بررسی هیدروکلیماتولوژی سیلابهای فراگیر حوضه گرگانرود

حسین محمدی، دانشیار دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران
علی شکور، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد لارستان
فرامرز خوش اخلاق، استادیار دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران
غلامرضا روشن، دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه تهران

چکیده

در این پژوهش با استفاده از آمار ۳۳ ساله ایستگاههای هواشناسی و ایستگاههای هیدرومتری استان گلستان، نوسانات هیدروکلیماتولوژی این حوضه مثل، بارش، دما، سیلاب مورد مطالعه و شناسایی قرار گرفت. پس از بررسی آماری عناصر آب و هوایی، این نکته مشخص گردید که اقلیم منطقه در حال تغییر بسوی آب و هوایی گرم و خشکتر می باشد، که از اثرات این تغییر می توان به کاهش بارش، افزایش دما و نیز افزایش شدت بارش و دبی های اوج منطقه اشاره نمود. در ادامه با استخراج داده های ۵ سیلاب مخرب در حوضه مذکور و با استفاده از تحلیل سینوپتیکی، الگوی آغاز و همزمان رخداد این سیلابها شناسایی و نقشه های نمادین در سه تراز سطح دریا، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال برای دوره های فوق الذکر این سیلابها ارائه گردیده است. در نهایت با توجه به تحلیل های سینوپتیکی مشخص گردید که سهم مقدار بارشهای سیلابی در منطقه، متاثر از سامانه های واچرخندی، نه تنها از لحاظ مقدار بارش، بلکه از نظر وسعت منطقه، از چرخندها بیشتر می باشد.

واژگان کلیدی: آب و هواشناسی همدیدی، سیلاب، حوضه گرگانرود

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

مقدمه

بروز سیل بعنوان یکی از مخاطرات طبیعی ناشی از طغیان رودخانه می باشد. هنگامی که طغیان به حاشیه رودخانه نفوذ می کند، آب از آبراهه اصلی خارج شده و سیل جاری می شود. در این فرایند، دشت مسطحی که در کنار بستر اصلی رودخانه وجود دارد و به طور دوره ای دچار سیل می شود را، دشت سیلابی می گویند(خالدی-۱۳۸۰). در سالهای اخیر نوسانات و تغییرات اقلیمی رخداد سیل را در جهان تشدید نموده است. توجه به تغییرات اقلیمی در سالهای اخیر به علت پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و خسارات مالی مربوط به رویدادهای حدی فرین جوی اهمیت زیادی پیدا کرده است(محمدی و تقوی-۱۳۸۴)، یافته های تحقیقات ناسا(۲۰۰۳) نشان می دهد که تغییر اقلیم می تواند سبب افزایش رویدادهای حدی فرین باران و برف در کالیفرنیا شده، بطوری که با افزایش سطح دی اکسید کربن، تعداد روزهای با بارش حدی سالانه در کوهستان سیرانوادا افزایش خواهد یافت. که در حقیقت این امر می تواند سبب افزایش فرکانس سیل در کالیفرنیا گردد(بلین تانک و دیگران-۲۰۰۳). امروزه با توجه به افزایش جمعیت کره زمین، پیشرفت تکنولوژی، و توسعه جوامع و نیاز روزافزون جوامع بشری به مناطق مسکونی، منابع اولیه و غیره... دست اندازی بشر در محیط طبیعی، بیش از پیش نمایان شده است. بطوری که در دهه اخیر دخل و تصرف در محیط طبیعی، با روند صعودی شدیدی همراه بوده است و آثار مخرب و، ویرانگری را از خود بجای گذاشته است. بعنوان نمونه می توان از استفاده فزاینده بشر از سوخت های فسیلی و تشدید حالت گلخانه ای اشاره کرد، که پیامد آن تسریع در روندهای منفی آب و هوایی می باشد که در نهایت این وضعیت به گرم شدن زمین، آب شدن یخچالها، تشدید توفانهای حاره ای، تغییر نوع بارش و تشدید بارشهای سیل

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

آسا و...منتهی شده است. همانگونه که بیان شد، یکی از آثار تغییر اقلیم و گرم شدن زمین، افزایش بارشهای سیل آسا و طوفان های حاره ای همانندکاترینا بوده است.کاترینا با سرعتی معادل ۲۵۰ کیلومتر در ساعت سواحل جنوبی آمریکا در جنوب خلیج مکزیک را درنوردید و در سه ایالت لوئیزیانا، الاباما، و می سی سی پی موجب کشته شدن هزاران نفر و خسارات مالی فراوان شد (محمدی و روشن، ۱۳۸۵). علاوه بر آزاد سازی گازهای گلخانه ای، از بین بردن پوشش گیاهی بویژه جنگلهای توسط بشر از عوامل دیگر در دگرگونی های آب و هوایی مناطق مختلف جهان بوده است. برای مثال در سالهای اخیر، بخاطر تخریب بیش از حد جنگلهای کشور بالاخص جنگلهای گلستان، که بخش وسیعی از حوضه گرگانرود را در بر می گیرد، شرایط وقوع سیلاب های مخرب را تشدید نموده و موجب خسارت مالی و جانی بسیاری شده است. برای مثال وقوع سیل در بخشهایی از این استان و شمال خراسان در مرداد ماه سال ۱۳۸۰ (اوت ۲۰۰۱ میلادی) که متاسفانه با تلفات سنگین و خسارات زیاد مادی همراه بوده، یکی از نمونه های عینی بروز سیل در نتیجه همین دخل و تصرف غیر مسئولانه در طبیعت است و به همین دلیل بهتر است اینگونه سیل ها را با توجه به علت پیدایش آن بلای انسانی نامید تا طبیعی(شیراوند-۱۳۸۳).

مقایسه سیل گلستان با سیل های بوقوع پیوسته در جهان، در سال ۲۰۰۱ منتهی به ۱۵ اوت، طبق آمار منتشره از آرشیو دیده بانی جهانی سیلاب دارتموت[۱] نشان می دهد که خسارات مستقیم این سیل از نظر تلفات انسانی مقام اول (بیش از ۲۴۳نفر کشته و بیش از ۱۹۰ نفر مفقود الاثر و از لحاظ خسارات

۱. Dartmout

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

مالی(بیش از ۶۱۸ میلیارد ریال) مقام پانزدهم را به خود اختصاص داده است (گزارشات وزارت کشور-۱۳۸۴).

