

## بررسی تغییر اقلیم در شهر سمنان

### براساس پارامترهای ماهیانه، حداقل،

### حداکثر و متوسط دمای ماهیانه

مهندس مهرداد حسینی  
کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی

#### چکیده

بنابراین ایران از نظر میزان بارندگی جزو مناطق نسبتاً خشک دنیا محسوب می‌شود و آب معمولاً مهمترین عامل محدودکننده در این مناطق است. این بررسی با هدف تجزیه و تحلیل آماری بارندگی و ارائه ویژگیهای آن و همچنین تعیین احتمال وقوع نوسانات نامساعد عوامل جوی به منظور پیش‌بینی این نوسانات در آینده برای شهر سمنان می‌باشد.

بارندگی یک عنصر اقلیمی است که سال به سال تغییر می‌کند و در واقع بارندگی یک متغیر تصادفی در طول زمان است. در صورت دسترسی به آمار درازمدت بارندگی، می‌توان احتمال وقوع بارندگی را به کمک روشهای آماری تعیین کرد.

#### مواد و روشها

در این بررسی از آمار ایستگاه هواشناسی سینوپتیک سمنان اخذ شده است که دارای ۳۴ سال داده‌های مربوط به بارندگی ماهیانه است. (سال ۱۹۶۵ لغایت ۱۹۹۸)

در این مطالعه به منظور تعیین احتمال ریزش بارندگی سالیانه، فصلی و ماهیانه شهر سمنان انتخاب شده است. اطلاعات بارندگی در این شهر با نرم‌افزارهای کامپیوتری و با کمک روشهای آماری آنالیز شده‌اند. دوره‌های ترسالی و خشک‌سالی، تغییرات فصلی و ماهیانه بارندگی و احتمال وقوع بارندگی فصلی و ماهیانه مشخص گردیده است.

#### احتمال وقوع بارندگی

با در اختیار داشتن آمار درازمدت بارندگی یک منطقه می‌توان احتمال بارندگی را به کمک روشهای آماری بدست آورد. برای انجام این عمل بارندگیهای سالیانه را بدون در نظر گرفتن سال وقوع به صورت نزولی مرتب کرده و به هر یک از مقادیر ثبت شده یک شماره داده می‌شود. با استفاده از رابطه  $P = \frac{M}{N+1}$  مقادیر مختلف بارندگی در سطوح مختلف احتمالات بدست می‌آید. در معادله فوق (P) احتمال تجمعی، (M) شماره

#### مقدمه

خصوصیت بارز مناطق خشک، یقیناً کمبود رطوبت هوا و نزولات آسمانی است. بارندگی به کلیه نزولات جوی اطلاق می‌گردد که به سطح زمین وارد می‌شود.

متوسط بارندگی در ایران ۲۴۰ میلیمتر است که اگر با میانگین بارندگی سالیانه در سطح کره زمین (۸۶۰ میلیمتر) مقایسه شود ملاحظه خواهد شد که بارندگی در ایران حتی کمتر از یک سوم متوسط بارندگی در سطح دنیاست.

جدول (۱): آنالیز آماری بارندگی ماهانه در شهر سمنان (آمار ۳۴ ساله)

