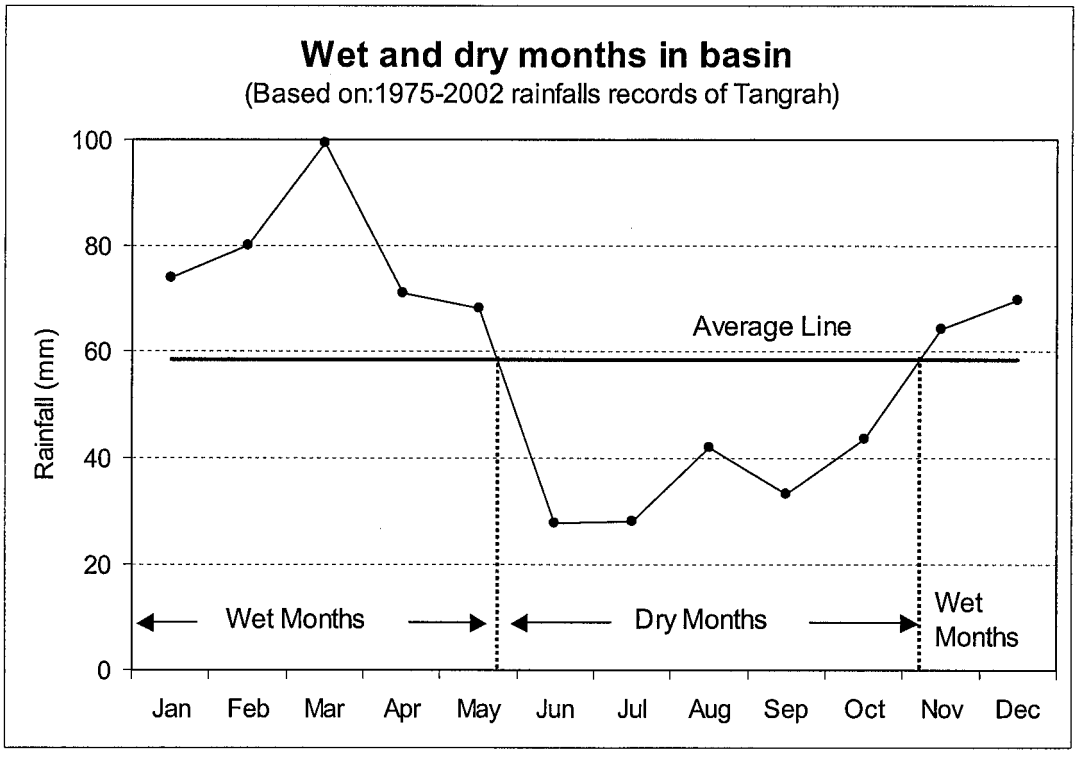
۲-۵ – هواشناسی

۲-۵-۱- آب و هوا

منطقه مطالعاتی ، حوزه آبخیز مادرسو محدوده بین ۲۱ ' ۵۵ تا ۲۸ ' ۵۶ طول شرقی و ۵۸ ' ۳۶ تا ۳۰ ' ۳۷ عرض شمالی قرار دارد الگوی توزیع بارندگی در این حوزه آنالیز گردیده است .مطالعات منطقه نیمه خشک از نظر آب و هوائی را در این منطقه نشان می دهد . مقدار بارندگی ماهیانه و سالانه در ایستگاهها متغیر است . برای مثال بارندگی سالیانه ۵۹۵ mm در تنگراه ، ۳۵۷ mm در دشت شاد و ۱۹۸ mm در ربات قربیل می باشد مشابه این بارندگی ماهیانه درماه فروردین ۹۹ mm در تنگراه ، ۴۵ mm در دشت شاد و ۳۰ mm در ربات قره بیل می باشد ماه فروردین پر باران ترین ماه در این حوزه می باشد . بعد از انالیز بارندگی ماهیانه و سالانه در ایستگاههای حوزه نشان می دهد که از ماه آبان تا اردیبهشت ماه های تر بوده و از ماه خرداد تا مهر ماههای خشک می باشند (شکل ۲-۴۲) مطابق معمول ، بارندگی همرفتی ، کوهستانی ، چرخه و موسمی در حوزه آتفاق می افتد.



شکل ۲-۴۲ ماههای تر و خشک در حوزه آبخیز ماد رسو

۱- بارندگی همرفتی

ابرها در دریای مدیترانه ای با پیشرفت همرفتی در طول فصول گرم گسترش یافته و به ایران توسط بادهای فصلی انتقال می یابد . این ابرها در طی فصل تابستان بارندگی را در تمام سطح کشور بعد از غلظت این ابر بر طبق معمول بوجود می اورد

۲- بارانهای کوهستانی

وقتی ابرها به تمام نقاط دریای مدیترانه و نقاط دیگر انتقال می یابد ، ابر مرطوب ، با هوای گرم لایه های بالای کوههای البرز و زاگرس برخورد کرده ، و ابرها افزایش یافته و بخاطر تمرکز در این نقاط بارندگی ایجاد می نماید مشابه این ابر و هوای خشک ازسیبری (غیرچرخه ای) وقتی از بالای دریای خزر عبور می نماید رطوبت آن افزایش یافته است و بعلت تمرکز در این نقطه و اثرات کوههای البرز بارندگی را ایجاد می نماید خطوط منحنی همباران در جهت شمال به جنوب در مسیر کوه البرز گسترش می یابد .

۳- باران چرخه ای (گردباد)

گردبادها یا طوفانهای شدید در دریای مدیترانه توسعه یافته اند و موقعی که از ایران می گذرند باعث ایجاد بارش می شوند

٤- بارانهای موسمی

بارانهای موسمی در خلیج بنگال و اقیانوس هند توسعه یافته اند و باعث بارش در ایران می شوند ایجاد جبهه پرفشار نیمه حاره ای (STEP) یکی از دلایل عدم بارش کافی بارانهای موسمی است . مطالعه توزیع باران ماهیانه در حوضه مادر سو نشان می دهد که ژوئن تا اکتبر ماههای خشک می باشند ؛ ولی بارنهای موسمی در می تا سپتامبر رایج هستند .

۲-٥-۲- شبکه هواشناسی

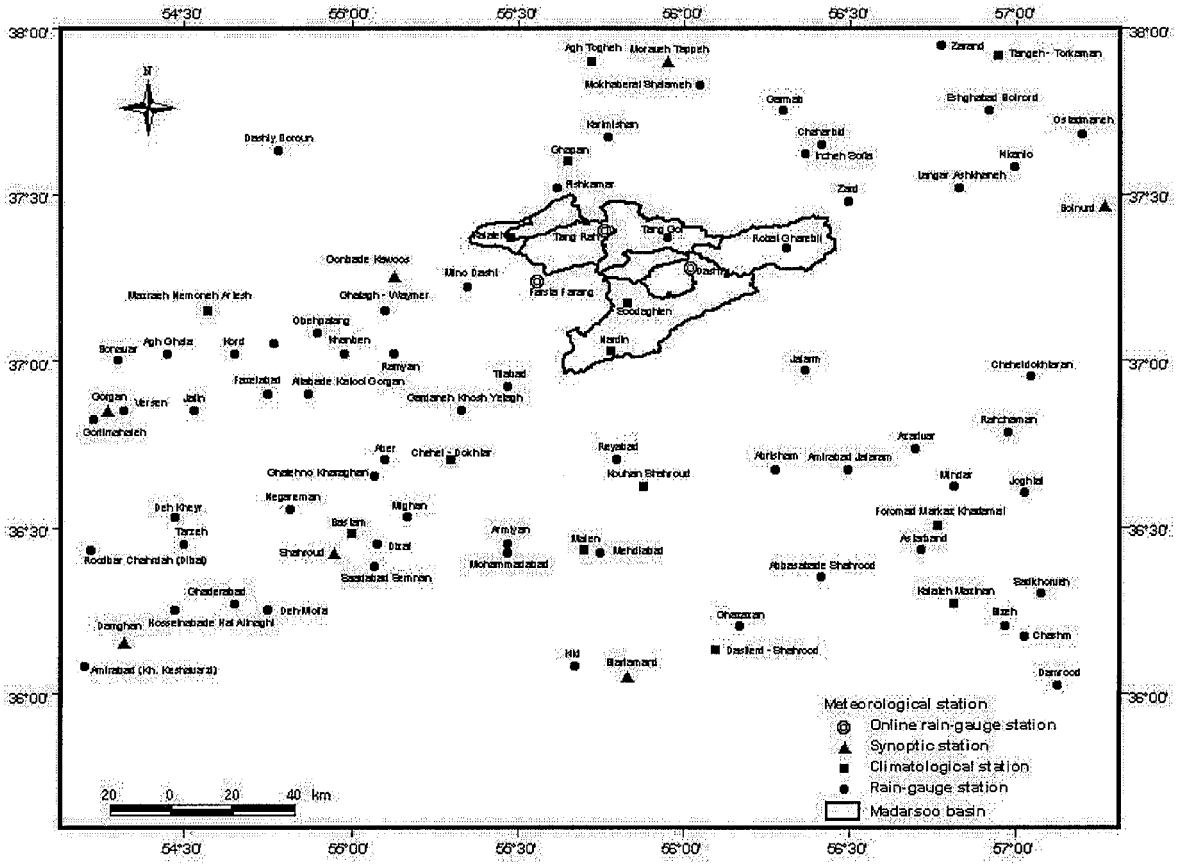
شبکه هواشناسی عمدتاً بوسیله سازمان هواشناسی جمهوری اسلامی ایران کنترل می شود با این حال وزارت نیرو و نیز ایستگاههای باران سنجی مخصوص به خود را دارد

سازمان هواشناسی

این سازمان شبکه هواشناسی را کنترل می کند تاپارامترهائی نظیر بارش ، رطوبت ، تبخیر ، دمای هوا ، فشار هوا ، سرعت و مسیر باد ، ساعات آفتابی ، تابش اشعه خورشید ، مرئی بودن و ... را بررسی نماید . بدین منظور ٤ نوع ایستگاه وجود دارد

۱. آن لاین (ON- LINE)
۲. سینوپتیک (SYNOPTIC)
۳. هواشناسی
۴. ایستگاههای بارن سنجی

بررسی ایستگاه هواشناسی در جدول ۱ -۲ (ضمیمه ۱۱) و نقشه موقعیت ایستگاهها در تصویر۴۳-۲ نشان داده شده است .



تصویر ۴۳-۲ موقعیت ایستگاههای هواشناسی مربوط به سازمان هواشناسی

۱- ایستگاههای آن لاین (**on-line**)

عملکرد ایت ایستگاهها برای گرفتن اطلاعات زمانی دقیق بارش ، دمای هوا ، رطوبت و ... در هر ۱۰ دقیقه می باشد در حال حاضر ۳ ایستگاه آن لاین وجود دارند که در دشت ، تنگراه و فارسیان فرنگ قرار گرفته اند . سازمان هوا شناسی قصد دادر ٤ ایستگاه دیگر در آینده نزدیک د رحسین آباد کالپوش ،قیزقلعه ، بیدک ، و دشت شاد نصب کند . بخاطر مشکلاتی در ارتباط با بی سیم و خطوط تلفن بدرستی کار نمی کنند . دو ایستگاه آن لاین در حوضه رود مادر سو قرار گرفته اند . سازمان هواشناسی این ایستگاههای آن لاین را بخاطر هشدار سیل و تعیین حد استاندارد میزان بارش در منطقه نصب کرده است .

این دستگاههای سنجش خودکار در آلمان ساخته شده اند و برای ثبت آن لاین بارش استفاده می شوند . سنستم آن لاین توسط دستیاران فنی شرکت فرانسوی توسعه یافت .

۲-ایستگاههای سینوپتیک

در این ایستگاهها ، عوامل هواشناسی نظیر سرعت باد ، دماههای خشک و مرطوب ، رطوبت ، میزان ابر و فشار اتمسفر در ساعات **00:0** ، **3:00** ، **6:00** ، **9:00** ، **12:00** ، **15:00** ، **18:00** ، **21:00**

، (**GMT**) اندازه گرفته می شوند اما بارش باران هر روزه و فقط بمدت یکساعت اندازه گرفته می شود . هیچ ایستگاه سینوپتیکی در حوضه وجود ندارد .

۲- ایستگاه های اقلیم شناسی

این ایستگاهها دمای هوا خشک و مرطوب و رطوبت را در ساعات **3:00 ،9:00 ،15:00** (**GMT**) اندازه میگیرند در حالی که باران را هر روز و فقط ۱ بار اندازه می گیرد .

ایستگاه های اقلیم شناسی حوضه عبارتند از : دشت (کالپوش) پارک ملی گلستان (تنگراه) کلاله – سوداغلان و نردین .

٤-ایستگاههای باران سنجی

این ایستگاهها مقدار باراندگی روزانه را اندازه می گیرند . چندین ایستگاه باران سنجی در حوضه وجود دارد : ربات قربیل ، تنگ گل و ...

امور آب (MOE)

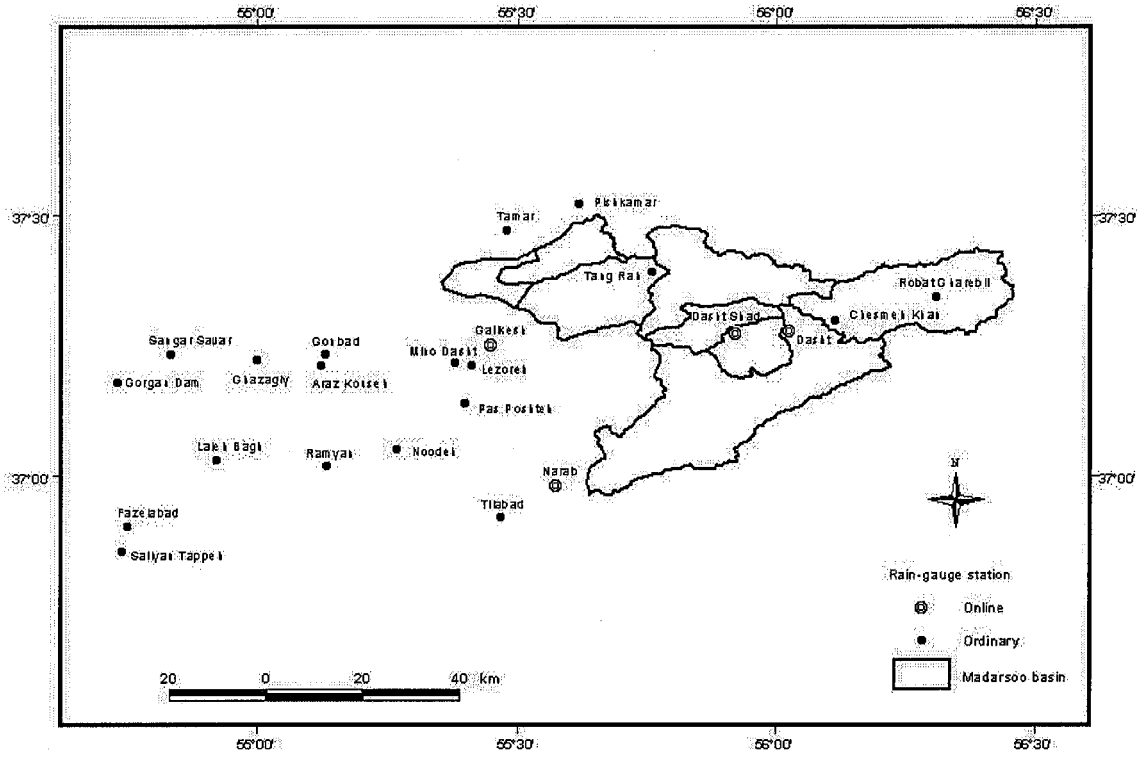
دو ایستگاه باران سنجی توسط وزارت نیرو کنترل می شود : آن لاین و معمولی . بررسی ایستگاههای باران سنجی در جدول ۲-۲ **A** (ضمیمه **11**) و نقشه موقعیت آنها در شکل ۲-٤٤ آورده شده است

۱- ایستگاههای آن لاین

این ایستگاههای باران سنجی آن لاین در دشت شاد ، دشت ، کایکش ، و نراب نصب شده اند .علاوه بر این ، ایستگاههای آن لاین دشت شاد و دشت د رحوضه رود مادر سو قرار گرفته اند . در دشت فرستنده بارش **Labrecht** (از نوع (**00/15183/00200**) برای ثبت ان لاین بارش استفاده می شود ایستگاههای آن لاین از طریق خطوط تلفن غمل می کنند و عملکرد انها خوب است .

۲- ایستگاههای معمولی

ایستگاههای باران سنجی معمولی بارندگی روزانه را ثبت می کنند چندین ایستگاه باران سنج در حوضه وجود دارد . بعضی از ایستگاههای حوضه عبارتند از : ربات قربیل ، چشمه خان ، تنگراه



تصویر ٤٤-٢ موقعیت ایستگاههای باران سنجی امور آب

٢-٥-٣- شرایط هوا در سیل سالهای ٢٠٠١ و ٢٠٠٢

عوامل هواشناسی نظیر بارش ، رطوبت (RH) دمای هوا و سرعت باد در ایستگاههای مختلف حوضه در روز سیل و روز ماقبل آن در سیلاب سالهای ٢٠٠١ و ٢٠٠٢ اندازه گرفته شده بودند .

بارندگی

خطوط همباران روزانه در روز سیل و روز ماقبل آن در سالهای ٢٠٠١ و ٢٠٠٢ تهیه شده اند : خطوط هم باران نشان می دهند که روز ماقبل سیل مخرب سال ٢٠٠١ (١٠ آگوست) مقدار قابل توجهی باران (^{MM} ٥٠) فقط در دشت کالپوش در حوضه وجود داشته است (تصویر ٢-٤٥) اگر چه در روز سیلاب (١١ آگوست) باران سنگینی در این حوضه رخ داد در دشت شاد (^{mm} ١٧٦) تنگراه (^{mm} ١٥٠) سود اغلان (^{mm} ١١٧) دشت کالپوش ^{mm} ١٠٠) و چشمه خان (^{mm} ٨٤) .

لطفاً بتصویر خطوط همباران (٢-٣٧) مراجعه کنید . خطوط هم باران روز سیلاب نشان می دهد که بارانی به میزان (^{mm} ١٧٦-٨٠) د رحدود ٥٠ در صد از بخش مرکزی حوضه (با حداکثر بارش باران در دشت شاد) رخ داد .

در سایر مناطق حوضه ، مقدار باران بین (۲۰-۸۰ mm) در روز بارش بوده است .گفته شده است که شدیدترین بارندگی در سال ۲۰۰۱ رخ داد که در نهایت منجر به وقوع سیل مخرب سال ۲۰۰۱ گشت ، بخاطر فقدان آمار ساعتی باران ایستگاهها قابل اندازه گیریس نیست ، علاوه بر این هیدروگراف سیل در رود مادر سو در تنگراه نشان دهنده امکان وجود یک بارش شدید در حوضه در سیل سال ۲۰۰۱ است . زیرا هیدروگراف سیل بسرعت روز به افزایش بود . بطور مشابه جریان واریزه ای و ایجاد فرسایش خندقی در ترجنلی نشان دهنده امکان وجود یک بارش بسیار شدید در طول سیل است . در طول سیل سال ۲۰۰۲ در روز ماقبل سیلاب (۱۲آگوست) ۲٤ mm باران در تنگراه باریده بود ؛ اما هیچ بارندگی دیگری در سایر قسمتهای حوضه رخ نداده است (تصویر ۳۸-۲) اما در روز سیل (۱۳ آگوست) باران سنگینی در دشت شاد (۱۰۸ mm) و دشت کالپوش (٦۰ mm) باریده بود علاوه بر این میزان قابل توجهی باران در سایر ایستگاهها مثل سود اغلان (۳۳/٤ mm) ، نردین (۲۵mm)چشمه خان (۱٦ mm) و تنگراه (۳۰ mm) باریده بود . توزیع بارش در حوضه در روز سیل توسط خطوط همباران (تصویر ۲/٤۸) نشان داده شده است . خطوط هم باران در روز سیل نشان می دهد که ۱۵-٤۰ mm باران در حدود ۳۵ در صد از بخش مرکزی حوضه (با حداکثر بارش در دشت شاد) باریده بود . در سایر بخشهای حوضه حدود ۱۰-٤۰ mm باران در روز سیل باریده بود .

سایر پارامترها

حداکثر نسبت رطوبت (RH) ، حداکثر دمای هوا و حداکثر سرعت باد در ایستگاهها از ۲ روز قبل تا ۱ روز بعد از سیل آنالیز شده اند .در طول سیل سال ۲۰۰۱ حداکثر نسبت رطوبت در روز سیل (۱۱ آگوست) از روز قبل در سود اغلان ، نردین و دشت کالپوش بیشتر است . اما حداکثر نسبت رطوبت در روز ما قبل در ایستگاه کلاکه پائین تر بوده است (تصویر ۲-٤۹) . حداکثر نسبت رطوبت در روزسیل بدین قرار بوده است : ۹٤ در صد (سود اغلان) ۹٦ در صد (نردین) ۸۱ درصد (دشت کالپوش) و ۵۲ د ر صد کلاله .

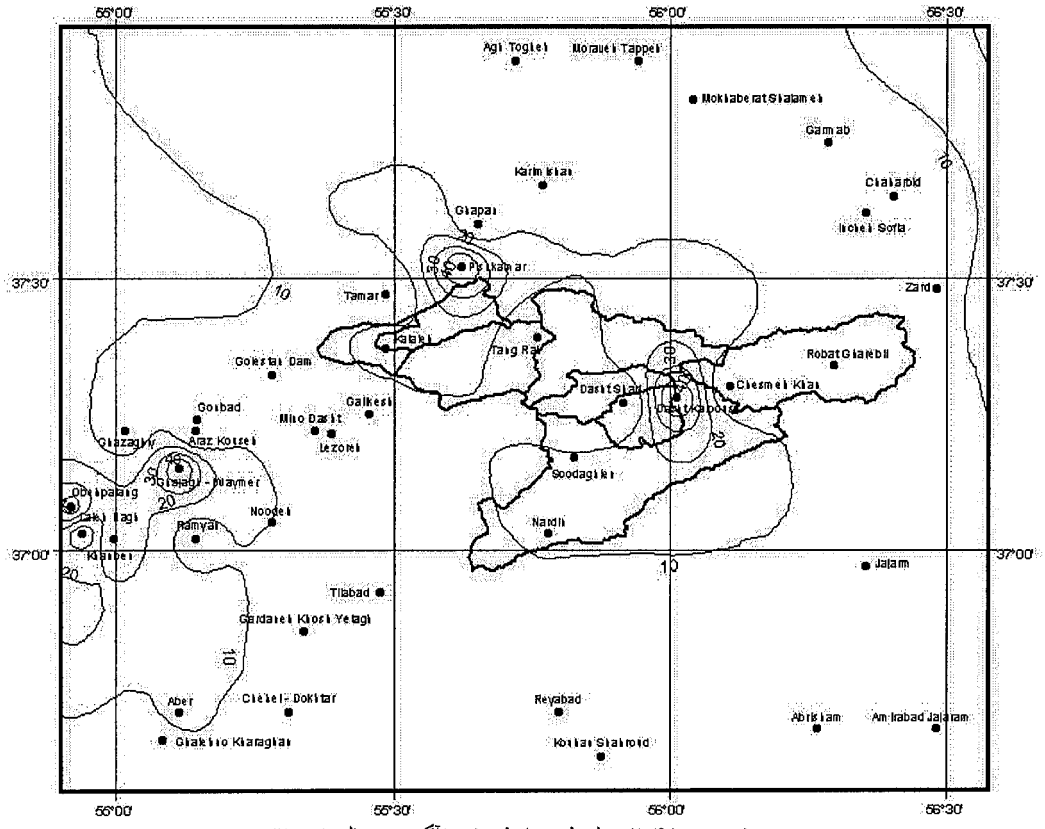
از طرف دیگر میزان حداکثر دمای هوا از ۲ روز قبل از سیل بتدریج پائین آمد تا اینکه در همه ایستگاههای حوضه در روز سیل به پائین ترین میزان رسید (تصویر ۵۰-۲) . حداکثر دمای هوا در روز سیل در ایستگاهها بدین شرح بوده استت ۲۰/۵°C (سود اغلان) ۱۹/۵°C (نردین) ۲۲°C (دشت کالپوش) و ۲۳°C (کلاله) .