با توجه به اینکه در سالهای اخیر سیلهای شدیدی در حوضه گرگانرود رخ داده است، بطوریکه برخی از این سیلها، مثل سیل کلاله منجر به خسارات مالی و جانی زیادی شده است، این ضرورت ایجاب می شود تا حوضه این رودخانه که مستعد برای وقوع سیلهای شدید می باشد مورد مطالعه قرار گیرد. این پژوهش در نظر دارد تا به سوالات زیر پاسخ دهد: روندهای هیدروکلیماتولوژیک رودخانه گرگانرود نشانگر چیست ؟ آیا تغییرات رژیم بارش در سیلابی شدن رودخانه گرگانرود موثر بوده است ؟ آیا با تحلیل سینوپتیکی می توان رژیم سیلابی حوضه گرگانرود را توجیه کرد ؟

مواد و روشها

دراین پژوهش، از داده های جوی دوره آماری ۲۰۰۵ - ۱۹۷۰ میلادی، ایستگاه های سینوپتیکی و کلیماتولوژی گرگان، گنبد کاووس، مینودشت، کلاله وگمیشان بعنوان داده های اصلی اقلیمی استفاده شده است. دراین مقاله، داده های هیدرومتری و هواشناسی (بارش ماهانه، ۲۴ ساعته، دما و ....) با استفاده از روشهای آماری و بوسیله نرم افزار Excel و SPSS مورد تجزیه و تحلیل و بازسازی قرار گرفته شده است.، بعد از بازسازی داده های اقلیمی، با استفاده از روش طبقه بندی اقلیمی دمارتن، نوسانات اقلیمی منطقه برای سه دوره جداگانه مشخص گردید و در ادامه، از آنجا که تغییرات رژیم بارش منطقه دارای اهمیت فراوان بوده، تحلیل هایی آماری بر روی میانگین حداکثر بارش ۲۴ ساعته و سالانه و مقایسه ای بین نسبت روزهای برفی - بارانی و میانگین دمای ماهانه

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

انجام گرفت. در دنباله جهت رتبه بندی ماهها از نظر خطر وقوع سیلابها، فراسنجهای بارش کل و ۲۴ ساعته و از زاویه دیگر، فراسنج بارش و دمای کل ماهانه مورد مقایسه و بررسی قرار گرفت.

حال در ادامه برای نشان دادن نوسانات هیدرولوژیکی حوضه گرگانرود، از ضرائب چولگی (رابطه۱) و کشیدگی (رابطه۲) داده های آبسنجی حوضه مورد مطالعه، استفاده شده است. و در پایان جهت تحلیل سیلاب فراگیر با دیدگاه سینوپتیکی، با استناد به گزارشات وزارت کشور، ۵ سیلاب فراگیر و مخرب انتخاب، و بعد از تحلیل نقشه های سینوپتیکی در دوره های قبل و همزمان رخداد سیل در سه تراز، سطح دریا، ۸۵۰ و ۷۰۰ الگوی سینوپتیکی این سیلاب ها شناسایی و ارائه گردید.

بحث و نتایج

۱- تجزیه و تحلیل آماری داده های جوی: در این پژوهش با استفاده از روشهای آماری و با توجه به، آمار ۳۳ ساله چند ایستگاه سینوپتیکی و کلیماتولوژی، و تعدادی ایستگاه هیدرومتری منطقه، نوسانات هیدروکلیماتولوژی این حوضه مثل، بارش، دما، سیلاب مورد مطالعه و شناسایی قرار گرفته است.

۱-۱- روش طبقه بندی اقلیمی دمارتن

برای تعیین آب و هوای سالانه ایستگاه گرگان از رابطه دمارتن استفاده شده است(جعفر پور-۱۳۷۷):

$$IA = \frac{P}{T+10}$$

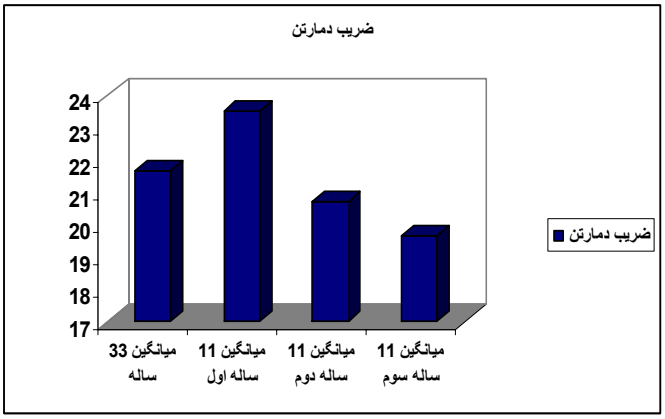
I =ضریب دمارتن

P =میانگین بارش سالانه

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

T =میانگین دمای سالانه

با توجه به محاسبات انجام شده از طریق داده های ۳۳ ساله(۲۰۰۲-۱۹۷۰) بارش و دمای سالانه، ضریب متوسط دمارتن، عدد ۶۴ /۲۱ بدست می آید که در محدوده اقلیمی مدیترانه ای قرار دارد، اما در این بخش، دوره آماری ۳۳ به ۳ دوره ۱۱ ساله تقسیم شده، بطوری که آب و هوای دوره اول، با ضریب ۲۳/۵ از نوع مدیترانه ای، دوره دوم با ضریب ۲۰/۷ نیز از نوع مدیترانه ای، اما دوره سوم با توجه به ضریب ۱۹/۶۶ آب و هوای منطقه در محدوده نیمه خشک واقع شده است. این وضعیت به وضوح نشان دهنده روند نوسانات اقلیمی منطقه به سوی خشک تر شدن می باشد(شکل-۱).



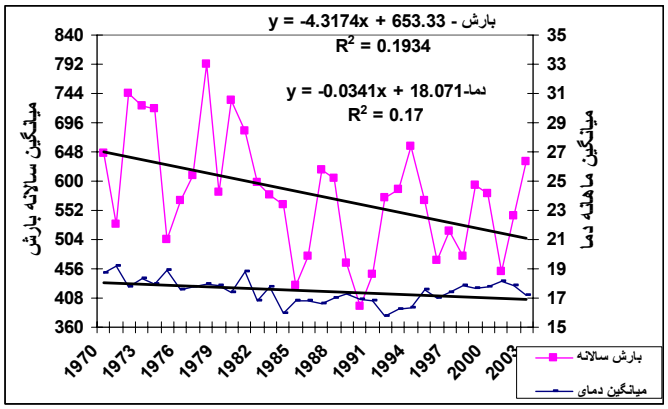
شکل(۱): تغییرات یازده ساله شرایط آب و هوایی حوضه گرگانرود

۲-۱- بررسی نوسانات میانگین بارش و دمای سالانه

دانگ و همکاران(۲۰۰۰) روندهای دما و بارش فصلی و سالانه سراسر کانادا طی قرن بیستم را مطالعه و بررسی کرده است. که نتایج این بررسی نشان

