

کارگاه آموزش و ظرفیت سازی

# مدیریت بحران سیل

Flood Crisis Management

سید اویس ترابی

انديشگده زیست پذیری شهری

Tehran, 16-18 August 2022

دانشگاه تهران، ۲۵ تا ۲۷ مردادماه ۱۴۰۱

«با رویکرد درس‌های آموخته از سوانح دو دهه اخیر ایران»

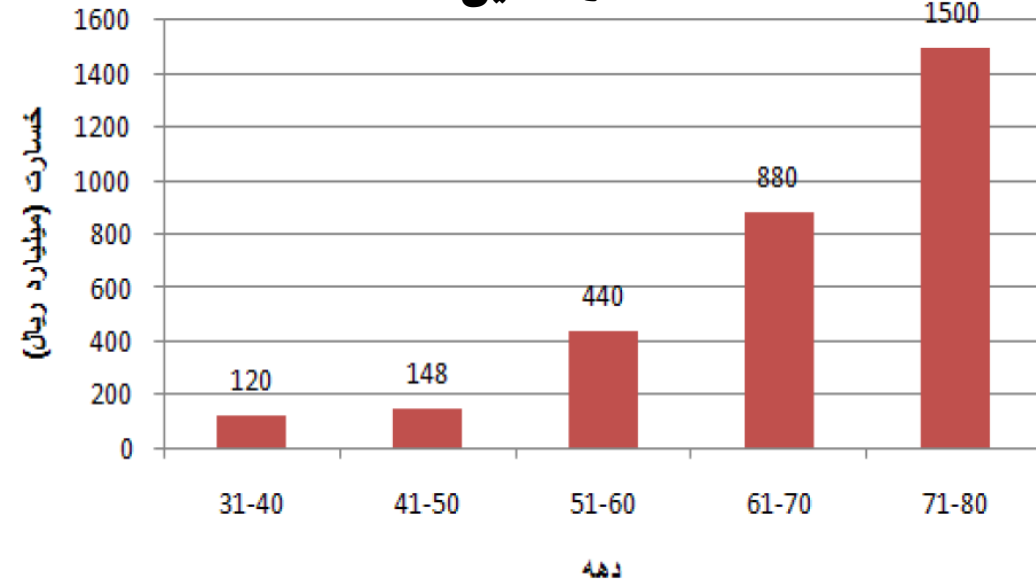
هفتمین کنفرانس جامع مدیریت بحران و HSE

7<sup>th</sup> Comprehensive Conference on Disaster Management & HSE



# پدیده سیل و ایران

## خسارت سیل

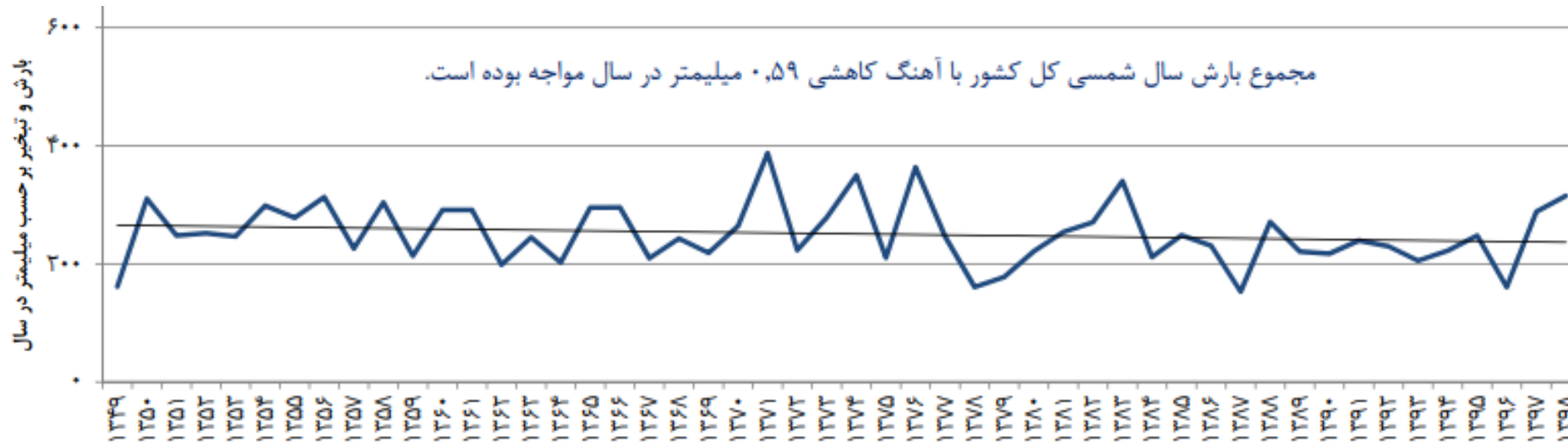


□ سیل یکی از سه پدیده طبیعی و غالب در ایران است

(دو پدیده دیگر خشکسالی و زلزله هستند)

□ سالانه حدود ۴۰ سیل کوچک و بزرگ در سرتاسر ایران رخ می دهد

(اکثرا در مناطق جنوب شرق و جنوب غرب)



## سیل و خشکسالی دو روی یک سکه اند



سیل های دهه ۳۵ و ۴۰ ایران

خشکسالی دهه ۴۰ و ۵۰ ایران

سیل های دهه ۶۰ و ۷۰ ایران

خشکسالی دهه ۷۰ و ۸۰ ایران

سیل های دهه ۹۰ و ۰۰ ایران

خشکسالی دهه ... و ... ایران

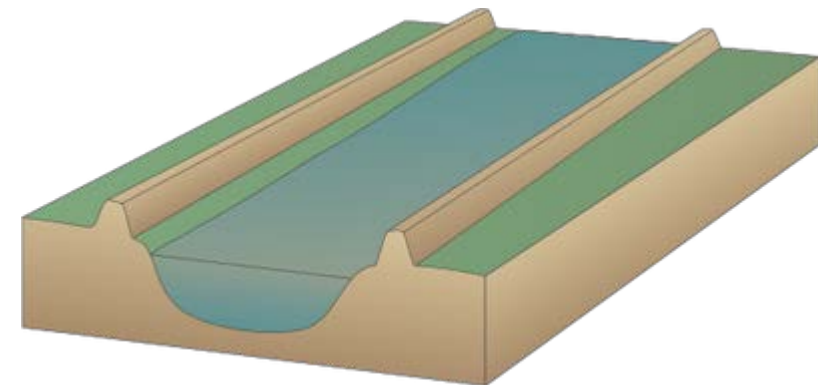
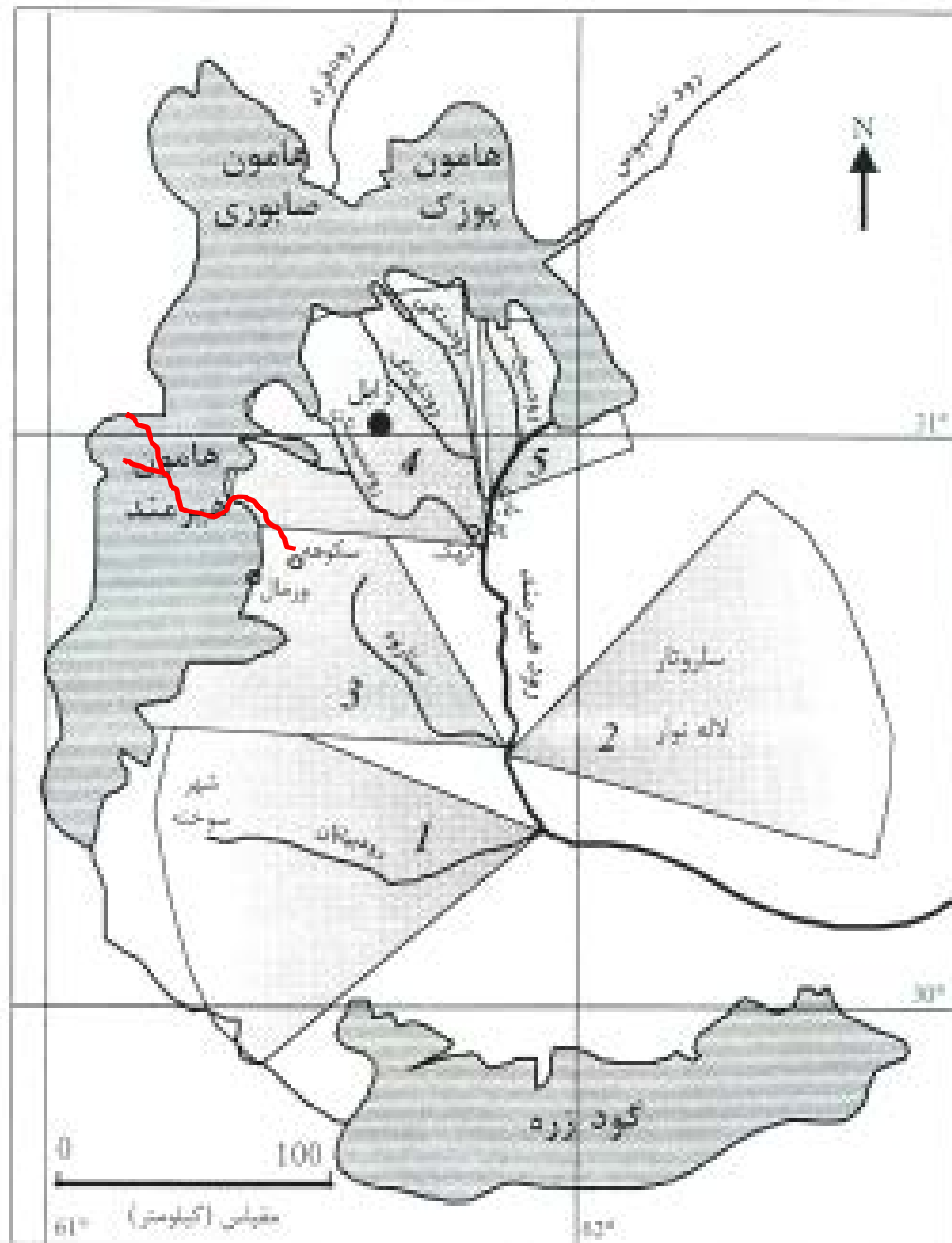


مردم سیستان مثلی داشتند که «شرط آبادانی بر سه بند نهفته است :

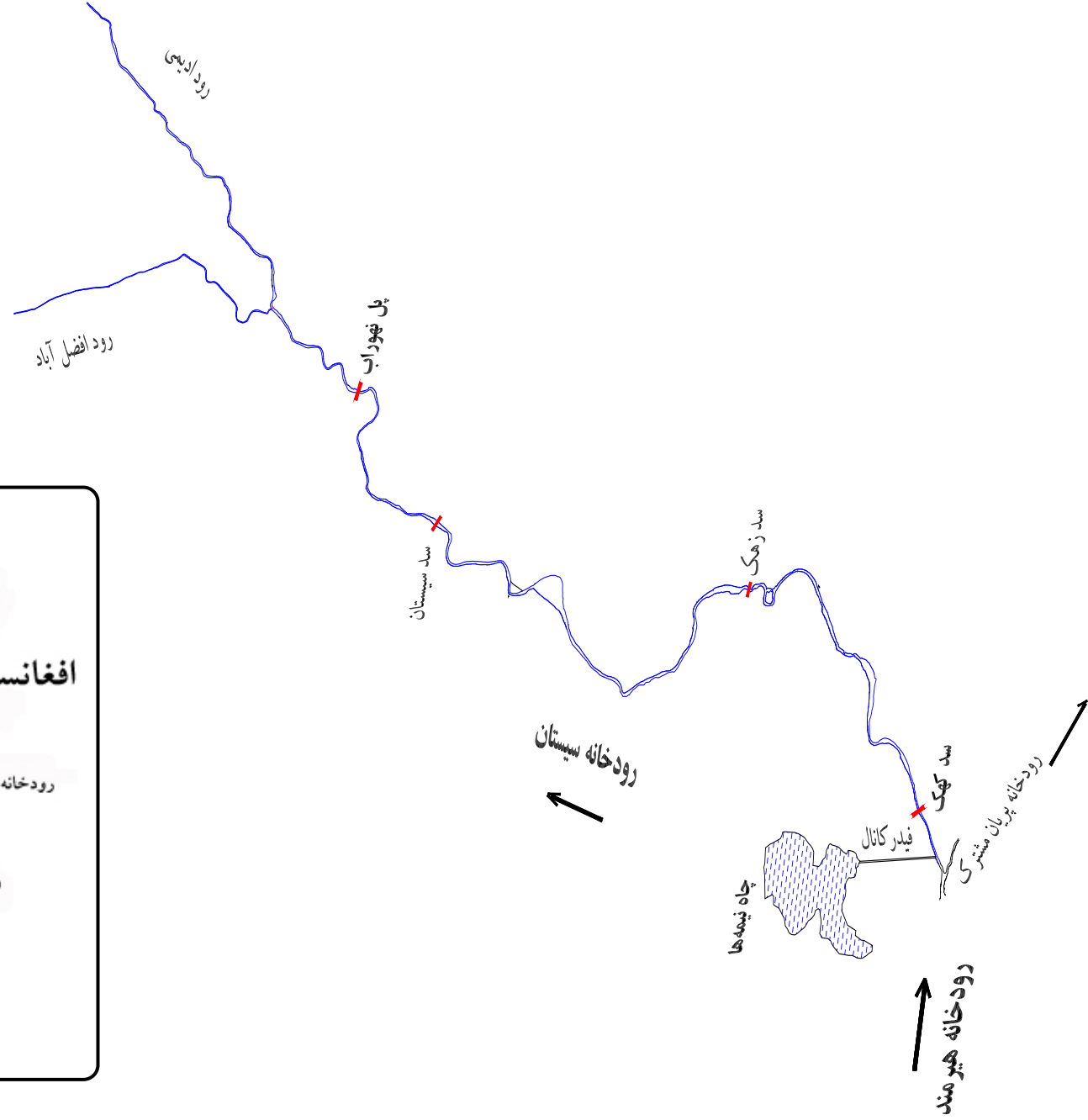
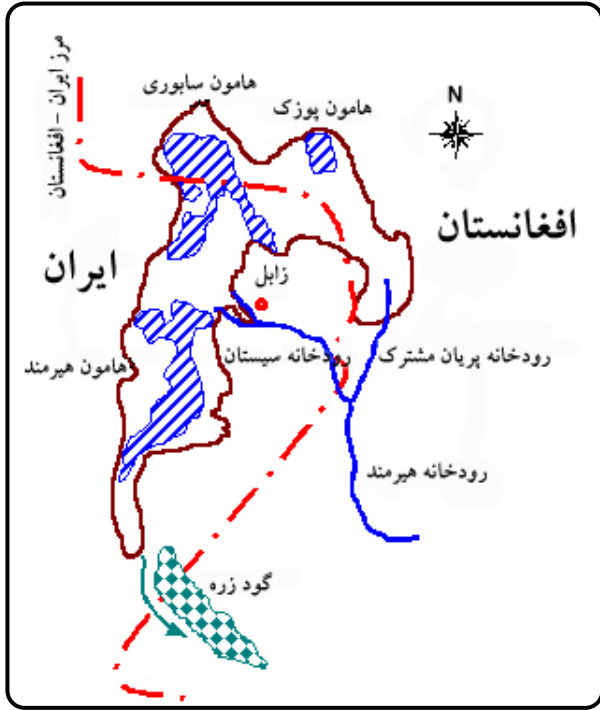
بستن بند آب، بستن بند ریگ و بستن بند مفسدان»

