

مروری بر چالش‌های فنی و مدیریتی هشدار سیل در ایران

مطالعه موردی هشدار سیل قمرود

1

سید محمدعلی بنی‌هاشمی

دانشگاه تهران

آبان ۱۴۰۲

مشخصات پروژه

2

عنوان پروژه: سامانه هشدار سیل قمرود- فاز اول

کارفرما: شرکت سازه پردازی ایران- مدیر پروژه: مهندس نام‌درست

کارفرمای اصلی: شرکت آب منطقه‌ای استان قم

تاریخ قرارداد: ۱۳۹۰- مدت قرارداد، ۱۸ ماه

- مدل هواشناسی- موسسه ژئوفیزیک: خانم دکتر تقوی، آقای دکتر قادر
 - مدل هیدرولوژی- دانشکده مهندسی عمران: خانم دکتر زهرایی، آقای دکتر ناصری
 - مدل هیدرولیکی- دانشکده مهندسی عمران: بنی هاشمی، مهندس کرمی
 - سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری- دانشکده مهندسی عمران: خانم دکتر زهرایی، دانشکده علوم مهندسی: آقای مهندس جوان
 - برنامه واکنش فوری- دانشکده محیط زیست: آقای دکتر نظریه‌ها، دکتر گیوه چی
 - سامانه هشدار: آقای مهندس اصغری نژاد، آقای دکتر مظاهری (آزاد)
- چالش: نیاز به کار تیمی (یکی از ضعف‌های ما ایرانیان)، نیاز به تخصص‌های مختلف
- چالش: اختلاف بین بخش‌های مختلف دولت در خصوص این که چه کسی حق دارد کارفرمای هشدار سیل باشد.

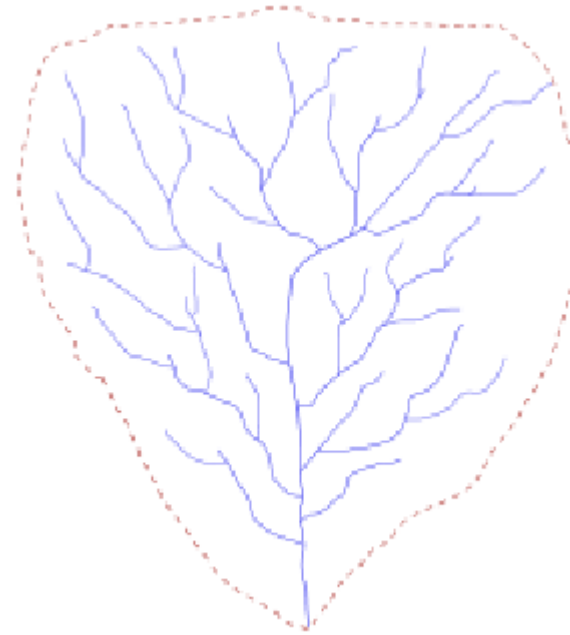
مقدمه - تعریف انواع سیل (آب مازاد مزاحم)

3

- ✓ رودخانه‌ای **Fluvial** - طغیان رودخانه - بدنه آبی **water body**
- ✓ ساحلی **Coastal** - طغیان دریا، دریاچه - بدنه آبی **water body**
- ✓ شهری **Urban** - بارش مازاد بر ظرفیت سیستم جمع آوری آبهای سطحی
- ✓ صحرایی / روستایی **Pluvial** - بارش مازاد بر ظرفیت زهکش‌های طبیعی
- ✓ ناگهانی **Flash** - وقوع سریع با زمان عکس العمل کم یا صفر!
- ✓ شکست یا عملکرد سازه‌ها
- ✓ بالا آمدن سطح آب زیرزمینی

