

## تجزیه و تحلیل اثرات تغییرات بارش در سیل خیزی حوضه آبریز رودخانه راوند (منطقه اسلام‌آباد غرب - استان کرمانشاه)

حسین نگارش<sup>۱</sup>: دانشیار جغرافیای طبیعی و ژئومورفولوژی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران  
جلیل ویسی: کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

### چکیده

حوضه آبریز رودخانه راوند با ۲۲۹۷ کیلومتر مربع در جنوب غربی استان کرمانشاه قرار دارد و گاهی به علت ریزش بارش‌های شدید و کوتاه‌مدت، با خطر سیل و طغیان رودخانه مواجه است. بررسی آمار بارش دو ایستگاه باران‌سنجی و سینوپتیک حوضه و یک ایستگاه هیدرومتری طی دوره آماری (۱۳۸۴-۱۳۶۸) نشان داد که پارامترهایی همچون زمان بارش، نوع بارش و بارش‌های شدید کوتاه مدت و ۲۴ ساعته می‌توانند باعث ایجاد سیلاب در منطقه گردند. در منطقه مورد مطالعه روند بارش با بارش‌های سنگین تطابق دارد به گونه‌ای که در هر سالی که مقدار بارندگی بیش‌تر بوده به تبع آن بارش‌های سنگین نیز افزایش داشته‌اند. هم‌چنین در این حوضه ۶۶/۶۴ درصد بارش‌های سالانه بیش‌تر از ۱ میلی‌متر، ۳۰/۶۷ درصد بارش‌ها بیش‌تر از ۱۰ میلی‌متر و ۴/۶۶ درصد از بارش‌ها بیش‌تر از ۳۰ میلی‌متر می‌باشد. در این پژوهش سعی بر این خواهد بود که بدانیم مقدار بارش و تعداد روزهای بارانی در حوضه چه روندی دارند و تغییرات آنها چگونه است؟ و آیا این تغییرات در سیل خیزی حوضه تأثیر دارد یا خیر؟ پس از تهیه داده‌ها، نقشه‌ها و داده‌های مورد نیاز از سازمان‌های مربوطه با استفاده از نرم‌افزارهای *Spss* و *minitb, Gis, smada* عملیات لازم روی آنها انجام شد و دوره‌های بازگشت و روند و پیش‌بینی بارش و دبی تا ده سال آینده نیز مورد بررسی قرار گرفت و به نتیجه رسیدیم که بارش‌های منطقه مورد مطالعه در حال کم شدن و شدت بارش‌ها بیش‌تر و سیل خیزی، به علت عوامل انسانی و طبیعی افزایش یافته است.

**واژه‌های کلیدی:** تغییرات بارش، اسلام‌آباد غرب، سیل، حوضه آبریز، رودخانه راوند، اسلام‌آباد غرب.

<sup>۱</sup> . نویسنده مسئول: [h\\_negareh@gep.usb.ac.ir](mailto:h_negareh@gep.usb.ac.ir) . ۰۹۱۵۱۴۱۹۰۲۷

### بیان مسأله:

ایران یکی از کشورهای خشک و کم آب جهان می‌باشد که متوسط بارندگی آن ۲۵۰ میلی‌متر است. این مقدار بارش نه تنها از نظر زمانی بلکه از نظر مکانی هم از توزیع یکنواختی برخوردار نیست. بر این اساس ممکن است بعضی مواقع بخش عمده‌ای از بارش سالیانه بصورت رگبار و بارش‌های تند فقط طی چند ساعت ریزش نماید، که این امر باعث وقوع سیلاب‌های مخرب در برخی حوضه‌های آبریز می‌شود. بنابراین، بررسی مخاطرات آبی در یک حوضه آبریز در تعادل و بیلان آبی آن حوضه و نیز شناخت و چگونگی وضعیت آن حوضه طی سال-های گذشته جهت هر گونه برنامه‌ریزی و اعمال نظر نقش مهمی دارد. نابهنجاری شرایط اقلیمی، که توازن طبیعی محیط زیست را برهم زده و موجب بروز صدمات و خسارات به منابع طبیعی و انسانی می‌شوند؛ به مخاطرات آب و هوایی تعبیر شده‌اند. حوادث طبیعی شناخته شده بیش از چهل نوع می‌باشد که تا کنون بیش از ۳۰ مورد آن در ایران شناسایی و به ثبت رسیده است. که در این میان سیل پس از زلزله در مکان دوم قرار دارد (حافظ‌نیا، ۱۳۷۸: ۶۵). از این رو پدیده سیل یکی از رویدادهای جدی هیدرواقلمی و از جدی‌ترین بلایای طبیعی است که جوامع بشری را مورد تهدید قرار می‌دهد.

در بین تمامی عوامل تأثیرگذار بر سیل شدت و مدت بارندگی که دو عامل اقلیمی هستند، بیش‌ترین تأثیر را در ایجاد این پدیده داشته‌اند (فیروزی و همکاران، ۱۳۹۱: ۷۸). سالانه در نقاط گوناگون جهان جان و مال بسیاری از مردم در اثر سیل به مخاطره می‌افتد از طرفی روند تغییرات کاربری اراضی و هم‌چنین گسترش حوضه‌های شهری که با ساخت و ساز غیراصولی و عدم رعایت حریم رودخانه‌ها صورت می‌گیرد این مناطق را بیش‌تر در معرض خطر سیل قرار می‌دهد. با وجود این‌که سیل یکی از بلاهای خشن طبیعت بشمار می‌رود، اما مهار آن با روش‌های خاصی تا حدودی امکان‌پذیر است.

بررسی مخاطرات آبی حوضه آبریز رودخانه راوند اسلام آباد غرب در جهت فعالیت‌های عمرانی مانند کشاورزی و دیگر فعالیت‌های مربوطه در راستای عواملی که می‌تواند در حوضه مورد مطالعه و ایجاد سیل و تضعیف آن کمک نماید، دارای اهمیت خاصی است. به این ترتیب پرداختن به مسئله سیل و بررسی علل بروز و افزایش آن و هم‌چنین ارائه راهکارهایی برای تخفیف و کاهش خطرات سیل از جمله مواردی است که همواره باید مورد توجه متخصصین امر قرار گیرد. با توجه به اینکه رویداد سیل خود ناشی از عوامل متعدد طبیعی و غیرطبیعی است می‌توان با اعمال اقدامات مدیریتی و فنی احتمال بروز سیلاب و به‌خصوص خسارات و اثرات نامطلوب آنرا کاهش داد. حوضه آبریز رودخانه راوند اسلام آباد غرب واقع در غرب کشور به دلیل قرار گرفتن در مسیر جریانات باران‌زای غربی از این امر مستثنی نبوده و چنین به نظر می‌رسد که از نظر وقوع سیلاب و اثرات آن در امان نیست. عوامل اقلیمی بویژه تغییرات بارش و انحراف بارندگی از سالی به سال دیگر از مهم‌ترین مسائل در بررسی سیل در منطقه مورد مطالعه است. علاوه بر آن مقدار پوشش گیاهی، زمین شناسی منطقه، توپوگرافی و نوع خاک نیز در پیدایش سیل منطقه موثر می‌باشد.

قرار داشتن حوضه مورد مطالعه در معرض جریان‌های غربی مدیترانه و شرایط پیچیده‌ی توپوگرافی موجب تنوع اقلیمی در این منطقه شده است. میانگین سالانه دما در ارتفاعات منطقه حدود ۱۳/۶ درجه سانتی‌گراد و در محدوده‌های پست، حدود ۱۷ درجه سانتی‌گراد است. حداکثر متوسط بارندگی سالانه در ارتفاعات غرب و شمال غربی منطقه به مقدار ۶۰۰ میلی‌متر و حداقل آن در نواحی دره‌ای و پست به ۲۵۰ میلی‌متر می‌رسد. عمده بارندگی‌های این حوضه متأثر از جریان‌های مدیترانه‌ای است که از سمت غرب وارد این منطقه می‌شوند. بارش به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تعیین کننده آب و هوای هر ناحیه جغرافیایی بشمار می‌رود. این عنصر حیاتی اقلیمی در دیده‌بانی‌های سال‌های گذشته تغییراتی در توزیع زمانی و مکانی خود نشان داده است. در سال‌های اخیر منطقه اسلام آباد شاهد نوسانات قابل توجهی در نزول بارش سالانه بوده است. به این خاطر این منطقه با قرار

گرفتن در غرب ایران علاوه بر تأثیرپذیری از سیستم‌های جوی موثر، طبیعتاً تا حد قابل ملاحظه‌ای نیز تحت تأثیر ارتفاعات و توپوگرافی ناهمگون منطقه است. در این پژوهش روند تغییرات بارش در حوضه مورد بررسی قرار گرفت، ویژگی‌های بارش‌های ماهانه، فصلی و سالانه منطقه مطالعه شد، و نیز به بررسی روابط بارش و جریان‌های سیلابی نیز پرداخته شد. بررسی روابط بارش و جریان‌های سیلابی از مهم‌ترین اهداف این پژوهش می‌باشد.

#### پیشینه تحقیق:

بررسی و تحلیل زمانی و مکانی بارش‌های روزانه، ماهانه و سالانه در جهان سابقه‌ای طولانی دارد. که از این میان می‌توان به کارهای زیر اشاره کرد:

بروکز و همکاران (*Broks & et al, 1991:20*)، با انجام مطالعاتی در زمینه تأثیر قطع جنگل روی حجم و دبی سیلاب به این نتیجه رسیدند که قطع پوشش جنگلی اگرچه ممکن است موجب افزایش سیلاب گردد، لیکن در بعضی مواقع این امر به دلیل عدم همزمانی دبی اوج زیر حوضه‌های بالادست می‌تواند موجب کاهش دبی اوج نیز گردد. در حوضه‌های شهری نیز این موضوع به‌گونه دیگری مطالعه گردیده است. دروسدوسکی (*Drosdowsky, 1993:1-35*)، در مقاله‌ای با عنوان آنومالی‌های بارش فصلی استرالیا با استفاده از مقیاس زمانی فصلی طی دوره آماری ۱۹۵۰ تا ۱۹۸۷ به شرح الگوهای تغییر پذیری بارش می‌پردازد. در سال ۱۹۹۴ کارو نانیتی و بونیف (*Karunanithi & et al, 1994:181-192*)، از شبکه‌های عصبی برای تخمین حجم سیلاب یک حوضه استفاده کرده‌اند. پژوهش‌های انجام شده به وسیله (*Laurenson, 1964:490-495*) & (*Maidmen, 1993:181-192t*)، و دیگران در ارتباط با استفاده از روش مساحت- زمان بیانگر اهمیت تأثیر توزیع مکانی زیر حوضه‌های واقع در سطوح گوناگون حوضه روی شکل هیدروگراف سیل می‌باشد. نتایج حاصل نشان می‌دهد که توسعه مناطق مزبور تأثیر مستقیمی روی دبی اوج سیلاب دارد. شریفی و همکار مدلهای بارش- رواناب ۳ پارامتره *AWBM* و *SFB* را در استرالیا مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که مدل *AWBM* بهتر از مدل *SFB* رواناب را شبیه سازی می‌کند (*Sharifi & et al, 1994: 491-495*). ارتباط تأثیر افزایش سطوح نفوذ ناپذیر در سطح حوضه، مانند توسعه مناطق شهری روی شکل گیری سیلاب خروجی با به کارگیری مدل ریاضی به‌وسیله غفوری مورد بررسی قرار گرفته است (*Ghafouri, 1996:123*).