در واقع «اهالی آنجا گاهی از بی آبی بر روی شن  
های داغ - چون ماهی بر تابه - بریان می شوند و  
در سالیانی هم از فرط پرآبی، چون مرغابی بر روی  
آب زندگی می کنند»



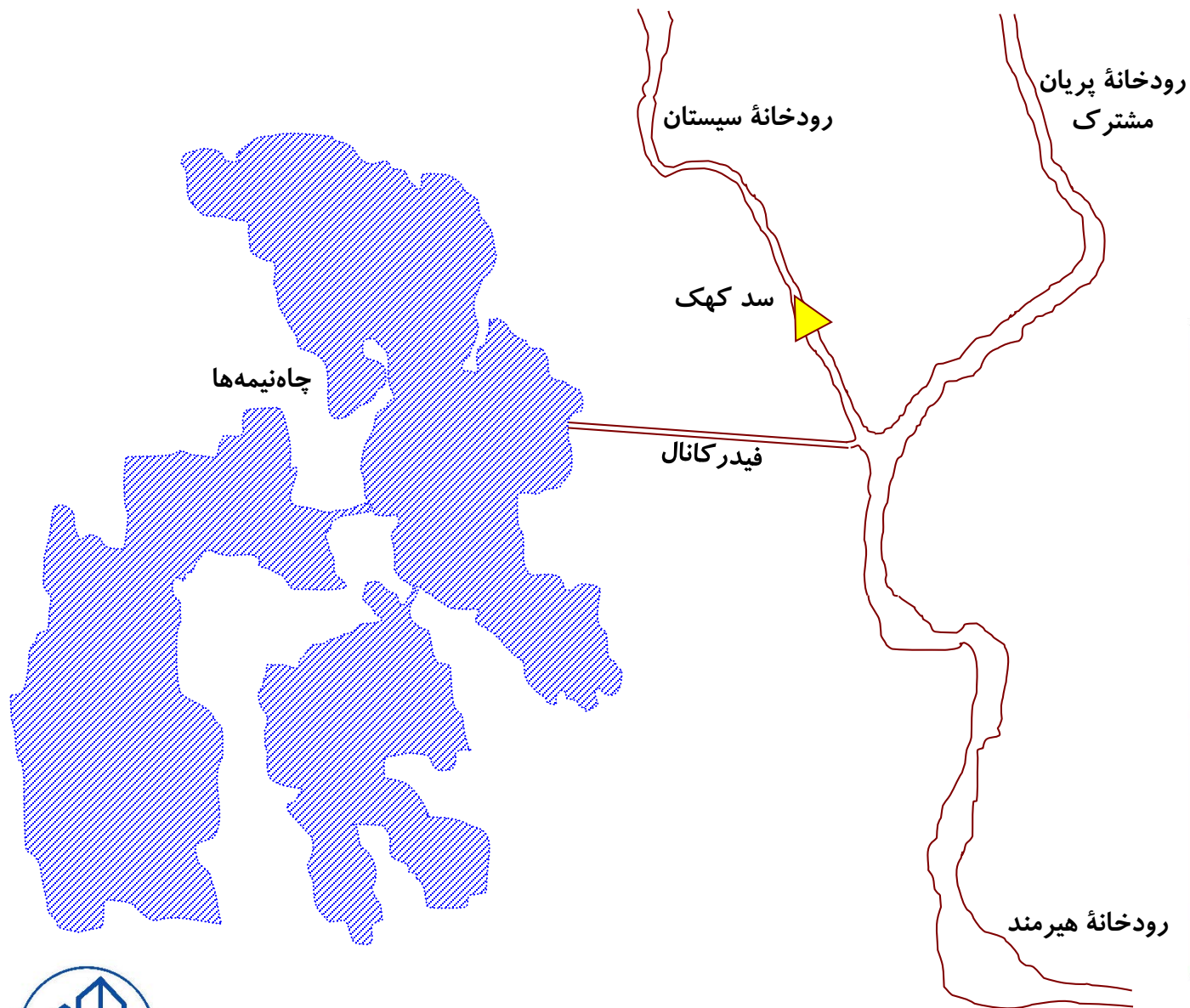


سیل ۱۳۶۹





# اثر نامناسب سد کهک

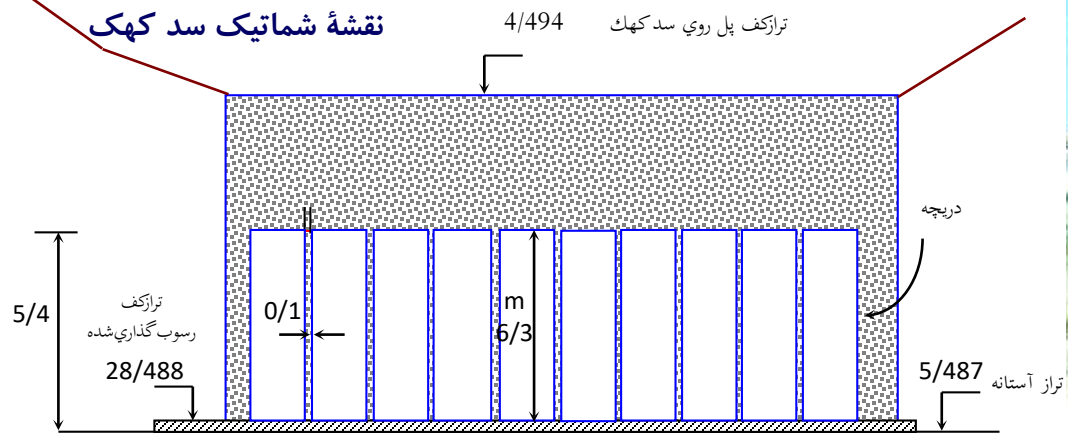






کافردم سد کهک

نقشه شماتیک سد کهک



# وضعیت دوشاخه هیرمند در حال حاضر



## مراحل چهارگانه مدیریت سیل

۱ - پیشگیری

۲ - آمادگی

۳ - مقابله

۴ - بازسازی و بازتوانی

# پیشگیری

- بازیابی اکوسیستم های رودخانه ای به عنوان زیرساخت سبز-آبی مراکز سکونتگاهی کشور (ژینایی اکوسیستم های رودخانه ای)
- آزادسازی بستر و حریم رودخانه های و مسیل ها
- ترمیم آسیب های وارده به سطح حوضه رودخانه ها. آسیب‌هایی مانند از بین بردن پوشش گیاهی علفی-درختچه ای-درختی حوضه ها، بارگذاری‌هایی که فرسایش حوضه‌ها را تشدید کرده‌اند مانند ساخت و ساز بی ضابطه و بی رویه در منابع طبیعی، چرای بی رویه و یا عدم رعایت ضوابط کشاورزی در سطوح شیبدار حوضه ها و علی‌قاص.
- ارتباط کامل بارگذاری‌های انجام شده در سطح حوضه رودخانه با هم و با اجزای اکوسیستم حوضه. یعنی مدیریت مراکز سکونتگاهی و فعالیتهای خدماتی-کشاورزی-صنعتی در سطح یک حوزه آبریز مشخص باید در ارتباط تنگاتنگ با هم و با سازوکار پویای زیست بوم حوضه باشند.

□ سازگاری توسعه با طبیعت

□ بازطراحی شهرهای هوشمند آبی

## ویژگی و تنوع سیل های ایران (ناشی از آبهای سطحی)

□ سیل ناشی از طغیان رواناب رودخانه ها و آب های سطحی - Flash Flood

□ سیل واریزه ای - Debris Flood

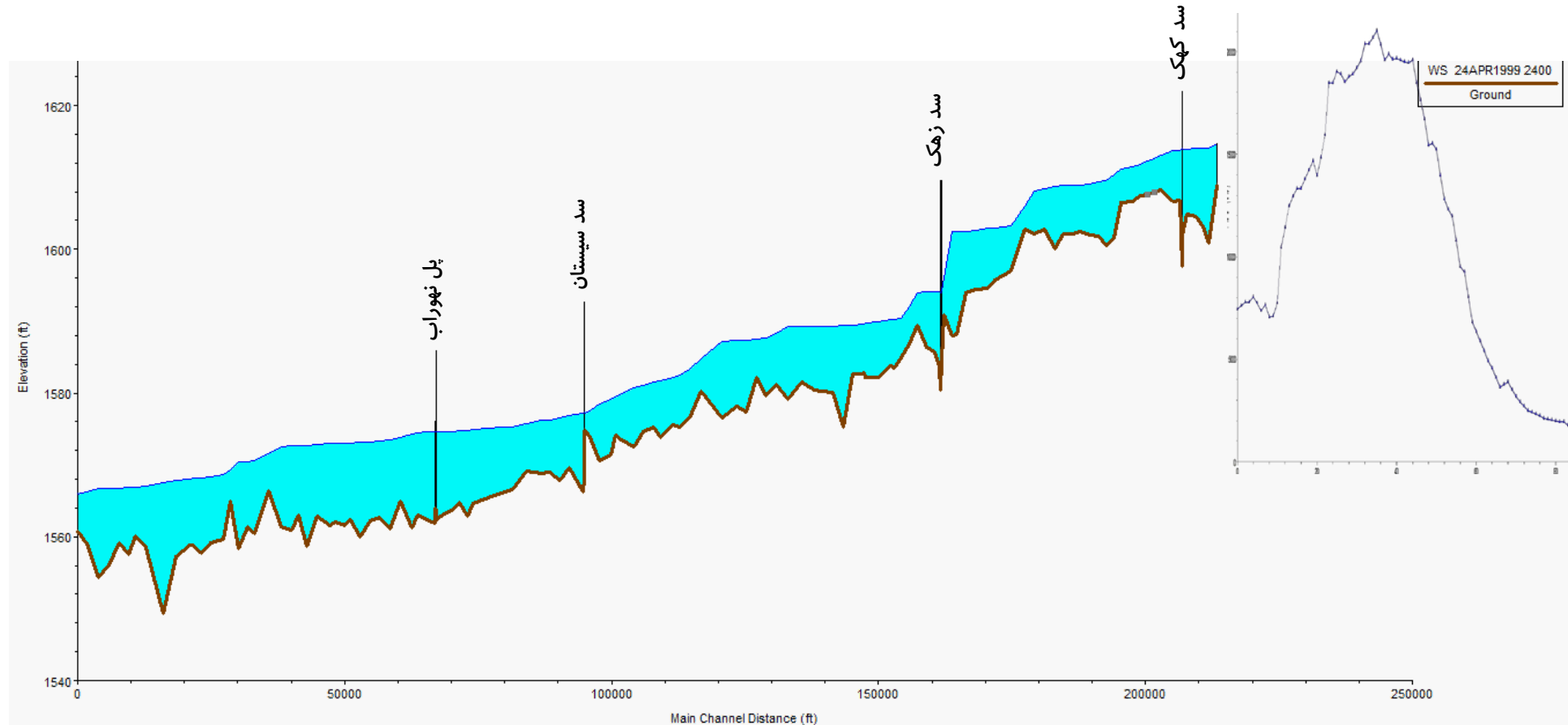
□ سیل ثانویه (مسایل مهندسی) - Engineering Issues



## Flash Flood

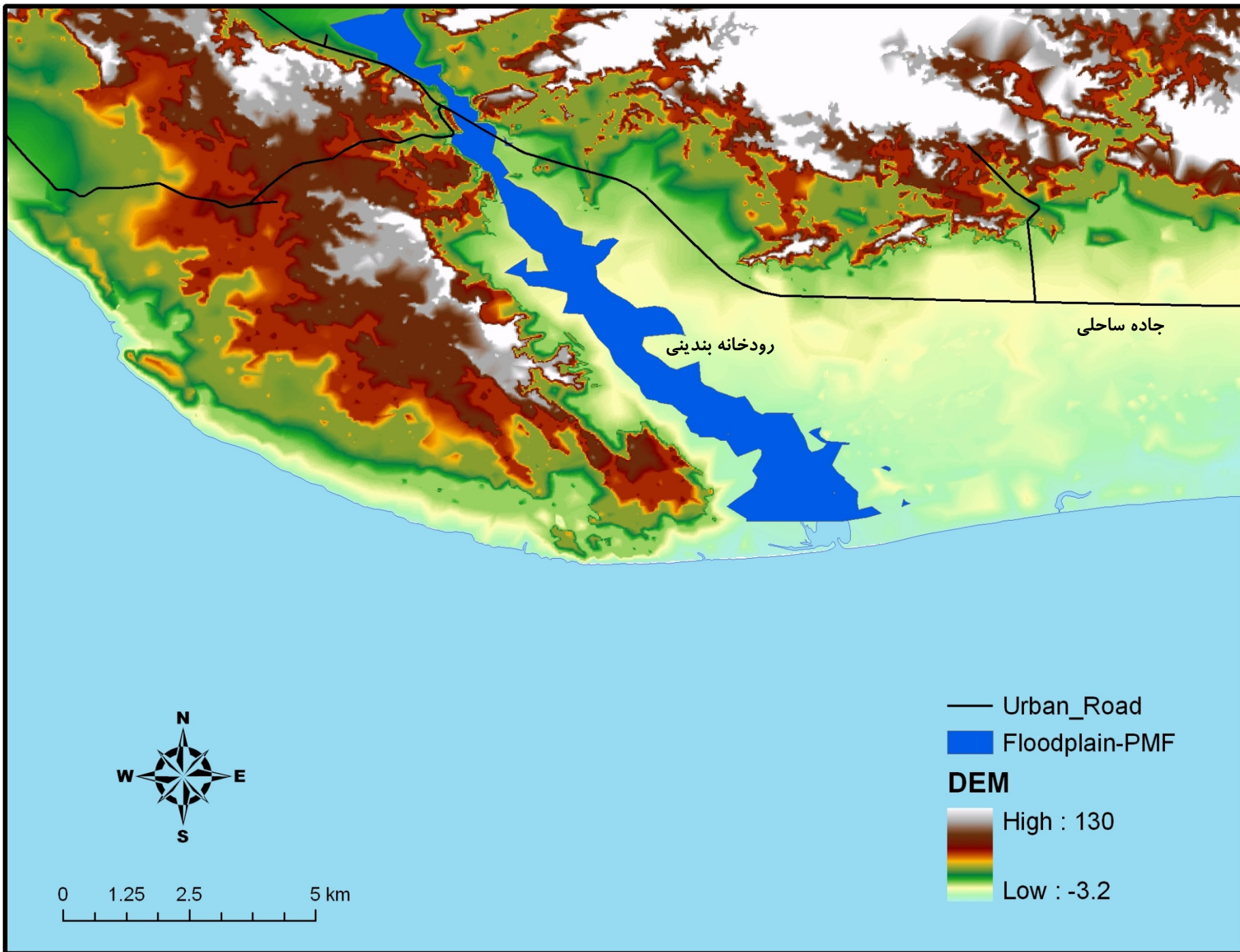
سیل ناشی وقوع رگبار و ذوب برف که در بستر رودخانه ها، مسیل ها و محیط های نفوذناپذیر شهری جاری می شود.

