

مقایسه‌ی برآورد حداکثر بارش محتمل به دو روش آماری در حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی کرج

افسانه عباسی*

دکترزین العابدین جعفرپور**

چکیده:

در این تحقیق حداکثر بارش محتمل (PMP)¹ نقطه‌ای ۱۳ ایستگاه باران سنتجی در حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی کرج طی دوره‌های آماری متفاوت به دو روش آماری، هر شفیلد (۱) و (۲) برآورد گردید که مقادیر آن به ترتیب ۲۷۴ و ۱۳۱/۲۳ میلی متر می‌باشد.

در صورتیکه ضریب جریان حوضه ۴۰ درصد در نظر گرفته شود، دبی متوسط روزانه‌ی آنها به ترتیب $1.071/83m^3/s$ و $513/37m^3/s$ خواهد بود. حداکثر دبی روزانه طی دوره مطالعه در ایستگاه هیدرومتری سیرا (ورودی سد) $152/54m^3/s$ ثبت شده است جدول (۱)، بنابراین نتایج حاصله از روش هر شفیلد (۲) قابل قبول می‌باشد و با رخداد ریزش واقعی در حوضه انطباق دارد.

واژه‌های کلیدی: حداکثر بارش محتمل - حداکثر سیل محتمل - حوضه آبریز سد کرج

* کارشناس ارشد جغرافیا گرایش اقلیم شناسی، از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

** عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت معلم

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۲۸

¹ Probable Maximum precipitation

۱- مقدمه:

اگر چه سیل تنها بلای طبیعی نیست ولی یکی از زیان بارترین آنهاست. انسان در طول تاریخ در قسمتهای مختلف جهان شاهد خسارات ناشی از سیل بوده است، هم اکنون نیز با توجه به پیشرفت علوم در زمینه‌های مختلف آب شناختی و هواشناسی این معضل به قوت خود باقی مانده و انسان در تکاپوی دست یافتن به راهکاری است که بتواند وقوع سیل را پیش‌بینی نماید تا دست کم از زیان‌های ناشی از آن مصون بماند. با توجه به اینکه استان تهران جمعیت کثیری را در خود جای داده لازم است جهت رفع نیازهای آبی این استان و از به هرز رفتن آب، اقدامات جدی بعمل آورد. طراحی سازه‌های آبی براساس اصول علمی و کاربردی مبنی بر برآورد PMP، همچنین بررسی سامانه‌های باران زای تاثیر گذار در منطقه از جمله عوامل مهم و کلیدی هستند که باید مورد مطالعه و بررسی قرار گیرند. بدیهی است در صورت بی توجهی به عوامل ذکر شده حداکثر بارش محتمل به حداکثر سیل محتمل منجر خواهد شد.

هر شفیلد^۱ در سال ۱۹۶۱ با استفاده از فرمول عمومی تناوب و با داشتن آمار باران روزانه بیش از ۲۶۰۰ ایستگاه رسمی که ۹۰ درصد آنها در ایالات متحده آمریکا قرار داشتند دریافت که $km=15$ مقدار پوشی برای داده‌های مشاهده شده حداکثر بارندگی روزانه می‌باشد (خلیلی، ۱۳۸۱، ص ۲۰).

هر شفیلد در سال ۱۹۶۵ مشخص کرد که مقدار km بطور نزولی با متوسط بارندگی حداکثر سالانه تغییر می‌کند و مقدار $km=25$ برای مناطق پرباران خیلی زیاد و برای مناطق خشک خیلی کوچک است (خلیلی، ۱۳۸۱، ص ۲۰). بل^۲ در سال ۱۹۶۹ آماربارندگی ۱۵۷ ایستگاه باران سنجی را در آمریکا با دوره‌ی آماری بیش از ۳۰ سال تحلیل کرد (شیراوند، ۱۳۸۳، ص ۲۵). مک کی^۳ در سال ۱۹۷۰ در کانادا منحنی پوش برای حداکثر بارندگی روزانه‌ی مشاهده شده را تعیین و تغییرات km را با متوسط بارندگی روزانه ارائه کرد (خلیلی، ۱۳۸۱، ص ۲۲). خلیلی در سال ۱۳۷۰ در طرح آبخیزداری حوضه‌ی طالقان P.M.P این حوضه را با روش آماری و سینوپتیکی بدست آورد (خلیلی، ۱۳۸۱، ص ۲۵). قهرمان و سپاسخواه در سال ۱۳۷۳ به برآورد حداکثر بارش محتمل از چند نمونه اقلیمی در مناطق جنوبی ایران اقدام نموده‌اند در این بررسی آمار بارندگی حداکثر روزانه هفت ایستگاه در جنوب، جنوب شرقی و جنوب غربی ایران در محدوده سالهای آماری ۱۹۸۳-۱۹۵۷ استخراج گردید و سپس کوششی جهت برازش بهترین تابع توزیع احتمال برای هر سری از داده‌های فوق بعمل آمد. توابع توزیع احتمال زمان لوگ نرمال، پیرسون نوع ۳، لوگ پیرسون نوع ۳، گامبل نوع ۱، لوگ گامبل و گاما در این آزمون شرکت داده شدند. جهت برآورد P.M.P با استفاده از روش آماری منحنی‌های تغییرات km با میانگین بارندگی حداکثر روزانه ترسیم گردید. مقادیر P.M.P های ۲۶ ساعته برای ایستگاههای آبادان، اهواز، بندرعباس، بوشهر، دزفول، زابل و زاهدان بر اساس روش پیشنهادی قهرمان به ترتیب ۲۵۶/۶، ۲۸۴/۱، ۳۷۷/۴، ۶۲۹/۷،

