

گزارش سیل گلستان

۱۳۹۷-۱۲-۲۸



مولف:

دکتر علی بیت اللهی

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۳۹۸-۱-۸

فهرست مطالب

چکیده گزارش سیل گلستان ۳

شرح رخداد ۵

مراکز جمعیتی و واحدهای مسکونی در معرض سیل ۱۷

دلایل رخداد سیل گلستان ۱۸

آبگرفتنی آق قلا ۲۵

عملیات تخلیه آب از محدوده شهری آق قلا ۲۶

خطر آبگرفتنی گمیشان ۲۹

خسارت و تلفات ۲۹

نکته ها و پیشنهادات ۳۲

...وچند عکس ۳۴

این گزارش با همکاری همکاران محترم اداره کل راه و شهرسازی استان گلستان به نگارش در آمده است که جای دارد از همکاری ارزنده آقای مهندس گرزین، دبیر کارگروه مخاطرات زلزله و لغزش لایه های زمین استان، کمال قدردانی را بعمل آورد.

همچنین لازم است بطور ویژه از همکاری صمیمانه آقای مهندس حسین محبوبی، مدیر کل محترم راه و شهرسازی استان گلستان که در مدیریت و هماهنگی تمامی اطلاعات نقش اصلی را داشتند، تقدیر و تشکر نمایم. از تلاش ارزنده مهندس مهدوی از همکاران بخش زلزله مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی نیز بدلیل جمع آوری اطلاعات میدانی سپاس ویژه دارد.

چکیده گزارش سیل گلستان

از ساعت ۶:۳۰ صبح روز ۲۷ اسفندماه تا ساعت ۶:۳۰ صبح روز جمعه ۱-۲-۱۳۹۸ مقدار بارش در ایستگاه توسکاچال مینودشت به **۳۵۴ میلی متر** رسید که نسبت به میانگین سالانه منطقه رقم بسیار بالائی است. این ایستگاه بیشترین مقدار بارش را داشته است. مساحت تقریبی حوضه بارش و تجمع آب ۸۵۰۰ کیلومتر مربع (۸۵۰،۰۰۰ هکتار) بوده مساحت مذکور حدود ۴۰٪ مساحت استان گلستان را تشکیل می دهد.

متوسط دراز مدت بارش سالیانه برای حوضه رود گرگان و قره سو در دوره ۵۰ ساله ۲۶۷ میلی متر در سال می باشد. رقم بارندگی سیل آسای گلستان ۱۲۲ برابر مقدار میانگین ۵۰ ساله بوده است.

در حوضه تجمع آب سیلاب مقدار میانگین بارش **۱۷۸ میلی متر** از ۲۷ اسفند تا ۲ فروردین برای کل حوضه است، این عدد در مقایسه با میانگین ۵۰ ساله حدود ۶۷٪ کل میانگین دراز مدت **سالیانه** است.

شیب متوسط مسیر سیلاب بین ۰٫۲ تا ۰٫۳ درصد و شیب بیشینه حدود ۱٫۶ تا ۲ درصد می باشد. چنین شیب ملایم و کم در مسیر آبراهه و رودخانه در اثر هجوم آب با دبی بالا موجب پخش شدگی آب و غوطه وری مراکز جمعیتی در سیلاب گلستان شد. مساحت پخش سیلاب بر اساس نگاره های ماهواره ای ۴۰۰ کیلومتر مربع بوده که با توجه به طول تقریبی ۱۵۰ کیلومتر مسیل سیلاب، پهنای تقریبی و میانگین سیلاب ۲٫۷ کیلومتر ارزیابی می شود. با فرض اشباع بودن خاک و تشکیل رواناب از کل بارندگی در حوضه ۸۵۰۰ کیلومترمربعی، با در نظر گرفتن ارتفاع بارندگی ۱۷۸ میلی متری، حجم آب ۱٫۵ کیلومتر مکعب برآورد می شود که با فرض پخش لحظه ای آن در مساحت ۴۰۰ کیلومترمربعی، ارتفاع آب به عدد تقریبی ۳٫۷ متر! می رسد.

در محدود اثر مستقیم سیل مراکز شهری گنبدکاووس، انبارآلوم، آق قلا و سیمین شهر(حوزه گمیشان) با جمعیتی بالغ بر ۲۱۱،۰۰۰ نفر جمعیت قرار گرفته است و همچنین در زون پخش شدگی سیلاب ۸۲ آبادی با جمعیت کل حدود ۱۰۳،۵۰۰ نفر واقع شده است.

در مناطق شهری در معرض سیلاب حدود ۵۷۰۰۰ واحد مسکونی قرار دارد که ۳۲،۰۰۰ واحد از این ساختمان ها، بنائی و فاقد اسکلت است. این عدد معرف اثر مخرب سیل بر استحکام واحدهای مسکونی نیز می باشد. بعد از فروکش کردن سیل لازمست که ساختمان های تحت تاثیر سیل از نظر کیفیت و دوام و نحوه اثر آب ناشی از آب گرفتگی و سیلاب مورد ارزیابی قرار گیرد.

همچنین واحدهای مسکونی آبادی های واقع در معرض سیل نیز حدود ۲۵،۰۰۰ واحد برآورد شده است، ۸۴٪ از چنین واحدهایی از نوع بنائی و فاقد اسکلت است! واحدهای روستائی با توجه به نوع مصالح آنها در مقابل بار سیلاب و اثر رطوبت و آب گرفتگی و سیلاب، استحکام لازم را ندارند و بیشتر دچار استهلاک و تخریب خواهند شد که لازم است در این زمینه نیز ارزیابی های کارشناسی و میدانی پس از عادی شدن شرایط بعمل آید.

مقدار و شدت بالای بارش، مورفولوژی زمین و جنس خاک از عوامل اصلی سیلاب گلستان می باشند. سدهای منطقه و بویژه سدهای شرقی شهر گنبد تاثیر بسزائی در کاهش اثرات تخریبی سیل در گنبد داشتند. طبق آمار اعلام شده از مقامات مسئول استانی بطور متوسط تا پیش از شروع بارندگی های دو روز ۲۷ و ۲۸ اسفندماه، حدود ۸۸٪ حجم سدهای در دست بهره برداری استان و از جمله سدهای گلستان، بوستان پر و سد وشمگیر در بالاترین حد حجم خود آب داشت. به انگار نگارنده این گزارش، عملکرد سدها و مدیریت آن در کنترل اثرات تخریبی سیلاب بویژه بر روی شهر مهم گنبد با جمعیت ۱۵۲،۰۰۰ نفری مثبت ارزیابی می شود.

طبق برآوردها در طولی بالغ بر ۱۷۰۰ کیلومتر از رودخانه ها، نیاز به عملیات لایروبی وجود دارد که ظرف ۱۰ سال تنها ۱۸۰ کیلومتر آن انجام شده است. همچنین ۲۰۰ کیلومتر از طول رودخانه ها نیز نیاز به دیوار کشی دارد. این واقعیت از عوامل مهم تشدید اثر سیلاب در استان گلستان بوده است.

بر اساس اطلاعات اخذ شده از اداره کل منابع طبیعی استان، در دو میلیون هکتار از اراضی استان، تاکنون مطالعات فاز ۱ آبخیزداری بصورت کامل انجام شده که از این میزان در سطح ۵۳۰ هزار هکتار عملیات آبخیزداری انجام شده است. همچنین با رویکرد جلوگیری از آثار مخرب سیل و نیز صیانت از خاک و اراضی استان عملیات آبخیزداری نظیر اجرای ۱۸۵ بندهای خاکی کنترل سیلاب ورسوبگیر، اجرای ۴۲۰ سازه سنگی و ملاتی وبتی رسوبگیر، اجرای ۱۲۰۰ سازه گابیونی رسوبگیر، اجرای ۴۵ سازه سرشاخه گیر، اجرای ۲۰۰۰ هکتار ترانس بندی یا پلکانی کردن اراضی شیبدار، اجرای ۱۶۰۰۰ هکتار جنگل کاری درختکاری مثمرة، اجرای ۲ طرح پخش سیلاب در تیل آباد آزادشهر، اجرای ۳ طرح مدیریت سیلاب در حوزه نوکنده کردکوی و کوهیمان آزادشهر انجام یافته است.

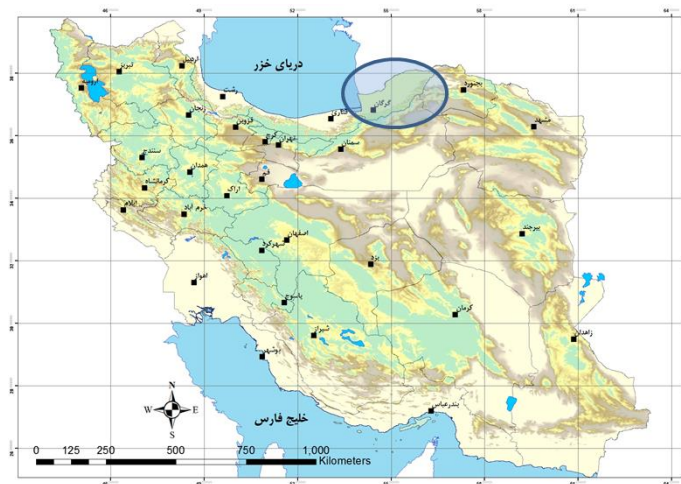
در سیل گلستان تجربه ای از اثر زیرساخت های حمل و نقلی(جاده ای و ریلی) بر تجمع رواناب در زمین های خیلی هموار بدست آمد که بنا به تجربه نگارنده در نوع خود تازگی داشت. بدلیل ضرورت مهندسی لازم است که جاده و بویژه ریل از سطح زمین اطراف مرتفع تر باشد. این امر با اینکه الزامی است در سیل گلستان و در نواحی شمالی و شمال غربی آق قلا موجب تجمع آب گردید. با هدف جریان

آب تجمع یافته در شمال شهر، شکافتن راه آهن در چندین نقطه (حدود ۹ نقطه) به عرض ۲۰ الی ۳۰ متر انجام شد. طبق اظهار نظر کارشناسان استانی این امر در کاهش ارتفاع آب جمع شده موثر بوده است اما در خصوص دلایل فنی و مهندسی این کار و میزان هزینه های ترمیم ریل هنوز اظهار نظر مهندسی صورت نگرفته است. بنابراین در طراحی ریل، باید این مورد مهم برای گذر آب در مناطق هموار و با شیب ملایم در نظر گرفته شود. لازم بذکر است که راه آهن بندرتراکم به اینچه برون در بخش غربی آق قلا در طول ۱۰ کیلومتر دارای ۲۵ کالورت و یک پل بزرگ است

- حداقل توصیه نگارنده این نوشتار این است که بحران های ناشی از مخاطرات طبیعی را سیاسی نکنیم!
- بنظر نگارنده، اقدامات مقابله، فعالیت های امداد و نجات، حضور مسئولین در منطقه و کلیه فعالیت هایی که تا حد امکانات و با توجه به ایام سال نو صورت گرفته و می گیرد، قابل قبول بوده و جای تقدیر دارد. نکته ای که بعنوان یک خصوصیات اخلاقی ما و مدیران ما بعنوان نقطه ضعف است، عدم توجه به اقدامات پیشگیرانه است.
- سامانه هشدار میدانی سیل با صرف هزینه پائینی امکان پذیر و کارائی مطلوب دارد. پیشنهاد می نمایم این سامانه در استان های سیل خیز راه اندازی شود.
- اقدامات پیشگیرانه کاهش ریسک سیل، شامل اقدامات سازه ای، آموزشی، اقدامات آبخیزداری، حفظ پوشش گیاهی و توسعه دامداری صنعتی را باید به یک امر نهادینه، مستمر و جاری تبدیل نمود، هیجانات زمان بحران، فروکش می کند ولی اقدامات ماندگار و راستین و صادقانه را باید با عزمی راسخ دنبال نمود.
- بررسی استحکام ساختمان های تحت تاثیر آب در سیل گلستان باید در دستور کار قرار گیرد و ارزیابی های میدانی در خصوص دوام آنها بعمل آید. در این زمینه، ساختمان های روستائی و ساختمان های فاقد اسکلت با توجه به تعداد قابل توجه آنها، در اولویت اول بررسی می باشند.
- نشست زمین با توجه به خصوصیات خاک منطقه امر محتملی در ساختگاه ساختمان ها و زیرساخت هاست که لازم است مسئولین مرتبط هرکدام از امان های در معرض سیل به این موضوع توجه کافی داشته باشند.
- حمایت روانی از آسیب دیدگان سیل، بررسی وضع معیشت آنها، اقدام در جهت جلوگیری از شیوع بیماری ها و نیز آفت های نباتی و دامی نیز از مقولات مهم در زمان بعد از سیلاب است. نباید با فروکش کردن اخبار، رسیدگی و آهنگ توجه به آسیب دیدگان کمتر و کندتر گردد.

۱- شرح رخداد

سامانه بارشی وسیعی از روز ۲۶ اسفندماه بر بخش وسیعی از آسمان استان گلستان مستقر و در اثر استمرار بازندگی های شدید منجر به سیل ناگهانی Flash Flood در امتداد رود گرگان و رودخانه های متصل به آن گردید. این حادثه که در روزهای ۲۸ و ۲۹ اسفندماه و اول فروردین ۱۳۹۸ زمان اوج اثر مخرب آن بود، ایام عید سال نو را بر ساکنین استان گلستان و سایر هموطنان تلخ نمود. در این رخداد متأسفانه دو کودک بر اثر ریزش دیوار و ساختمان در اثر شدت بارندگی جان خود را از دست دادند. این رخداد برای چندمین بار در گستره سیل خیز استان گلستان رخ می دهد. وضعیت خاص مورفولوژیکی گستره استان و همجواری آن با دریای مازندران و زون پربارش خطه ساحلی شمال، پتانسیل وقوع سیل را در این محدوده بطور قابل ملاحظه ای بالا برده (شکل ۱)، بطوریکه بر طبق آمار موجود (جدول ۱) چندین سیل مخرب در گستره استان رخ داده است.



شکل ۱- موقعیت گستره گلستان در شمال ایران بر روی نقشه DEM

جدول ۱- تعدادی از سیلاب های رخ داده در استان گلستان تا اول سال ۱۳۹۶

ردیف	نام شهرستان	تعداد وقوع سیل
1	بندرگز	22 مورد
2	گرددکوی	33 مورد
3	گرگان	25 مورد
4	علی آبادکتول	39 مورد
5	بندر ترکمن و کمیشان	9 مورد
6	آق قلا	10 مورد
7	آزادشهر	24 مورد
8	رامیان	19 مورد
9	گنبدکاووس	23 مورد
10	مینودشت	19 مورد
11	کالیکشی	28 مورد
12	مراوه تپه	44 مورد
13	کلالة	30 مورد

نوشتر حاضر با هدف مستند نمودن رخداد و مستند نمودن پیشنهاداتی که احتمالاً پس از چند روز از گذشت ماجرا و فروکش کردن جو احساسی حاکم به بوته فراموشی سپرده می شوند، تهیه گردیده است که امید می رود حداقل با هدف کاهش ریسک مخاطرات، بهائی به نظرات کارشناسی داده شده و بویژه به اقدامات پیشگیرانه که در مورد سیل

اتفاقا بسیار هم نتایج کاربردی مطلوبی هم دارد بیش از پیش توجه شود. راه اندازی سامانه های هشدار میدانی سیل با هدف نجات جان مردم و تخلیه اضطراری مناطق در معرض سیل، روش های مهندسی مقابله با طغیان رودخانه ها و آثار مخرب سیل مواردی هستند که به سهولت قابلیت اجرا دارند و لازم است اعتباراتی برای این امر در استان های سیل خیز تخصیص داده شود.

۱-۱- زمان رخداد

زمان وقوع سیل پس از بارندگی های ممتد روز های آخر سال ۱۳۹۷ و از تاریخ ۲۶-۱۲-۱۳۹۷ و زمان اثر بیشینه آن از روز ۲۸-۱۲-۱۳۹۷ تا ۲-۱-۱۳۹۸ بود. سامانه بارشی از روزهای قبل با اشباع نمودن حوضه های آبریز استان باعث بالا آمدن آب رودخانه های متعدد و سرریز شدن سدهای استان مانند بوستان و گلستان و نرماب و وشمگیر گردید. بعنوان مثال در صبح چهارشنبه مورخه ۲۹-۱-۹۸ ورودی آب سد وشمگیر ۲۲۰ مکعب بود که این عدد در ساعت یک بعدازظهر به ۴۲۰ مترمکعب در ثانیه رسید. بر طبق پیش بینی سازمان هواشناسی کشور، پس از روزهای آفتابی ۲ و ۳ فروردین ۱۳۹۸ در منطقه گلستان، سامانه بارشی دیگری از روز یکشنبه ۴ فروردین در منطقه وارد و موجب بارندگی شد.