علاوه بر این میزان حداکثر سرعت باد در ایستگاههای حوضه هیچ تغییری را نشان نمی دهد (تصویر ۵۱-۲) حداکثر سرعت باد در روز سیل بدین شرح بوده است : ۲/۷ M/S (سود اغلان و ۰/۵ M/S (نردین) .در طول سیل سال۲۰۰۲ میزان حداکثر نسبت رطوبت در روز سیل (۱۳ آگوست) بیش از روزهای قبل در ایستگاههای نردین و کلاله بوده است ؛ اما در ایستگاههای سود اغلان و دشت کالپوش (تصویر ٤۰-۲) بیشتر بوده است . ارزشهای حداکثر نسبت به

رطوبت در ایستگاهها در روز سیل به این شرح است : ۹۴٪(سود اغلان) ۸۴٪(نردین) ۶۹٪ (دشت کالپوش) و ۸۲ ٪ (کلاله) اما میزان حداکثر دمای هوا در ایستگاههای حوضه یک روند مشابه را در سیل سال ۲۰۰۱ نشان می دهد . (تصویر ۴۱-۲) حداکثر دمای هوای روزانه از ۲ روز قبل از سیل بتدریج کاهش یافت و در روز سیل در این حوضه ها به ائین ترین میزان رسید : 20^0 C ((سود اغلان) C ° ۱۹/۵ (نردین) C ° ۲۱(دشت کالپوش) و C ° ۳۱ (کلاله) علاوه بر این میزان حداکثر سرعت باد کم و بیش مشابه میزان روز قبل از سیل در ایستگاهها بوده است (تصویر ۵۱-۲) حداکثر سرعت باد در ایستگاهها در روز سیل به این شرح بوده است : $^{M/S}$ ۲/۲ (سود اغلان) و $^{M/S}$ ۳/۱ (نردین) .

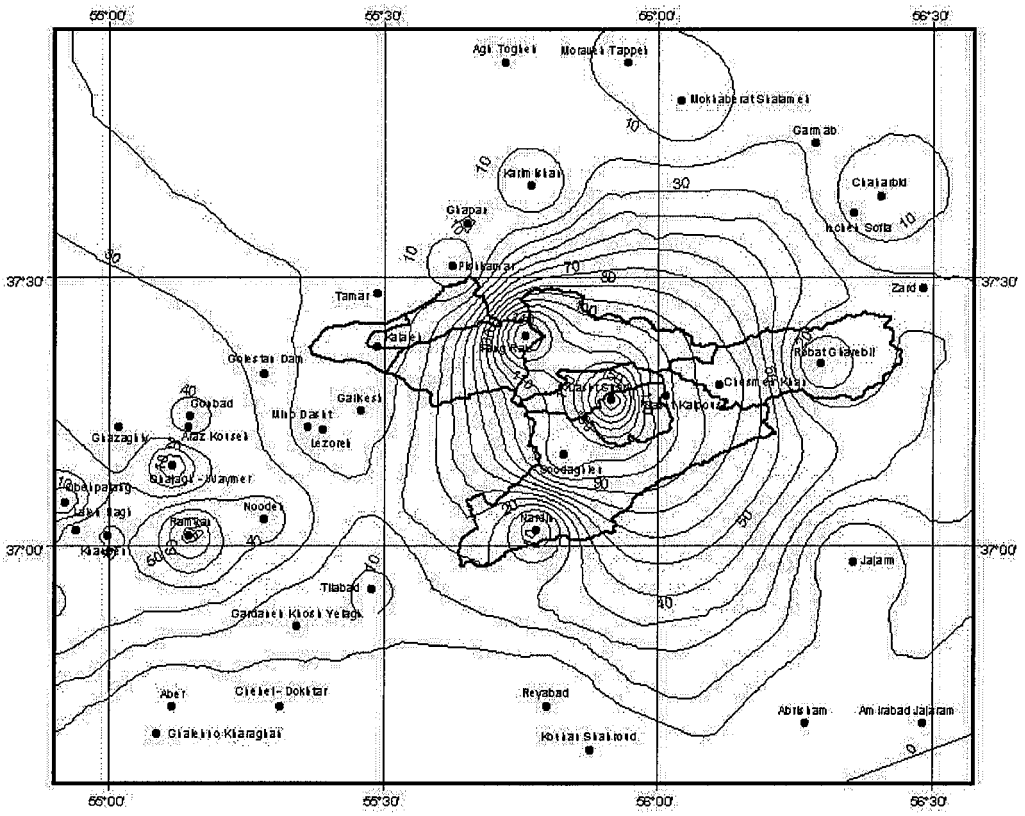
نکته :

اگر چه مشکل است تا به خاطر پدیده های پیچیده جوی دقیقاً بگوئیم که چنین بارشهای سنگینی در سالهای ۲۰۰۲ و ۲۰۰۱ در حوضه رخ داده است اما با این حال زمانی که شرایط آب و هوا را از ۲ روز قبل از سیل سالهای ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ انالیز می کردیم مشخص شد که بارش در آن زمانها به خاطر جریان هوای سرد سیبری زخ داده بود از آنجا که جریان هوای سرد زمانی که از دریای خزر می گذرد ، مرطوب می شود بخاطر وجود تاثیر اروگرافیک کوه البرز موجب بارش باران در حوضه شد . این قضیه پذیرفتنی است ؛ زیرا حداکثر دمای هوای روزانه در حوضه از ۲ روز قبل از سیل بتدریج کاهش یافت .

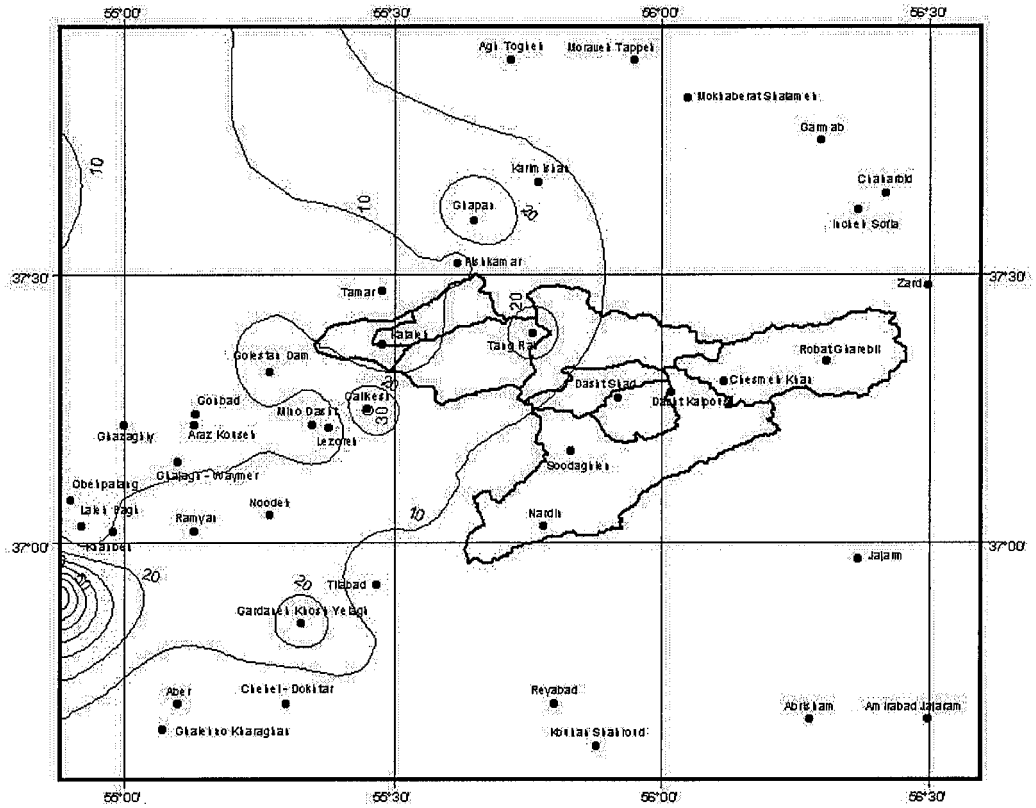


ت

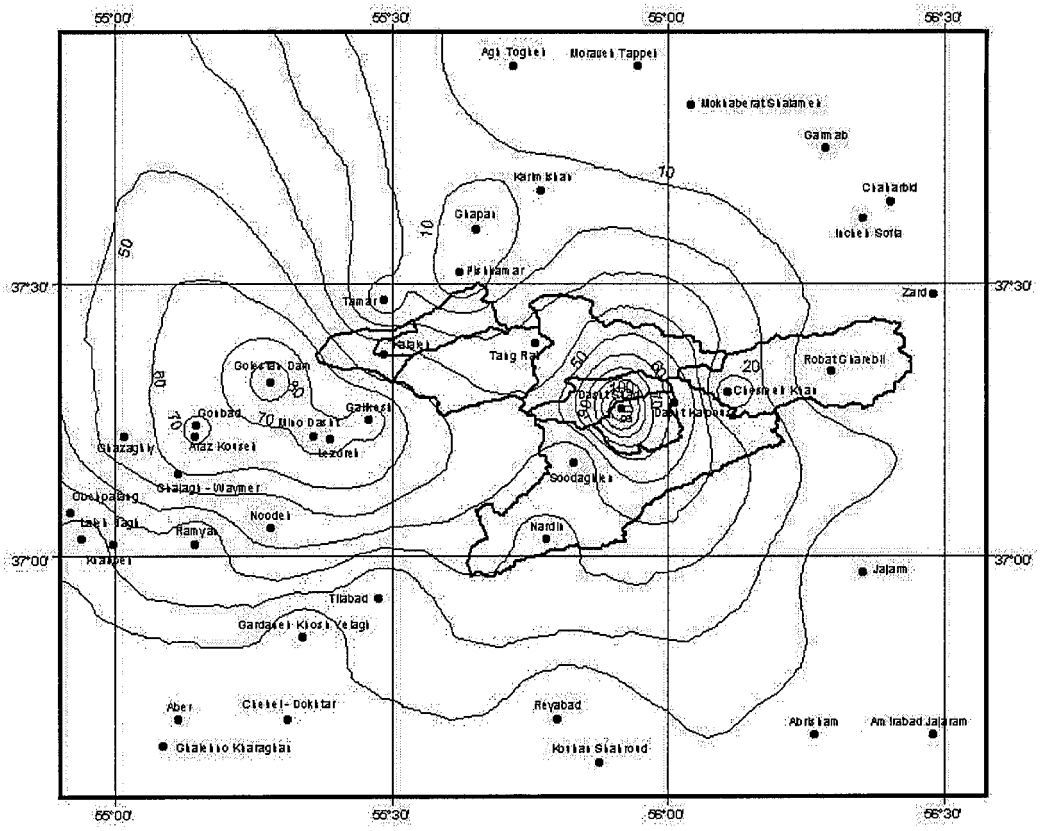
تصویر ۴۵-۲ خطوط همبارش (۱۰آگوست سال ۲۰۰۱)



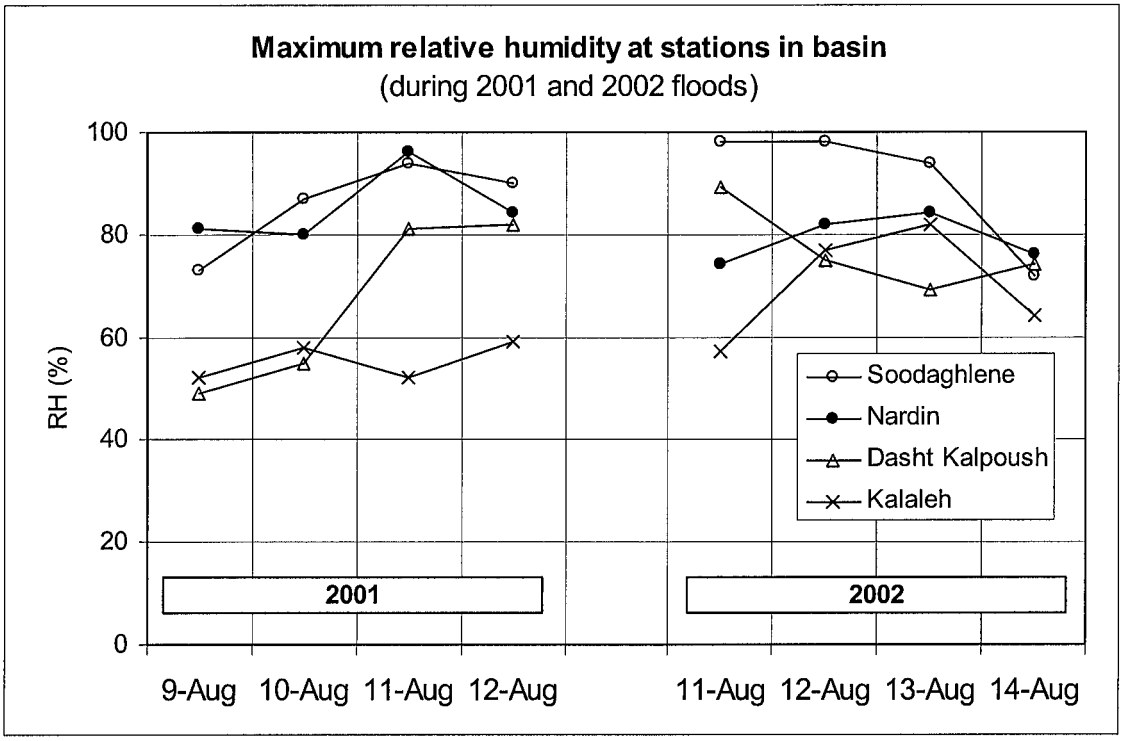
تصویر ٤٦-٢ خطوط هم بارش (١١ آگوست سال ٢٠٠١)



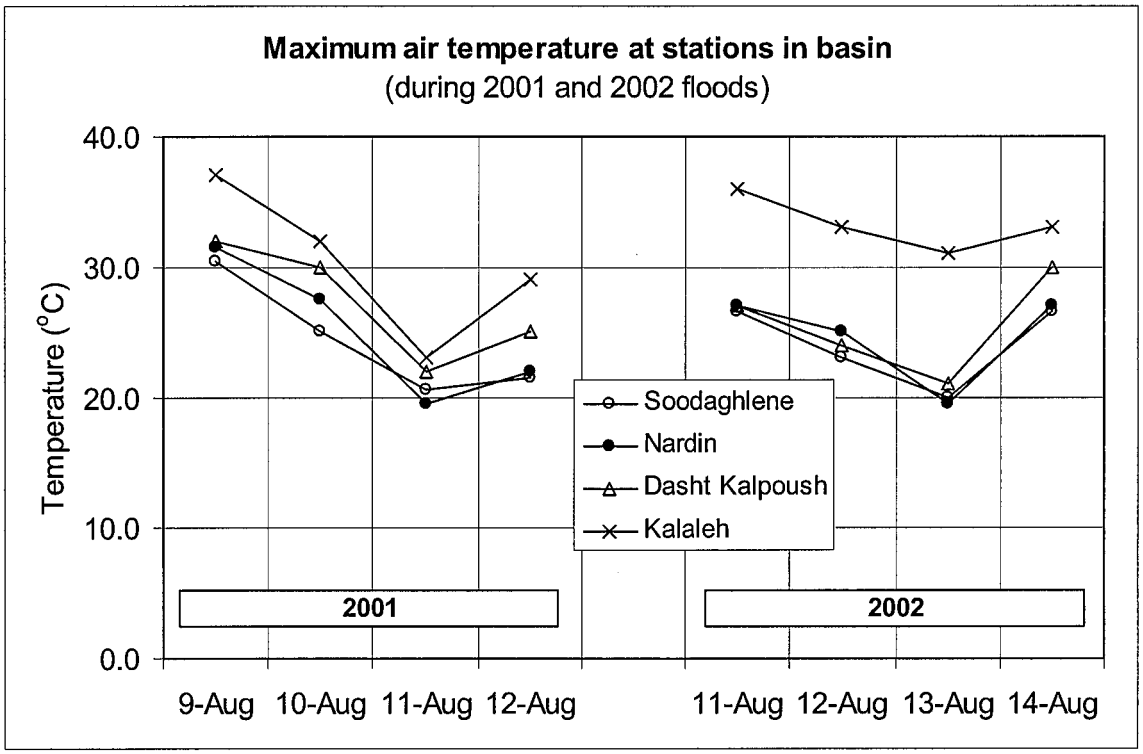
تصویر ۴۷-۲ خطوط همبارش (۱۲ آگوست سال ۲۰۰۲)



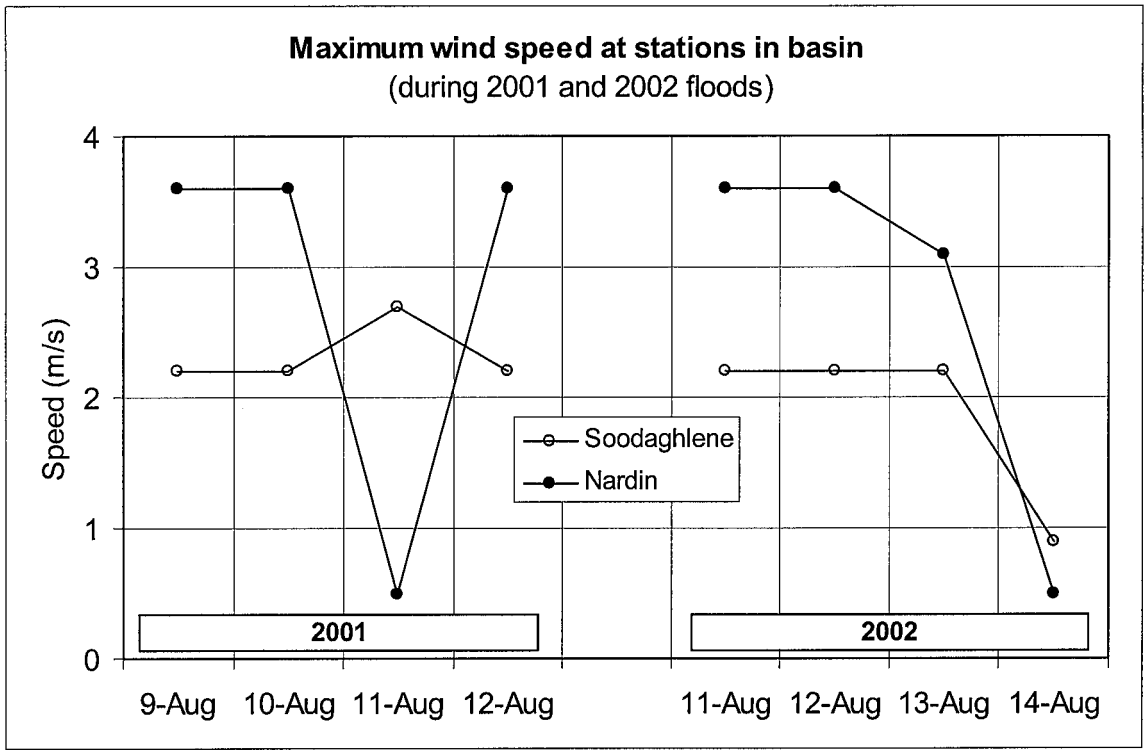
تصویر ۴۸-۲ خطوط هم بارش (۱۳ آگوست سال ۲۰۰۲)



تصویر ۲-۴۹ حداکثر رطوبت در ایستگاههای حوضه



تصویر ۲-۵۰ حداکثر دمای هوا در ایستگاههای حوضه



تصویر ۲-۵۱ حداکثر سرعت باد در ایستگاههای حوضه

۲-۵-٤ – توزیع ماهانه و سالانه بارش باران

باران ماهیانه و سالیانه بوسیله ترسیم خطوط همباران در ایستگاههای حوضه تحلیل می شوند .برای ترسیم خطوط هم باران بارش ماهیانه و سالیانه داده های ایستگاههای هواشناسی بین 36^0C تا 38^0C شمال و 54^0C تا 58^0C شرقی قرار دارند و آمار بارش ماهیانه و روزانه را در بیش از ۱۰ سال ثبت کرده اند ، استفاده شده بودند ، متوسط بارش سالانه و ماهیانه برای ایستگاهها محاسبه شد و برای ترسیم خطوط هم باران استفاده شد درمجموع از داده های ۷۱ ایستگاه برای متوسط بارش سالانه و ماهیانه بمنظور ترسیم خطوط هم باران استفاده شد (تصاویر ۲-۵۲ و ۲-۵۳) بنابراین دقت خطوط هم باران بالا می باشد برای مثال خطوط هم باران ترسیم شده توسط یک اداره که نشان دهنده بارش سالانه نوده ، پس پشته ، دامنه (974^{MM}) نوده (822^{MM}) و تنگراه (695^{MM}) می باشد توزیع بارش ماهانه و سالانه در حوضه بطور مجزا شرح داده شده اند .