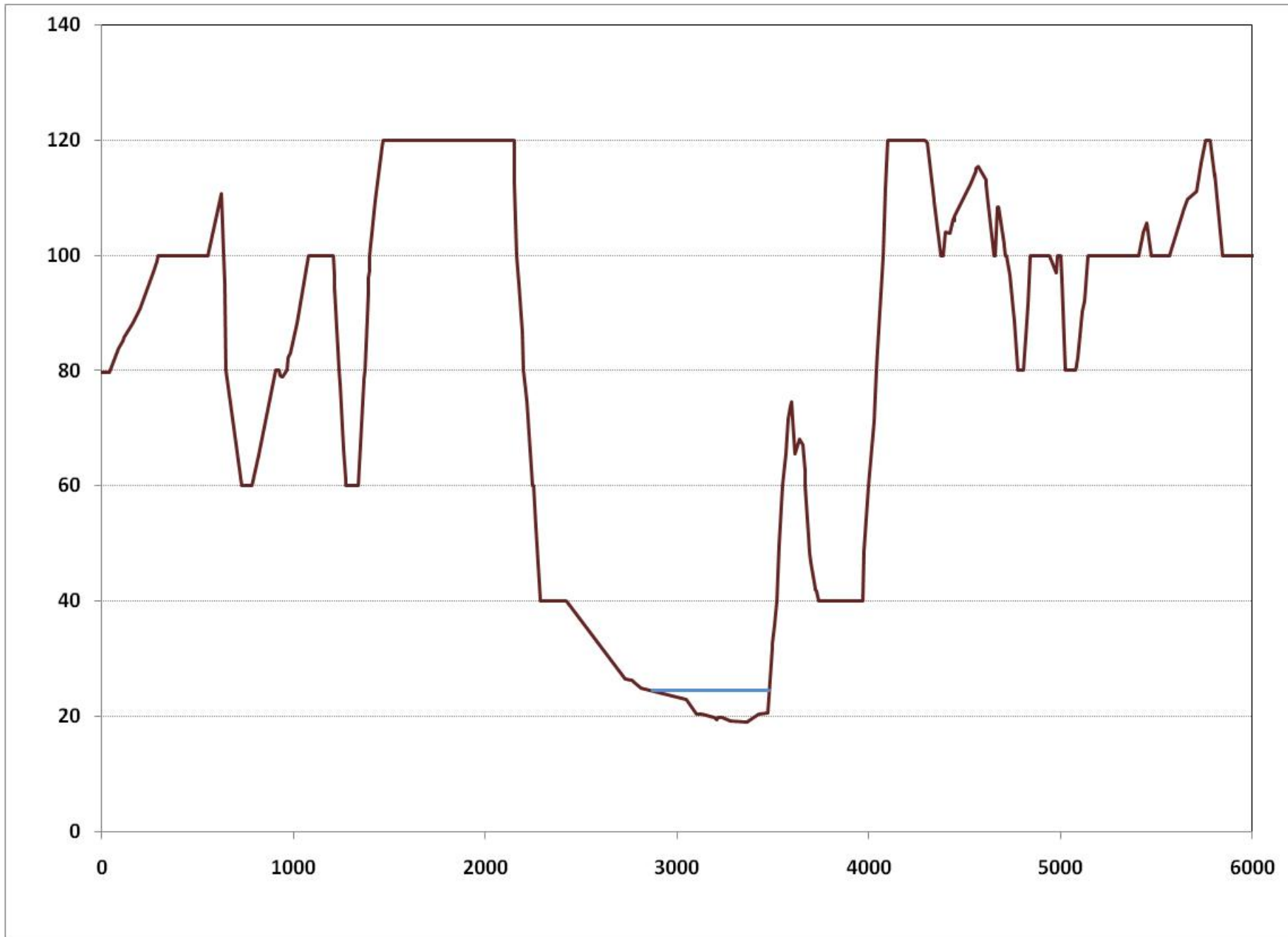
# سیل ناشی از طغیان رواناب رودخانه ها و آب های سطحی











# سیل واریزه ای



Debris Flood

## ❖ سیل واریزه ای (Debris Flood)

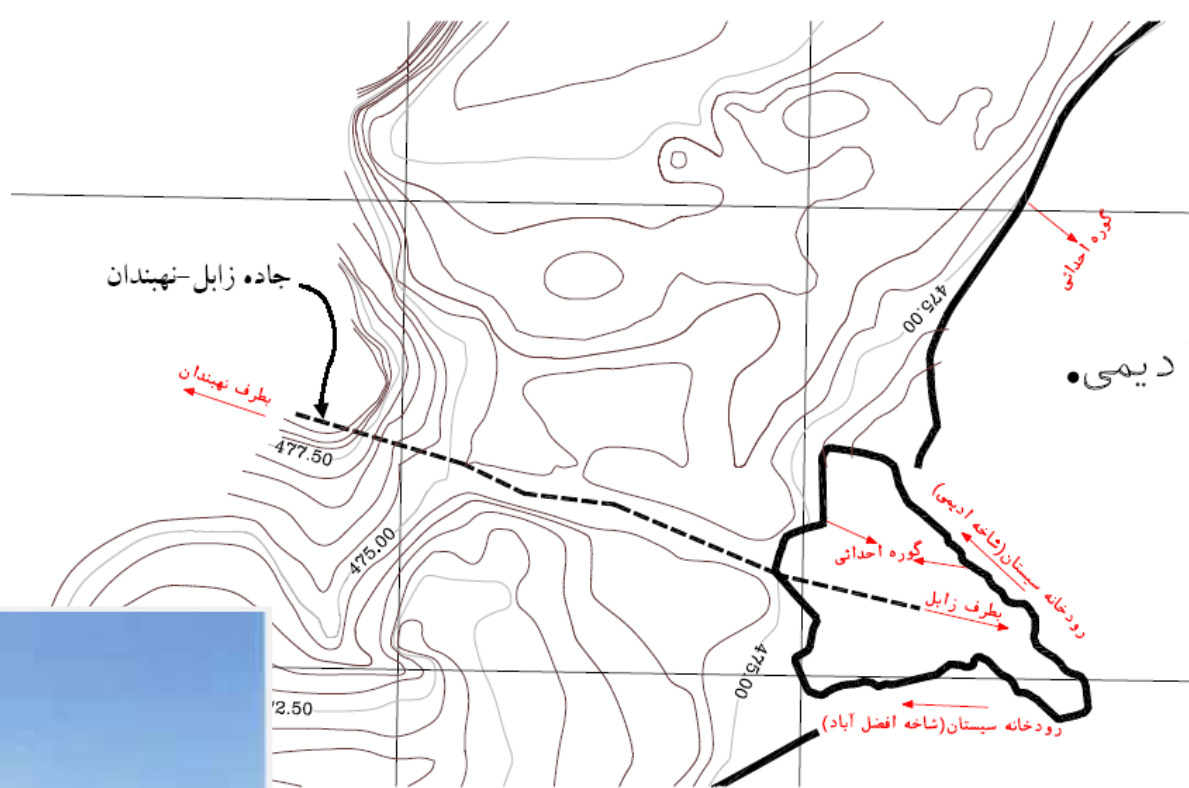
➤ توده‌ای متشکل از آب و مواد جامد شامل خاک و سنگ و تنه درختان با اندازه‌های مختلف (از رس تا تخته‌سنگ‌های حدوداً دو متری)



➤ تحت تأثیر نیروی  
ثقل از روی سطوح  
شیب‌دار به سمت  
پائین حرکت  
می‌کند.

➤ رسوبات واریزه‌ای  
بین ۷۰-۹۰ درصد  
وزن جریان را  
تشکیل می‌دهند.

# سیل ثانویه



## مسائل مهندسی



Engineering Issues

سیل در اثر شکست سازه های

انسان ساخت مانند شکست سد،

یا شکست پل

## مسائل مهندسی

### Engineering Issues



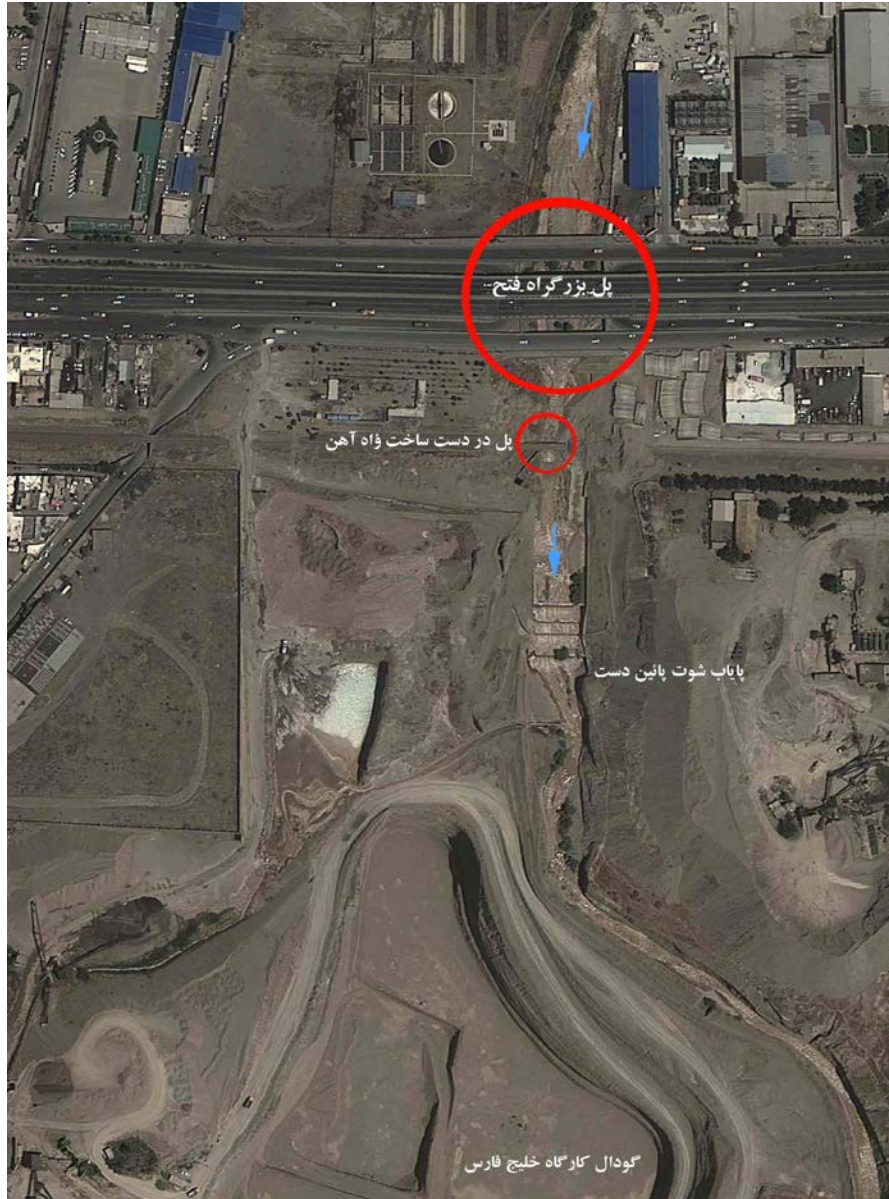
سیل در اثر شکست سازه های انسان

ساخت مانند شکست کانال





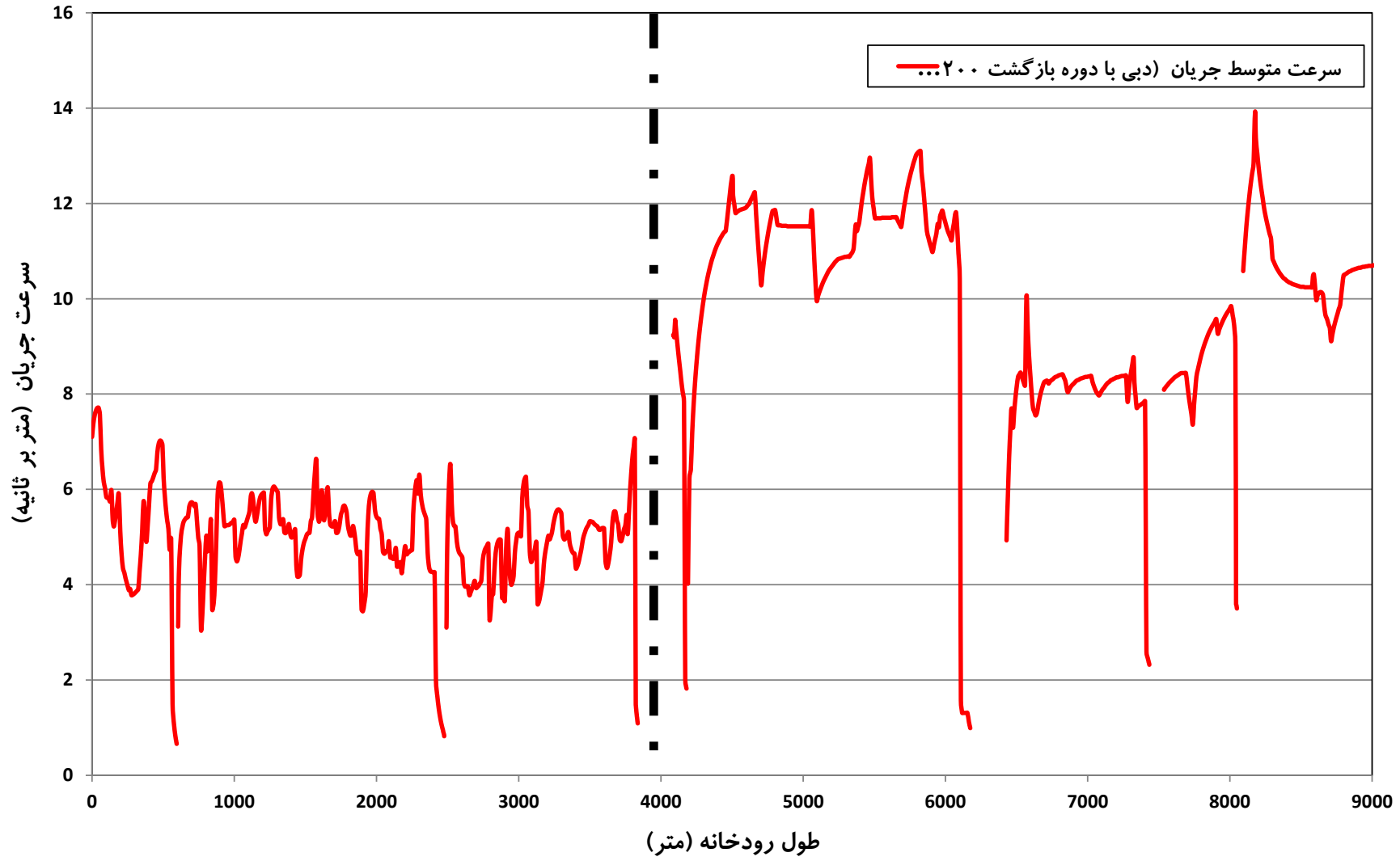
# سیل ۱۳۹۲ - رودخانه کن و تخریب پل بزرگراه فتح