¹ Hershfiled

² Bell

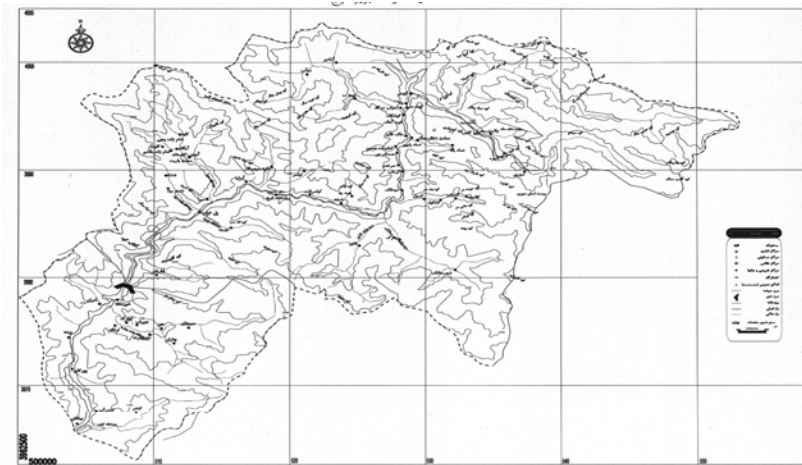
³ Mckay

۲۸۳/۱، ۱۵۹/۱، ۱۷۶/۰، میلی متر بدست آمده است. مقادیر پیشنهادی در برخی از موارد از P.M.P به روش هرشفیلد بیشتر و در پاره‌ای از موارد از آن کمتر است (خلیلی، ۱۳۸۱، ص ۲۶). پیر بلوطی در سال ۱۳۷۴ در پایان نامه‌ی خود نشان داد که برای برآورد PMP به روش آماری، محاسبات باید با ضرب شدن در ضریب رطوبتی واسنجی گردند تا جواب نزدیکتری به روش سنیوپتیکی بدست آید (صالحی پاک، ۱۳۷۸، ص ۲).

هدف از این پژوهش برآورد بالاترین مقدار بارش محتمل در حوضه‌ی مذکور با روش آماری و پیش‌بینی یا کاهش اثرات تخریبی سیل است.

۲- خصوصیات جغرافیایی عرصه‌ی تحقیق:

این حوضه در دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی بین مختصات جغرافیایی 51° تا $51^{\circ} 35'$ طول شرقی و $50^{\circ} / 35'$ تا $36^{\circ} / 11'$ عرض شمالی قرار دارد. این منطقه از شمال به خط تقسیم آب رودخانه‌های حوضه آبریز دریای مازندران از مغرب به دشت قزوین، از جنوب به ارتفاعات سنگی کم ارتفاع و از شرق و جنوب شرقی به دشت تهران و رباط کریم محدود میگردد (مهندسین جاماب، ۱۳۶۸، ص ۲). 61% مساحت این حوضه در ارتفاعی بیش از ۲۵۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد. بیشترین ارتفاع، بیش از ۴۰۰۰ متر در شمال آن و کمترین ارتفاع، ۱۳۲۰ متر در محدوده‌ی پائین سد می‌باشد. ارتفاع متوسط حوضه ۱۶۰۰ متر از سطح دریاست (مهندسین مشاور ری آب، ۱۳۷۱، ص ۴). نقشه‌ی (۱) موقعیت حوضه را نشان می‌دهد (مهندسین آبخیز داران سبز، ۱۳۸۰، ص ۳).



شکل (۱): محدوده‌ی حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی سد کرج
منبع: تحقیقات منابع آب

۳- مواد و روش‌ها:

پس از تهیه‌ی نقشه‌ی ناهمواری رقومی شده در مقیاس $\frac{1}{50000}$ موقعیت کلیه‌ی ایستگاههای اقلیم شناسی و هیدرومتری در درون و پیرامون حوضه شناسایی گردید. جدول (۲) مشخصات ایستگاههای منتخب و جدول (۳) حداکثر بارشهای ۲۴ ساعته‌ی ایستگاهها را نشان می‌دهد. به منظور همگنی آمار کلیه‌ی ایستگاهها از روش غیر نموداری «Runtest» استفاده گردید و همگنی آنها تأیید شد (علیزاده، ۱۳۷۵، ص ۵۲۲).

جدول (۱) آمار ایستگاه هیدرومتری سیرا (ورودی سد).

سال	حداکثر دبی روزانه	حداکثر دبی لحظه‌ای	تاریخ
۶۱-۶۲	۴۱/۲۰	-	اردیبهشت ۱۹/
۶۲-۶۳	۴۹/۶۲	-	اردیبهشت/۵۵ و ۴
۶۳-۶۴	۵۰/۷۰	۶۰	اردیبهشت/۴
۶۴-۶۵	۸۷/۱۶	۱۰۷/۲	اردیبهشت/۱۴ و ۱۳
۶۵-۶۶	۱۵۴/۵۴	۲۳۲	فروردین /۳۰
۶۶/۶۷	۶۷/۶۸	۶۷	اردیبهشت /۱۳
۶۷/۶۸	۴۵/۲۹	۷۱	اردیبهشت/۱۸ و ۱۷
۶۸/۶۹	۳۹/۹۵	۴۹/۹	اردیبهشت /۱۰
۶۹/۷۰	۴۸/۷۸	۷۵/۶	فروردین /۱۵
۷۰/۷۱	۸۷/۹۵	۱۰۹/۷	اردیبهشت/۲۳
۷۱/۷۲	۴۳/۶۷	۴۸/۶	اردیبهشت/۳۰
۷۲-۷۳	۸۴/۱۰	۱۴۱	اردیبهشت/۱۰
۷۳-۷۴	۶۵/۵۵	۱۳۶	اردیبهشت /۱۷
۷۴-۷۵	۶۱/۹۶	۷۰	اردیبهشت/۶
۷۵-۷۶	۳۰/۶۲	۳۳/۶	اردیبهشت/۷
۷۶-۷۷	۵۰/۳۷	۶۵/۵	فروردین/۱۰
۷۷-۷۸	۲۰/۸۶	۲۲/۲۰۰	اردیبهشت/۲۰
۷۸/۷۹	۶۳/۴۹	۷۰	فروردین /۵
۷۹-۸۰	۱۲/۲۳	۱۹/۱۷	اردیبهشت/۱۴ و ۱۵
۸۰-۸۱	۱۳/۷۸	۱۳	

