



## پوشه‌ی سیل



محمدجعفر پورمختار  
کارشناس ارشد شهرسازی

# چگونگی پدیده‌ی سیل ناگهانی دروازه‌ی قرآن شیراز

**ب:** جریان بحرانی که سیلاب شدیدی را نشان می‌دهد و حرکت اتومبیل‌ها قفل شده و تعدادی از آن‌ها به هم برخورد می‌کنند؛



**ج:** جریان فوق بحرانی در فاصله زمانی ۲ تا ۳ دقیقه بعد از جریان بحرانی با یک موج گسترده‌ای از سیل پدیدار می‌شود و همه‌ی اتومبیل‌های عبوری که حرکت رو به جلو داشتند را به طو ناگهانی حدود ۳۰۰ متر به عقب کشانده و آن‌ها را روی یکدیگر لغزانده و تلی از اتومبیل در ضلع شرقی ایجاد و سیلاب را به سمت ضلع غربی کشانده و در ضلع غربی نیز طغیان سیل دیده می‌شود.



### مقدمه

وقوع سیل پنجم فروردین ماه ۹۸ موجب شد تا با پیشینه‌ی علمی و تجربی جمعی از دوستان<sup>۱</sup> به بررسی موضوع بپردازیم تا بتوان مواردی را که در وقوع سیل و یا تشدید آن مؤثر بوده‌اند، شناسایی کرده و برای جلوگیری از خطرهای و تهدیدهای مشابه مورد استفاده قرار گیرد. اقدام‌های انجام شده شامل موارد زیر بوده است:

### مشاهده و بازبینی فیلم‌ها و کلیپ‌ها برای تجزیه و تحلیل زمان تمرکز غیر طبیعی سیل

مشاهده‌ی کلیپ‌های پخش شده در فضای مجازی و فیلم‌های مدار بسته‌ی سازمان ترافیک، به خوبی تفاوت جریان سیلاب را در عرض ۱۰ دقیقه نشان می‌دهد، از روی این فیلم‌ها سه جریان سیلابی تعیین شد:

**الف:** جریان تند سیلاب روی خیابان که در حرکت اتومبیل‌ها اختلال ایجاد کرده، اما حرکت به کندی صورت می‌گیرد؛



از حاصل این سه جریان نتیجه‌گیری می‌شود که مدت زمان تمرکز سیلاب یک زمان نبوده و در دو یا چند زمان کوتاه پی در پی افزایش یافته است و نشان می‌دهد که تجمع آب در نقطه‌ای و یا نقاطی صورت گرفته و با آزاد شدن و یا ترکیدن بند و یا سد، جریان جمع‌شدگی آب از یک نقطه، رها و این چنین جریان بحرانی را به وجود آورده است و لازم دیده شد که با بازدید میدانی و صحرایی قضیه روشن شود.

### \* بازدیدهای متعدد میدانی از همه‌ی مسیل شامل سرشاخه‌های حوضه- میان حوضه و محل رخداد سیل

طی بازدید چند مرحله‌ای که از سرشاخه‌های حوضه‌ی آبریز انجام شد، بسیاری از مشکلات آشکار گشت. چندین آبرو و پل در جاده‌ی کمربندی خرامه-شیراز بالادست دروازه‌ی قرآن مورد ریزینی قرار گرفت و دیده شد که در هنگام بارندگی، آب از زیر این پل‌ها عبور نکرده و سیلاب از روی جاده عبور کرده است، همین امر سبب شد که با نگرش عمیق به موضوع پرداخته و علت‌ها مشخص شود. حاصل کنکاش‌ها به صورت کوتاه در ادامه آمده است:

**الف:** دو به یک و سه به یک کردن آبراهه‌ها و تنگه‌های بالادست؛ به منظور صرفه‌جویی در امر پل‌سازی جاده‌ی کمربندی؛  
**ب:** وجود خاک‌ریز حفاظتی پادگان در طول و امتداد جاده و عمود بر مسیل‌ها؛

**ج:** وجود فنس در سر آبراهه‌ها و پل‌های روی جاده؛  
**د:** ریختن مصالح خاکی حاصل از ایجاد ترانشه و خاک‌برداری جاده سازی در دره‌ها و مسیل‌های بالادست دروازه‌ی قرآن؛  
**ه:** رعایت نکردن ملاحظات زیست محیطی در جاده‌سازی.