# سیل ناشی از امواج ساحلی



# هیدرولیک جریان - پروفیل سرعت جریان



# آمادگی

**بستر قانونی موجود برای آمادگی در برابر سیل**

**رعایت آئین نامه اجرایی بستر و حریم کمی رودخانه**

# بستر و حریم کمی رودخانه

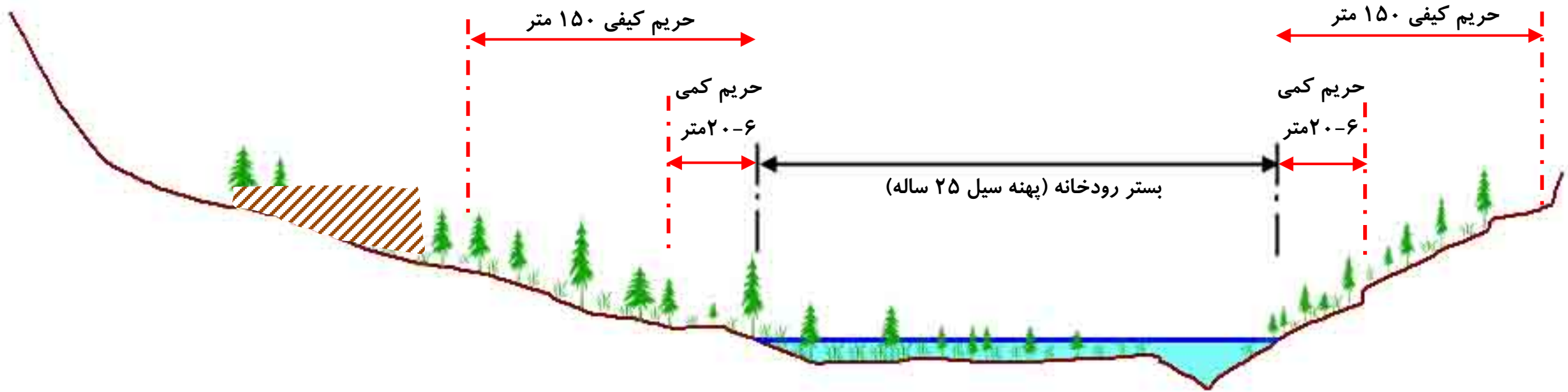


پهنای بستر  
(حداکثر ۴۰ متر)

حریم کمی

پهنای سیل ۱۰۰۰ ساله  
(حداکثر ۱۵ متر)

# بستر و حریم رودخانه

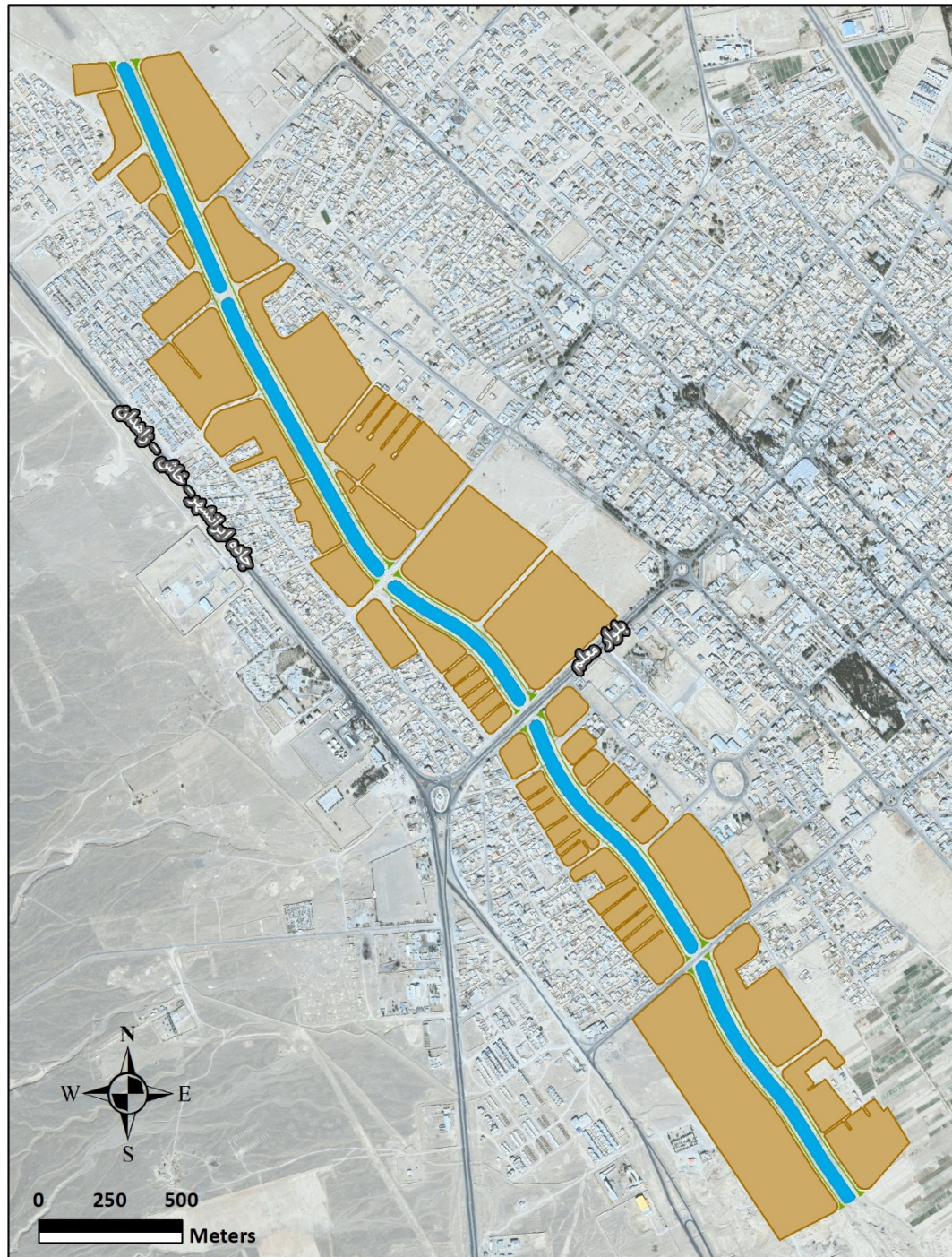


# بستر رودخانه مهران





# طرح تفصیلی شهر خاش و رودخانه مهراں



۲ - کانالیزه کردن رودخانه ها

دست اندازی حداکثری در محیط طبیعی حوزه آبریز



✓ خلاقانه

✓ چند رشته ای



# مقابله

## مرحله مقابله با سیل

نیازمند برنامه واکنش فوری (EAP: Emergency Action Plan) است.

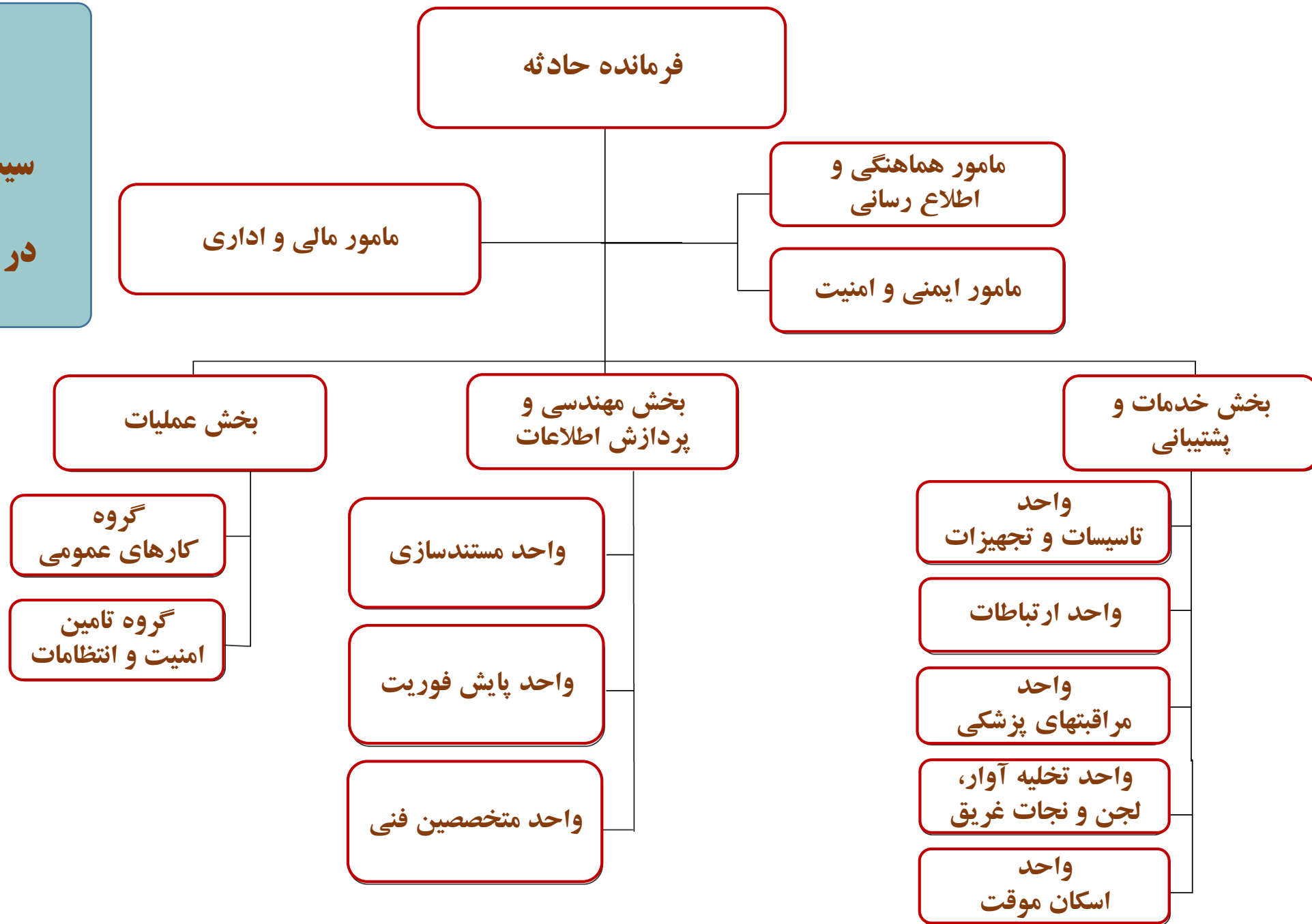
### اجزا برنامه واکنش فوری

- ۱ - انواع فوریت ها و نحوه تعیین آنها
- ۲ - فلوجارت اطلاع رسانی و مسئولیت ها
- ۳ - نقشه های آبگرفتگی و مسیرهای تخلیه

# نمودار تشکیلات مجازی

سیستم فرماندهی حادثه (ICS)

در برنامه واکنش فوری (EAP)



## فوریت های سیل در برنامه واکنش فوری (EAP)

### فوریت ۱ (حداقل یک روز قبل از وقوع بارندگی)

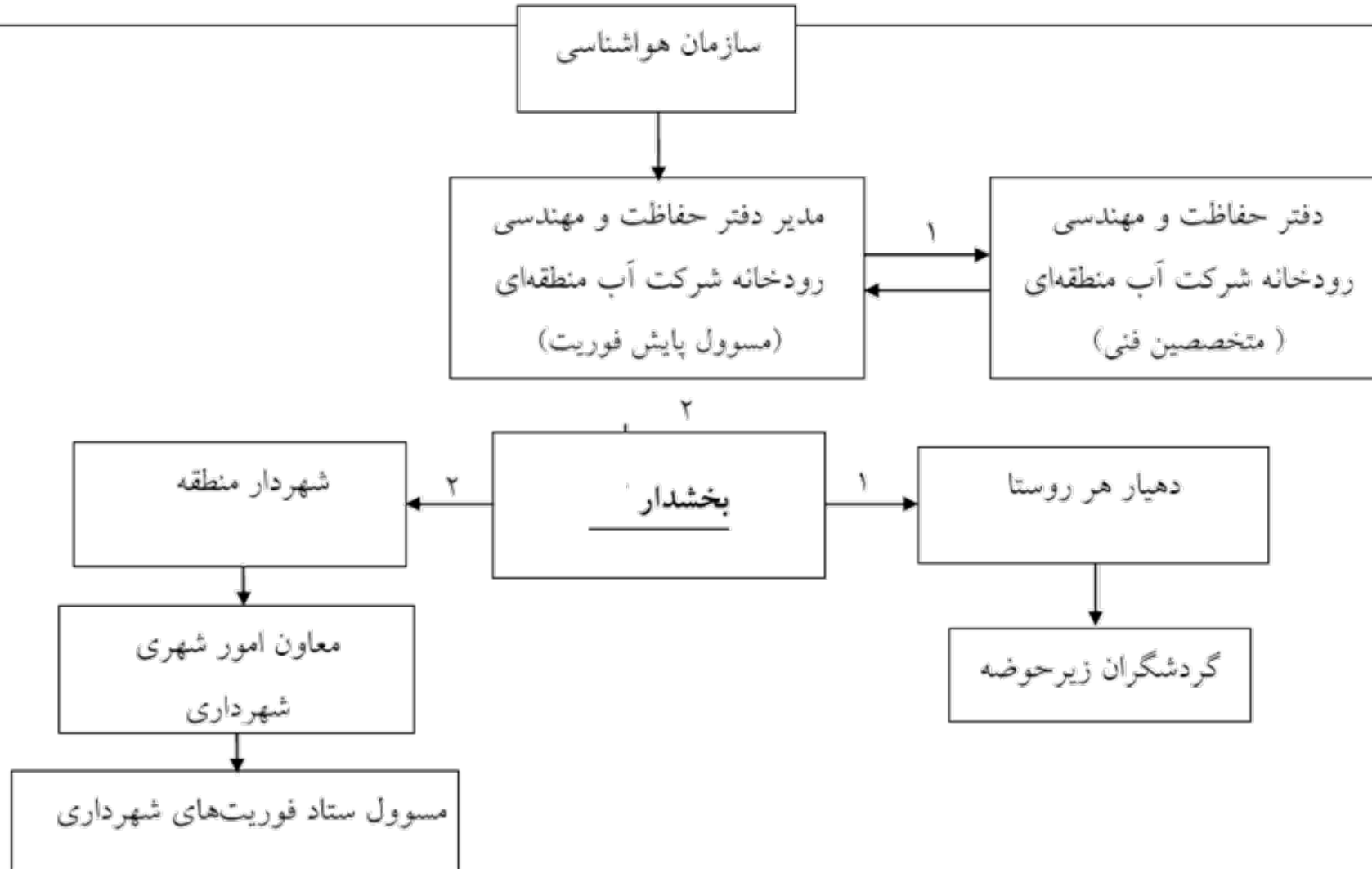
□ پیش بینی وقوع یک بارندگی با شدت و دوام خاصی که می تواند منجر به جریان سیل شود.