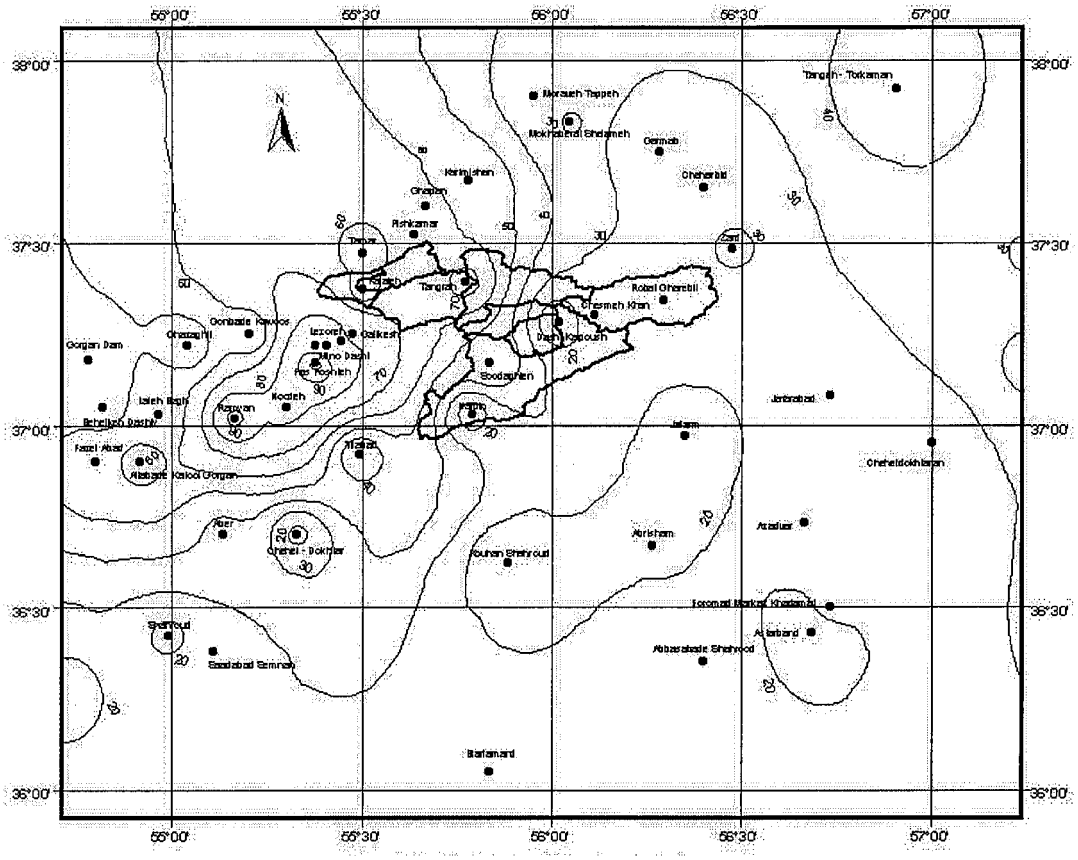
خطوط هم باران

خطوط هم باران ماهانه نشان می دهد ماه مارس پر باران ترین ماه است . در این ماه در بخشهای پائینی تا میانی حوضه مادر سو (سد گلستان تا تنگراه) بارش $80-90^{MM}$ بوده است (تصاویر ۱۲-۳یا ۲-۵۲) میزان بارش همانطور که از سمت پائین بسمت میانی حوضه می رویم (از سد گلستان تا تنگراه) کاهش می یابد . خطوط همباران نشان می دهد که از سمت بالاتر

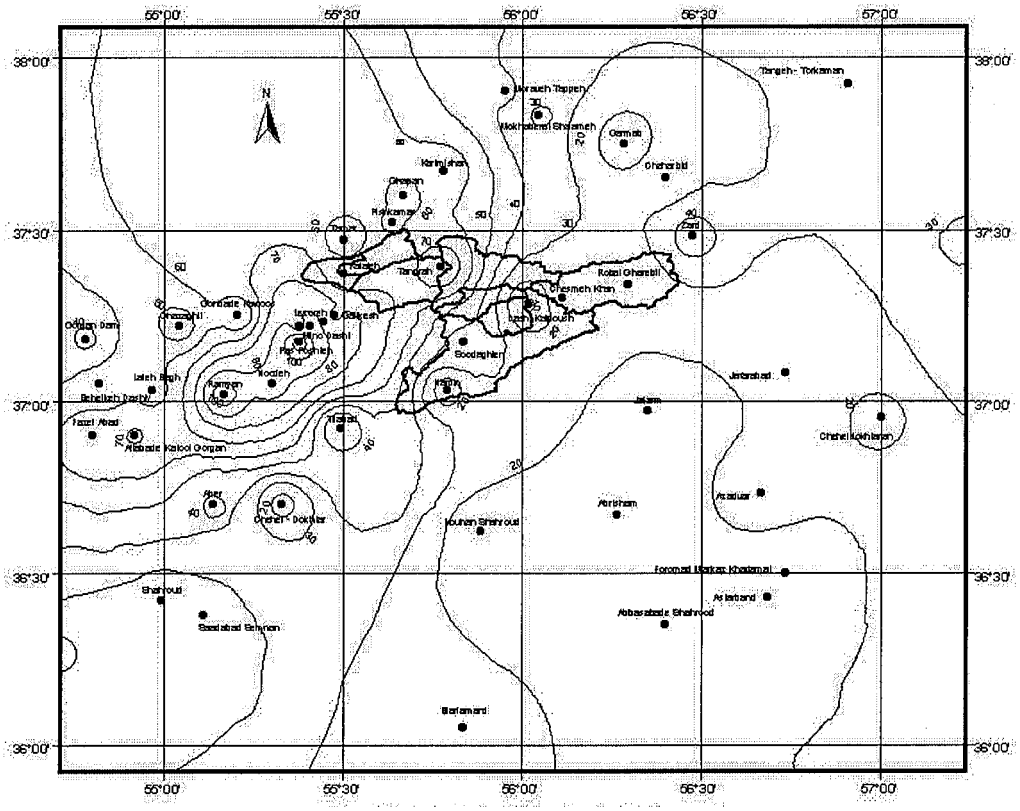
(نردین تا ربات قربیل) به سمت میانی (تنگراه) حوضه میزان بارش ۹۹-۲۰ MM د رماه مارس بوده است . میزان باران همانطور که از سمت بالا بسمت میانی حوضه می رویم افزایش می یابد علاوه بر این ، خطوط هم باران سالانه نشان می دهد که تنگراه و اطراف ان بیشترین بارش حوضه ای را دارامی باشد (تصویر ۵۳-۲) بارش سالانه در قسمت پائین حوضه ۵۰۰ MM می باشد و این میزان همانطور که بسمت میانی حوزه می رویم بتدریج افزایش می یابد و به ۶۹۵ MM در تنگراه می رسد وقتی از تنگراه به بخشهای بالادست حوضه می رویم بارش کاهش می یابد و به ۱۹۸ MM (ربات قربیل) و ۱۳۹ MM (دشت کالپوش) می رسد .

نقاط بارش

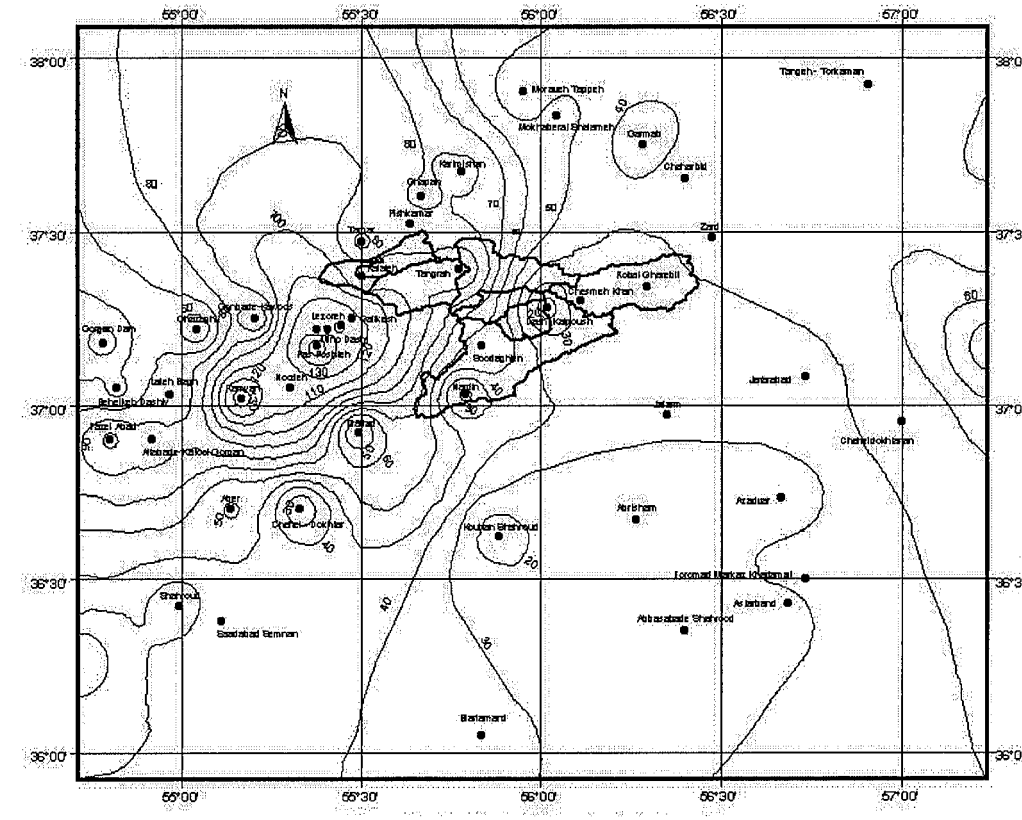
متوسط بارش ماهیانه در ایستگاههای مختلف حوضه (تصویر ۵۵-۲) نشان داده است تنگراه بیشترین مقدار بارش را در هر ماه دارد و کلاله و سود اغلان بدنبال آن هستند . علاوه بر این ، نردین و دشت کالپوش کمترین بارش را در هر ماه دارند . همانطور که در فصل قبل اشاره شد ماه مارس پر باران ترین ماه سال ذ رحوضه است بنابراین متوسط بارش ماهیانه در ماه مارس در کلاله (۸۹ MM) تنگراه (۹۹ MM) چشمه خان (۳۳ MM) ربات قربیل (۳۰ MM) دشت کالپوش (۱۶ MM) سود اغلان (۵۸ MM) و نردین (۲۹ MM) متوسط بارش ماهانه در ایستگاههای مختلف حوضه نیز ارائه شده اند (تصویر ۴۶-۲) متوسط بارش ماهانه در ایستگاههای حوضه به این ترتیب می باشند : کلاله (۵۱۶ MM) تنگراه (۶۹۵ MM) سود اغلان (۴۵۶ MM) چشمه خان (۲۳۱ MM) ربات قربیل (۱۹۸ MM) نردین (۱۴۸ MM) و دشت کالپوش (۱۳۹ MM) این آمار نشان میدهد که دشت کالپوش کمترین میزان بارش و تنگراه بالاترین میزان بارش را در حوضه دارا می باشند .



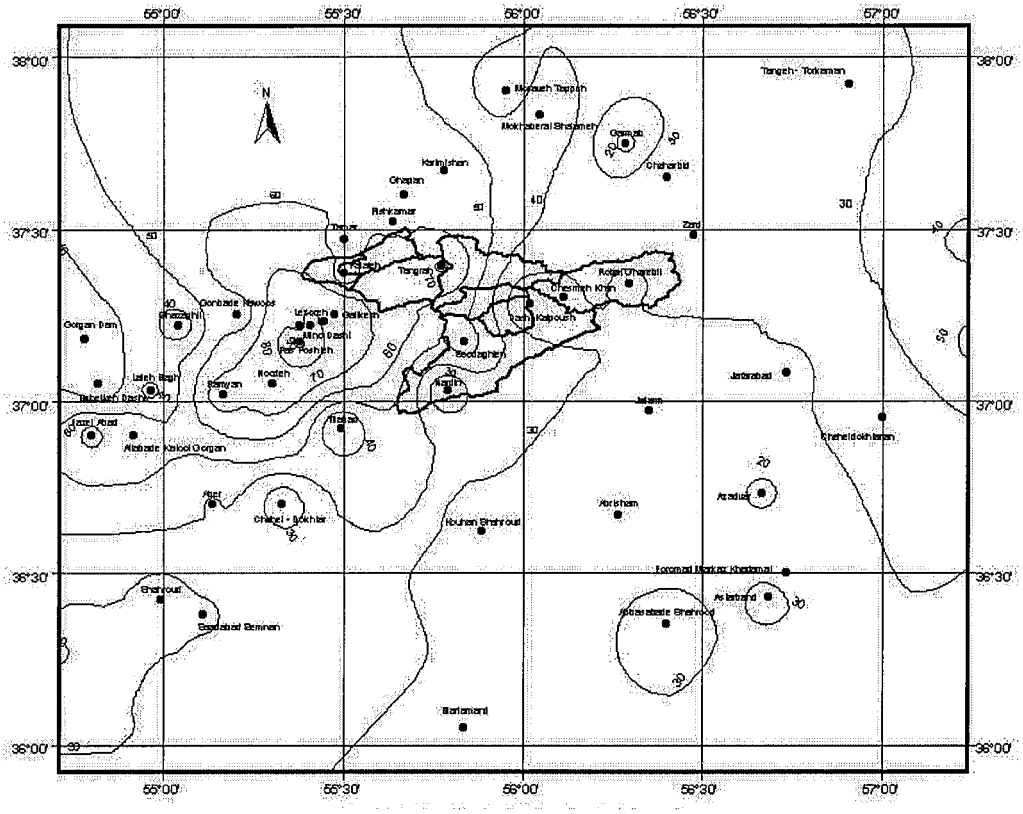
تصویر (۱/۱۲) ۵۲-۲ خطوط هم باران ماهانه (ژانویه)



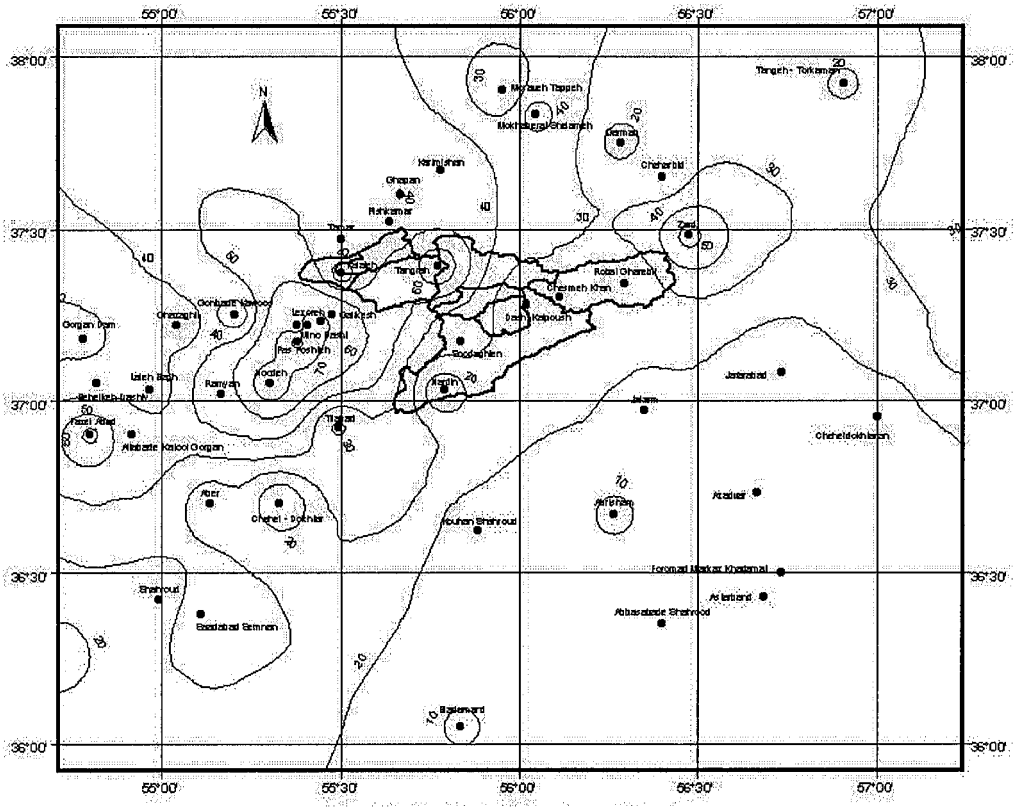
تصویر (۲/۱۲) ۵۲-۲ خطوط هم باران ماهانه (فوریه)



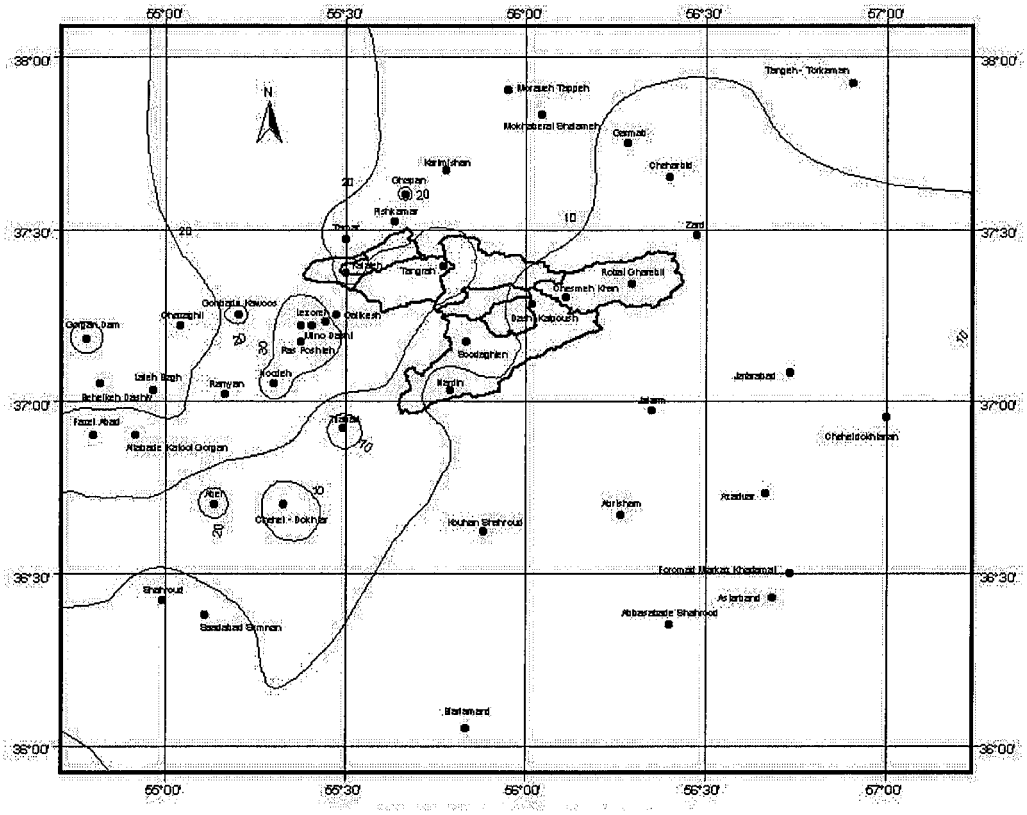
تصویر (۳/۱۲) ۵۲-۲ خطوط هم باران ماهانه (مارس)



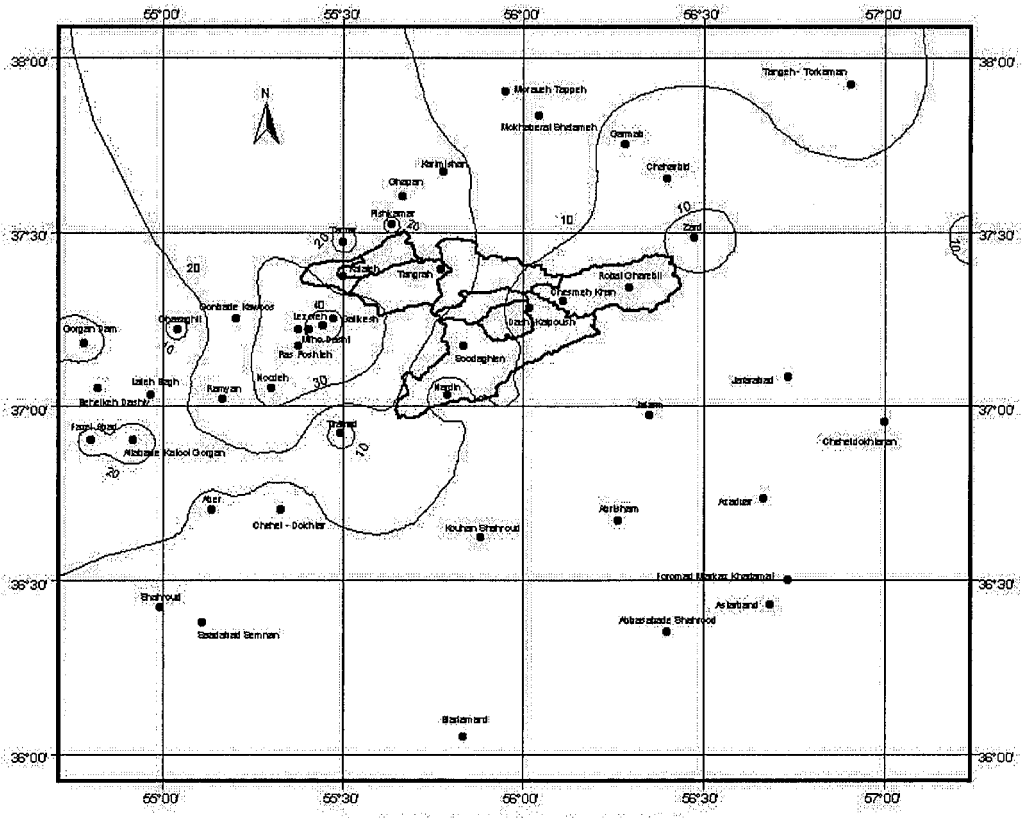
تصویر (٤/١٢) ٥٢-٢ خطوط هم باران ماهانه (آوریل)



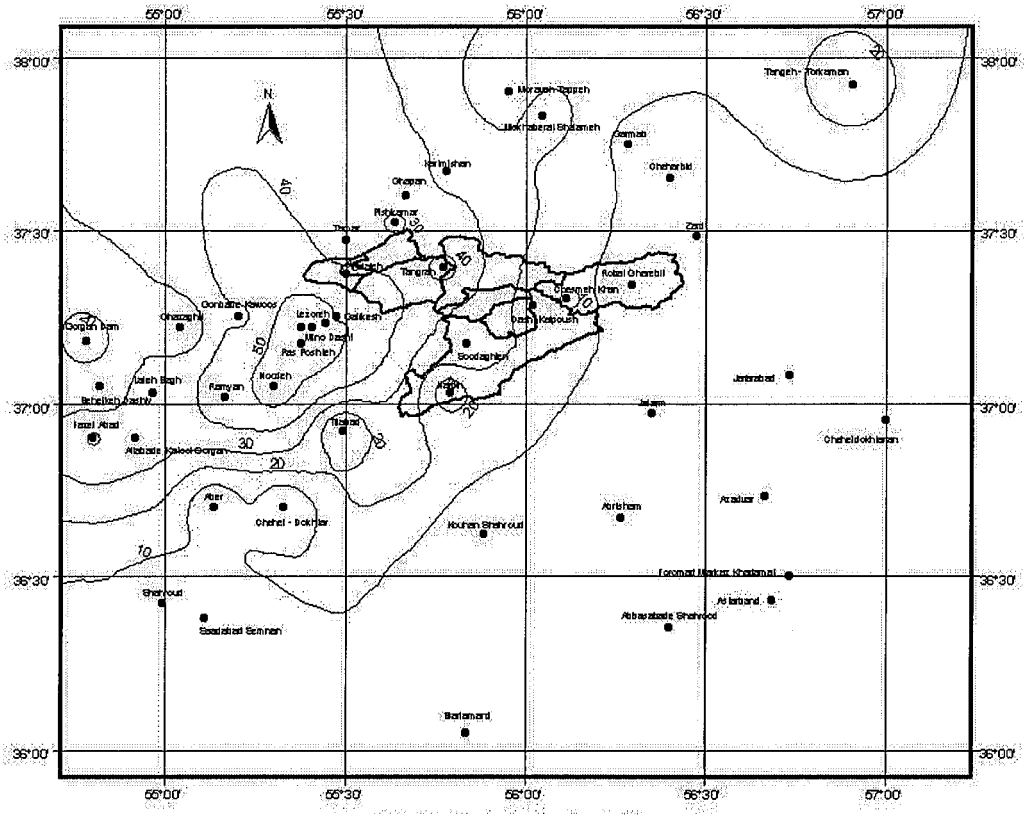
تصویر (٥/١٢) خطوط هم باران ماهانه (می)



تصویر (٦/١٢) ٥٢-٢خطوط هم باران ماهانه (ژوئن)

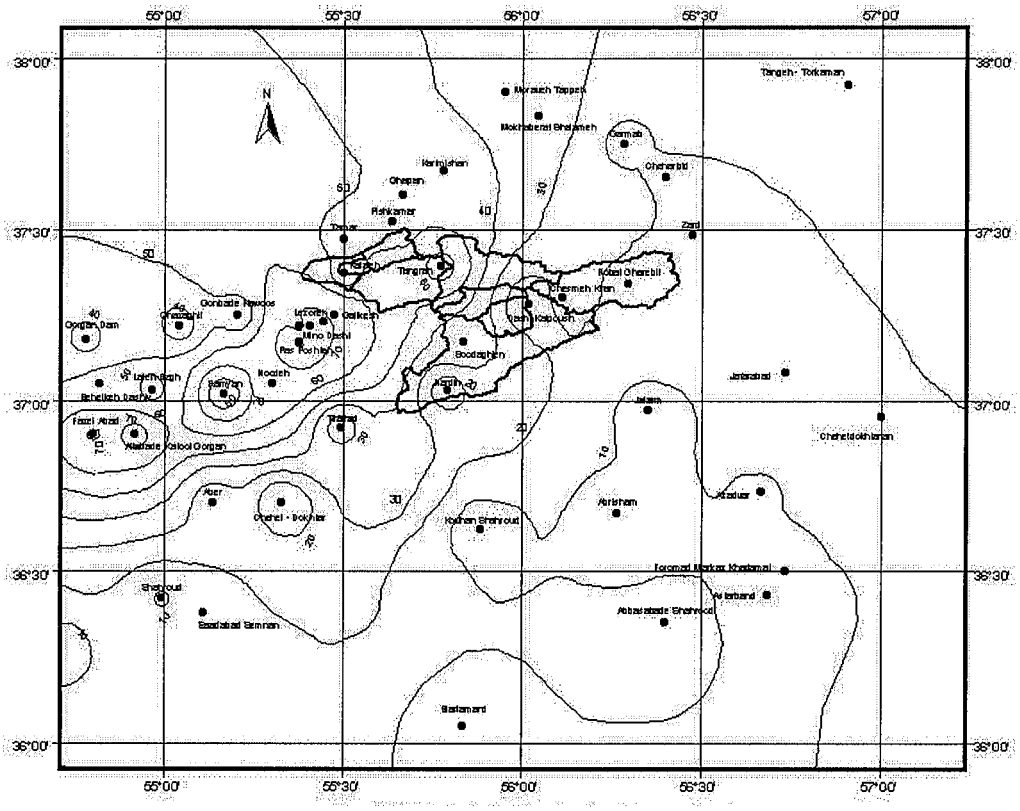


تصویر (٧/١٢) ٥٢-٢خطوط هم باران ماهانه (ژوئیه)

