

# بررسی و تجزیه و تحلیل مکانیسم بارش در جلگه گلستان

دکتر اسماعیل شاهکویی

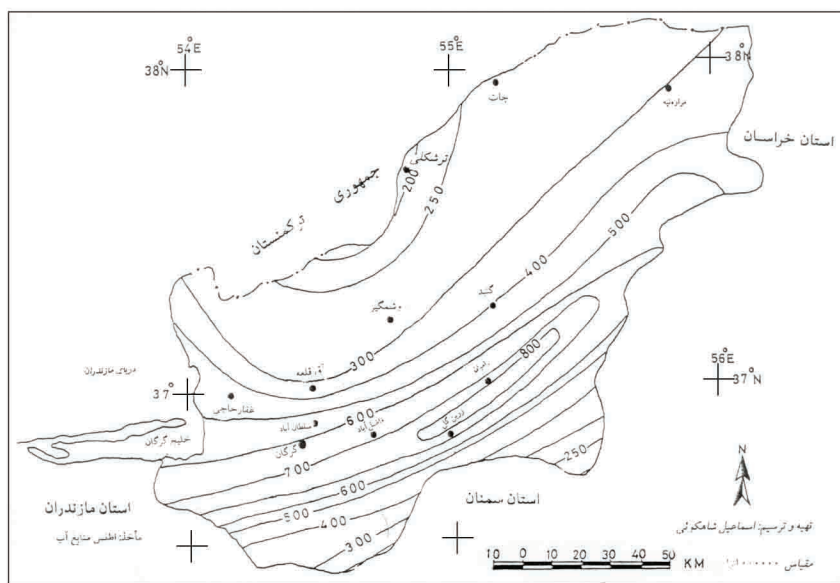
## چکیده

بارش به عنوان یکی از عناصر اقلیمی، شاخص مناسبی برای تغییر اقلیم است. میزان بارش در سال‌های مورد مطالعه و قبل و بعد از آن نشان از ناپایداری وافت و خیزهای بسیاری را می‌دهد که بر اساس فرمول‌های بارندگی محتمل در هیدرولوژی پیش‌بینی آن بسیار ساده و مهم و کاربردی بوده و می‌توان از خسارت‌های مالی و جانی در آینده پیشگیری کرد. در این تحقیق با استفاده از آمار ۲۱ ساله بارندگی در ۱۲ ایستگاه جلگه گلستان خصوصیات و چگونگی بارش، رژیم بارندگی ماهانه - فصلی و مکانی، تجزیه و تحلیل و به صورت نمودارهای ستونی و دایره‌ای و جدا اول آمده است و از آنجاکه بارندگی یک عنصر ناپایدار اقلیمی است و از سالی به لحاظ زمانی به سال دیگر تغییر می‌کند و به لحاظ مکانی نیز نمی‌توان انتظار داشت که رفتار اقلیم در همه جای پیکان و همسان باشد لذا ضمن محاسبه احتمالات تجربی وقوع بارندگی و بارندگی متحمل ضریب تغییرات فصلی ماهانه و سالانه آنها به تحلیل بررسی گردیده است. و از بهای کلیدی: آدیباتیک، کانوکشنال، ترمودینامیک، اوروگرافیک، رژیم بارندگی، بارندگی متحمل.

## ۱- بارش

بارندگی را می‌توان مهمترین پارامتری دانست که به طور مستقیم در سیکل هیدرولوژی دخالت دارد. منظور از بارندگی کلیه نزولات جوی است که به سطح زمین وارد می‌شود. بارش زمانی اتفاق می‌افتد که هوای مرطوب، عامل صعود هر دو با هم در منطقه‌ای وجود داشته باشد. به عبارت دیگر هوای مرطوب باید تا ارتفاع معینی بالا رود تا بر اثر سرد شدن بی دررو (آدیباتیک) به نقطه اشباع برسد.

اصولاً برای شناخت رژیم بارندگی علاوه بر شناخت مقدار بارندگی سالانه، سیر تغییرات آن در طی سالهای مختلف و نحوه پراکنندگی آن در طی ماههای مختلف حائز اهمیت است. از طرفی شناخت نوع بارش در زمان بارش نیز مطرح است. می‌توان گفت؛ بخش اعظم بارندگی مربوط به حضور فرابار سبیری در فصول پاییز و جریانات مدیترانه‌ای که از سمت غرب منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهند، می‌باشد. بیشترین میزان نزولات به صورت باران در جلگه و در ارتفاعات به صورت برف در پاییز و زمستان صورت می‌گیرد. (نقشه شماره ۱)



