



# تجزیه و تحلیل آمار بارندگی و احتمالات ریزش آن

در

## شهر سمنان

مهرداد حسینی  
کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی

### چکیده

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.

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.

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.

### مواد و روشها

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

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

### 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. بنابراین ایران از نظر میزان بارندگی جزو مناطق نسبتاً خشک دنیا محسوب می‌شود و آب معمولاً مهم‌ترین عامل



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

سالیانه	بارندگی ماهیانه سال میلادی												پارامترهای آماری
	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	آگوست	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
۴۷۷۲/۳	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	۱۷/۲۳۵	۹/۰۱۴	۶/۰۴۱	۱/۳۲۹	۲/۵۰۰	۱/۶۳۸	۳/۸۳۸	۱۵/۳۵۶	۱۵/۱۲۹	۲۷/۴۶۶	۲۱/۴۳۲	۱۹/۴۰۶	Mean
۲۵۷۴/۵۰۹	۲۱۱/۹۵۴	۱۳۳/۵۹۸	۱۰۴/۵۰۶	۷/۴۲۴	۶۳/۰۵	۸/۵۷۷	۱۰/۴۱۹	۲۹۱/۱۹۳	۱۰۶/۱۱۳	۴۰۲/۰۶۹	۱۴۵/۶۶۹	۳۱۴/۶۵۷	Variance
۵۰/۷۳۹	۱۴/۵۵۸	۱۱/۵۵۸	۱۰/۲۲۲	۲/۷۲۵	۷/۹۴۰	۲/۹۲۸	۳/۲۲۷	۱۷/۰۶۴	۱/۳۰۱	۲۰/۰۵۱	۱۲/۰۶۹	۱۷/۷۳۸	Standard Dev
۰/۵۹۹۵۵	۱/۴۹۳۹۰	۱/۶۱۱۱۰	۱/۹۹۷۱۰	۲/۰۲۲۲۰	۳/۱۴۵۰۰	۲/۰۹۳۰۰	۰/۷۶۲۱۰	۱/۶۲۹۵۰	۱/۴۸۶۸۰	۱/۴۲۳۴۰	۱/۷۸۲۳۰	۱/۲۰۸۰۰	Skewness
۳۶/۱۴۸	۸۴/۶۶۷	۱۲۸/۲۲۲	۱۶۹/۲۱۰	۲۰۵/۰۴۱	۳۱۷/۶	۱۷۸/۷۵۴	۸۴/۰۸۰	۱۱۱/۱۲۲	۶۸/۰۸۷	۷۲/۹۷۶	۵۶/۲۷۰	۹۱/۴۰۵	CV (%)

جدول (۲): میزان بارندگی در ماههای مختلف سال بر اساس مقادیر مختلف احتمال

سالیانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	آگوست	ژولای	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه	احتمال تجمعی
۲۶۳/۱۰۰	۵۶/۴۰۰	۳۸/۵۰۰	۳۱/۵۰۰	۹/۴۰۰	۲۸/۱۰۰	۱۱/۱۰۰	۱۲/۰۰۰	۶۲/۳۰۰	۴۶/۳۰۰	۸۵/۰۰۰	۶۱/۰۰۰	۴۷/۰۰۰	۵
۲۲۳/۹۰۰	۳۸/۲۰۰	۳۳/۱۰۰	۲۲/۱۰۰	۵/۰۰۰	۵/۷۰۰	۶/۲۰۰	۹/۷۰۰	۳۸/۸۰۰	۳۴/۰۰۰	۵۸/۰۰۰	۴۱/۰۰۰	۳۵/۵۰۰	۱۰
۱۹۵/۵۰۰	۲۷/۴۰۰	۱۴/۳۰۰	۱۳/۴۰۰	۳/۰۰۰	۱/۶۰۰	۲/۰۰۰	۷/۷۰۰	۲۷/۴۰۰	۲۵/۷۰۰	۴۰/۸۰۰	۲۹/۶۰۰	۲۷/۰۰۰	۲۰
۱۶۱/۷۰۰	۲۱/۴۰۰	۱۰/۸۰۰	۵/۰۰۰	۰/۹۰۰	۰/۲۰۰	۰/۷۰۰	۴/۹۰۰	۱۷/۳۰۰	۱۸/۸۰۰	۳۲/۵۰۰	۲۴/۷۰۰	۱۵/۶۰۰	۳۰
۱۵۳/۴۰۰	۱۸/۸۰۰	۹/۰۰۰	۳/۳۰۰	۰/۰	۰/۰	۰/۴۰۰	۳/۰۰۰	۱۵/۷۰۰	۱۶/۴۰۰	۲۶/۵۰۰	۲۱/۵۰۰	۱۱/۰۰۰	۴۰
۱۳۷/۴۰۰	۱۳/۴۰۰	۳/۲۰۰	۲/۰۰۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱/۲۰۰	۹/۶۰۰	۱۲/۵۰۰	۲۱/۴۰۰	۱۹/۰۰۰	۸/۳۰۰	۵۰
۱۱۸/۸۰۰	۷/۱۰۰	۳/۰۰۰	۱/۲۰۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۸۰۰	۶/۴۰۰	۹/۶۰۰	۱۶/۵۰۰	۱۶/۴۰۰	۷/۰۰۰	۶۰
۱۰۱/۳۰۰	۵/۳۰۰	۰/۴۰۰	۰/۴۰۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۱۰۰	۳/۵۰۰	۷/۲۰۰	۱۴/۱۰۰	۱۳/۰۰۰	۳/۷۰۰	۷۰
۷۳/۵۰۰	۴/۲۰۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۲/۰۰۰	۲/۳۰۰	۱۲/۰۰۰	۱۱/۵۰۰	۰/۹۰۰	۸۰
۶۸/۸۰۰	۱/۸۰۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۴۰۰	۰/۴۰۰	۴/۳۰۰	۳/۵۰۰	۰/۱۰۰	۹۰