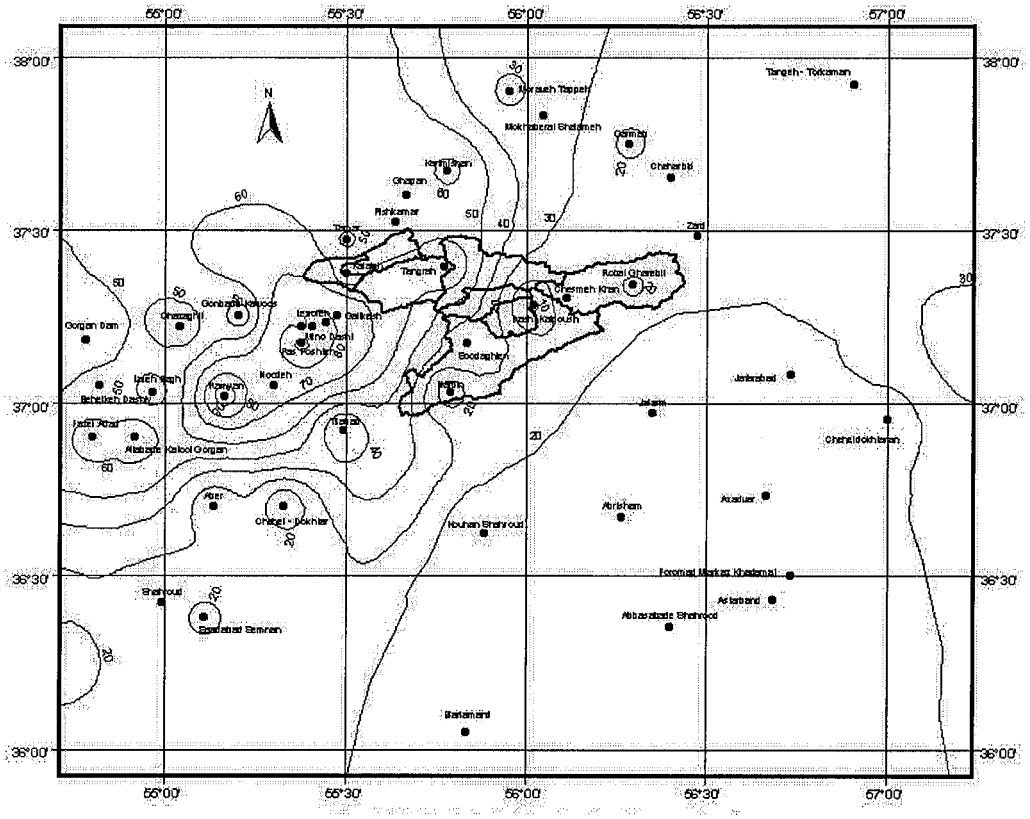


تصویر (۸/۱۲) ۵۲-۲خطوط هم باران ماهانه (اوت)

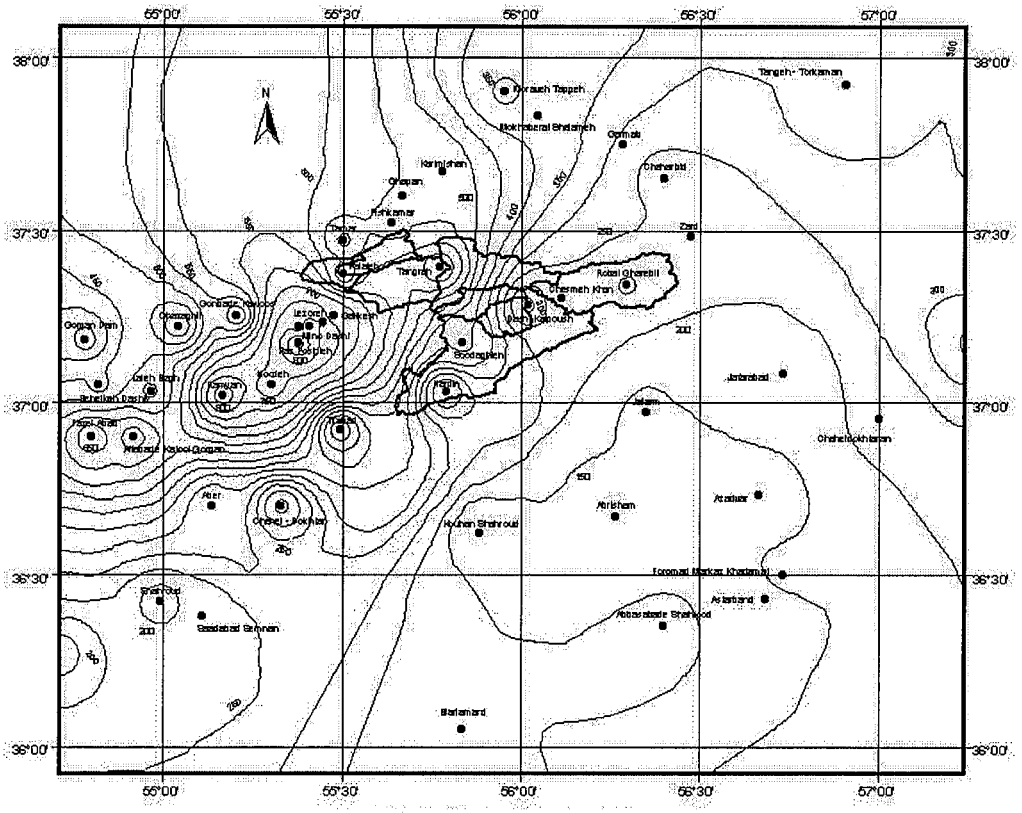
تصویر (۱۰/۱۲) ۵۲-۲خطوط هم باران ماهانه (اکتبر)



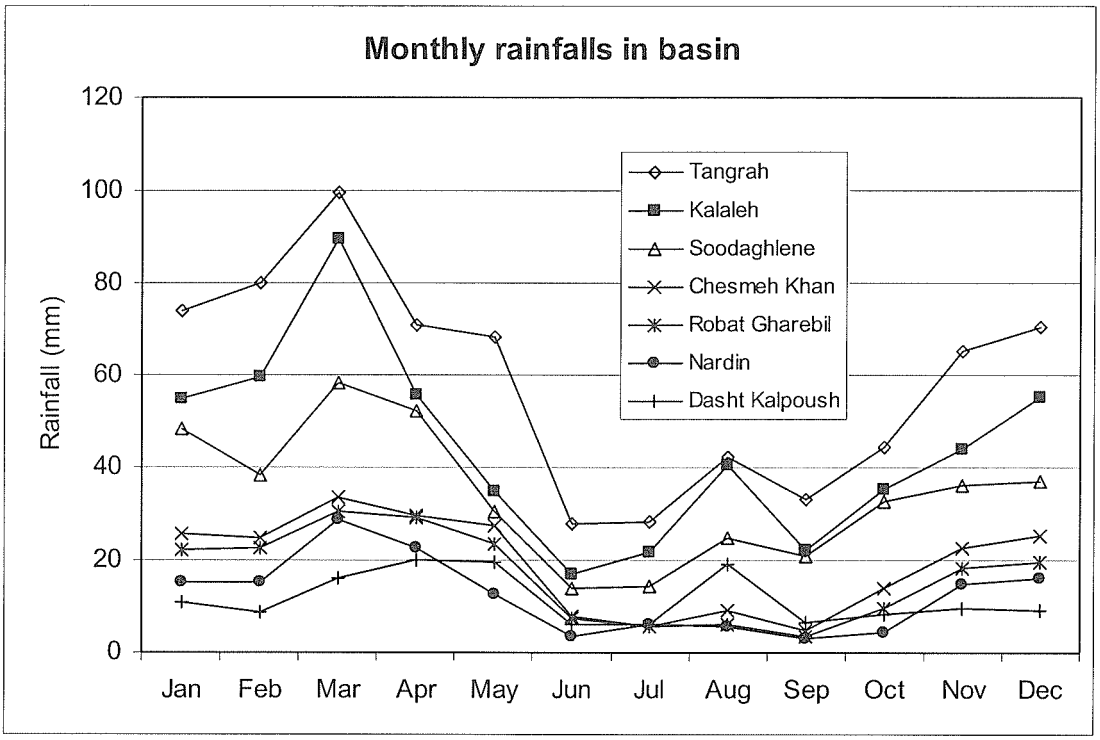
تصویر (۱۱/۱۲) ۵۲-۲ خطوط همباران ماهانه (نوامبر)



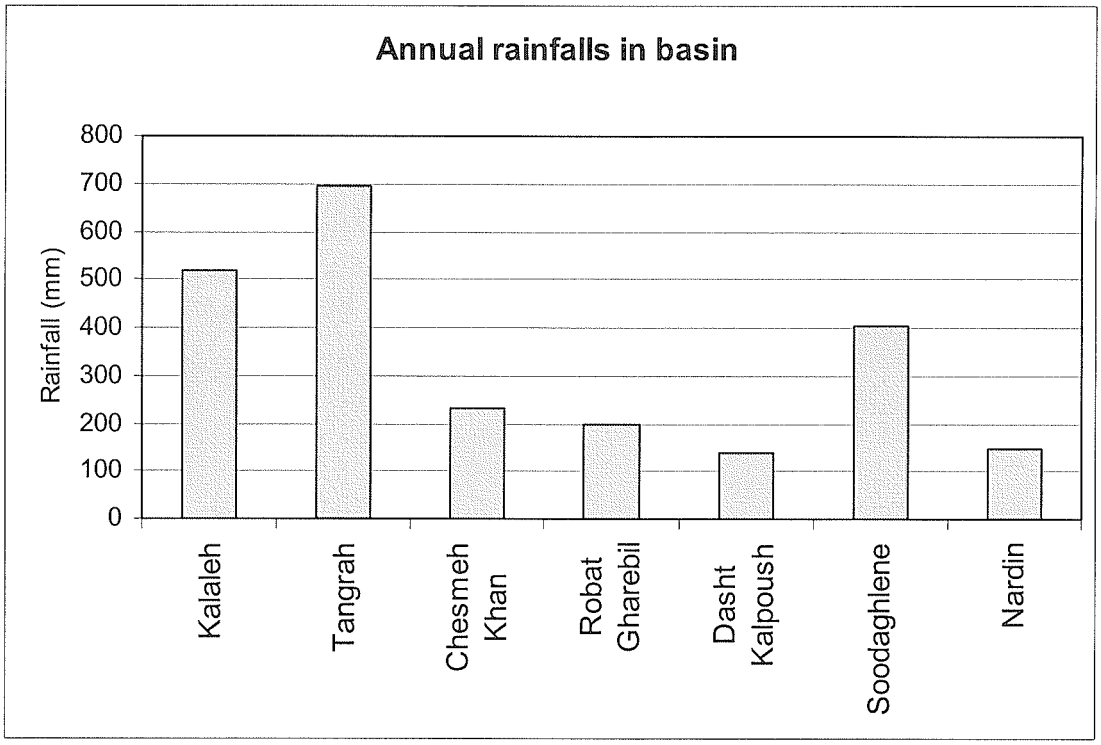
تصویر ۱۲/۱۲ (۵۲-۲) خطوط هم باران ماهانه (دسامبر)



تصویر ۵۳-۲ خطوط همباران سالانه



تصویر ٥٤- ٢ نوسان بارش ماهیانه در ایستگاههای حوضه

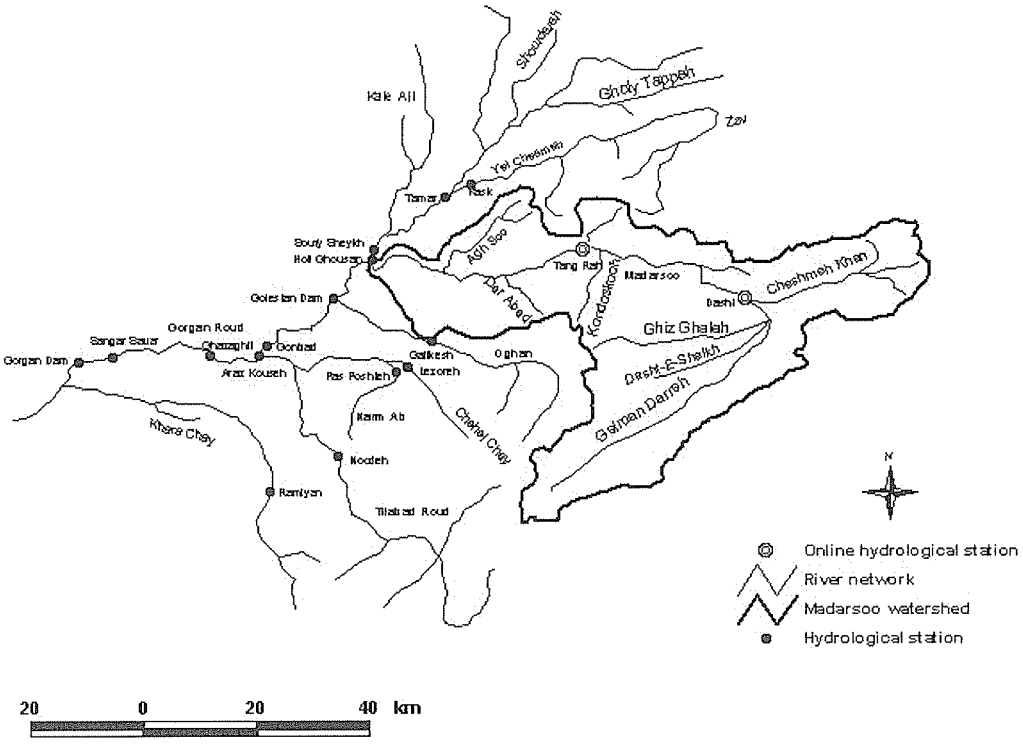


تصویر ٥٥-٢ بارش سالانه در ایستگاههای حوضه

۲-٦ هیدرولوژی

۱-۲-٦ شبکه هیدرولوژیک

دو ایستگاه هیدرولوژیک در حوضه ماد رسو قرار دارند که در دشت و تنگراه قرار گرفته اند ؛ ایستگاه حوضه دشت یک ایستگاه جدید التاسیس است و بعد از ۲ سیل مخرب ساخته شده است ایستگاه حوضه تنگراه نیز در سیل سال ۲۰۰۱ تخریب شد و سیل سال ۲۰۰۲ بازسازی شد . با این وجود ایستگاههای دیگری نظیر گالکش ، تمر ، حاجی قوشان در حوضه سد گلستان نیز وجود دارند (تصویر ٥٦-۲) دو نوع ایستگاه هیدرولوژیک ، آن لاین و معمولی بوسیله امور آب (MOE) کنترل می شوند . سطح آب در زمان واقعی از طریق شبکه مخابرات آن لاین با ۱۰ دقیقه وقفه ثبت می شوند .



تصویر ٥٦-۲ موقعیت ایستگاههای هیدرولوژیک

۱- ایستگاه دشت

این ایستگاه در سال ۲۰۰۳ ساخته شده و دستگاههای ثبت کننده و سنجش سطح آب صب شدند ایستگاه در پائین دشت چشمه خان و مادر سو قرار گرفته است موقعیت ایستگاه برای سنجش

جریان مناسب می باشد و این بخاطر دارا بودن سازه پل برای تلفیق جریان می باشد اما بنظر می رسد مخصوصاً در طول فصل کم بارش مراقبت صحیح باید انجام شود تا همیشه سطح آب رودخانه را با مخزن ثبات در زمانی که دبی رود بسیار پایئن می باشد متصل نگه داریم . در حال حاظر امور آب (NOE) سطح آب آن لاین را از این ایستگاه بوسیله ثبت کننده های اتوماتیک سطح آب دریافت می کنند (تایمر OTT آلمان)

۲- ایستگاه تنگراه

این ایستگاه د رورود مادر سو قرار دارد و توسط سیل سال ۲۰۰۱ تخریب شد ، بنابراین داده ها در سال ۲۰۰۲ ثبت نشده اند . دستگاهها یثبت کننده و سنجش وکابلهای ارتباطی در ایستگاه نصب شده اند در حال حاظر امور آب (MOE) و وزارت راه و ترابری (MORT) عملیات حفاظت حاشیه رودخانه را انجام می دهند این کمک می کند تا سطح آب را درست اندازه بگیریم و در حال حاظر امور آب داده های سطح آب آن لاین را با دستگاههای ثبت کننده اتوماتیک اندازه می گیرد (Lymnygraph-pstn-akim-electonic ترکیه)

۳- ایستگاه گالکش

این ایستگاه در رود اوغان در دره ای عمیق قرار گرفته است . دستگاههای ثبت کننده شناور و کابلهای انتقال در ایستگاه نصب شده اند (تا دبی جریان را اندازه گیری کنند) موقعیت ایستگاه برای سنجش جریان مناسب بنظر می رسد سیل مخرب سال ۲۰۰۱ این ایستگاه را تخریب نکرد .

٤- ایستگاه تمر

این ایستگاه د رگرگان رود وقاع شده . دستگاههای سنجش و ثبت کننده شناور و کابلهای انتقال نیز در ایستگاه نصب شده اند . این ایستگاه توسط سیل سال ۲۰۰۱ تخریب شد و سپس بازسازی شد بنظر می رسد بستر رود در سمت ایستگاه عمیق تر می باشد .

٥- ایستگاه حاجی قوشان

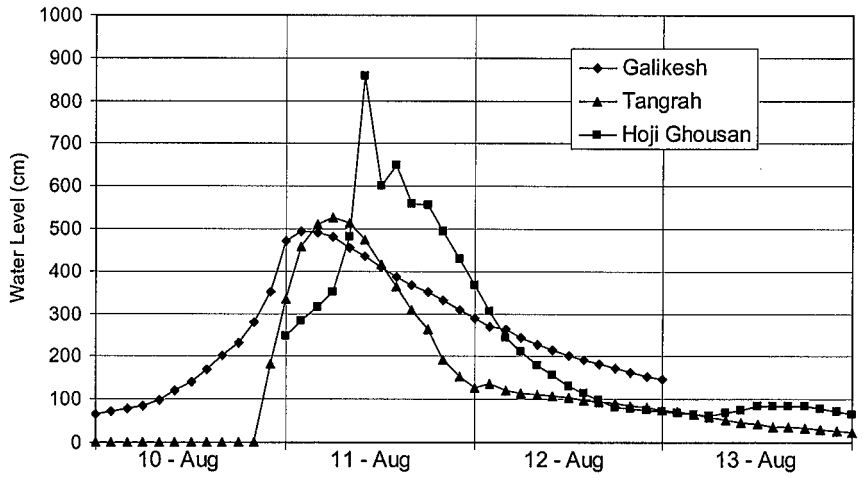
این ایستگاه در پل گرگان رود در بالا دست ید گلستان واقع شده ، موقعیت ایستگاه بنظر می رسد برای سنجش جریان خوب و مناسب باشد دستگاههای سنجش و ثبت کننده شناور نصب شده اند و کابلهای انتقال د ردست احداث می باشند این ایستگاه نیز در سیل سال ۲۰۰۱ تخریب شد

۲-٦-۲- اطلاعات سیلهای سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱

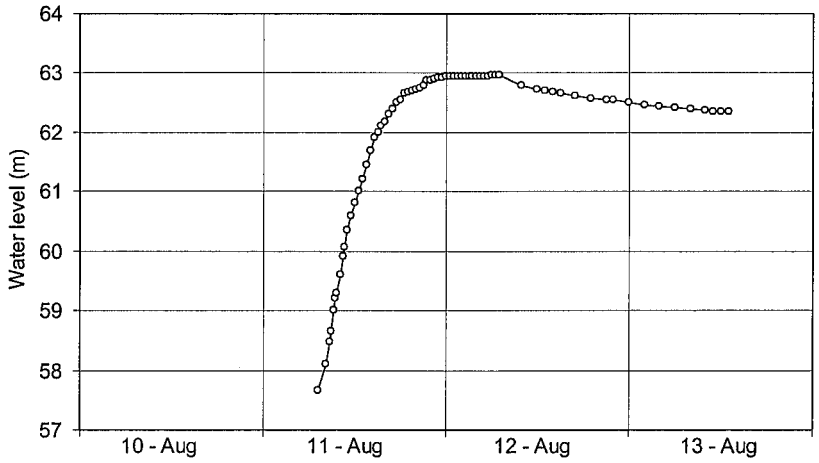
سطح آب در سیل سالهای ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲

سطح آب ساعتی تنگراه (رود مادر سو) گالکش (اوغان رود) حاجی قوشان (گرگان رود) و سد گلستان در طول سیل سال ۲۰۰۱ تحلیل شده است (تصاویر ۵۷-۲ و ۵۸-۲) حداکثر سطح

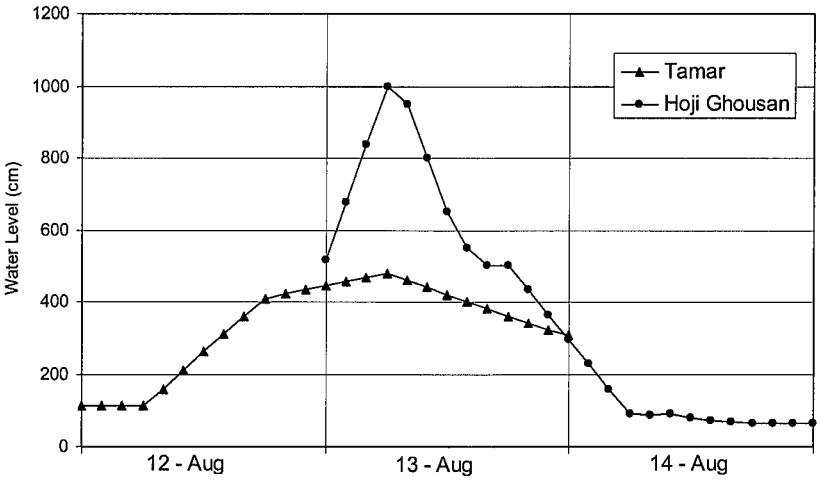
آب در ایستگاهها در روز وقوع سیل (۱۱ اوت) به این ترتیب بوده است :m ۹۵ /٤ (گالکش در ساعت ۲) m ۵/۲۵ (تنگراه ساعت ٦) m۸/۵۸ (حاجی قوشان در ساعت ۱۰) و m ٦۲/۹٤ (سد گلستان در ساعت ۲) با این وجود گراف سطح آب نشان دهنده احتمال وقوع باران شدید در حوضه می باشد زیرا سطح آب تنگراه بسرعت در طول سیل دارای نوسان بود . متاسفانه ممکن نیست که بتوانیم تفاوتهای سطح آب را بین ایستگاهها و سد گلستان مقایسه کنیم و این عدم توانائی بخاطر فقدان ارتفاع سنجش صفر در ایستگاههای اندازه گیری می باشد و تنگراه سطح آب بمدت ٤ ساعت در بالترین میزان بوده است (از ساعت ٤ تا ۸ در روز سیل) زمان حرکت جریان بین تنگراه و سد گلستان در بخش بعدی مورد بحث قرار خواهد گرفت . در سیل سال ۲۰۰۲ حداکثر سطح آب در ایستگاهها در روز سیل ۱۳ اوت به این ترتیب بوده است : m٤/۸۰(تمر در ساعت ٦) و m ۱۰(در حاجی قوشان در ساعت ٦) اما داده های سایر ایستگاهها موجود نمی باشد (تصویر ۵۹-۲)