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

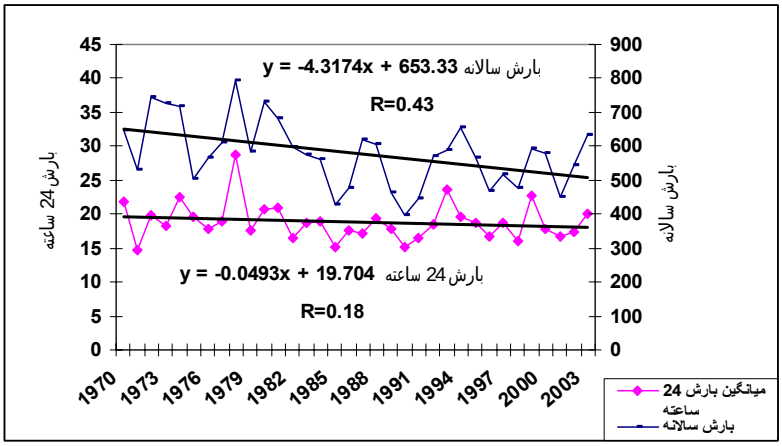
می دهد که از سال ۱۹۰۰ تا ۱۹۹۸ میانگین سالانه دما در نواحی جنوبی کشور کانادا با متوسط حدود ۹/ درجه افزایش یافته است. یکی از روشهای بررسی و مقایسه همزمان نوسانات بارشها و دمای سالانه در یک ایستگاه، استفاده از نمودار بارش- دمای سالانه می باشد(خوش اخلاق- ۱۳۸۵). تحلیل شکل(۲) برای حوضه گرگانرود حاوی این نکته است که بارش سالانه ۳۳ ساله این حوضه، دارای روندی کاهشی است. این وضعیت گویای این مسئله است که بارش سالانه منطقه در حال کاهش بوده، اما نمودار دمای سالانه با شیب مثبت ۰۰۶/ ، روندی ظاهرا تصادفی داشته، ولی نسبت به روند بارش حالت افزایشی را نشان می دهد. بهر ترتیب روند کاهش بارش معنی دار است درحالیکه دما ظاهرا تصادفی است (شکل-۲) ولی این فراسنج اگر در رابطه با هم در نظر گرفته شوند روند خشک شدن آب و هوا را نشان می دهند.



شکل(۲): نمودار تغیرات دما و بارش سالانه حوضه گرگانرود

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

۳-۱- بررسی رابطه حداکثر بارش ۲۴ ساعته و بارش کل: حداکثر بارش ۲۴ ساعته فراسنجی است که مقایسه آن با، بارش کل ماهانه یا سالانه می تواند بعنوان معیاری از جهت شدت بارش و سیلابی بودن آب و هوا باشد. در این قسمت مقایسه ای بین داده های (حداکثر بارش ۲۴ ساعته و بارش سالانه) حوضه گرگانرود انجام گرفته است. هدف از انجام این مرحله نشان دادن نوسانات فراسنج بارش در طول دوره آماری موجود و تاثیر آن در بارشهای سیلابی حوضه مذکور می باشد(فراریز و دیگران- ۲۰۰۱).



شکل(۳): نمودار تغییرات میانگین بارش سالانه و حداکثر ۲۴ ساعته در حوضه گرگانرود

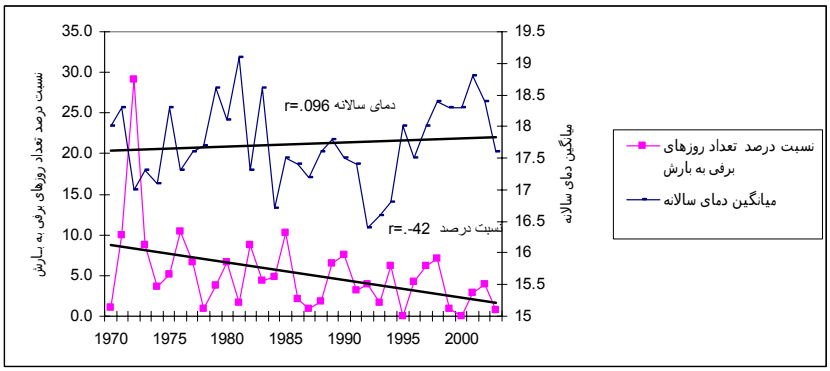
همانطور که شکل (۳) نشان می دهد، روند بارش سالانه با شیب بیشتری و درسطح معناداری۰۲/ ، نسبت به روند میانگین حداکثر بارش ۲۴ ساعته(که روندی تقریبا تصادفی می باشد) در حال کاهش است. این وضعیت گویای افزایش

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

نسبی سهم بارشهای حداکثر ۲۴ ساعته در بارش سالانه منطقه است. این ویژگی مناطق آب و هوایی در حال خشک و سیلابی شدن می باشد.

۴-۱- مقایسه بین تعداد روزهای برفی - بارانی و میانگین دمای ماهانه

یکی دیگر از عوامل تشدید سیلابها، افزایش روند گرم شدن هوا و در نتیجه افزایش میزان بارشهای مایع و نیز تشدید حالت همرفتی است که در نهایت این وضعیت، سبب می گردد که فراوانی سیلابها افزایش یابد. مهم ترین یافته های حدهای دمایی در نقاط مختلف دنیا گویای روند کاهشی در تعداد روزهای با حدهایی دمایی پایین بدون داشتن روند افزایشی در روزهای با حدهای دمایی بالا را نشان می دهد(کارل و دیگران-۱۹۹۶). در کنار این عناصر، از آمار تعداد روزهای برفی و بارانی استفاده شد و نسبت بین این دو فراسنج با عنصر دما مورد مقایسه قرارگرفت(مارتین و دیگران-۲۰۰۶).



شکل(۴): نمودار نسبت تعداد روزهای برفی به بارانی و میانگین دمای ماهانه

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

با توجه به شکل (۴)، این نتایج حاصل گردیده است که نسبت تعداد روزهای برفی به بارانی در سطح معناداری ۰۲/ ، درحال کاهش بوده و از طرف دیگر دمای ماهانه نیز در حال افزایش می باشد(روند تصادفی). بنابراین این وضعیت نیز می تواند گویای پتانسیل بالقوه ای در تشدید سیلابهای حوضه گرگانرود باشد.