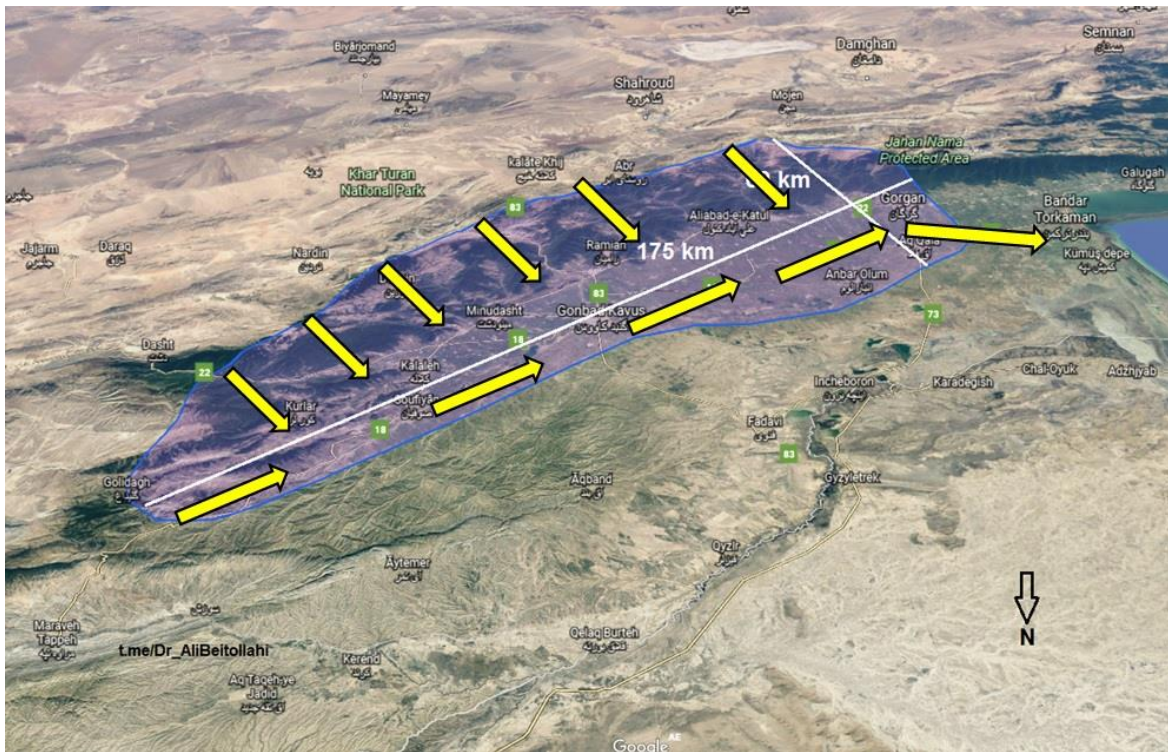
۱-۲- گستره مکانی اثر بارش و تشکیل سیلاب

محدوده جغرافیائی ۹ شهرستان استان گلستان تحت تاثیر سیل ۲۸ اسفند ۹۷ قرار گرفته اند که اثر سیل با تبعیت از مورفولوژی گستره، ابتدا در مراکز جمعیتی امتداد جنوبی استان و نیز محدوده های از شرق به غرب تا سواحل شرقی دریای مازندران بوده است. در شکل ۱ بر اساس نقشه DEM و جهت شیب، محدوده حوضه آبریز و پهنه تجمع آب های ناشی از بارندگی های سیل آسا نشان داده شده است. مساحت تقریبی حوضه بارش و تجمع آب ۸۵۰۰ کیلومتر مربع (۸۵۰،۰۰۰ هکتار) بوده و گستره شهرستان های مراوه تپه (سمت غربی)، کلالة، گنبد، گالیکش، مینودشت، آزادشهر، رامیان، علی آباد، آق قلا و بخش غربی شهرستان گرگان را در بر می گیرد. بعد از آق قلا در ادامه مسیر گرگانرود بسمت غرب (حاشیه شرقی دریای مازندران) در طول ۲۰ کیلومتر خروجی حوضه است که با تجمع آب های ناشی از بارندگی در مسیر سیل تا آبادی خواجه نفس واقع گردیده اند. مساحت مذکور حدود ۴۰٪ مساحت استان گلستان را تشکیل می دهد.

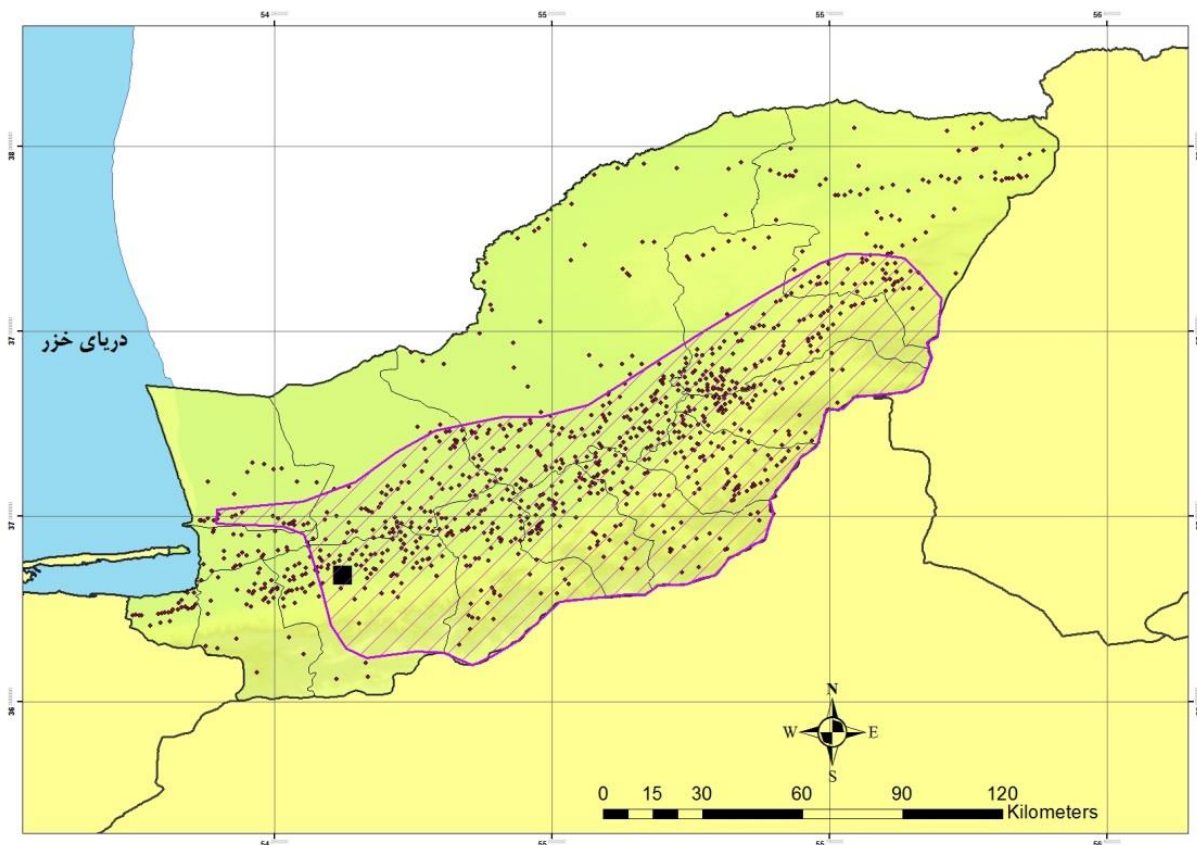
در چنین گستره ای به ابعاد حدود ۱۷۰ کیلومتر طول و ۵۰ کیلومتر عرض، بر اساس آمار مرکز آمار سال ۱۳۹۵، حدود ۷۵۰ آبادی (از تعداد کل ۹۸۶ آبادی استان گلستان) با جمعیتی بالغ بر ۶۹۵،۰۰۰ نفر جمعیت زندگی می کنند. تعداد واحدهای مسکونی این مراکز جمعیتی حدود ۱۸۱،۰۰۰ واحد بوده که ۱۳۵،۰۰۰ واحد آن بدون اسکلت می باشند. همچنین از تعداد ۲۹ شهر استان گلستان، ۲۲ شهر در این گستره واقع می گردند که جمعیتی بالغ بر ۸۴۴،۰۰۰ نفر را در ۲۴۶،۰۰۰ واحد مسکونی جای داده اند که از این تعداد واحدهای مسکونی، حدود ۱۱۷،۰۰۰ واحد فاقد اسکلت می باشند (شکل های ۲ و ۳)

آب های ناشی از بارندگی ممتد و شدید حدود ۳۵ ساعته، در مساحت ۸۵۰۰ کیلومتر مربعی در دو جهت شیب جنوب به شمال و شرق به غرب بسوی مسیر آبراهه ای گرگانرود و رودخانه های متصل به آن گسیل شده و در نواری از شرق (گنبد کاووس) به غرب (آق قلا) سیلاب قدرتمندی را تشکیل داده که در ادامه از آق قلا تا مجاورت شرقی

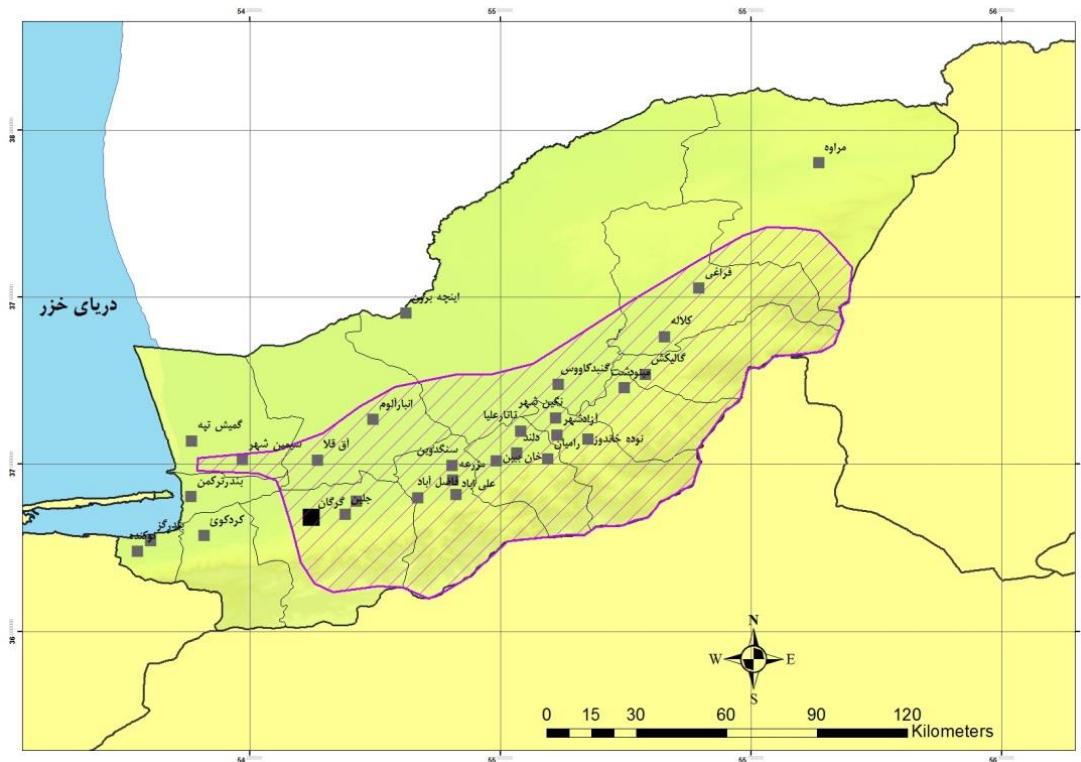
دریای مازندران (روستای خواجه نفس در ۲۰ کیلومتری غرب آق قلا) نیز امتداد یافته و مراکز جمعیتی سر راه خود را تحت تاثیر قرار داد (شکل ۳).



شکل ۱- حوضه آبریز تشکیل دهنده سیلاب استان گلستان و جهت شیب و حرکت آب



شکل ۲- آبادی های واقع در حوضه آبریز تشکیل دهنده سیلاب استان گلستان

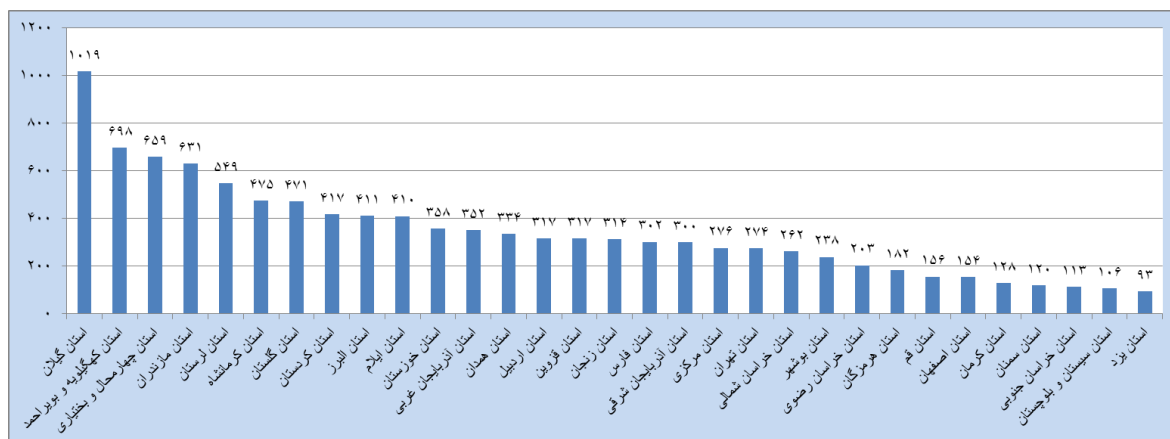


شکل ۳- مراکز جمعیتی شهری واقع در حوضه آبریز تشکیل دهنده سیلاب استان گلستان

شهرهای آق قلا و نیز گنبد با توجه به شیب ساختگاه و موقعیت خاص خود بیشترین تاثیر را با آب گرفتگی ها، تخریب و تخلیه اضطراری پذیرفتند.

۳-۱- مشخصات سیل گلستان

مورفولوژی حوضه گرگانرود، از سمت شمال شرقی (در اینجا روستای گلی داغ در ۸۰ کیلومتری شمالشرق گنبد انتخاب شده است) در دوجبهت اصلی و عمده جنوب به شمال و شرق به غرب شیب دارد (شکل ۱). بر طبق داده های اداره کل هواشناسی استان گلستان ظرف حدود ۳ روز بارش میزان بارندگی در یکی از ایستگاه ها به ۳۵۴ میلی متر رسید (ایستگاه توسکاچال مینودشت) که نسبت به متوسط دراز مدت منطقه و حتی آمارهای چند ساله اخیر، مقدار بارندگی و شدت آن دارای حد بحرانی است و رخداد سیل ناگهانی Flash Flood با این شدت بارندگی بوضوح قابل انتظار است. بررسی آمار مراجع معتبر کشور، نظیر شرکت مدیریت منابع آب و سازمان هواشناسی، متوسط سالیانه بارش را چه در گستره استانی بطور میانگین و چه در حوضه آب ریز رود گرگان، در مقایسه به میزان بارندگی روزهای آخر سال ۱۳۹۷، بمراتب کمتر نشان می دهد. بر اساس آمار شرکت مدیریت منابع آب، متوسط دراز مدت بارش سالیانه در شکل ۴ نشان داده شده است. برای استان گلستان، این کمیت معادل عددی ۴۷۱ میلی متر در سال است. این عدد برای حوضه رود گرگان برای دوره ۵۰ ساله ۲۶۷ میلی متر در سال می باشد (جدول ۲) اگر مقایسه عددی با میزان بارش سیل آسای اخیر بعمل آوریم (۳۵۴ میلیمتر برای حداکثر ۴ روز)، عدد میانگین روزانه بارش برای این حوضه حدود ۰٫۷۳ خواهد بود. بارش روزانه سیلاب اخیر در ایستگاه توسکاچال مینودشت حدود ۸۹ میلی متر بوده که در مقایسه با مقدار میانگین دراز مدت حوضه ۱۲۲ برابر آن برآورد می گردد که عدد بسیار قابل تاملی است.