□ وجود ذخایر برفی زیاد و پیش بینی بارندگی حتی با شدت کم (عمدتا تا فصل بهار)

□ خراب بودن پل، کالورت و ساحل رودخانه (طبیعی یا مصنوعی)، وجود نخاله و هرگونه اشیا که می تواند منجر به

انسداد جریان طبیعی در رودخانه شود، ۲۴ ساعت قبل از وقوع هرگونه بارندگی پیش بینی شده

## فلوچارت اطلاع رسانی در سطح فوریت (۱).





## فوریت ۱ اقدامات کلی

۱- اعلام شرایط طبق فلوجارت اطلاع رسانی فوریت (۱)، بازرسی وضعیت فیزیکی

رودخانه (مسوول پایش فوریت: مدیر دفتر مهندسی رودخانه)

۲- پیش بینی بارندگی از ۴۸ ساعت قبل و اعلام آن هر ۱۲ ساعت طبق فلوجارت اطلاع

رسانی (سازمان هواشناسی استان)

۳- شبیه سازی بارش-رواناب و برآورد نتایج اولیه آن، بررسی و ارائه روش هایی که

اجرای آنها می تواند منجر به کاهش خسارت شود، و تعیین نقاط سیل گیر احتمالی

(متخصصین فنی)

۴- اطلاع رسانی به گردشگران ورودی به حوضه (دهیار)

۵- فرماندهی حادثه، اطلاع رسانی وقوع فوریت (۱)، اعلام خاتمه عملیات در صورت

عادی شدن شرایط (بخشدار)

۶- هماهنگی به منظور رفع موقتی یا در صورت امکان رفع دائمی عامل انسداد چه

خرابی پل و کالورت و چه اشیاء و اجسام موجود در سیلاب دشت (بخشدار)

۷- تکمیل فرم گزارش روزانه (مسوول مستندسازی)

## فوریت های سیل در برنامه واکنش فوری (EAP)

### فوریت ۲ (بلافاصله پس از شروع بارندگی)



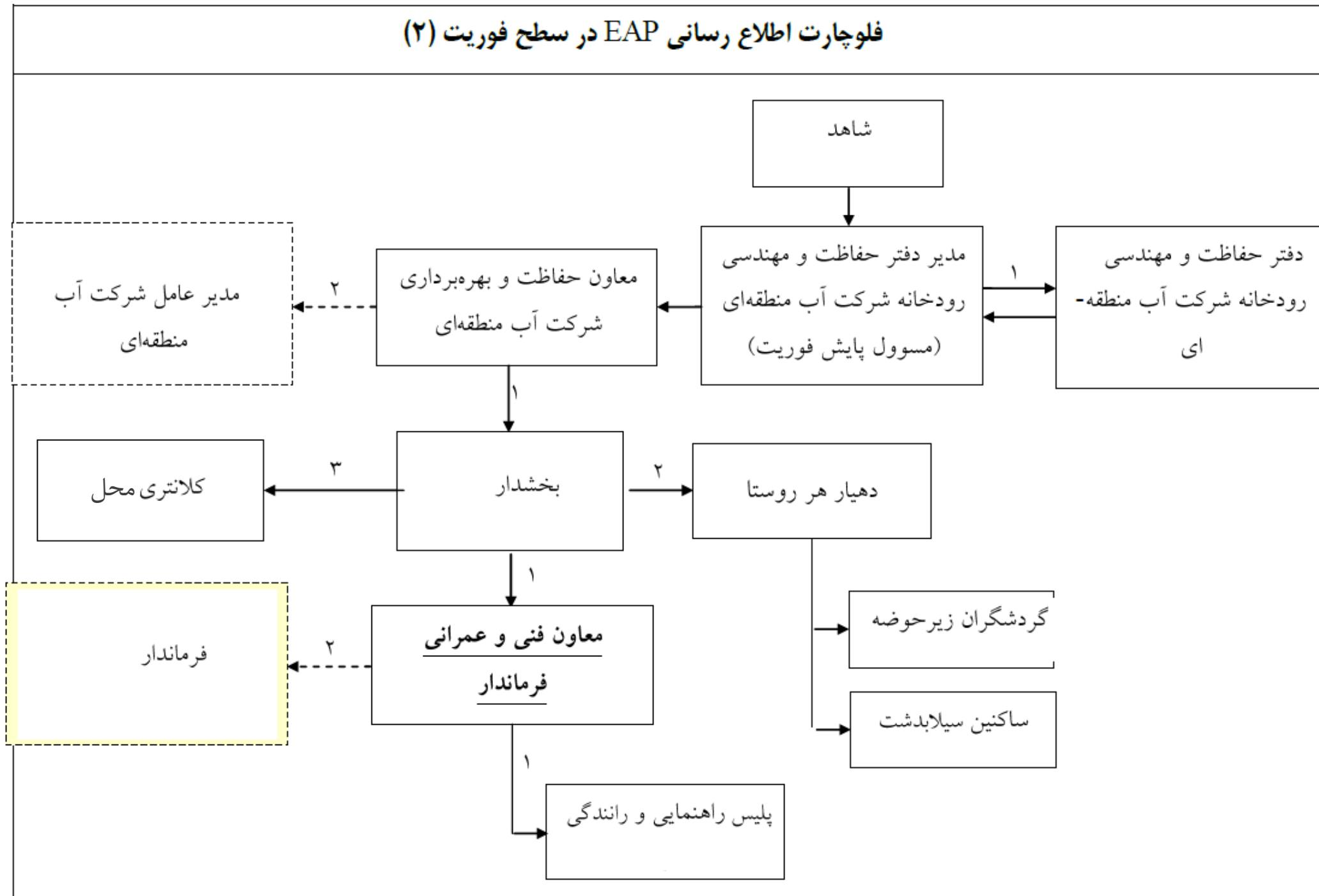
□ آغاز بارش شدید در حوضه یا بخشهایی از حوضه

□ بارندگی در زمانی که ذخایر برفی زیاد است

□ وجود گردشگر زیاد در حوضه، وقتی که جریان پایه ناشی از ذوب برف، زیاد است (حداقل ۶ ساعت قبل از شروع بارندگی)

## فلوچارت اطلاع رسانی EAP در سطح فوریت (۲)

### واکنش فوری



## فوریت ۲ اقدامات کلی

۱- اعلام شرایط طبق فلوچارت اطلاع‌رسانی فوریت (۲) (مسئول پایش فوریت)

۲- فرماندهی حادثه، تامین منابع مالی و اعلام خاتمه عملیات در صورت عادی شدن

شرایط (جانشین فرمانده: معاون عمرانی فرماندار)

۳- اعلام وقوع فوریت (۲) طبق فلوچارت اطلاع‌رسانی (بخشدار)

۴- اطلاع‌رسانی به گردشگران جهت خروج از حوضه (دهیار)

۵- تامین امنیت گردشگران حین خروج از حوضه (کلانتری)

۸- کنترل ترافیک ورود و خروج به حوضه، ممانعت از ورود گردشگران جدید به

حوضه (راهنمایی و رانندگی)

۶- بررسی وضعیت تجهیزات و منابع مورد نیاز در صورت ادامه فوریت ( رئیس بخش

پشتیبانی: شهردار منطقه)

۷- تکمیل فرم گزارش روزانه (مسئول مستند سازی: دبیرخانه بخشداری)

## فوریت های سیل در برنامه واکنش فوری (EAP)

### فوریت ۳ (بلافاصله پس از رویت شواهد احتمالاتی در حوضه)



□ ورود آب به سیلاب دشت غیرشهری در نتیجه بارندگی

□ انسداد جریان در اثر گرفتگی کالورت یا پل حین سیل

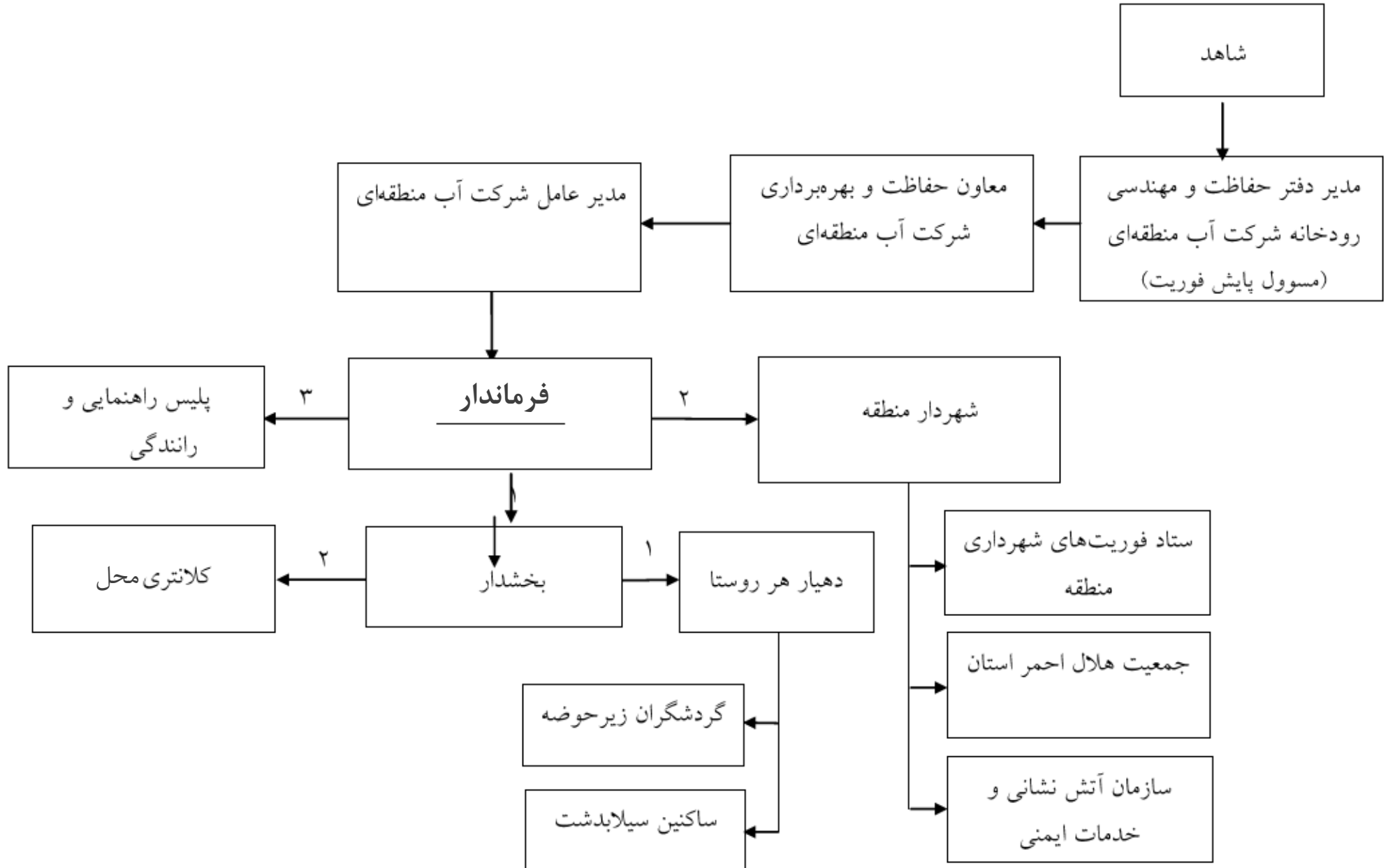
□ وجود گردشگر زیاد وقتی بارندگی شدید در منطقه آغاز شده است



□ شناور شدن اجسام بزرگ مثل تنه درخت در جریان رودخانه

## فلوچارت اطلاع رسانی EAP در سطح فوریت (۳)

### واکنش فوری



## فوریت ۳ اقدامات کلی

- ۱- اطلاع رسانی وقوع فوریت (۳) طبق فلوجارت اطلاع رسانی (مسوول پایش فوریت)
- ۲- فرماندهی حادثه، اعلام وقوع فوریت (۳) به بخش‌های زیرمجموعه، تامین منابع مالی و اعلام خاتمه عملیات در صورت عادی شدن شرایط (فرمانده حادثه: فرماندار)
- ۳- اطلاع رسانی به گردشگران جهت خروج از حوضه، اطلاع رسانی به ساکنین سیلابدشت جهت خروج از پهنه، بازدید از محل کمپ‌های اضطراری (دهیار)
- ۴- تامین امنیت گردشگران حین خروج از حوضه، تامین امنیت روستا (کلانتری)
- ۵- کنترل ترافیک خروج از حوضه، ممانعت از ورود گردشگران جدید به حوضه (راهنمایی و رانندگی)
- ۶- هدایت گروه‌های امدادی در منطقه (بخشدار)
- ۷- اعزام نیروی انسانی، ارسال ماشین‌آلات و تجهیزات مورد نیاز به نقاط هدف، اعلام آماده باش به واحدهای زیرمجموعه (شهردار)
- ۸- رفع انسداد بوجود آمده، بیرون کشیدن اجسام شناوری که می‌تواند موجب انسداد جریان شود، مهار آتش (سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی)
- ۹- اعلام آماده باش به افراد، پیش‌بینی و تامین امکانات مورد نیاز (جمعیت هلال احمر استان)

۱۰- تکمیل فرم گزارش روزانه (دبیرخانه بخشداری)

## فوریت های سیل در برنامه واکنش فوری (EAP)

فوریت ۴ (بلافاصله پس از رویت شواهد احتمالاتی در حوضه)

□ ورود آب به سیلاب دشت شهری در نتیجه بارش شدید و یا احتمال قطعی وقوع آن

□ غرق شدن یک انسان در جریان رودخانه و یا احتمال قطعی وقوع آن

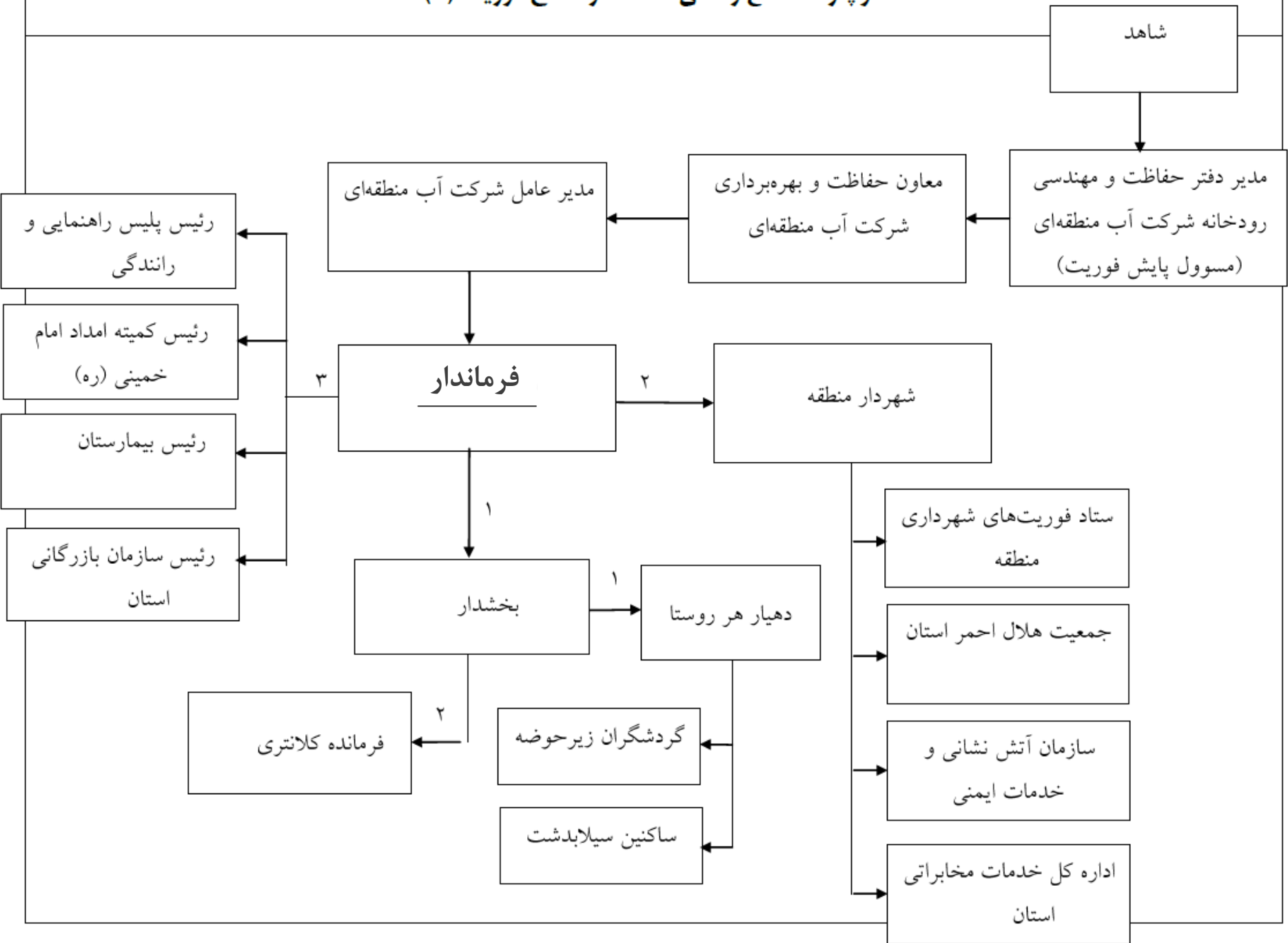
□ تخریب تاسیسات و سازه های در مسیر جریان و یا احتمال قطعی وقوع آن