با انجام کارهای غیر اصولی و عدم توجه به اهمیت مسیل‌ها و دست‌کاری‌های بی‌مورد و در چندین نقطه، احداث بند خشکه‌چین و با بارش رگبارهای غیر معمول و ریزش نقطه‌ای باران در حوضه‌ی دروازه‌ی قرآن، سیلاب در تنگه‌های بالادست به راه افتاده و به دلیل مسدود بودن آبراهه‌ها آب عظیمی در دو نقطه پشت خاکریزها تجمع کرده و فنس کشی امتداد جاده نیز با کمک خاکریزها سدی مصنوعی به وجود آورده و پس از تجمع آب فراوان در دو نقطه یکی به حجم ۲,۵ میلیون لیتر و دیگری به حجم ۴,۰ میلیون لیتر و جمعاً ۶,۵ میلیون لیتر با فاصله‌ی زمانی تقریبی یک و دو دقیقه خاکریزها شکسته شده و در عرض ۷ دقیقه خود را به دروازه‌ی قرآن



شکستن یکی از دهانه‌های خاکریز

می‌رسد و این همان جریان فوق بحرانی است که خودروها را در عرض ۳ دقیقه درهم می‌نوردد و این چنین فاجعه‌ای به وجود می‌آید. به عبارتی، همراه با جریان سیل، اضافه‌جریانی معادل ۳۶۰ تانکر ۱۸۰۰۰ لیتری در عرض ۷ دقیقه در دروازه‌ی قرآن تخلیه و فاجعه را به اوج رسانده است.

علاوه بر این، وجود خاک‌ریزهای بین راهی در مسیل‌ها، سیلاب آن‌ها را شسته و به سمت دروازه‌ی قرآن سرازیر می‌کند.

### مصاحبه‌های محلی

با انجام مصاحبه‌ها و تهیه‌ی فیلم و عکس و گزارش‌های متعدد و برداشت‌های میدانی، تمامی تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته، ثابت و تأیید شد که جریان سیلاب در دروازه‌ی قرآن به صورت چند مرحله‌ای به شرح زیر بوده است:

\* بعد از ۱۵ دقیقه بارش سنگین سیلاب از ضلع شرقی دروازه‌ی قرآن و مقر نیروی انتظامی سرازیر می‌شود و چندین اتومبیل از محوطه‌ی رستوران به طرف پایین کشیده می‌شوند؛

\* بعد از ۲۰ دقیقه بارش سنگین، سیلاب از سمت غرب دروازه‌ی قرآن یعنی خیابان بیمارستان مادر و کودک به جاده سرازیر می‌شود و همچنین، موجب می‌شود اتومبیل‌هایی که در کوچه‌های اطراف پارک کرده بودند، به هم برخورد کنند؛

\* حدود ۴۰ دقیقه از بارندگی شدید می‌گذرد که حوضچه‌ی آبگیر لوله‌ی دروازه‌ی قرآن تا لب دریچه‌ی آبگیر پر شده و سیلاب به وسیله‌ی لوله‌ی موجود انتقال داده می‌شود؛

\* حدود ۵۰ دقیقه بعد از بارش سنگین، موجی از سیلاب با ارتفاع قابل توجه به دیواره‌ی حوضچه‌ی دریچه‌ی آبگیر وارد می‌شود و از آنجا جریان بحرانی سیل شروع می‌شود و اتومبیل‌های پارک شده در پارکینگ بازارچه را درهم می‌نوردد؛

\* حدود ۵۳ دقیقه بعد از بارش جریان سیلاب اضافه‌تر شده و جریان فوق بحرانی را به وجود می‌آورد.