شکل ۴- متوسط بارش سالانه استان های کشور (منابع آب)

جدول ۲- متوسط بارش حوزه های آبریز (قره سو و گرگان)

* میانگین ۱۱ سال اخیر از سال آبی ۸۷-۸۶ لغایت سال آبی ۹۷-۹۶

جدول شماره (۲): وضعیت بارندگی جمعی حوزه های آبریز درجه دو کشور از

اول مهر تا ۳۰:۱۸ روز ۳۰ فروردین سال آبی ۹۸-۹۷

درصد اختلاف بارندگی سال آبی جاری با			بارش جمعی از ابتدای سال آبی تا کنون			حوضه های اصلی (درجه دو)	حوضه های اصلی (درجه یک)
میانگین ۵۰ ساله	میانگین ۱۱ ساله *	سال آبی گذشته	میانگین ۵۰ ساله	میانگین ۱۱ ساله *	سال آبی ۹۷-۹۸		
۳۴	۲۵	۱۲	۱۳۹۰.۹	۱۵۰.۱	۱۶۰.۷	۱۸۷.۳	ارس
۲۵	۲۲	۵۵	۶۲۳.۲	۶۳۹.۴	۵۰۲.۹	۷۷۹.۸	تالش، مرداب انزلی
۳۰	۳۸	۳۷	۲۲۸.۶	۲۱۶.۵	۲۱۷	۲۹۸.۲	سفیدرود بزرگ
۳۴	۲۴	۳۶	۵۴۱	۵۸۴.۱	۵۳۳.۸	۷۲۴.۹	دریای خزر رودخانه های بین سفیدرود و هراز
۳۷	۳۵	۵۷	۳۸۴.۱	۳۸۷.۵	۳۳۳.۴	۵۲۴.۹	هراز و قره سو
۱۰۲	۷۶	۹۵	۲۶۷.۳	۳۰۷.۳	۲۷۶.۷	۵۳۹.۹	قره سو و گرگان
۹۱	۸۷	۱۴۲	۱۸۷.۹	۱۹۱.۸	۱۴۸.۵	۳۵۹	اترک

در جداول بر گرفته از درگاه سازمان هواشناسی، برای سه ایستگاه گنبد (جدول ۳)، مراوه تپه (جدول ۴) و گرگان (جدول ۵) برای یک دوره ده ساله از ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵، متوسط سالیانه بارش بترتیب ۴۵۶، ۳۵۵ و ۵۸۳ اعلام شده است که نظیر مقادیر فوق در مقایسه با میزان بارندگی سیل آسای دو روز ۲۸-۱۲-۱۳۹۷ و ۲۹-۱۲-۱۳۹۷ اعداد بمراتب کمتری هستند.

جدول ۳- مقادیر بارندگی ده ساله ایستگاه گنبد

STATION GONBADE KAWOOS (99240) I.R OF IRAN METEOROLOGICAL ORGANIZATION (IRIMO) FORM 25
 LATITUDE 37 15 N
 LONGITUDE 55 10 E
 ELEVATION 37.2 M
 DATA PROCESSING CENTER

MONTHLY TOTAL OF PRECIPITATION IN MM.

YEAR	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	ANNUAL
1995	19.9	28.0	44.5	80.4	0.7	20.0	1.0	5.6	22.3	47.6	55.0	28.4	353.4
1996	29.9	35.5	71.2	56.3	20.8	37.1	2.4	7.1	31.0	53.0	35.8	14.2	394.3
1997	26.2	34.0	98.4	5.4	40.8	21.5	2.0	7.0	15.2	39.2	56.9	66.5	413.1
1998	85.0	52.3	35.4	76.3	26.0	2.2	87.3	36.3	49.9	29.2	7.0	12.2	499.1
1999	83.1	34.3	51.5	38.5	31.9	0.0	45.6	4.6	35.2	65.8	47.4	27.7	465.6
2000	53.7	80.5	74.8	1.0	10.2	29.8	10.1	58.0	99.4	30.7	9.3	57.2	514.7
2001	10.9	33.2	76.0	11.3	14.5	0.4	25.9	25.0	11.7	15.7	37.5	23.1	285.2
2002	51.4	24.9	32.3	105.7	17.1	25.0	12.1	87.3	8.0	33.8	52.4	63.4	513.4
2003	30.7	55.3	90.5	71.9	39.9	8.8	13.9	10.3	6.3	30.1	80.4	46.8	484.9
2004	67.5	14.6	68.1	101.6	33.9	14.5	36.4	11.0	30.9	67.0	80.2	62.9	588.6
2005	83.2	47.8	49.7	20.8	66.5	17.6	0.4	45.4	20.1	30.9	76.2	47.5	506.1
MEAN	49.2	40.0	62.9	51.7	27.5	16.1	21.6	27.1	30.0	40.3	48.9	40.9	456.2

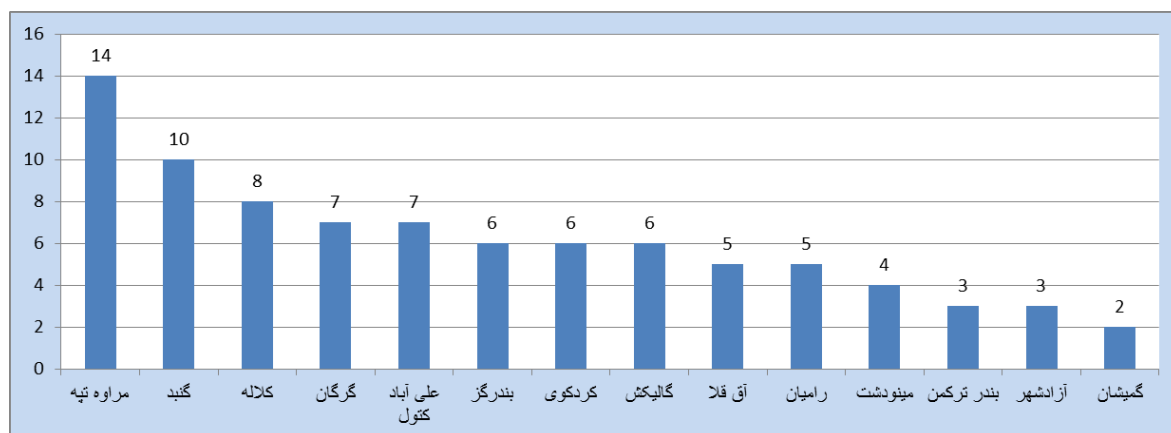
جدول ۴- مقادیر بارندگی ده ساله ایستگاه مراوه تپه

STATION	MORAVEH TAPPEH (40721) I.R OF IRAN METEOROLOGICAL ORGANIZATION (IRIMO)											FORM 25
LATITUDE	37 54 N											
LONGITUDE	55 57 E											
ELEVATION	460.0 M											
DATA PROCESSING CENTER												
MONTHLY TOTAL OF PRECIPITATION IN MM.												
YEAR	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC. ANNUAL
1993	27.6	45.4	48.1	39.8	1.6	12.0	28.2	3.0	2.2	8.0	57.8	23.8 297.5
1994	54.0	65.3	63.9	12.8	6.5	10.9	0.0	2.3	85.6	42.8	50.0	40.0 434.1
1995	29.9	23.3	38.5	37.0	0.1	39.0	8.5	18.2	40.3	34.2	44.5	20.2 333.7
1996	10.6	44.8	49.7	41.9	15.4	27.1	53.5	14.6	4.2	54.7	42.1	10.4 369.0
1997	34.4	24.7	56.6	11.5	57.0	74.8	1.5	1.9	4.1	70.3	42.6	64.8 444.2
1998	61.0	47.7	43.8	42.4	39.6	18.1	6.6	53.6	8.9	23.7	14.6	14.3 374.3
1999	43.5	29.3	28.0	32.3	20.8	1.0	44.8	1.8	43.8	39.0	47.8	10.7 342.8
2000	45.7	38.5	22.0	5.1	1.6	19.6	0.0	10.4	54.6	29.4	8.8	46.3 282.0
2001	14.5	25.2	67.5	14.1	10.8	1.0	16.5	10.1	0.9	30.0	33.8	19.6 244.0
2002	45.4	37.8	28.2	90.2	9.9	0.7	34.3	23.6	0.0	45.4	16.8	50.8 383.1
2003	15.2	58.3	80.7	81.3	34.2	30.4	1.6	0.8	0.7	16.7	57.0	37.3 414.2
2004	29.9	12.0	63.5	92.5	18.9	6.6	53.1	1.0	56.0	30.7	74.3	34.7 473.2
2005	76.7	57.6	50.0	13.5	36.1	19.0	39.0	23.0	0.1	30.2	45.0	29.1 419.3
2006	28.8	27.9	43.9	34.3	24.2	3.5	0.2	0.0	14.2	40.7	51.3	41.0 310.0
2007	8.5	26.8	123.6	43.9	16.8	79.5	2.4	0.8	43.2	1.6	35.2	46.8 429.1
2008	19.0	18.1	14.7	40.7	12.4	8.2	7.4	0.0	4.5	13.0	12.6	22.7 173.3
2009	29.8	73.3	36.9	102.1	11.6	1.8	5.8	26.6	6.5	3.3	32.0	51.8 381.5
2010	34.5	73.9	28.8	49.7	33.4	8.0	0.0	0.0	45.0	16.1	5.0	1.3 295.7
MEAN	33.8	40.5	49.4	43.6	19.5	20.1	16.9	10.7	23.0	29.4	37.3	31.4 355.6

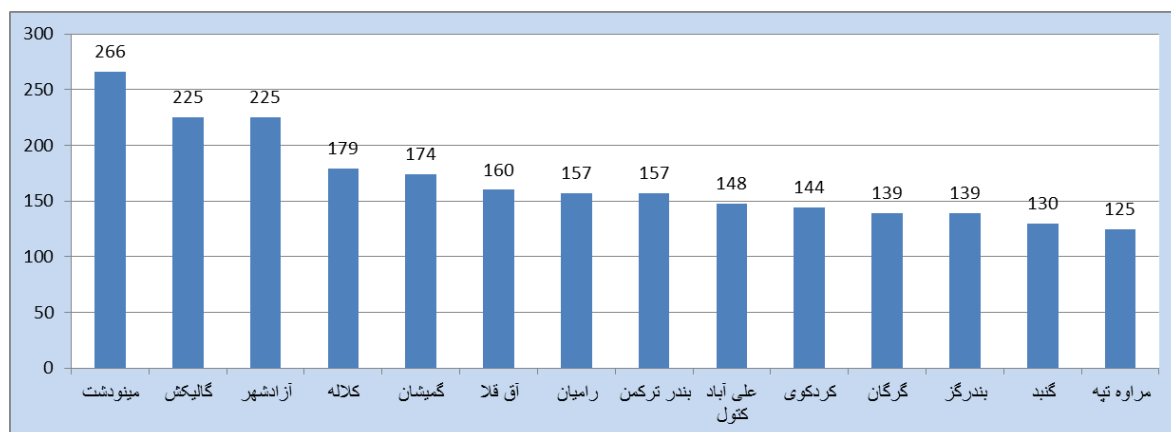
جدول ۵- مقادیر بارندگی ده ساله ایستگاه گرگان

STATION	(40738) I.R OF IRAN METEOROLOGICAL ORGANIZATION (IRIMO)											FORM 25
LATITUDE	36 54 N											
LONGITUDE	54 24 E											
ELEVATION	0.0 M											
DATA PROCESSING CENTER												
MONTHLY TOTAL OF PRECIPITATION IN MM.												
YEAR	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC. ANNUAL
1952	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	27.0	12.2 *****
1953	14.4	13.6	37.0	0.0	0.0	1.0	25.5	11.8	22.1	21.2	18.2	17.9 182.7
1954	20.0	22.6	21.2	34.0	7.7	0.6	26.7	4.0	8.3	1.0	22.0	22.4 190.5
1955	15.2	21.9	75.7	73.8	55.4	52.4	0.0	12.0	34.3	36.0	41.1	31.4 449.2
1956	36.0	89.8	80.7	97.2	42.6	0.7	23.8	10.2	63.4	18.3	34.4	50.7 547.8
1957	15.5	29.3	73.1	33.2	41.5	96.7	46.0	92.0	0.3	76.4	50.8	88.0 642.8
1958	76.0	52.0	135.0	152.0	25.0	111.0	112.0	25.0	24.0	105.0	108.0	37.0 962.0
1959	298.0	146.0	184.0	144.0	99.0	84.0	23.0	38.0	54.0	247.3	191.4	71.2 1579.9
1960	15.0	26.2	99.4	66.0	23.0	12.0	37.0	34.0	15.0	25.0	146.0	52.0 550.6
1961	92.6	18.4	118.0	60.6	27.6	46.0	18.6	23.6	59.0	27.0	54.0	86.0 631.4
1962	38.2	54.0	78.0	70.0	79.0	66.0	6.0	19.0	25.0	41.0	51.0	13.0 540.2
1963	27.0	35.0	112.2	42.0	84.0	40.0	27.0	22.6	19.0	167.0	55.6	51.0 682.4
1964	75.0	38.4	90.4	82.6	14.0	6.4	26.6	10.8	47.0	46.8	102.0	56.0 596.0
1965	36.0	54.4	78.4	52.8	60.6	5.0	24.0	34.0	30.0	94.6	27.6	53.0 550.4
1966	38.4	37.6	135.6	74.6	37.0	12.2	32.0	15.0	42.2	103.2	0.0	53.4 581.2
1967	34.6	55.4	74.0	16.8	15.6	101.2	24.0	3.0	59.7	231.6	73.2	36.8 725.9
1968	64.0	70.4	106.1	72.3	48.4	42.5	28.4	46.6	15.1	67.6	94.8	107.0 763.2
1969	101.0	59.8	106.8	76.0	55.4	26.6	7.6	13.2	50.8	77.2	132.2	140.7 847.3
1970	78.4	32.0	123.8	45.2	35.0	18.0	65.0	50.6	56.6	96.6	21.1	23.6 645.9
1971	39.6	67.2	103.4	51.0	9.4	34.2	0.0	15.5	0.4	115.0	52.6	40.8 529.1
1972	65.1	89.4	73.6	60.4	169.2	23.7	7.1	47.4	31.0	64.0	12.2	102.0 745.1
1973	52.0	68.6	112.8	23.0	21.0	27.8	4.4	103.2	70.6	31.4	119.2	90.4 724.4
1974	37.4	69.8	55.0	92.2	41.3	10.6	104.8	12.4	58.0	0.0	152.0	85.4 718.9
1975	27.3	46.6	64.2	26.2	13.4	66.0	2.0	12.0	8.0	89.3	100.4	47.6 503.0
1976	23.4	102.8	102.3	49.8	42.6	29.9	14.2	0.6	32.7	79.6	37.7	51.8 567.4
1977	92.5	49.8	45.4	31.8	37.0	23.6	47.0	65.9	54.3	73.4	45.3	43.0 609.0
1978	54.6	108.8	47.9	48.8	98.1	140.2	1.3	23.0	54.0	51.0	86.2	78.7 792.6
1979	55.6	106.8	54.0	59.2	49.8	16.2	14.4	23.6	30.4	31.0	36.2	105.4 582.6
1980	117.7	92.1	59.5	25.4	27.2	10.0	0.0	25.2	47.4	86.9	137.4	103.8 732.6
1981	42.8	56.0	72.2	80.7	87.8	4.0	50.2	31.4	88.2	25.4	86.0	58.6 663.3
1982	70.7	45.6	80.9	17.9	58.5	45.5	11.4	53.2	32.5	62.8	101.8	16.1 596.9
1983	69.9	27.0	65.2	24.4	47.5	41.6	18.6	26.8	46.8	77.6	28.5	102.3 576.2
1984	33.9	62.2	53.7	34.7	98.6	31.3	3.7	44.4	2.6	68.2	78.5	48.9 560.7
1985	48.2	100.6	32.3	29.8	5.0	13.4	3.6	36.4	26.2	62.9	15.1	55.9 429.4
1986	39.0	78.0	46.2	31.8	15.0	3.1	14.0	14.0	63.0	19.2	86.1	66.9 476.3
1987	49.6	67.1	116.2	60.5	33.1	2.1	24.1	46.4	39.5	95.9	27.9	55.0 617.4
1988	76.8	34.9	88.4	61.8	28.8	23.8	50.9	31.8	8.0	35.4	88.0	76.2 604.8
1989	53.2	21.2	100.2	24.6	11.3	4.0	10.3	27.8	70.5	44.8	41.6	55.8 465.3
1990	27.6	20.5	76.5	51.9	28.8	7.1	5.5	4.2	41.8	39.1	38.2	54.1 395.3
1991	36.5	86.0	55.0	26.8	67.2	21.3	9.5	1.1	25.3	44.3	29.5	43.4 445.9
1992	48.0	63.7	66.7	48.0	87.8	18.9	24.1	62.2	20.1	15.1	46.5	70.7 571.8
1993	48.9	72.6	71.0	51.5	9.8	42.9	7.5	99.9	38.0	38.0	73.7	33.2 587.0
1994	106.3	42.5	47.5	31.0	54.1	57.8	0.4	24.8	68.7	92.2	63.0	68.0 656.3
1995	14.4	34.0	77.6	104.1	3.5	18.9	9.4	8.4	56.6	70.2	144.1	26.1 567.3
1996	13.0	73.6	34.7	49.7	16.3	29.4	6.7	3.2	33.5	118.3	57.5	33.6 469.5
1997	25.3	42.3	74.2	13.0	41.9	70.1	10.2	4.0	32.6	64.0	76.5	63.1 517.2
1998	101.8	41.6	22.4	80.8	40.5	40.0	5.9	6.0	79.0	33.4	12.8	11.8 476.0
1999	55.2	34.4	70.1	22.1	77.6	0.3	56.7	4.1	113.2	84.7	53.1	20.8 592.3
2000	81.6	93.5	63.9	0.1	29.8	46.3	4.2	28.4	47.6	113.0	23.3	47.3 579.0
2001	28.5	36.6	98.5	20.5	67.0	3.5	26.0	2.6	38.5	27.2	67.5	35.2 451.6
2002	39.9	43.1	75.5	101.3	24.6	38.6	4.5	43.9	9.1	56.6	67.9	37.9 542.9
2003	12.0	62.7	112.2	57.0	51.3	54.2	6.1	33.4	5.0	47.2	133.5	56.8 631.4
2004	51.2	10.7	79.0	78.3	30.7	28.3	63.7	1.6	28.7	41.5	106.0	74.6 594.3
2005	99.6	49.2	81.4	35.2	63.5	18.9	0.1	14.5	36.7	20.2	121.1	139.0 679.4
2006	61.8	16.5	41.9	37.8	29.6	9.7	3.7	0.0	10.9	39.0	110.4	56.8 418.1
2007	25.5	42.4	99.7	26.0	30.6	19.0	2.7	20.1	29.3	0.1	51.0	37.1 383.5
2008	13.9	42.4	32.3	16.3	17.6	7.3	7.1	0.5	60.2	55.0	13.8	48.2 314.6
2009	48.0	69.7	28.2	55.6	16.3	4.9	12.7	43.8	119.7	8.4	85.3	35.3 527.9
2010	66.8	92.3	40.0	49.9	8.9	11.3	0.0	5.1	8.7	37.6	2.4	48.0 371.0
MEAN	54.0	55.5	76.7	51.4	42.1	31.4	20.7	26.2	39.5	62.8	67.1	56.4 583.8

در شکل ۵ تعداد ایستگاه های شهرستان های استان و در شکل ۶ متوسط بارندگی ۴ روزه آنها نشان داده شده است.