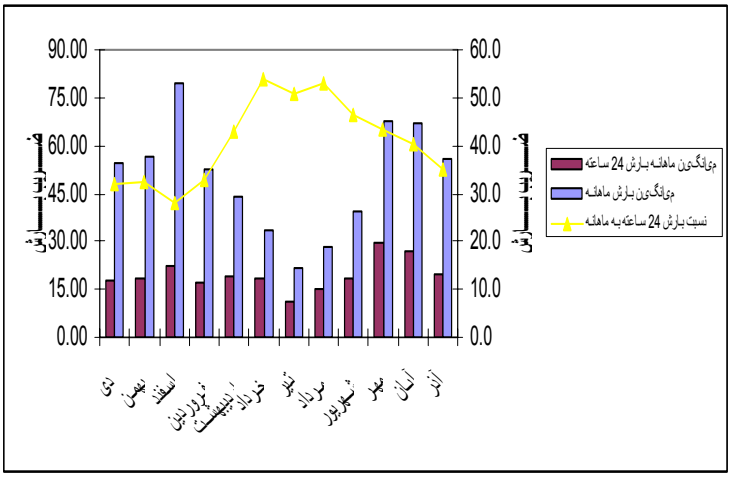
۵-۱- رتبه بندی ماهها از نظر خطر وقوع سیلاب با توجه به فراسنج بارش کل و حداکثر بارش ۲۴ ساعته

همانگونه که قبلا ذکر گردید شیب میانگین حداکثر بارش ۲۴ ساعته به میانگین بارش ماهانه بیانگر سهم بیشترین بارش روزانه به بارش کل ماهانه است که در طول یک ماه معین بوقوع پیوسته و این میزان در تعیین رژیم وقوع سیل بعنوان یکی از عوامل قابل ملاحظه می باشد. اگر میانگین حداکثر بارش ۲۴ ساعته و ماهانه را برای هر ماه بصورت درصدی محاسبه شود، می توان با توجه به بالا بودن درصد حداکثر بارش ۲۴ ساعته به ماهانه ، ماههایی را که خطر سیلاب در آنها بیشتر باشد را رتبه بندی نمود(ویلیامز و دیگران-۲۰۰۲)،

جدول (۱): میانگین حداکثر بارش۲۴ ساعته وماهانه و نسبت درصدی آنها

ماهها	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی
میانگین ماهانه بارش ۲۴ ساعته	۱۹.۵۹	۲۶.۷۷	۲۹.۳۰	۱۸.۱۵	۱۴.۸۶	۱۱.۰۶	۱۸.۲۶	۱۸.۹۰	۱۷.۳۲	۲۲.۱۸	۱۸.۳۳	۱۷.۴۱
میانگین بارش ماهانه	۵۵.۶	۶۶.۷	۶۷.۴	۳۹.۲	۲۸.۱	۲۱.۸	۳۳.۸	۴۴	۵۲.۶	۷۹.۴	۵۶.۸	۵۴.۲
نسبت درصدبارش ۲۴ ساعته به بارش ماهانه	۳۵.۲	۴۰.۱	۴۳.۵	۴۶.۳	۵۲.۹	۵۰.۷	۵۴.۰	۴۳.۰	۳۲.۹	۲۷.۹	۳۲.۳	۳۲.۱

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]



شکل(۵) میانگین بارش ماهانه و حداکثر ۲۴ ساعته و نسبت درصدی آنها در حوضه گرگانرود

با توجه به داده های جدول(۲) و شکل (۵) این موضوع مشخص می شود که ماه خرداد با توجه به بالا بودن سهم حداکثر بارش۲۴ ساعته به بارش کل ماهانه و بالا بودن نسبت درصد آن بعنوان محتمل ترین ماه از نظر وقوع سیلاب و ماههای مرداد، تیر، شهریور و مهر در رده های بعدی قرار می گیرند. بنابراین نکته قابل ملاحظه در حوضه گرگانرود، وجود ماههای گرم سال بعنوان خطرناک ترین ماهها در وقوع رخداد سیل است، زیرا این ماهها سهم بیشتری از نسبت حداکثر بارش ۲۴ ساعته به بارش کل را به خود اختصاص داده اند، حال آنکه در ماههای سرد سال این نسبت از درصد کمتری در مقایسه با ماههای گرم برخوردار می باشد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

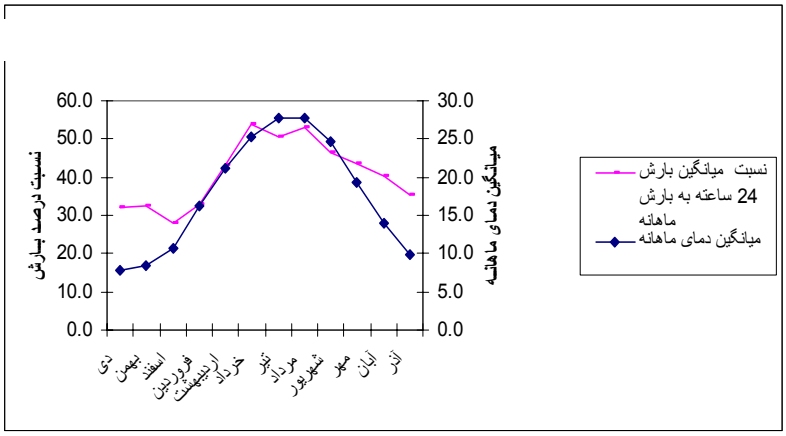
۶-۱-رتبه بندی ماهها از نظر خطر وقوع سیلابهای فراگیر با توجه به فراسنج بارش و دما

یکی دیگر از روشها در تعیین و رتبه بندی ماههای با خطر سیلاب، مقایسه بین عناصر دما و بارش می باشد. بنابراین از دو عنصر نسبت میانگین حداکثر بارش ۲۴ ساعته به بارش ماهانه و میانگین دمای ماهانه بگونه ای استفاده گردیده که اگر در ماه معینی هم میزان دما و هم میزان درصد بارش بالا باشد، این وضعیت گویای دوره ای است که خطر سیلاب در آنها بیشتر می باشد. اما قابل ذکر است، که اینگونه شرایط با سیلابهای نقطه ای همراه بوده و در مورد سیلابهای فراگیر، این وضعیت دارای سهم اندکی می باشد(پاساریک و دیگران- ۲۰۰۱)،

جدول(۲) نسبت حداکثر بارش۲۴ ساعته به بارش کل ماهانه و میانگین دمای ماهانه

ماهها	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی
نسبت بارش ۲۴ ساعته به بارش ماهانه	۳۵.۲	۴۰.۱	۴۳.۵	۴۶.۳	۵۲.۹	۵۰.۷	۵۴.۰	۴۳.۰	۳۲.۹	۲۷.۹	۳۲.۱	۳۳.۳
میانگین ماهانه دما	*۹.۸۱*	*۱۴*	*۱۹.۳۱*	*۲۴.۶۶*	*۲۷.۶۹*	*۲۷.۷*	*۲۵.۳۷*	*۲۱.۲۱*	*۱۶.۱۳*	*۱۰.۷*	*۸.۴۶*	*۷.۸۶۱*

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]