### بارندگی سالیانه

است نشان می‌دهد که متوسط بارندگی سالیانه برابر ۱۴۰/۳۶۲ میلیمتر است. با توجه به ضرایب بدست آمده، میزان بارندگی در ماههای آگوست و سپتامبر به ترتیب با ۳۱۷/۶ و ۲۰۵/۴۱ درصد بیشترین تغییرات را در بین دیگر ماههای سال دارند.

بعد از این دوماه 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.

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

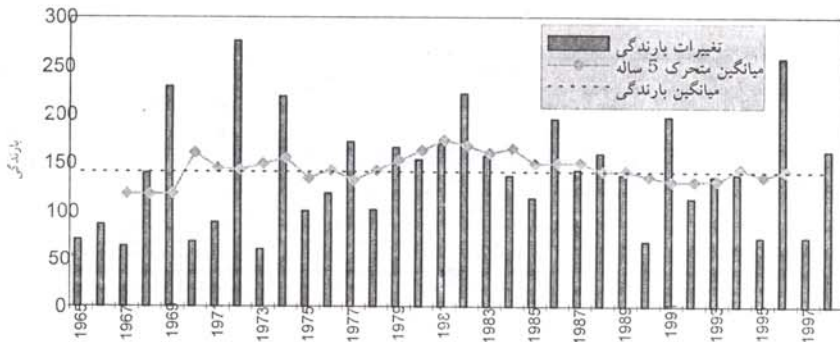
بطوری که در جدول (۱) نشان داده شده است خشکترین و مرطوبترین

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.

### بارندگی ماهیانه

آنالیز آماری بارندگی بر اساس آمار ۳۴ ساله که در جدول (۱) ارائه شده



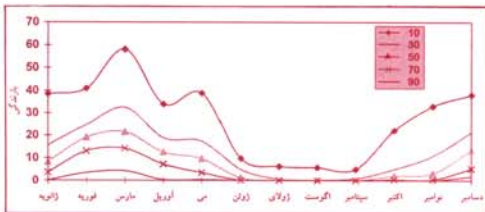
نگاره ۱ - تغییرات بارندگی و میانگین متحرک ۵ ساله شهرسمنان

ژانویه تا می و ماه دسامبر بارندگی مشاهده می شود. ولی در تجزیه و تحلیل، تمام ماههای سال مورد استفاده قرار گرفته است و مقادیر مختلف بارندگی در سطوح مختلف احتمال برای ماههای مختلف سال بدست می آید.

### بحث و نتیجه گیری - بارندگی سالیانه

همانطور که در جدول (۱) مشاهده می گردد، متوسط بارندگی سالیانه ۱۴۰/۳۶۲ میلیمتر است که در نگاره (۱) نیز نشان داده شده است. ضریب تغییرات بارندگی سالیانه نشان دهنده پایین بودن تغییرات بارندگی سالیانه است در نتیجه هر ساله می توان 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 می دهد. بطوری که در این مدت میانگین متحرک بالاتر از میانگین سالیانه واقع شده است. با توجه به دوره برگشت هواشناسی احتمال می رود که در آینده این روند همانطور که در نگاره (۱) مشخص است برعکس شود. میزان بارندگی سالیانه از جمع بارندگی های ماهیانه بدست می آید. اما تمام ماههای سال به یک اندازه در افزایش میزان بارندگی سالیانه تأثیر ندارند.



