطوبتی نرمال ماهانه به تعداد ۱۷ مرتبه در طول دوره ۳۰ ساله می‌باشد که در ایستگاه‌های قزاقلی (در اردیبهشت)، فاضل‌آباد (در تیر)، تنگراه (در تیر)، مراوه‌تپه (در بهمن)، تیل‌آباد (در فروردین) و ترشکلی (در فروردین) رخ داده است. با توجه به جدول ۱ (که در آن تقسیم‌بندی ایستگاه‌ها از نظر میانگین بارندگی سالیانه نشان داده شده است)، مشاهده می‌شود که حداقل تعداد دفعات شرایط نرمال در مورد ایستگاه‌های مناطق کم‌باران (C) در ماه‌های پرباران و حداقل تعداد دفعات شرایط نرمال در مورد ایستگاه‌های مناطق پرباران (E) در ماه کم‌باران (تیر ماه)، اتفاق افتاده است. در ایستگاه ترشکلی، که از کم‌باران‌ترین ایستگاه‌های مورد مطالعه است، کمترین تعداد دفعات تکرار شرایط رطوبتی نرمال ماهانه در فروردین (که یک ماه پرباران است، ۱۷ مرتبه) و بیشترین تعداد دفعات تکرار شرایط رطوبتی نرمال ماهانه در ماه مرداد (که یک ماه کم‌باران است، ۲۷ مرتبه) رخ داده است. مشابه همین شرایط در مورد ایستگاه اینچه‌برون که آن هم از کم‌باران‌ترین ایستگاه‌های مورد مطالعه است، حاکم است. بیشترین فراوانی ماهانه وضعیت رطوبتی مرطوب در ایستگاه مراوه‌تپه و در خرداد ماه به تعداد ۷ مرتبه مشاهده شده است. نتایج این بخش از تحقیق با نتایج آشگر توسی و همکاران (۲۰۰۳) که احتمال خشک‌سالی را در مناطق مختلف خراسان بزرگ متفاوت می‌داند، و نتایج رضیئی و همکاران (۲۰۰۷) در مورد استان سیستان و بلوچستان که احتمال خشک‌سالی در بخشی از نواحی استان را بیش از سایر نواحی می‌داند، هم‌سو است.

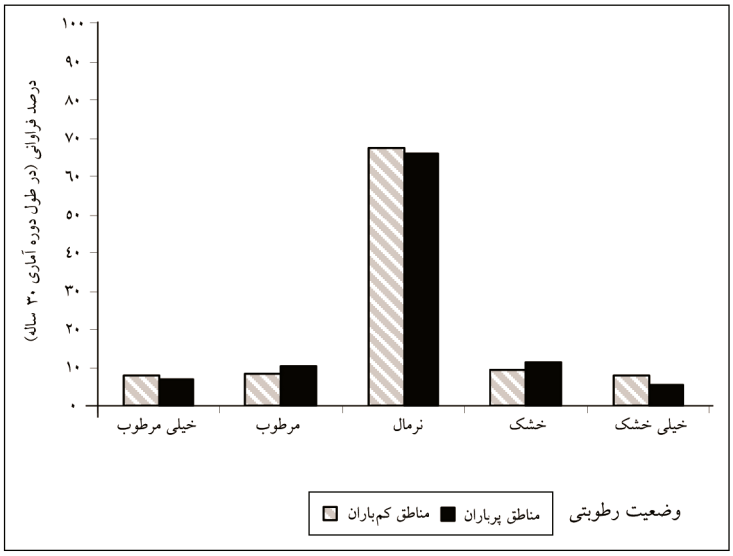
مقایسه درصد فراوانی وضعیت‌های رطوبتی مختلف سالانه در مناطق کم‌باران و پرباران نشان می‌دهد که دو وضعیت حدی، (خیلی‌مرطوب با SPI برابر یا بیشتر از ۲ و خیلی‌خشک با SPI برابر یا کمتر از ۲-) در مناطق به نسبت کم‌باران (A) از درصد فراوانی بالاتری نسبت به مناطق به نسبت پرباران (B) برخوردار هستند (شکل ۵). این در حالی است که در مورد دو وضعیت رطوبتی مرطوب و خشک (که براساس جدول ۲ بین وضعیت نرمال و وضعیت‌های حدی می‌باشند) نتایج برعکس می‌باشد. به‌عبارت دیگر وضعیت‌های مرطوب و خشک در مناطق به نسبت پرباران (B) فراوانی بیشتری در مقایسه با مناطق به نسبت کم‌باران (A) دارند. ضمن آنکه درصد فراوانی وضعیت رطوبتی نرمال در مناطق به نسبت کم‌باران با مناطق به نسبت پرباران تقریباً برابر است (شکل ۵). بنابراین می‌توان گفت که حساسیت مناطق به نسبت

www.SID.ir

Archive of SID

کم‌باران به شرایط حدی (خیلی‌مرطوب یا خیلی‌خشک) بیشتر است. به‌عبارت دیگر در صد وقوع ترسالی شدید یا خشک‌سالی شدید در مناطق به نسبت کم‌باران بیشتر از مناطق به نسبت پرباران است. نتایج این بخش از تحقیق با نتایج فرج‌زاده (۱۹۹۵) که مناطق دارای نوسانات بیشتر در مقادیر بارندگی را نسبت به خشک‌سالی آسیب‌پذیرتر معرفی می‌کند، مطابقت دارد.