شکستن یکی از بندها در مسیر جاده‌ی کمربندی شیراز-خرامه با ظرفیت ۲ میلیون و پانصد هزار لیتر

### سوالات تحقیق

۱. مساحت حوضه‌ی آبریز دروازه‌ی قرآن چه میزان بوده است؟
۲. میزان بارندگی و تجزیه و تحلیل‌های هیدرولوژیک در منطقه‌ی مورد نظر چگونه است؟







۳. منشأ رسوب غیر طبیعی و غلظت بالای سیل از کجا بوده است؟
۴. ارزیابی کلی وضعیت مدیریت حوضه آبریز چگونه است؟
۵. میزان آب‌گذری و عملکرد لوله‌ی انتقال سیل در زمان وقوع سیلاب چقدر بوده است؟
۶. عوامل مؤثر در آب بردگی خودروها در زمان کوتاه بارندگی و سیلاب چه بوده است؟
۷. دبی سیلاب در زمان وقوع فاجعه چقدر تخمین زده می‌شود؟

**پاسخ سؤال اول: (تعیین مساحت حوضه آبریز دروازه قرآن)**  
 با استفاده از نقشه‌های یک پنجاه هزارم و هم‌چنین، نقشه‌ی گوگل مساحت حوضه آبریز دروازه قرآن حدود ۲۵ کیلومتر مربع است و از لحاظ زمین‌شناسی آبرفتی دانه درشت و ریز و در بعضی نقاط مارن هم مشاهده شده است. اطلاعات بیش‌تر در سایر مقالات پوشه‌ی سیل، گزارش زمین‌شناسی و هیدرولوژی در همین شماره توسط همکاران آورده شده است.

**پاسخ سؤال دوم: (میزان بارندگی و تجزیه و تحلیل‌های هیدرولوژیک در منطقه‌ی مورد نظر)**

میزان بارندگی از طریق ایستگاه هواشناسی فرودگاه، ۱۷ میلی‌متر و ایستگاه باغ ارم سازمان آب منطقه‌ای، ۲۴ میلی‌متر را برای ۱۲ دقیقه ثبت کرده بودند.

اطراف حوضه آبریز دروازه قرآن هیچ‌گونه دستگاه اندازه‌گیری و ثابت میزان بارندگی وجود نداشته و برای محاسبه‌ی میزان بارندگی واقعی باید با استفاده از تجربه‌ها و روابط ریاضی موجود و تجزیه و تحلیل هیدرولوژیکی به این مهم دست یافت و آن را تخمین زد. با توجه به شدت باران در آن روز به ویژه در محدوده‌ی دروازه قرآن، لازم بود تغییرات اقلیمی و گرم شدن کره‌ی زمین و پدید آمدن (Jet Stream) که آن را به ریزش رودبارهای و تخلیه‌ی ناگهانی باران نام نهاده‌اند، مورد نظر گروه کارشناسان قرار می‌گرفت و شدت باران تخمین زده می‌شد که با تجزیه و تحلیل و بارندگی‌های شدید و رگبارهای غیر متعادل در سراسر کشور به‌خصوص اهواز و ایلام و لرستان به خوبی مشخص شد که پدیده‌ی بارندگی از بارندگی‌های نادر بوده است.