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

سالهایی که در این شهر هر ۳۴ سال یکبار تکرار می شوند به ترتیب دارای ۶۰/۵ و ۲۷۶/۱ میلیمتر بارندگی هستند.

توزیع بارندگی هر منطقه بیشترین نقش را در هر نوع فعالیتی دارد لذا بمنظور 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.

بارندگی ماهیانه در ۵ سطح احتمال (۱۰، ۳۰، ۵۰، ۷۰، ۹۰ درصد) که در نگاره (۲) آمده است نشان می دهد که آمدن بارندگی های ماهیانه بیش از ۳۵ میلیمتر در ماههای ژانویه، مارس، می و دسامبر امکان دارد و احتمال آن ۱۰ درصد می باشد.

به احتمال ۳۰ درصد فقط در ماههای فوریه و مارس امکان بارندگی بیش از ۲۵ میلیمتر وجود داشته و به احتمال ۹۰ درصد بارندگی های ماهیانه بیش از ۴ میلیمتر در مارس امکان دارد.

### تغییرات بارندگی فصلی

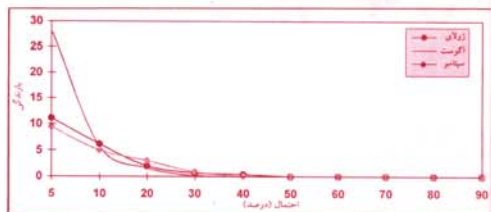
توزیع سالیانه یا بارندگی فصلی، یکی از ویژگیهای اقلیمی هر منطقه محسوب می گردد. دوره های خشک و تر بطور متناوب اتفاق می افتد و تعیین این دوره ها با میانگین متحرک امکان پذیر است.

میانگین ماهیانه، فصلی و سالیانه بارندگی و همچنین میانگین متحرک و سایر پارامترهای آماری آنها محاسبه می گردد و با استفاده از این پارامترها منحنی های احتمالات بارندگی در ماههای مختلف و همچنین تغییرات و ارتباط بین بارندگی ماهیانه و فصلی جهت پیش بینی بارندگی مورد استفاده قرار می گیرد.

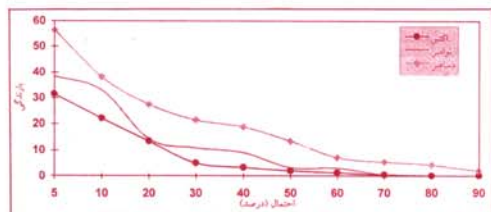
### بارندگی ماهیانه

بارندگی در این منطقه در تمام طول سال وجود ندارد، بلکه عمدتاً از

نگاره (۵) منحنی احتمال بارندگی در یک حدود هستند و سطح احتمال ۵ درصد ماه اگوست از دو ماه دیگر دارای بارش بیشتری است.



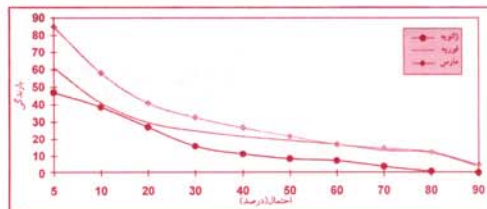
نگاره (۵): منحنی احتمال بارندگی در ماههای فصل تابستان



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

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

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 دو ماه دیگر است ولی در سطح احتمال ۶۰ تا ۹۰ درصد احتمال بارش مارس با فوریه برابر است.



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

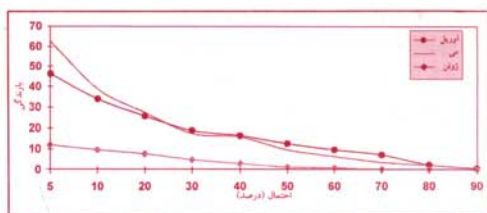
ترتیب تأثیر مقدار بارندگی در ماههای مختلف سال در افزایش باران سالیانه بدین صورت است که می‌با ضرب همبستگی برابر ۰/۶۶۲ بیشترین تأثیر را در تغییرات باران سالیانه دارد و بعد از این ماه، مارس و دسامبر به ترتیب با ضرایب همبستگی ۰/۵۳۷ و ۰/۵۰۱ تغییرات بارندگی سال را توجیه می‌کنند.

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:

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

در رابطه فوق، (Y) بارندگی سالیانه، (B) ضریب متغیرها یا شیب خط، (A) عدد ثابت یا عرض از مبدأ برابر ۷۶/۰۸۲ می‌باشد. با استفاده از معادله فوق و داشتن بارندگی ۳ ماه مذکور می‌توان میزان بارندگی سالیانه را پیش‌بینی نمود.

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

منابع

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