تصویر ۵۷-۲ سطح آب ساعتی در ایستگاهها در طول سیل سال ۲۰۰۱



تصویر ۵۸-۲ سطح آب ساعتی در مخزن سد گلستان در سیل سال ۲۰۰۱



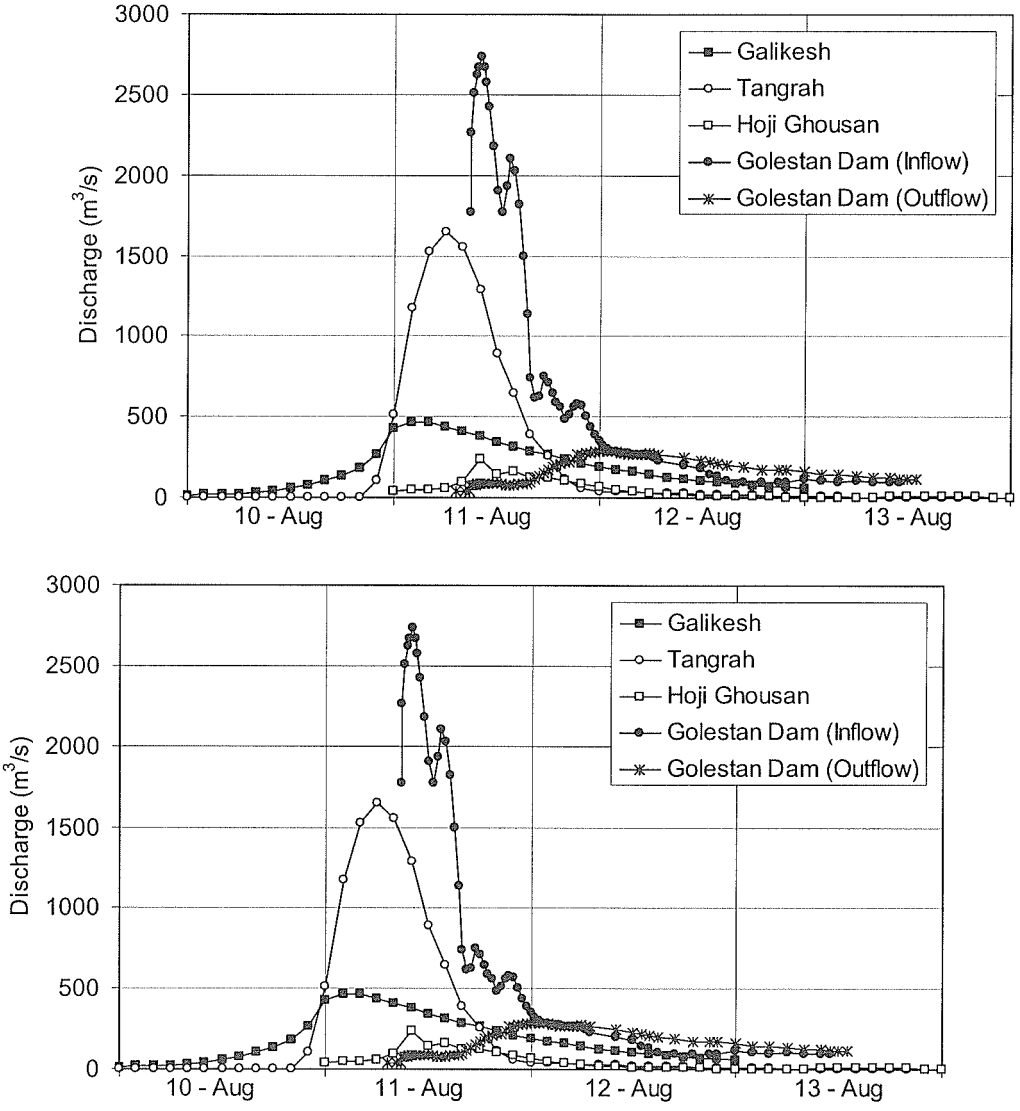
تصویر ۵۹-۲ سطح آب ساعتی در ایستگاهها در سیل سال ۲۰۰۲

دبی سیل سال های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲

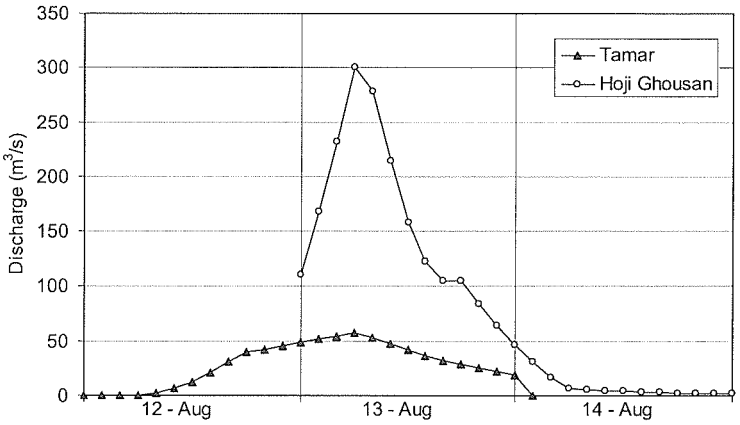
در طول سیل سال های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ حداکثر دبی ساعتی در ایستگاهها در روز سیل (۱۱ اوت) به این صورت بوده است : ٤٨٦/ $m^{3/s}$ (گالیکش در ساعت ۲) ۱/٦٥٠$m^{3/s}$ (تنگراه در ساعت ٦) و ۲٤۱ $m^{3/s}$ (حاجی قوشان در ساعت ۱۰) علاوه بر این حداکثر ورود جریان ساعتی به سد گلستان در ساعت ۱۰ معادل ۲/۷۳٦$m^{3/s}$ بوده است (تصویر ٦۰-۲) بخاطر اینکه ورود جریانات در هر ساعت به سد گلستان دارای نوسان بوده است و از محاسبه منحنی مخزن سد و سطح آب حرکت پنج جریان متوالی برای به حداقل رساندن خطا بوده است اگر حداکثر دبی را در ایستگاهها با هم جمع کنیم و حداکثر جریان ورودی به سد گلستانمقایسه کنیم مطلوب به نظر خواهد رسید : زیرا تفاوت بین مجموعه حداکثر دبی ایستگاهها و حداکثر جریان ورودی به سد گلستان در حدود ٤۰۰ $m^{3/s}$ خواهد بود که کاملاً منطقی به نظر می رسد ؛ زیرا

این میزان کمتر جریان ورودی به سد گلستان به حوضه مادر سو از تنگراه و سد گلستان توزیع خواهد شد . علاوه بر این زمان حرکت جریان بین تنگراه و سد گلستان حدود ٤ ساعت می باشد .

از طرف دیگر در سیل سال ۲۰۰۲ حداکثر دبی ساعتی در ایستگاهها در روز سیل (۱۳ اوت) به این صورت بوده است : $۵۸\,m^{3/s}$ (تمر) $۳۰۰\,m^{3/s}$ (حاجی قوشان) درساعت ٦ (تصویر ٦١-٢) داده های دبی ساعتی در سایر ایستگاهها موجود نبوده است .



تصویر ٦٠-٢ دبی ساعتی در ایستگاه حوضه مخزن سد گلستان در سیل سال ۲۰۰۱

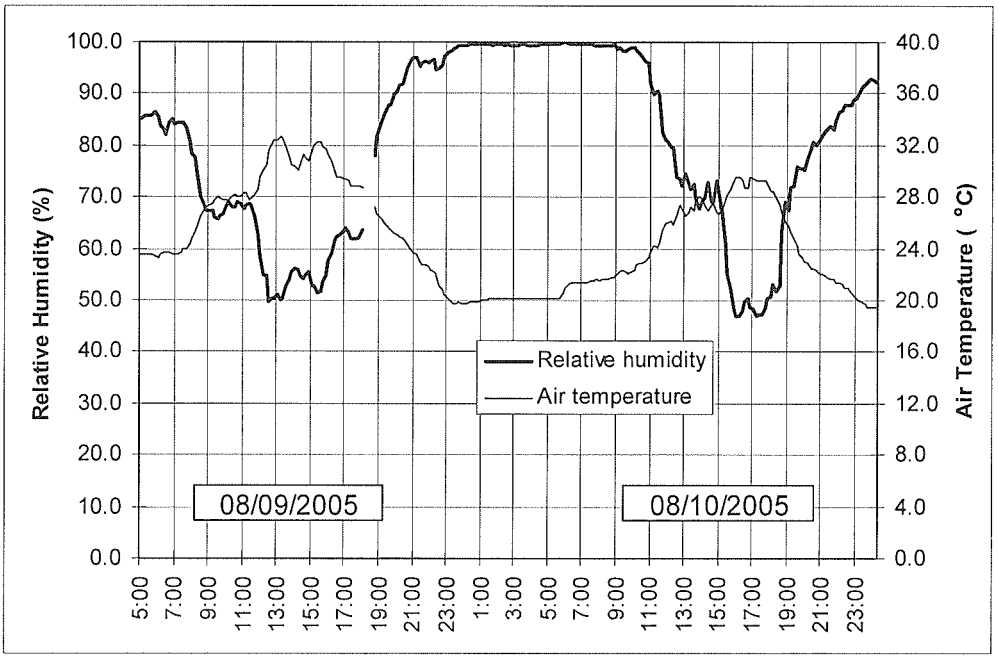


تصویر ۲-۶۱ دبی ساعتی در ایستگاه حوضه مخزن سد گلستان در سیل سال ۲۰۰۲

۲-۶-۳- اطلاعات هواشناسی – هیدرولوژی در سیل سال ۱۳۸٤

شرایط هوا

پارامترهای هواشناسی در تنگراه در ایستگاه on – lhne ثبت شده ، که مطالعه گردیده ، اطلاعات ساعتی بارندگی فقط در این ایستگاه در دسترس می باشد در ۱۹ مرداد ماه ، دمای هوا تدریجاً از وسط روز کاهش یافته و تا نیمه شب این کاهش ادامه داشته است ، درجه حرارات هو ۳۲/٦ ^{o2} (در ساعت ۱۳/۱۰) و ۱۹/۷ ^{o2} در ساعت ۲۳/۳۰ بوده است . بارندگی از ساعت ۲۰/۱۰ شروع شده و مانند همین رطوبت مربوطه (RH) تذریجاً از وسط روز افزایش یافته وتا نیمه شب این افزایش ادامه داشته است (شکل ٦۲-۲) رطوبت ٤۹/۹٪ در ساعت ۱۳/۱۰ و ۹۹/۷٪ در ساعت ۲۳/۳۰ بوده است .



تصویر ۲-۶۲ درجه حرارت هوا و رطوبت مربوطه (RH) د رتنگراه

توزیع مکانی بارش

اطلاعات نقطه ایستگاههای مختلف در حوزه در روز سیل (۲۰ مرداد) و یک روز قبل از سیل (۱۹ مرداد) جمع آوری شده است . بارندگی در هیچ یک از ایستگاهها در یک روز قبل از سیل وجود نداشت . اما در روز سیل بارندگی شدیدی د رحوزه رخ داده است . مقدار نقطه ای بارش در داخل و اطراف حوزه در روز سیل (۲۰ مرداد) ۱٤ MM (تیل آباد) ۱۲ MM (نردین) ۱۱۰ MM (سود اوغلان) ۱۱۳ MM (دشت شاد) ۹۸ MM (دشت) ۲۳۷ MM (تنگراه) ۳۳ MM (پیشکمر) ۷ MM (گالیکش) ۸۵ MM (چشمه خان) ۱۷/٥ MM (ربلط قربیل) بوده است .

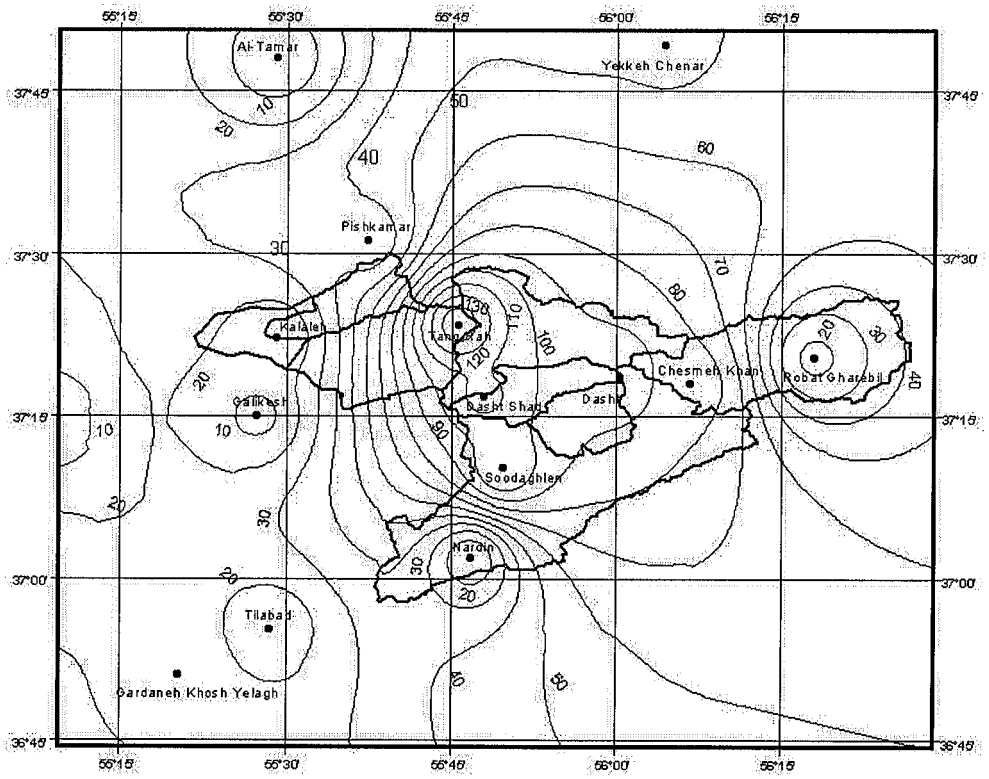
توزیع مکانی بارش

در سطح حوزه در روز وقوع سیل با منحنی هم باران در شکل ٦۳-۲ ارائه شده است این نشان می دهد که بارندگی ۱۳۷-۸۰ میلیمتر در ٥٥ ٪ از سطح حوزه اتفاق افتاده است .

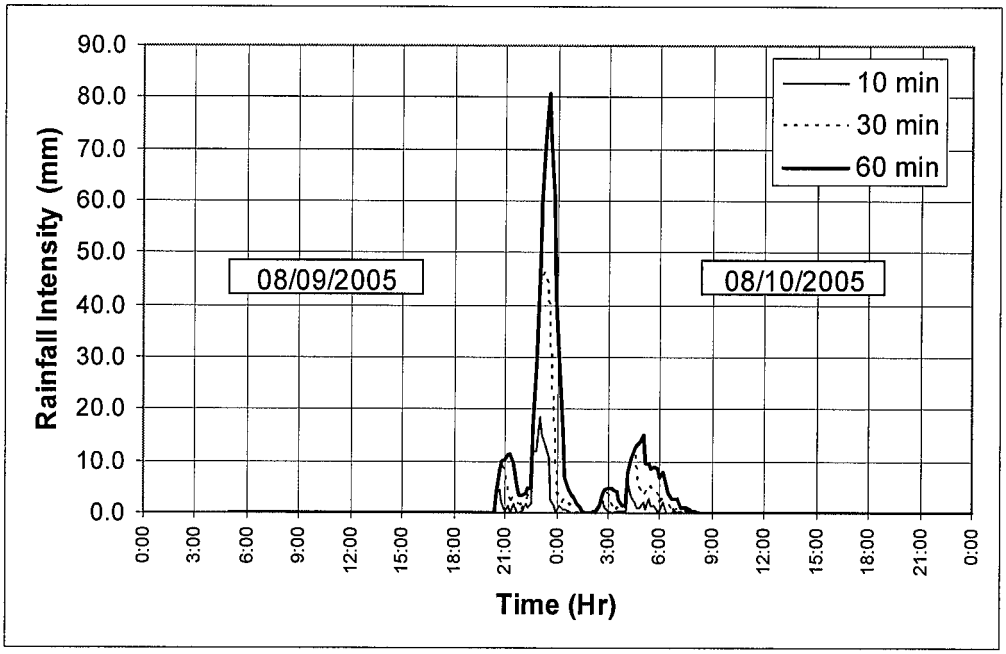
الگوی بارش

بارش اتفاق افتاده درتنگراه درایستگاه on – lhne طی سیل سال ۱۳۸٤ آنالیز گردیده است بارندگی ازساعت ۲۰/۱۰ (۱۹ مرداد) اغاز شده و تا ساعت ۷/۱۰ (۲۰ مرداد) ادامه داشته است بنابراین دوره بارش ۱۱ ساعت بوده است اگر چه بین ۳ ساعت بارندگی جزئی بوده است مقدار کل بارش ۱۳٦/۸ mm و بیشترین شدت بارش در ساعت ۲۳ روز ۱۹ مرداد بوده است ماگزیمم ۱۰ و ۳۰و ٦۰ دقیقه از شدت بارش ۱۸/٥ ، ٤٦/۳ و ۸۰/۸ mm بوده است . (شکل ٦٤-۲) .

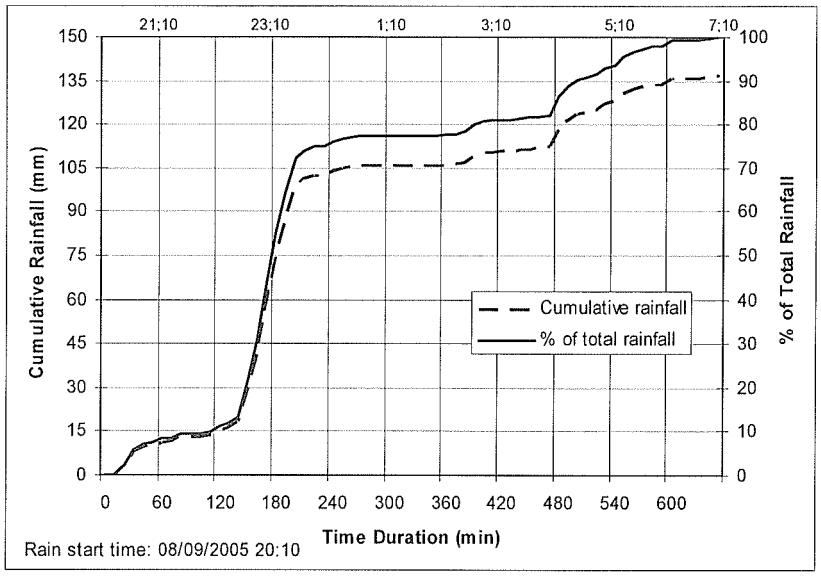
این بیشترین شدت بارندگی بوقوع پیوسته را نشان می دهد که سبب وقوع سیلاب خروشان در حوضه شده بعلاوه ، الگوی توزیع بارش آنالیز گردیده است ، حدود ۷٦٪ از مجموع بارش بین ٤ ساعت اولیه بارش اتفاق افتاده است (شکل ٦٥-۲) مشابه این ، حدود ٤۳/۹۳ ٪ مجموع بارش در ۳ ساعتاز بارش اتفاق افتاده است حدود ۹۱-۲۰٪ از مجموع بارندگی در چهار ساعت از بارش اتفاق افتاده است کمترین میزان بارش (۲۲٪ از مجموع بارش) در ٦ ساعت از بارش اتفاق افتاده است (شکل ٦٦-۲)



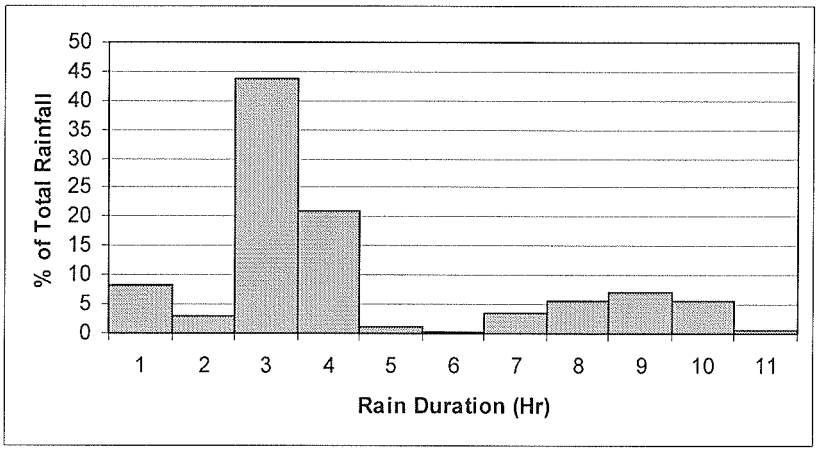
شکل ۲-۶۳ منحنی همباران (۲۰ مرداد ۱۳۸۴)



شکل ۲-۶۴ شدت بارندگی در تنگراه



شکل ۲-٦٥ الگوی توزیع بارش در تنگراه



شکل ٦٦-۲ توزیع ساعتی بارش در تنگراه

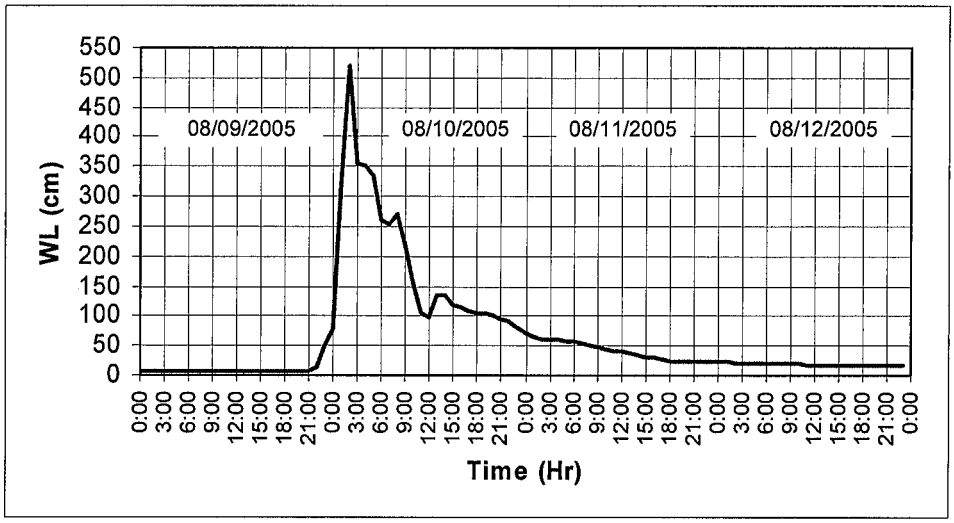
برآورد جریان در پل دشت

در زمان وقوع سیل سال ۱۳۸٤ اطلاعات ساعتی تعیین سطح آب lhne – on در پل روستای دشت قابل دسترسی بوده است (شکل ۲-٦۷) ماگزیمم سطح آب در پل دشت ٥/۲ متردر طی سیل بوده است هیدروگراف سیل سطح آب lhne – on نشان میدهد که ماگزیمم جریان در ساعت ۲صبح روز ۲۰ مرداد بوده است هیدروگراف سیل شدیداً بالا و پائین افتاده است این شاخص وقوع سیلاب خروشان می باشد بعلاوه جریان رودخانه با استفاده از فرمول وایر بر اساس ابعاد پل و اطلاعات سطح آب ساعتی (شکل ۲-٦۸) محاسبه شده است . ماگزیمم دبی ۷۲٥ $^{ms/3}$ برآورد شده است و فرمول استفاده شده برای برآورد دبی در زیر نوشته شده است

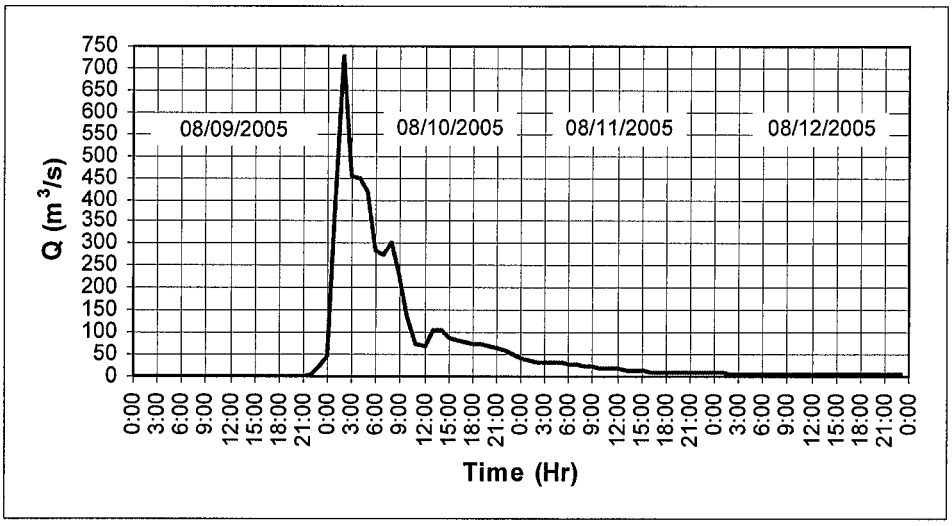
$$Q = 1.7BH^{3/2} \qquad (1)$$

where,

Q	=	جریان (m^3/s)
B	=	عرض تاج (m)
H	=	عمق آب بالای تاج (m)



شکل ٦٧-٢ سطح آب در پل روستای دشت در سیل ١٣٨٤



شکل٦٨-٢ جریان رودخانه در پل دشت در سیل سال ١٣٨٤

٦-٢-٤ – برآورد بارندگی (منطقه ای)حوزه

انتخاب ایستگاه بارندگی نماینده ، محاسبه فاکتورهای وزنی ایستگاهها و تعیین حوزه برای برآورد اولیه بارندگی حوزه و بعد از این بارندگی ها ی حوزه می تواند محاسبه گردد .