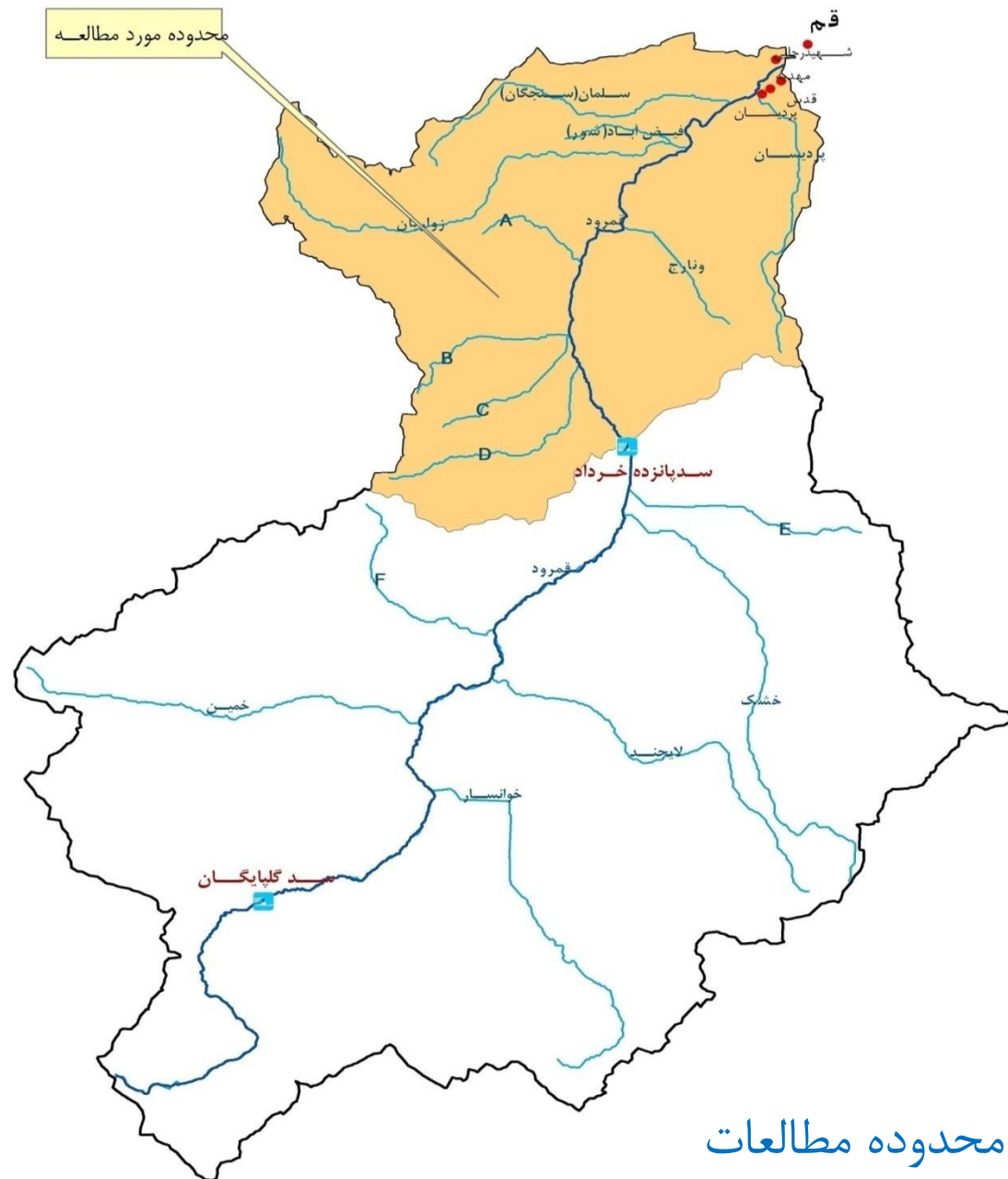
چالش: مداخله برخی از انواع سیل با یکدیگر و ابهامات مدیریتی در تفسیر شرح خدمات

4

[illegible]

❖ ۳۰۵۰ نقطه در حال برگزاری مناقصه

5



چالش: توافق با کارفرما در خصوص محدوده مطالعات

شهر قم، شهرک پردیسان، شهرک مهدیه، شهر سلفچگان

سه حالت سیلابی کاملاً مجزا در شهر قم:

- ۱- جاری شدن آب در کف رودخانه و سیلابی نمودن خیابان و پارکینگ تعبیه شده در **بستر رودخانه**
- ۲- پر شدن **مقطع رودخانه** در بازه شهری و آبرفتگی مناطق شهری ناشی از آن
- ۳- آبرفتگی ناشی از عدم کفایت ظرفیت **سامانه جمع آوری آب باران**

در سه نقطه هدف دیگر وضعیت مشابه حالت سوم سیلاب در شهر قم است

چالش: تعیین نقاط هدف متناسب با داده های موجود و سایر ملاحظات

رودخانه یا بلوار قمرود!

7





چالش: تخلیه زهکش های شهری به قمرود و اثر پذیری سامانه جمع آوری آب باران شهری از وضعیت قمرود

بلوار زائر - ۱۰ فروردین ۱۳۸۸



چالش: فشار بارگذاری های شهری به رودخانه ها عبوری از شهر. ظرفیت رودخانه در مواقع خشک وسوسه انگیز است

رودخانه قمرود- ۱۱ فروردین ۱۳۸۸

10



چالش: بازگشت صاحب خانه از سفر!