پس از وضعیت رطوبتی نرمال که بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است، وضعیت‌های رطوبتی مرطوب و خشک از نظر فراوانی تا حدودی مشابه هستند. در عین‌حال تقریباً در تمامی ایستگاه‌ها، به‌خصوص در ایستگاه‌های مناطق کم‌باران فراوانی وضعیت مرطوب بیشتر از وضعیت خشک است. این موضوع نیز به وجود چولگی در توزیع داده‌های بارندگی ارتباط پیدا می‌کند.



شکل ۵- درصد فراوانی هریک از وضعیت‌های رطوبتی سالانه در ایستگاه‌های مناطق به نسبت کم‌باران (A) و مناطق به نسبت پرباران (B).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش براساس نمایه SPI وضعیت رطوبتی در دوره‌های زمانی ماهانه و سالانه در ۵ کلاس (از بسیار خشک تا بسیار مرطوب) در مورد ۲۶ ایستگاه باران‌سنجی استان گلستان در طول یک دوره آماری ۳۰ ساله تعیین شد. پس از آن فراوانی هر یک از وضعیت‌های رطوبتی با در نظر گرفتن وضعیت اقلیم هر ایستگاه (از نظر کم‌باران و یا پرباران بودن) مورد بررسی قرار گرفت. موارد زیر را می‌توان به‌عنوان نتیجه‌گیری اشاره نمود.

در تمامی ۲۶ ایستگاه باران‌سنجی استان گلستان در طول یک دوره آماری ۳۰ ساله، سال‌های مرطوب و همچنین سال‌های خشک مشاهده شده‌اند و ممکن است ۲ یا ۳ ترسالی متوالی و پس از آن دو یا سه خشک‌سالی متوالی و یا بلافاصله پس از خشک‌سالی، ترسالی و پس از ترسالی، خشک‌سالی مشاهده شود. در هیچ‌سالی در تمامی ۲۶ ایستگاه مورد بررسی، فقط یک وضعیت رطوبتی حاکم نبوده است. به‌عبارت دیگر هر ساله می‌بایست انتظار وضعیت‌های متفاوت رطوبتی در مناطق مختلف استان گلستان را داشت.

به‌طور متوسط در بیش از ۵۰ در صد سال‌ها سه وضعیت از ۵ وضعیت رطوبتی در استان حاکم بوده است. ضمن آنکه در ۴ سال از ۳۰ سال مورد بررسی، تمامی ۵ وضعیت رطوبتی در استان حاکم بوده‌است. به‌عبارت دیگر در ۴ سال از ۳۰ سال مورد بررسی، مناطقی از استان در وضعیت بسیار خشک، مناطقی در وضعیت خشک، مناطقی در وضعیت نرمال، مناطقی در وضعیت مرطوب و مناطقی در وضعیت بسیار مرطوب قرار داشته‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

پس از وضعیت رطوبتی نرمال که بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است، وضعیت‌های رطوبتی مرطوب و خشک از نظر فراوانی تا حدودی مشابه هستند. در عین‌حال تقریباً در تمامی ایستگاه‌ها، فراوانی وضعیت خشک بیشتر از وضعیت مرطوب است.

وضعیت اقلیمی (از نظر پرباران بودن یا کم‌باران بودن) نتوانسته‌است تفاوت قابل ملاحظه‌ای برروی تعداد دفعات وقوع هر یک از وضعیت‌های رطوبتی به‌وجود آورد. درصد فراوانی وضعیت رطوبتی نرمال در مناطق به نسبت کم‌باران با مناطق به نسبت پرباران تقریباً برابر است. ولی به‌طورکلی می‌توان گفت که حساسیت مناطق به نسبت کم‌باران در برابر خشک‌سالی شدید (بسیار خشک) یا ترسالی شدید (بسیار مرطوب) بیشتر است. به‌عبارت دیگر درصد وقوع ترسالی شدید یا خشک‌سالی شدید در مناطق به نسبت کم‌باران بیشتر از مناطق به نسبت پرباران است. در حالی‌که، درصد وقوع ترسالی متوسط یا خشک‌سالی متوسط در مناطق به نسبت پرباران بیشتر از مناطق به نسبت کم‌باران است.