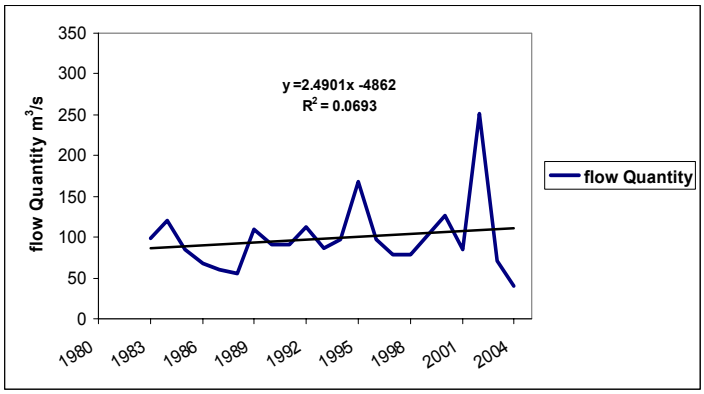
شکل(۶): نمودار مقایسه نسبت حداکثر بارش ۲۴ ساعته به بارش کل و میانگین دمای هوا

همانگونه که در شکل (۶) و جدول (۲) دیده می شود، ماههای گرم سال بالقوه دارای پتانسیل بیشتری برای رخداد سیلاب می باشند، که با توجه به وضعیت دمای ماهانه، ماههای خرداد، مرداد و تیر بترتیب در اولویتهای اول تا سوم قرار دارند.

۷-۱- بررسی نوسانات هیدرولوژیکی حوضه رودخانه گرگانرود

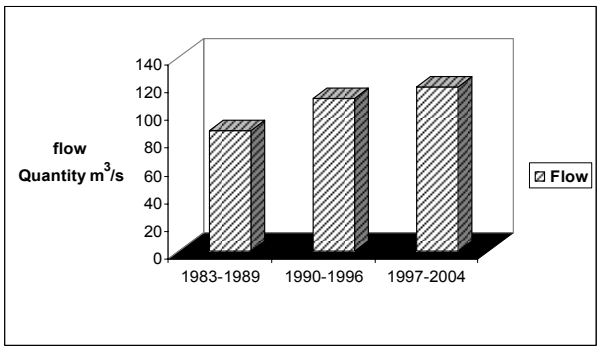
در این مرحله برای نشان دادن نوسانات هیدرولوژیکی حوضه گرگانرود، با توجه به این نکته که، یکی از مهمترین عوامل در تشدید سیلابها، بررسی حداکثر دبی اوج می باشد، لذا در این قسمت روند میانگین حداکثر دبی اوج سالانه بر روی شکل(۷) نشان داده شده، که این وضعیت نشان دهنده روند نسبتا ضعیف افزایشی این پارامتر در حوضه مذکور می باشد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]



شکل(۷): تغییرات سالانه دبی اوج حوضه گرگانرود

در ادامه نیز، جهت نشان دادن نوسانات این پارامتر درحوضه گرگانرود، به مقایسه میانگین سه دوره ۷ ساله میانگین دبی اوج حوضه اقدام گردیده، که در نتیجه این نکته استخراج گردید که میانگین این پارامتر در سالهای اخیر افزایش یافته، و این حالت می تواند شرایط سیلابی منطقه را تشدید نماید.



شکل(۸): مقادیر میانگین سالانه دبی پیک، برای ۳ دوره ۷ ساله حوضه گرگانرود

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

۸-۱-شاخص های چولگی و کشیدگی داده های ماهانه هیدرومتری حوضه: این دو شاخص شکل توزیع داده ها را نسبت به توزیع نرمال نشان می دهد(باتاچاریا و جانسون- ۱۳۷۸)،

۱) $Skew = n/(n-1)(n-2)\sum(x_i - \bar{x})^3 / S$

۲) $Kurt = \left\{n(n+1)/(n-1)(n-2)(n-3)\sum(x_i - \overline{x/s})^4\right\}$

جدول(۳): مقادیر چولگی و کشیدگی ایستگاههای آبسنجی حوضه گرگانرود

ایستگاهها	ماهها پارامتر	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
	skew	۰.۵۹	۵.۲۷	۰.۲۱	۱.۶۱	۰.۸۶	۰.۰۷
قزاقلی	Kurt	۰.۱۹	۲۷.۸۲	-۰.۹۴	۲.۳۱	۰.۵	۰.۳۵
	Skew	-۰.۲۱	۰.۱۱	۰.۶۴	۱.۵۸	۲.۲۸	۱.۲۶
گالیکش	Kurt	۰.۳۸	۰.۱۳	-۰.۱۸	۲.۲۲	۶.۴۹	۱.۸۹
	Skew	۰.۸۵	۲.۱	۰.۸۹	۱.۱	۱.۱۱	۰.۲۴
سالیان تپه	Kurt	-۰.۱	۵.۳	۰.۰۸	۰.۸	۰.۸۷	-۱.۴۴
	Skew	۱.۰۹	۱	۱.۳۲	۴	۱.۶۳	۰.۸۵
سیاه آب	Kurt	۰.۴۵	-۰.۲	۱.۳۲	۱۸	۳.۰۷	۰.۴۱
	Skew	۱.۲۴	۱.۳	۱.۱۹	۱.۵	۱.۵	۱.۲۵
آرازکوسه	Kurt	۱.۹۷	۱.۶	۱.۲۳	۱.۹	۳.۹	۲.۹۹
	skew	۴.۵۴	۶.۷۷	۰.۰۰	۱.۷۵	۱.۵۷	-۰.۸۶
سد گرگان	Kurt	۱.۹۳	۰.۸۲	۱.۰۲	۰.۴۵	۰.۳۶	۰.۶۷
	Skew	۱.۵۵	۲.۱۸	۱.۰۴	۱.۴۷	۱.۲۵	۰.۹۹
آق قلا	Kurt	۲.۰۶	۶.۵۶	۰.۵۶	۳.۱۲	۱.۴۷	۰.۰۵
	Skew	۰.۶۶	۰.۹۲	۰.۵۲	۱.۶۰	۱.۷۳	۰.۲۴
بصیر آباد	Kurt	-۰.۴۵	۱.۰۷	-۰.۳۴	۲.۸۶	۴.۸۱	-۱.۲۳
	Skew	۲.۸۲	۱.۸۶	۲.۳۹	۱.۵۸	-۰.۳۱	۰.۳۷
حاجیقوشن	Kurt	۸.۴۳	۴.۳۳	۶.۲۵	۳.۸۲	-۰.۳۶	۰.۰۷
	Skew	۰.۷۴	۰.۳۸	۰.۴۴	۱.۲۶	۰.۶۲	۰.۴۶
گنبدکاووس	Kurt	-۰.۲۷	-۰.۶۵	-۰.۶۷	۱.۵۳	۰.۵۸	-۰.۰۶

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

ادامه جدول (۳)