**پاسخ سؤال سوم: (منشأ رسوب غیر نرمال از کجا بوده است؟)**

با توجه به آثار باقی‌مانده از سیلاب و حمل حجم انبوهی از گل و لای و سنگ‌های ریز و درشت دانه و زدن ضربان سنگین به خوروه‌های عبوری نشان می‌دهد که در منطقه‌ی بالادست، باید دست‌کاری و کند و کاوهایی صورت گرفته باشد که سیلاب بتواند این حجم انبوه شن و ماسه و گل ولای را حمل و به سوی شهر روانه کند. با بررسی‌های به عمل آمده و مقایسه‌ی عکس‌های هوایی سه دهه‌ی اخیر مشخص شد که مقدار بسیار وسیعی از مساحت حوضه آبریز پوشش گیاهی خود را از دست داده و به جای آن ساختمان، جاده و شهرک‌سازی ایجاد شده است و این امر موجب افزایش روان‌آب را فراهم ساخته است و علاوه بر افزایش روان‌آب، زمان تمرکز سیل را به شدت پایین آورده است به طوری که دو زیرحوضه‌ی کوچک غرب و شرق دروازه قرآن موجب سیلابی شدن منطقه را بیش از پیش فراهم ساخته‌اند، نتیجه این که با این افزایش سطوح غیرقابل نفوذ، لازم بوده است تمهیداتی در جهت کاهش سیل و رسوب در پایین دست حوضه یعنی قبل از دریچه‌ی آبگیر اندیشیده شود، اما در طول مسیر هیچ‌گونه بند آبگیر و بند رسوب‌گیر ساخته نشده است. از طرفی، دست‌کاری مصنوع در طبیعت برای جاده‌سازی و خاک‌ریزی در مسیرها و تخلیه‌ی مازاد مصالح ساختمانی در دره‌ها در تشدید حمل رسوب بسیار مؤثر بوده است.



تخلیه‌ی خاک‌های جاده‌سازی در مسیرها

با استفاده از روابط خطی موجود، میزان بارندگی دروازه قرآن برحسب (mm) ارتفاع در این جدول تهیه شد.

ایستگاه هواشناسی	میزان بارندگی روز وقوع	ارتفاع از سطح دریا	میزان بارندگی شیراز
فرودگاه	۱۷	۱۴۹۰	سال آبی ۹۷ و ۹۸ تا تاریخ گزارش
ارم	۲۴	۱۵۶۰	
شهرک گلستان	-	۱۸۵۰	
دروازه قرآن	-	۱۸۵۰	۳۹.۸۴
محاسبه تعیین میزان بارندگی دروازه قرآن		محاسبات راست آزمایی با آمار رسمی	

### پاسخ سؤال چهارم: (ارزیابی کلی مدیریت حوضه‌ی آبریز)

در طی بازدیدهای انجام شده از سراسر حوضه‌ی آبریز مشاهده شد که نه تنها اقدام‌های بازدارنده‌ی مؤثری در کاهش سیل حوضه صورت نگرفته است؛ بلکه تغییر کاربری‌های متعدد، تخلیه‌ی مازاد مصالح ساختمانی، بی‌خبری از اثرات جاده‌سازی و دست‌کاری‌های مخرب در طبیعت افزایش سیل را به همراه داشته است و با وجود قوانین روشن و مدون در مورد حفاظت از مسیل‌ها و رودخانه‌ها برای وزارت نیرو، وزارت راه و شهرسازی، شهرداری و ...، همگی ناهماهنگ عمل کرده و نشان‌گر مدیریت ضعیف حوضه‌ی آبریز بوده است. با توجه به شواهد موجود و غافلگیر شدن همگان در برابر سیل و به ویژه مسدود بودن مسیل‌های جاده‌ی کمربندی، مدیریت تمامی ادارات مسئول ضعیف ارزیابی می‌شود.



شکستن بند دوم با ظرفیت ۴ میلیون لیتر

### پاسخ سؤال پنجم: (میزان آب‌گذری و عملکرد لوله انتقال سیل در زمان وقوع سیلاب)

با توجه به دریافت اطلاعات شفاهی از دفتر آب‌های سطحی میزان آب‌گذری لوله‌ی موجود در دروازه‌ی قرآن حدود ۱۲ متر مکعب بر ثانیه محاسبه شد و با استفاده از کلیپ‌ها و تصاویر مشخص شد که لوله‌ی انتقال سیل در زمان وقوع سیلاب کار خود را انجام می‌دهد؛ به طوری که با جمع شدن آب پشت دریچه‌ی آبگیر، ارتفاع آب بالا آمده و چون تحت فشار قرار گرفته است، درب منحول‌های پایین دست بیرون زده و آب از منحول‌ها سرریز کرده است.