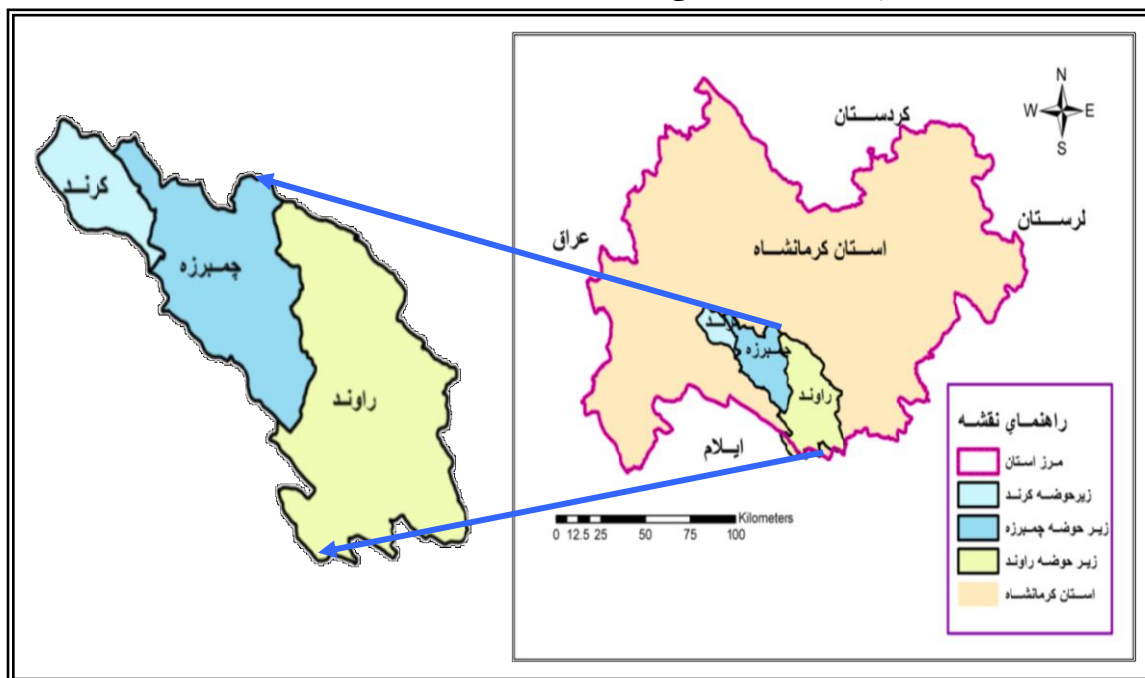
خسروی نقش توسعه شهری در افزایش شدت سیلاب‌های شهر زاهدان را بررسی کرده است (خسروی، ۱۳۷۲: ۲۷۱-۲۴۶). غیور و همکاران در مقاله‌ای با عنوان بررسی تغییرات بارش در چند ایستگاه ایران به تغییرات زمانی و مکانی بارش در ۱۸ ایستگاه انتخابی پرداخته و نتیجه گرفته است که: تغییرات بارش در طول زمان ثابت نیست و در مکان‌های گوناگون نیز دارای روند مشابهی نبوده و احتمال دارد دو ایستگاه در فاصله کمی از یکدیگر بارش مشابهی را دریافت نکنند (غیور و همکاران، ۱۳۷۵: ۲۶). رضایی کلج و همکاران شدت سیل خیزی زیر حوضه‌های کن را مورد بررسی قرار داده‌اند و نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که: عکس لعل زمینی و مجموعه عوامل محیطی موجود در آن نسبت به نزولات جوی که به صورت رواناب بروز کرده همراه با شدت آن ارتباط مستقیمی با نوع خسارت حاصله دارد (رضایی کلج و همکاران، ۱۳۷۹: ۱۲۹).

محمدی و همکاران روند تغییرات دما، بارش، رطوبت و ساعات آفتابی در تهران در دوره زمانی (۱۳۴۰-۱۳۷۴) را مورد بررسی قرار داده‌اند (محمدی و همکاران، ۱۳۸۰: ۱۲۵). مقایسه مدل‌های تحلیل منطقه‌ای سیلاب و بارش- رواناب در شرق استان هرمزگان را مرید و همکاران در مقاله‌ای بررسی کرده‌اند (مرید و همکاران، ۱۳۸۱: ۱۹۳-۱۸۱). هم‌چنین سلیمانی و همکاران نقش عوامل هیدرو اقلیم در وقوع سیل حوضه نکارود را مورد مطالعه خود قرار داده‌اند (سلیمانی و همکاران، ۱۳۸۱: ۱۶۵-۱۵۳). نقش عوامل فیزیوگرافیک حوضه بر دبی‌های حداکثر لحظه‌ای در زیر حوضه‌های گرگان رود بمنظور ارائه مدل منطقه‌ای سیلاب به‌وسیله سلیمانی و همکاران مورد بررسی قرار گرفته است (سلیمانی و همکاران، ۱۳۸۲: ۱۷۳-۱۶۱).

مسعودیان شناسایی الگوهای گردش پدید آورنده سیلاب‌های بزرگ در کارون را بررسی کرده است (مسعودیان، ۱۳۸۴: ۱۸۲-۱۶۱). خوشحال دستجردی و همکاران کاربرد مدل ترکیبی گامبل در تجزیه و تحلیل فراوانی بارش‌های حداکثر حوضه کارون شمالی را مورد بررسی خود قرار داده‌اند (خوشحال دستجردی و همکاران، ۱۳۸۴: ۸۴-۷۳). مطالعه نوسانات دما و بارش در منطقه شمال غرب ایران بمنظور ارزیابی روند تغییر عناصر اقلیمی، عنوان پژوهشی است که به‌وسیله میر موسوی و همکاران انجام شده است (میر موسوی و همکاران، ۱۳۸۴: ۲۰۰). خلیقی و همکاران بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر سیل‌خیزی با استفاده از مدل *NRCS* در حوضه باراندوز چای در آذربایجان غربی را مورد مطالعه قرار داده‌اند (خلیقی و همکاران، ۱۳۸۴: ۷۴۲ - ۷۳۳). محمدی و جاوری تغییرات زمانی بارش را در مقاله‌ای مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند (محمدی و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۰۰ - ۷۸).

### شناخت منطقه مورد مطالعه:

این منطقه از شرق به استان کرمانشاه، از شمال به شهرستان جوانرود، از غرب به شهرستان سرپل ذهاب و از جنوب به استان ایلام محدود می‌شود. رود دائمی راوند از میان شهر اسلام آباد می‌گذرد. اسلام آباد به علت قرار داشتن بر سر راه اصلی مرکز ایران، مرز عراق و مسیر ارتباطی کرمانشاه - قصر شیرین - خسروی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این رودخانه از شمال غربی اسلام آباد غرب شروع می‌شود و از داخل شهرستان اسلام آباد غرب عبور می‌کند و سپس به دشت حاصلخیز راوند وارد می‌شود، جهت کلی آن شمال غربی - جنوب شرقی است که به لحاظ زمین‌شناسی در جهت کلی زون سنندج سیرجان قرار دارد. دشت کرد و قسمتی از دشت اسلام آباد در این حوضه قرار دارند، که این حوضه تعداد زیادی روستا را در بر می‌گیرد. جاده اصلی تهران بغداد از این حوضه می‌گذرد، و هم‌چنین جاده ایلام کرمانشاه از منتهی الیه جنوب شرقی حوضه می‌گذرد. این رودخانه پس از عبور از استان کرمانشاه وارد استان ایلام و رودخانه سیمه می‌شود. (شکل شماره ۱).

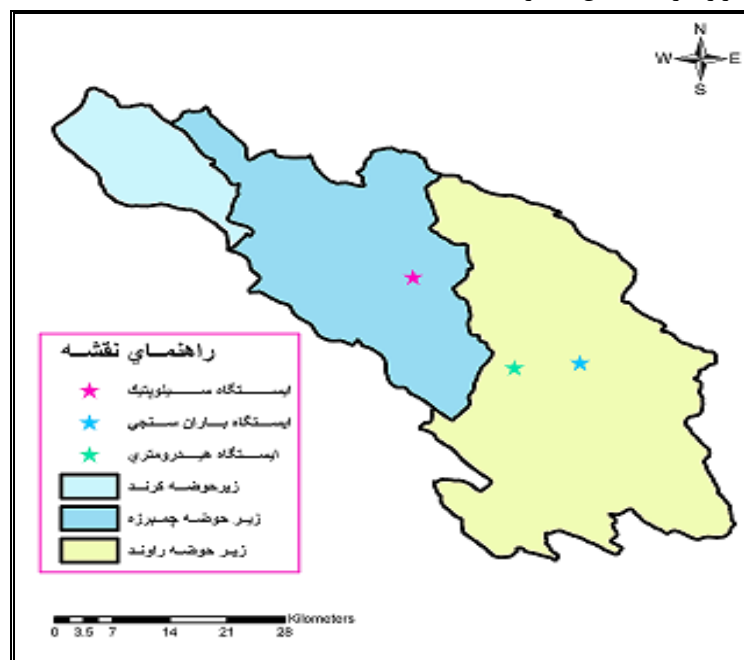


شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان کرمانشاه

## روش تحقیق:

روش تحقیق در این مقاله تحلیلی-میدانی است و از تجزیه و تحلیل‌های آماری استفاده زیادی شده است. به همین منظور ابتدا با فرض نرمال بودن داده‌ها با استفاده از چند روش آماری تغییرات بارش حوضه مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله‌ی اول ویژگی‌های عمومی آماری بارش حوضه استخراج و سپس پراکنش بارش سالانه و ماهانه مشخص شد. در مراحل بعد علاوه بر روند بارش، تعداد روزها و احتمال بارش در آستانه‌های ۱، ۱۰ و ۳۰ میلیمتر و بیش‌تر، بارش‌های سنگین، روزهای بارندگی با مقادیر متفاوت، حداکثر بارش ۲۴ ساعته براساس دوره-های بازگشت گوناگون، تعداد روزهای همراه با بارندگی، نوسانات بارش فصلی و رابطه بین بارندگی و دبی.... با استفاده از نرم‌افزارهای گوناگون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش بسیار متنوع و پراکنده‌اند که برخی از آنها بشرح زیر می‌باشند:

داده‌های اقلیمی مورد نیاز روزانه، فصلی و سالانه‌ی مربوط به ایستگاه‌های حوضه مورد مطالعه از سازمان هواشناسی استان کرمانشاه دریافت گردید. داده‌های آب‌سنجی و باران سنجی از بایگانی اطلاعات آماری سازمان آب منطقه‌ای جمع‌آوری شد و جهت تهیه نقشه‌های توپوگرافی ۵۰۰۰۰ : ۱، نقشه‌های زمین شناسی ۱ : ۱۰۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای منطقه از سازمان‌های مربوطه اقدام گردید. لازم بذکر است که مهم‌ترین ایستگاه‌هایی که آمار آنها در این پژوهش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، ایستگاه سینوپتیک اسلام‌آباد غرب، ایستگاه باران سنجی بدره گرد و همچنین ایستگاه هیدرومتری بدره گرد بود که آمار آنها از سال ۸۴-۱۳۶۸ موجود و در داخل حوضه قرار دارند. (شکل شماره ۲).