سیل فروردین سال ۸۸

11



تصاویر هوایی شهر قم - سیل سال ۸۸

12

پل های راه آهن و ۹ دی - مصلی



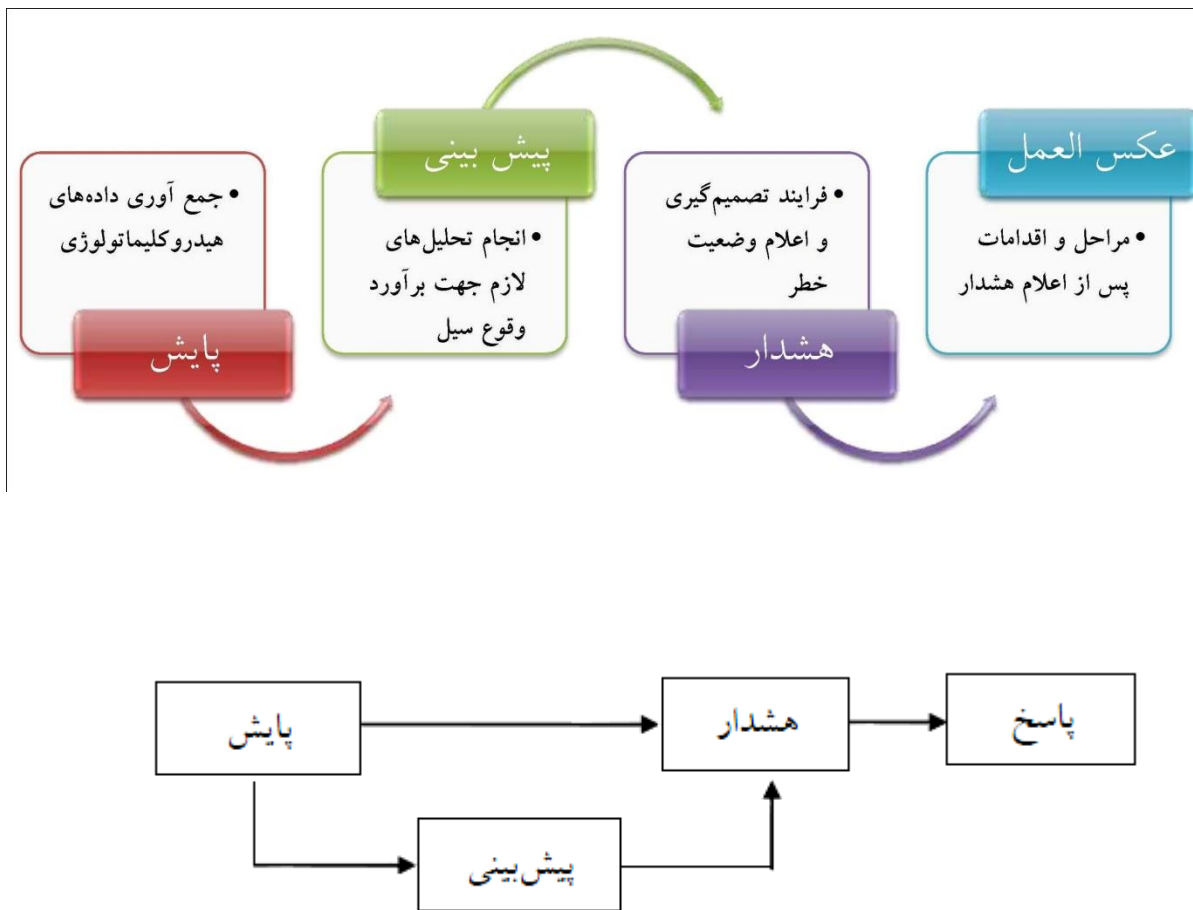
پل آهنچی - حرم

1. تشخیص خطر و مشخصات آن

- دریافت اطلاعات وضعیت در زمان حال – سامانه پایش (و انتقال داده ها)
- پایش بینی وضعیت در زمان آینده – سامانه پایش بینی
- ارزیابی وضعیت در زمان آینده – سامانه پشتیبانی تصمیم گیری
- تشخیص نوع عکس العمل مناسب – تصمیم گیری (ساختار تشکیلاتی)

2. صدور هشدار – سامانه هشدار

3. برنامه واکنش اضطراری



فلسفه کلی سامانه هشدار سیل قمرود برای پیش بینی

15

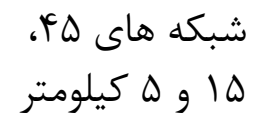
✓ پیش بینی **قبل از زمان وقوع** بر اساس مدلسازی - زمان پیش هشدار در حد چند روز

✓ پیش بینی بر اساس داده های بارش **زمان وقوع** - زمان پیش هشدار در حد یک روز یا کمتر (زمان تمرکز حوضه)

✓ پیش بینی سیل در نقاط هدف بر اساس داده های سیل **مشاهده شده** در رودخانه - زمان پیش هشدار در حد چند ساعت