## فلوچارت اطلاع رسانی EAP در سطح فوریت (۴)

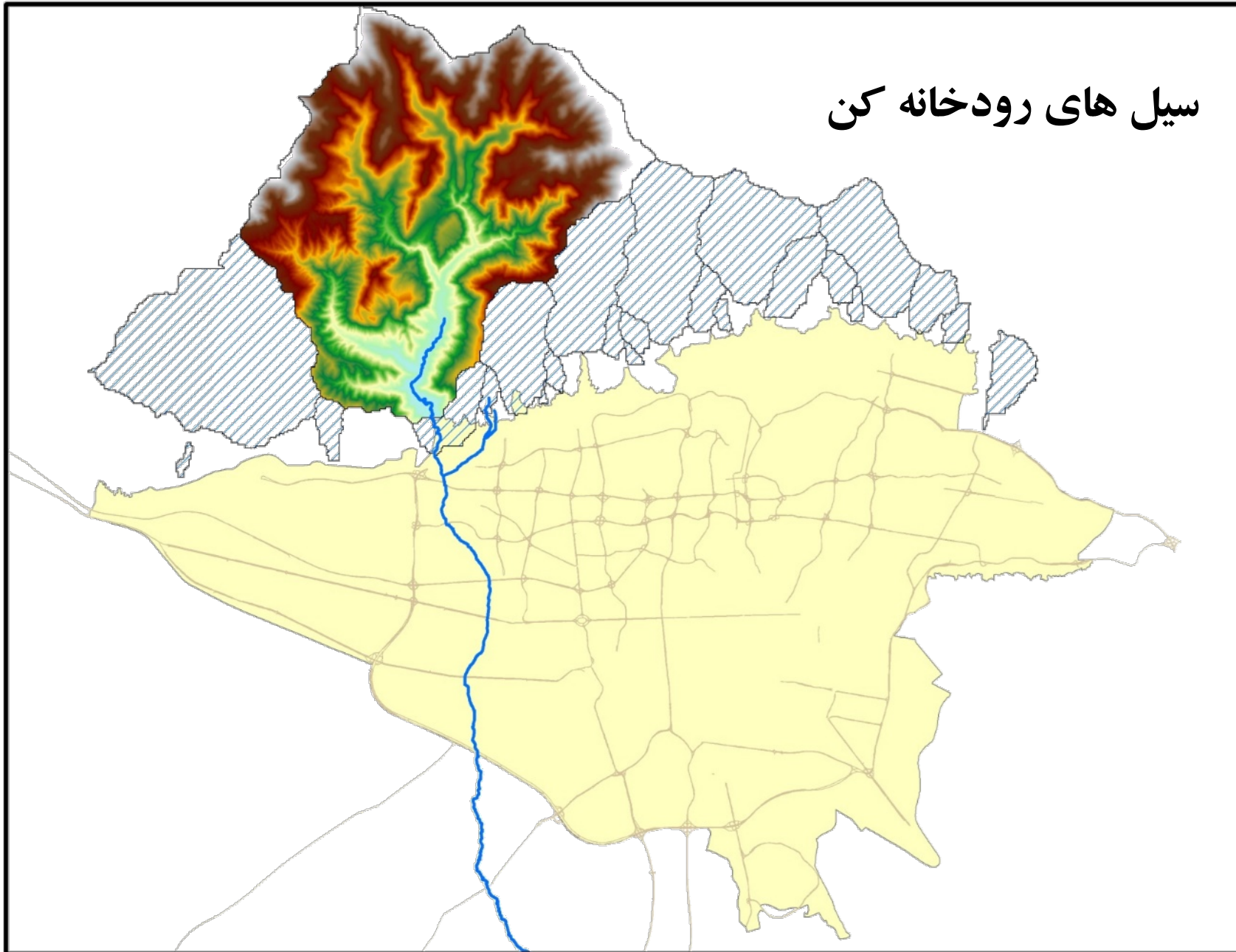
**واکنش فوری**  
**مطالعه موردی**  
**رودخانه کن**



## فوریت ۴ - اقدامات کلی

- ۱- اعلام شرایط فوریت (۴) طبق فلوچارت اطلاع‌رسانی (مسوول پایش فوریت)
- ۲- فرماندهی حادثه، اعلام وقوع فوریت (۴) به بخش‌های زیرمجموعه و دستور تخلیه، تامین منابع مالی و اعلام خاتمه عملیات در صورت عادی شدن شرایط (فرمانده حادثه: فرماندار)
- ۳- اطلاع‌رسانی به گردشگران و ساکنین سیلاب‌دشت جهت تخلیه، نظارت بر روند تخلیه (دهیار)
- ۴- هدایت مردم به کمپ‌های اضطراری، تامین امنیت گردشگران کل حوضه شامل مناطق تخلیه شده و تاسیسات فرماندهی (کلانتری)
- ۵- کمک به هدایت مردم به سمت کمپ‌های اضطراری، کنترل ترافیک خروجی از حوضه، ممانعت از ورود مردم حتی اهالی منطقه به حوضه (راهنمایی و رانندگی)
- ۶- اجرای دستور تخلیه، هدایت گروه‌های امدادی در منطقه (بخشدار)
- ۷- اعزام نیروی انسانی، ارسال ماشین‌آلات و تجهیزات مورد نیاز به نقاط هدف، هماهنگی با واحدهای زیرمجموعه (شهردار منطقه)
- ۸- رفع انسداد، مهار آتش، نجات غریق، نجات مردم از زیر آوار (سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی)
- ۹- برپایی و تجهیز کمپ‌های اضطراری، انجام خدمات پزشکی، پخش مواد خوراکی و پوشاک بین سیل زدگان (جمعیت هلال احمر استان)
- ۱۰- تامین تجهیزات ارتباطی، تعمیر خطوط ارتباطی (اداره کل خدمات مخابراتی استان)
- ۱۱- تکمیل فرم گزارش روزانه (دبیر خانه بخشداری)

## سیل های رودخانه کن



حوضه رودخانه کن به وسعت تقریبی ۲۲۰ کیلومترمربع در بالادست شهر تهران

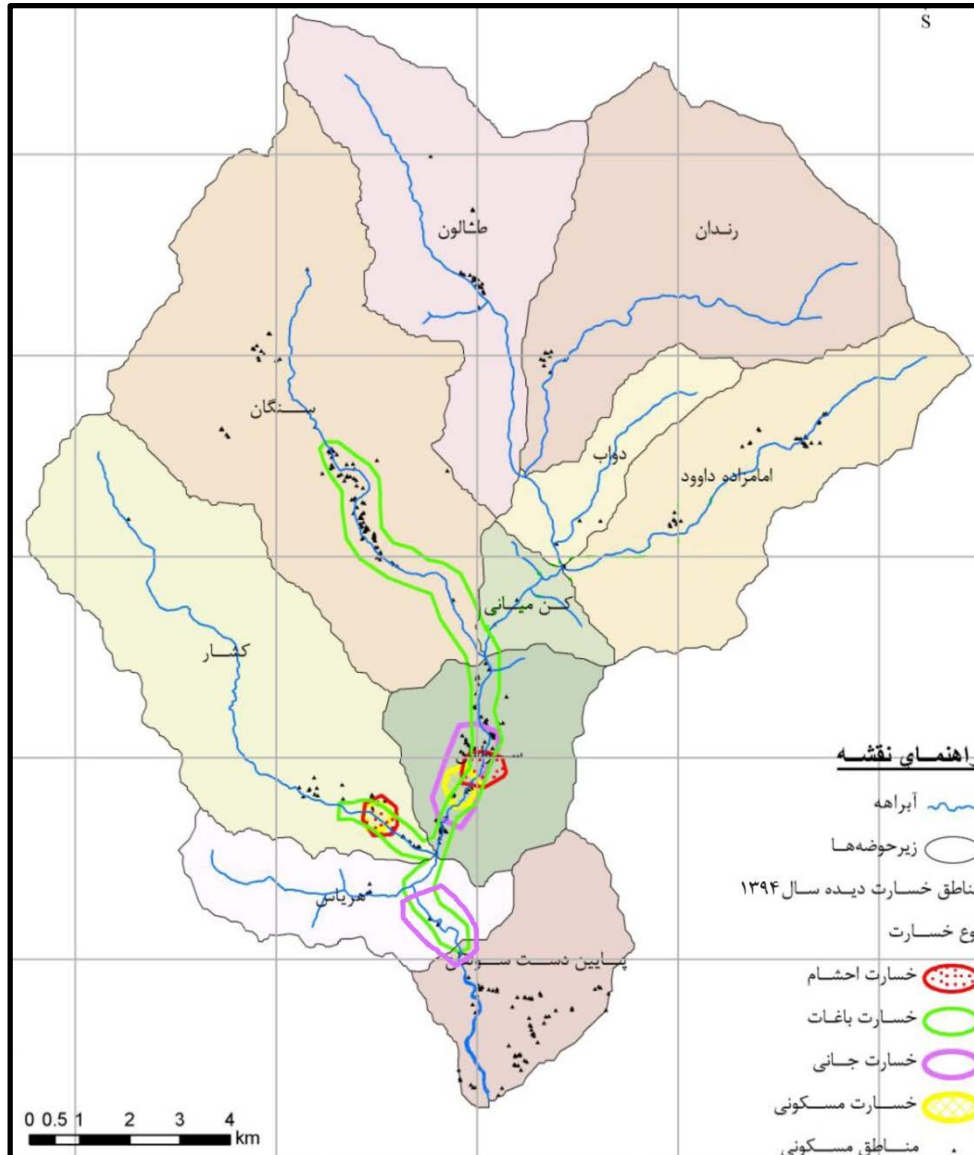
## سیل های منجر به حادثه در حوضه کن

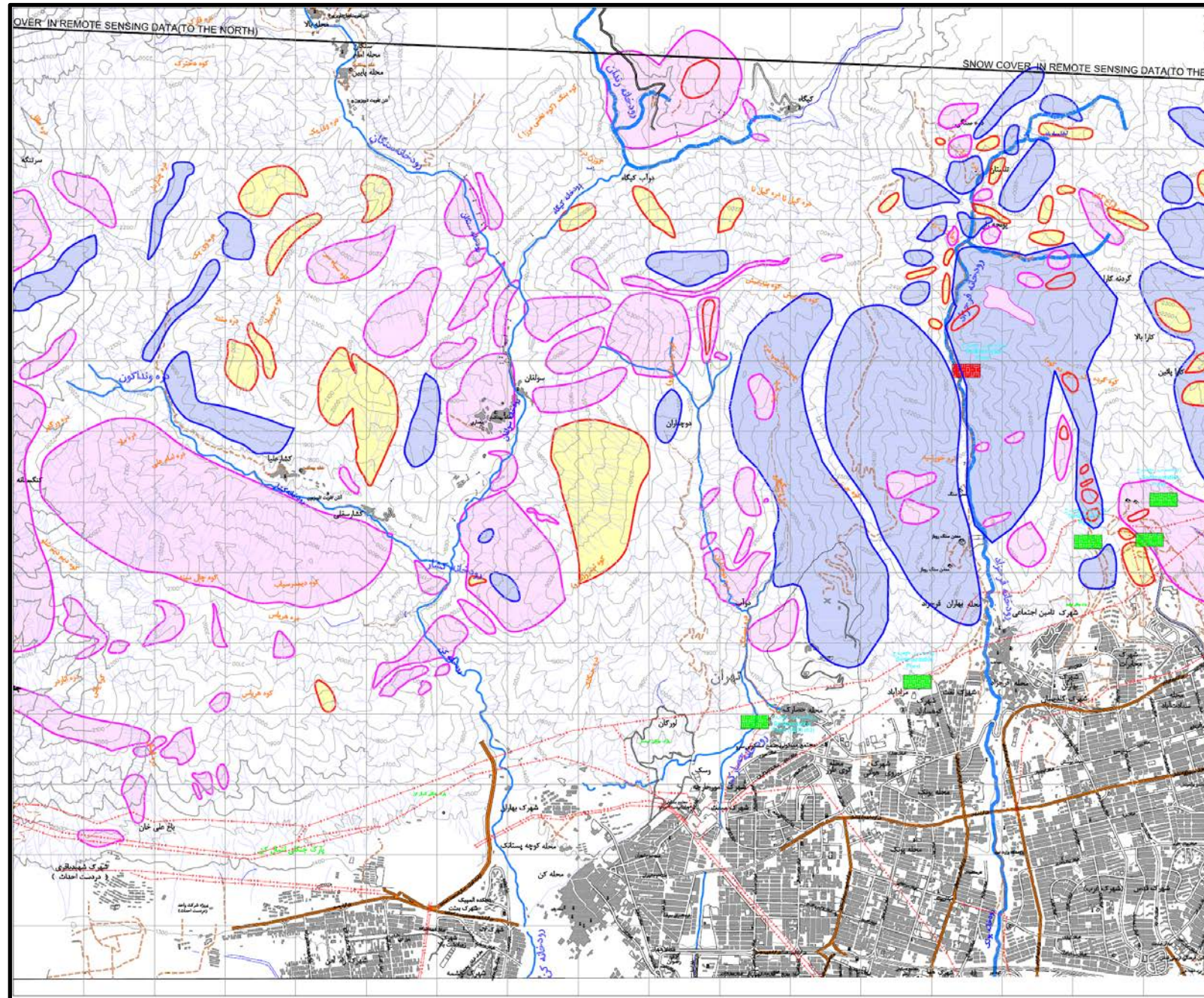
ردیف	تاریخ سیل	شاخه / سرشاخه	بزرگای سیل (cms)	میزان تلفات جانی (نفر)	توضیحات
۱	۱۳۳۳/۰۵/۰۶	امامزاده داوود	۱۰۰	۲۰۰۰	همراه خسارت مادی
۲	۱۳۳۴/۰۳/۱۸	NA	NA	۳	همراه خسارت مادی
۴	۱۳۶۰/۰۵/۰۳	سولقان	NA	۵	همراه خسارت مادی
۶	۱۳۷۴/۰۲/۰۳	سولقان	۳۴۵	۵	همراه خسارت مادی
۷	۱۳۷۵/۰۱/۱۵	سولقان	۹۰	---	همراه خسارت مادی
۷	۱۳۹۱/۰۸/۲۴	کن	۲۵۰	---	تخریب پل بزرگراه فتح
۸	۱۳۹۴/۰۴/۲۸	کن	۱۴۱	۱۷	همراه خسارت مادی
۹	۱۴۰۱/۰۵/۰۶	امامزاده داوود	۲۰	۱۸	همراه خسارت مادی

پهنه بندی خسارت سیل ۱۳۹۴ رودخانه کن

(۱۷ کشته)