ماخذ: تحقیقات منابع آب

جدول (۲) مشخصات ایستگاههای منتخب

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع به متر	سال تأسیس	سال آماری	تعطیل شدن ایستگاه (سال)	دوره آماری استفاده شده (سال)	ملاحظات
۱	آسارا	۵۱-۲۸	۳۵-۵۶	۲۱۰۰	۴۷-۴۸	۴۷-۷۳	۷۳	۱۳	از سال ۵۹-۵۶ آمار وجود ندارد (سالهای مصادف با انقلاب)
۲	معدن گاجره	۵۱-۲۴	۳۶-۰۴	۲۶۰۰	۴۷-۴۸	۴۷-۷۳	۷۳	۱۳	از سال ۵۹-۵۶ آمار وجود ندارد (سالهای مصادف با انقلاب)
۳	دروان	۵۱-۰۲	۳۶-۰۲	۲۲۰۰	۵۱-۵۲	۵۱-۷۴	۷۴	۲۳	از سال ۵۹-۵۶ آمار وجود ندارد (سالهای مصادف با انقلاب)
۴	فشم	۵۱-۳۵	۳۵-۵۸	۲۰۶۰	۵۱-۵۲	۵۱-۸۱		۳۰	دوره آماری به مدت ۳۰ سال کامل است
۵	گنده	۵۱-۰۴	۳۶-۱۰	۲۶۰۰	۵۰-۵۱	۵۰-۸۱-۵		۳۰	دوره آماری به مدت ۳۰ سال کامل است
۶	مورود	۵۱-۰۹	۳۶-۰۱	۲۱۵۰	۶۴-۵۶	۶۴-۸۱		۱۸	دوره آماری به مدت ۳۰ سال کامل است
۷	نساء	۵۱-۲۴	۳۶-۰۴	۲۶۰۰	۴۷-۴۸	۴۷-۸۱		۲۲	سالهای ۵۹-۵۶ آمار وجود ندارد
۸	شهرستانک	۵۱-۲۱	۳۵-۵۸	۲۱۵۰	۴۷-۴۸	۴۷-۸۱		۲۲	سالهای ۵۹-۵۶ آمار وجود ندارد
۹	سد امیرکبیر	۵۱-۰۶	۳۵-۵۷	۱۵۸۸	۴۷-۴۸	۴۷-۸۱		۲۲	سالهای ۵۹-۵۶ آمار وجود ندارد
۱۰	سیرا	۵۱-۰۹	۳۶-۰۲	۱۷۹۰	۴۷-۴۸	۴۷-۸۱		۳۰	دوره آماری به مدت ۳۰ سال کامل است
۱۱	بیلقان	۵۱-۰۲	۳۵-۰۵	۱۳۶۰	۴۵-۴۶	۴۵-۸۱		۳۰	دوره آماری به مدت ۳۰ سال کامل است
۱۲	ولیان	۵۰-۵۰	۳۵-۰۲	۱۷۴۰	۵۱-۵۲	۵۱-۸۱		۳۰	دوره آماری به مدت ۳۰ سال کامل است
۱۳	آهار	۵۱-۲۸	۳۵-۵۶	۲۱۰۰	۴۹-۵۰	۴۹-۸۰		۲۹	دوره آماری به مدت ۳۰ سال کامل است

ماخذ: تحقیقات منابع آب

جدول (۳) حداکثر بارشهای ۲۴ ساعته ایستگاههای منتخب بر حسب میلی متر

ردیف	ایستگاه سال آبی	شهرستانک	معدن کاجر	دوران	آسارا	آهار	فشم	ولیان	گنه ده	بیلقان	سیرا	امیرکبیر	نساء	مورود
۱	۱۳۵۲-۱۳۵۳			۲۹/۵		۳۵	۵۰	۲۶	۷۰	۲۲	۴۷			
۲	۱۳۵۳-۱۳۵۴			۴۰		۴۸	۵۲/۵	*۵۰	۵۴	۳۳	۸۲/۵			
۳	۱۳۵۴-۱۳۵۵			۴۸		۴۱	۵۲	۴۲	۴۹	۲۵	۸۲			
۴	۱۳۵۵-۱۳۵۶			۳۰		۴۹	۵۴	۳۲	۳۲	۳۲	۳۷/۵			
۵	۱۳۵۶-۱۳۵۷			۲۷		۳۱	۳۷	۳۲	۵۰	۲۶	۵۶			
۶	۱۳۵۷-۱۳۵۸			۴۱		*۱۲۹	*۷۵	۲۸	۵۲	۵۲	۶۹			
۷	۱۳۵۸-۱۳۵۹			۲۴		۳۵	۳۳/۵	۲۶	۵۱	۳۲	۴۰			
۸	۱۳۵۹-۱۳۶۰	۲۵/۱	۲۸	۳۰	۲۰/۵	۴۲	۳۱	۲۸	۴۲	۴۳	۳۷	۲۴/۴	۴۰/۵	
۹	۱۳۶۰-۱۳۶۱	۵۲/۳	۲۶	۲۳	۲۸	۳۴	۳۵	۲۸	۳۶	۲۱	۴۳	۳۰/۱	۳۸	
۱۰	۱۳۶۱-۱۳۶۲	۲۸/۳	۲۸	۲۸	۳۲/۶	۵۹	۵۰	۳۰	*۷۵	۴۸	۴۲/۵	۴۰/۵	۴۵	
۱۱	۱۳۶۲-۱۳۶۳	۳۵	۲۷	۲۲	۲۵	۳۵	۶۰	۲۸	۲۹	۳۸	۴۴	۳۵	۳۱/۴	
۱۲	۱۳۶۳-۱۳۶۴	۳۵	۳۰	۳۰	۴۵	۴۵	۳۷/۵	۲۰	۴۸	۳۰	۴۱/۵	۳۰	۵۰	
۱۳	۱۳۶۴-۱۳۶۵	۴۶	*۴۸	۴۰	۴۲	۴۲	۷۰	۵۴	۷۲	۳۲	۳۸	۳۴/۴	۵۹/۵	۳۳
۱۴	۱۳۶۵-۱۳۶۶	۳۷/۷	۳۷/۷	۳۳/۷	۳۵	۳۵/۵۸	۴۲	۵۴/۵	۵۷	۴۲/۵	۴۴/۵	۳۳/۵	۴۵	۵۶
۱۵	۱۳۶۶-۱۳۶۷	۴۱/۴	۴۳	۳۸	۴۵	۳۰	۴۵	۴۸	۵۵	۲۲	۵۱/۵	۳۳/۶	۳۱/۵	۳۰/۵
۱۶	۱۳۶۷-۱۳۶۸	۲۹/۵	۳۸	۲۴	۳۳	۴۷	۳۳	۳۶	۲۶	۴۲	۴۷	۳۲	۳۹	۴۰
۱۷	۱۳۶۸-۱۳۶۹	۲۸	۳۵	۲۵/۲۵	۳۲/۵	۳۸	۳۴	۱۴	۶۰	۲۰	۲۷	۱۸	۳۳/۲	۲۶
۱۸	۱۳۶۹-۱۳۷۰	۳۴	۳۶	۳۶	۳۲/۵	۳۴	۵۴/۵	۲۹	۴۳/۵	۵۳/۵	۴۳	۴۰	۴۶/۶	۵۱
۱۹	۱۳۷۰-۱۳۷۱	۳۲/۵	۲۰	۳۳	۳۳	۴۸	۵۴	۲۵	۴۳	۱۸	۵۲	۲۵	۶۸	۳۸/۵
۲۰	۱۳۷۱-۱۳۷۲	۴۲	۲۸	۳۴	۳۲	۶۲	۴۲	۲۸	۵۵	۲۳	۳۶	۲۴	۵۲	۳۴