مطالعات پیش‌بینی بارش مدل هواشناسی

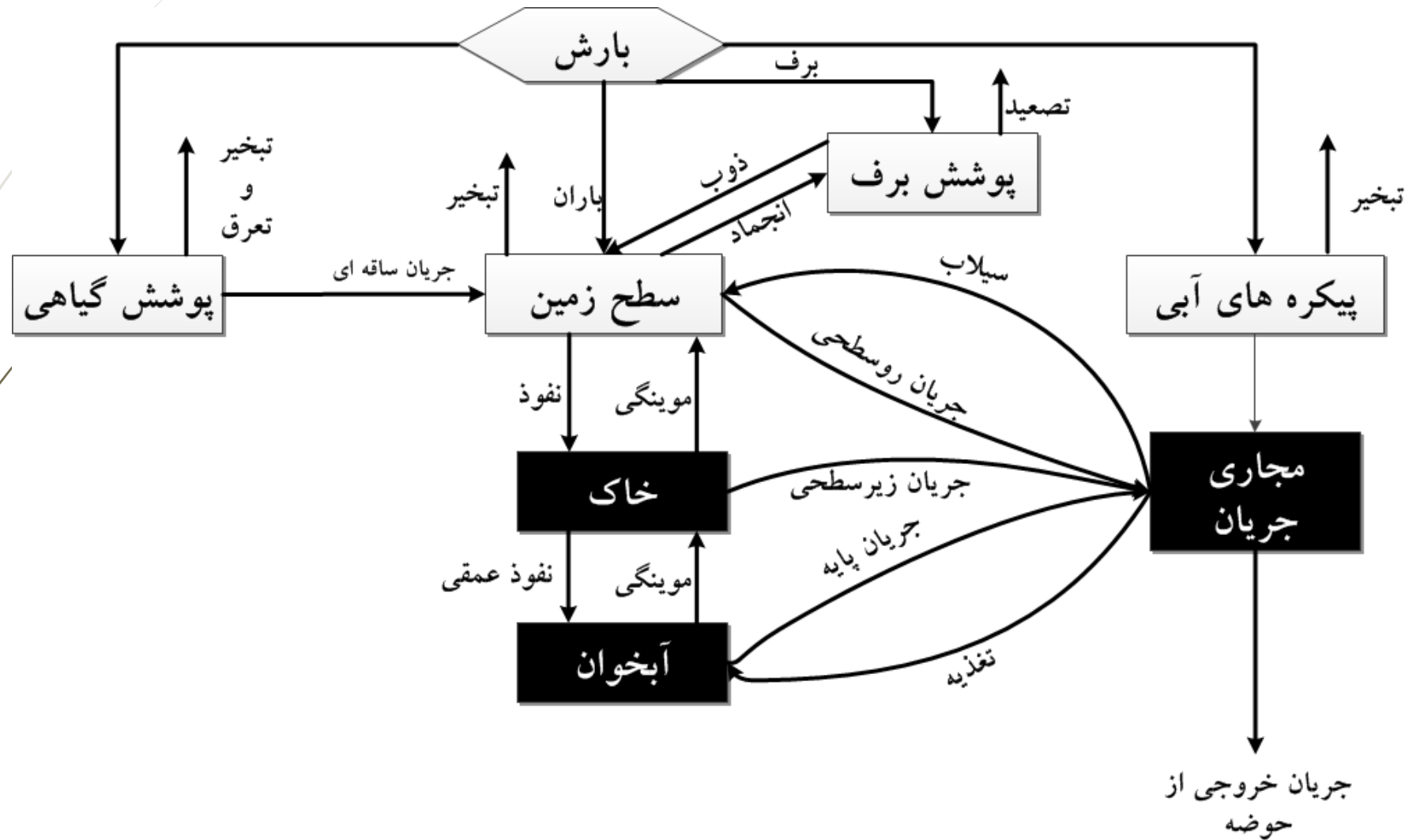
- ❖ بررسی مدل‌های مختلف پیش‌بینی هواشناسی
- ❖ بررسی تجارب موجود در کشور و ارزیابی دقت پیش‌بینی‌های هواشناسی متداول در کشور
- ❖ بررسی امکان تدقیق نتایج پیش‌بینی‌های هواشناسی با توجه به شرایط و امکانات ایران
- ❖ انتخاب بهترین مدل با توجه به اطلاعات قابل دسترس و اعتبار مدل
- ❖ تهیه و تنظیم بهترین پیکربندی در مدل پیش‌بینی هواشناسی، WRF
- ❖ تهیه اطلاعات مورد نیاز برای واسنجی-کالیبراسیون مدل
- ❖ واسنجی مدل و آماده‌سازی آن جهت استفاده در حوضه قمرود
- ❖ ارزیابی و راست آزمایی مدل بر اساس رخداد های سیل واقعی



مدلسازی بارش - رواناب

سیستم بارش و رواناب در سطح حوضه

20



➤ برای رویدادهای کالیبراسیون، ۵ پارامتر اصلی مدل به همراه پارامتر ضریب مقیاس ایستگاه به طور یکسان در تمام رویدادها و پارامتر متناظر شرایط اولیه رطوبت خاک برای هر رویداد به عنوان پارامترهای کالیبراسیون تنظیم شدند.

➤ از الگوریتم ژنتیک برای بهینه سازی تابع هدف کالیبراسیون استفاده شده است.

➤ در نهایت عملکرد پارامترهای کالیبره شده در مرحله کالیبراسیون برای رویداد صحت سنجی ارزیابی شد.