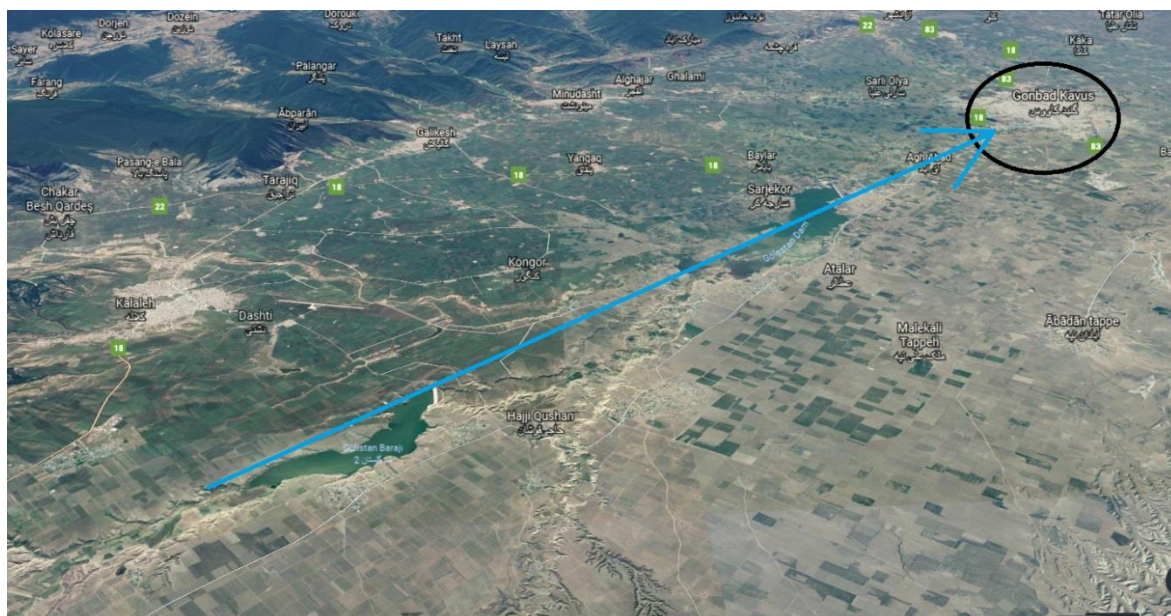
شکل ۵- تعداد ایستگاه های هواشناسی واقع در هر شهرستان استان



شکل ۶- متوسط بارندگی ۴ روزه از ۲۷ اسفند تا ۲ فروردین در شهرستان های مختلف استان

در حوضه نشان داده شده در شکل ۳، بجز شهرستان های مرآوه تپه، بندرگز و کردکوی از ارقام کلیه ایستگاه ها جهت محاسبه متوسط بارندگی کل در ۴ روز استفاده شد. مقدار برآورد شده ۱۷۸ میلی متر از ۲۷ اسفند تا ۲ فروردین برای کل حوضه است که نسبت به میانگین سالانه بارندگی عدد قابل ملاحظه ای است (۳۸٪ بارش متوسط سالیانه استان در مدت ۳ و یا حداکثر ۴ روز در منطقه باریده است). این عدد در مقایسه با متوسط ۱۱ ساله حوضه قره سو و گرگان معادل ۵۸٪ متوسط سالیانه و در مقایسه با میانگین ۵۰ ساله (جدول ۲) حدود ۶۷٪ میانگین دراز مدت سالیانه است. در هر حال مقدار و بویژه شدت بارندگی، بسیار بالا و مقادیر بخودی خود معرف قابلیت وقوع سیل ناگهانی flash flood می باشند.

بارندگی ممتد روزهای پایانی سال ۱۳۹۷، نهشته های سطحی گستره حوضه را اشباع و در ادامه بارندگی، رواناب هایی با دبی بسیار بالا در امتدادی که شیب و مورفولوژی حوضه آن را هدایت می کند، بوجود آورد. در مسیر از شمال شرق به گنبد در طول حدود ۸۰ کیلومتری آب بسمت گستره شهرستان گنبد روان شد. علاوه بر آن از سوی جنوبی نیز در امتداد شیب از جنوب به شمال این رخداد همزمان، روی داد، در نهایت پس از گذر از سدهای شرقی گنبد (سدهای گلستان و بوستان) با توجه به شیب بسیار ملایم پهنه گنبد، محدوده وسیعی از منطقه را آب فرا گرفت و سیلاب سهمگین شکل گرفت (شکل ۷).



شکل ۷- مسیر شروع حوضه آبریز از سمت شرقی تا گنبد

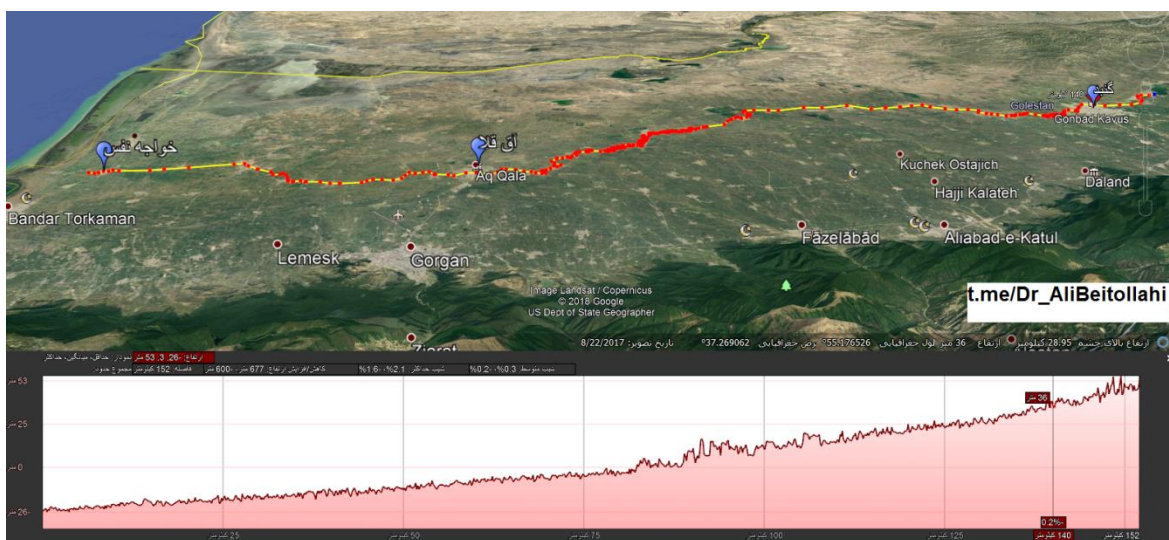
در ادامه همزمان با تجمع آب در گنبد از دو سوی شرقی و جنوبی، همین روند برای مراکز جمعیتی مسیر گرگانرود تا حاشیه شرقی دریای مازندران (حوالی روستای خواجه نفس واقع در ۱۰ کیلومتری شمال بندر ترکمن) نیز رخ داده است. البته حرکت آب از سوی گنبد به آق قلا، وضعیت آق قلا را با مشکل بیشتری مواجه ساخت که آبرفتگی و تخلیه‌های اضطراری بیشتری را بر شهر و روستاهای اطراف تحمیل کرد.

در شکل ۸ مسیر حرکت از شرق به غرب رواناب و سیلابی که از سوی جنوبی نیز توسط آبراهه‌های متعدد جنوبی - شمالی تغذیه می‌شدند، نشان داده شده است. در شکل ۹ مقطع ارتفاعی همین مسیر با استفاده از محیط google earth بصورت تقریبی (بطور کامل و دقیق از ماندر رودخانه تبعیت نشده است)، نشان داده شده است. در مقاطع شرقی - غربی ارتفاعات جنوبی گرگان؛ آق قلا، گنبد و اغلب شهرهای استان گلستان که در پای ارتفاعات البرز واقع شده‌اند، آبراهه‌های شمالی جنوبی نیز حوضه‌های آبریز واقع در ارتفاعات را به مسیر آبراهه اصلی گرگان، هدایت می‌کنند که تجمع بیشتر آب و وقوع سیلاب‌های متعدد ناشی از چنین فرم ناهمواری سطح زمین است.

در شکل ۹ ارتفاع از سطح دریا در گنبد حدود ۳۶ متر و در انتهای مسیر سیلاب در روستای خواجه نفس ۲۶- (متر) ۲۶ متر پائین‌تر از سطح آب دریاها (آزاد) بوده که اختلاف ارتفاعی حدود ۶۰ متری را از ابتدا تا انتهای مسیر پریپیچ رودخانه و مسیل بطول ۱۸۵ کیلومتر را نشان می‌دهد. شیب متوسط مسیر بین ۰,۰۲ تا ۰,۰۳ درصد می‌باشد. چنین شیب ملایم و کمی در مسیر آبراهه و رودخانه در اثر flash flood پخش شدگی آب و غوطه‌وری مراکز جمعیتی را در سیلاب موجب خواهد شد که در عکس‌های متعددی از سیل گلستان بوضوح تصاویر موید این واقعیت را می‌توان مشاهده نمود.



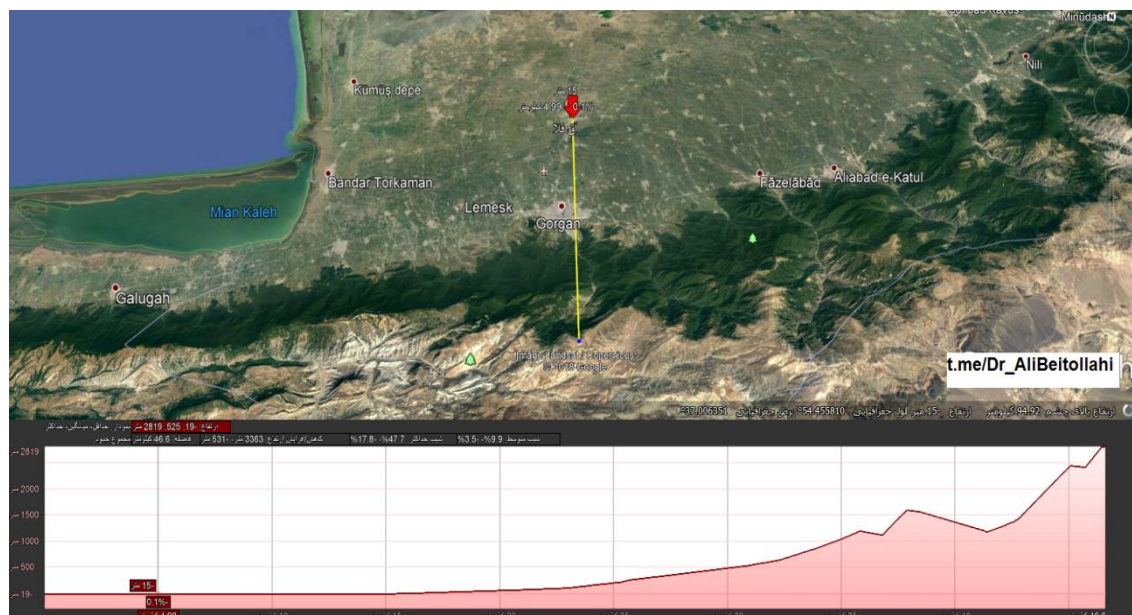
شکل ۸- مسیر حدود ۲۰۰ کیلومتری حرکت سیلاب از شرق گنبد تا غرب آق قلا



شکل ۹- مسیر از گنبد تا حد انتهائی سیلاب در غرب آق قلا (روستای خواجه نفس)، مسیر مستقیم حدود ۱۰۰ کیلومتر و در امتداد رودخانه مسیری بطول ۱۸۵ کیلومتر همراه با توپوگرافی مسیر

علاوه بر روندی که در شکل ۹ در راستای شرق به غرب قابل تعقیب می باشد، در مسیر جنوب به شمال نیز با شیب بیشتری وضعیتی مشابه را می توان توضیح داد. در شکل ۱۰ به عنوان نمونه منظر جنوبی و ارتفاعات البرز در جنوب آق قلا و گرگان نشان داده شده است. آبراهه های متعدد بصورت میان کوهستانی مسیر واصل حوضه های آبریز واقع در ارتفاعات به دشت شمالی را تشکیل می دهند که در شکل نمایان است، ادامه شیب به شمال در مسیر رود گرگان به غرب منحرف می گردد و پیچشی را در حوالی آق قلا و گستره شهرستانی آن به سمت ساحل دریا به

شیب زمین می دهد. این امر در مورد شهرستان گنبد هم به همین منوال است. تلاطم ایجاد شده در رواناب ها در تلاقی دو خط کمابیش عمود بر هم جنوب به شمال و شرق به غرب، موجب ایجاد جریانات آبی آشوبنده ای نیز می شود که قدرت تخریب سیلاب را افزایش می دهد که در سیل گلستان در محدوده های آق قلا و گنبد این مصداق ها را می توان مشاهده نمود.

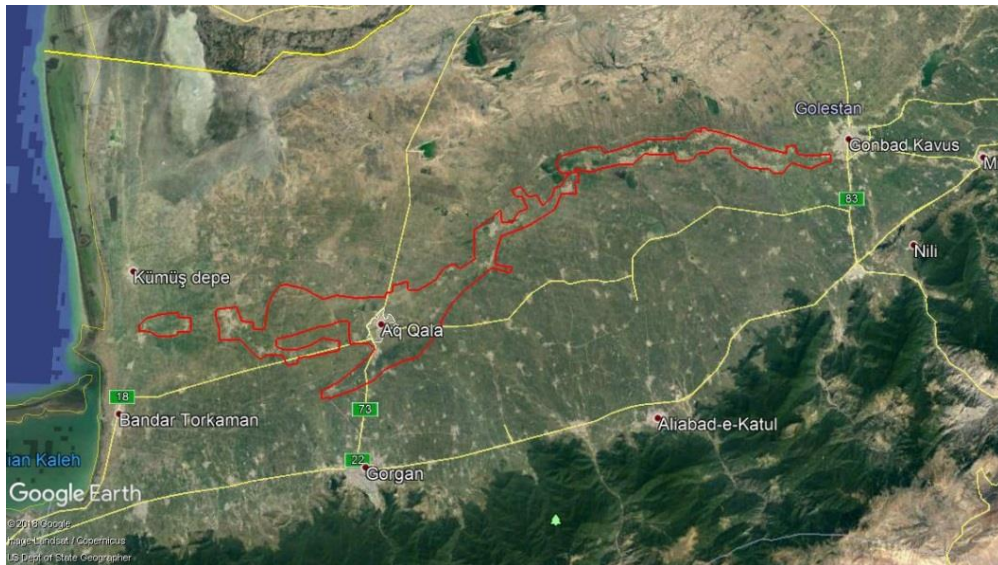


شکل ۱۰- مقطع ارتفاعی و آبراهه های جنوبی گستره آق قلا و گرگان

در امتداد جنوب به شمال در مسیری بطول تقریبی ۴۵ کیلومتر همانگونه که در شکل ۱۰ نشان داده شده است، ارتفاع از حدود ۲۸۰۰ متری به منفی ۱۵ متری در حوالی آق قلا افت می کند که بیانگر شیب تند در ارتفاعات جنوبی استان گلستان است. این حالت در مورد سایر شهرهای استان نیز کمابیش صادق است. چنین شیبی قدرت تخریب سیل را مسلماً افزایش می دهد. شیب متوسط این مسیر تا ۱۰٪ و شیب بیشینه آن تا ۴۷٪ نیز بالغ می گردد.