ادامه جدول (۳) حداکثر بارشهای ۲۴ ساعته ایستگاههای منتخب بر حسب میلی متر

ردیف	ایستگاه سال آبی	شهرستانک	معدن کاجر	دوران	آسارا	آهار	فشم	ولیان	گنه ده	بیلقان	سیرا	امیرکبیر	نساء	مورود
۲۱	۱۳۷۲-۱۳۷۳	۴۴/۵	۴۳	۶۲	*۵۶/۵	۴۶	۵۳	۳۲	۴۳	۲۴/۵	۶۳	۵۰	۵۹	۵۹
۲۲	۱۳۷۳-۱۳۷۴	*۵۶/۵	*۷۵			۸۸	۵۳	۴۲	۶۳	۵۰	*۸۷	۵۸	۷۳/۵	۸۲/۵
۲۳	۱۳۷۴-۱۳۷۵	۴۸	۴۶	۵۷	۵۷	۴۵	۴۵	۱۵	۴۲	۳۵/۵	۸۶	۶۰	۴۸	۸۴
۲۴	۱۳۷۵-۱۳۷۶	۲۷/۵				۵۱	۴۰	۱۴/۵	۴۵	۱۴	۲۴/۵	۲۰/۵	۲۹	۲۸
۲۵	۱۳۷۶-۱۳۷۷	۳۳				۳۰	۲۹	۳۱/۵	۵۱	۳۴	۳۳	۲۷/۷	۳۵	۳۵
۲۶	۱۳۷۷-۱۳۷۸	۴۵				۴۱	۴۵	۲۲	۲۴	۱۱/۵	۳۲	۲۲	۴۲/۵	۲۹
۲۷	۱۳۷۸-۱۳۷۹	۳۶				۵۲	۴۸	۴۵	۶۵	۱۷/۵	۵۷	۴۱	۳۸	۴۷
۲۸	۱۳۷۹-۱۳۸۰	۴۷				۴۱	۴۰	۳۱	۳۲	۲۷	۳۶	۳۱	۴۴	۶۰
۲۹	۱۳۸۰-۱۳۸۱	۳۰				۴۸	۳۹	۲۸/۵	۶۶	۲۷/۵	۳۵	۳۵/۵	۴۰	۴۹
۳۰	۱۳۸۱-۱۳۸۲	۳۹				۴۴/۵	۴۲	۳۸/۵	۵۸	۱۸/۵	۳۳/۵	۲۵/۵	۴۲/۵	۴۲/۵
۸۲۵	جمع	۸۳۰/۶	۴۳۰		۴۶۲/۶	۱۴۲۴	۱۳۶۵/۵	۸۷۵	۱۴۵۱/۵	۸۹۴	۱۴۴۸	۷۸۸/۷	۹۸۸/۷	
۴۵/۸	میانگین	۳۷/۷۵	۳۳/۰۷	۳۷/۴	۳۵/۵۸	۴۹/۱۰	۴۵/۵۱	۲۹/۱	۴۸/۳۸	۲۹/۸	۴۸/۲۶	۳۳/۵۷	۴۴/۹۴	
۱۷/۲۶	انحراف معیار	۸/۶۳	۸/۱۶	۱۲/۴۶	۹/۰۶	۲۰/۵۴	۱۰/۶۳	۷/۸۲	۱۳/۱۵	۱۱/۵۶	۱۷/۴۵	۱۱/۲۲	۱۱/۳۳	

(ماخذ: تحقیقات منابع آب)

*حداکثر میزان بارش در طول دوره آماری

۳-۱- محاسبه PMP به روش هرشفیلد (۱):

بر اساس فرمول عمومی فراوانی (Chow، ۱۹۶۱) هرشفیلد رابطه‌ی PMP را بر اساس این روش ادامه داد.

$$XT = \bar{X}_n + kt.S_n \quad (۱)$$

رابطه t برگشت برای دوره سالانه برای حداکثر بارندگی سالانه

$$\bar{X}_n = \text{میانگین } n \text{ ماکزیمم سالانه}$$

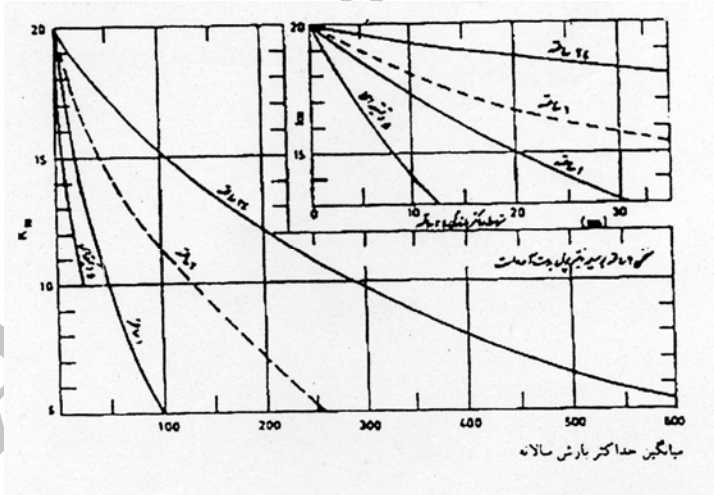
$$K_m = \text{فاکتور فراوانی وابسته به } t \text{ و توزیع فراوانی می‌باشد.}$$

$$S_n = \text{انحراف معیار } n \text{ ماکزیمم سالانه}$$

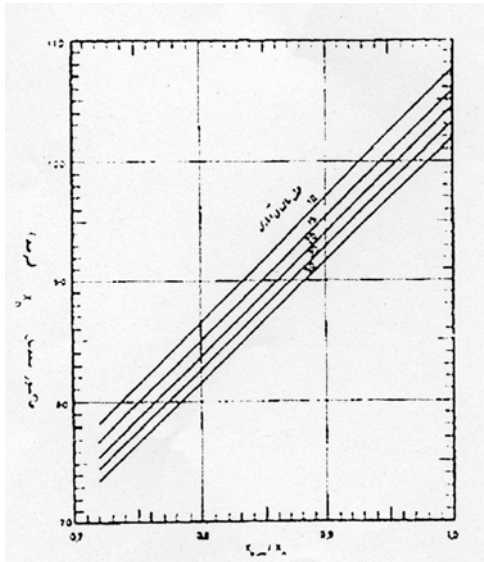
$$PMP = \bar{X}_n + k_m.S_n \quad (۲)$$

در این رابطه K_m جایگزین Kt شد. رابطه‌ی (۲)