شکل ۲- موقعیت ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

## یافته‌های تحقیق:

## بحث و نتایج:

**بارش سنگین:** بیش‌ترین فراوانی بارش‌های سنگین در زمستان اتفاق می‌افتد، چون در این فصل مسیر اصلی سیکلون‌های مدیترانه از زاگرس می‌گذرد و با خود عامل صعود و رطوبت فراوان را همراه دارد. جدول شماره ۱ تعداد بارش‌های سنگینی که در هر سال به وقوع پیوسته است را نشان می‌دهد. با نگاهی به این جدول می‌توان دریافت که در هر سالی که میانگین بارندگی بیش‌تر بوده است در آن سال باران‌های سنگین نیز بیش‌تر شده است

(سال‌های ۱۳۷۱، ۷۳، ۷۷، ۸۳) و در هر سالی که میانگین بارندگی کم بوده است به تبع آن در آن سال بارش سنگین حداقل مقدار خود را داشته است (سال‌های ۱۳۷۵، ۷۸، ۷۹).

جدول شماره ۱- میانگین بارش و بارش‌های سنگین در ایستگاه سینوپتیک اسلام آباد غرب

سال	میانگین بارش	تعداد بارش- های سنگین
۱۳۶۸	۵۶۸.۵	۲
۱۳۶۹	۳۴۸.۵	۲
۱۳۷۰	۵۶۳.۳	۳
۱۳۷۱	۵۰۷.۸	۶
۱۳۷۲	۶۰۶.۹	۳
۱۳۷۳	۶۵۶.۳	۶
۱۳۷۴	۴۲۳.۴	۳
۱۳۷۵	۳۶۷.۸	۱
۱۳۷۶	۶۳۴.۳	۳
۱۳۷۷	۴۱۹.۹	۶
۱۳۷۸	۲۵۲.۴	۱
۱۳۷۹	۳۵۹.۹	۰
۱۳۸۰	۴۱۶.۴	۳
۱۳۸۱	۴۷۱.۱	۱
۱۳۸۲	۴۴۷.۵	۲
۱۳۸۳	۶۵۴.۳	۶
۱۳۸۴	۴۸۳.۴	۳

منبع: ایستگاه هواشناسی شهرستان اسلام آباد غرب.

### تحلیل روزهای بارندگی با مقادیر متفاوت:

در کل دوره آماری مورد مطالعه در ایستگاه سینوپتیک اسلام آباد غرب، حدود ۹۶۵ روز همراه با بارندگی بالای یک میلیمتر ثبت شده است که میانگین سالانه آن در کل دوره آماری حدود ۵۶/۷ روز می‌باشد. در این میان اسفندماه بیش‌ترین روزهای همراه با بارندگی را به خود اختصاص داده است و بعد از آن به ترتیب ماه‌های آذر، دی و بهمن بیش‌ترین روزهای بارشی را در بین ماه‌های سال دارا می‌باشند و کمترین روزهای بارشی مخصوص تابستان می‌باشد. در رابطه با روزهای بارشی با مقادیر گوناگون با توجه به داده‌های جدول شماره ۲ اسفندماه با ۲۷/۲ روز بارش بیش‌تر از یک میلیمتر، بیش‌ترین آمار را به خود اختصاص داده است. هم‌چنین میانگین روزهای بارشی ۱۰ میلیمتر و بیش‌تر، ۷۵/۳ روز می‌باشد که اسفند و آذر با ۱۷/۵ و ۱۵/۵ روز دارای بیش‌ترین آمار می‌باشند و میانگین روزهای بارشی ۳۰ میلیمتر و بیش‌تر در سال ۵۵ روز می‌باشد که ماه‌های اسفند با ۱۴ روز و آذر با ۱۱ روز با بیش‌ترین روزهای بارش سنگین این رکورد را به خود اختصاص داده‌اند. جهت محاسبه احتمال بارندگی با مقادیر متفاوت و تعداد روزهای آن از روش کنراد استفاده شد که فرمول آن به صورت زیر است:

$$p = \frac{r}{n} \times 100$$

که در این جا:  $P$  = احتمال یک روز بارندگی با مقادیر مشخص،  $r$  = تعداد روزهای بارانی با مقادیر مشخص،  $n$  = تعداد روزهای ماه می‌باشد. با توجه به جدول شماره ۲ مشخص می‌شود که بیش‌ترین تعداد روز و هم‌چنین بیش‌ترین احتمال مربوط به بارش‌های یک میلیمتر و یا بیش‌تر اختصاص به اسفندماه با ۲۷/۲ روز و ۹۰/۶۶ درصد

احتمال می‌باشد و بعد از آن ماه‌های، آذر، دی و بهمن در رتبه‌های بعد قرار دارند. که این خود بیانگر بارش طولانی مدت در این مواقع از سال می‌باشد. در این ماه‌ها از سال بادهای غربی و توده‌های باران آور بر منطقه حاکم می‌باشند.

#### جدول ۲- تعداد و احتمال بارش یک میلی‌متر، ۱۰ میلی‌متر و ۳۰ میلی‌متر و بیش‌تر در طول ماه‌های سال در منطقه مورد مطالعه

ماه	تعداد روزهای با بارندگی یک میلی‌متر و بیشتر	احتمال بارندگی یک میلی‌متر و بیشتر	تعداد روزهای با بارندگی ۱۰ میلی‌متر و بیشتر	احتمال بارندگی ۱۰ میلی‌متر و بیشتر	تعداد روزهای با بارندگی ۳۰ میلی‌متر و بیشتر	احتمال بارندگی ۳۰ میلی‌متر و بیشتر
مهر	۶/۴	۲۱/۳	۳/۷	۹	۲	۶/۶۶
آبان	۱۶/۷	۵۵/۶۶	۱۱/۲	۳۷/۳۳	۸	۲۶/۶۶
آذر	۲۳/۵	۷۸/۳۳	۱۵/۵	۵۱/۶۶	۱۱	۳۶/۶۶
دی	۱۹/۱	۶۳/۶۶	۱۰/۶	۳۵/۳۳	۸	۲۶/۶۶
بهمن	۱۸/۹	۳۰	۸/۳	۲۷/۶۶	۶	۲۰
اسفند	۲۷/۲	۹۰/۶۶	۱۷/۵	۵۸/۳۳	۱۴	۴۶/۶۶
فروردین	۱۱/۱	۳۵/۸	۴/۶	۱۴/۸۳	۳	۹/۶۷
اردیبهشت	۶/۵	۲۰/۹۶	۳/۷	۱۱/۹۳	۳	۹/۶۷
خرداد	۰/۳	۰/۹۶	۰	۰	۰	۰
تیر	۰/۱	۰/۳۲	۰/۱	۰/۳۲	۰	۰
مرداد	۰	۰	۰/۱	۰/۳۲	۰	۰
شهریور	۰/۲	۰/۶۴	۰	۰	۰	۰

منبع: ایستگاه هواشناسی شهرستان اسلام آباد غرب.

بر طبق داده‌های جدول شماره ۲ بیش‌ترین روزهای بارشی ۳۰ میلی‌متر و بیش‌تر و یا همان بارش‌های سنگین، در ماه‌های اسفند، آذر، آبان و دی اتفاق می‌افتند و خطر سیل خیزی حوضه را در این دو ماه افزایش می‌دهند. جدول شماره ۳ تعداد و درصد بارش‌های منطقه با مقادیر گوناگون را نشان می‌دهد. بر طبق این جدول ۶۴/۶۶ درصد بارش‌های سالانه بیش‌تر از ۱ میلی‌متر می‌باشد، ۳۰/۶۷ درصد بارش‌ها بیش‌تر از ۱۰ میلی‌متر و ۴/۶۶ درصد از بارش‌ها بیش‌تر از ۳۰ میلی‌متر می‌باشد.

#### جدول ۳- تعداد و درصد بارش‌های منطقه با مقادیر گوناگون

سالهای آماری ۱۳۴۸ تا ۱۳۸۴	بارش‌های ۱۰ میلی‌متر و بیش‌تر		بارش‌های ۳۰ میلی‌متر و بیش‌تر		بارش‌های ۳۰ میلی‌متر و بیش‌تر		
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد از کل بارش‌ها	
	۹۶۵	۶۲۴	۶۴/۶۶	۲۹۶	۳۰/۶۷	۴۵	۴/۶۶

منبع: ایستگاه هواشناسی شهرستان اسلام آباد غرب.

بیش‌ترین بارش ۱۰ میلی‌متر و ۳۰ میلی‌متر در ماه‌های اسفند و آذر اتفاق می‌افتد، که این خود بیانگر حضور سیستم‌های باران آور در این مواقع از سال می‌باشد. سامانه‌های گرم باران‌های ملایم و سامانه‌های سرد باران‌های شدید ایجاد می‌کنند که این خود در مقایسه با تعداد روزهای بارانی بیش‌تر از ۱، ۱۰ و ۳۰ میلی‌متر و هم‌چنین مقدار متوسط بارش بیش‌تر مشخص می‌شود. علاوه بر بارش‌هایی که در زمستان و ماه‌های اسفند و آذر اتفاق می‌افتد که حاکمیت سامانه‌های سرد و فعالیت آنرا در منطقه به‌گونه موثری نشان می‌دهد، یک افزایش هم در ماه‌های فروردین و اردیبهشت مشاهده می‌شود که خود ناشی از بارش‌های سیل‌آسای مخصوص بهار و عمل جابجایی و بارش‌های همرفتی است.