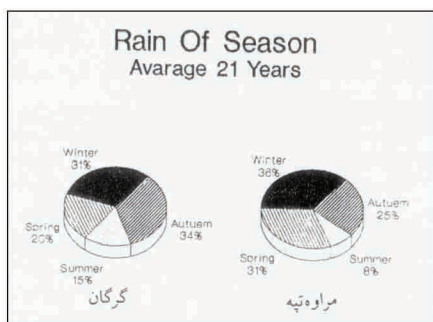
نقشه ۱: منحنی همباران دشت گرگان

به طوری که در منحنی همباران نشان داده شده است میزان بارندگی در ارتفاعات ۳۹۴۰ متری منطقه به ۲۰۰ میلی‌متر کاهش یافته و بیشتر به صورت برف ریزش می‌نماید. این برفها برای یک دوره طولانی باقی می‌ماند. در طول سال این مناطق سرچشمه رودخانه‌های متعددی هستند که از ارتفاعات به سمت شمال سرازیر می‌شوند و از منابع مطمئن آب جلگه گرگان به شمار می‌روند. بهار و تابستان به ترتیب کمترین بارش را به خود اختصاص می‌دهد. فصل بدون بارش اساساً وجود ندارد.

مرداد از بقیه کمتر است. حاکمیت این الگو بر توزیع ماهانه‌ی بارش در ایستگاههای مورد بررسی کاملاً آشکار است. توزیع متفاوت بارش در منطقه، حاصل ایجاد اقلیم‌های خشک، نیمه‌خشک، مرطوب، نیم‌مرطوب است. از نظر موسم فصل اصلی بارش، پاییز و زمستان است. حدود نیمی از بارش سالانه در فصول پاییز و زمستان فرو می‌ریزد. نیم دیگر بارش به ترتیب در بهار و تابستان فرو می‌بارد. به طور کلی منطقه دارای یک دوره بارانی و یک دوره کم‌باران می‌باشد، جدول ۱ درصد میانگین مجموع بارش فصلی و نمودار ۲ نمونه موردی رژیم فصلی بارش گرگان و مراوه تپه را نشان می‌دهد.

جدول ۱: درصد میانگین مجموعه بارش فصلی در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	سال (درصد)
گرگان	۳۱	۲۰	۱۵	۳۴	۱۰۰
گنبد	۳۴	۲۵	۱۸	۳۰	۱۰۰
آق‌قلعه	۳۵	۲۷	۱۰	۲۸	۱۰۰
مراوه‌تپه	۳۶	۳۱	۸	۲۵	۱۰۰
ترشکلی	۳۶	۳۱	۸	۲۵	۱۰۰
غفارحاجی	۲۹	۲۰	۱۷	۳۴	۱۰۰
سلطان‌آباد	۳۳	۲۶	۱۲	۲۹	۱۰۰
فاضل‌آباد	۳۲	۲۹	۱۲	۲۷	۱۰۰
رامیان	۳۴	۲۷	۱۲	۲۸	۱۰۰
وشمگیر	۳۴	۲۷	۹	۳۰	۱۰۰
زرین‌گل	۳۲	۲۷	۱۵	۲۶	۱۰۰
چات	۳۴	۳۲	۹	۲۵	۱۰۰

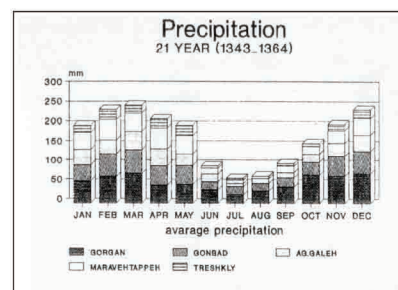
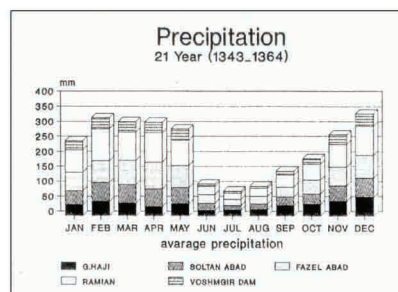


نمودار ۲: درصد رژیم فصلی بارش، گرگان، نمونه ماکزیمم پاییزه و

مراوه تپه نمونه ماکزیمم زمستانه

جالب توجه این که بیشترین میزان درصد بارش فصلی ایستگاههای مورد مطالعه به زمستان اختصاص دارد، از ۱۲ ایستگاه باران سنجی فقط ۲ ایستگاه غفار حاجی و گرگان ماکزیمم بارش پاییزه دارند و ۱۰ ایستگاه دیگر ماکزیمم بارش زمستانه دارند. (نمودار ۳)

به لحاظ توزیع مکانی بارش، هرچه از غرب به شرق و از جنوب به شمال منطقه برویم از میزان بارش کاسته می‌گردد.



نمودار ۱: توزیع ماهانه بارش در ده ایستگاه مورد مطالعه دشت گرگان

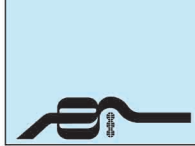
به طور کلی عواملی که منطقه را تحت تأثیر قرار داده و تعیین کننده رژیم بارش هستند به طور خلاصه عبارتند از:

- ۱- عرض جغرافیایی که تعیین کننده میزان و چگونگی گردش عمومی هوا در اقلیم ایران می‌باشد.
- ۲- موقعیت جغرافیایی و محلی منطقه‌ای دریای خزر، سلسله جبال البرز، حضور پرفشار سبیری.