سالیانه	بارندگی ماهانه سال میلادی											پارامترهای آماری	
	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اگوست	ژولای	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه		ژانویه
۶۰/۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۲/۰	۰/۰	۰/۰	Minimum
۲۷۶/۱	۶۸/۳	۳۹/۵	۴۲/۰	۱۰/۰	۴۱/۰	۱۲/۰	۱۲/۰	۶۲/۶	۴۶/۹	۸۶/۹	۶۶/۲	۸۰/۲	Maximum
۲۷۷۲/۳	۵۸۶/۰	۳۰۶/۵	۲۰۵/۴	۴۵/۲	۸۵/۰	۵۵/۷	۱۳۰/۵	۵۲۲/۱	۵۱۴/۴	۹۳۴/۲	۷۲۸/۷	۶۵۹/۸	Sum
۱۴۰/۳۶۲	۱۷/۱۳۵	۹/۰۱۴	۶/۰۴۱	۱/۳۲۹	۲/۵۰۰	۱/۶۳۸	۳/۸۳۸	۱۵/۳۵۶	۱۵/۱۲۹	۲۷/۴۷۶	۲۱/۲۳۲	۱۹/۴۰۶	Mean
۲۵۷۳/۵۰۹	۲۱۱/۸۵۴	۱۳۳/۵۹۸	۱۰۴/۵۰۶	۷/۲۴۴	۶۳/۰۵	۸/۵۷۷	۱۰۴/۲۱۹	۲۹۱/۱۹۳	۱۰۶/۱۱۳	۴۰۲/۰۶۹	۱۴۵/۶۶۹	۳۱۴/۶۵۷	Variance
۵۰/۸۳۹	۱۴/۵۵۸	۱۱/۵۵۸	۱۰/۲۲۲	۲/۷۲۵	۷/۹۴۰	۲/۹۲۸	۳/۲۲۷	۱۷/۰۶۴	۱۰/۳۰۱	۲۰/۰۵۱	۱۲/۰۶۹	۱۷/۷۳۸	Standard Dev
۰/۵۹۹۵۵	۱/۴۹۳۹۰	۱/۶۱۱۱۰	۱/۹۹۷۱۰	۲/۰۳۲۲۰	۳/۱۴۵۰۰	۲/۰۹۳۰۰	۰/۷۶۲۱۰	۱/۶۴۲۹۰	۱/۴۸۶۸۰	۱/۴۲۳۳۰	۱۰/۷۸۲۳۰	۱/۲۲۰۸۰	Skewness
۳۶/۱۴۸	۸۴/۴۶۷	۱۲۸/۲۲۲	۱۶۹/۲۱۰	۲۰۵/۰۴۱	۳۱۷/۶	۱۷۸/۷۵۴	۸۴/۰۸۰	۱۱۱/۱۲۲	۶۸۰/۸۷	۷۲/۹۷۶	۵۶/۱۷۰	۹۱/۴۰۵	CV(%)

در سطوح مختلف احتمال برای ماههای مختلف سال به دست می‌آید.

ردیف (N) تعداد سال می‌باشد. عکس احتمال تجمعی (P) را دوره برگشت می‌نامند.

### بحث و نتیجه گیری

#### بارندگی سالیانه

همانطور که در جدول (۲) مشاهده می‌گردد، متوسط بارندگی سالیانه ۱۴۰/۳۶۲ میلیمتر است که در نگاه (۱) نیز نشان داده شده است. ضریب تغییرات بارندگی سالیانه نشان دهنده پایین بودن تغییرات بارندگی سالیانه است در نتیجه هر ساله می‌توان انتظار بارندگی در حد میانگین را داشت. با توجه به میانگین متحرک ۵ ساله بارندگی سالیانه، بین ۱۱ تا ۲۰ سال قبل، دوره ترسالی را نشان می‌دهد. به طوری که در این مدت میانگین متحرک بالاتر از میانگین سالیانه واقع شده است. با توجه به دوره برگشت هواشناسی احتمال می‌رود که در آینده این روند همانطور که در نگاه (۱) مشخص است برعکس شود.

میزان بارندگی سالیانه از جمع بارندگی‌های ماهیانه بدست می‌آید. اما تمام ماههای سال به یک اندازه در افزایش میزان بارندگی سالیانه تأثیر ندارند. ترتیب تأثیر مقدار بارندگی در ماههای مختلف سال در افزایش باران سالیانه بدین صورت است که می‌با ضریب همبستگی برابر ۰/۶۶۲ بیشترین تأثیر را در تغییرات باران سالیانه دارد و بعد از این ماه، مارس و دسامبر به ترتیب با ضرایب همبستگی ۰/۵۱۳ و ۰/۵۰۱ تغییرات بارندگی سال را توجیه می‌کنند.