#### تجزیه و تحلیل حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته در منطقه:

محاسبه حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته از این نظر دارای اهمیت است، که بر مقدار رواناب تأثیر می‌گذارد و وقوع سیلاب‌ها را در صورت شدت باعث می‌گردد و از نظر فرسایش، سیلاب، عمران و کشاورزی اهمیت دارد. مقدار

بارندگی روزانه در این منطقه که از تغییرات قابل ملاحظه‌ای برخوردار است عامل بسیار مهمی بشمار می‌رود. میانگین سالانه بارش ایستگاه سینوپتیک اسلام‌آباد غرب کمتر ۵۰۰ میلی‌متر است. ولی به عنوان نمونه در ۱۵ بهمن ۱۳۸۴ در یک روز ۹۳ میلی‌متر بارندگی اتفاق افتاده است که حدود ۲۰ درصد از بارش‌های سالانه را به خود اختصاص داده است. در جدول شماره ۴ نسبت حداکثر بارش روزانه ایستگاه سینوپتیک اسلام‌آباد غرب به میانگین بارش سالانه و ماهانه آورده شده است و جدول شماره ۵ حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته، در هر ماه و در جدول شماره ۶ دوره بازگشت حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته با روش‌های متفاوت و با دوره برگشت‌های گوناگون را نشان می‌دهد.

جدول ۴- نسبت حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته (روزانه) ایستگاه سینوپتیک اسلام‌آباد غرب به میانگین ماهانه و سالانه (۱۳۶۸-۸۴)

ردیف	سال	حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته	نسبت بالاترین بارش به میانگین همان سال	نسبت بالاترین بارش به میانگین همان ماه
۱	۱۳۶۸	۵۰.۸	۱۱.۵۱	۵۴.۱۵
۲	۱۳۶۹	۴۳.۳	۱۲.۴۳	۳۰.۷۷
۳	۱۳۷۰	۴۰.۴	۷.۱۷	۲۴.۳۵
۴	۱۳۷۱	۵۲.۷	۱۰.۳۷	۴۵.۷۸
۵	۱۳۷۲	۵۴	۸.۹۱	۶۰
۶	۱۳۷۳	۶۸	۱۰.۳۶	۳۵.۷
۷	۱۳۷۴	۳۸.۲	۹.۱۳	۲۸.۷۲
۸	۱۳۷۵	۳۴.۷	۹.۴۳	۵۵.۶۰
۹	۱۳۷۶	۴۷	۷.۴۰	۳۶.۱۵
۱۰	۱۳۷۷	۳۹.۶	۹.۴۳	۴۴.۱۴
۱۱	۱۳۷۸	۳۱.۲	۱۲.۳۶	۴۸
۱۲	۱۳۷۹	۱۹.۶	۵.۴۴	۱۸.۷۷
۱۳	۱۳۸۰	۴۶.۳	۱۱.۱۱	۵۳.۰۳
۱۴	۱۳۸۱	۵۸.۱	۱۲.۳۳	۴۵.۵۳
۱۵	۱۳۸۲	۴۶.۱	۱۰.۳۰	۲۷.۷۰
۱۶	۱۳۸۳	۵۹.۶	۹.۱۰	۳۱.۴۶
۱۷	۱۳۸۴	۹۲.۹	۱۹.۲۱	۳۹.۵۸

منبع: تحلیل یافته‌های نگارندگان، ۱۳۹۰.

جدول ۵- حداکثر بارش‌های روزانه به میلی‌متر در ماه‌های سال طی دوره آماری (۱۳۶۸-۱۳۸۴)

شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر
۱۱.۵	۳	۸.۷	۹.۴	۲۹.۶	۵۸.۱	۵۹.۶	۹۲.۹	۵۲.۷	۶۸	۵۹.۹	۴۵.۸

منبع: تحلیل یافته‌های نگارندگان، ۱۳۹۰.

حداکثر بارش ۲۴ ساعته در فصل زمستان متمرکز شده است و حداکثر فراوانی آن در ماه بهمن با ۹۲/۹ میلی‌متر مشاهده می‌شود. این‌گونه توزیع سالانه، یک روند یکسان مطابق با فصل سرد سال را آشکار می‌سازد که علت آن دامنه گسترش بادهای غربی به این منطقه و نفوذ توده‌های هوایی باران‌آور به همراه فروبارها و فعالیت سامانه‌ها و خصوصاً سامانه سرد می‌باشد که به علت صعود ناگهانی توده هوا و پیشروی ناگهانی توده هوای سرد بارش‌های شدیدی در منطقه رخ می‌دهد و این‌گونه بارش‌ها در حوضه وقوع سیلاب‌ها را حتمی می‌سازند. هر چه مقدار بارش بیش‌تر باشد سیلاب‌هایی با حجم بیش‌تر و خسارات فراوان‌تری را باعث می‌گردد. به این دلیل توجه به این‌گونه بارش‌ها و در نظر گرفتن این‌گونه بارندگی‌ها مهم و ضروری است.



جدول ۶- محاسبه حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته بر اساس دوره‌های بازگشت گوناگون

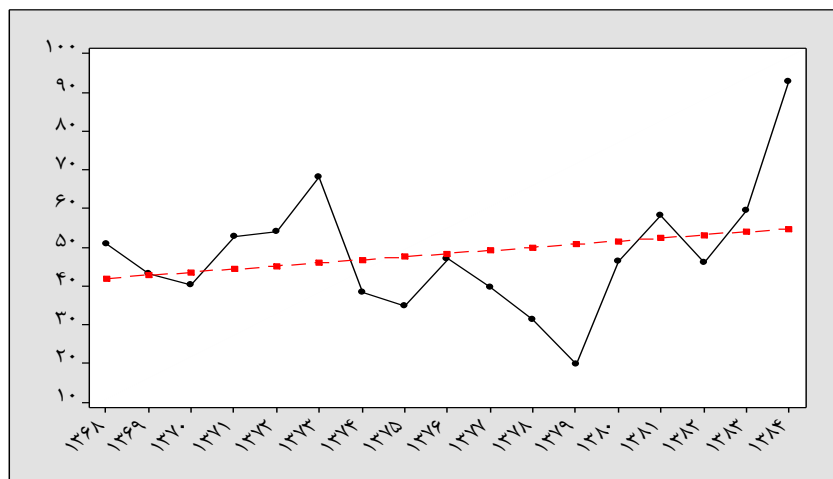
دوره‌های بازگشت	لوگ نرمال	۲ پارامتری لوگ نرمال	۳ پارامتری لوگ نرمال	پیرسون تیپ ۳	لوگ پیرسون تیپ ۳	گمبل تیپ ۱
۲	۴۸.۳۸	۴۵.۸۶	۴۶.۱۹	۴۴.۳۶	۴۷.۶۶	۴۶.۱۱
۳	۵۵.۴۰	۵۲.۸۱	۵۶.۲۲	۵۱.۲۰	۵۷.۱۴	۵۴.۲۰
۵	۶۲.۷۰	۶۰.۴۰	۶۰.۷۵	۵۹.۲۶	۶۲.۵۷	۶۳.۱۷
۱۰	۶۹.۲۴	۶۹.۷۶	۶۹.۸۴	۶۹.۷۸	۷۰.۷۴	۷۴.۴۶
۲۵	۷۶.۸۷	۸۱.۳۵	۸۰.۸۶	۸۳.۳۴	۷۹.۵۲	۸۸.۷۳
۵۰	۸۱.۸۱	۸۹.۸۳	۸۸.۷۹	۹۳.۴۸	۸۵.۱۵	۹۹.۳۲
۱۰۰	۸۶.۲۴	۹۸.۲۲	۹۶.۵۲	۱۰۳.۶۱	۹۰.۱۳	۱۰۹.۸۳
۲۰۰	۹۰.۳۰	۱۰۶.۵۷	۱۰۴.۱۲	۱۱۳.۷۴	۹۴.۶۰	۱۲۰.۳۰

منبع: تحلیل یافته‌های نگارندگان، ۱۳۹۰.

همان‌گونه که جدول شماره ۶ نشان می‌دهد، حداکثر بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۲ ساله به روش لوگ نرمال ۴۸.۳۸ میلی‌متر و با دوره بازگشت ۵۰ ساله به روش گمبل تیپ ۱، ۹۹.۳۲ میلی‌متر و با دوره بازگشت ۲۰۰ ساله به روش گمبل تیپ ۱، ۱۲۰.۳ میلی‌متر خواهد بود.

#### روند حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته:

شکل شماره ۳ نشان می‌دهد که روند حداکثر بارش‌های روزانه و یا ۲۴ ساعته در حال افزایش است و همان‌طوری که قبلاً اشاره گردید این بارش‌ها از این نظر اهمیت دارند که بر مقدار رواناب تأثیر گذاشته و وقوع سیلاب‌ها را سبب می‌شوند. در حوضه مورد مطالعه، با توجه به این که میانگین بارش کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر است، اما مشاهده می‌شود که مقدار ریزش بارش در یک روز، روندی افزایشی داشته و در عوض تعداد وقوع بارش‌های منطقه کم شده است. این موضوع می‌تواند برای بارش منطقه یک نوع ناهنجاری تلقی شود.



شکل ۳- روند تغییرات بارش‌های حداکثر روزانه در حوضه مورد مطالعه

#### تجزیه و تحلیل روزهای همراه با بارندگی:

برای بررسی تعداد روزهای بارانی از داده‌های ایستگاه سینوپتیک اسلام آباد غرب بهره گرفته شد. حداکثر تعداد روزهای بارانی منطقه به ترتیب در اسفند، بهمن و دی و حداقل آنها در مرداد، شهریور، تیر و خرداد بوده است. متوسط تعداد روزهای بارشی در منطقه حدود ۵۶/۷ روز می‌باشد که این تعداد روز از نظر توزیع زمانی بین ماه‌های گوناگون دارای ناهنجاری چشمگیری می‌باشد. به‌گونه‌ای که سال ۱۳۷۰ با ۶۴ روز بارش و سال ۱۳۷۸، ۳۴ روز بارش را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۷- تعداد روزهای همراه با بارندگی در هر سال

ردیف	سال	تعداد روزهای همرا با بارندگی
۱	۱۳۶۸	۵۶
۲	۱۳۶۹	۴۴
۳	۱۳۷۰	۶۴
۴	۱۳۷۱	۶۰
۵	۱۳۷۲	۶۰
۶	۱۳۷۳	۵۸
۷	۱۳۷۴	۶۰
۸	۱۳۷۵	۵۷
۹	۱۳۷۶	۶۴
۱۰	۱۳۷۷	۳۶
۱۱	۱۳۷۸	۳۴
۱۲	۱۳۷۹	۵۳
۱۳	۱۳۸۰	۳۷
۱۴	۱۳۸۱	۵۹
۱۵	۱۳۸۲	۶۳
۱۶	۱۳۸۳	۶۰
۱۷	۱۳۸۴	۴۲

منبع: ایستگاه هواشناسی شهرستان اسلام آباد غرب.