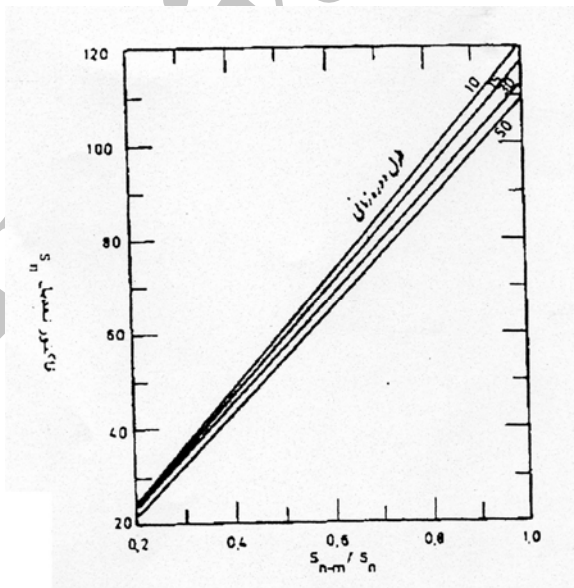
پس از محاسبه‌ی میانگین و انحراف معیار داده‌ها برای هر ایستگاه، ضرایب تعدیل میانگین و انحراف معیار از نمودارهای زیر استخراج و انحراف معیار تعدیل شده برآورد گردید.



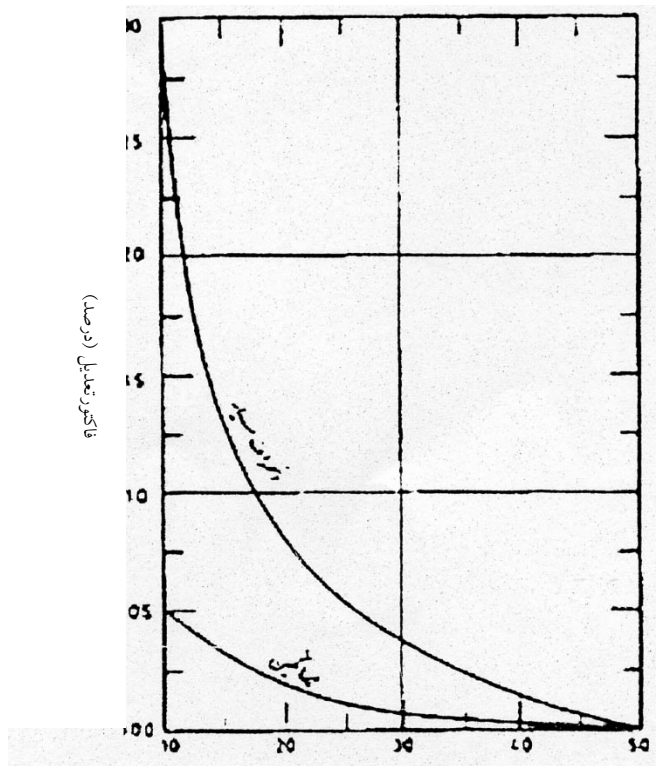
شکل (۲): K_m به عنوان تابعی از تداوم بارش و میانگین داده‌ها
(ماخذ W.M.O, 332)



شکل (۳): تصحیح میانگین سری‌های سالانه برای حداکثر بارندگی مشاهده شده
(ماخذ W.M.O, 332)



شکل (۴): تصحیح انحراف معیار داده‌ها برای حداکثر بارندگی مشاهده شده
(ماخذ W.M.O, 332)



طول دوره آماری (سال)

شکل (۵): تصحیح میانگین و انحراف معیار داده‌های سالانه برای طول دوره آماری
(ماخذ W.M.O, 332)

سپس مقادیر PMP با استفاده از ضرایب تعدیل سطح و بازه‌ی زمانی مشاهداتی ۲۴ ساعته محاسبه شد جدول (۴) نتایج حاصله را نشان می‌دهد، در این جدول مقادیر k_1, k_2, k_3, k_4 به ترتیب نمایانگر ضریب تعدیل میانگین برای حداکثر مقدار مشاهداتی، ضریب تعدیل میانگین برای طول دوره‌ی آماری، ضریب تعدیل انحراف معیار برای حداکثر مشاهداتی و ضریب تعدیل انحراف معیار برای طول دوره‌ی آماری به درصد می‌باشند.

جدول (۴) برآورد نقطه‌ای PMP برای هریک از ایستگاهها به روش هرشغیلد (۱).