یکی از مکانیزم‌های پیچیده بارش در این منطقه اثر تشدیدکنندگی ارتفاعات در مکانیسم بارش اوروگرافیک می‌باشد. در ایام سرد سال اغتشاشات جوی مکانیسم‌های جالب و فراوان در منطقه هستند، اما در طول فصل گرم عالم کانوکشنال فراوان‌ترین مکانیسم صعود است. از نظر روزهای بارش (مکانیسم بارش) بالاترین مقدار کشور را دارد و مهمترین مکانیسم ناحیه، ترمودینامیک است.<sup>(۱)</sup> در این ناحیه، عوامل اصلی شامل جریان اتمسفریک در امتداد شمال به جنوب و وجود دیواره‌ی البرز که متوقف کننده‌ی جریانهای باران زااست و سرانجام تأثیر داخلی خزر، مجموعاً چگونگی توزیع بارشها را تحت تسلط خود دارد.<sup>(۲)</sup>

## ۲- بررسی رژیم بارش ماهانه، فصلی، مکانی

پراکنندگی میزان بارندگی را برحسب ماهها و یا فصول سال، رژیم بارندگی گویند.<sup>(۳)</sup> چگونگی توزیع ماهانه‌ی بارش در ۱۰ ایستگاه مورد مطالعه به صورت درصد در نمودار ۱ نشان داده شده است. با دقت در نمودار روشن می‌شود که به طور کلی ۸ ماه از سال به ترتیب اسفند، آذر، بهمن، فروردین، آبان، دی، اردیبهشت و مهر بیشترین سهم از مجموع بارش سالانه را به خود اختصاص می‌دهند و سهم ماههای خرداد، شهریور، تیر و



جدول ۲: میانگین بارندگی سالانه ۱۲ ایستگاه باران سنجی مورد مطالعه

ایستگاه	گرگان	گنبد	آق قلعه	مراوه تپه	ترشکلی	غفارحاجی	سلطان آباد	فاضل آباد	رامیان	وشمگیر	زرین گل	چات
بارش سالانه	۶۲۶	۴۵۳	۳۴۹	۳۶۹	۱۷۷	۴۳۶	۵۲۴	۶۶۹	۸۰۲	۲۹۷	۸۴۷	۲۳۸

دارند ولی ترشکلی، چات، مراوه تپه، سد و شمشگیر تغییرپذیری بیشتری دارند.

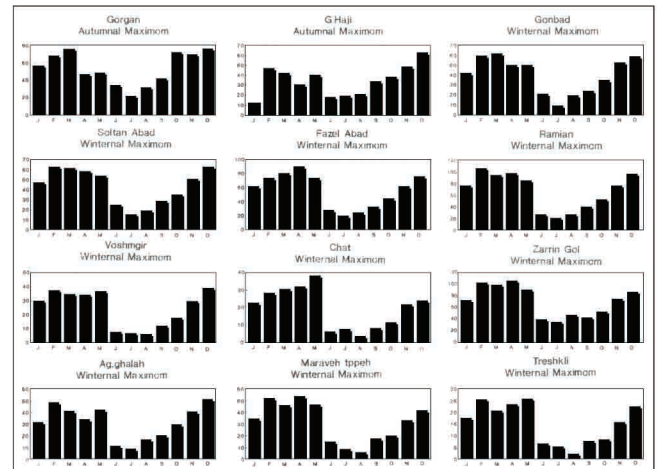
از نظر ضریب تغییرات ماهانه کمترین ضریب تغییرات بارندگی مربوط به ماههای آذر، دی و بهمن و اسفند می باشد. ضریب تغییرات بارندگی ماهانه، فصلی و سالانه ایستگاههای مورد مطالعه در جداول ۳، ۴ و ۵ نشان داده شده است.

جدول ۳: ضریب تغییرات بارندگی ماهانه به درصد

ایستگاه	زمستان	بهار	تابستان	پاییز
گرگان	۱۴/۶۳	۱۷/۹۹	۳۱/۴۳	۴/۵
گنبد	۲۰/۵۳	۴۱/۵۵	۴۴/۴۴	۲۶/۰۹
آق قلعه	۱۳/۵	۳۷/۵۹	۲۱/۸۹	۳۱/۱۴
مراوه تپه	۱۸/۸۶	۵۴/۱۷	۶۰/۲۹	۳۵/۲۱
ترشکلی	۱۸/۸۷	۵۷/۵۰	۶۰/۳۲	۴۷/۱۲
غفارحاجی	۱۲/۱۹	۳۷/۸۹	۳۲/۴۲	۲۴/۸۱
سلطان آباد	۱۵/۱۹	۳۹/۴۴	۳۲/۴۲	۲۸/۰۵
فاضل آباد	۱۴/۲۷	۵۰/۰۲	۲۵/۰۵	۲۵/۲۵
رامیان	۱۶/۷۴	۵۳/۸۶	۳۴/۱۹	۲۸/۸۷
وشمگیر	۱۱/۶۳	۶۰/۹۹	۳۹/۹۶	۳۶/۵۳
زرین گل	۱۸/۱۳	۴۴	۱۵/۷	۲۳/۹۷
چات	۱۴/۹	۶۶/۱	۳۴/۷۶	۳۳