جهت بدست آوردن تصویری از میزان سیلاب از تصاویر پخش شدگی سیلاب که توسط سازمان فضائی ایران منتشر شده است استفاده شد (شکل ۱۱). طول مسیر از گنبد تا غرب آق قلا در روستای خواجه نفس واقع در ۳۲ کیلومتری غرب آق قلا در امتداد رودخانه گرگان و پیچ و خم های آن (ماندر رودخانه) حدود ۱۸۵ کیلومتر برآورد شده است (شکل های ۱۲ و ۱۳، بر اساس نقشه پایه google earth). مسیر سیلاب عمدتاً از فرم رودخانه اصلی گرگان رود و همچنین شاخه های رودخانه های جنوب به شمال متصل به آن تبعیت نموده و طول آن بطور متوسط ۱۵۰ کیلومتر برآورد شده است (طول مسیر سیلاب). با استفاده از تصاویر مذکور که نمونه ای از آن در شکل ۱۱ نشان داده شده است، و بنا به مساحت ۴۰۰ کیلومتر مربعی نوار سیلاب، پهنای تقریبی و متوسط سیلاب حدود ۲,۷ کیلومتر ارزیابی شد. واضح است که سیلاب گلستان در برخی از قطعات مسیر پهن تر و عریض تر و در بعضی از بخش های مسیر باریک تر می باشد که میانگین پهنای ۲,۷ کیلومتر برای آن با توجه به تصاویر سازمان فضائی، بنظر عدد

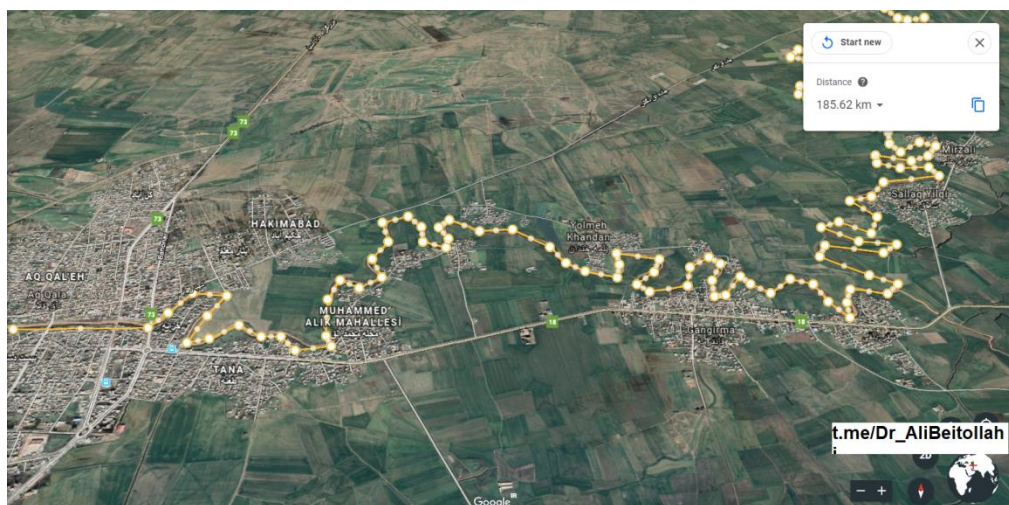
منطقی می باشد. این تصاویر بر روی نقشه های ماهواره ای google earth پیاده شده اند.



شکل ۱۱- گستردگی سیلاب گلستان بر اساس داده های سازمان فضائی ایران



شکل ۱۲- طول مسیر ۱۸۵ کیلومتری رود گرگان از گنبد تا روستای خواجه نفس



شکل ۱۳- مقطعی از مسیر ماندری گرگانرود در غرب آق قلا(با تبعیت از فرم پیچ و خم رودخانه طول رود از غرب گنبد تا روستای خواجه نفس ۱۸۵ کیلومتر برآورد شده است در حالیکه طول مسیر کمابیش مستقیم آن حدود ۱۱۰ کیلومتر است)

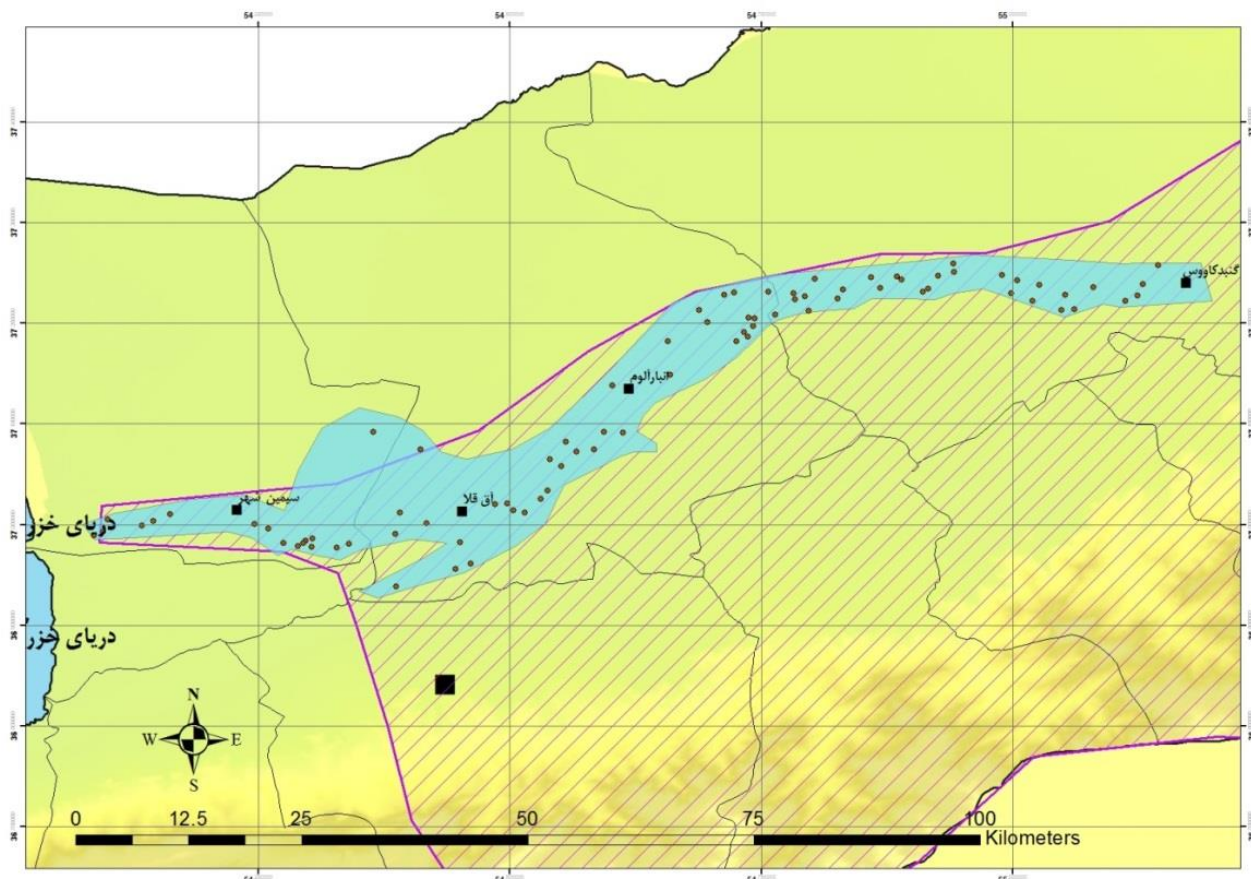
اگر فرض شود که در اثر بارندگی های روزهای پیشین زمین ۸۵۰۰ کیلومترمربعی حوضه تغذیه سیلاب گلستان (شکل ۱) اشباع بوده و اثر جذب خاک و پوشش گیاهی و عملکرد تاخیری سدهای منطقه صرفا با هدف تنها ارائه تصویری از حجم آب وارده به مسیر سیلاب در نظر گرفته نشوند و نیز فرض شود که در تمامی این گستره میزان بارندگی عدد متوسط ۱۷۸ میلی متر بوده است، آنگاه حجم آب معادل:

$$1500(KM^2) * 0.00178(km) = 1.5 km^3$$

که اگر بر اساس نقشه های سازمان فضائی مسیر این حجم آب در مساحت ۴۰۰ کیلو متر مربعی بطور لحظه ای رها شود، ارتفاع چنین مکعبی به عدد تقریبی ۳٫۷ متر خواهد رسید که معرف ارتفاع آب غیر منتظره ای از سیلاب بطور متوسط و میانگین است. لازم بذکر است که این عدد صرفا جهت ارائه تصویری از حجم آب ارائه گردیده و مسلم است که در سیلاب این حجم آب در یک لحظه در یک مسیر رها نمی گردد.

۲- مراکز جمعیتی و واحدهای مسکونی در معرض سیل

در محدود اثر مستقیم سیل مراکز شهری گنبدکاووس، انبارآلوم، آق قلا و سیمین شهر (حوزه گمیشان) با جمعیتی بالغ بر ۲۱۱،۰۰۰ نفر جمعیت قرار گرفته اند. همچنین در زون پخش شدگی سیلاب که در شکل ۱۴ نشان داده شده است ۸۲ آبادی با جمعیت کل حدود ۱۰۳،۵۰۰ نفر واقع شده است. از میان آبادی های واقع در معرض سیل می توان به ترتیب تعداد جمعیتی به روستاهای گدم آباد، خواجه نفس، چین سولی، بیبی شیروان، یلمه سالیان، صحنه سفلی، قرنجیک خواجه خان، بصیرآباد، ارخ بزرگ و قوریلچه، هرکدام با جمعیتی بالای ۳۰۰۰ نفر اشاره نمود. در تعدادی از این مراکز جمعیتی، آب گرفتگی و خسارت قابل ملاحظه بود.



شکل ۱۴- مراکز جمعیتی شهری و آبادی های واقع بر زون اثر سیل گلستان

در مناطق شهری در معرض سیلاب حدود ۵۷۰۰۰ واحد مسکونی قرار دارد که از این میان بطور ۳۲،۰۰۰ واحد از این ساختمان های بنائی و فاقد اسکلت است. این عدد معرف اثر سیل بر استحکام واحدهای مسکونی نیز می باشد. بعد از فروکش کردن سیل لازمست که ساختمان های تحت تاثیر سیل از نظر کیفیت و دوام و نحوه اثر آب ناشی از آب گرفتگی و سیلاب مورد ارزیابی قرار گیرد.

همچنین واحدهای مسکونی آبادی های واقع در معرض سیل نیز حدود ۲۵،۰۰۰ واحد برآورد شده است (مبنا آمار ۱۳۹۵ مرکز آمار و زون تاثیر سیلاب نیز تصاویر سازمان فضائی ایران می باشد)، ۸۴٪ از چنین واحدهایی از نوع بنائی و فاقد اسکلت است! واحدهای روستائی با توجه به نوع مصالح آنها در مقابل بار سیلاب و اثر رطوبت و آب گرفتگی و سیلاب، استحکام لازم را ندارند و بیشتر دچار استهلاک و تخریب خواهند شد که لازم است در این زمینه نیز ارزیابی های کارشناسی و میدانی پس از عادی شدن شرایط بعمل آید.

لازم بذکر است که تعداد کل جمعیت حدود ۳۱۵،۰۰۰ نفری شهری و روستائی و نیز تعداد ۸۲،۰۰۰ واحد های مسکونی شهر و روستائی که از این تعداد ۵۳،۰۰۰ واحد فاقد اسکلت بوده، جملگی دچار سیلاب و اثر مخرب سیلاب قرار نگرفته اند، اما بر اساس نقشه های رقومی موجود و اطلاعات موثق کشوری، این اعداد و ارقام تصویری از گستردگی اثرات سیل گلستان را نشان داده که لازم است با برداشت های میدانی تدقیق گردد.

۳- دلایل رخداد سیل گلستان

عوامل اصلی و کاملاً شناخته شده رخداد سیل در دو دسته استاتیکی و دینامیکی قرار می گیرند. همچنین در تشدید اثر سیلاب عوامل طبیعی و انسان ساخت نیز نقش عمده ای دارند. شرایط زمین، مساحت حوضه آبریز و شیب آن در دسته استاتیکی و مقدار و شدت بارندگی نیز بدلیل خصوصیت متغیر آن نسبت به زمان در دسته دینامیکی قرار می گیرند. علاوه بر اینها عوامل انسانی تشدید کننده سیلاب نیز در افزایش و کاهش حجم و قدرت تخریب سیلاب نقش بسزائی دارند که با در نظر گرفتن این مبانی، دلایل رخداد سیل گلستان به ترتیب اهمیت بقرار زیر بر شمرده می شود:

الف - مقدار و شدت بالای بارش

شرایط استاتیکی در گستره بین آق قلا و گنبد و اراضی جنوبی آن پتانسیل تجمع آبی بالائی را به منطقه داده است که رخداد سیلاب های متعدد بخودی خود گویای همه چیز است. از طرفی قرار گیری ای خطه در نوار ساحلی و نسبتاً پر بارش وجه دینامیکی رخداد سیل را بالقوه زیاد نموده است. بارش ۱۷۸ میلی متر متوسط در مدت زمانی ۴ روز (که البته سهم عمده ای از این مقدار بارش در روز های ۲۷ و ۲۸ اسفندماه ۱۳۹۷ و در زمان ۳۵ ساعته بوده است) در کل حوضه و بارش بیشینه ۳۵۴ میلی متری در ایستگاه توسکاچال شهرستان مینودست، حجم آبی وسیعی به حوضه تزریق می کند که با توجه به مورفولوژی این پهنه، رخداد سیل امر کاملاً محتملی می نماید (جدول ۶).

ب- مورفولوژی زمین

همگرائی جهت شیب زمین از جنوب به شمال و از شرق به غرب موجب تجمع آب در نوار شرق به غرب و در امتداد مسیر بین شهرهای گنبد و آق قلا گردید. شیب از جنوب به شمال در امتداد جنوب گرگان - گرگان - آق قلا تجمع آبی فراونی را در گستره هموار آق قلا موجب گردید که باعث آب گرفتگی بخش وسیعی از این شهر ۳۵،۱۰۰

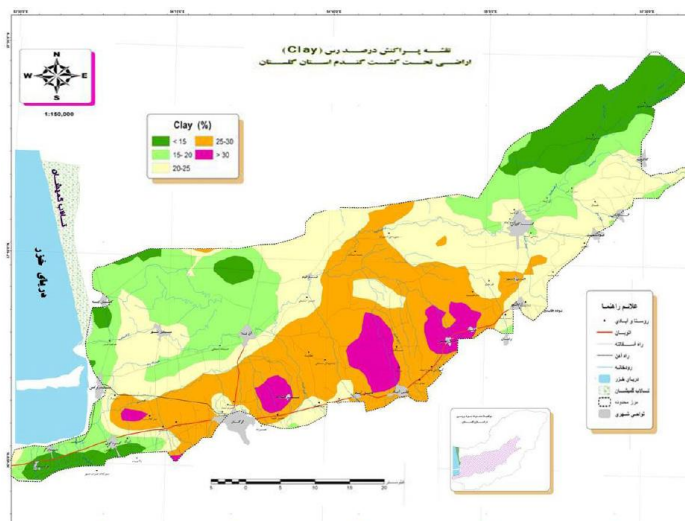
نفری گردید. همچنین شیب ملایم و زمین هموار در محدوده بین گنبد تا غرب آق قلا امکان پخش شدگی آب سیلاب را فراهم آورد و باعث شد آب گرفتگی گسترده ای در مراکز جمعیتی و مسیرهای جاده ای و راه آهن رخ دهد که کم سابقه بوده است. نمونه ای از فرم سطح زمین در شکل ۱۵ نشان داده شده است. قابل مشاهده است که زمین هموار و صاف بوده که در چنین مسیرهایی ورود دبی بالای آب پخش شدگی وسیع و آب گرفتگی خسارت باری را بر شهر و مراکز جمعیتی در صورت فقدان سامانه های سازه ای محافظت کننده تحمیل خواهد نمود.



شکل ۱۵- مورفولوژی تپیک مسیل گنبد - آق قلا در بخش شرقی آق قلا

پ- جنس خاک

سطح مسیر سیلاب و اراضی اطراف آن را نهشته های ریز دانه لس با ۳۰٪ در صد تقریبی رس پوشانده است (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- پراکنش درصد رس در گستره استان گلستان (روشنی و قرنچیکی موسسه تحقیقات پنبه کشور، ۱۹-۱۲-۱۳۹۲)

نهشته های ریز دانه با درصد بالای رس، در اثر اشباع شدگی نفوذپذیری و قابلیت انتقال بسیار پائینی خواهند داشت که این امر، ماندگاری آب سیلاب و پخش شدگی آن را در سطح زمین موجب می شود. مصداق این نکته در کل مسیر بین گنبد تا آق قلا می توان مشاهده نمود. چنین حالتی از آنجا که جذب آب سطحی بدلیل اشباع شدگی ناشی از بارش های روزهای پیشین و ریز دانه بودن نهشته های سطحی، در زمین صورت نمی گیرد، اثر مخرب سیلاب و آب گرفتگی های ناشی از آن را تشدید می کند.