ایستگاهها	ماهها پارامتر	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
	skew	۱.۲۴	۱.۵۷	۱.۸۲	۲.۰۹	۳.۶	۱۶۲.۰۲
قزاقلی	Kurt	۰.۵۵	۳.۴۹	۲.۷۷	۴.۸۲	۱۵.۰۸	۱.۸۳
	Skew	۱.۱۹	۲.۰۵	۱.۵۵	۰.۹	۴.۶۵	۲.۱۲
گالیکش	Kurt	۱.۱۴	۵.۴۹	۲.۹۷	۰.۱۷	۲۳.۳۳	۰.۷۸
	Skew	۰.۸۹	۱.۶۵	۲.۲	۲.۲۷	۲.۳۲	۷.۱۱
سالیان تپه	Kurt	۰.۲۶	۲.۹۳	۴.۰۸	۵.۹۳	۴.۶۳	۲۰۸.۸۲
	Skew	۲.۰۳	۱.۸۵	۱.۸۹	۲.۹۴	۴.۷۴	۳.۵۲
سیاه آب	Kurt	۶.۰۳	۳.۶۹	۳.۳۴	۸.۴۳	۲۳.۶	۱۳.۲۱
	Skew	۱.۱۲	۱.۸۹	۱.۳۴	۲.۰۴	۱.۵	۷.۶۵
آرازکوسه	Kurt	۰.۸۹	۴.۶۲	۱.۰۷	۳.۲۸	۱.۶۹	۲۱۳.۱۰
	skew	۲.۲۲	۶.۵۴	۹.۶۴	۱.۲۲	۱۵.۸۱	۲.۶۷
سد گرگان	Kurt	۲.۹۵	۳.۰۶	۱.۳۰	۰.۹۲	۶.۳۴	۶.۲۸
	Skew	۱.۷۱	۱.۵۰	۲.۸۴	۲.۷۹	۲.۶۵	۰.۷۸
آق قلا	Kurt	۳.۷۶	۱.۴۸	۹.۱۳	۱۰.۲۳	۶.۸۲	۱۰۱.۰۹
	Skew	۱.۵۴	۲.۴۶	۲.۶۲	۱.۳۷	۱.۷۴	۱.۵۶
بصیر آباد	Kurt	۳.۳۹	۷.۷۲	۷.۴۸	۱.۸۹	۲.۵۶	۲.۷۳
	Skew	۲.۶۹	۲.۹۲	۱.۶۸	۲.۷۶	۳.۲۷	۳.۹۸
حاجیقوشن	Kurt	۸.۸۴	۱۰.۳۸	۲.۲۷	۸.۴۸	۱۱.۸۸	۱۹۰.۶۳
	Skew	۱.۲۵	۳.۰۸	۱.۶۰	۲.۴۳	۴.۰۵	۳.۶۸
گنبدکاووس	Kurt	۱.۲۱	۱۱.۶۵	۲.۱۵	۶.۹۴	۱۶.۷۱	۱۵.۹۳

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

اگر چولگی (رابطه۱) و کشیدگی(رابطه۲) داده های آبسنجی مثبت باشد، نشاندهنده تجمع داده ها در اطراف میانگین می باشد(که این می تواند بواسطه میزان اندک داده ها و یا تغییرات کم آنها باشد) ولی بدلیل چولگی شدید مثبت، احتمال وقوع مقادیر فرین نیز وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرد. با این توضیح و توجه به مقادیر مثبت چولگی و کشیدگی داده های آبسنجی ماههای دی، فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور مشخص می شود که در این ماهها پتانسیل سیل خیزی بالاست(جدول۳).

۲- بررسی الگوی سینوپتیکی در روزهای قبل و همزمان رخداد سیل در حوضه مورد مطالعه

در این قسمت با استفاده از گزارشات وزرات کشور ۵ مورد سیلاب مخرب مربوط به سالهای سیل (۹و ۱۸مرداد ۱۳۸۴نواحی مینودشت و شرق گلستان، و سیل مرداد و شهریور ۱۳۷۷ و در نهایت شهریور ۱۳۷۴ استان گلستان) استخراج گردیده است. در این قسمت تحلیلهای سینوپتیکی با استفاده از نقشه های سایت NOAA در دو مقیاس انجام پذیرفته که در نهایت نتایج توام با هم ارائه گردیده است.

نقشه های نوع اول، همان نقشه های معمولی استخراج شده از سایت NOAAبوده، که الگو و میزان خطوط همفشار و نحوه آرایش سامانه ها را در مقیاس وسیعتر و جهانی نشان می دهد. اما نقشه های نوع دوم بدین صورت ارائه گردیده که پس از وصول نقشه های مذکور از سایت NOAA ، مرز حوضه گرگانرود بر روی آنها ترسیم و پهنه بندی گردیده و میزان و الگوی خطوط همفشار در قبل و همزمان رخداد سیل شناسایی و نتایج ارائه گردیده، که در این

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

پژوهش بدلیل محدودیت، فقط نقشه های نوع دوم آورده شده است. لازم به توضیح می باشد که در این بخش دیدگاه ما منطقه ای می باشد و فقط میزان و الگوی خطوط همفشار عبور کرده از حوضه مد نظر می باشد که همانطور که در فوق ذکر گردید، در پایان، نتایج هر دو نوع نقشه یکجا ارائه گردیده است.

۱-۲- الگوی سینوپتیکی، قبل از رخداد سیل درماههای گرم

الگوی سطح دریا تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال: در این دوره، استقرار چرخند در ناحیه دریاچه آرال و نیز سیستم کم فشاری بر روی نواحی مرکزی ایران و گسترش زبانهٔ پر فشار در شمال غرب خزر و زاگرس با شیب فشار زیاد قابل تامل است. با توجه به بررسی منحنی های فشار در سطح مورد نظر و در دوره قبل از سیل بر روی حوضه گرگانرود، این نکته مشخص می شود که جهت منحنی های فشار شمالی - جنوبی بوده و فشار این منحنی ها تقریبا ۱۰۰۸ هکتوپاسکال می باشد(شکل۹).

الگوی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال:در نقشه های تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، وجود فرارفت شمالی تا شمال شرقی بر روی دریای خزر، استقرار کم فشار بر روی آرال، کشیدگی زبانهٔ پر فشار از شمال آفریقا - اروپا و بعضاً بر روی خزر، و همچنین کشیدگی زبانهٔ پر فشار از اسکاندیناوی بر روی خزر دیده می شود. در ادامه، شیب شدیدمنحنی ها (فرارفت) بر روی حوضه و دریای خزر گسترش یافته و زبانهٔ کم فشار موسمی هند بر روی ایران و خزر امتداد یافته است. در این زمان جهت منحنی های هم ارتفاع بر روی حوضه مورد نظر، شمال شرقی- جنوب غربی بوده و مقدار ارتفاع این منحنی ها، تقریبا۱۴۹۰ ژئوپتانسیل متر می باشد(شکل۱۰).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

الگوی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال: در این دوره، گاهی اوقات یک ناوه بر روی مدیترانه که زبانهٔ آن بسوی شرق کشیده شده است دیده می شود. در این مدت، یک ناوهٔ کم ارتفاع از شرق خزر امتداد یافته و از سمت دیگر، وجود یک زبانهٔ پرفشار که از شمال آفریقا، اروپا و در نهایت بر روی خزر و ایران کشیده شده است مشاهده می گردد. در این تراز، قبل از دوره سیل، جهت منحنی های ارتفاع بطور میانگین شمال شرقی- جنوب غربی بوده و مقدار ارتفاع این منحنی ها تقریبا ۳۱۵۰ ژئوپتانسیل متر می باشد(شکل۱۱).