بدین ترتیب میزان بارندگی سالیانه بطور معنی‌داری در گروهی میزان بارندگی این ۳ ماه می‌باشد. بنابراین معادله پیش‌بینی بارندگی سالیانه شهر سمنان عبارت است از:

$$Y = A + B1(\text{می}) + B1(\text{مارس}) + B1(\text{دسامبر})$$

در رابطه فوق، (Y) بارندگی سالیانه، (B) ضریب متغیرها یا شیب خط، (A) عدد ثابت یا عرض از مبدأ برابر ۷۶/۰۸۳ می‌باشد. با استفاده از معادله فوق و داشتن بارندگی ۳ ماه مذکور می‌توان میزان بارندگی سالیانه را پیش‌بینی نمود.

#### بارندگی سالیانه

میزان بارندگی سالیانه از جمع بارندگیهای ماهیانه به سادگی بدست می‌آید.

با وجود آمار درازمدت بارندگی سالیانه از طریق معدل‌گیری بین این مقادیر، می‌توان میانگین درازمدت بارندگی در هر منطقه را به دست آورد. میانگین درازمدت بارندگی در مقایسه با مقدار بارندگی در یک سال معین پارامتر دقیق تری برای تصمیم‌گیری محسوب می‌شود. زیرا علیرغم نوسانات سالیانه بارندگی هر منطقه، میانگین درازمدت آن از ثبات برخوردار است. با تعیین میانگین درازمدت بارندگی سالیانه یک منطقه می‌توان سالهای خشک و مرطوب را نیز مشخص ساخت.

#### تغییرات بارندگی فصلی

توزیع سالیانه یا بارندگی فصلی، یکی از ویژگیهای اقلیمی هر منطقه محسوب می‌گردد. دوره‌های خشک و تر به طور متناوب اتفاق می‌افتد و تعیین این دوره‌ها با میانگین متحرک امکان‌پذیر است. میانگین ماهیانه، فصلی و سالیانه بارندگی و همچنین میانگین متحرک و سایر پارامترهای آماری آنها محاسبه می‌گردد و با استفاده از این پارامترها متحنی‌های احتمالات بارندگی در ماههای مختلف و همچنین تغییرات ارتباط بین بارندگی ماهیانه و فصلی جهت پیش‌بینی بارندگی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

#### بارندگی ماهیانه

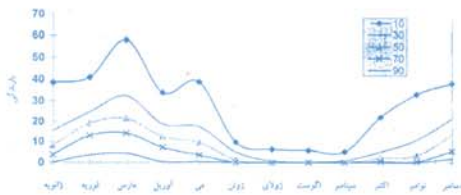
بارندگی در این منطقه در تمام طول سال وجود ندارد، بلکه عمدتاً از ژانویه تا می و ماه دسامبر بارندگی مشاهده می‌شود. ولی در تجزیه و تحلیل، تمام ماههای سال مورد استفاده قرار گرفته است و مقادیر مختلف بارندگی