با نگاهی به جدول شماره ۸ مشاهده می‌شود که بیش‌ترین تعداد روزهای همراه با بارندگی در زمستان یعنی در ماه‌های اسفند، بهمن و دی است.

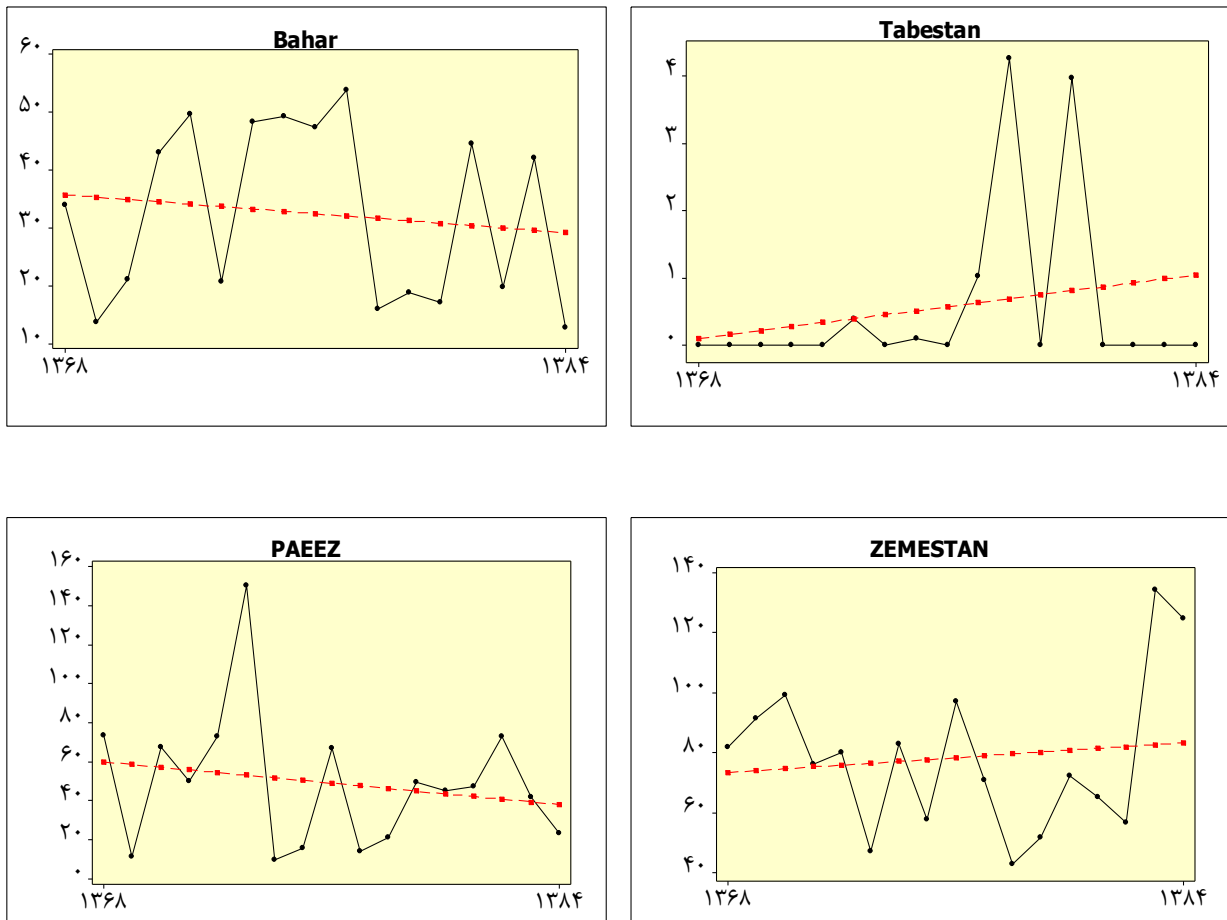
جدول ۸- تعداد روزهای همراه با بارندگی در هر ماه طی دوره آماری (۱۳۶۸-۸۴)

شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر
۰.۱	۰.۴	۰.۲	۱.۵	۸.۱	۱۰.۷	۱۱.۱	۱۱.۱	۱۰	۹.۷	۸	۳.۳

منبع: ایستگاه هواشناسی شهرستان اسلام آباد غرب.

### نوسانات بارش فصلی، ماهانه و سالانه:

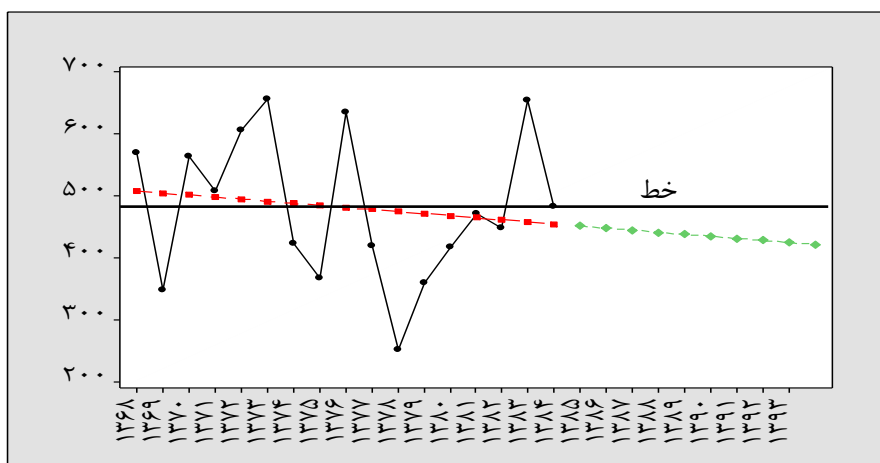
با توجه به ویژگی‌های منطقه نوسان بارش در این منطقه زیاد می‌باشد. میانگین بارش منطقه مورد مطالعه حدود ۴۸۱.۳ میلی‌متر است، اما در سال‌های ۷۳، ۷۶ و ۸۳ بالغ بر ۶۵۰ میلی‌متر بارش اتفاق افتاده است، در صورتی که در سال‌های ۶۹، ۷۵ و ۷۸ حدود ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلیمتر بیش‌تر بارش رخ نداده است. به‌گونه‌ای که نمودارهای مربوط به نوسان بارش فصلی و سالانه نشان می‌دهند نوسانات بارش روند منظمی را نشان نمی‌دهد. یعنی بلافاصله بعد از یک سال پر بارش یک سال با بارش کم و یا بر عکس اتفاق افتاده است. یا این که چندین سال پشت سر هم کم بارش یا پر بارش وجود دارد. شکل شماره ۴ نوسان و روند بارش فصول گوناگون سال را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد



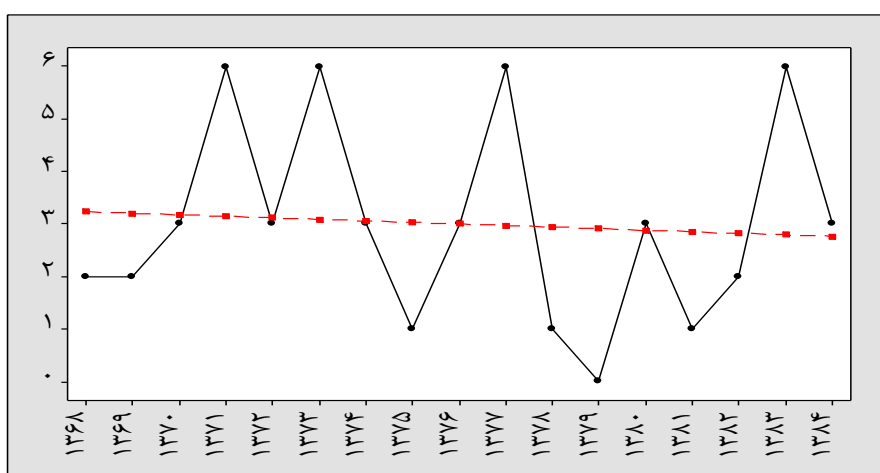
شکل ۴- نوسان و روند بارش فصول گوناگون سال در حوضه مورد مطالعه

#### نوسان، روند و پیش بینی بارش سالانه در حوضه مورد مطالعه:

همان طوری که اشکال ۵ و ۶ نشان می‌دهند روند بارش در ایستگاه سینوپتیک اسلام‌آباد غرب روندی نزولی را نشان می‌دهد، این نمودارها که تطابق روند بارش با بارش‌های سنگین است، این‌گونه نشان می‌دهند که در هر سالی که مقدار بارندگی بیشتر بوده است به تبع آن بارش‌های سنگین نیز افزایش داشته‌اند. مثلاً در سال‌های ۷۰، ۷۱، ۷۶ و ۸۳ که مقدار بارندگی بیشتر بوده، بارش‌های سنگین نیز به تبع آن افزایش نشان داده‌اند و برعکس در سال‌های ۶۹، ۷۵، ۷۹ و ۸۴ که بارش‌ها کم شده‌اند، بارش‌های سنگین نیز کاهش یافته‌اند و پیش‌بینی ۱۰ ساله بارش نیز گویای این مطلب است که با این روندی که بارش‌های حوضه در پیش گرفته‌اند، احتمال دارد در سال‌های آتی میانگین بارش حوضه کاهش یابد.



شکل ۵- نوسان، روند و پیش بینی ۱۰ساله بارش در حوضه مورد مطالعه



شکل ۶- نمودار روند بارش های سنگین در ایستگاه سینوپتیک اسلام آباد غرب در طول سال های آماری ۸۴-۱۳۶۸

### توزیع بارش ماهانه، فصلی و سالانه:

با بررسی یک دوره ۱۷ ساله بارش برای حوضه مورد مطالعه، در می یابیم که متوسط بارندگی سالانه این شهرستان حدود ۴۸۱.۳ میلی متر بوده است. جداول شماره ۹ و ۱۰ توزیع بارش ماهانه و فصلی و شکل شماره ۷ میانگین ماهانه بارش حوضه مورد مطالعه را نشان می دهند.