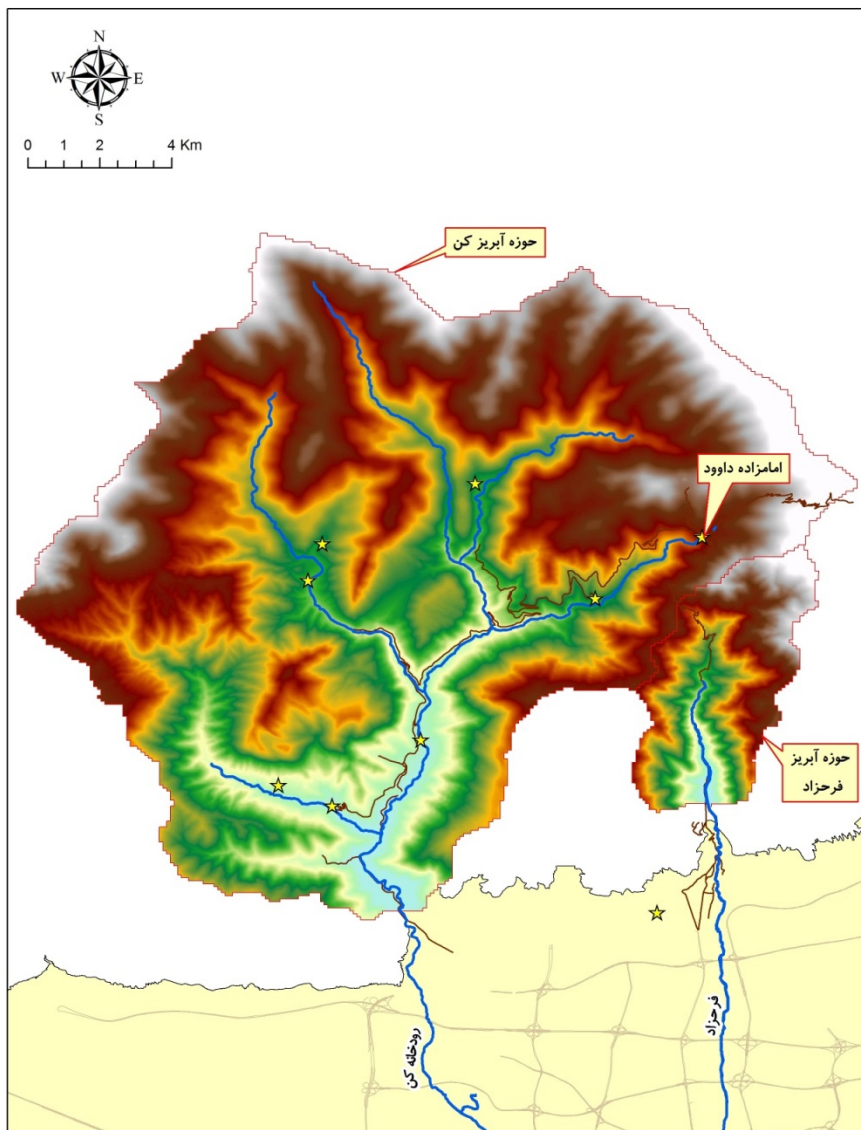
# سیل ۹۴ رودخانه کن



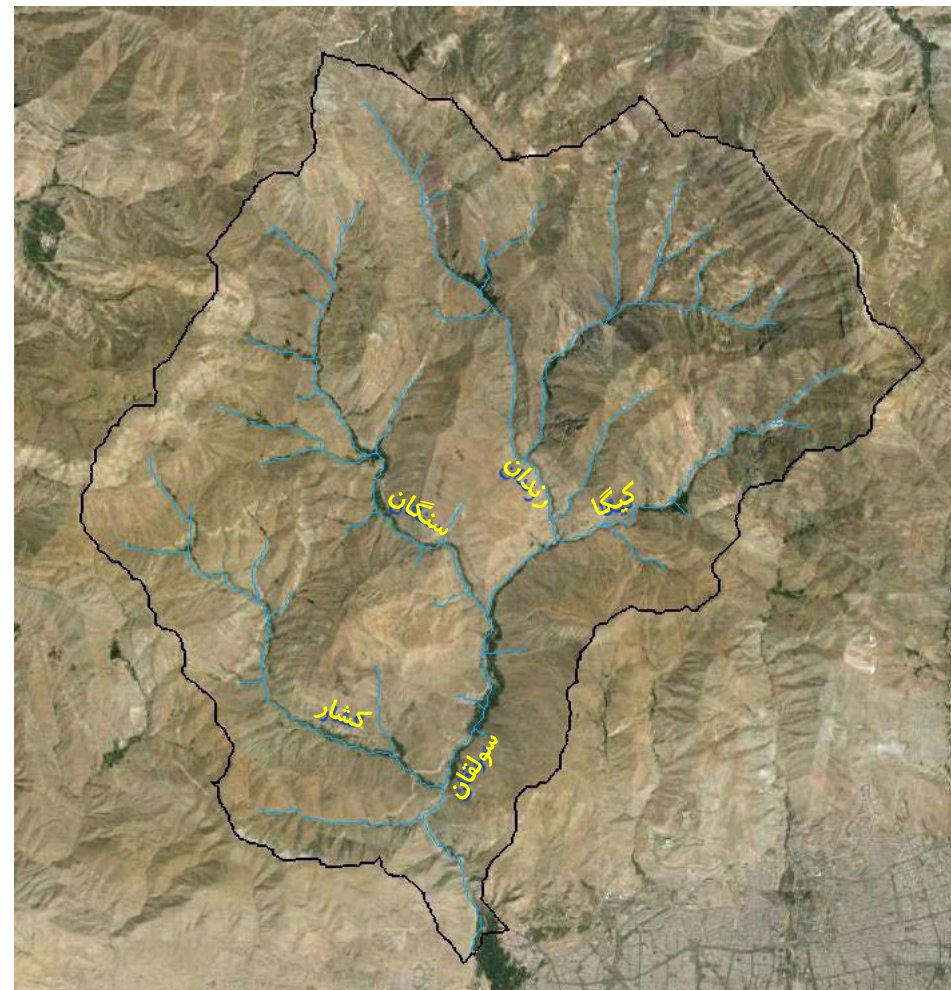


پهنه‌بندی حوضه‌های بالادست شهر تهران (فرحزاد و کن) براساس پتانسیل تولید سیل واریزه‌ای. پهنه‌های زردرنگ پهنه‌هایی هستند که پتانسیل تولید واریزه و ایجاد سیل واریزه‌ای را دارند. پهنه‌های آبی-رنگ و صورتی‌رنگ نیز به ترتیب نشان‌دهنده پتانسیل منابع درشت-دانه و ریزدانه هستند.

## محدوده بارش

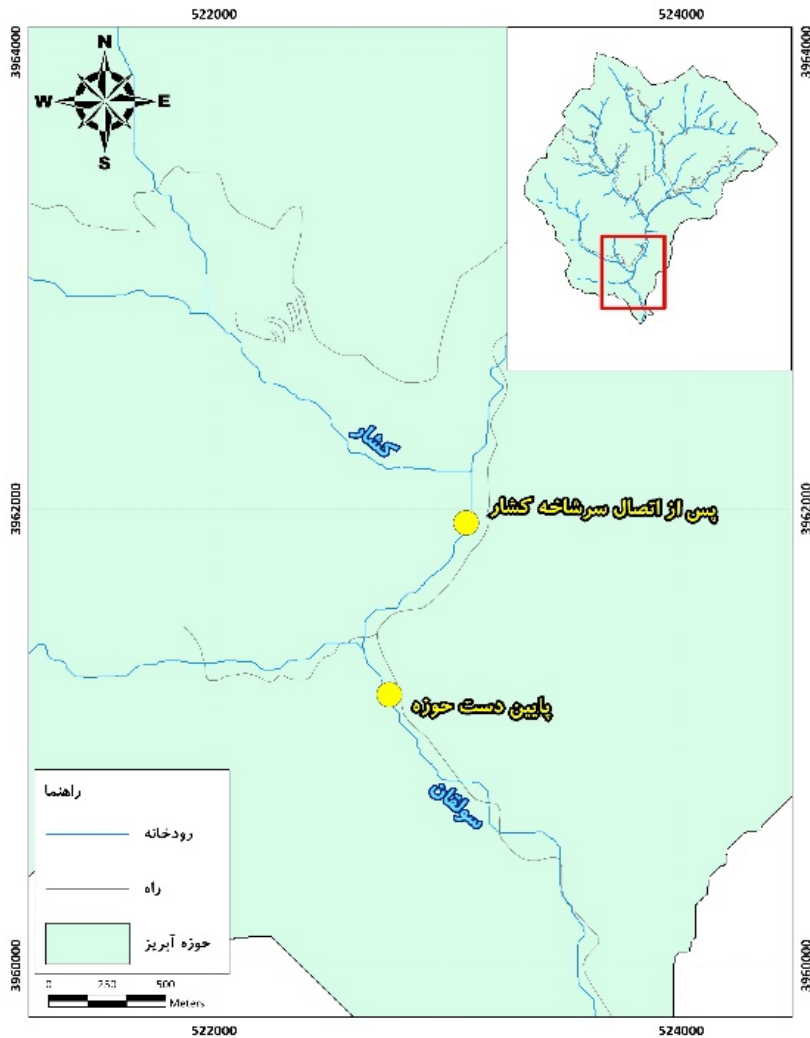


## سرشاخه های کشار - سنگان - رندان - کیگا



## شاخه اصلی رودخانه کن

عمده خسارات جانی در این بخش از رودخانه کن اتفاق افتاده است. جایی که مردم تهران برای گذراندن بعدازظهر روز تعطیل به کنار رودخانه رفته و بدون توجه به طوفان و بارش شدید باران محل را ترک نکرده‌اند.







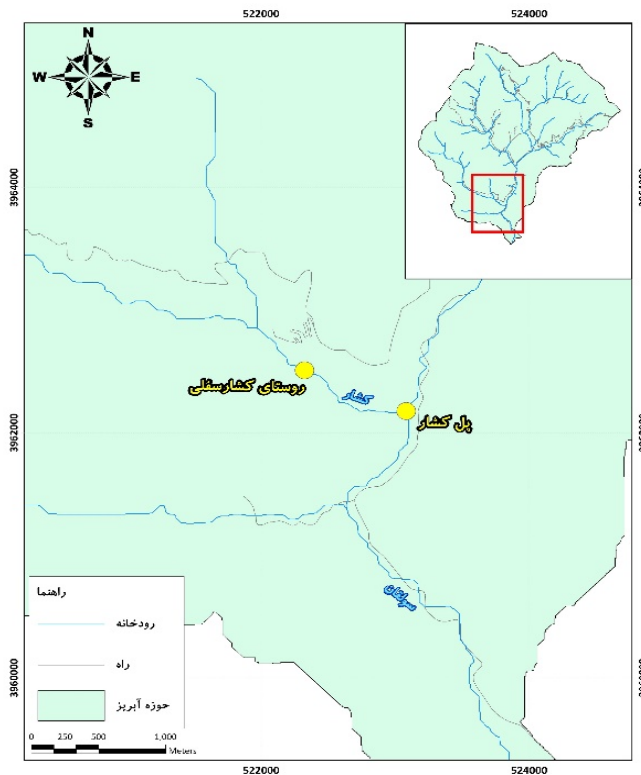
### پایین دست ورود شاخه کشار به رودخانه کن



آغاز پاکسازی جاده از رسوبات

## سرشاخه کشار

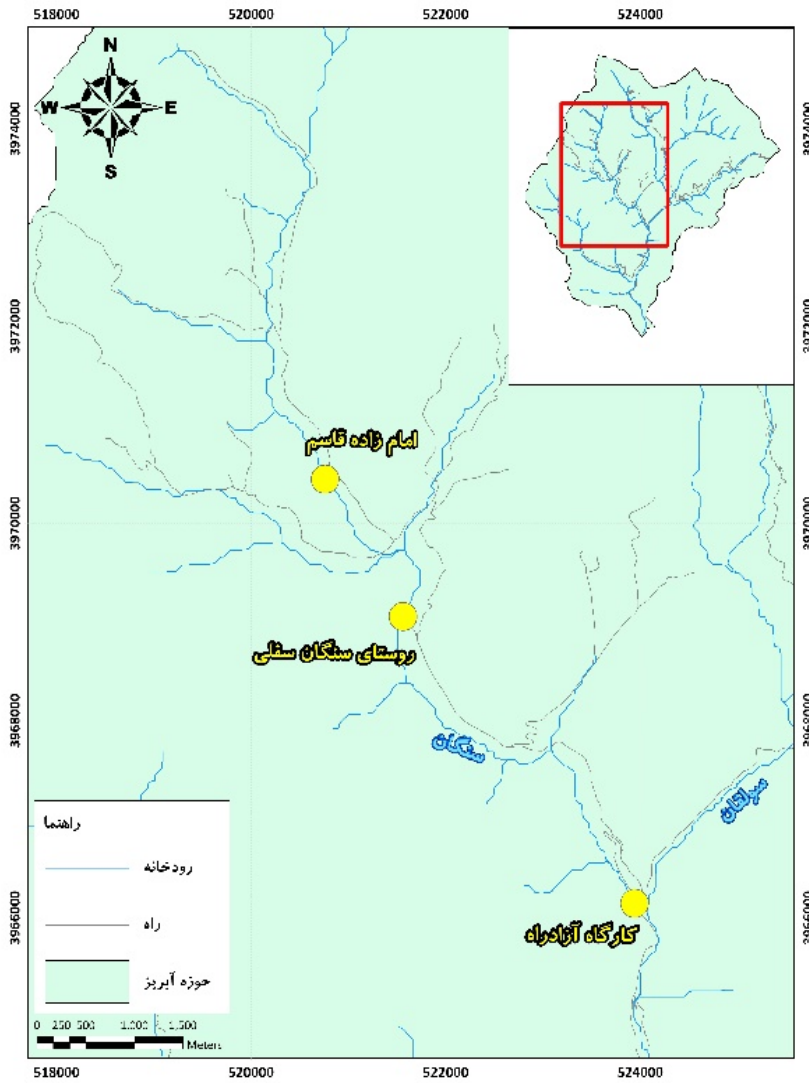
عمده خسارت در این محدوده مربوط به باغاتی است که در حریم رودخانه قرار داشته‌اند و غالباً در زمین‌های فاقد مشخصات ثبتی و سند واقع شده بودند.





# سرشاخه سنگان

عمده خسارت مربوط به  
باغاتی و یا مستحدثاتی  
است که در حریم  
رودخانه قرار داشته‌اند.





محدوده امامزاده قاسم سنگان



✓ وقوع سیلاب موجب شکسته شدن آب‌بند کارگاه شده و علاوه بر تخریب محوطه کارگاه، ماشین آلات و کانتینرهای موجود را نیز با خود به پایین دست حمل نموده و موجب مرگ تعدادی از کارگران شده است.