۲-۲- الگوی سینوپتیکی زمان رخداد سیل در ماههای گرم

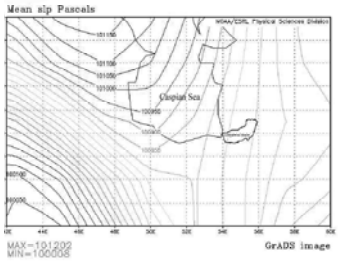
الگوی سطح دریا: وجود جریانهای شمالی و شمال غربی بر روی خزر بهمراه وجود شیب شدید جریان، احتمال وجود جبهه سرد بر روی خزر و منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد. زبانهٔ پرفشاری از اروپا- دریای سیاه و بالکان بر روی ایران و غرب و نواحی غربی خزر گسترش یافته است. در این ایام زبانه کم فشار هند برروی کشور امتداد یافته و در همین راستا یک ناوهٔ ضعیف در شرق کشور مشاهده می شود. و در نهایت، در این مدت، در اکثر مواقع شیب شدید فشار در نواحی جنوبی خزر و شمال ایران وجود دارد. در سطح مورد نظر و بر روی حوضه مورد مطالعه، جهت منحنی های فشار شمال شرقی - جنوب غربی و یا شمالی- جنوبی بوده و مقدار فشار این منحنی ها تقریبا ۵/ ۱۰۰۷ هکتوپاسکال می باشد(شکل۱۲).

الگوی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال: در دورهٔ سیل، جهت فرارفت ها بر روی خزر بصورت شمالی تا شمال غربی بوده و هوای سرد از شمال بر روی خزر فرارفت می کند. در این مدت علاوه بر وجود یک کم ارتفاع برروی آرال، گاهی اوقات سراسر

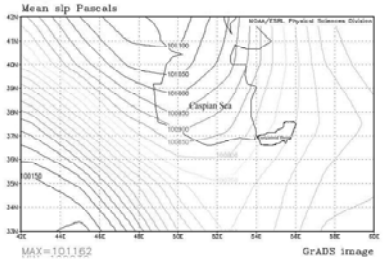
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

ایران نیز تحت پوشش کم فشارها بوده است. وجود شکستگی در منحنی های هم ارتفاع در حوضه، گویای احتمال وجود جبهه (از نوع سرد) بوده و شیب فشار برروی خزر و شمال ایران، زیاد می باشد. در نهایت زبانهٔ پر فشار از جنوب اسکاندیناوی به سمت شمال ایران و شمال خزر کشیده می شود. در این دوره جهت منحنی های ارتفاع، شمالشرقی- جنوب غربی بوده و ارتفاع این منحنی ها در حدود ۱۴۸۵ ژئوپتانسیل متر متغییر می باشد(شکل۱۳).

الگوی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال: وجود جریانات شمالی تا شمال غربی بر روی خزر، و گاهی اوقات وجود یک پر ارتفاع مانع بر روی شمال خزر و نیز وجود یک ناوهٔ عمیق بر روی خزر، مخصوصاً نواحی شرقی آن و نیز استقرار سیستم کم فشاری در دریاچه آرال و، وجود یک زبانهٔ ضعیف پرفشاری در نواحی غربی خزر را می توان اشاره کرد. در دوره وقوع سیل، اکثرا جهت منحنی های ارتفاع بر روی حوضه گرگانرود، شمالی غربی - جنوبی شرقی و جهت ثانوی غربی- شرقی بوده است. در این مدت ارتفاع این منحنی ها بین ۳۱۴۰ تا ۳۱۴۵ ژئوپتانسیل متر متغییر می باشد(شکل۱۴).

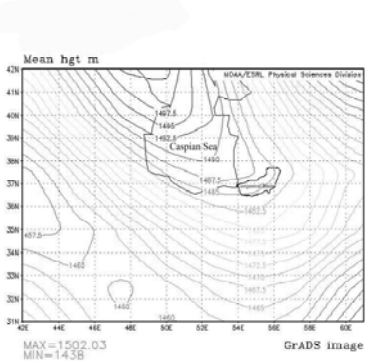


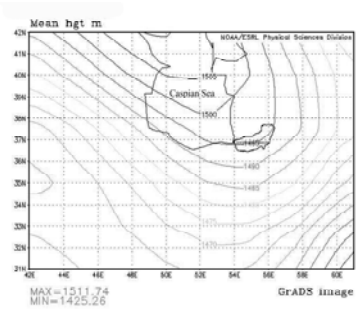
شکل۱۴: نقشه تعادین سطح متوسط دریا بهمراه حوضه گرگانرود در دوره فصل از وقوع سیل

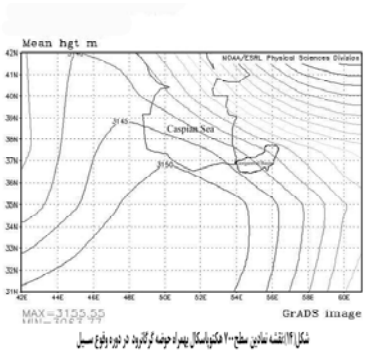


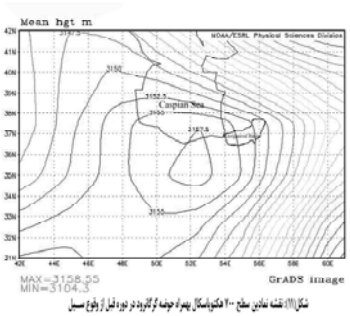
شکل۱۳: نقشه تعادین سطح متوسط دریا بهمراه حوضه گرگانرود در دوره وقوع سیل

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]









۴- نتیجه گیری

در پایان بعد از محاسبات آماری و تحلیلهای سینوپتیکی داده های هیدروکلیماتولوژی حوضه گرگانرود، در رابطه با پدیده سیلاب، نتایجی منتج گردیده، که در زیر آنها ارائه گردیده اند:

۱- همانطور که از شکل (۲) مشخص است، روند بارش سالانه منطقه با شیب تندتری نسبت به روند میانگین بارش ۲۴ ساعته در حال کاهش می باشد، با این

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

توصیف شدت بارش ۲۴ ساعته نسبت به بارش سالانه در حال افزایش بوده، به طوری که این وضعیت گویای افزایش سهم بارش ۲۴ ساعته در بارش منطقه است که این حالت از خصوصیت مناطقی می باشد که دارای رژیم آب و هوایی خشک می باشد.