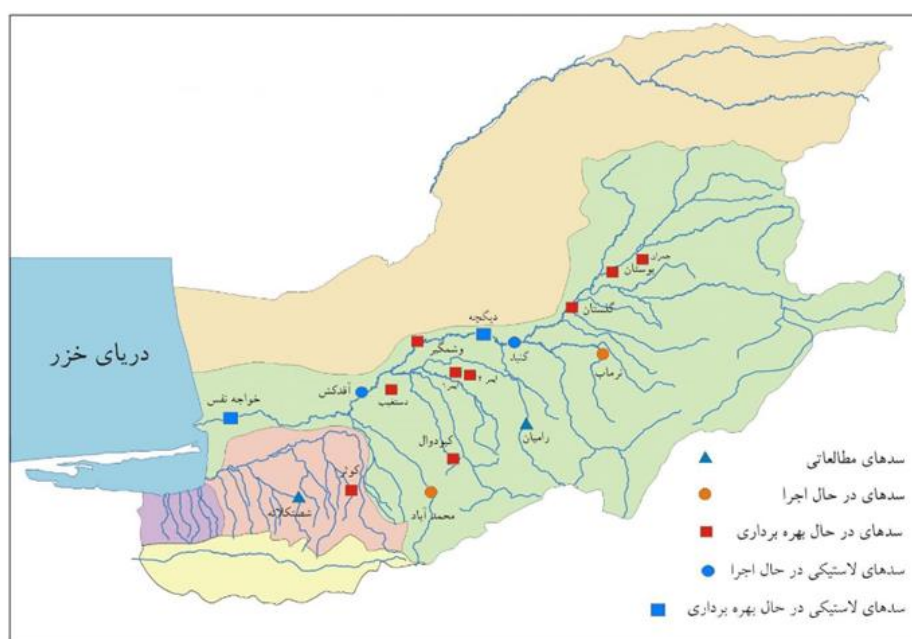
ت- عوامل انسان ساخت

در این بخش، مناسب است به اثرات مثبت و منفی عوامل انسان ساخت در تشدید سیلاب و آثار مخرب آن نیز اشاره شود. این عوامل شامل سدها، آبخیزداری و لایروبی رودخانه ها و مسیل ها، ساخت و ساز ها و زیرساخت ها و پوشش گیاهی است.

❖ اثر سدها

در محدود استان گلستان سدهای متعددی وجود دارد. اثر سدها در ایجاد زمان تاخیر برای جلوگیری از تشکیل دبی ماکزیمم و سیلابی کاملاً شناخته شده است. سدهای منطقه و بویژه سدهای شرقی گنبد تاثیر بسزائی در کاهش اثرات تخریبی سیل در گنبد داشتند. در شکل ۱۷ و جدول ۷ مشخصات سدهای استان آورده شده است.

طبق آمار اعلام شده از مقامات مسئول استانی در جلسات بحران استان که در رابطه با سیل گلستان که بطور مرتب برگزار می گردید، بطور متوسط تا پیش از شروع بارندگی های دو روز ۲۷ و ۲۸ اسفندماه، حدود ۸۸٪ حجم سدهای در دست بهره برداری استان و از جمله سدهای گلستان، بوستان پر و سد وشمگیر در بالاترین حد حجم خود آب داشت. با شروع هشدار سازمان هواشناسی مبنی بر ورود سامانه پر قدرت بارش در مورخه ۲۵-۱۲-۱۳۹۷، عملیات تخلیه تدریجی مخازن سدها با هدف کاهش خسارت سیلاب و نیز جلوگیری از آسیب به سدها، در روز ۲۶-۱۲-۱۳۹۷ شروع می گردد. مدیریت منابع آب بطور کلی با هدف ذخیره آب مورد نیاز در فصل و ماه های نیاز شدید به آب، از طرفی باید با هدف آینده نگری، حجم سد های منطقه را پر نگه دارد و از طرفی دیگر، با هدف جلوگیری از تخریب باید تصمیم به تخلیه سد ها نماید. این امر بمعنی واقعی کلمه، مدیریت و تصمیم گیری را سخت و سنگین می کند. در کل به انگار نگارنده این گزارش، عملکرد سدها و مدیریت آن در کنترل اثرات تخریبی سیلاب بویژه بر روی شهر مهم گنبد با جمعیت ۱۵۲،۰۰۰ نفری مثبت ارزیابی می شود. اصولاً یکی از امتیازهای مثبت سدها در کنترل سیلاب است و بنظر نگارنده، وجود سدهای استان در کنترل سیلاب و یا کاهش اثرات منفی آن ضروری و مفید است.



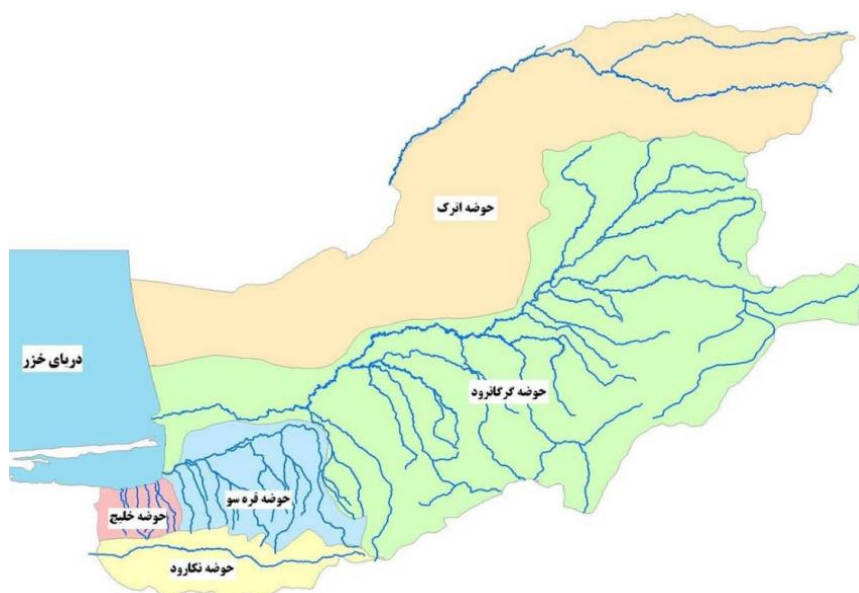
شکل ۱۷- نقشه جانمایی سدهای استان گلستان

جدول ۷- مشخصات سدهای استان گلستان

ردیف	نام سد	وضعیت	نام رودخانه	نوع سد	نوع مصرف	حجم مخزن (میلیون متر مکعب)	موقعیت جغرافیایی
۱	وشمگیر	بهره‌برداری	گرگانرود	خاکی همگن	کشاورزی - صنعت - پرورش ماهی - کنترل سیل	۴۲	۱۴ کیلومتری شرق شهر انبارالوم
۲	گلستان	بهره‌برداری	گرگانرود	خاکی همگن	کشاورزی - صنعت - پرورش ماهی - کنترل سیل	۵۲	۱۵ کیلومتری شرق شهر گنبد کاووس
۳	بوستان	بهره‌برداری	گرگانرود	خاکی همگن	کشاورزی - صنعت - پرورش ماهی - کنترل سیل	۳۷	۷ کیلومتری شمال غرب شهر کلاله
۴	نگارستان	بهره‌برداری	زرین گل	خاکی	کشاورزی - شرب - صنعت	۲۴	۲ کیلومتری جنوب شهر علی آباد کتول
۵	کوثر	بهره‌برداری	گرمابدشت	خاکی غیر همگن	صنعت - کشاورزی - پرورش ماهی	۷	۸ کیلومتری جنوب شرق شهر گرگان
۶	شپید اهری	بهره‌برداری	سیاه جوی	خاکی	کشاورزی - پرورش ماهی	۴	۱۷ کیلومتری شمال غرب شهر گنبد
۷	شپید قربانی	بهره‌برداری	سیاه جوی	خاکی	کشاورزی - پرورش ماهی	۶	۱۹ کیلومتری شمال غرب شهر گنبد
۸	شپید دستقیپ	بهره‌برداری	زرین گل	خاکی	کشاورزی - پرورش ماهی	۳	۱۵ کیلومتری شرق شهر آق قلا
۹	شپید چمران	بهره‌برداری	گرگانرود	خاکی	کشاورزی - پرورش ماهی	۳	۶ کیلومتری شمال غرب شهر کلاله
۱۰	خواجه نفس	بهره‌برداری	گرگانرود	سد لاستیکی	کشاورزی	۲	۸ کیلومتری غرب شهر سیمین شهر
۱۱	دیگچه	بهره‌برداری	گرگانرود	سد لاستیکی	کشاورزی	۳	۱۵ کیلومتری غرب شهر گنبد کاووس
۱۲	دانشمند	بهره‌برداری	***	***	***	***	***
۱۳	آناگل	بهره‌برداری	***	***	***	***	***
۱۴	اینچه برون	بهره‌برداری	***	***	***	***	***
۱۵	آماگل	بهره‌برداری	***	***	***	***	***
۱۶	کرنه	بهره‌برداری	***	***	***	***	***
۱۷	نرماب	در حال اجرا	نرماب چهل‌چای	خاکی همگن	شرب - صنعت - کشاورزی	۱۱۵	۴ کیلومتری جنوب شهر مینودشت
۱۸	چاپلی	آماده اجرا	***	***	***	***	***
۱۹	محمدآباد	آماده اجرا	محمدآباد	خاکی	شرب - صنعت - کشاورزی	سد انحرافی	۱۳ کیلومتری جنوب شهر فاضل آباد
۲۰	آقدکش	در حال اجرا	گرگانرود	سد لاستیکی	کشاورزی - صنعت - کنترل سیل	۲۴	۱۰ کیلومتری شرق شهر آق قلا
۲۱	راهیان	مطالعاتی	قره‌چای	خاکی	شرب - صنعت - کشاورزی	۲۳	۱ کیلومتری جنوب شهر راهیان
۲۲	شمسکلاته	مطالعاتی	شمسکلاته	خاکی	شرب - صنعت - کشاورزی	۷.۵	۹ کیلومتری جنوب غرب شهر گرگان

❖ لایروبی و آبخیزداری

براساس اطلاعات لایه های رقومی استان گلستان و نیز بنا بر اعلام مسئولان ذیربط آب منطقه ای استان، حدود ۲۷۰۰ تا ۲۸۰۰ کیلومتر رودخانه در گستره استان امتداد دارند (شکل ۱۸). ۱۴۰۰ کیلومتر آن در جنگل ها و مراتع استان و مابقی در اراضی میانی و دشت ها و در مجاورت با مراکز جمعیتی گسترده اند. در طول تقریبی ۶۵۰ کیلومتری، رودخانه های استان در مجاورت مراکز جمعیتی شهری و روستائی قرار می گیرند. رودخانه های استان در طول حدود ۸۰۰ کیلومتر از تاسیسات زیربنائی نیز امتداد دارند. طبق برآوردها در طولی بالغ بر ۱۷۰۰ کیلومتر از رودخانه ها، نیاز به عملیات لایروبی وجود دارد که ظرف ۱۰ سال تنها ۱۸۰ کیلومتر آن انجام شده است. همچنین ۲۰۰ کیلومتر از طول رودخانه ها نیز نیاز به دیوار کشی دارد. چنین تصویری از وضعیت رودخانه ها، مسلما ریسک سیل و آسیب پذیری های ناشی از آن را در گستره گلستان بالا برده است. در سیل اخیر نیز عدم لایروبی مسیر رودخانه، در تشدید طغیان آنها نقش مهمی داشت. این امر بویژه در محدوده غربی گنبد و شرق و غرب آق قلا بیشتر نمایان بود. در ادامه در محدوده گمیشان نیز این ضرورت بوضوح احساس شد.



شکل ۱۸- نمایی از پراکنش رودخانه ها و حوضه های آبریز آنها در استان گلستان

عملیات آبخیزداری در محدود های کوهستانی جنوبی و نیز در شمال استان بصورت پراکنده انجام یافته است. اقدامات آبخیزداری نقش برجسته ای کاهش اثرات تخریبی سیلاب ها و جلوگیری از نابودی خاک دارند. در مطالعات مختلف صورت گرفته اثرات مثبت عملیات آبخیزداری در محدوده هایی از استان گلستان که این اقدامات اجرائی گردیده نشان داده شده است. بعنوان مثال اثرات اجرای اقدامات آبخیزداری در آبخیز حاجی قوشان با مساحتی در حدود ۲۲۰۰ کیلومترمربع نشان داد که مقدار متوسط دبی روزانه و دبی اوج سیلاب در دوره بعد از عملیات کاهش یافته است. همچنین براساس مشخصات آماری دبی های روزانه و منحنی تداوم جریان، کاهش دبی های بالا، افزایش تداوم جریان، کاهش سیلاب و خشکسالی هیدرولوژیکی مشاهده شد (نبی پور، یوسف، وفاخواه، مهدی، مرادی، حمیدرضا مجله پژوهش آب ایران).

پروژه های آبخیزداری در سیل اخیر استان باعث کاهش سرعت آب شده و با افزایش زمان تمرکز جریان، باعث به تعویق افتادن جریان سیلاب گردیده و دبی اوج سیلاب را کاهش داده است همچنین پروژه های سرشاخه گیر که در برخی از نقاط سیل خیز استان انجام شده مانع از ورود تنه درختان و سرشاخه ها و رسوبات به داخل شهر و یا روستا ها شده و میزان خسارات بر اثر سیل را کاهش داده است. در سال ۹۷ از محل صندوق توسعه ملی و در ۱۵ حوزه آبخیز در سطحی معادل ۳۵ هزار هکتار عملیات آبخیزداری در گستره استان گلستان انجام گرفته است. طبق اظهار نظر مقام مسئول آبخیزداری استان، از ۲۸ اسفند تا پایان ۶ فروردین ماه، در اثر بارندگی، بیش از ۷۵ میلیون متر مکعب آب در پشت بندها و پروژه های آبخیزداری استان گلستان مدیریت شده است.

بر اساس اطلاعات اخذ شده از اداره کل منابع طبیعی استان، در دو میلیون دویست هکتار از اراضی استان، تاکنون مطالعات فاز ۱ شناسایی توجیهی بصورت کامل انجام شده که از این میزان در سطح ۵۳۰ هزار هکتار عملیات آبخیزداری انجام شده است. همچنین با رویکرد جلوگیری از آثار مخرب سیل و نیز صیانت از خاک و اراضی استان عملیات آبخیزداری زیر انجام یافته است:

اجرای ۱۸۵ بندهای خاکی کنترل سیلاب و رسوبگیر

اجرای ۴۲۰ سازه سنگی و ملاتی و بتی رسوبگیر

اجرای ۱۲۰۰ سازه گابیونی رسوبگیر

اجرای ۴۵ سازه سرشاخه گیر

اجرای ۲۰۰۰ هکتار تراس بندی یا پلکانی کردن اراضی شیبدار

اجرای ۱۶۰۰۰ هکتار جنگل کاری درختکاری مثمره

اجرای ۲ طرح پخش سیلاب در تیل آباد آزادشهر

اجرای ۳ طرح مدیریت سیلاب در حوزه نوکنده کردکوی و کوهمیان آزادشهر

در سیلاب اواخر اسفند ۱۳۹۷ و اوایل سالجاری، برآورد شده است که حدود ۷۵ میلیون متر مکعب از سیلاب توسط عملیات انجام یافته آبخیزداری مدیریت و تا حدود کنترل شده است.

❖ زیرساخت ها و ساخت و ساز ها

در سیل گلستان تجربه ای از اثر زیرساخت های حمل و نقلی (جاده ای و ریلی) بر تجمع رواناب در زمین های خیلی هموار بدست آمد که بنا به تجربه نگارنده در نوع خود تازگی داشت. بدلیل ضرورت مهندسی لازم است که جاده و بویژه ریل از سطح زمین اطراف مرتفع تر باشد. این امر با اینکه الزامی است در سیل گلستان و در نواحی شمالی و شمال غربی آق قلا موجب تجمع آب گردید. با هدف جریان آب تجمع یافته در شمال شهر، شکافتن راه آهن در هفت نقطه (یک نقطه با انفجار) به عرض ۲۰ الی ۳۰ متر انجام شد. طبق اظهار نظر کارشناسان استانی این امر در کاهش ارتفاع آب جمع شده موثر بوده است اما در خصوص دلایل فنی و مهندسی این کار و میزان هزینه های ترمیم ریل هنوز اظهار نظر مهندسی صورت نگرفته است.

همچنین در امتداد جاده ها نیز با هدف سهولت حرکت آب برش هایی به جاده های مواصلاتی داده شده است. محوره های مواصلاتی که برش خورده اند بشرح ذیل میباشند:

محور گرگان _ آق قلا، یک نقطه، محور آق قلا _ اینچه برون ده نقطه، محور بندر ترکمن _ گمیشان هشت نقطه، محور سیمین شهر _ توماچلر دو نقطه، محور گمیشان _ آق قلا چهار نقطه، محور روستایی کاردانی یک نقطه. طبق اظهار نظر کارشناسان استان، برش محور گرگان-آق قلا فایده ای نداشته ولی برش بقیه محورها در کاهش آب جمع شده موثر بوده است.