جدول (۲): میزان بارندگی مختلف سال براساس مقادیر مختلف احتمال

احتمال تجمعی	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
۵	۲۷۰۰۰	۶۱۰۰۰	۸۵۰۰۰	۴۶۳۰۰	۶۲۳۰۰	۱۲۰۰۰	۱۱۱۰۰	۲۸۱۰۰	۹۴۰۰	۳۱۵۰۰	۳۸۵۰۰	۵۶۴۰۰
۱۰	۳۸۵۰۰	۴۱۰۰۰	۵۸۰۰۰	۳۴۰۰۰	۳۸۸۰۰	۹۸۰۰	۶۲۰۰	۵۷۰۰	۵۰۰۰	۲۲۱۰۰	۳۳۱۰۰	۳۸۲۰۰
۲۰	۲۷۰۰۰	۲۹۶۰۰	۴۰۸۰۰	۲۵۷۰۰	۲۷۴۰۰	۷۷۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۳۰۰۰	۱۳۴۰۰	۱۴۳۰۰	۲۷۴۰۰
۳۰	۱۵۶۰۰	۲۴۷۰۰	۳۲۵۰۰	۱۸۸۰۰	۱۷۳۰۰	۴۹۰۰	۰۷۰۰	۰۲۰۰	۰۹۰۰	۵۰۰	۱۰۸۰۰	۲۱۴۰۰
۴۰	۱۱۰۰۰	۲۱۵۰۰	۲۶۵۰۰	۱۶۴۰۰	۱۵۷۰۰	۳۰۰۰	۰۴۰۰	۰/۰	۰/۰	۳/۰	۰/۰	۰/۰
۵۰	۸۲۰۰	۱۹۰۰۰	۲۱۴۰۰	۱۲۵۰۰	۹۶۰۰	۱۲۰۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۳/۲۰۰	۱۳۴۰۰
۶۰	۷۰۰۰	۱۶۴۰۰	۱۶۵۰۰	۹۶۰۰	۶۴۰۰	۰۸۰۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۳/۰۰۰	۷/۱۰۰
۷۰	۳۷۰۰	۱۳۰۰۰	۱۴۱۰۰	۷۲۰۰	۳۵۰۰	۰۱۰۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۵/۳۰۰
۸۰	۰۹۰۰	۱۱۵۰۰	۱۲۰۰۰	۲۳۰۰	۲۰۰۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۴/۲۰۰
۹۰	۰۱۰۰	۳۵۰۰	۴۳۰۰	۰۳۰۰	۰۴۰۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱/۸۰۰

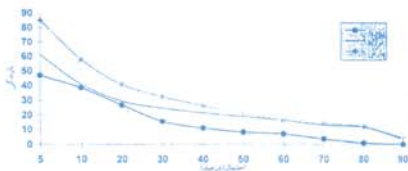
### بارندگی ماهیانه

منظور تعیین احتمال بارندگی در ماههای مختلف سال از احتمال تجمعی که قبلاً توضیح داده شده است استفاده گردید و نتایج در جدول (۲) ارائه شده است.



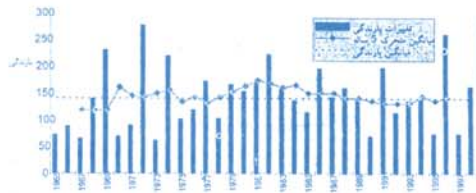
نگاره (۲): میزان بارندگی ماهانه در سطوح مختلف احتمال

بارندگی ماهیانه در ۵ سطح احتمال (۱۰، ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد) که در نگاره (۲) آمده است نشان می‌دهد که آمدن بارندگی‌های ماهیانه بیش از ۳۵ میلیمتر در ماههای ژانویه، مارس، می و دسامبر امکان دارد و احتمال آن ۱۰ درصدی باشد. به احتمال ۳۰ درصد فقط در ماههای فوریه و مارس امکان بارندگی بیش از ۲۵ میلیمتر وجود داشته و به احتمال ۹۰ درصد بارندگی‌های ماهیانه بیش از ۴ میلیمتر در مارس امکان دارد.



نگاره (۳): منحنی احتمال بارندگی در ماههای فصل زمستان

آنالیز آماری بارندگی براساس آمار ۳۴ ساله که در جدول (۱) ارائه شده است نشان می‌دهد که متوسط بارندگی سالیانه برابر ۱۴۰/۳۶۲ میلیمتر است. با توجه به ضرایب بدست آمده، میزان بارندگی در ماههای اگوست و سپتامبر به ترتیب با ۳۱۷/۶ و ۲۰۵/۰۴۱ درصد بیشترین تغییرات را در بین دیگر ماههای سال دارند. بعد از این دو ماه ژولای، اکتبر و نوامبر دارای ضریب تغییرات بیشتری هستند. ماههای فوریه، مارس و آوریل دارای کمترین تغییرات هستند بدین لحاظ انتظار می‌رود که هر ساله در حد میانگین بارندگی داشته باشند. (جدول (۱)) ماههای فوریه و مارس بیشترین و ژولای و سپتامبر کمترین میزان متوسط بارندگی ماهیانه را دارند.