روندیابی سیل در رودخانه تعیین مناطق آبگرفته



✓ مدل‌سازی هیدرولیکی سیلاب ناشی از :

• شکست سد

• در یک روز سیلابی (حداکثر سیلاب محتمل)

• در یک روز آفتابی (تراز نرمال مخزن سد)

• سرریز سد

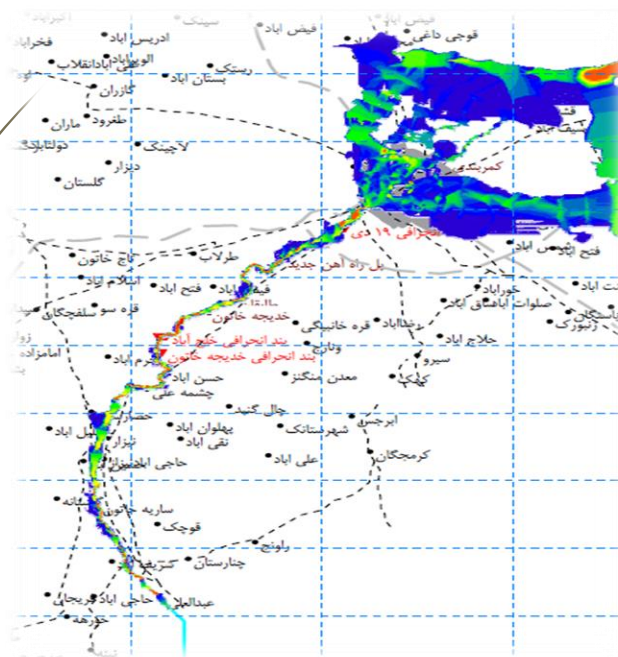
• سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰۰۰ ساله

• سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله

• سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله

...

• جریان سیلاب رودخانه‌ها



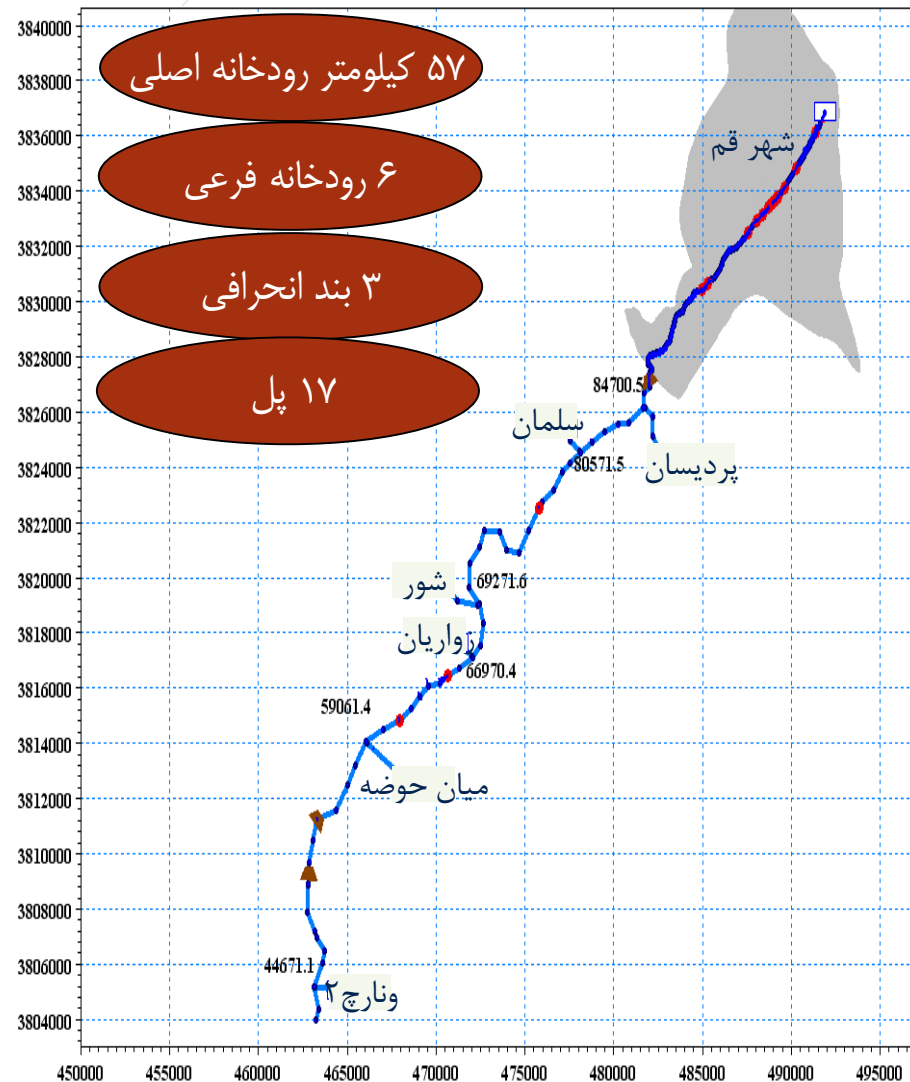
✓ تهیه نقشه‌های آبگرفتگی سیلاب‌های مختلف