بر اساس این جداول ملاحظه می گردد که سیستم های بارش زا در این حوضه کاملاً متأثر از جریانات اقلیمی بیرونی مانند سیکلون ها، سامانه ها و توده های هوا بوده است. بر این اساس بیشترین بارش ها به لحاظ ماهانه مربوط به اسفند ماه با ۸۳.۲ میلی متر بوده است. دومین ماه پر بارش هم با ۷۹ میلی متر مربوط به ماه بهمن است و سومین ماه پر بارش با ۷۳.۵ میلی متر و مربوط به آذرماه است. کم بارش ترین ماه های سال به قاعده رایج این اقلیم در تابستان مشاهده می شود. مرداد با ۰.۲ میلی متر بارندگی، خشک ترین ماه سال و ماه های شهریور و تیر هر کدام با ۰.۶ میلی متر به ترتیب دومین و سومین ماه خشک از لحاظ بارندگی می باشند. با نگاهی به جدول شماره ۱۰ در می یابیم که بیشترین بارش ها مربوط به فصل زمستان است، چرا که در این فصل بادهای غربی بر این منطقه احاطه کامل دارند و سیستم های باران زا که در فصل پاییز فعالیت خود را آغاز کرده اند در این فصل به اوج فعالیت خود می رسند و بارش های قابل توجهی را در این منطقه ایجاد می نمایند. بعد از فصل زمستان پر بارش ترین فصل، پاییز است. در این فصل بادهای غربی شروع می شوند و سیستم های باران زا را از دریای مدیترانه و نواحی دیگر به این منطقه می کشانند. در بهار بیش تر بارش ها همرفتی بوده و البته در این فصل نیز بادهای غربی

بی‌تأثیر نبوده و هنوز در منطقه حضور دارند، البته فعالیت و قدرت آنها مثل ماه‌های زمستان و پاییز نیست. تابستان هم که خشک‌ترین فصل سال است و در حقیقت هیچ بارشی در این فصل مگر در مواقع استثنایی نمی‌بارد. به‌گونه کلی نوسانات بارندگی سالیانه در این حوضه زیاد بوده و در بعضی سال‌ها با این که روزهای بارندگی بیش‌تری داشته‌ایم، اما شدت بارش کمتر بوده است. مقدار نوسانات بارش سالانه در این حوضه به ۴۰۰ میلی‌متر می‌رسد به‌گونه‌ای که در سال ۱۳۷۸ حدود ۲۵۰ میلی‌متر اما در سال ۱۳۸۳ بالاتر از ۶۵۰ میلی‌متر بارندگی در حوضه به وقوع پیوسته است. که در این سال فقط اسفند ماه با حدود ۲۰۰ میلی‌متر به اندازه یک سال کم باران بارش داشته است، و این نشان از نامنظم بودن بارش حوضه و ضریب تغییرات زیاد آن است.

جدول ۹- توزیع بارش ماهانه در حوضه مورد مطالعه

ماه	مقدار بارش	درصد بارش
مهر	۱۱.۹	۲.۴۷
آبان	۵۹.۵	۱۲.۴۴
آذر	۷۳.۵	۱۵.۲۷
دی	۷۲.۴	۱۵.۰۴
بهمن	۷۹	۱۶.۴۱
اسفند	۸۳.۲	۱۷.۲۸
فروردین	۶۴	۱۳.۲۹
اردیبهشت	۳۴.۳	۷.۱۲
خرداد	۲.۱	۰.۴۳
تیر	۰.۶	۰.۱۲
مرداد	۰.۲	۰.۰۴
شهریور	۰.۶	۰.۱۲
سالانه	۴۸۱.۳	۱۰۰

جدول شماره ۱۰ توزیع بارش فصلی منطقه را در طول دوره آماری مورد مطالعه نشان می‌دهند. همان‌طور که در این جدول مشخص است، فصل زمستان با بیش از ۴۸ درصد بارش سالیانه بیش‌ترین بارش فصلی را به خود اختصاص داده است و پس از آن فصل پاییز با حدود ۳۰ درصد بارش سالیانه در مرتبه دوم قرار دارد و فصل بهار با ۲۰.۸۶ درصد بارش سالیانه در مرتبه سوم واقع شده است. فصل تابستان با کمتر از دو درصد از بارش سالیانه در این خصوص در مرتبه آخر قرار دارد که آن هم به خاطر استقرار پرفشار جنب حاره‌ای بر فراز منطقه می‌باشد و شرایطی پایدار با آسمان صاف و گاهی توأم با گرد و غبار در منطقه فراهم می‌آورد. ضریب تغییرات در فصل تابستان از بقیه فصول بیش‌تر می‌باشد و کمترین ضریب تغییرات نیز در فصل زمستان مشاهده می‌شود. در کل بارش منطقه بین ۳ فصل توزیع شده است. تغییرات شیب از تابستان به پاییز بسیار تند و از بهار به تابستان دارای شیب کمتری می‌باشد و در حقیقت فصل پاییز در این منطقه معنایی ندارد و تابستان با یک وقفه کوتاه به زمستان متصل می‌شود.

جدول ۱۰- توزیع بارش فصلی، انحراف معیار و ضریب تغییرات آن در حوضه مورد مطالعه

فصول سال	مقدار بارش	درصد بارش	انحراف معیار	ضریب تغییرات
بهار	۱۰۰.۴	۲۰.۸۴	۱۵.۲۵	۴۶.۹۸
تابستان	۱.۴	۰.۲۹	۱.۳۵	۲۴۶.۹۸
پاییز	۱۴۴.۹	۳۰.۱۰	۳۴	۶۹.۳۸
زمستان	۲۳۴.۶	۴۸.۷۴	۲۵	۳۱.۸۹
سالانه	۴۸۱.۳	۱۰۰	۱۱۸.۵۷	۲۴.۵۷

منبع: تحلیل یافته‌های نگارندگان، ۱۳۹۰.

## فراوانی وقوع یا دوره بازگشت:

هدف از تحلیل فراوانی وقایع در هیدرولوژی بدست آوردن احتمال وقوع یک حادثه مانند حداکثر لحظه‌ای سیلاب، حداقل دبی رودخانه، حداکثر بارش ۲۴ ساعته و امثال اینها است (علیزاده، ۱۳۸۵:۶۵۸). در اینجا به کمک نرم‌افزار SMADA دوره‌های بازگشت دبی و بارش را به روش‌های، نرمال، دو پارامتری لوگ نرمال، سه پارامتری لوگ نرمال، پیرسون تیپ سه، لوگ پیرسون تیپ سه و گمبل تیپ یک برای حداکثر بارش سالیانه و حداکثر دبی‌های لحظه‌ای در محل ایستگاه‌های هیدرومتری، انجام شد که از میان توزیع‌های موجود توزیع لوگ نرمال بهترین توزیع جهت برآزش داده‌های بارندگی سالانه انتخاب گردید و هم‌چنین از بین توزیع‌های انتخاب شده لوگ پیرسون تیپ ۳ بهترین توزیع جهت برآزش داده‌های مربوط به دبی بود که نتیجه آن در جداول شماره ۱۱ و ۱۲ آمده است.

جدول ۱۱- محاسبه حداکثر بارش‌های سالانه براساس دوره‌های بازگشت گوناگون

دوره‌های بازگشت	لوگ نرمال	۲ پارامتری لوگ نرمال	۳ پارامتری لوگ نرمال	پیرسون تیپ ۳	لوگ پیرسون تیپ ۳	گمبل تیپ ۱
۲	۴۸۲.۵	۴۸۶.۳۳	۴۸۶.۳۳	۴۸۴.۰۳	۴۸۵.۳۹	۴۶۵.۷۹
۳	۵۳۴.۲۱	۵۲۰.۳۶	۵۲۰.۳۶	۵۳۵.۳۳	۵۴۱.۷۱	۵۲۵.۲۷
۵	۵۸۴.۲۵	۵۷۵.۲۱	۵۷۵.۲۱	۵۸۳.۶۱	۵۹۴.۱۲	۵۹۱.۲۳
۱۰	۶۳۵.۸۸	۶۴۰.۵۲	۶۴۰.۵۲	۶۳۴.۸۷	۶۴۸.۰۱	۶۷۴.۲۹
۲۵	۶۹۲.۰۳	۷۱۸.۳۳	۷۱۸.۳۳	۶۸۸.۸۸	۷۰۱.۶۴	۷۷۹.۲۹
۵۰	۷۲۸.۳۰	۷۷۳.۵۴	۷۷۳.۵۴	۷۲۳.۴۲	۷۳۳.۷۰	۸۵۷.۰۹
۱۰۰	۷۶۰.۹۲	۸۲۶.۸۱	۸۲۶.۸۱	۷۵۴.۲۵	۷۶۰.۵۸	۹۳۴.۳۷
۲۰۰	۷۹۰.۷۶	۸۷۸.۷۸	۸۷۸.۷۸	۷۸۲.۲۷	۷۸۳.۴۶	۱۰۱۱.۳۶

منبع: تحلیل یافته‌های نگارندگان، ۱۳۹۰.

جدول ۱۲- محاسبه حداکثر دبی‌های لحظه‌ای بر اساس دوره‌های بازگشت گوناگون

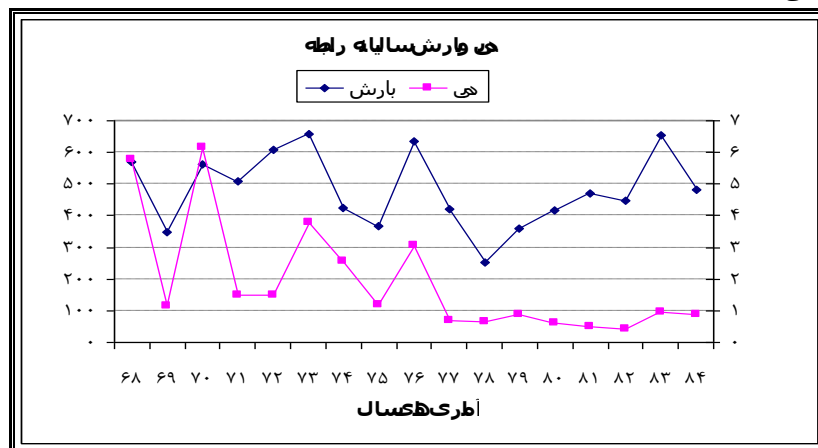
دوره‌های بازگشت	لوگ نرمال	۲ پارامتری لوگ نرمال	۳ پارامتری لوگ نرمال	پیرسون تیپ ۳	لوگ پیرسون تیپ ۳	گمبل تیپ ۱
۲	۱۱۹.۶۵	۹۰.۷	۱۱۳.۰۷	۱۰۸.۲۷	۸۰.۵۸	۱۰۵.۵
۳	۱۶۴.۶۵	۱۲۴.۷	۱۵۹.۰۶	۱۵۴.۳۳	۱۳۸.۷۳	۱۵۶.۹۳
۵	۲۰۷.۴۶	۱۶۹.۷۹	۲۰۴.۸۰	۲۰۲.۲۶	۲۱۸.۱۷	۲۱۴.۴۷
۱۰	۲۵۳.۴۰	۲۳۶.۴۵	۲۵۶.۸۰	۲۵۸.۳۷	۳۳۲.۲۵	۲۸۶.۹۰
۲۵	۳۰۲.۳۸	۳۳۶.۵۵	۳۱۴.۷۰	۳۲۳.۷۳	۴۸۵.۵۷	۳۷۸.۴۲
۵۰	۳۳۴.۰۱	۴۲۲.۷۳	۳۵۴.۱۰	۳۶۹.۱۲	۵۹۹.۰۸	۴۴۶.۳۳
۱۰۰	۳۶۲.۴۶	۵۱۸.۹۲	۳۹۰.۷۹	۴۱۲.۱۳	۷۰۸.۰۳	۵۱۳.۷۳
۲۰۰	۳۸۸.۴۹	۶۲۶.۰۲	۴۲۵.۴۴	۴۵۳.۳۵	۸۱۱.۰۵	۵۸۰.۸۸

منبع: تحلیل یافته‌های نگارندگان، ۱۳۹۰.