ایستگاه	\bar{X}	S_n	$\frac{X_n - m}{X_n}$	$\frac{S_n - m}{S_n}$	K_1	K_2	K_3	K_4	\bar{X}_n^*	S_n^*	K_m	ضریب ثابت	PMP
گنده	۴۸/۳۸	۱۳/۱۵	۰/۹۹	۰/۹۴	۱۰۱	۱۰۲	۱۰۵	۱۰۳	۴۹/۸۴	۱۴/۲۲	۱۷/۷	۱/۱۳	۳۴۰/۷۶
مورود	۴۵/۸	۱۷/۲۶	۰/۹۵	۰/۸۸	۹۸	۱۰۲	۱۰۵	۱۱۱	۴۵/۹	۱۹/۱۵	۱۷/۸	۱/۱۳	۴۳۵/۹۵
نساء	۴۴/۹۴	۱۱/۳۳	۰/۹۶	۰/۸۵	۱	۱۰۱	۱۰۵	۱۰۷	۴۵/۳۸	۱۲/۱۲	۱۷/۸	۱/۱۳	۲۹۵/۱۲
شهرستانک	۳۷/۷۵	۸/۶۳	۰/۹۷	۰/۹	۱۰۲	۱۰۱	۱۰۶	۱۰۷	۳۸/۸۹	۹/۷۸	۱۸	۱/۱۳	۲۴۳/۰۳
امیرکبیر	۳۳/۵۷	۱۱/۲۲	۰/۹۶	۰/۸۷	۱۰۰	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۷	۳/۹	۱۲/۱۲	۱۸/۱	۱/۱۳	۲۸۶/۳۰
سیرا	۴۸/۲۶	۱۷/۴۵	۰/۹۷	۰/۹۲	۱۰۰	۱۰۱	۱۰۵	۱۰۳	۴۸/۷۴	۱۸/۸۷	۱۷/۵	۱/۱۳	۴۲۸/۲۷
بیلقان	۲۹/۸	۱۱/۵۶	۰/۹۷	۰/۹۴	۱۰۰	۱۰۱	۱۰۲	۱۰۳	۳۰/۰۹	۱۲/۱۴	۱۸/۵	۱/۱۳	۲۸۷/۸۹
ولیان	۲۹/۱	۷/۸۲	۰/۹۷	۰/۸۸	۱۰۰	۱۰۱	۹۸	۱۰۳	۲۹/۳۹	۷/۸۹	۱۸/۴	۱/۱۳	۱۹۷/۲۳
قشم	۴۵/۵۱	۱۰/۶۳	۰/۹۷	۰/۸۷	۱۰۰	۱۰۱	۹۹	۱۰۴	۴۵/۹۶	۱۰/۹۴	۱۷/۴	۱/۱۳	۳۶۷/۱۲
آسارا	۳۵/۵۸	۹/۰۶	۰/۹۵	۰/۷۷	۱۰۴	۱۰۱	۷۷	۱۱۵	۳۷/۳۷	۸/۰۲	۱۸	۱/۱۳	۲۰۵/۴
گاجره	۳۳/۰۷	۸/۱۶	۰/۹۶	۰/۸۸	۱۰۲	۱۰۴	۸۸	۱۱۵	۳۵/۰۸	۸/۲۵	۱۷/۸	۱/۱۳	۲۰۵/۷۴
دراوان	۳۶/۴	۱۱/۴۶	۰/۹۵	۰/۷۶	۹۹	۱۰۲	۹۵	۱۰۱	۳۳/۴۱	۱۱/۳۲	۱۸/۱	۱/۱۳	۲۶۹/۴۰
آهار	۴۹/۱۵	۲۰/۵۴	۰/۹۴	۰/۶۹	۹۷	۱۰۲	۶۹	۱۰۱	۴۸/۱۰	۱۴/۳۱	۱۷/۲	۱/۱۳	۲۳۲/۵۶

* میانگین و انحراف معیار تعدیل شده

۲-۳- محاسبه P.MP به روش هرشغیلد (۲):

تفاوت این روش با روش اول در محاسبه مقدار K_m است که مطابق فرمول زیر

$$K_m = \frac{X_1 - \bar{X}_n}{S_n}$$

برآورد شد، در آن:

(پایمزد، ۱۳۸۱، ص ۴۸)

 X_1 = بالاترین مقدار ماکزیمم بارندگی سالیانه مشاهده شده. \bar{X}_n = میانگین ماکزیمم‌های سالیانه به جز بیشترین مقدار مشاهده شده یعنی (x_1) S_n = انحراف معیار ماکزیمم‌های سالیانه به جز بیشترین مقدار (x_1)

بنابراین با توجه به شرایط ذکر شده برای هر مقدار حداکثر مشاهده شده در سری داده‌ها یک مقدار km بدست آمد. پس از محاسبه‌ی کلیه‌ی km ها حداکثر آنها انتخاب شد و در برآورد PMP برای تمامی ایستگاههای مورد استفاده قرار گرفت. تنها تعدیلی که در این روش بکار رفت تعدیل برای محدوده‌ی زمانی ثبت مشاهداتی می‌باشد یعنی مقدار (۱/۱۳).

بیشترین مقدار km مربوط به ایستگاه آهار است که برای سایر ایستگاهها نیز منظور گردید، بدین ترتیب PMP کلیه ایستگاههای مذکور محاسبه شد. جدول (۵) نتایج را نشان میدهد.

جدول (۵) برآورد نقطه‌ای PMP برای هر یک از ایستگاهها به روش دوم هر شفیلد

ایستگاه	\bar{X}	Sn	برای هر ایستگاه Km.	Km منتخب	ضریب ثابت	PMP
گنده ده	۴۸/۳۸	۱۳/۱۵	۲/۲۱	۵/۷۹	۱/۱۳	۱۴۲/۹۹
مورود	۴۵/۸	۱۷/۲۶	۲/۵۴	۵/۷۹	۱/۱۳	۱۶۴/۸۸
نساء	۴۴/۹۴	۱۱/۳۳	۳/۰۸	۵/۷۹	۱/۱۳	۱۲۴/۹۱
شهرستانک	۳۷/۷۵	۸/۶۳	۲/۵۲	۵/۷۹	۱/۱۳	۹۹/۱۲
امیرکبیر	۳۳/۵۷	۱۱/۲۲	۲/۸۱	۵/۷۹	۱/۱۳	۱۱۱/۳۴
سیرا	۴۸/۲۶	۱۷/۴۵	۲/۴۷	۵/۷۹	۱/۱۳	۱۶۸/۷
بیلقان	۲۹/۸	۱۱/۵۶	۲/۲۶	۵/۷۹	۱/۱۳	۱۰۹/۳
ولیان	۲۹/۱	۷/۸۲	۳/۱۲	۵/۷۹	۱/۱۳	۸۴/۰۳
فشم	۴۵/۵۱	۱۰/۶۳	۳/۲۹	۵/۷۹	۱/۱۳	۱۲۰/۹۷
آسارا	۳۵/۵۸	۹/۰۶	۳/۲۰	۵/۷۹	۱/۱۳	۹۹/۴۷
گاجره	۳۳/۰۷	۸/۱۶	۲/۲۳	۵/۷۹	۱/۱۳	۹۰/۷۵
دراوان	۳۷/۴	۱۲/۴۶	۴/۲۱	۵/۷۹	۱/۱۳	۱۲۲/۶۵
آهار	۴۹/۱	۲۰/۵۴	۵/۷۹*	۵/۷۹	۱/۱۳	۱۸۹/۸۷