انتخاب ایستگاه بارندگی نماینده

ایستگاهها بر اساس پوشش فضائی و قابل دسترس بودن بارندگی روزانه انتخاب شده اند . با این معیار، از داخل سطح حوزه ، ایستگاههای تنگراه ، چشمه خان ، رباط قربیل ، دشت کالپوش ، دشت شاد ، سود داغلان ، و نردین انتخاب شده اند . و در بیرون سطح حوزه ایستگاههای

پیشکمر ، گالیکش ، و تیل آباد با توجه به پوشش فضائی و نزدیکی به حوزه انتخاب گردیده اند . مجموع ۱۰ ایستگاه نماینده برای رسیدن به یک پوشش فضائی مناسب انتخاب شده اند .

فاکتور وزنی برای ایستگاهها

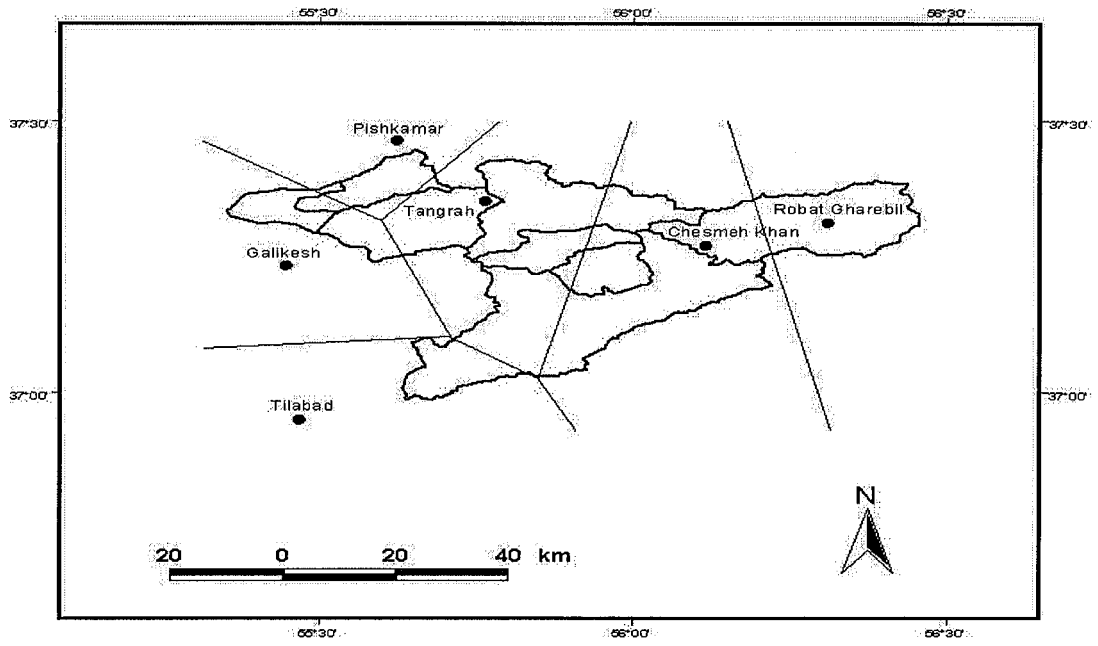
از میان ۱۰ ایستگاه انتخاب شده برای سود داغلان و نردین بارندگی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸٤ ثبت شده و در دسترس بوده است . مشابه این ، دشت شاد و دشت کالپوش بارندگی روزانه سالهای ۱۳۷٦تا ۱۳۸٤ ثبت شده وقابل دسترسی بوده است . برای ٦ ایستگاه دیگر از سالهای ۱۳۵۳ تا ۱۳۸٤ بارندگی روزانه ثبت شده و در دسترس می باشد . بخاطر همین ذلیل سه ترکیب از ایستگاههای مختلف انجام شد تا روش پلی گون تیسن را انجام دهیم .

ترکیب ۱: ایستگاههائی که مجموع بارش روزانه طولانی تری داشتند (۹٦-۱۹۷۵) در این ترکیب ٦ ایستگاه منتخب برای ترسیم پلی گون تیسن مورد استفاده قرار گرفتند (تصویر(۱) ٦۹-۲)

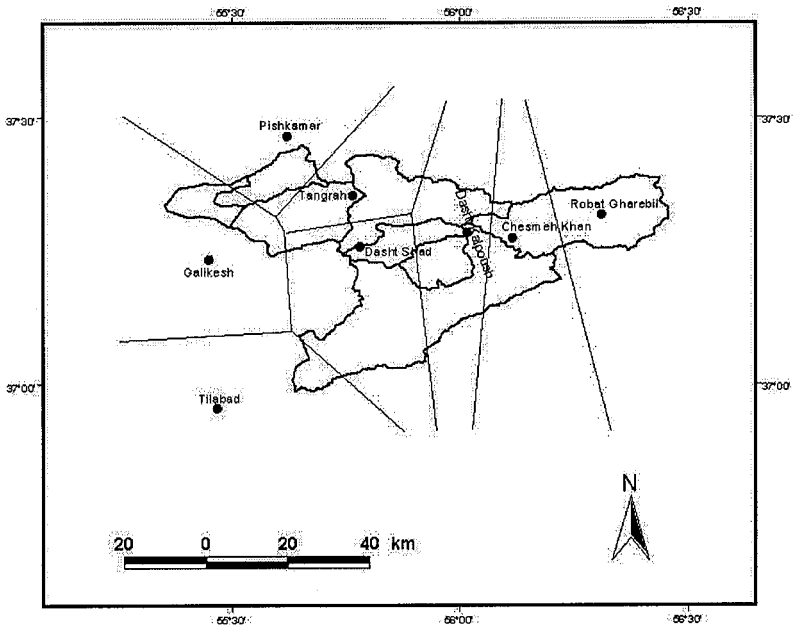
ترکیب ۲ : ایستگاههائی که مجموع بارش روزانه کوتاه مدت داشتند (۲۰۰۰-۱۹۹۷) در این ترکیب تمام ۸ ایستگاه برای ترسیم پلی گون تیسن مورد استفاده قرار گرفتند (تصویر (۲) ٦۹-۲)

ترکیب ۳ : همه ۱۰ ایستگاه با ثبت بارندگی ثبت شده قابل دسترسی (۲۰۰۱ تا ۲۰۰۵) برای ترسیم پلی گون تیسن استفاده شده است .

در این ترکیب روش سه گروه از عوامل وزنی ایستگاهها برای محاسبه بارش حوضه ای و زیر حوضه ای محاسبه شده اند (جدول ۳۵-۲ و ۳٦-۲)

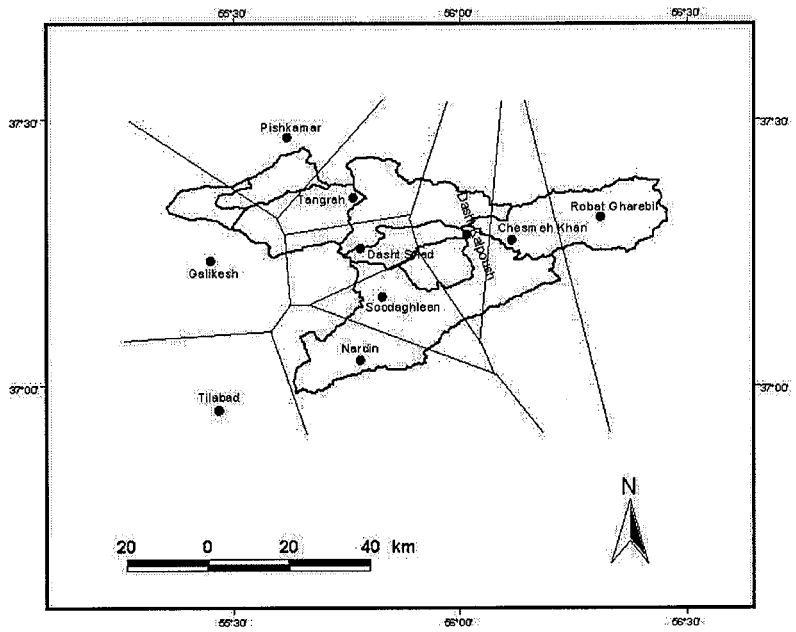


تصویر ٦۹-۲ پل گون تیسن استفاده شده بر اساس سالهای ۱۳۵۳ تا ۱۳۷۵



تصویر ۶۹-۲ پلی گون تیسن استفاده شده برای سالهای ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۹

(



تصویر ۲-۶۹ (۳) پلی گون تیسن استفاده شده برای سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴۳

جدول ۳۵-۲ وزن تیسن ایستگاهها برای محاسبه بارش حوضه ای

Item	Robat-Gharebil	Chesmeh-Khan	Tangrah	Pishkamar	Galikesh	Tilabad	Dasht-Shad	Dasht-Kalpoush	Soodaghleen	Nardin
Long time series data (1975-96)	0.128	0.331	0.347	0.058	0.079	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000
Short time series data - 1(1997-00)	0.130	0.126	0.134	0.059	0.075	0.024	0.255	0.197	0.000	0.000
Short time series data - 2 (2001-02)	0.129	0.125	0.133	0.058	0.075	0.000	0.088	0.154	0.134	0.104

جدول ۳۶-۲ وزن تیسن ایستگاهها برای محاسبه بارش زیر حوضه ای

Item	Robat-Gharebil	Chesmeh-Khan	Tangrah	Pishkamar	Galikesh	Tilabad	Dasht-Shad	Dasht-Kalpoush	Soodaghleen	Nardin
A. Long time series data (1975-96)										
Sub-basin 1	0.000	0.513	0.313	0.000	0.000	0.175	0.000	0.000	0.000	0.000
Sub-basin 2	0.674	0.326	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sub-basin 3	0.000	0.846	0.154	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sub-basin 4	0.000	0.231	0.769	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sub-basin 5	0.000	0.270	0.730	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sub-basin 6	0.000	0.000	0.655	0.069	0.276	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sub-basin 7	0.000	0.000	0.071	0.786	0.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sub-basin 8	0.000	0.000	0.000	0.100	0.900	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B. Short time series data - 1 (1997-00)										
Sub-basin 1	0.000	0.211	0.000	0.000	0.000	0.104	0.502	0.183	0.000	0.000
Sub-basin 2	0.668	0.301	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.031	0.000	0.000
Sub-basin 3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.889	0.000	0.000
Sub-basin 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.619	0.381	0.000	0.000
Sub-basin 5	0.000	0.027	0.459	0.000	0.000	0.000	0.163	0.351	0.000	0.000
Sub-basin 6	0.000	0.000	0.500	0.071	0.250	0.000	0.179	0.000	0.000	0.000
Sub-basin 7	0.000	0.000	0.071	0.786	0.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sub-basin 8	0.000	0.000	0.000	0.100	0.900	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C. Short time series data - 2 (2001-02)										
Sub-basin 1	0.000	0.208	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.078	0.372	0.323
Sub-basin 2	0.668	0.301	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.031	0.000	0.000
Sub-basin 3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.706	0.293	0.000
Sub-basin 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.591	0.381	0.028	0.000
Sub-basin 5	0.000	0.027	0.459	0.000	0.000	0.000	0.163	0.351	0.000	0.000
Sub-basin 6	0.000	0.000	0.500	0.071	0.250	0.000	0.179	0.000	0.000	0.000
Sub-basin 7	0.000	0.000	0.071	0.786	0.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sub-basin 8	0.000	0.000	0.000	0.100	0.900	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

اساس قابل توزیع حداکثر سالانه بارش دو روزانه در ایستگاهها خوب می باشد حداکثر سالانه بارش دو روزانه در ایستگاههای حوضه برای ایجاد مجوعه حوضه ها و زیر حوضه ها محاسبه شده از نظر بارش استفاده شد

برآورد بارش حوضه ای و زیر حوضه ای

برآورد بارش حوضه ای و زیر حوضه ای ، عوامل وزنی برای ایستگاههای منتخب با توجه به حوضه بعنوان یک مجموعه کلی و زیر حوضه ها بصورت جداگانه تعیین میشوند (جداول ۳۵-۲ و ۳۶-۲) مجموعه بارش دو روزانه حوضه ها و زیر حوضه ها برای روزهای حداکثر سالانه بارش روزانه در ۵ ایستگاه درون حوضه محاسبه شد اگر دو ایستگاه یا بیشتر حداکثر سالانه بارش دو روزانه را در یک روز مشخص دارا می باشند ؛ فقط یک مجموعه محسوب می شد با این روش ، مجموعه و محاسبات بارش دو روزانه حوضه و زیر حوضه ها بدست آمد . رابطه استفاده شده برای محاسبه بارش (بارش حوضه ای و زیر حوضه ای) بصورت زیر می باشد :

$$P = \sum_{i=1}^{N} W_i R_i \qquad (2)$$

Where,

P	=	بارش حوضه ای یا زیر حوضه ای (mm/2day)
W	=	فاکتور تیسن برای ایستگاه i^{th} (0 – 1.0)
R	=	بارندگی در ایستگاه i^{th} (mm/2day)
N	=	تعداد ایستگاههای در نظر گرفته شده برای بارش
i	=	شاخص ایستگاه

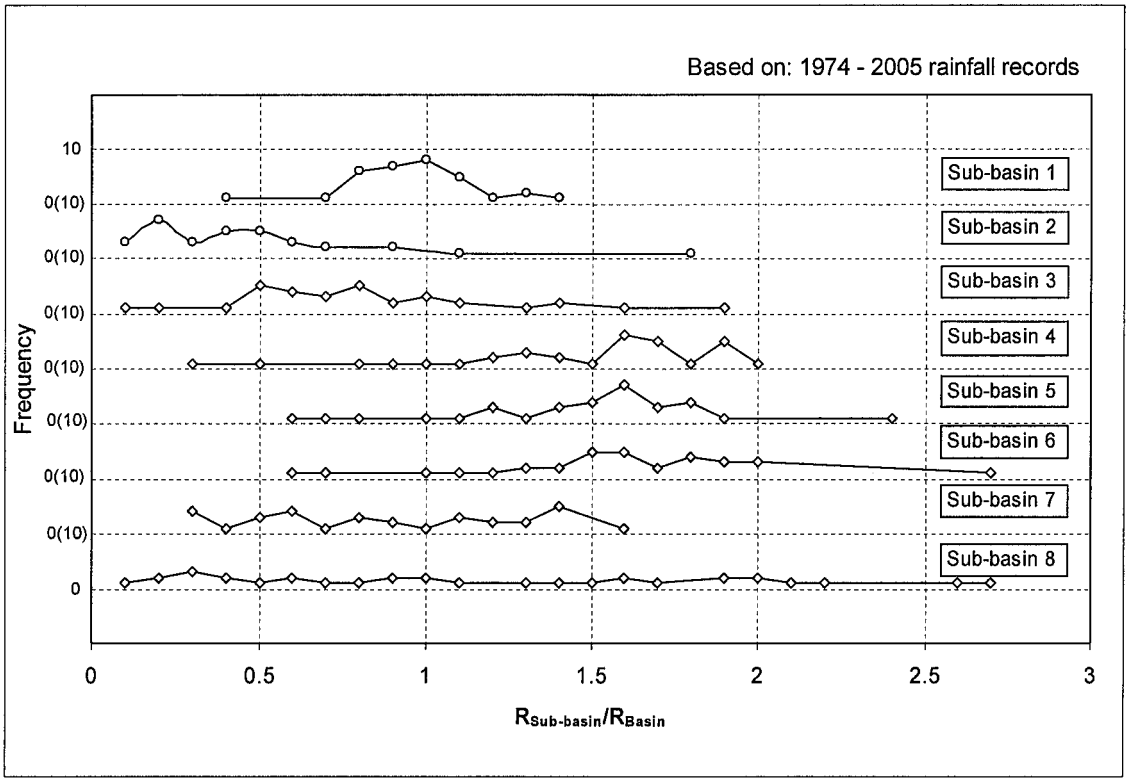
مجموعه های ماگزیمم سالانه بارش هوائی برای هر حوضه محاسبه شد (جدول ۲۸-۲) علاوه بر این بارش حوضه ای محاسبه شده با ۲۰ ، ۳۰، ۵۰، ۱۰۰ سال دوره بازگشت به ترتیب ۳۹ ، ٤٤، ٥٥ و ۱۰٤ (Day -mm)می باشد

تحلیل الگوی توزیع بارش

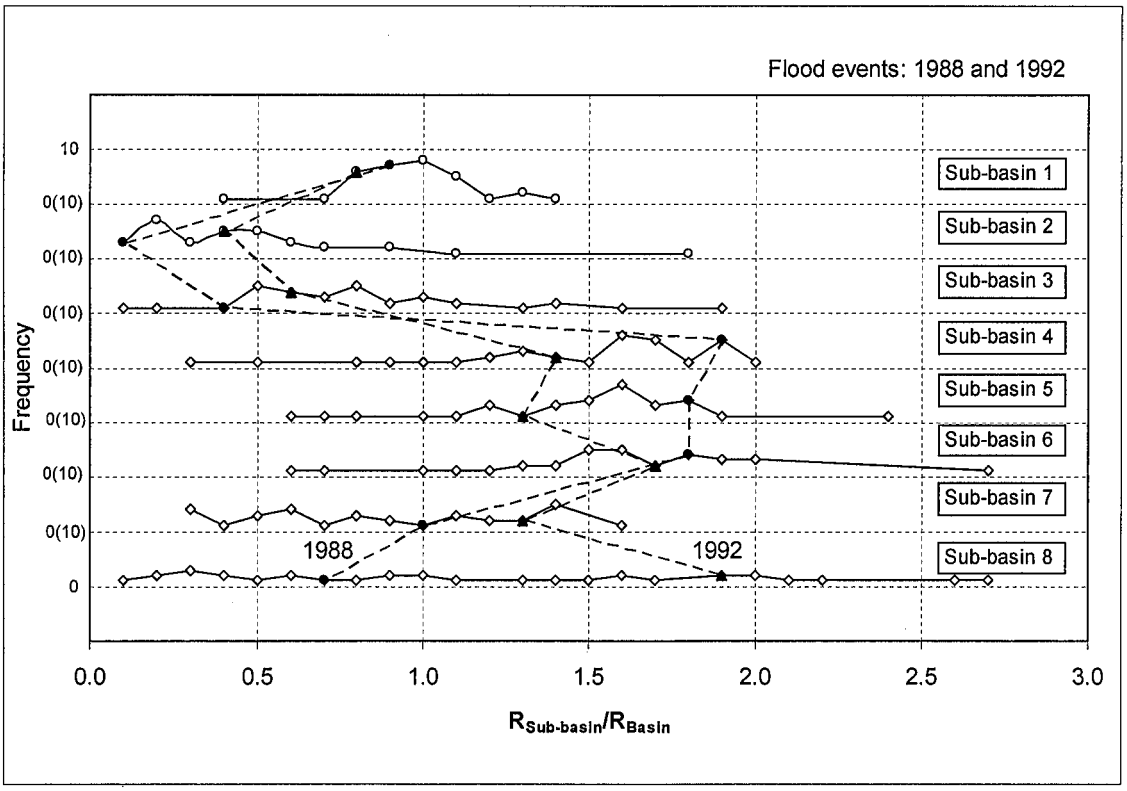
الگوهای توزیع بارش دو روزانه برای هر زیر حوضه ها تحلیل شدند . بدین منظور ضرایب همبستگی (زیر حوضه R/ حوضه R) برای تمام مجموعه های بارش دو روزانه حوضه ای با توجه به بارش دو روزانه حوضه ای محاسبه شدند . تحلیل فراوانی ضرایب همبستگی هر زیر حوضه نشان داده شده است و هیستگرام فراوانی ضرایب نسبی برای زیر حوضه ها ترسیم شد (تصویر ۷۰-۲) پسوسعه هیستوگرام فراوانی ضرایب نسبی ، ٥ سال پر بارش از مجموع بارش دو روزانه حوضه ای انتخاب شدند . از این رو سالهای سیلابی ۱۹۸۸- ۱۹۹۲-۲۰۰۱- ۲۰۰۲ و ۲۰۰۵ بعنوان نمونه سالهائی که سیل در حوضه رخ می دهد ، انتخاب شدند توزیع ریزشهای جوی برای زیر حوضه ها در طول ٥ نمونه سیل تحلیل شد (تصویر ٥٦-۲) و عوامل توزیعی برای هر زیر حوضه و برای هر نوع سیل معین شد (جدول ۲۹-۲) نتایج نشان می دهد که زیر حوضه های ٤ و ٥ و ٦ بیشترین بارش را دارند ، بنابراین توجه بیشتری به این زیر حوضه ها شود و عملیات کنترل سیلاب و جریان واریزه ای نیز باید انجام گیرد