سپاسگزاری

از حوزه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که انجام این پژوهش را میسر ساختند، سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1.Amin, S. 2000. Drought Indices Investigation, (Case Study: Shiraz, Bajgah), The First Educational and Professional Workshop of Drought Investigation in Fars Province, Shiraz, Pp: 1-14. (In Persian).
2.Ashgar Toosi, Sh., Alizadeh, A., and Javanmard, S. 2003. Drought prediction in Khorasan Province. J. Geo. Res., 18: 119-128. (In Persian).
3.Chenari, M. 2005. Investigation on Variation of some Drought Indices Using Markov Chain in South Albors Climate's samples. Tehran Univ. M.Sc. Thesis, 159p. (In Persian).
4.Farajzadeh, M. 1995. Analysis and Precaution of Drought in Iran. Tarbiat Modares Univ Ph.D. Thesis. (In Persian).
5.Hayes, M.J. 2000. What is drought? Drought Indices. National Drought Mitigation Center, University of Nebraska-Lincoln. Access in: www.drought.unl.edu/whatis/indices.htm.
6.Lashni Zade, M., and Khoramian, N. 2002. Climate Drought Mapping in Lorestan Province with Statistical Indecis, P 109-121. Proceedings of First National Conferences on Investigation of Water crisis, Zabol, (In Persian).
7.Lloyd-Hughes, B., and Saunders, M.A. 2002. A Drought Climatology for Europe. Int. J. Climatol., 22: 1571-1592.
8.Loukas, A., Vasiliades, L., and Tzabiras, J. 2008. Climate Change Effects on Drought Severity, Advances in Geosciences, 17: 23-29.
9.Mckee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J. 1993. The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time scales. P 379-384. 8th Conference on Applied Climatology.
10.Morid, S., Moghaddam, M., Paymozd, Sh., and Ghaemi, H. 2005. Design of Tehran Province Drought Monitoring System. Final Report, Water Resources Management Co. (WRMC-Iran), 196p. (In Persian).
11.Mosaedi, A., and Shahabi, M. 2007. Risk Management by Considerate Microclimat of Golestan Province. Iranian Meteorological Organization. Tehran, 167p. (In Persian).
12.Mosaedi, A., Khalilizade, M., and Mohammadi Ostadkelaye, A. 2008. Drought Monitoring in Golestan Province. J. Agric. Sci. and Natur. Resour., 15: 2. 176-183. (In Persian).
13.Nathaniel, B., and Guttman, N. 1998. Comparing the Palmer Drought Index and the Standardized Precipitation Index, Jour. Amer. Water Resources Association, 34: 1. 113-121.
14.Prathumchai, K., Honda, K., and Nualchawee, K. 2001. Drought Risk Evaluation Using Remote Sensing and GIS: A case study in Lopburi Province, 22nd Asian Conference on Remote Sensing.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Raziei, T., Daneshkar Arasteh, P., Akhtari, R., and Saghafian, B. 2007. Investigation of Meteorological Droughts in the Sistan and Balouchestan Province, Using the Standardized Precipitation Index and Markov Chain Model. Iran-Water Resour. Res. J., 3: 1. 25-35.
16. Rezaee Pazhand, H. 2001. Application of Probability and Statistics in Water Resources. Islamic Azad Univ., Mashad Branch. Sokhan Gostar Press, 320p. (In Persian).
17. Silva. V.P.R. 2003. On Climate Variability in Northeast Brazil, J. Arid Environ., 54: 2. 256-367.
18. Zekai, S., and Eljadid, A. 1999. Rainfall Distribution Function for Libia and Rainfall Prediction, J. Hydro. Sci., 44: 5. 665-680.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 16 (Special issue 1-a), 2009
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

Comparison of Drought Frequency in arid and humid regions (Case study: Golestan Province)

[*]A. Mosaedi[1], M. Marashi[2] and Gh. Kavakebi[3]
[1]Associate Prof., Dept of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Now in: Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, [2]Senior Expert in Irrigation and Drainage,[3]B.Sc. student, Faculty of Natural Resources and Environmental, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Drought is one of the natural phenomenons that its prevention is not possible yet. This problem shows the importance of drought monitoring and creating a drought warning system. In this research to investigate drought frequency the Standardized Precipitation Index (SPI) for monthly and yearly periods were applied. For this reason, the precipitation data of meteorological stations of Golestan province were obtained from the authority. After some statistical tests such as: homogeneity and outlier test, monthly precipitation data of 26 stations for 30 years period (from 1976-77 to 2005-06) were selected. The SPI values for any months and any years were calculated and the drought situations were determined. The results show that in all periods and all stations the normal category has the heist frequency. Meantime, in any time periods there were more than one drought situations in the province. Moreover, the results show that the frequency of extreme events (sever drought and sever wet condition) in the semi-arid regions of the province is higher than humid regions. While, according to the SPI index these frequencies should be the same for all regions. On the other hand side, the frequency of wet and dry conditions (not extreme events) for the arid regions of the province is less than humid regions. Whereas, according to the SPI categories these frequencies should be the same for all regions.

Keywords: Drought; Drought index; SPI; Drought frequency; Golestan province

[*]- Corresponding Author; Email: mosaedi@yahoo.com

www.SID.ir