۴- منحنی DAD^۱

برای رسم منحنی DAD، سطوح واقع شده بین دو خط همباران در میانگین بارندگی دو خط همباران ضرب و سپس بطور تجمعی با یکدیگر جمع گردید و پس از محاسبه به کل سطح حوضه تقسیم شد (WMO,NO,237) بر اساس جدولهای ۶ و ۷، منحنی‌های D.A.D به کمک نرم‌افزار excel رسم شد منحنی (۱) و نقشه‌های (۶ و ۷) به

¹ - Depth Area. Duration

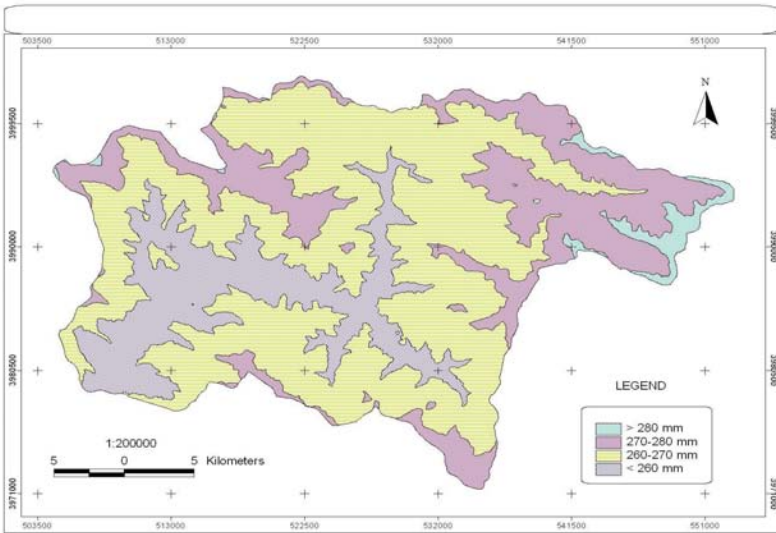
کمک نرم افزار Gis رسم گردید که حجم بارش بیشینه محتمل را در هر یک از سطوح نشان می‌دهد.

جدول (۶) محاسبه ارتفاع، مساحت و حجم بارش در نقشه همباران PMP به روش اول هرشفیلد در حوضه رودخانه سد کرج

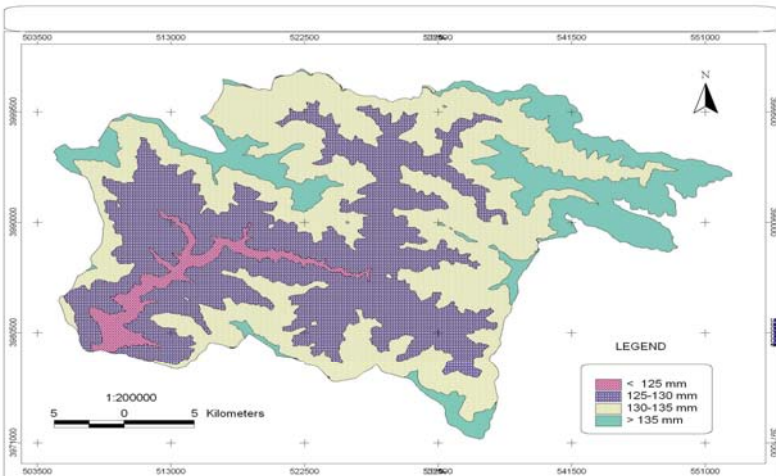
۱	۲	۳	۴ = ۲ × ۳	۵	۶	۷ = ۶ ÷ ۵
میزان بارندگی بین دومنحی همباران m.m	میانگین باران بین دو خط همباران m.m	سطح بین دوخط همباران Km^2	حجم بارش M^3	مساحت تجمعی Km^2	حجم تجمعی بارش به هزار متر مکعب	میزان متوسط بارندگی در سطح تجمعی m.m
> ۲۸۵	۲۸۵	۱۵۷/۸	۴۴۹۷۳	۱۵۷/۸	۴۴۹۷۳	۲۸۵
۲۷۰-۲۸۰	۲۷۵	۴۶۳/۷۵	۱۲۷۵۲۳	۶۴۱/۵۵	۱۷۲۴۹۶	۲۷۷/۵۳
۲۶۰-۲۷۰	۲۶۵	۲۰۳/۳۰	۵۳۸۷۷۱۵	۸۲۴/۸۵	۲۲۶۳۷۳/۱۵	۲۷۴/۴۴
< ۲۶۰	۲۵۵	۲۰/۱۵	۵۱۳۰/۶	۸۴۵	۲۳۱۵۰۳/۷۵	۲۷۳/۹۸

جدول (۷) محاسبه ارتفاع، مساحت و حجم بارش در نقشه همباران PMP به روش دوم هرشفیلد در حوضه رودخانه سد کرج

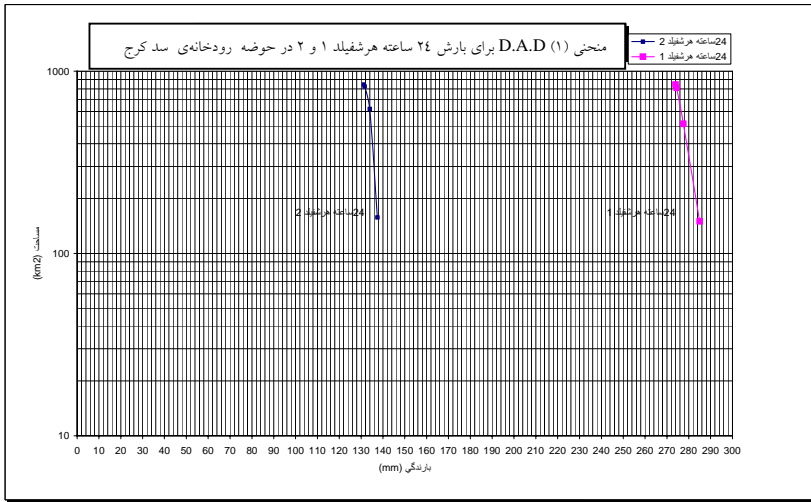
۱	۲	۳	۴ = ۲ × ۳	۵	۶	۷ = ۶ ÷ ۵
میزان بارندگی بین دومنحی همباران m.m	میانگین باران بین دو خط همباران m.m	سطح بین دوخط همباران Km^2	حجم بارش M^3	مساحت تجمعی Km^2	حجم تجمعی بارش به هزار متر مکعب	میزان متوسط بارندگی در سطح تجمعی m.m
> ۱۳۵	۱۳۷/۵	۱۵۰	۲۰۶۲۵	۱۵۰	۶۲۵/۲۰	۱۳۷/۵
۱۳۰-۱۳۵	۱۳۲/۵	۳۶۳/۸	۴۸۲۰۶/۱۵	۵۱۳/۸۱	۶۸۸۳۱/۱۵	۱۳۳/۹۵
۱۲۵-۱۳۰	۱۲۷/۵	۲۹۷/۲۰	۳۷۸۹۴/۲۷	۸۱۱	۱۰۶۷۲۵/۴۲	۱۳۱/۵۹
< ۱۲۵	۱۲۲/۵	۳۴	۴۱۶۵	۸۴۵	۱۱۰۸۹۰/۴۲	۱۳۱/۲۳