جدول ۲-۳۷ ماگزیمم بارندگی دوروزانه حوزه

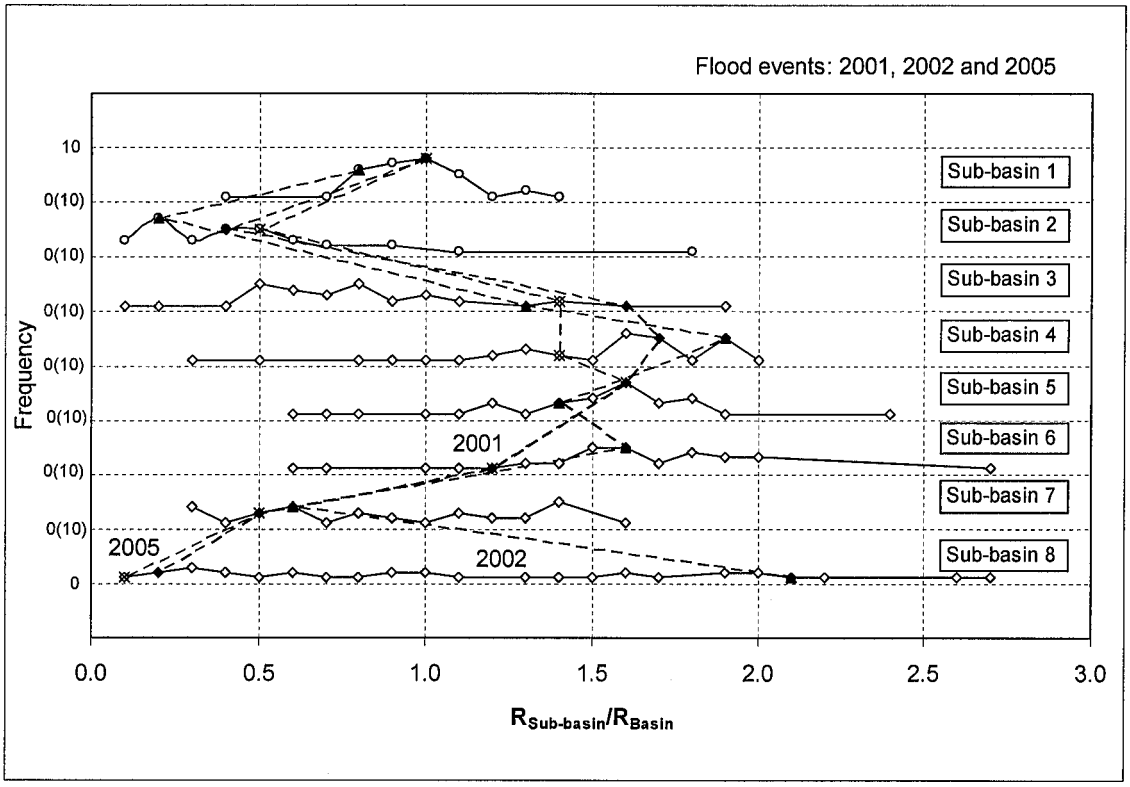
Year	Date	Basin	Sub - basins							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1974	27-28 Nov	36	34	11	31	54	53	50	49	21
1975	29-30 Nov	30	27	15	20	36	35	46	33	57
1976	24-25 Apr	20	18	2	9	38	36	35	24	6
1977	21-22 Apr	26	23	12	20	42	41	41	8	27
1978	2-3 May	33	33	12	33	53	51	49	9	32
1979	13-14 Sep	23	23	4	18	40	39	36	18	13
1980	29-30 Dec	15	15	3	13	27	27	22	8	1
1981	6-7 Oct	20	19	3	15	37	36	31	7	5
1982	24-25 Jun	20	20	5	19	33	32	28	9	9
1983	12-13 Dec	28	33	17	38	21	22	29	29	59
1984	6-7 Oct	34	37	19	36	52	51	41	10	10
1985	11-12 Oct	26	20	5	12	43	41	51	25	48
1986	3-4 Aug	37	31	15	24	58	55	59	51	35
1987	20-21 Mar	41	33	8	20	65	62	75	57	63
1988	1-2 Apr	54	46	4	24	100	95	98	56	40
1989	5-6 Jan	30	40	27	56	30	32	15	8	4
1990	15-16 Mar	30	28	19	23	37	36	42	22	46
1991	4-5 May	38	42	34	41	35	35	37	34	48
1992	13-14 May	77	62	28	45	105	101	131	102	146
1993	15-16 Feb	18	13	7	6	29	28	36	13	35
1994	5-6 Jan	30	23	7	14	46	44	53	45	42
1995	22-23 Jun	34	30	17	25	45	44	50	43	45
1996	25-26 Jun	31	27	5	18	57	55	56	15	27
1997	6-7 Nov	16	11	17	1	8	18	31	9	41
1998	18-19 Mar	13	16	23	2	11	7	9	11	5
1999	12-13 Jul	20	24	10	10	25	14	27	13	53
2000	7-8 Feb	17	17	0	10	22	23	31	21	29
2001	10-11 Aug	97	94	41	147	165	152	115	53	22
2002	12-13 Aug	45	36	8	56	88	64	73	25	96
2003	24-25 May	44	32	22	41	51	75	75	51	27
2004	19-20 Sep	21	8	4	13	5	50	55	27	18
2005	9-10 Aug	75	72	40	102	107	118	93	37	10



تصویر ۷۰-۲ الگوی توزیع بارش در سطح زیر حوزه ها



تصویر ۷۱-۲ الگوهای توزیع بارش در زیر حوضه هاذر سیلهای گذشته (۱)



تصویر ۷۱-۲ الگوهای توزیع بارش در زیر حوضه ها درسیلهای گذشته (۲)

جدول ۲-۳۸ فاکتورهای تبدیل بارندگی دو روزانه حوزه به بارندگی زیر حوزه

Flood Type	Basin	Sub-basin 1	Sub-basin 2	Sub-basin 3	Sub-basin 4	Sub-basin 5	Sub-basin 6	Sub-basin 7	Sub-basin 8
1988	1.00	0.85	0.07	0.45	1.86	1.77	1.83	1.05	0.74
1992	1.00	0.80	0.36	0.58	1.36	1.31	1.71	1.32	1.90
2001	1.00	0.96	0.42	1.51	1.70	1.57	1.18	0.54	0.23
2002	1.00	0.78	0.18	1.24	1.93	1.40	1.61	0.56	2.11
2005	1.00	0.97	0.54	1.36	1.44	1.58	1.24	0.49	0.13

۲-۶-۵ - تخمین از بارندگی احتمالی حوزه و زیر حوزه

بارندگی دو روزانه ماگزیمم سهم سالیانه حوزه (۱۳۵۳-۱۳۸٤) با استفاده از توزیع احتمالی مختلف آنالیز گردید . (شکل ۲-۷۲) همانطور که اشاره شد توزیع احتمالی همبستگی حوبی با بارندگی دو روزانه ماگریممم سالیانه برآورد شده دارد . اگر چه ، منحنی پیرسون (log p3) توؤیع احتمالی بهترین همبستطی را با دوره بارندگی دارد . بارندگی احتمالی دو روزانه حوزه با دوره بازگشتهای مختلف نتیجه را از توزیع منحنی پیرسون (log p3) دارد (جدول ۲-۳۹) و بارندگی دو روزانه احتمالی با دوره بازگشت ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ ساله به میزان ۷٦/۱ ، ۹٤/٤ ، ۱۱۵/٤ میلیمتر می باشد . استفاده از بارندگی دو روزانه احتمالی با دوره بازگشت ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ ساله بارندگی احتمالی دو روزانه زیر حوزه با استفاده از توزیع یا فاکتور افزاینده تخمین زده شود (جدول ۲-٤۰) . این بارندگی احتمالی دو روزانه با بازگشت ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ ساله با استفاده از مدل Mike she برای برآورد جریان در سیستم رودخانه در حوزه استفاده میشود .

بعنوان نتیجه تخمین احتمالی ، وقوع مجدد (دوره بازگشت) سه سیلاب اخیر می بایست با استفاده از بارندگی دو روزانه حوزه همانطور که در جدول ۲-۳۹ آمده است ارزیابی گردد .

- سیل سال ۱۳۸۰ (۹۷ mm) : ۵۵ ساله
- سیل سال ۱۳۸۱ (٤٥ mm) : ٥ سال
- سیل سال ۱۳۸٤ (۷٥ mm) : ۲٥ ساله

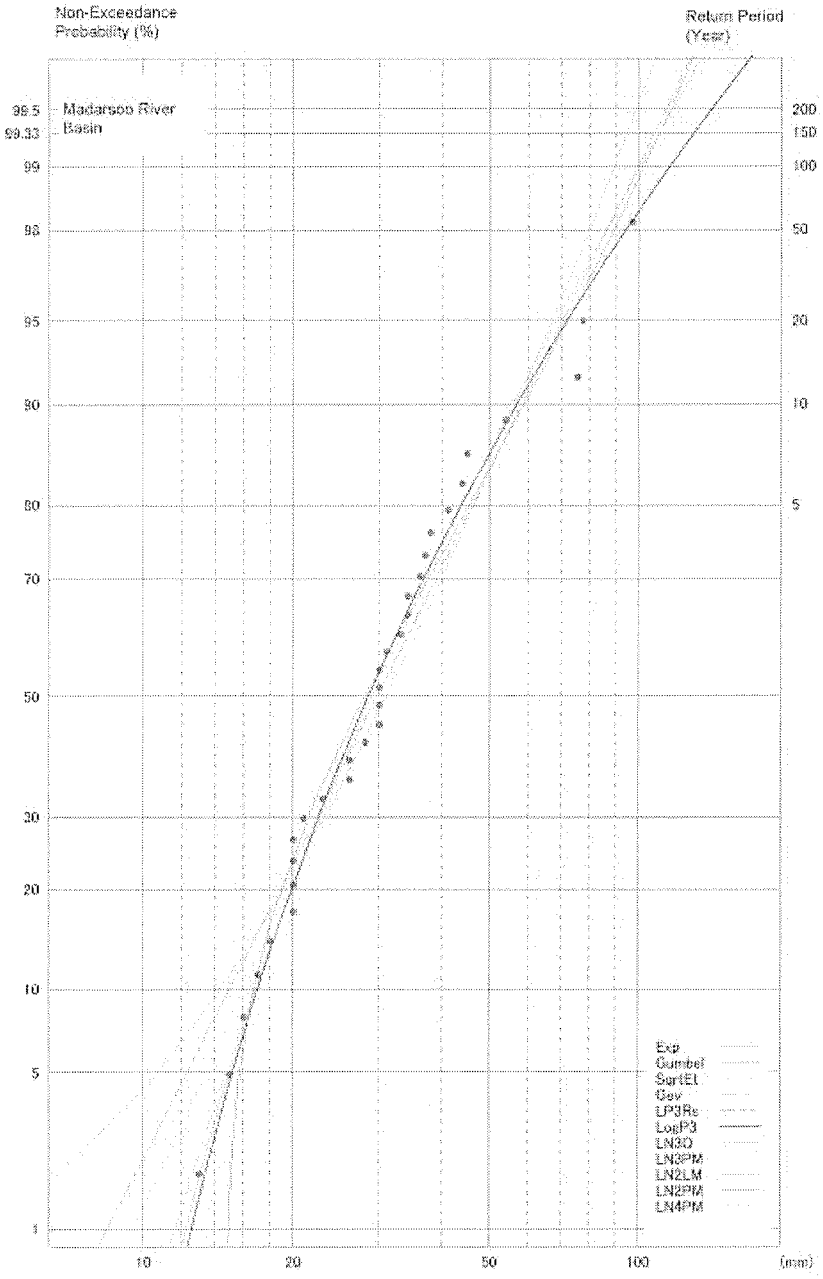
بلافاصله بعد از سیل سال ۱۳۸۰ ، این سیل بعنوان سیل عظیم غیر منتظره ارزیابی گردیده و دوره بازگشت ان بیش از چندین هزار سال برآورد گردیده است چنین سیلابی با مقیاس بزرگ هرگز تجربه نگردیده و ثبت نشده است (جدول ۲-۳۷) بعد از تجربه سیلابهای ۱۳۸۱ و ۱۳۸٤ جمع آوری اطلاعات هیدرولوژیکی مربوطه مشخص گردید که سیل سال ۱۳۸۱ نمی تواند سیل غیر معمول مد نظر قرار گیرد. بنابراین طراحی پارامترهای هیدرولوژیکی مانند شدت بارندگی و احتمالات مربوطه نمی تواند یک دفعه قبل و بعد از سیلاب های سال ۸۱ و ۸٤ تغییر پیدا کند .
هنوز مشخص نیست که تغییرات ناگهانی هوا که میتوان تغییرات جهانی اقلیم نامیده میشود تاثیر در هیدرولوژی داشته است یا خیر

جدول ۲-۳۹ بارندگی دو روزانه احتمالی حوزه

Item	Return Periods									
	2 - Years	5 - Years	10 - Years	20 - Years	25 - Years	30 - Years	50 - Years	80 - Years	100 - Years	200 - Years
Probable 2-day basin rainfalls (mm/2day)	28.3	43.6	56.5	71.2	76.1	80.9	94.4	108.3	115.4	139.8

جدول ۲-٤۰ بارندگی دو روزانه احتمالی حوزه و زیر حوزه

Return Period	Flood Type	Probable Aerial Rainfalls (mm/2day)								
		Basin	Sub-basin 1	Sub-basin 2	Sub-basin 3	Sub-basin 4	Sub-basin 5	Sub-basin 6	Sub-basin 7	Sub-basin 8
25 Years	1988	76.1	65	6	34	141	134	139	80	56
	1992		61	28	44	104	100	130	101	145
	2001		73	32	115	129	119	90	41	17
	2002		60	14	94	147	106	122	42	161
	2005		74	41	104	109	120	95	37	10
50 Years	1988	94.4	81	7	42	175	167	172	99	69
	1992		76	34	55	128	124	161	125	180
	2001		91	39	143	160	148	112	51	22
	2002		74	17	117	183	132	152	53	200
	2005		92	51	129	136	149	117	46	12
100 Years	1988	115.4	99	9	51	214	204	211	121	85
	1992		93	42	67	157	151	197	152	220
	2001		111	48	174	196	181	136	63	26
	2002		90	21	143	223	161	186	64	244
	2005		112	62	157	166	182	144	57	15



جدول ۲-۷۲ توزیع احتمالی و بارندگی دو روزانه بارندگی حوزه

۲-٦-٦ - توزیع زمانی بارندگی

توزیع زمانی بارش یکی از فاکتورهای مهم مانند توزیع مکانی بارش ، جهت ایجاد جریان معین در سیستم رودخانه می باشد بنابراین تیم مطالعاتی از سازمان هواشناسی در تهران اطلاعات بارندگی ساعت ایستگاههای گنبد کاووس را در طی سیلهای گذشته درخواست نموده است . این ایستگاه تنها ایستگاه سینوپتیک می باشد که د رنزدیکی حوزه مادر سو قرار دارد اما اطلاعات بارندگی ٦ ساعته این ایستگاه قابل سیلهای سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ د ردسترس بود که برای اطلاعات توزیع زمانی بارش قابل

استفاده نبوده است . مشابه این ، منحنی شدت بارش همچنین برای ایستگاه گنبد کاووس در دسترس نبود . بنابراین ، بعنوان گزینه ، منحنی شدت بارندگ ایستگاه گرگان ، ، که در بین ایستگاه سینوپتیک نزدیک به حوزه بوده است بعنوان الگوی توزیع ساعتی بارندگی استفاده شده است . منحنی شدت بارندگی با دوره بازگشت ۲۰ و ۱۰۰ساله ایستگاه گرگان (شکل ۲-۷۳) بعنوان الگوی توزیع ساعتی بارش استفاده شده است رابطه شدت بارش ایستگاه بشرح دیل می باشد

۲-۸۹

برای دوره بازگشت ۲۰ ساله

$$i = \frac{339.95}{(t+2.24)^{0.57}}$$

برای دوره بازگشت ۱۰۰ ساله

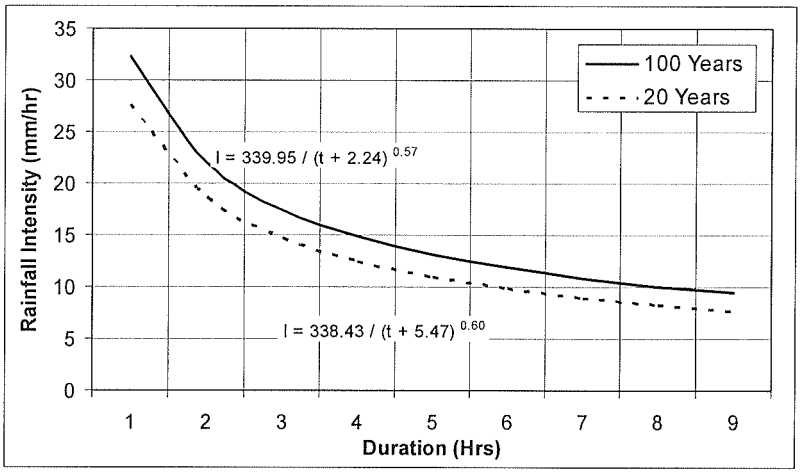
$$i = \frac{339.95}{(t+2.24)^{0.57}}$$

که I = شدت بارش (mm / hr)

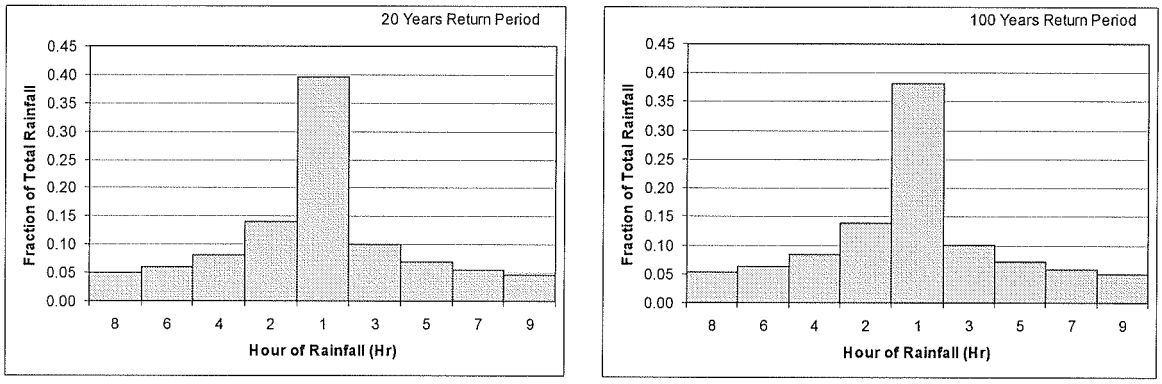
t = دوره زمانی (min)

از طرف دیگر ، آمار ثبت شده ایستگاه شده ایستگاه گنبد کاووس نشان میدهد که در یک روز در سال ۱۳۷۵ کمتر از ٦ ساعت بارش داشتیم ، کمی بیشتر از ٦ ساعت در روز سیل سال ۱۳۸۰ و کمتر از ٦ ساعت در روز سیل سال ۱۳۸۱ بارش داشته ایم ، بعلاوه اطلاعات on – line تنگراه فقط برای سیل سال ۱۳۸٤ قابل دسترسی بوده است اطلاعات on – line نشان میدهد که دوره زمانی بارش ۱۱ ساعت در تنگراه در روز سیل ۱۳۸٤ بوده است اما بین ۱۱ ساعت ۳ ساعت بارندگی صوری و غیر واقعی وجود دارد . باتوجه به این واقعیت ، بارندگی دو روزانه زیر حوزه در ۹ ساعت توزیع شده است بنابراین بر اساس منحنی شدت بارندگی ، الگوی توزیع متمرکز ساعتی یا متقارن تا ۹ ساعت با دوره بازگشت های ۲۰ و ۱۰۰ ساله استفاده شده است وقتیکه شدت بارندگی ایستگاه تنگراه آنالیز گردید ، این همچنین نشان می دهد که توزیع بارندگی کم و بیش متقارن بوده است . پیش از این ، در صد وقوع بارندگی در روز اول یا دوم در طی ٥ سیلاب گذشته همچنین آنالیز گردیده است (جدولهای ۲ - ٤۱، ۲-٤۲) بر اساس این در صد ، بارندگی بین روزهای اول و دوم توزیع شده و توزیع زمانی بارش استفاده گردیده است . در این روش ، الگوی توزیع زمانی ۹ ساعت بارندگی به ۲ روزانه بارندگی زیر حوزه بری استفاده از نرم افزار Mike she جهت برآورد جریان رودخانه با دوره بازگشت ۲٥ ، ٥۰، ۱۰۰ ساله استفاده گردید.

برای توزیع زمانی بارش ، طی سال ۱۳۸٤ ، اطلاعات بارندگی on – line ایستگاه تنگراه با فاصله ۱۰ دقیقه استفاده گردید. با استفاده از اطلاعات بارندگی ایستگاه on- line با فاصله ۱۰ دقیقه ایستطاه جریان سیل سال ۱۳۸٤ رودخانه برآورد گردید.



شکل ۳-۷۳ منحنی شدت بارش گرگان (با دوره بازگشت ۲۰و ۱۰۰ ساله)



شکل ۲-۷۴ الگوی توزیع بارش گرگان (با دوره بازگشتهای ۲۰ و ۱۰۰ ساله)

جدول ۲-٤۱ بارندگی روزانه ایستگاهها طی سیلهای گذشته

Flood Year	Day	Rainfall (mm/d)									
		Tangrah	Chesmeh Khan	Robat Gharebil	Pishkamar	Galikesh	Tilabad	Dasht Shad	Dasht Kalpoush	Soodaghleen	Nardin
1988	1-Apr	72.0	0.0	0.0	41.0	0.0	8.5				
	2-Apr	56.0	5.0	3.5	12.0	38.0	10.0				
1992	13-May	46.0	23.0	16.0	0.0	68.0	32.5				
	14-May	81.0	7.0	11.0	90.0	84.5	4.5				
2001	10-Aug	0.0	0.0	4.5	0.0	4.0	9.5	0.0	50.0	21.2	0.0
	11-Aug	150.0	84.0	11.5	50.3	15.0	8.0	176.0	100.0	117.0	30.0
2002	12-Aug	23.5	0.0	0.0	8.1	32.0	4.5	0.0	0.0	13.6	0.0
	13-Aug	30.0	16.0	2.5	0.0	74.0	11.0	108.0	60.0	33.4	25.0
2005	9-Aug	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	10-Aug	136.9	85.0	17.5	32.8	7.0	14.0	113.0	98.0	110.0	12.0

جدول ۲-۴۲ بارندگی روزانه حوزه و زیر حوزه طی سیلهای گذشته

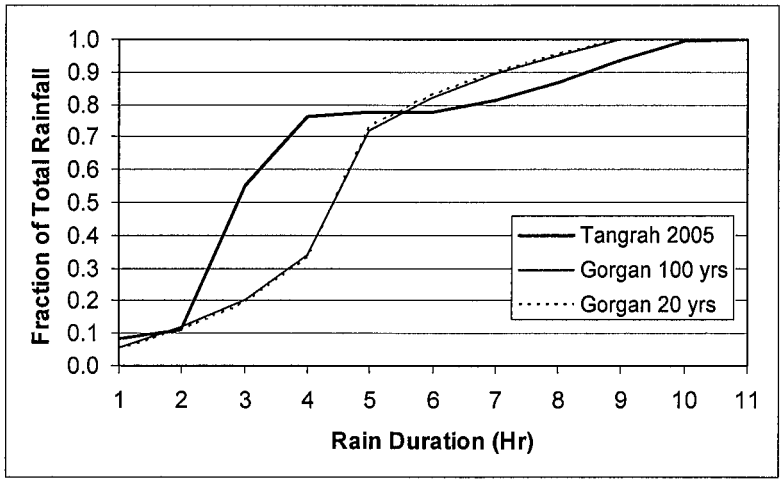
Flood Year	Day	Basin and Sub - Basin Rainfalls (mm/d)								
		Basin	Sub-Basin							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1988	1-Apr	28	24	0	11	55	53	50	37	4
	2-Apr	26	22	4	13	44	42	48	19	35
1992	13-May	33	32	18	27	41	40	49	13	61
	14-May	44	30	10	18	64	61	83	89	85
2001	10-Aug	11	12	5	42	20	18	1	1	4
	11-Aug	86	82	36	105	145	135	114	52	19
2002	12-Aug	8	5	0	4	0	11	20	13	30
	13-Aug	38	31	8	52	88	53	53	13	67
2005	9-Aug	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10-Aug	75	72	40	102	107	118	93	37	10

مقایسه الگوی توزیع زمانی بارش

مجموع ۹ ساعت الگوی توزیع زمانی بارش ، با کمک منحنی شدت بارش ایستگاه گرگان با دوره بازگشت ۲۰ و ۱۰۰ ساله ، با الگوی توزیع زمانی بارش ایستگاه تنگراه در طی سیل سال ۱۳۸٤ مقایسه گردید . مقایسه غیر حجمی الگوهای بارش نشان می دهد که در سیل سال ۱۳۸٤ بارش نسبتاً شدید در ساعت سوم در ایستگاه تنگراه اتفاق افتاده است ، و حدود ۷٦٪ از مجموع بارش در چهار ساعت اول بارش اتفاق افتاده است

۲-۹۰ ۲-۹۱

در صورتیکه استفاده از الگوی توزیع بارندگی ۹ ساعته با دوره بازگشت ۲۰ و ۱۰۰ ساله نشان می دهد شدت بارش در ساعت پنجم بارندگی اتفاق افتاده است و ۷۸٪ از مجموع بارندگی در ٥/٥ ساعت اول رخ داده است .