جدول ۴: ضرایب تغییرات فصلی میانگین ۲۱ ساله آماری به درصد

ایستگاه	X	$\sigma-1$	C.V (درصد)
گرگان	۶۳۶	۱۰۹/۲۵	۱۷/۱۷
گنبد	۴۵۳	۱۱۴/۴۸	۲۵/۲۶
آق قلعه	۳۷۲	۷۶/۵۷	۲۰/۵۹
مراوه تپه	۳۵۶	۱۱۴/۵۹	۳۲/۲۰
ترشکلی	۱۷۷	۵۹/۲۰	۳۳/۴۲
غفارحاجی	۴۳۶	۸۹/۸۷	۲۰/۶۲
سلطان آباد	۵۲۴	۱۰۷/۷۴	۲۰/۵۵
فاضل آباد	۶۷۲	۱۱۱/۷۶	۱۶/۶۲
رامیان	۸۰۲	۱۷۰/۹	۲۱/۳۲
وشمگیر	۲۰۶	۸۱/۹۲	۲۷/۶۸
زرین گل	۸۳۱	۱۳۷/۹	۱۶/۵۹
چات	۲۳۳	۸۹/۲۹	۳۸/۳۰



نمودار ۳: رژیم بارندگی ۱۲ ایستگاه دشت گرگان

باران کم شمال منطقه تحت تأثیر اقلیم خشک و بیابان و ارتفاع کم آن از سطح دریا می باشد ولی در جنوب منطقه، تحت تأثیر ارتفاع زمین، پوشش گیاهی و سلسل جبال البرز که باعث تشدید مکانیسم بارش اروگرافیک هست، بارندگی بیشتر می شود. میانگین ۲۱ ساله بارندگی سالانه ۱۲ ایستگاه مورد مطالعه در جدول ۲ و نمودار ۳ نشان داده شده است.

### ۳- ضریب تغییرات فصلی، ماهانه و سالانه بارندگی

بارندگی یک عنصر اقلیمی است که از سالی به سال دیگر تغییر می کند و در واقع بارندگی یک متغیر تصادفی در طول زمان می باشد که میزان آن در واحد زمان متغیر بوده ولی میانگین دراز مدت آن ثابت است.

برنامه ریزی های زراعی نباید صرفاً بر مبنای میانگین بارندگی یک منطقه انجام گیرد، بلکه حتماً باید نوسانات آن را نیز در نظر داشت. جداول مربوط به تخمین احتمالات و وقوع مقادیر مشخص باران و دوره برگشت همراه با ضریب تغییرات (CV) بارندگی ماهانه فصلی و سالانه جداگانه خواهد آمد.

«بزرگی ضریب نشانه بی نظمی و پراکنندگی بیشتر است. باید متذکر شد که هر چه مقدار بارندگی بیشتر باشد ضریب یاد شده کوچکتر خواهد بود»<sup>(۴)</sup>.

میزان انحراف بارندگی سالانه هر ناحیه ای را از میانگین دراز مدت آن «تغییرپذیری بارندگی» می گویند<sup>(۵)</sup>.

برابر تجارب حاصله میزان این تغییرپذیری در مناطق خشک جهان نسبت به مناطق مرطوب بیشتر است که در جداول زیر کاملاً این امر مشخص است. رامیان، گرگان، فاضل آباد و... تغییرپذیری سالانه بسیار کمی