## مطالعه رابطه بین بارندگی و دبی:

جهت مطالعه و کنترل جریان‌های سطحی و رودخانه‌های جاری در محدوده منطقه مورد مطالعه دو ایستگاه با تجهیزات هیدرومتری تأسیس گردیده است. که یکی از این ایستگاه‌ها به علت نواقص آماری زیاد و تعطیل شدن آن در سال‌های اخیر، داده‌های ناقص آن برای این پژوهش غیر قابل استفاده بود و به همین خاطر فقط به داده‌های ایستگاه هیدرومتری بدره‌گرد بسنده شد و در حقیقت جریان‌های سطحی حدود ۱۳۰ کیلومتر طول حوضه به-وسیله این ایستگاه بررسی می‌شود.

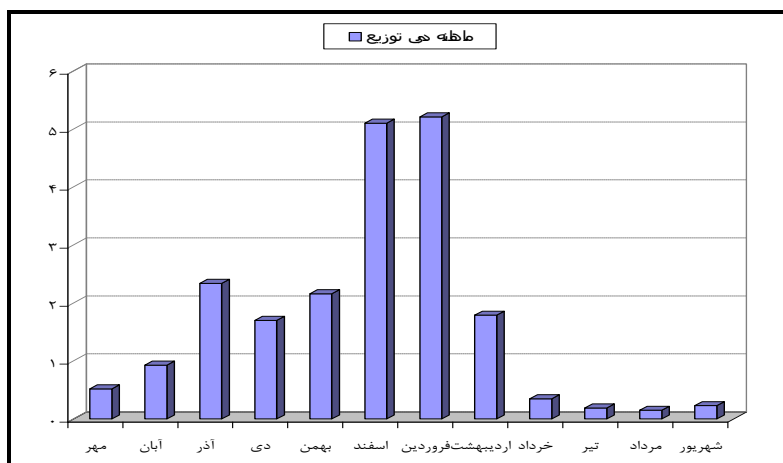
جهت بررسی رابطه بین بارندگی و دبی به این صورت عمل شد. با استفاده از آمار و داده‌های ایستگاه‌های منطقه متوسط بارش و دبی ماهانه فصلی و سالانه را در طول دوره آماری ۸۴-۱۳۶۸ را برای حوضه محاسبه نمودیم و به این نتیجه رسیدیم که رابطه‌ای بسیار قوی بین این دو متغیر وجود دارد، به گونه‌ای که در هر زمانی که بارش بیش تر بوده دبی نیز افزایش نشان داده است. این نکته قابل توجه است که در فصل بهار با توجه به این که بارش کمتر است دبی نسبت به فصل پاییز خیلی بیش تر می‌باشد که یکی از مهم‌ترین علت‌های آن ذوب برف کوه-های اطراف در فصل بهار می‌باشد و دلیل دیگر را باید در ایجاد بارش‌های رگباری دانست، که در مدت کمی مقدار زیادی بارش اتفاق می‌افتد و باعث می‌شود که دبی رودخانه قابل توجه‌تر از فصل پاییز باشد که بارش آن از فصل بهار بیش تر است. رابطه سالانه دبی و بارش با هم هماهنگ نیستند، هر چند که در سال‌های اخیر روند بارش در حوضه مورد مطالعه رو به کاهش می‌باشد، اما این روند کاهشی در دبی رودخانه بسیار شدیدتر از روند کاهشی بارش می‌باشد. رابطه سالانه بارش و دبی تا حدود سال‌های ۷۸-۷۷ با هم هماهنگ است، اما از این سال‌ها به بعد به علت‌های فراوان به یک باره دبی رودخانه روند کاهشی به خود می‌گیرد (شکل شماره ۷) به گونه‌ای که دیگر از این سال‌ها به بعد حتی به مرز میانگین در طی سال‌های آماری نرسیده است. که یکی از علت‌های آن روند کاهشی بارش در طی سال‌های اخیر می‌باشد. علت دوم کاهش دبی در سال‌های اخیر، ایجاد سدهای متعدد در مسیر رودخانه و ایجاد درختکاری و سدهای خشکه چین و ملات‌دار در روی دامنه‌هایی که به رودخانه ختم می‌شوند و استفاده بیش از حد کشاورزان از آب رودخانه و خشکسالی‌های پی‌درپی و چند علت دیگر را می‌توان از دلایل کاهش شدید دبی در طی سال‌های اخیر دانست.



شکل ۷- رابطه بین بارش و دبی سالانه در حوضه مورد مطالعه

#### توزیع دبی ماهانه، فصلی و سالانه:

مقدار دبی رودخانه راوند، با شروع ریزش‌های جوی پاییزی به تدریج شروع به زیاد شدن می‌کند و در ماه‌های اسفند و فروردین به حداکثر خود می‌رسد و حجم قابل ملاحظه‌ای از جریان‌های سطحی در این ماه‌ها تخلیه می‌شود و سپس به علت برداشت‌هایی که در فصول کشاورزی از این رودخانه به عمل می‌آید هر چه به سمت پایین دست می‌رود از مقدار دبی آن کاسته می‌شود و طبیعتاً در ماه‌های تابستان کمترین مقدار دبی را دارا می‌باشد (شکل شماره ۸).



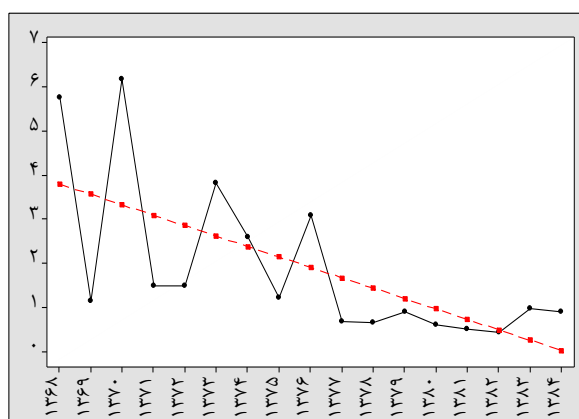
شکل ۸- توزیع دبی ماهانه در منطقه مورد مطالعه

بر اساس داده های جدول شماره ۱۳ و اشکال شماره ۹ و ۱۰ که درصد دبی در فصول گوناگون سال و هم- چنین توزیع دبی سالانه و روند دبی در طی سال‌های آماری را نشان می‌دهند، می‌توان گفت که بیش‌ترین دبی‌ها در فصل زمستان است و بالاتر از ۴۵ درصد از مقدار دبی را به خود اختصاص داده است، بعد از زمستان فصل بهار دومین فصل از نظر مقدار دبی می‌باشد و این در شرایطی است که بارندگی پاییز بیش‌تر از بهار است که دلایل این موضوع در مباحث قبل ذکر گردید. کمترین دبی‌ها هم طبیعتاً مربوط به فصل تابستان می‌باشد. بر اساس این جدول انحراف از معیار دبی در فصل‌های بهار و زمستان بیش‌تر از بقیه فصل‌ها، و ضریب تغییرات فصل تابستان از سه فصل دیگر بیش‌تر است.

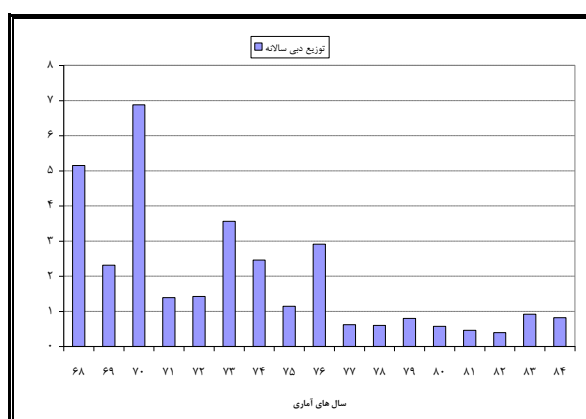
جدول ۱۳- توزیع دبی فصلی در حوضه مورد مطالعه

فصول سال	میانگین دبی	درصد دبی	انحراف معیار	ضریب تغییرات
بهار	۲.۴	۳۳.۷۰	۳.۵۸	۱۴۹.۱۶
تابستان	۰.۱۸	۲.۵۲	۰.۲۹	۱۶۱.۱۱
پاییز	۱.۲۹	۱۸.۱۱	۱.۸۴	۱۴۲.۶۳
زمستان	۳.۲۵	۴۵.۶۴	۳.۴۸	۹۸.۸۶

منبع : تحلیل یافته های نگارندگان، ۱۳۹۰.



شکل ۱۰- روند دبی در طی سالهای آماری



شکل ۹- توزیع دبی سالانه در منطقه مورد مطالعه

بر اساس داده های جدول شماره ۱۴ دبی سالانه رودخانه راوند در اکثر مواقع با بارش ایستگاه‌های سینوپتیک اسلام آباد غرب و باران سنجی بدره‌گرد در طی سال‌های آماری رابطه مستقیمی داشته است.