✓ بررسی زمان رسیدن سیلاب، مدت زمان آبگرفتگی،
و عمق و سرعت جریان در نقاط کلیدی پایین دست

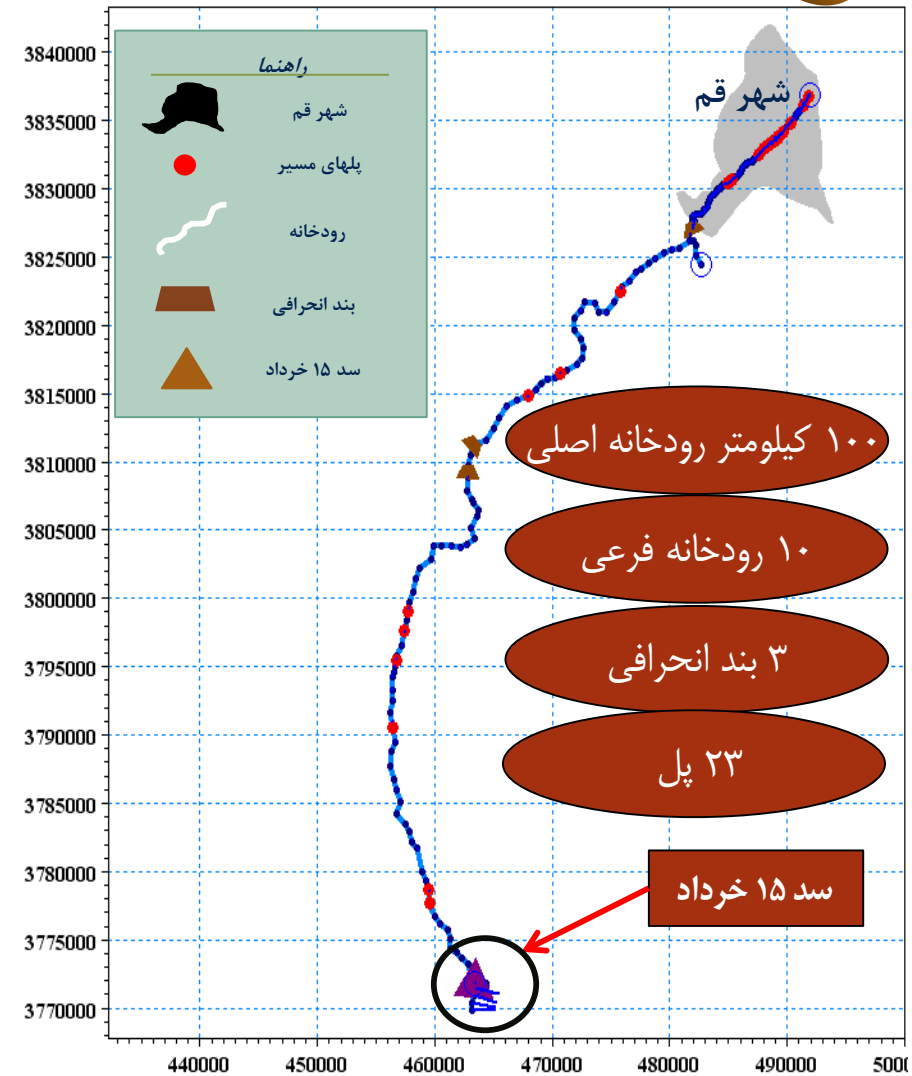
برپایه مدل هیدرولیکی محدوده مورد مطالعه

24

1 مدل هیدرولیکی روندیابی سیلاب رودخانه قمرود

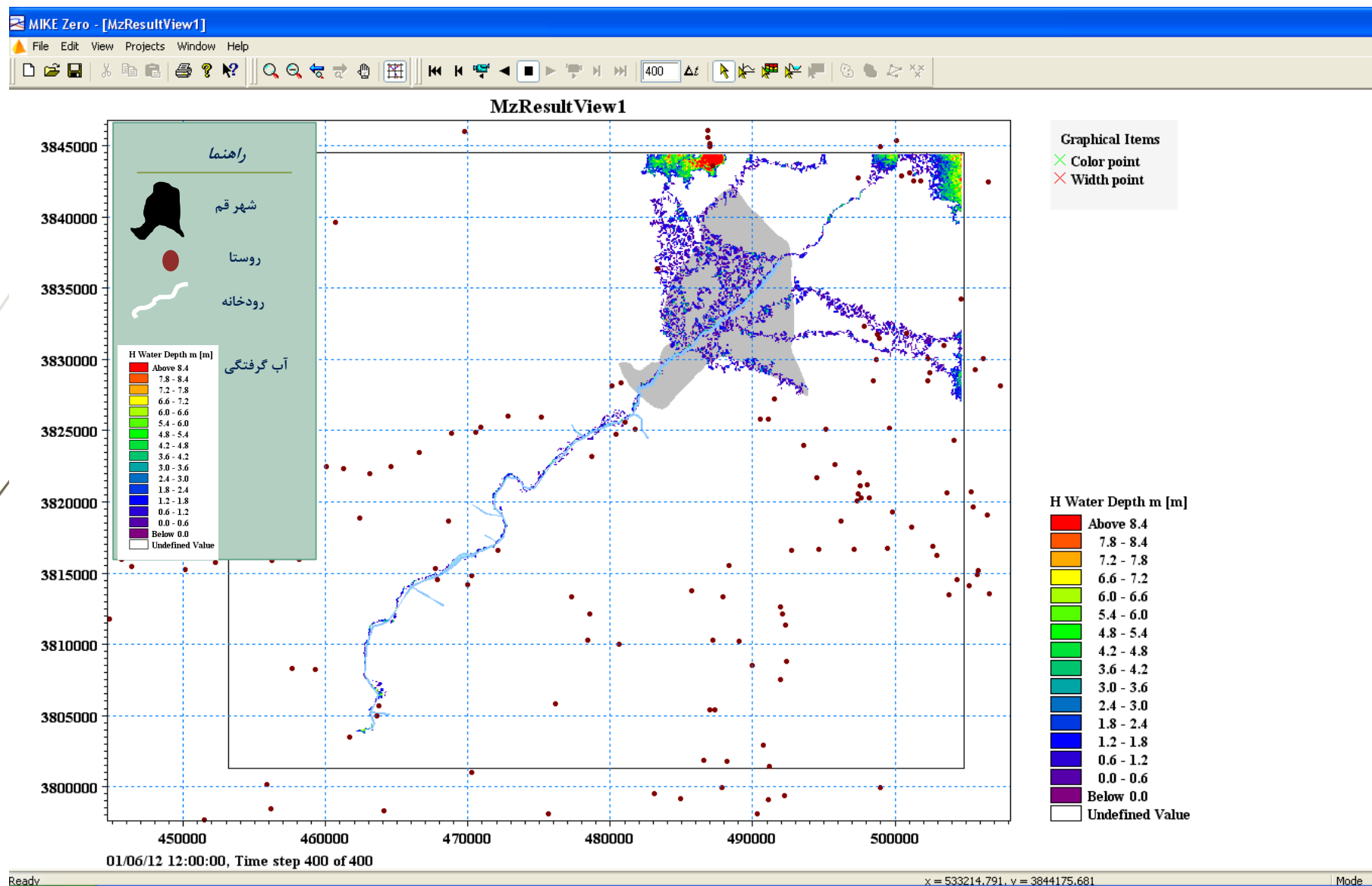


2 مدل هیدرولیکی شکست سد قمرود



نقشه آب گرفتگی محدوده مورد مطالعه در سیلاب ۱۰۰ ساله

25



سیستم پشتیبانی
در تصمیم گیری
برای هشدار
سیلاب

سیستم‌های پشتیبانی در تصمیم‌گیری از سه مولفه اصلی به شرح زیر تشکیل شده‌اند:

۱- سیستم مدیریت اطلاعات (DBMS)
Database Management System

۲- سیستم مدیریت مدلها (MBMS)
Model-base Management System

۳- سیستم مدیریت ارتباط با کاربر (DGMS)
Dialog Generation Management System

- داده های خروجی مدل هواشناسی
- داده های ورودی و خروجی مدل بارش - رواناب
- داده های ورودی و خروجی مدل روندیابی سیلاب
- نقشه های آب گرفتگی مربوط به شبیه سازی های انجام شده با استفاده از مدل روندیابی سیل برای سیلابهای مختلف
- داده های مربوط به تصمیم گیری در مورد سطوح هشدار

- مدل هواشناسی