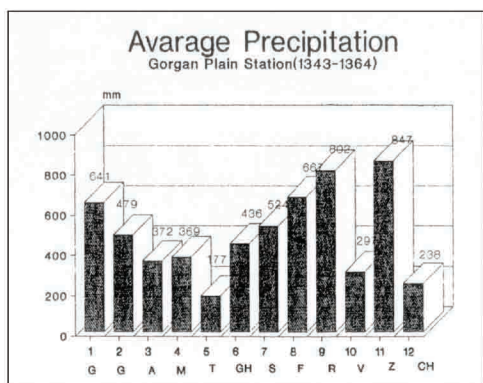


جدول ۵: ضریب تغییرات سالانه میانگین ۲۱ ساله آماری به درصد

ایستگاه	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
گرگان	۴۳/۹	۳۵/۷	۳۶/۷	۴۹/۵	۷۹/۸	۹۶	۱۲۰/۹	۷۷/۴	۵۵/۲	۶۵/۵	۶۳/۶	۴۷
گنبد	۴۹/۳	۴۴/۷	۴۳/۵	۸۴/۲	۸۱/۴	۱۳۶/۶	۱۳۵/۴	۱۰۰/۷	۸۳/۸	۶۱/۵	۶۶/۸	۵۶/۱
آق‌قلعه	۵۳	۴۶	۴۵/۷	۹۴/۲	۸۰/۳	۸۹/۲	۲۰۱	۹۴/۵	۱۰۴/۸	۶۳/۴	۷۷/۳	۵۸
مراوه‌تپه	۵۱/۹	۴۲	۳۳/۷	۶۵/۸	۱۰۸/۲	۷۸/۷	۱۷۹	۱۲۳/۵	۱۳۳/۶	۱۰۷/۵	۷۳/۱	۴۴/۴
ترشکلی	۶۵/۳	۴۳/۷	۵۰/۴	۷۷/۸	۸۳/۳	۸۵/۷	۱۸۶/۳	۱۳۴/۸	۱۷۵	۹۰/۸	۷۹/۴	۵۶/۹
غفارحاجی	۵۷/۸	۴۱/۵	۴۲/۴	۷۵/۸	۱۰۰	۱۱۳/۲	۱۲۵/۳	۸۵/۳	۹۹/۳	۸۴/۱	۷۵/۹	۵۴/۹
سلطان‌آباد	۵۱/۳	۴۲/۸	۴۰/۳	۸۲	۸۲/۸	۸۳/۶	۱۱۵/۴	۹۲/۷	۹۲/۶	۶۵/۴	۶۶/۱	۵۲/۶
فاضل‌آباد	۴۸/۷	۴۳	۴۰/۴	۵۵/۲	۶۷/۹	۸۷/۸	۹۸/۶	۹۰/۳	۱۰۳/۲	۶۷/۷	۶۸/۲	۳۵/۹
رامیان	۴۵/۷	۴۱/۴	۴۵/۴	۷۲/۶	۹۰	۸۷/۹	۱۰۱/۳	۸۳/۱	۸۷/۷	۹۸/۱	۷۶/۴	۴۵/۶
سدگرگان	۵۶/۵	۴۶/۴	۳۹/۵	۶۸/۳	۸۶/۵	۹۷/۵	۱۴۶/۷	۱۰۳/۷	۱۲۸/۸	۶۸/۹	۷۵/۲	۵۵/۷

#### ۴- روندیابی سالهای مرطوب و خشک

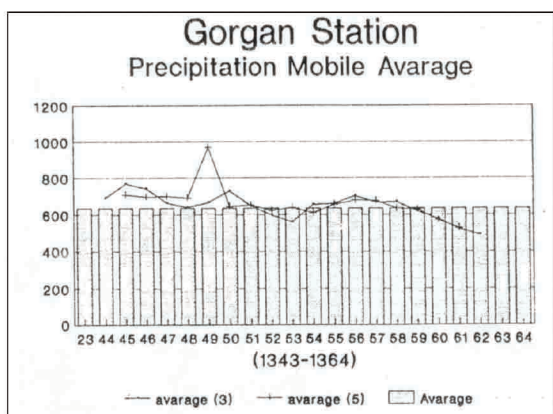
با تعیین میانگین دراز مدت بارندگی سالانه منطقه می‌توان سالهای مرطوب و خشک را نیز مشخص ساخت. میانگین بارندگی ۲۱ ساله گرگان ۶۳۶ میلی‌متر می‌باشد. حال در بین سالهای آماری، هر سالی که مقدار باران کمتری از میانگین دارد، سال خشک و سالهایی که باران بیشتر از میانگین دارند سال مرطوب می‌باشد.



نمودار ۴: میانگین بارش سالانه ۱۲ ایستگاه دشت گرگان

جدول ۶: بررسی سالهای مرطوب و خشک ایستگاه گرگان

سالهای مرطوب	۶۸۳،۷۳۲،۷۹۲،۶۰۸/۵
سالهای مرطوب	۷۱۸/۶،۷۲۴/۲،۷۴۴/۹،۶۴۵/۶،۸۱۷/۹،۷۶۳/۷،۷۲۳/۱
سالهای خشک	۴۷۶،۴۲۹،۵۶۱،۵۷۶،۵۹۷،۵۸۲،۵۶۷،۵۰۳،۵۲۹،۵۸۴



نمودار ۵: میانگین بارندگی، میانگین متحرک ۳ و ۵ ساله ایستگاه گرگان

#### ۶- میانگین متحرک

برای آن که تصویر روشتری از تغییرات بارش داشته باشیم از روش میانگین‌گیری متحرک استفاده می‌کنیم، ممکن است دامنه‌ی تغییرات به

با توجه به موارد فوق با در نظر داشتن میانگین از نظر کمی نیز تعداد سالهای مرطوب بیش از سالهای خشک است و این امر پارامتر مثبت و ارزنده‌ای جهت اطمینان از تأمین نیاز آبی محصولات زراعی در منطقه می‌باشد.