کارگاه آزاد راه تهران – شمال (تجمع واریزه ها در بالادست کارگاه)



# باغات روستای کشار سفلی





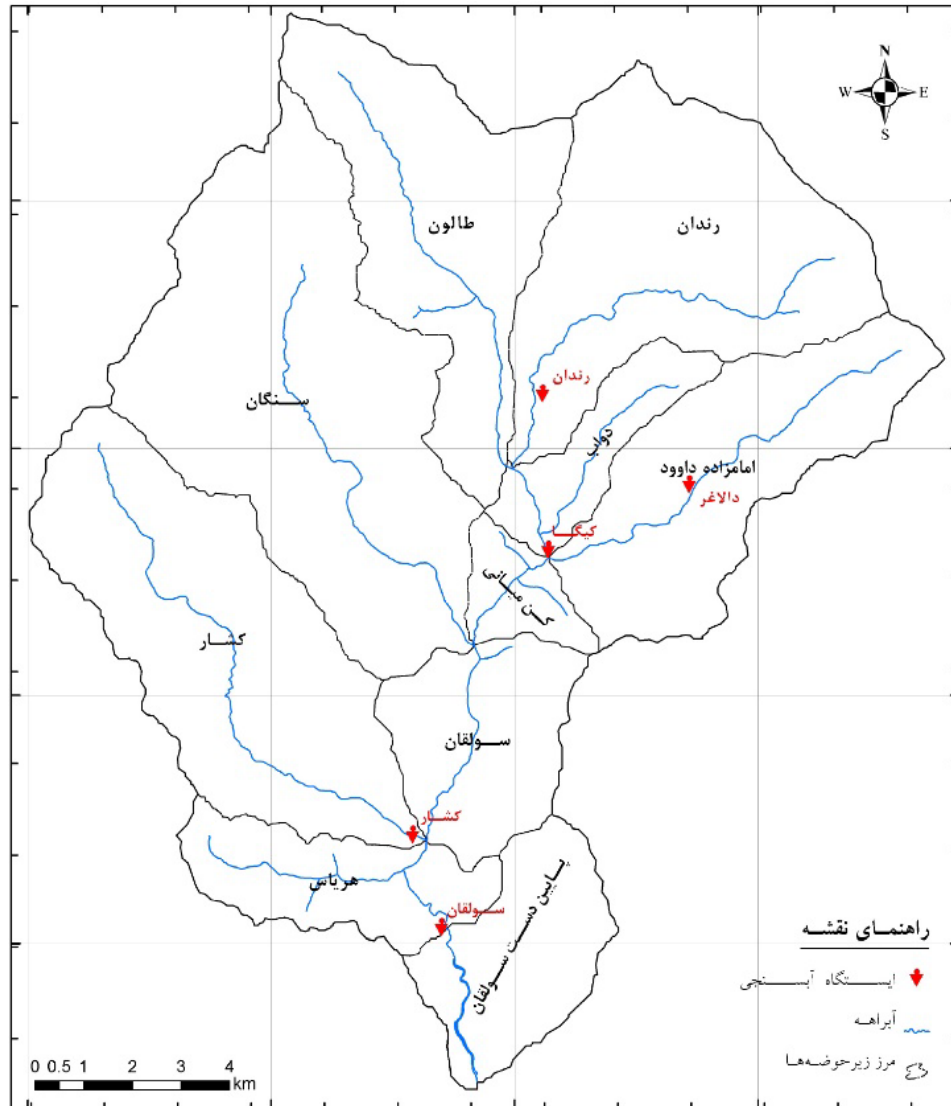
# سیل ۱۴۰۱ رودخانه کن

ساعتی پس از نیمه شب ششم مرداد ۱۴۰۱

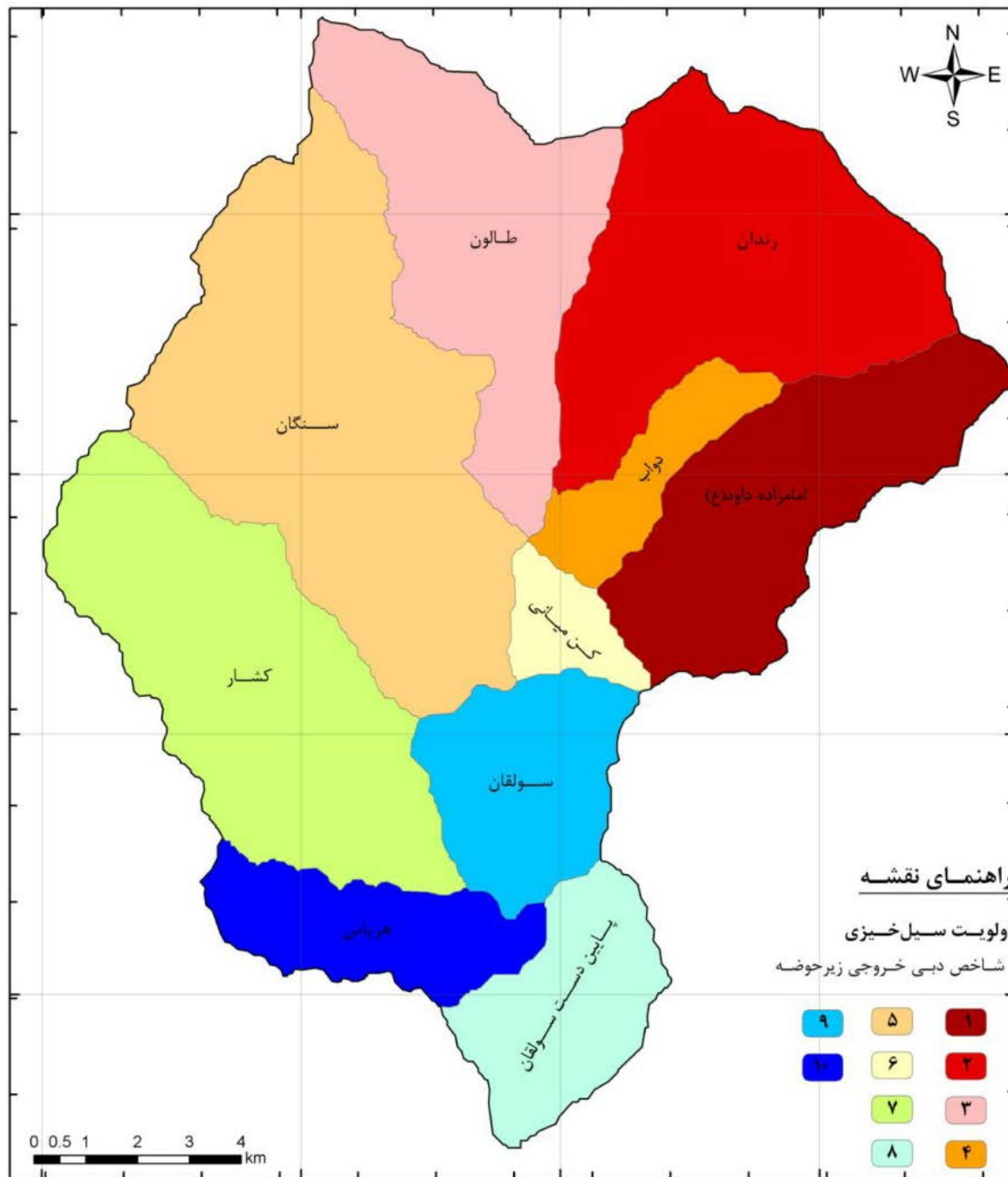
رگبار ۳۲ میلیمتری در ۳۸ دقیقه

معادل دوره بازگشت ۵۰ تا ۱۰۰ ساله حوضه آبریز امامزاده داود

مساحت زیرحوضه ۲۴ کیلومتر مربع با شیب متوسط ۵۷ درصد و زمان تمرکز ۸ دقیقه




## اولویت سیل خیزی زیرحوضه‌های رودخانه کن



راهنمای نقشه

کاربری

عرصه 

سایر 

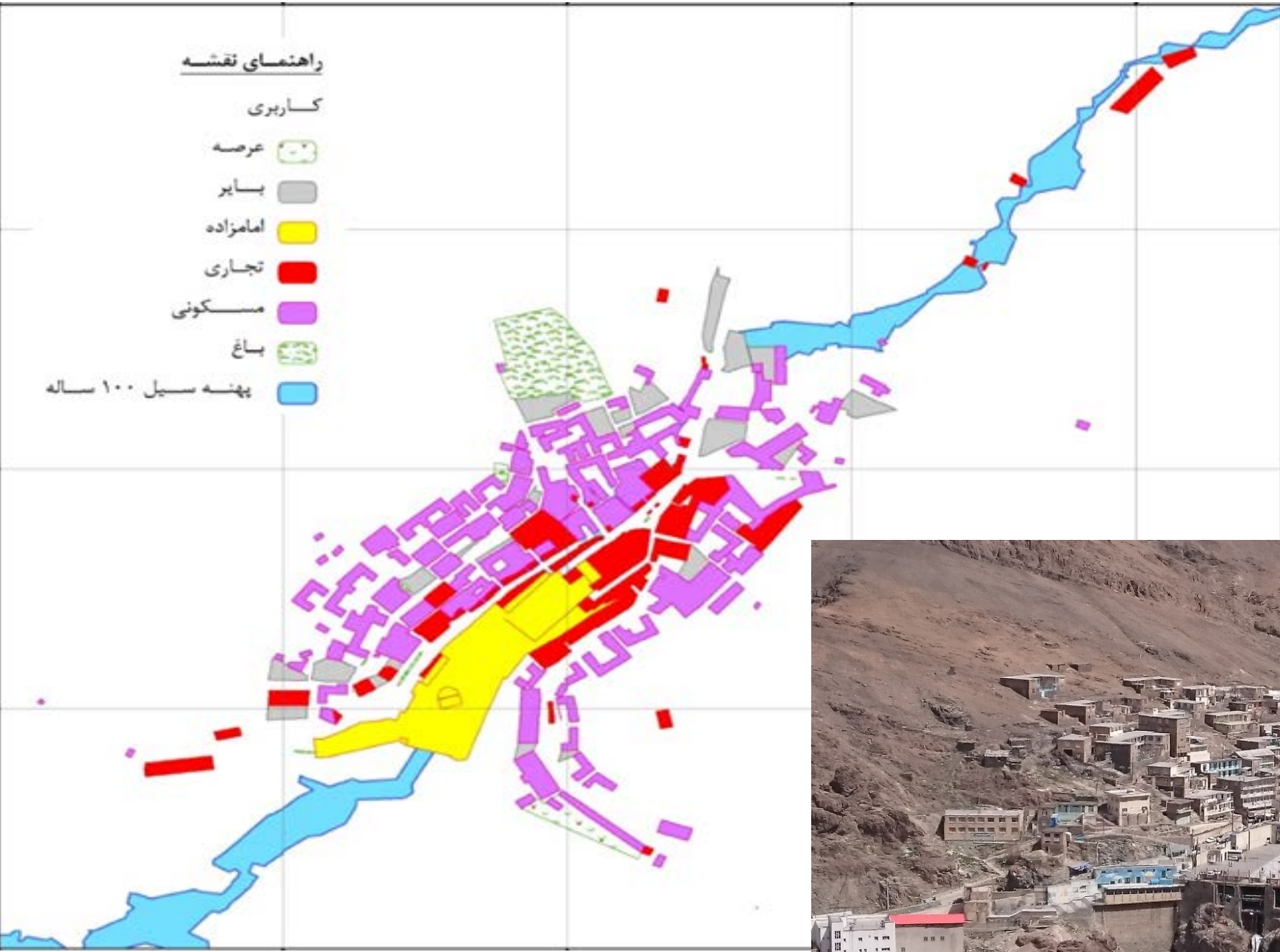
امامزاده 

تجاری 

مسکونی 

باغ 

پهنه سیل ۱۰۰ ساله 



نقشه پهنه‌بندی سیلاب رودخانه کن در محل امامزاده داوود



شهر بازی

محل عبور ماشینهای غرق شده  
به همراه واریزه ها در بیشانی  
سیل در ورود به بازارچه

بازارچه مسقف روی بستر رودخانه

شهر بازی

جاده امامزاده داوود

ایستگاه آبشار

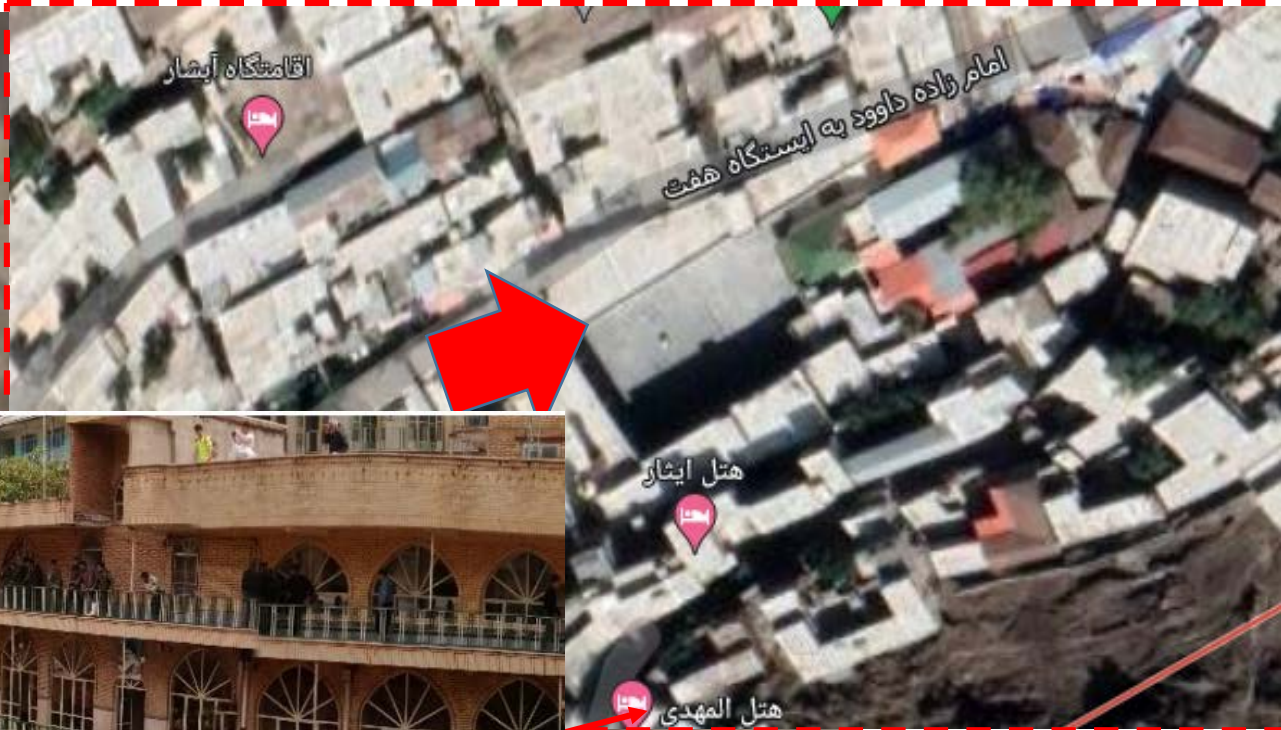
پارک

اوود به ایستگاه

محل امامزاده



# در حادثه امامزاده داوود چه شد؟



# در حادثه امامزاده داوود چه شد؟



# در حادثه امامزاده داوود چه شد؟

## عدم مدیریت حادثه



امداد رسانی نایمن



تجمع نامناسب نیروها



دپوی بی استفاده  
تجهیزات



تراکم خودروها و  
نیروهای غیر ضرور

# در حادثه امامزاده داوود چه شد؟

کانال امکان عبور سیلاب ناگهانی با دوره بازگشت ۵۰۰ سال را داشت (۳۶ متر مکعب بر ثانیه)

اما در مقابل سیل واریزه ای با دوره بازگشت کمتر از ۱۰۰ سال تاب نیاورد

بازارچه و صحن امامزاده در حریم رودخانه قرار داشت

اخطار به موقع جهت تخلیه محل داده نشد

پراکندگی و ضعف در مدیریت حادثه