شکل (۶) PMP حوضه‌ی رودخانه سد کرج به روش هرشفیلد ۱



شکل (۷) PMP حوضه‌ی رودخانه سد کرج به روش هرشفیلد ۲



۵- نتایج و بحث:

برآورد حداکثر بارش محتمل در حوضه‌ی مورد مطالعه به روش هرسفیلد (۱) ۲۷۴ میلی‌متر و با روش هرسفیلد (۲) ۱۳۱/۲۴ میلی‌متر محاسبه گردید.

$$۲۷۳ / ۹۸ \times ۸۴۵۰۰۰ \div ۸۶۴۰۰ = ۲۷۳۶ / ۵۶ \text{ m}^3/s$$

$$۲۷۳۶ / ۵۶ \times \%۴ = ۱۰۷۱ / ۸ \text{ m}^3/s$$

حداکثر دبی متوسط روزانه به روش هرسفیلد (۱)

$$۱۳۱ / ۲۳ \times ۸۴۵۰۰۰ \div ۸۶۴۰۰ = ۱۲۸۳ / ۴۴ \text{ m}^3/s$$

$$۱۲۸۳ / ۴۴ \times \%۴ = ۵۱۳ / ۳۷ \text{ m}^3/s$$

حداکثر دبی متوسط روزانه به روش هرسفیلد (۲)

با توجه به اینکه دبی متوسط روزانه مشاهده شده در دوره‌ی ۲۰ ساله در ایستگاه سیرا^۳ ۱۵۴/۵۴ m^۳ است. پس منطقی به نظر می‌آید که حداکثر دبی متوسط روزانه بالاتر از مقادیر محاسبه شده ممکن نمی‌باشد.

نتایج محاسبات نشان داد که در روش هرسفیلد(۱)، مقادیر بسیار بزرگتر از مقدار

واقعی حداکثر دبی است

که در حوضه اتفاق افتاده؛ اما در روش دوم هرشفیلد، ارقام حاصله در مقایسه با بارندگی‌های رخ داده منطقی است. بنابراین با استفاده از روش مذکور می‌توان در برنامه‌ریزی‌های سدسازی، منابع و مدیریت آب و پیش‌گیری از سیلات مشارکت داشت.

شایان ذکر است که در بررسی محاسبه PMP انجام شده با روش سینوپتیکی همگرایی برای یک دوره‌ی ۲۴ ساعته ۱۴۰/۵۶ میلی‌متر بدست آمده (عباسی، ۱۳۸۵، ص ۸۸) که در مقایسه با PMP بدست آمده در هر شفیلد ۲ ۱۳۱/۲۳ میلی‌متر هم خوانی دارد.

Archive of SID

منابع و مأخذ:

- ۱- پایمزد، شهلا، ۱۳۸۱، برآورد حداکثر بارش محتمل به روش آماری و سینوپتیک و مقایسه آنها با یکدیگر و محاسبه P.M.F، مطالعه موردی شرق استان هرمزگان، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۲- خلیلی، علی. ۱۳۸۱. برآورد PMP آماری در سطح زمانی استاندارد در گستره ایران و پهنه‌بندی کشور از دیدگاه قانونمندی‌های آن معاونت پژوهشی و آموزشی وزارت راه و ترابری سازمان هواشناسی کشور.
- ۳- شیرواند، هنگامه، ۱۳۸۳، برآورد حداکثر بارش محتمل به روش سینوپتیک، مطالعه ی موردی سد گلستان، دانشگاه تهران، گروه جغرافیا.
- ۴- صالحی پاک، تهمینه، ۱۳۷۸، برآورد حداکثر بارش محتمل به روش سینوپتیک، مطالعه ی موردی حوضه آبخیز سد ماملو، دانشگاه تربیت معلم، گروه جغرافیا.
- ۵- عباسی، افسانه، ۱۳۸۵، برآورد حداکثر بارش محتمل به روش آماری و سینوپتیک، مطالعه ی موردی حوضه آبریز رودخانه سد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه جغرافیا.
- ۶- عزیزاده، امین، ۱۳۷۷، اصول هیدرولوژی کاربردی، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۷- مهندسین آبخیزداران سبز، ۱۳۸۰، گزارش پوشش گیاهی حوضه آبخیز سیرا (کرج)، سازمان جهاد کشاورزی استان تهران.
- ۸- مهندسین مشاور جاماب وابسته به وزارت نیرو، ۱۳۶۸، طرح جامع آب کشور حوضه آبریز شور، کرج و جاجرود.
- ۹- مهندسین مشاور ری آب، ۱۳۷۱، اقلیم شناسی و آبهای سطحی، طرح تأمین آب مشروب شهر تهران، وزارت نیرو، سازمان آب منطقه‌ای تهران، گزارش مرحله اول جلد دوم.

- 10- Hirschfield, David. M. 1961. Magnitude of Hydrological frequency factor in maximum rainfall estimation.
- 11- Hersfield, D. M, 1965: Method estimating P.M.P, Journal American water works association.vol, 57.
- 12- Project planning report , karaj, Dam,1956, volum I, plan organization Government of Iran , Harza Engineering company international.
- 13- WMO, Manual for D.A.D analesis for storm precipitation.
- 14-WMO , 1986 manual of estimation of PMP.

Archive of SID