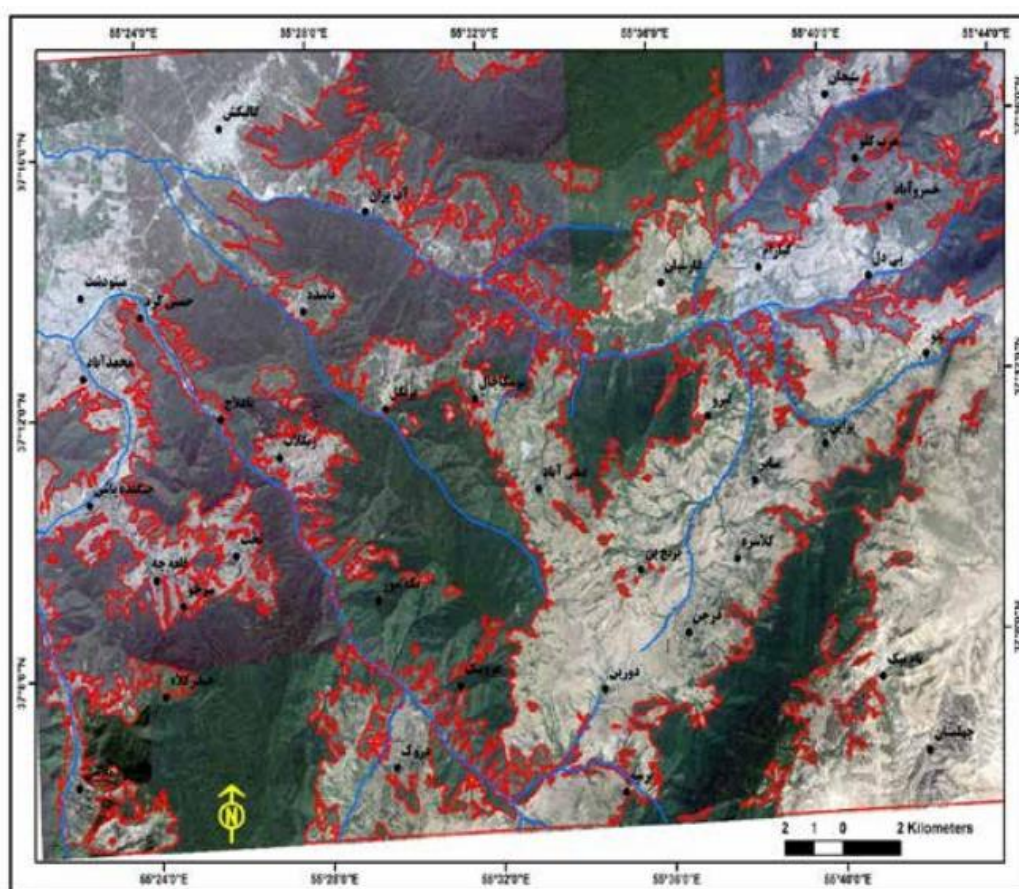
در زمینه ساخت و ساز در حریم رودخانه ها انضباط خاصی مشاهده نمی گردد باید در این زمینه در مورد مراکز جمعیتی واقع در امتداد رودخانه ها مانند چارقلی (واقع در نقطه غربی مسیل)، دهنه، گامیشلی، خواجه نفس، کملر، بصیرآباد، قارقی، سیمین شهر، کتوک، آرخ بزرگ، قلعه توماچلار، قلعه کریم ایشان، نظرآخوند، مختومقلی، قرنچیک، صحنه سفلی، آق قلا، قانقرمه، آق زبیر، انبارآلوم، حبیب ایشان، یلمه شالیان، گنبد کاووس و تعدادی دیگر از آبادی های کوچک و بزرگ دیگر که در مسیر رودخانه های جنوب به شمال این حوضه واقع هستند، باید بررسی های دقیقتری از نظر تجاوز به حریم رودخانه ها بعمل آید. تنگ کردن مسیر رودخانه ها با این فکر که سال ها از این بستر آبی رد نشده و لذا امن است، اشتباه بزرگی است که تاوانش را در سیل گلستان می توان مشاهده نمود.

❖ پوشش گیاهی

اثر پوشش گیاهی در به تاخیر انداختن زمان تجمع و جلوگیری از تشکیل رواناب های شدید و ناگهانی با دبی بالا، امر شناخته شده است. قطع درختان جنگلی و عدم جایگزینی آنها، از بین بردن پوشش گیاهی در حوضه های آبریز و بویژه آبراهه های مشرف به مراکز جمعیتی قدرت حمل و سرعت سیلاب و اثر تخریبی آن را بشدت بالا می برد. در حوضه تجمع آب سیلاب گلستان در ارتفاعات جنوبی پوشش جنگلی باریک و کم وسعتی باقی مانده است که لازم است صیانت جدی از آنها بعمل آید. ۴۵۲۰ کیلومتر مربع (۴۵۲ هزار و ۱۸۵ هکتار) از مساحت ۲۰۳۳۶ کیلومتر مربع استان گلستان جنگل است (نزدیک به ۲۰ درصد مساحت استان).

براساس گزارش نهایی طرح تحقیقاتی خاتمه یافته در سالهای ۱۳۹۵، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، نرخ تخریب متوسط سالیانه در استان گلستان نسبت به دو استان گیلان و مازندران دارای بیشترین مقدار و معادل ۰٫۷۳ درصد می باشد. از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵ حدود ۳۳،۰۰۰ هکتار از جنگل های استان گلستان تخریب شده است. افزایش تعداد دام، تبدیل به زمین های کشاورزی، جنگل تراشی و عدم محافظت و نگهداری جدی از عوامل مهم این تخریب می باشد (شکل ۱۹).

در چنین وضعیتی، در دامنه های پرشیب، در اثر بارندگی های شدید، سیلاب هایی که خود باعث تخریب بیشتر اراضی نیز می شوند با شدت و قدرت تخریبی بیشتری بوقوع خواهند پیوست. این امر در کل در خصوص سیل روزهای آخر سال ۱۳۹۷ و روز اول سال ۱۳۹۸ میز مسلما نقش داشته است که بررسی جزئیات آن را در آینده ای نزدیک انجام داد.



شکل ۱۹- نمونه ای از محدوده تخریب شده در شرق مینودشت استان گلستان در سال ۱۳۹۵ (میرآخوخلو - اخوان ۱۷-۴-۱۳۹۶)

۴- آبگرفتگی شهر آق قلا

بعد از رخداد سیل و آبگرفتگی بخش وسیعی از این شهر، اشاره به تعدادی از مطالعات و مقالاتی شد که پیشتر در آنها به خطر سیل و آبگرفتگی شهر آق قلا اشاره شده است، بعنوان مثال کاردان و همکاران (۱۳۹۶) این نکته را در مدلسازی دوبعدی سیلاب برای آق قلا ذکر می کنند که در سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله، احتمال آب گرفتگی و خطر سیلاب بخش عمده ای از شهر را می تواند در بر بگیرد و ضرورت دارد در صورت وقوع سیل با هدف کاهش تلفات و خسارت بخش های در معرض خطر سیل، تخلیه شود. این موضوع در سیل ۲۸ اسفند ۱۳۹۷ بصورت ملموسی تجربه شد (شکل ۲۰). البته باید توجه داشت که سیل رخ داده با توجه به حجم آب وارده به حوضه، احتمالا دارای دوره بازگشت بالاتری است.

موردی که در کار تحقیقی مذکور ذکر شده، تخلیه اضطراری بخش های در معرض خطر شهر آق قلا با هدف کاهش آسیب ها بوده و مدیریت بحران بوده و نامبردگان در خصوص جابجائی شهر آق قلا نظر نداده اند. باید ذکر شود که جابجائی مراکز جمعیتی، آن هم شهر با جمعیت بیش از ۳۵،۰۰۰ نفر آق قلا در عمل امکان ناپذیر است، بسیاری از زیر ساخت های شهری و معیشتی مردم در یک گستره جغرافیائی شکل گرفته و علاوه بر آن احساس تعلق به سرزمین مادری و وابستگی های ریشه ای به خاک خود، چنین اقدامی را امکان ناپذیر می کند مگر اینکه در اثر اتفاقات پیش بینی نشده شرایطی فراهم آید که امکان زندگی را از ساکنین سلب نماید.



شکل ۲۰- عکس هایی از آبگرفتگی آق قلا

در شکل ۲۰ عکس هایی از آب گرفتگی شهر آق قلا که متعلق به روزهای بعد از سیلاب است نشان داده شده است. در این شکل ها می توان به حدود ارتفاع آب نیز پی برد. البته در روزهای پیشین ارتفاع آب بیشتر بوده است.

۵- عملیات تخلیه آب از محدوده شهری آق قلا

با توجه به حجم آب وارده به گستره شهری آق قلا از سمت شرقی و جنوبی و نظر سطح خیلی هموار زمین در گستره آق قلا و اطراف آن، آبگرفتگی سطح شهر در آق قلا مشکل عمده سیلاب گلستان بود. مسیر تخلیه در حالت طبیعی، مسیر رودخانه گرگانود است، اما با توجه به حجم آب، پخش شدگی گسترده ای در منطقه ایجاد شد و از طرفی نظر به شیب بسیار ملایم زمین، ماندگاری آب سیلاب در اثر وجود عوامل انسان ساخت مانند مسیر جاده ها و ریل در چنین شرایطی بیشتر می شد. لازم بذکر است که وجود یک پل راه آهن بر روی رودخانه، و چندین کالورت در سمت جنوبی و شمالی آن، اجازه سرریز آب از روی ریل و حتی رسیدن آب به سقف پل ها را نمی داد و آب سیلاب از مسیر پل ها و کالورت ها عبور می کرد. ابعاد کالورت ها حدود ۳ متر در ۳ متر بوده (که بعضی از آنها ابعاد متفاوتی داشتند)، پل روی رودخانه دو دهنه و عریض بوده که گذر آب از زیر پل را ممکن می سازد. در شکل ۲۱ مسیر بطول تقریبی ۵۰۰ متر که در آن تا تاریخ تدوین این گزارش ۹ برش بعرض تقریبی و متوسط ۲۰ متر با بیل مکانیکی و یا انفجار در زیر ریل ایجاد شده (طول کلی برش زیر ریل ۲۰۰ متر اعلام شده است، مصاحبه حضوری با مسئول فنی راه آهن گلستان) نشان داده شده است.

در شکل ۲۲ محدوده تقریبی آب گرفتگی بر اساس تصاویر ماهواره ای پردازش شده (دکتر معتق GFZ) شامل کل شهر آق قلا و اراضی اطراف و نیز گستره باقیمانده آب حدود یک هفته بعد از سیلاب در آق قلا و اطراف آن به مساحت تقریبی ۲۷ کیلومتر مربع نشان داده شده است. بر اساس عکس های موجود از شهر آق قلا ارتفاع آب در برخی نقاط به بیش از یک متر نیز رسیده بوده که بسمت مرکز و در ادامه به سمت غرب به ارتفاع آب افزوده می شده است.

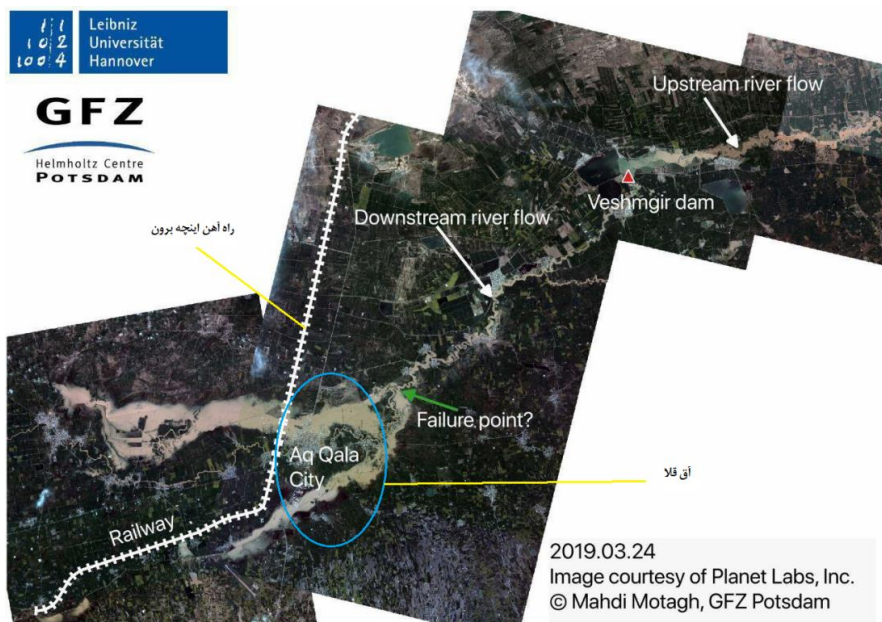
از پل راه آهن بر روی گرگانود تا پل زیر گذر راه آهن در تقاطع با جاده روستای آب قبر که مسیر ۱ کیلومتری بوده و در این مسیر برش های زیر ریل جهت تسریع در گذر آب ایجاد شده است، زمین همواری است که در جهت شمالی و جنوبی تغییرات محسوس ارتفاعی ندارد. زیر سازی راه آهن و بالاست ها و ریل گذاری که ضرورت دارد نسبت به زمین های اطراف ارتفاع داشته باشد در حد گذر راه آهن تازه تاسیس اینچه برون واقع در غرب آق قلا و شرق روستای دوگونچی، موجب کندی تخلیه آب سیلاب شده بود. لازم بذکر است از محل انحنای راه آهن در جنوب آق قلا تا شمال شرقی آق قلا در طول ۱۰ کیلومتری مسیر راه آهن بندر ترکمن - اینچه برون، ۲۵ کالورت با فاصله تقریبی ۴۰۰ متری از هم و یک پل بزرگ برای گذر آب احداث شده بوده که در جهت عمود بر مسیر گرگانود قرار می گیرند (شکل های ۲۳ و ۲۴). با ایجاد برش بطول کلی ۲۰۰ متر آب علاوه بر گذر از پل ها و کالورت ها، با سرعت بیشتری تخلیه شد.

بر اساس استعلام از کارشناسان محلی بعد از ایجاد برش ۱،۵ متر ارتفاع آب پائین آمده است (تا زمان تدوین این گزارش). در برش های جاده ای نیز بجز یک مورد بقیه نقش مثبتی در تخلیه آب سیلاب داشتند. در یک نقطه که بعد از برش جاده پل فلزی نصب گردیده سرعت و حجم گذر و انتقال آب قابل مشاهده است (شکل ۲۵). در یک برآورد اولیه، اگر مساحت آبگرفتگی را ۲۷ کیلومتر مربع و ارتفاع کاهش آب را بعد از عملیات برش جاده و ریل، ۱،۵ متر در نظر بگیریم حجم آب تخلیه شده حدود ۴۰ میلیون متر مکعب بدست می آید. این حجم آب، همراه با سیلاب

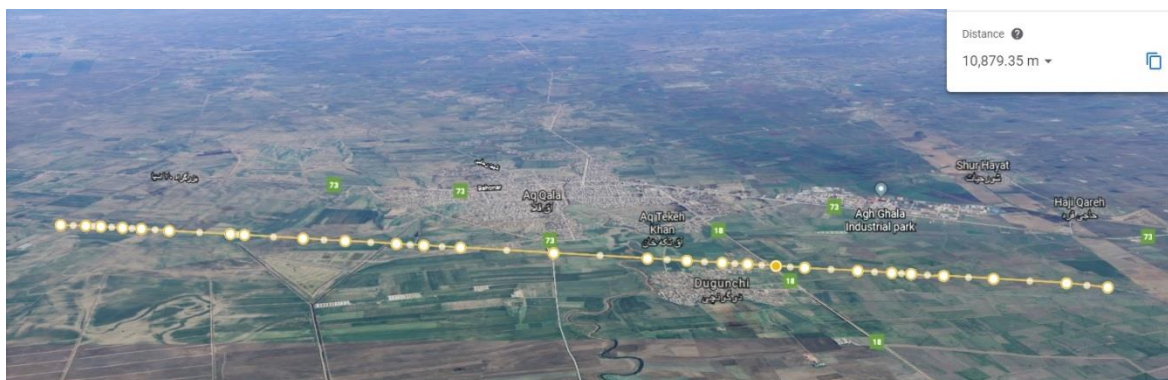
و آب عبوری از رودخانه گرگانرود در ادامه بعد از گذر از خط راه آهن، بسمت منطقه گمیشان، سیمین شهر و روستای خواجه نفس روان شد که خطر آبگرفتگی را برای مراکز جمعیتی منطقه گمیشان را گوشزد می کند.