### پاسخ سؤال ششم: (بررسی عوامل مؤثر در آب بردگی خودروها در زمان کوتاه بارندگی و سیلاب)

با توجه به توضیحات سایر بندها، عوامل زیر موجب آب بردگی خودروها شده است:

**الف:** کوتاه شدن زمان تمرکز و تجمع سیل در محل دریچه‌ی آبگیر؛  
**ب:** فرسایش شدید خاک ناشی از دست‌کاری محیط و تخلیه کردن خاک‌های جاده‌ی کمربندی در مسیل‌ها و آب شستگی کف بستر ناشی از تند شدن سرعت سیل و حمل رسوب بیش از حد و بالا رفتن غلظت بالای سیل؛

**ج:** اضافه شدن نیرو در اثر غلظت سیل و جاری شدن در خیابان با شیب بالای ۷ درصد موجب شناور شدن خودروها شده و اضافه شدن ناگهانی جریان دوم و سوم سیلاب موجب تشدید آن شده و خودروها را به بالا و پایین پرتاب کرده است.



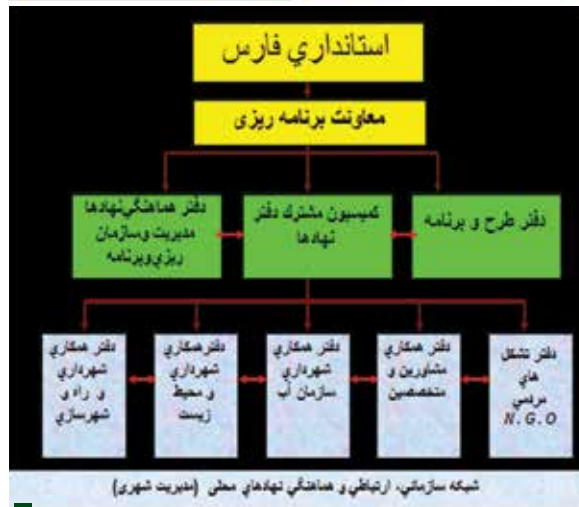
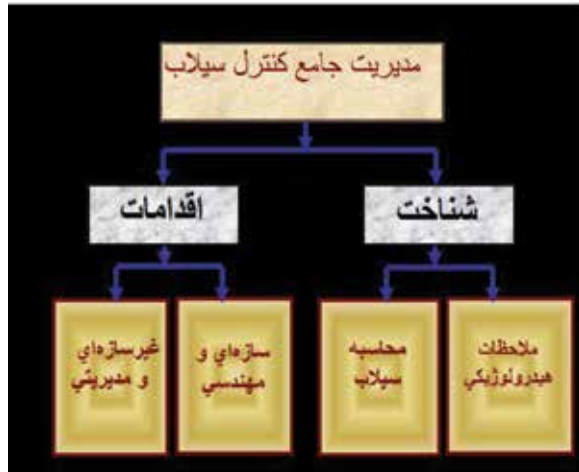
فرو ریختن فنس پشت خاکریز و رها شدن ناگهانی حجم عظیم سیلاب

**پاسخ سؤال هفتم: (تخمین دبی سیلاب در زمان وقوع فاجعه)**  
برای به دست آوردن میزان سیلاب در هر منطقه، نیاز به پارامترهای متعددی است که حدود و میزان سیل را اعلام می‌کنند. این پارامترها شامل:

- \* مساحت حوضه‌ی آبریز؛
- \* میزان بارندگی از طریق دستگاه‌های ثبت؛
- \* میزان سطوح منطقه‌ی مورد نظر به لحاظ تفکیک کاربری‌های مختلف (زمین طبیعی و جنس‌های مختلف آن در سطح حوضه، مسکونی، اداری، باغ، مزرعه، ورزشی، نظامی، جاده‌سازی، نوع