نگاره (۱): تغییرات بارندگی و میانگین متحرک ۵ ساله شهرستان

میانگین درصد بارندگی فصلی نشان می‌دهد که زمستان، بهار، تابستان و پاییز به ترتیب با ۲۴، ۴، ۲۳ و ۴۹ درصد کل بارندگی سالیانه را به خود اختصاص می‌دهند.

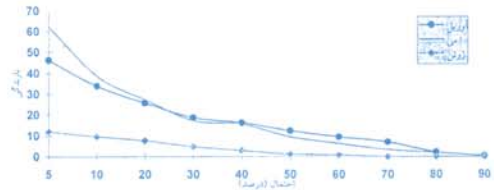
به طوری که در جدول (۱) نشان داده شده است خشکترین و مرطوبترین سالهایی که در این شهر هر ۳۴ سال یکبار تکرار می‌شوند به ترتیب دارای ۶/۵ و ۲۷۶/۱ میلیمتر بارندگی هستند. توزیع بارندگی هر منطقه بیشترین نقش را در هر نوع فعالیت دارد لذا به

### منابع

- ۱- علیزاده، ا.، اصول هیدرولوژی کاربردی (چاپ دهم)، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد، ۱۳۷۸.
- ۲- افشار، ع.، هیدرولوژی مهندسی (چاپ دوم)، انتشارات مرکز نشر دانشگاه، ۱۳۶۹.
- ۳- مهدوی، مسعود، آمار و روشهای تجزیه و تحلیل داده‌ها در جغرافی (چاپ سوم)، نشر قومس، ۱۳۷۷.
- ۴- سالنامه هواشناسی (۱۹۶۵-۱۹۹۸)، سازمان هواشناسی کشور.

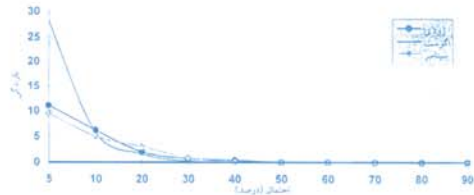
نگاره (۳) منحنی احتمال بارندگی در ماههای فصل زمستان را نشان می‌دهد به طوری که در شکل مشخص است در کلیه سطوح احتمال بارندگی مارس بیشتر از دوماه دیگر است ولی در سطح احتمال ۶۰ تا ۹۰ درصد احتمال بارش مارس با فوریه برابر است.

نگاره (۴) منحنی احتمال بارندگی بهار را نشان می‌دهد، بطوری که در نگاره مشخص است احتمال بارندگی آوریل و می نزدیک به هم قرار دارند و از ژوئن بیشتر است.



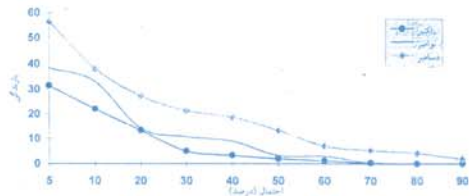
نگاره (۴): منحنی احتمال بارندگی در ماههای فصل بهار

نگاره (۵) منحنی احتمال بارندگی در ماههای فصل تابستان را نشان می‌دهد در سطح احتمال ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد بارندگی صفر است و در سطح احتمال ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد میزان بارندگی در یک حدود هستند و سطح احتمال ۵ درصد ماه اگوست از دو ماه دیگر دارای بارش بیشتری است.



نگاره (۵): منحنی احتمال بارندگی در ماههای فصل تابستان

نگاره (۶) منحنی احتمال در ماههای فصل پاییز را نشان می‌دهد. بارندگی ماه دسامبر در کلیه سطوح احتمال از بارش دوماه دیگر بیشتر است.



نگاره (۶): منحنی احتمال بارندگی در ماههای فصل پاییز.