با توجه به این که میزان بارش لازم برای کشت مرغوب (۵۰۰ تا ۷۰۰) میلی‌متر بارندگی، می‌باشد ما در طی ۲۱ سال دوره آماری در گرگان فقط ۲ سال کمتر از این میزان بارندگی داریم.

#### ۵- محاسبه احتمالات تجربی وقوع بارندگی سالانه گرگان

با تجزیه و تحلیل داده‌های آماری که در گذشته اتفاق افتاده و اندازه‌گیری شده‌اند می‌توان به نتایجی رسید، که آنرا برای آینده تعمیم داد، تصمیم‌گیری یا پیش‌بینی بارندگی را ساده خواهد ساخت. بدین منظور احتمال بارش سالهای مستوالی محاسبه شده است، برای محاسبه احتمال از فرمول ویبول  $P = \frac{m}{n+1}$  استفاده شده است.

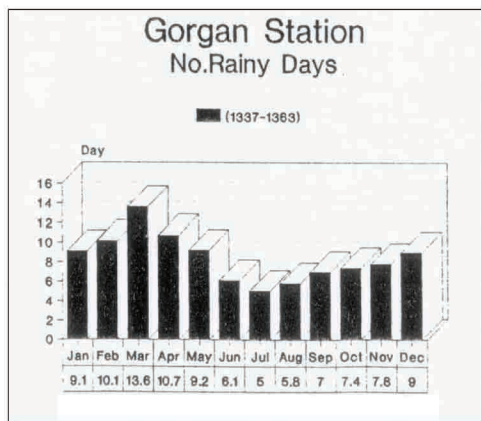
بر اساس جدول ۷ احتمال این که بارندگی ۶۰۸/۵ و کمتر رخ دهد ۵۰ درصد است و دوره بازگشت آن هر ۲ سال یکبار است.



جدول ۷: احتمال به درصد و دوره‌ی بازگشت به سال میزان بارندگی ایستگاه گرگان

ردیف	بارندگی به میلی‌متر	احتمال به درصد	دوره‌برگشت $\frac{1}{p}$	ردیف	بارندگی به میلی‌متر	احتمال به درصد	دوره‌برگشت $\frac{1}{p}$
m	mm	$\frac{m}{n+1}$	به سال	m	mm	$\frac{m}{n+1}$	به سال
۱	۸۱۷/۹	۴/۵	۲۲	۱۲	۵۹۶/۹	۵۴/۵	۱/۸
۲	۷۹۲/۲	۹/۱	۱۰/۹	۱۳	۵۸۳/۶	۵۹	۱/۷
۳	۷۶۳/۷	۱۳/۶	۷/۳	۱۴	۵۸۲/۲	۶۳/۶	۱/۶
۴	۷۴۴/۹	۱۸/۲	۵/۵	۱۵	۵۷۶/۲	۶۸/۲	۱/۵
۵	۷۳۲	۲۲/۷	۴/۴	۱۶	۵۶۷	۷۲/۷	۱/۴
۶	۷۲۴/۲	۲۷/۲	۳/۶	۱۷	۵۶۰/۷	۷۷/۲	۱/۳
۷	۷۱۳/۱	۳۱/۸	۳/۱	۱۸	۵۲۸/۸	۸۱/۸	۱/۲
۸	۷۱۸/۶	۳۶/۳	۲/۷	۱۹	۵۰۲/۷	۸۶/۳	۱/۱۵
۹	۶۸۲/۷	۴۰/۹	۲/۴	۲۰	۴۷۶/۳	۹۰/۹	۱/۱۰
۱۰	۶۴۵/۶	۴۵/۴	۲/۲	۲۱	۵۰۲/۷	۹۵/۴	۱/۰۴
۱۱	۶۰۸/۵	۵۰	۲	-	-	-	-

بررسی تغییرات میزان بارش سالانه گرگان که در نمودار ۵ نمایش داده شده چهار دوره پرباران و چهار دوره کم باران را مشخص می‌کند. هر چند طول دوره‌های پرباران بیش از کم باران است و این مورد را در مبحث سالهای مرطوب و خشک مشخص نموده‌ایم. و همچنان این روند افت و خیز در طی سالها ادامه دارد. نوسانات اقلیمی در نواحی ای که کشاورزی در حواشی رطوبتی انجام می‌گیرد بسیار بحرانی و حساس است، ممکن است مقدار باران نه تنها سال به سال، بلکه دهه به دهه نوسان پیدا کند، آگاهی از نوسانات منظم اقلیم محیط، مانع گرفتاری و درماندگی آینده می‌شود.<sup>(۶)</sup>