جدول ۱۴- دبی سالانه و رابطه آن با بارش‌های ایستگاه سینوپتیک و باران سنجی در طی سال‌های آماری ۸۴-۱۳۶۸

سال‌های آماری	دبی متوسط سالانه بر حسب متر مکعب بر ثانیه	بارش متوسط سالانه ایستگاه سینوپتیک	بارش متوسط سالانه ایستگاه باران سنج بدره‌گرد
۱۳۶۸	۵.۷۶	۵۶۸.۵	۵۲۶
۱۳۶۹	۱.۱۴	۳۴۸.۶	۲۹۱
۱۳۷۰	۶.۱۶	۵۶۳.۳	۶۵۸
۱۳۷۱	۱.۴۸	۵۰۷.۸	۴۹۷.۶
۱۳۷۲	۱.۴۸	۶۰۶.۹	۵۶۰.۹
۱۳۷۳	۳.۸	۶۵۶.۳	۴۹۶.۳
۱۳۷۴	۲.۵۷	۴۲۳.۴	۴۵۸.۷
۱۳۷۵	۱.۲	۳۶۷.۸	۴۶۵.۱
۱۳۷۶	۳.۰۶	۶۳۴.۳	۵۶۵.۱
۱۳۷۷	۰.۶۷	۴۱۹.۹	۳۵۸.۹
۱۳۷۸	۰.۶۵	۲۵۲.۴	۲۱۹
۱۳۷۹	۰.۸۸	۳۵۹.۴	۴۴۲.۴
۱۳۸۰	۰.۶	۴۱۶.۴	۲۹۴.۵
۱۳۸۱	۰.۴۹	۴۷۱.۱	۳۹۲.۵
۱۳۸۲	۰.۴۲	۴۴۷.۵	۵۳۳.۵
۱۳۸۳	۰.۹۶	۶۵۴.۳	۵۲۳
۱۳۸۴	۰.۸۷	۴۸۳.۴	۳۸۱.۴

منبع: تحلیل یافته‌های نگارندگان، ۱۳۹۰.

**نتیجه‌گیری:**

- میانگین بارش سالانه در ایستگاه سینوپتیک اسلام آباد غرب حدود ۴۸۱.۳ میلی‌متر است و ضریب تغییرات ۲۴/۵۷ می‌باشد.
- متوسط روزهای دارای بارندگی (بارش‌های بالای یک میلی‌متر) در حوضه مورد مطالعه حدود ۵۶/۷ روز در سال است.
- حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته در ماه‌های اسفند و فروردین اتفاق می‌افتد که طبیعتاً این فصل زمان ریزش بارش‌های رگباری و سیل‌آسا می‌باشد.
- ۶۴/۶۶ درصد بارش‌های سالانه بیش‌تر از ۱ میلی‌متر، ۳۰/۶۷ درصد بارش‌ها بیش‌تر از ۱۰ میلی‌متر و ۴/۶۶ درصد از بارش‌ها بیش‌تر از ۳۰ میلی‌متر می‌باشد.
- حداکثر بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۲ ساله به روش لوگ نرمال ۴۸.۳۸ میلی‌متر و با دوره بازگشت ۵۰ ساله به روش گمبل تیپ ۱، ۹۹.۳۲ میلی‌متر و با دوره بازگشت ۲۰۰ ساله به روش گمبل تیپ ۱، ۱۲۰.۳ میلی‌متر محاسبه شده است.
- بیش‌ترین دبی در فصل زمستان است و بیش‌تر از ۴۵ درصد از مقدار دبی سالانه را به خود اختصاص می‌دهد.
- حداکثر دبی‌های لحظه‌ای در ماه‌های فروردین و اسفند می‌باشد. منشأ اصلی دبی، بارش باران در ماه‌های مذکور، ذوب برف، اشباع بودن خاک و لخت بودن زمین‌ها است و در بعضی مواقع بارش تگرگ در ماه‌های ذکر شده اتفاق می‌افتد و به این خاطر این دو ماه دارای بیش‌ترین دبی در بین ماه‌های سال می‌باشند.
- تعداد روزهای بارشی در طول سال‌های آماری در حال کم شدن است.

- بیش‌ترین روزهای بارشی ۳۰ میلی‌متر و بیش‌تر و یا همان بارش‌های سنگین، همچون بارش‌های بالای ۱۰ میلی‌متر در ماه‌های اسفند و آذر اتفاق می‌افتند و خطر سیل خیزی حوضه در این دو ماه افزایش می‌یابد.
- شدت بارش بر عکس مقدار و تعداد وقوع بارش‌ها در این حوضه بیش‌تر شده است و روندی صعودی نشان می‌دهد. به‌طور خلاصه می‌توان گفت که تعداد روزهای بارشی در حوضه رو به کاهش و شدت بارش رو به افزایش می‌باشد که این موضوع برای منطقه یک ناهنجاری تلقی می‌شود. چرا که طبق بررسی‌های به عمل آمده بارشی که در سال‌های گذشته در بین تعداد بیش‌تری از روزهای سال اتفاق می‌افتاد، در روزهای کمتری متمرکز شده است و یکی از عوامل مهم در سیل خیزی حوضه می‌باشد.
- در سال‌های اخیر روند بارش در حوضه مورد مطالعه رو به کاهش گذاشته، اما این روند کاهشی در دبی رودخانه بسیار شدیدتر از روند کاهشی بارش می‌باشد. تقریباً تا حدود سال‌های ۷۸-۷۷ رابطه سالانه بارش و دبی با هم هماهنگ بوده، اما از آن به بعد به علت‌های فراوان به یک‌باره دبی رودخانه روند کاهشی به خود می‌گیرد، به‌گونه‌ای که دیگر از این سال‌ها به بعد حتی به مرز میانگین در طی سال‌های آماری نرسیده است. که یکی از علت‌های آن روند کاهشی بارش در طی سال‌های اخیر می‌باشد.
- روند افزایش خطر سیل در حوضه آبریز اسلام آباد خصوصاً در دهه‌های اخیر بسیار چشمگیر بوده به‌گونه‌ای که مطابق مطالعات طرح جامع پیش‌گیری از سیل شهر اسلام آباد در سال‌های اخیر حجم رواناب‌های سطحی علی‌رغم کاهش بارندگی‌ها سیر صعودی داشته است.

#### منابع و مأخذ:

۱. حافظنیا، محمدرضا (۱۳۷۷): روش تحقیق در علوم انسانی، انتشارات سمت، چاپ دوم، تهران.
۲. خسروی، محمود (۱۳۷۲): «نقش توسعه شهری در افزایش شدت سیلاب‌ها، مطالعه موردی شهر زاهدان»، هشتمین کنگره جغرافیدانان ایران، دانشگاه اصفهان.
۳. خلیقی، شهرام، محدوی، محمد و بهرام ثقفیان (۱۳۸۴): «بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر سیل خیزی با استفاده از مدل (NRCS) مطالعه موردی در حوضه باراندوز چای در آذربایجان غربی»، مجله منابع طبیعی ایران، سال پنجاه و هشتم، شماره ۴، تهران، صص ۷۴۳-۷۳۳.
۴. خوشحال دستجردی، جواد، غیور، حسنعلی و داریوش رحیمی (بهار و تابستان ۱۳۸۴): «کاربرد مدل ترکیبی گامبل در تجزیه و تحلیل فراوانی بارش‌های حداکثر حوضه کارون شمالی»، مجله جغرافیا و توسعه، سال سوم، شماره ۵، زاهدان، صص ۸۵-۷۳.
۵. رضایی کلج، منوچهر (۱۳۷۹): عوامل مؤثر بر سیل خیزی حوضه آبخیزکن و اولویت بندی زیر حوضه‌ها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، مرکز آموزش عالی امام خمینی، تهران.
۶. سایت سازمان هواشناسی ایران. [www.weather.ir](http://www.weather.ir)
۷. سلیمانی، کریم، یوسفی، عبدالرضا و قادیرقلی کوچک نژاد (زمستان ۱۳۸۲): «بررسی نقش عوامل فیزیوگرافیک حوضه بر دبی‌های حداکثر لحظه‌ای گرگان رود بمنظور ارائه مدل منطقه‌ای سیلاب»، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره پیاپی ۴۰، تهران، صص ۱۷۵-۱۶۱.
۸. سلیمانی، کریم و محمود حبیب نژاد روشن (بهار ۱۳۸۱): «نقش عوامل هیدرو اقلیم در وقوع سیل حوضه نکارود»، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۵، شماره ۱، تهران.
۹. علیجانی، بهلول (۱۳۷۵): آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ اول، تهران.
۱۰. علیزاده امین و همکاران (۱۳۸۵): هوا و اقلیم شناسی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ دوم، مشهد.
۱۱. غیور، حسنعلی و ابوالفضل مسعودیان (۱۳۷۵): «بررسی نظام تغییرات مجموع بارش سالانه در ایران زمین»، مجله نیوار، سال اول، شماره ۱، تهران.

۱۲. فیروزی، فاطمه، نگارش، حسین و محمود خسروی (پاییز ۱۳۹۲): «مدل‌سازی، پیش‌بینی و بررسی روند بارش در ایستگاه‌های منتخب استان فارس». فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال دوم، شماره ۷، مردودشت، صص ۷۷-۹۱.
۱۳. محمدی حسین و مجید جاوری (زمستان ۱۳۸۵): «تغییرات زمانی بارش ایران»، مجله محیط‌شناسی، سال ۳۲، شماره ۴۰، تهران، صص ۸۷-۱۰۰.
۱۴. محمدی، مریم و همکاران (۱۳۸۰): روند تغییرات دما، بارش، رطوبت و ساعات آفتابی در تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و اقلیم‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
۱۵. مرید، سعید و داوود ریاضتی (تابستان ۱۳۸۲): «مقایسه مدل‌های تحلیل منطقه‌ای سیلاب و بارش - رواناب در شرق استان هرمزگان»، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره ۳۸، تهران، صص ۱۹۶-۱۸۱.
۱۶. مسعودیان، سید ابوالفضل (بهار و تابستان ۱۳۸۴): «شناسایی الگوهای گردش پدید آورنده سیلاب‌های بزرگ در کارون»، مجله جغرافیا و توسعه، سال سوم، شماره ۵، زاهدان، صص ۱۶۱-۱۸۳.
۱۷. میرموسوی، حسین و همکاران (۱۳۸۴): مطالعه نوسانات دما و بارش در منطقه شمال غرب ایران بمنظور ارزیابی روند تغییر عناصر اقلیمی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.
18. Broks, K.N. Foliot, P., Gregersen, H.M., Thames, J.L. (1991): *Hydrology and the management of Watershed, Iowa State University.*
19. Drosdowsky, W. (1993): *An Analysis of Australian Seasonal Rainfall anomalies 1950-1987, International Journal OF Climatology.*
20. Ghafouri R.A, (1996): *Deterministic analysis and simulation of runoff in urban catchment, Ph.D, Theses, Wollongong University, Wollongong NSW, Australia.*
21. karunaniti, N, Grenny, W.J, withley, D. and Bovee, K, (1994): *Natural Networks For River Flow prediction, j, Computing IN Civil Engineering.*
22. Laurenson, E. M, (1964): *A catchment storage model for run off routing. Journal of hydrology.*
23. Maidment, D. R, (1993): *A spatially distributed unit, hydrograph by using GIS in application hydrology and water of geographic information system in water resources management.*
24. Sharifi, F, And M, J Boyd, (1994): *A Comparision of the SFB and A WBM rainfall-runoff models, 25<sup>th</sup> Congress of the International Association of Hydrologeologists/ International Hydrology & water Resources Symposiom of the Institution of Engineers, Australia, Adelaide.*