راه کارهایی اندیشیده شود که در غیر این صورت، خسارت‌های سیل، جان و مال مردم را به خطر انداخته و هرگونه توسعه‌ای را ناپایدار خواهد ساخت. برای جلوگیری از خسارت‌های اجرای طرح مدیریت جامع سیلاب در کشور از طریق کمیته‌ی بحران در استانداری‌ها طبق طرح پیشنهادی اجتناب‌ناپذیر است، کلیات طرح تشکیلات فنی مهندسی، مدیریت کنترل سیلاب در اسلایدهای زیر آورده شده است.<sup>۳</sup>



آسفالت و پوشش روسازی و ...);  
\* میزان بارندگی قبل از محاسبه‌ی دبی سیلاب ( خیس بودن زمین، نفوذپذیری);

\* شیب‌های مختلف سطوح تغییر داده شده و شیب کلی منطقه؛  
\* جنس مسیر عبور سیلاب و چند پارامتر دیگر درون کانال‌ها و مسیل‌ها.

در زمان آماده‌سازی گزارش، تهیه‌ی بسیاری از این اطلاعات در دست نبود و به دست آوردن آن‌ها هم در زمان کوتاه غیرممکن بود، بنابراین، به دلیل تجربه‌ی بالای تیم بسیاری از اعداد تخمین زده شد و نتیجه آن که کل سیلاب عبوری از منطقه‌ی مورد نظر حدود ۴۸ مترمکعب بر ثانیه برآورد شده است که حدود ۱۲ متر مکعب بر ثانیه‌ی آن از لوله‌ی موجود و ۳۶ متر مکعب آن از خیابان عبور کرده است و چون جریان سیلاب با افزایش و کاهش ناشی از بندهای به وجود آمده و چندین بند مصنوعی دیگر در طول مسیل همراه بوده است، تخمین دبی

لحظه‌ای سیلاب در نقاط مختلف نیز غیرممکن است.



موقعیت بندها و آبشستگی‌ها در محور جاده‌ی کمربندی شیراز-خرامه منطقه‌ی بالادست دروازه‌ی قرآن

### نتیجه‌گیری دلایل وقوع ناگهانی سیل شیراز

- \* تغییرات اقلیمی و پدیده‌ی جهانی Jet Stream؛
- \* رعایت نکردن ملاحظات زیست محیطی در طرح‌های عمرانی؛
- \* بویژه عملیات جاده سازی (کمربندی خرامه مردودشت)؛
- \* عدم توجه به اصول حفاظت از مسیل و آبراهه‌ها به‌وسیله‌ی سازمان‌های مسئول؛<sup>۲</sup>
- \* از بین بردن مسیل طبیعی سیل آباد در شیراز؛
- \* عدم نظارت بر برنامه‌ی مدون الگوی توسعه و عمران کشور؛
- \* انتخاب پایین دوره‌ی بازگشت سیل در خطوط حیاتی و اجرا نکردن بندهای تأخیری و رسوب‌گیر؛
- \* جدی نگرفتن توصیه‌های سیل قبل از وقوع؛
- \* جدی نگرفتن و ضعیف بودن سیستم تخلیه‌ی اضطراری حوادث.

### پیشنهاد ضروری

افزایش جمعیت و گسترش اماکن و توسعه‌ی پوشش‌های غیرقابل نفوذ بر سطح زمین هر روز احتمال سیل‌خیزی در مناطق مسکونی به ویژه شهرهایی را که در کنار رودخانه‌ها شکل گرفته و یا توسعه یافته‌اند، افزایش می‌دهد و برای محافظت در برابر سیل باید

۲ و ۳. دگاردنه در «کنفرانس مهندسی رودخانه» (۱۳۷۶) و «کنفرانس مهندسی عمران» (۱۳۸۰) به طور مفصل به این موضوعات پرداخته است.