نمودار ۶: میانگین تعداد روزهای بارانی ایستگاه گرگان

### ۷- میانگین تعداد روزهای بارانی

روز بارانی به روزی اطلاق می‌شود که مقدار بارندگی آن از یک میلی‌متر بیشتر باشد. بنابراین در یک دوره بارندگی نباید تصور کرد که تمام روزها بارانی هستند یا این که احتمال وقوع بارندگی در هر روز مساوی است. تعداد روزهای بارانی سال را از دوره بارندگی برای هر ماه به دست می‌آورند.<sup>(۷)</sup>

حدّی باشد که بتوان از میانگین سالانه چیزی را درک کرد. مثلاً اگر بارندگی سالانه گرگان در طی سالهای آماری به شرح جدول ۶ باشد و براساس آن نمودار مربوط را رسم کنیم بسیار نامنظم می‌باشد. حال اگر میانگین سه ساله و پنج ساله از اعداد بگیریم روند منظم‌تری از روش بارندگی به دست می‌دهد.

جدول ۸: میانگین متحرک ۳ و ۵ ساله گرگان

سال	میانگین سالانه	میانگین ۳ ساله	میانگین ۵ ساله
۴۳-۴۴	۵۸۴	-	-
۴۴-۴۵	۷۲۳	۶۹۰	-
۴۵-۴۶	۷۶۴	۷۶۷	۷۰۷
۴۶-۴۷	۸۱۸	۷۴۲	۶۹۶
۴۷-۴۸	۶۴۶	۶۶۴	۷۰۰
۴۸-۴۹	۵۲۹	۶۴۰	۶۹۲
۴۹-۵۰	۷۴۵	۶۶۶	۶۷۲
۵۰-۵۱	۷۲۴	۷۲۹	۶۴۴
۵۱-۵۲	۷۱۹	۶۴۹	۶۵۲
۵۲-۵۳	۵۰۳	۵۹۶	۶۲۴
۵۳-۵۴	۵۶۷	۵۵۹	۶۳۸
۴۵-۵۵	۶۰۹	۶۵۶	۶۱۱
۵۵-۵۶	۷۹۲	۶۶۱	۶۵۶
۵۶-۵۷	۵۸۲	۷۰۲	۶۷۹
۵۷-۵۸	۷۲۳	۶۶۶	۶۷۷
۵۸-۵۹	۶۸۳	۶۷۱	۶۳۴
۵۹-۶۰	۵۹۷	۶۱۹	۶۳۰
۶۰-۶۱	۵۷۶	۵۷۸	۵۶۹
۶۱-۶۲	۵۶۱	۵۲۲	۵۲۸
۶۲-۶۳	۴۲۹	۴۸۹	-
۶۳-۶۴	۴۷۶	-	-



جدول ۹: تغییرات روزهای بارانی ۲۱ ساله ایستگاه گرگان

دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	جمع
۹/۱	۱۰/۱	۱۳/۶	۱۰/۷	۹/۲	۶/۲	۵	۵/۸	۷	۷/۴	۷/۸	۹	۱۰۰/۸

### منابع و مأخذ

- ۱- کاویانی، محمدرضا؛ علیجانی بهلول - مبانی اقلیم‌شناسی - انتشارات سمت - ۱۳۷۲.
- ۲- نوبخش، مهدی؛ پایان‌نامه جغرافیای طبیعی - هیدروکلیما تولوژی حوضه سواران.
- ۳- علیجانی، بهلول - آب و هوای ایران انتشارات پیام نور.
- ۴- موحددانش، علی اصغر - هیدرولوژی آبهای سطحی ایران - انتشارات سمت تهران ۱۳۷۳.
- ۵- جعفرپور، ابراهیم - اقلیم‌شناسی - انتشارات دانشگاه تهران چاپ دوم ۱۳۷۰.
- ۶- مهدوی، محمد - هیدرولوژی کاربردی - جلد اول - دانشگاه تهران - ۱۳۷۱.
- ۷- هاگت، پیتر - جغرافیای ترکیبی نو (جلد اول) انتشارات سمت - ۱۳۷۳.
- ۸- کوچکی و محلاتی - اکولوژی گیاهان زراعی - انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد - ۱۳۷۳.
- ۹- علی‌زاده، امین - اصول هیدرولوژی کاربردی - انتشارات آستان قدس رضوی - چاپ چهارم ۱۳۷۱.
- ۱۰- کردوانی، پرویز - منابع و مسائل آب و هوای ایران - جلد دوم - آب‌های شور و مسائل و راههای استفاده از آن - انتشارات قومس - ۱۳۷۱.
- ۱۱- وزارت نیرو - اطلس منابع آب ایران.
- ۱۲- وزارت راه و ترابری - سازمان آب و هواشناسی - سالنامه‌های هواشناسی کشور.
- ۱۳- نیوار - فصلنامه هواشناسی کشور - بهار ۶۸ - تابستان ۷۳ - ۸۲.
- ۱۴- نرم افزار کامپیوتری ترسیم نمودارها: hard ward graph
- ۱۵- مهدوی، مسعود - آمار و روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها در جغرافیا - تهران انتشارات قومس ۱۳۷۱.
- ۱۶- علیزاده و کوچکی، امین و عوض - کشاورزی و آب و هوا - انتشارات جواوید - مشهد - ۱۳۶۸.
- ۱۷- کاویانی - محمدرضا - اقلیم‌شناسی کاربردی - درس کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی - بهمن ۱۳۷۳.
- ۱۸- وزارت نیرو و هیدرولوژی آب‌های سطحی - مؤسسه تماب - دفتر آمار و اطلاعات - تهران ۱۳۷۴.
- ۱۹- مجله سپهر - دوره یازدهم - شماره چهل و دوم - تابستان ۱۳۸۱ - مقاله گزارش سیل گلستان.