۲- نکته قابل تامل در حوضه گرگانرود، ویژگی ماههای گرم سال بعنوان خطرناک ترین ماهها در وقوع سیل است، بطوری که ماههای سرد سال در اولویتهای بعدی قرارمی گیرند.

۳- نسبت تعداد روزهای برفی به بارانی درحال کاهش است و از طرف دیگر روند دمای ماهانه نیز در حال افزایش است. بنابراین حالت مذکور نشان دهنده افزایش پتانسیل سیلاب خیزی در آب و هوای حوضه گرگانرود می باشد.

۴- با توجه به مقایسه میانگین سه دوره ۷ ساله دبی پیک حوضه، این نکته حاصل گردید که، میانگین این فراسنج در سالهای اخیر افزایش یافته، و با توجه به روند های موجود در حال افزایش بیشتر می باشد.

۵- بررسی نقشه های سینوپتیکی سطح متوسط دریا در روزهای مذکور، بیانگر استقرار زبانه های فشار برروی دریای خزر می باشد و به این ترتیب مشخص می گردد که عامل ایجاد بارشهای شدید، جبهه های تقویت شده توسط استقرار زبانه های مراکز فشار زیاد می باشد.

۶- ریزش این بارشهای سیلابی تنها در اثر استقرار زبانه های مراکز فشار زیاد بر روی این دریا نیست، بلکه در اثر ورود و استقرار زبانه های سامانه های چرخندی بر روی سواحل جنوبی نیز می باشد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

۷- مقدار بارشهای شدید در منطقه که متاثر از سامانه های واچرخندی است، نه تنها از لحاظ مقدار بارش، بلکه از نظر وسعت منطقه ریخته شده، از چرخندها بیشتر می باشد.

۸- معمولا قبل از وقوع سیلابها جهت جریانات و فرارفت ها شمالشرقی بوده که در دوره رخداد سیلها شمالغربی می شود.

۹- پیوند بین روشهای آماری و سینوپتیکی در این بوده، که روشهای آماری بعد از نشان دادن نوسانات هیدروکلیماتولوژی حوضه گرگانرود و بیان افزایشی بودن روندهای سیلابی حوضه مذکور، این نکته را ارائه نموده، که سهم پتانسیل سیلابهای فراگیر و مخرب در دوره گرم سال بیشتر از دوره های دیگر بوده، و لذا با توجه به این نکته، سیلابهای منتخب برای تحلیلهای سینوپتیکی از دوره گرم سال انتخاب شده، تا آشنایی بیشتری نسبت به سیستم های جوی تاثیر گذار در وقوع سیل در این دوره انجام پذیرد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

منابع و مأخذ

۱. اداره کل هواشناسی استان گلستان، سالنامه آماری(۲۰۰۵-۱۹۹۰).
۲. باتاچاریا گوری(۱۳۷۸)، جانسون ریچارد، **مفاهیم و روشهای آماری**،ترجمه ابن شهر آشوب مرتضی، میکائیلی فتاح، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ص۱۳۶.
۳. جعفرپور ابراهیم(۱۳۷۷)، **آب و هوای کره زمین**، پیام نور، تهران، ص۵۴.
۴. خوش اخلاق فرامرز(۱۳۸۵)، **تهیه و تفسیر نقشه های اقلیمی**، جزوه درسی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۵. خوشحال دستجردی، جواد(۱۳۷۶)، **تحلیل و ارائه مدلهای سینوپتیک-کلیماتولوژی برای بارشهای بیش از صد میلیمتر در سواحل جنوبی دریای خزر**، دانشگاه مدرس، رساله دکتری.
۶. سازمان هواشناسی، **سالنامه آماری داده های سال**(۲۰۰۵-۱۹۷۰).
۷. شرکت مهندسین مشاورتماب، **اطلاعات آماری داده های دبی رودخانه های حوزه گرگانرود**(۱۳۸۴-۱۳۵۹).
۸. خالدی شهریار(۱۳۸۰)، بلایای طبیعی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ص۲۱.
۹. شیراوند هنگامه (۱۳۸۳) ، **حداکثر سیل محتمل حوضه سد گلستان بر مبنای حداکثر بارش محتمل- سینوپتیکی**، دانشگاه تهران، رساله کارشناسی ارشد.
۱۰. گزارشات وزارت کشور در مورد سیلابهای کشور، تهران،۱۳۸۴ .
۱۱. محمدی، حسین و روشن، غلامرضا(۱۳۸۶) ، **تغییر اقلیم، کاترینا و امنیت ملی**، نشریه سپهر، دوره شانزدهم، شماره شصت و یکم.
۱۲. محمدی، حسین و تقوی، فرحناز(۱۳۸۴) ، **روند شاخص های حدی دما و بارش در تهران**، پژوهشهای جغرافیایی، دوره ۵۳،ص۱۷۲-۱۵۱.

۱۳ – A.M.G.blein tank and G.P.Ko NNEN (۲۰۰۳): ***Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe***، ۱۹٤٦-۹۹.j.climate،۱٦،۳٦٦٥-۳٦٨٥.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

۱٤-Ferraris، L. Reale ، O. (۲۰۰۱)،***Synoptic and hydrological analysis of a flood event*** ،Physics and Chemistry of the Earth ،vol ۲٦، Issue ۹،pp ٦٥٥-٦٦١.

۱٥ -Pasaric،M. Orlic،M. (۲۰۰۱)،***Long-term meteorological preconditioning of the North Adriatic coastal floods، Continental shelf Researc***h، vol ۲۱، Issue ۳، pp ۲٦۷- ۲۷۸.

۱٦-Martin،D. santos،A and Morata،M.Y، (۲۰۰٦)، ***An objectively seleced case study of a heavy rain event in the Mediterranean Basin: A diagnosis using numerical simulation ،Atmospheric*** ،vol ۸۱، Issue ۳،pp ۱۸۷-۲۰٥

۱۸ -Willimas،M. Nottage،J. (۲۰۰۲). ***Impact of extreme rainfall in the central Sudan during ۱۹۹۹ as a partial analogue for reconstructing early Holocene prehistoric environments***، Quaternary International، vol ۱٥۰، Issue ۱، pp ۸۲-۹٤.

۱۹ – WWW. ***Ncep Ncar*** – NOAA.

۲۰-Karl، and l.o.mearns(۲۰۰۰): ***climate extremes observations، modeling ، and impacts science***،۲۸۹،۲۰٦۸.

۲۱-Bonsal،r.،x. zhang ،and l.A. Vincent (۲۰۰۱): ***Characteristics of daily and extreme temperatures over Canada.j.climate***،۱٤،۱۹٥۹-۱۹۷٦.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]