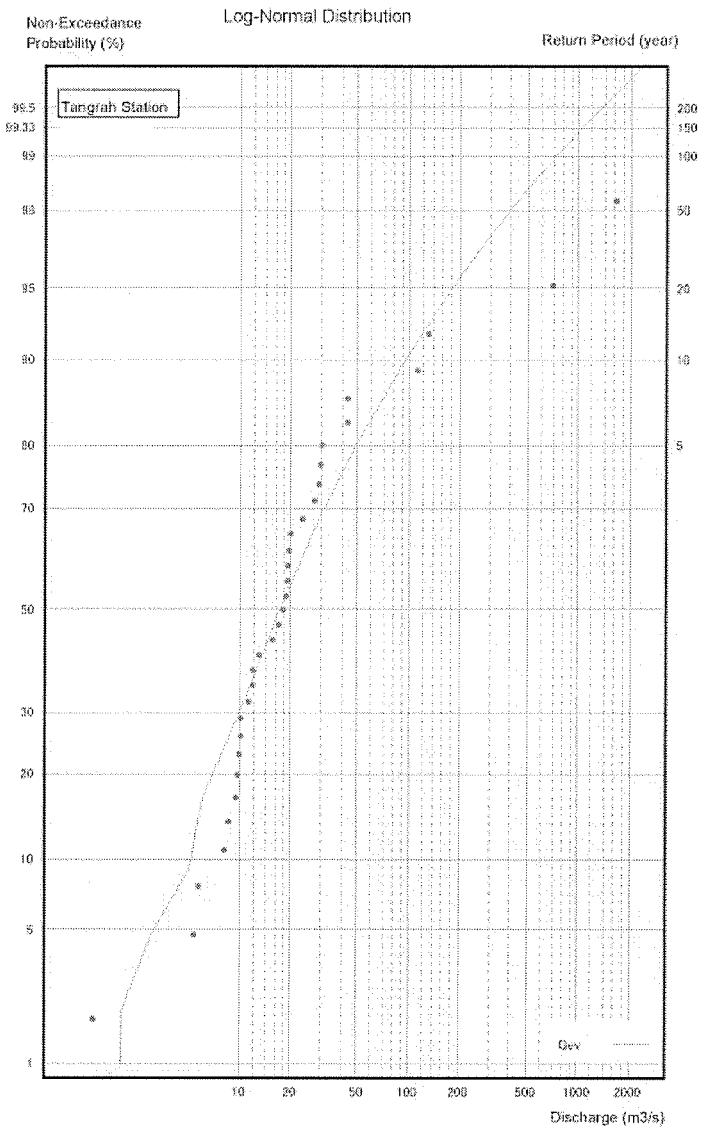
جدول ۲-۷٥ مقایسه الگوی توزیع بارندگی

۲-٦-۷ - آنا لیز دبی رودخانه

اطلاعات دوره زمانی دبی رودخانه فقط در ایستگاه تنگراه در حوزه قابل دسترسی بوده است دبی ماگزیمم سالیانه در ایستگاه تنگراه از اطلاعات دبی روزانه برآورد گردیده است (شکل ۲-٤۳) ماگزیمم دبی سالیانه دوره ۳۳ ساله ((۱۳٤۹-۱۳۸۱) در ایستگاه تنگراه با توزیع احتمالی مختلف آنالیز گردیده است اگر چه برای رسیدن به همبستگی خوب دبی ماگزیمم سالیانه برای اطلاعات زمانی مشکل بوده است . قرائن نشان می دهد که اطلاعات مشاعده شده شامل یکسال به سال دیگری نبوده و خیلی قابل اعتماد نیست نقش توزیع احتمالی دبی ماگزیمم لحظه ای نتیجه داده شده است فقط بهترین همبستگی را با دوره زمانی بهتر از سایر توزیع ها دارد (شکل ۲-۷٦) دبی احتمالی برآورد شده با دبی ماگزیمم لحظه ای تعمیم داده شده با دوره بازگشتهای مختلف (جدول ۲-٤٤) ارائه شده است دبی احتمالی برآورد شده در دوره بازگشتهای ۲۵ و ۵۰ و ۱۰۰ و ۲۰۰ و ٤۰۰ ساله ۲۲۲ ، ۳۹۸ ، ۷۳۱ ، ۱/۳۳٦ و ۲٤٤۰ متر مکعب بر ثانیه می باشد

جدول ۲-٤۳ ماگزیمم دبی سالیانه در ایستگاه تنگراه

Date	Max Q (m^3/s)	Date	Max Q (m^3/s)	Date	Max Q (m^3/s)
1970/03/24	1	1981/09/27	129	1992/05/13	113
1971/04/21	13	1982/04/09	12	1993/03/09	30
1972/04/20	9	1983/04/09	8	1994/03/28	31
1973/04/04	19	1984/05/02	12	1995/04/25	19
1974/11/01	20	1985/03/21	10	1996/04/16	17
1975/03/28	29	1986/04/03	10	1997/05/06	11
1976/04/27	19	1987/04/05	27	1998/03/19	20
1977/03/21	6	1988/04/02	43	1999/03/25	18
1978/04/16	10	1989/04/30	43	2000/03/25	10
1979/05/11	5	1990/05/14	10	2001/08/11	1,650
1980/10/21	15	1991/05/25	23	2002/08/13	700



جدول ۲-۷۶ : آنالیز احتمالی دبی ماگزیمم سالیانه در تنگراه

Item	Return Period									
	2 - Yrs	5 - Yrs	10 - Yrs	20 - Yrs	25 - Yrs	50 - Yrs	100 - Yrs	150 - Yrs	200 - Yrs	400 - Yrs
Probale Q (m^3/s)	17	48	94	177	222	398	731	1041	1336	2440

جدول ۲-٤٤ دبی احتمالی در ایستگاه تنگراه

اختلافات و رفع ابهام

وقتی رویداد سیل ۱۳۸۰ از دبی ماگزیمم سالیانه در تنگراه آنالیز گردید . نشان داد که دوره بازگشت سیل ۲۵ ساعت بوده است در صورتیکه اگر وقاعه سیل سال ۱۳۸۰ از ماگزیمم بارندگی حوزه آنالیز شده ، نشان داد که سیل با دوره بازگشت ۵۵ ساله اتفاق افتاده است

بنابراین نشان می دهد که بارندگی و اطلاعات دبی حوزه مشمول همدیگر نیستند یکی از دلایل موجود اختلاف زیاد در اختلاف در دوره ها یثبت شده می باشد اطلاعات بارندگی از سال ۱۳۵۳ تا ۱۳۸٤ و اطلاعات دبی از سال ۱۳٤۹ تا ۱۳۸۱ پس اطلاعات دبی شامل اطلاعات سیل ۱۳۸٤ بخاطر عدم مشاهده یا برآورد دبی پیک می باشد .

مشابه این،اگر اطلاعات دوروزانه بارندگی سیل سال۱۳۸۰و۱۳۸۱در مدل Mike she وارد کرده و جریان رودخانه را بدست آوردیم ، سپس برآورد کرده و هیدروگراف جریان را مانند پیک جریان در سد گلستان ، تنگراه و پل دشت را توانستیم خوب با هم جور نمائیم همچنین صحت اطلاعات بارندگی قابل اعتماد تر است . بنابراین اطلاعات بارندگی زیر حوزه در مدل برامی برآورد دبی طراحی سیستم رودخانه حوزه برای طرح جامع کنترل سیل استفاده شده است .

۲-٦-۸ - مدل هیدرولوژیکی

مقدمه

مدل جامع هیدرولوژیکی Mike she برای ارزیابی فرایند بارندگی – رواناب – در رودخانه مادر سو استفاده شده است . مدل قادر است اثرات عملیات آبخیزداری ، کاربری اراضی ، خاکشناسی ، توپوگرافی ، ساختار قانونی جریان و غیره را در سطح حوزه در جریان رودخانه ارزیابی نماید . برای این ، مدل Mike she بهمراه مدل سیستم رودخانه ۱۱ Mike برای شبیه سازی جریان در سیستم رودخانه استفاده گردد . ورودی و فرایند هیدرودینامیک در رودخانه برای استفاده مدل مورد توجه قرار گرفته است مدل ترکیبی از جریان رودخانه با مقدار جریان مازاد جریان درونی و جریان پایه می باشد .

مدل جامع هیدرولوژیکی Mike she بدلایل زیر در حوزه رودخانه مادر سو مورد استفاده قرار گرفته است .

۱- برای برآورد احتمالی یا دبی طراحی دقیق در سیستم رودخانه برای کمک به طرح جامع کنترل سیل

۲- برای آنالیز اثرات عملیات آبخیزداری و بیولوژیکی در کنترل سیل با محدود کردن جریان رودخانه توسط این رویداد .

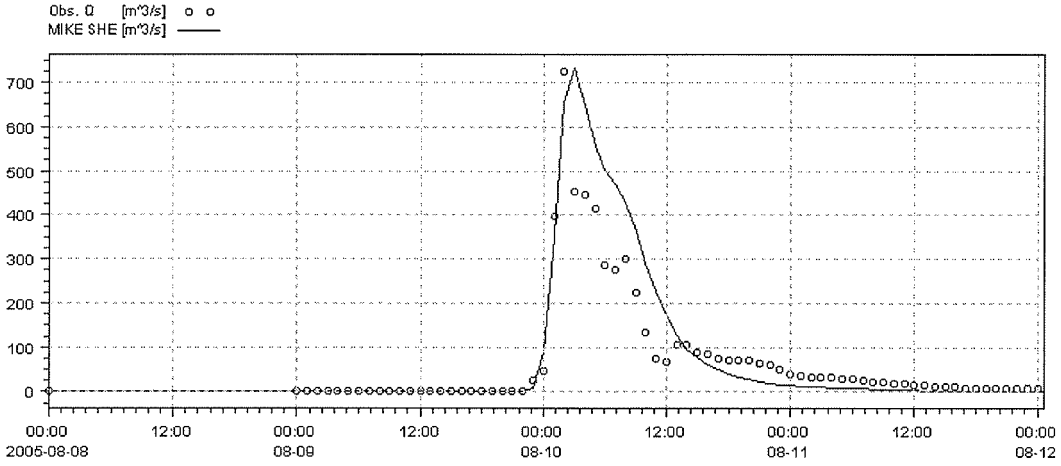
۳- برای آنالیز اثرات ترکیب سازه های کنترل سیل مانند سد در سیستم رودخانه برای کاهش پیک جریان

کالیبره کردن مدل

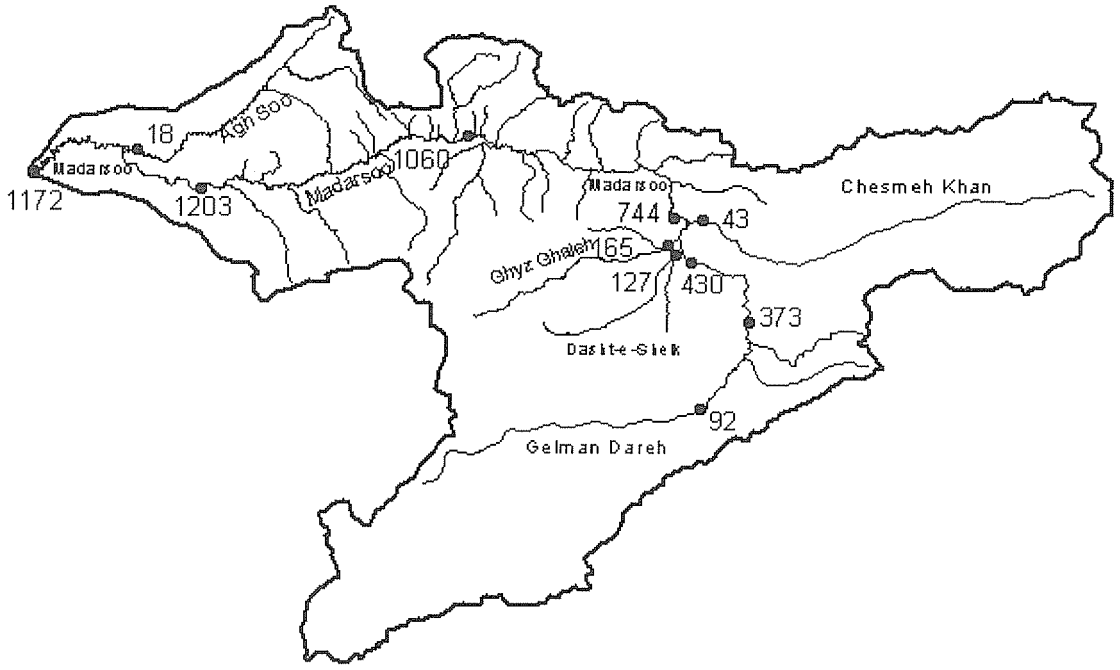
پیشنهاد کالیبره کردن برای دستیابی به توافق مورد قبول بین اقدامات و ارزش برآورد مدل با قضاوت پارامترهای مدل در محدوده مورد قبول زیرا تشریح فرایند فیزیکی در طبیعت با فرمول های ریاضی کار بسیار مشکلی است . بنابراین ، مدل با قضاوت پارامترهای مدل برای بدست آوردن بهترین همبستگی براوردی با مشاهده آن کالیبره گردید.

در این پروژه ، مدل هیدرولوژیکی Mike she با دبی ساعتی مشاهده شده در رودخانه مادر سو در پل روستای دشت در طی سال ۱۳۸٤ کالیبره گردید . دبی ساعتی در پل بر اساس سطح آب On – line و فرمول وایر برآورد گردید اگر چه ایستگاههای هیدرولوژی بیشتر قابل دسترسی در سطح حوزه برای استفاده اطلاعات این ایستگاهها بعنوان مرجع د رکالیبره کردن بهتر پارامترها ی مدل می تواند در سطح زیر حوزه ها تاسیس شود .

نتیجه کالیبراسیون نشان می دهد که شکل هیدروگراف مشاهده شده درجریان شبیه سازی شده Mike she خیلی خوب باهم جور می باشند جریان پیک شبیه سازی شده توسط مدل $M^{S/3}$ ۷٤٤ و جریان مشاهده شده $M^{3/S}$ ۷۲۵ در پل دشت در سیل سال ۱۳۸٤ بوده است (شکل ۲-۷۷) تغییر ناچیز بین هیدروگراف شبیه سازی شده مدل و مشاهده شد بخاطر همزمانی الگوی توزیع بارش بوده است جریان پیک شبیه سازی شده در سیستم رودخانه توسط مدل برای سیل سال ۱۳۸٤ $M^{3/S}$ ٤۳۰ در گلمن دره $M^{3/S}$ ۱۲۷ در دشت شیخ $M^{3/S}$ ۱٦٥ در قیز قلعه $M^{3/S}$ ٤۳ در چشمه خان $M^{3/S}$ ۱۰٦۰ در تنگراه بوده است .



شکل ۲-۷۷ دبی شبیه سازی شده مدل و مشاهده شده در پل دشت (۲۰ مرداد ۱۳۸٤)



شکل ۲-۷۸ جریان پیک شبیه سازی شده توسط مدل در سیستم رودخانه (۲۰ مرداد ۱۳۸۴)

پارامترها در فرایند کالیبراسیون برای بدست اوردن بهترین همبستگی جریان رودخانه ایجاد شده با جریان مشاهده شده پروژه بهینه شده اند میزان بهینه کردن پارامترها در بخش قبل ارائه شده است بعضی از پارامترها ی بهینه کردن شامل :

.نسبت نفوذ پذیری :

این نفوذ آب را از سطح خاک بعمق خاک جلوگیری می نماید . تثبیت زملن جریان داخلی : برای کنترل شکل هیدروگراف سیل ، مقدار کم زمان ثابت و نتیجه سریع (هیدروگراف شیبدار) برای بارندگی می باشد . وقتی مقدار زیاد زمان ثابت نتیجه کند برای بارندگی دارد در نتیجه هیدروگراف بیشتر عریض می گردد .

تثبیت زمان نفوذکردن :

کنترل نوفذ آب جریان پایه مخازن ، کمتر بودن زمان ثابت نفوذ باعث کم شدن دبی پیک جریان و عریض شدن هیدروگراف شده و آب ثابت شده سریعتر نفوذ کرده و در جریان پایه مخازن ذخیره می گردد

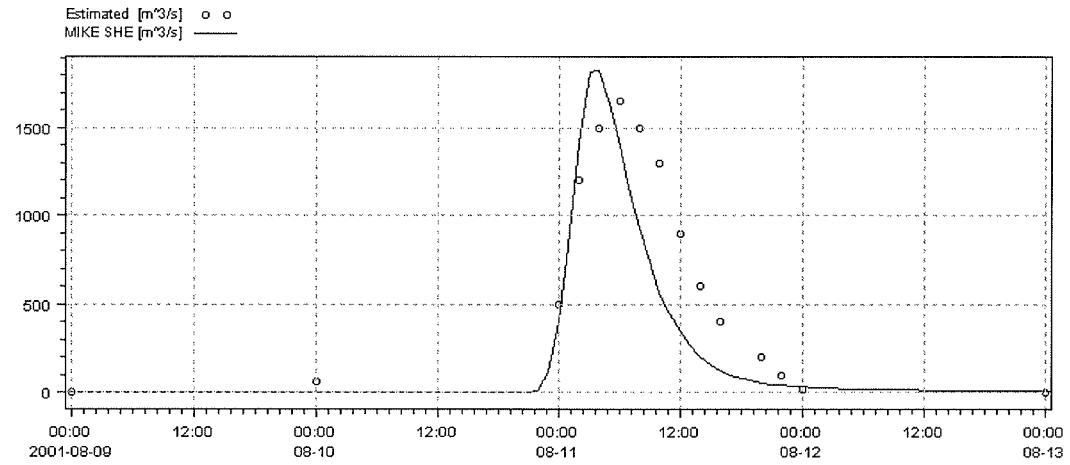
تثبیت زمان جریان : برای کنترل نفوذ آب از جریان پایه مخازن به رودخانه ها ضریب زبری اورلند : سطوح ملایم اجازه می دهند آب بیشتری برای جریان بسمت پائین بعنوان جریان اورلند جریان پیدا کند . از آنجائیکه سطح زبر آب بیشتری را برای نفوذ اجازه دهد بنابراین ضریب زبری ارتباط نزدیکی به کاربری زمین دارد .

تائید مدل :

دبی ساعتی برآورد شده در ایستگاه تنگراه و جریان ساعتی ورودی سد گلستان از رودخانه مادر سو در سیل سال ۱۳۸۰ برا یتائید مدل استفاده شده است .

۱- دبی ایستگاه تنگراه بعنوان مرجع

دبی ساعتی ایستگاه تنگراه در سیل سال ۱۳۸۰ برآورد گردید دبی برآورد شده بنظر می رسد خیلی غلط نباشد ، زیرا دبی برآورد شده ایستگاه با مقطع آب ورودی به سد گلستان در طی بروز سیل و همچنین با ضریب روان آب مقطع چک شده است . بنابراین دبی ساعتی برآورد شده بعنوان تائید مدل انتخاب شده است نتیجه نشان می دهد که شکل هیدروگراف تهیه شده از مدل و هیدروگراف برآورد شده با هم بنحوی با همدیگر جور باشند . اختلاف ناچیز بین جریان پیک برآورد شده و تهیه شده از مدل بخاطر مقداری خطا در برآورد دبی می باشد تغییر جزئی بین هیدرگراف دبی برآورد شده و تهیه شده از طریق مدل بخاطر در یک ردیف قرار نداشتن الگوی توزیع زمانی بارش میباشد (شکل ۲-۷۹) نتیجه نشان می دهد که دبی پیک برآورد شده $M^{3/S}$ ۱۶۵۰ و دبی پیک تهیه شده از مدل $M^{3/S}$ ۱۸۷۳ می باشد .



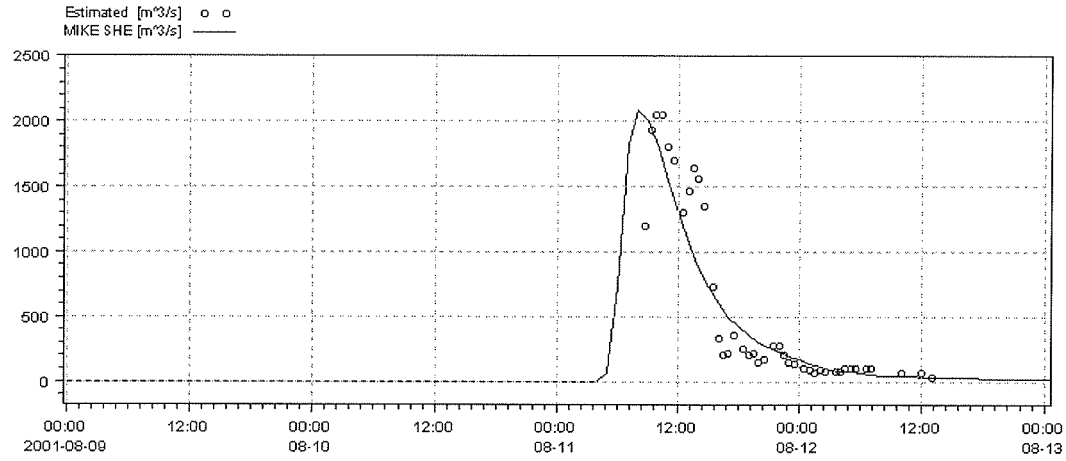
شکل ۲-۷۹ جریان برآورد شده و تهیه شده از نرم افزار Mike she (۲۱ مرداد ۱۳۸۰)

۲- جریان ورودی سد گلستان بعنوان مرجع

جریان ورودی به مخزن سی طلستان از طریق رودخانه مادر سو برای سیل سال ۱۳۸۰ از منحنی سد و تغییرات سطح آب در مخزن برآورد شده است جریان ورودی به مخزن سد با کنترل سطح مقطع دبی در تنگراه (رودخانه ماد رسو) گالیکش (رودخانه اوغان) و حاجی قوشان (رودخانه گرگان) برآورد گردیده است همچنین جریان ورودی به سد گلستان از

طریق رودخانه مادر سو بعنوان مرجع تائید مدل بکار گرفته شده است . نتیجه نشان می دهد که میزان برآورد شده (از منحنی مخزن سد) و جریان پیک ورودی تولید شده از طریق مدل و وادر شده به مخزن سد از نظر شکل منحنی هیدروگراف کاملاً با هم جور و هماهنگ هستند . جریان پیک ورودی برآورد شده ۲۱۱٦ $m^{3/s}$ بوده و در صورتیکه جریان بدست آمده از طریق مدل ۲۰۹۵ $m^{3/s}$ (شکل ۸۰-۲) می باشد

همانطوریکه در بالا اشاره شده است تغییر ناچیز بین هیدروگراف میزان جریان برآورد شده و بدست آمده از طریق مدل بخاطر در یک ردیف قرار نداشتند الگوی توزیع زمانی بارش می باشد



شکل ۸۰-۲ جریان ورودی برآورد شده و بدست آمده از طریق مدل Mike she بمخزن سد گلستان از طریق رودخانه مادر سو (۲۱ مرداد ۱۳۸۰)

جریان پیک بدست آمده ا زطریق مدل MIKE SHE در سیستم رودخانه در زمان وقوع سیلاب ۱۳۸۰ در شکل ۲-۸۱ ارائه شده است . جریان پیک شبیه سازی شده از طریق مدل در سیستم رودخانه بشرح ذیل می باشد

٦٥٤ $m^{3/s}$ در گلمن دره ۲۲٦ $m^{3/s}$ در دشت شیخ ۲۸۹ $m^{3/s}$ در قیزقلعه ٦۰ $m^{3/s}$ در چشمه خان ۱۲٦٦ $m^{3/s}$ درجنگل گلستان ۱۸۷۳ $m^{3/s}$ در تنگراه ۲۱۹۵ $m^{3/s}$ در دارآباد ۲۰۹۵ $m^{3/s}$ درورودی سد گلستان