شکل ۲۱- مسیر شکاف های ایجاد شده در زیر ریل با هدف تسریع در گذر آب



شکل ۲۲- محدوده های آبگرفتگی در اطراف آق قالا



شکل ۲۳- موقعیت کالورت ها راه آهن در غرب آق قالا (در طول ۱۰ کیلومتری ۲۵ کالورت وجود دارد)



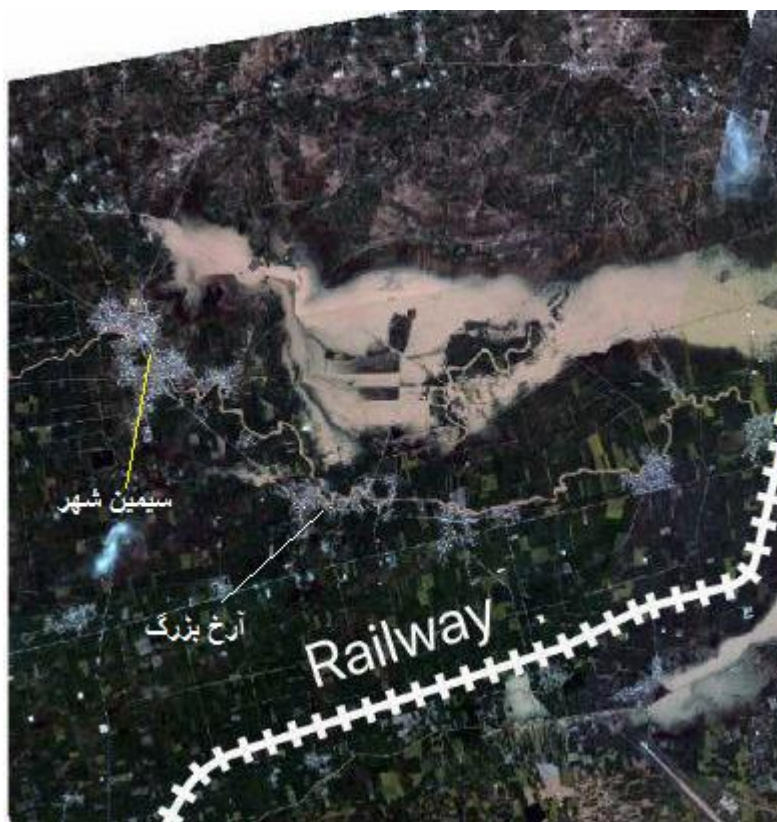
شکل ۲۴- نمونه ای از کالورت ها که بوضوح از روی تصاویر google earth نیز قابل مشاهده است



شکل ۲۵- تسریع تخلیه آب با برش های جاده ای (این پل فلزی بعد از برش نصب شده است)

۶- خطر آبگرفتگی محدوده گمیشان

منطقه گمیشان، گمیش تپه، سیمین شهر، روستای خواجه نفس و چندین روستای دیگر در انتهای مسیر گرگانرود و جریان سیلابی قرار گرفته اند. خطر آب گرفتگی این منطقه نیز نظیر آق قلا جدی بود. اراضی اطراف برخی از مراکز جمعیتی منطقه همانگونه که در شکل ۲۶ نشان داده شده اند در معرض آبگرفتگی قرار گرفتند. سیمین شهر و روستای آرخ بزرگ در سوی شمالی خود با نوار پهن سیلاب مواجه بودند.



شکل ۲۶- محدوده های آب گرفتگی و سیلاب در شمال سیمین شهر

ادامه این مسیر بسوی گمیش تپه منتهی می شود که این منطقه با احداث کانال هائی طویل، تا حد زیاد از خطر آب گرفتگی و اثر مخرب سیلاب مصون ماند

۷- خسارت و تلفات

بر اساس اعلام مسئولان وزارتخانه ها و سازمان های مرتبط تا تاریخ ۳-۱-۱۳۹۸ خسارت های عمده بقرار زیر بوده است:

سیل به بخش کشاورزی استان گلستان ۱۰۹۰ میلیارد تومان خسارت زده که از این میزان، ۷۶۰ میلیارد تومان به زیربخش زراعت، ۱۵۰ میلیارد تومان به زیربخش آب و خاک و زیرساخت ها، ۱۲۰ میلیارد تومان به زیربخش باغبانی و ۶۰ میلیارد تومان به زیربخش های دام، طیور و آبزیان خسارت وارد کرده است. سطح اراضی کشاورزی خسارت دیده از سیل گلستان ۲۵۰ هزار هکتار بوده که حدود ۱۰۰ هزار هکتار از اراضی زراعی و باغی بالای ۹۰ درصد خسارت دیده اند و خسارت ۱۵۰ هزار هکتار دیگر بین ۳۰ تا ۶۰ درصد بوده است.

عمده محصولات کشاورزی خسارت دیده استان گلستان گندم، کلزا و جو بوده است. سیل گلستان به بخش کشاورزی شهرستان‌های بندر ترکمن، گمیشان، آق‌قلا، گنبد کاووس، مینودشت، گالیکش و مراوه تپه در استان خسارت ۱۰۰ درصدی زده است و باقی شهرستان‌های استان بین ۲۰ تا ۵۰ درصد خسارت دیده‌اند.

در **بخش حمل و نقل**، فرودگاه گرگان (شکل ۲۷) که در انتهای باند با آب‌گرفتگی (شکل ۲۸) مواجه شده بود سامانه DVOR/DME (فاصله دقیق هواپیما تا ایستگاه زمینی را در اختیار خلبان قرار می‌دهد) و چراغ‌های تقرب پرواز دچار آسیب شدند.



شکل ۲۷- موقعیت فرودگاه گرگان در جنوب آق‌قلا



شکل ۲۸- آب‌گرفتگی محدوده فرودگاه گرگان در مجاورت باند و لزوم احداث سازه‌های محافظ سیلاب

در بخش ریلی با حفاری و انفجار حدود ۲۰۰ متر ریل نیاز به تعمیر اساسی پیدا کرده است که برآورد هزینه کارشناسانه هنوز صورت نگرفته است.

در حمل و نقل جاده‌ای، در مناطق خوش بیلاق و اولنگ، بازسازی و دیواره سازی و تثبیت ترانشه‌ها باید انجام

شود. درآق قلا و گنبد و کردکوی ترمیم نشست راه و بهسازی ابنیه ضرورت دارد. تخریب راه و آسفالت و ابنیه راه های اصلی و فرعی صورت گرفته و ضرورت تعریض دهانه پل ها در مصب رودخانه های مناطق سیل زده بطول ۱۰ کیلومتر در ۳۵۰ کیلومتر راه وجود دارد. همچنین مرمت راه و آسفالت و ابنیه و دیواره سازی راه های روستایی بطول ۱۳۵ کیلومتر در ۱۵۰۰ کیلومتر راه روستایی باید انجام شود. علاوه بر آن تخریب علائم در سطح کل محورها در اثر طوفان نیز از جمله خسارت های بخش راه است.

بطور کلی ۳۵۰ کیلومتر از راه های استان متاثر از طوفان و سیل بوده است که رویه آسفالت بطول ۶۵ کیلومتر آسیب جدی دیده است. همچنین ۱۱۰ دستگاه از ابنیه فنی شامل پل، آبرو و آسیب دیده اند. ۳ دستگاه پل در شهرستان های گنبد، مینودشت و مراغه تپه تخریب کامل شده اند. بعلاوه نوع خاک منطقه، یقیناً بعد از فروکش کردن آب، ابنیه فنی و راهها با نشست هایی مواجه خواهند شد. بحران غالب در راه های روستایی مینودشت و مراغه تپه و کالاله، لغزش و رانش های شدید میباشد.

بر اساس اطلاعات اولیه، از تاریخ ۲۸ اسفند سال گذشته، رانش زمین به طول بیش از ۱۱ کیلومتر موجب انسداد محورهای آزادشهر- خوشبیلانق - شاهرود و گرگان- توسکستان - شاهرود شد. در ۸ نقطه ریزش سنگ و در بیش از ۵ نقطه رانش، موجب ناامنی، کاهش عرض محور و در نهایت انسداد کامل محور شد.

علاوه بر محورهای یادشده در چهار محور اصلی و فرعی و ۱۳ محور روستایی بر اثر رانش، ریزش، آب گرفتگی و سیل جمعاً به طول ۵۰ کیلومتر مسدود شد. بررسی های میدانی، حاکی از آن است، به ۵۰ کیلومتر از محورهای درگیر سیل و رانش زمین خسارت وارد شده و احتمال تشدید آسیب دیدگی در این محورها وجود دارد.

با وقوع سیلاب حدود ۴۰۰ روستا با قطعی برق و آب شرب مواجه شدند که مشکل بخش زیادی از این روستاها برطرف شده است. ۱۲ روستای آق قلا در حاشیه گرگانرود و اطراف آن در آب محصور شدند. بر اثر ریزش دیوار در روستای «یل چشمه» در بخش پیشکمرکالاله کودکی دو ساله مجروح شد که بلافاصله به بیمارستان کالاله منتقل شد، اما متأسفانه جان باخت، همچنین بر اثر آوار شدن منزل مسکونی در روستای برنج وین شهرستان مینودشت سه نفر از اهالی منزل، پدر، مادر و فرزند زیر آوار ماندند. در این حادثه فرزند خانواده، در مسیر، جان خود را از دست داد. در رخداد سیل گنبد و آق قلا حدود ۶ هزار و ۲۴۷ نفر را اسکان داده شد و ۹ هزار و ۳۴۱ منزل مسکونی نیز تخلیه آب شدند. براساس گزارش های رسمی سیل ۷۰ درصد شهر «آق قلا» در استان گلستان را محاصره کرد. رانش زمین ناشی از بارش های چند روز اخیر در ۲۷ روستای بخش «گلیداغ» در استان به واحدهای مسکونی، خدماتی، عمرانی و زیربنایی خساراتی را وارد کرده است.

در بخش مسکن و شهرسازی، برآورد اولیه از آسیب دیدگی حدود ۱۲،۰۰۰ واحد مسکونی در اثر سیلاب است. از این میان با برآورد اولیه به نسبت ۱/۴، تخریبی و تعمیری خواهد بود (مصاحبه حضوری با کارشناسان بنیاد مسکن، اطلاعات باید تدقیق شود).

لازم به ذکر است که این آمارها بر اساس اعلام مسئولان بوده و انتظار می رود مقادیر عددی خسارت ها بتدریج تدقیق گردد. آنچه مسلم است خسارت وارد آمده به استان گلستان در این رخداد اول سال ۱۳۹۸، خسارت بزرگی بوده و لازم است که طی زمانبندی منطقی به رفع آلام مردم سیل زده و ترمیم خرابی ها اقدام نمود.

۸- نکته‌ها و پیشنهادات

این نوشتار، صرفاً با هدف مستند کردن حادثه سیل و اینکه اطلاعات سیل گلستان حاوی سرفصل‌های مهمی برای درس‌آموزی چندین باره ما از رخداد‌های طبیعی بود، توسط نگارنده ظرف مدت کوتاهی به استناد داده‌های موجود تدوین یافت. این رخداد و اقدامات انجام شده و انجام نشده‌ای که باید پیشتر انجام می‌شد، حاوی مواردی است که در ادامه ذکر می‌گردد و در نهایت به چند مورد به عنوان پیشنهادات شایان ذکر اشاره می‌گردد.

❖ نکته‌ها

- بنظر می‌رسد رخداد‌های طبیعی نیز در کشور ما عرصه‌ای برای سیاست‌بازی شده است. با هدف بهره‌برداری‌های سیاسی از رخدادی که در خیلی از کشورهای پیشرفته نیز رخ می‌دهد، استفاده می‌شود و جناحی جناح دیگر، فردی مسئول دیگر و مسئولی مسئول دیگر را با خشن‌ترین ادبیات غیر رایج در دنیا می‌کوبد. مشاهدات نگارنده از فضای حاکم بر فضای مجازی و نوع گفتمان‌ها، بیانگر قضاوت‌های نادرست و انتظارات گاه غیرعادی، بسط فرهنگ بدبینی و بدگمانی، نادیده گرفتن زحمات شبانه‌روزی و منفی‌نگری‌ها و منفی‌دیدن‌ها بود. این فرهنگ بدگمانی و سوءظن به مسئولین و به همه، روح یکپارچگی را در مقابله با حوادث از بین می‌برد و لازم است در این خصوص تدبیر و تدبیر و ژرف‌نگری خاصی صورت پذیرد. حداقل توصیه نگارنده این نوشتار این است که بحران‌های ناشی از مخاطرات طبیعی را سیاسی نکنیم!
- بنظر نگارنده، اقدامات مقابله، فعالیت‌های امداد و نجات، حضور مسئولین در منطقه و کلیه فعالیت‌هایی که تا حد امکانات و با توجه به ایام سال نو صورت گرفته و می‌گیرد، قابل قبول بوده و جای تقدیر دارد. نکته‌ای که بعنوان یک خصوصیات اخلاقی ما و مدیران ما بعنوان نقطه ضعف است، عدم توجه به اقدامات پیشگیرانه است. اقدامات کم‌هزینه را بموقع انجام نمی‌دهیم و آنگاه در رخداد بحران‌ها مجبور می‌شویم چندین ده برابر همان هزینه‌ها را بپردازیم. ظاهراً مدیریت ریسک و ارتقاء تاب‌آوری بدلیل اینکه نمود ندارد و اقدامات خالصانه‌ای در جهت توسعه پایدار و کاهش دامنه خسارت‌ها پیش از بروز حادثه است، چندان جذاییتی برای ما ندارد.
- بنظر نگارنده، امر کمک‌های مردمی را نباید بخاطر حضور افراد سرشناس و ... کم‌رنگ نمود. پیشقدمی همه افراد در کمک به هموطنان آسیب‌دیده امر پسندیده‌ای است. اینکه بخاطر جلوگیری از سوءاستفاده‌های احتمالی کل موضوع را تعطیل نمائیم، بنظر کار پسندیده‌ای نمی‌آید. حضور افراد و چهره‌ها در جذب کمک‌های مالی در همه کشورها امر مقبولی است و در کشور ما نیز با مدیریت کارآمد می‌شود از این ظرفیت استفاده نمود. باید قبول کرد که امکانات دولتی برای پوشش گسترده امداد، محدود است.
- بنظر نگارنده، ظرفیت‌های اطلاع‌رسانی فضای مجازی، جنبه‌های مثبت فراوانی در مدیریت بحران می‌تواند داشته باشد و باید از این ظرفیت استفاده مطلوبی بعمل آید.

❖ پیشنهادات

- سامانه هشدار میدانی سیل با صرف هزینه پائینی امکان پذیر و کاراست. ضرورت دارد و پیشنهاد می نماید این سامانه در استان های سیل خیز راه اندازی شود. در این سامانه ها با نصب تجهیزات کم هزینه، مقدار و شدت بارش در حوضه های آبریز اندازه گیری و با توجه به اطلاعات مساحت، پوشش گیاهی، نوع خاک و عرض مقطع مسیل ها و آبراهه ها با استفاده از محاسبات ساده می توان ارتفاع آب و حد بحرانی آن را پیشتر برآورد و هشدار لازم را به ساکنین، مسئولین، نیروهای انتظامی و ... داد. این کار حتی در کشورهای کم بضاعت تر نیز اجرا شده و کاملاً عملیاتی و نتیجه بخش است. پیشنهاد می نماید در فاز اول این سامانه در حوضه های گلستان انجام شود.
- اقدامات پیشگیرانه کاهش ریسک سیل، شامل اقدامات سازه ای، آموزشی، اقدامات آبخیزداری، حفظ پوشش گیاهی و توسعه دammers صنعتی را باید به یک امر نهادینه، مستمر و جاری تبدیل نمود، هیجانانگیز زمان بحران فروکش می شود ولی اقدامات ماندگار و راستین و صادقانه را باید با عزمی راسخ دنبال نمود. این پیشنهاد نگارنده به تک تک مسئولان محترم است که از خود بپرسند چرا گذاشتیم تا چنین حوادثی رخ دهد و آنگاه تمام سرمایه یک کشور را باید صرف کارهایی بکنیم که می توانستیم سهولت از بروز آنها جلوگیری بعمل آوریم. ما از مدیریت بحران، تنها به جنبه مقابله ای آن توجه جدی کرده ایم، در حالی که مهمترین رکن مدیریت بحران پیشگیری و اقدامات پیش از رخداد با هدف جلوگیری از بروز حادثه و یا کم کردن دامنه و ابعاد بحران است. پیشنهاد می نماید با هدف بررسی چرایی وقوع سیل و چرایی اقدامات پیشگیرانه انجام نشده، نشست های تخصصی جدی و اثر بخش برگزار شود.
- بررسی استحکام ساختمان های تحت تاثیر آب، در سیل گلستان باید در دستور کار قرار گیرد و ارزیابی های میدانی در خصوص دوام آنها بعمل آید. در این زمینه، ساختمان های روستائی و ساختمان های فاقد اسکلت با توجه به تعداد قابل توجه آنها، در اولویت اول بررسی می باشند. جهت این بررسی ها مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی با همکاری بنیاد مسکن انقلاب اسلامی و با کمک از سایر نهادهای تخصصی می توانند این مهم را به انجام برسانند.
- نکته مهم دیگر، نشست زمین و ساختگاه ساختمان ها و زیرساخت ها پس از سیلاب است، باید مسئولین المان هایم مختلف در معرض سیل در استان گلستان به این مهم توجه جدی داشته باشند.
- حمایت روانی از آسیب دیدگان سیل، بررسی وضع معیشت آنها، اقدام در جهت جلوگیری از شیوع بیماری ها و نیز آفت های نباتی و دامی نیز از مقولات مهم در زمان بعد از سیلاب است. نباید با فروکش کردن اخبار، رسیدگی و آهنگ توجه به آسیب دیدگان کمتر و کندتر گردد. جهت عملیاتی نمودن این مهم، پیشنهاد می نماید شخصی با اختیارات کامل مسئول این امر تعیین شود و گزارش های هفتگی به هیات دولت و افکار عمومی ارائه داده و نقاط ضعف ها را تشریح نماید تا حرکت های حمایتی و امدادی رفته رفته کند و کندتر نشود.

...وچند عکس

