### پی نوشت

- ۱- علیجانی، بهلول، جزوه درسی آب و هوای ایران.
- ۲- موحددانش، علی اصغر، هیدرولوژی آبهای سطحی ایران، انتشارات سمت تهران، ۱۳۷۳.
- ۳- جعفرپور، ابراهیم، اقلیم‌شناسی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۱۳۷۰.
- ۴- مهدوی، محمد، هیدرولوژی کاربردی، جلد اول، دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.
- ۵- جعفرپور، ابراهیم، اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.
- ۶- پیترهاگت، جغرافیای ترکیبی نو (جلد اول).
- ۷- دکتر کوچکی و محلاتی، اکولوژی گیاهان زراعی.

در گرگان با توجه به آمار، تعداد روزهای توأم با باران ۱۰۰/۸ روز در سال ثبت گردیده است. (جدول ۹) دانستن تعداد روزهای بارانی در انجام عملیات زراعی به وسیله ماشین‌آلات و سایر تصمیم‌گیریهای زراعی نظیر تاریخ کاشت یا برداشت فوق‌العاده سودمند می‌باشد. در نمودار ۶ روزهای بارانی در سال نشان داده شده است.

### ۸- بررسی حداکثر بارندگیهای ۲۴ ساعته گرگان (۶۴-۶۳)

حداکثر ارتفاع بارندگیهای ۲۴ ساعته در سالهای مختلف در ایستگاه هواشناسی گرگان برحسب میلی‌متر برحسب میلی‌متر به قرار زیر است.

جدول ۱۰: حداکثر بارندگیهای ۲۴ ساعته براساس میانگین

۲۱ ساله، (۶۴-۴۳)

سال	ماه	میزان بارندگی	سال	ماه	میزان بارندگی
۱۳۵۸	دی	۷۵	۱۳۴۸	تیر	۵۷
۱۳۵۰	بهمن	۳۵	۱۳۵۰	مرداد	۴۵
۱۳۴۶	اسفند	۴۲/۲	۱۳۵۹	شهریور	۳۳
۱۳۵۰	فروردین	۳۴	۱۳۴۵	مهر	۹۹/۲
۱۳۵۰	اردیبهشت	۴۴	۱۳۵۰	آبان	۴۹
۱۳۴۵	خرداد	۷۸/۶	۱۳۶۱	آذر	۴۳

همان‌گونه که از جدول بالا پیداست حداکثر بارش در درجه اول به مهر و بعد به خرداد تعلق دارد هر چند در تمام ماههای سال بارندگی حداکثر مشاهده می‌گردد. آنچه مهم است این است که شدت بارندگی‌ها در این ماهها مصادف با کشت محصولات بهاره و برداشت پاییزه می‌باشد و در بعضی سالها منجر به تعویق افتادن کشت بهاره و در پاییز هم در برداشت، خسارت وارد می‌گردد. با توجه به حداکثرهای ۲۴ ساعته که از ۳۳ میلی‌متر در شهریور ۱۳۵۹ (کمترین) و ۹۹/۲ میلی‌متر در مهر ۱۳۴۵ (بیشترین) دارای پراکندگی بوده، براساس فرمول بزرگترین بارندگی محتمل (PMP) را محاسبه می‌نماییم. برحسب تعریف، بالاترین بارندگی محتمل بزرگترین بارندگی است که در یک مدت مشخص در یک منطقه با توجه به شرایط اقلیمی و توپوگرافی امکان ریزش آن وجود دارد و بارانی بزرگتر از آن نخواهد بارید. فرمول PMP به قرار زیر می‌باشد.

$$PMP = R + KmS$$

$$R = \text{میانگین بارندگی حداکثر} = 52.9/9 + 15 \times 20/9$$

$$S = \text{انحراف معیار} = 366/4 \text{ میلی‌متر}$$

$$Km = \text{ضریب ثابت که معمولاً ۱۵ در نظر گرفته می‌شود.}$$

در نتیجه حداکثر محتمل ۲۴ ساعته بارندگی در گرگان برابر با ۳۶۶/۴

میلی‌متر می‌باشد.