- مدل بارش - رواناب
- مدل روندیابی سیلاب
- مدل تصمیم گیری در مورد سطح هشدار با توجه به نتایج مدل‌های سه گانه فوق

- هدف اصلی این مولفه از سیستم‌های پشتیبانی در تصمیم‌گیری، افزایش سطح بهره‌وری کاربر در استفاده از سیستم می‌باشد.
- در واقع ارتباط کاربر با سیستم پشتیبانی در تصمیم‌گیری تنها از طریق این مولفه صورت می‌گیرد و به همین دلیل از اهمیت خاصی در افزایش کارایی آن در زمان واقعی برخوردار است.
- در ارتباط با نحوه ارائه اطلاعات به کاربر، شیوه‌های مختلفی با استفاده از جداول، نمودارها و آیکون‌ها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

- **شبیه سازی خودکار:** شامل اجرای خودکار مدل‌های هواشناسی، بارش - رواناب و هیدرولیکی و نهایتاً تعیین سطح هشدار
- **شبیه سازی دستی:** شامل دو بخش زیر:
 - **اجرای دستی مدل‌های بارش - رواناب و هیدرولیکی (در صورت استفاده از داده های مشاهداتی بارش یا سایر پیش بینی های بارش)**
 - **اجرای دستی مدل هیدرولیکی (در صورت استفاده از داده های مشاهداتی رواناب در ایستگاه های بالادست یا داده های پیش بینی شده رواناب از سایر مدلها)**

نتایج شبیه سازی خودکار

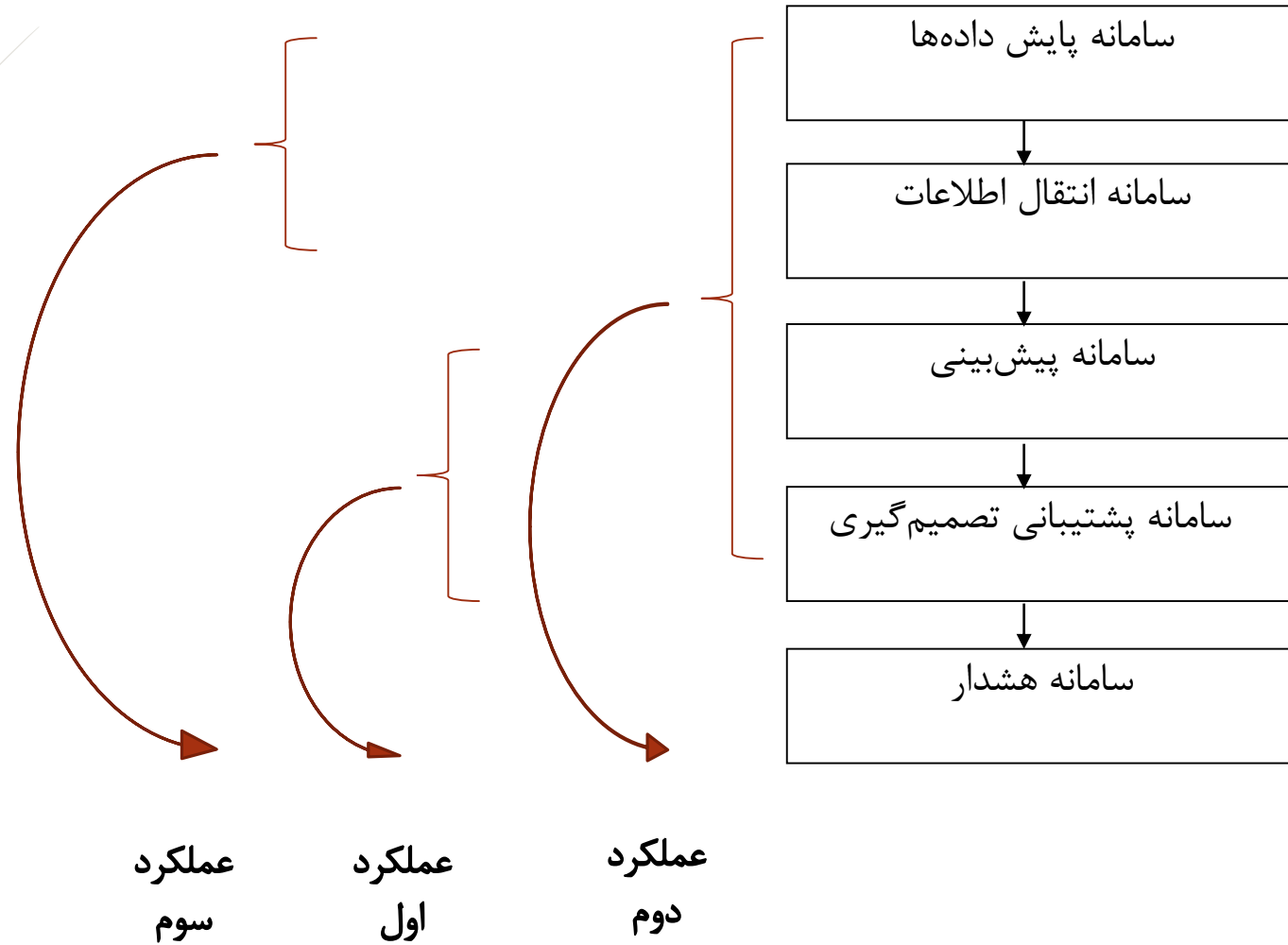
32



- **سطح یک:** احتمال آب گرفتگی در پارکینگ ها (دبی پیک یکی از هیدروگراف های مقاطع بحرانی منتخب در شهر بیش از ۸ متر مکعب در ثانیه پیش بینی شود)
- **سطح دو:** آب گرفتگی پارکینگ ها (دبی پیک یکی از هیدروگراف های مقاطع بحرانی منتخب در شهر بیش از ۱۰ متر مکعب در ثانیه پیش بینی شود)
- **سطح سه:** آب گرفتگی منطقه شهری (براساس نتایج دو بعدی مدل هیدرولیکی نقاط غیر بحرانی دچار آب گرفتگی شوند)
- **سطح چهار:** آب گرفتگی بحرانی در منطقه شهری (براساس نتایج دو بعدی مدل هیدرولیکی مناطق بحرانی دچار آب گرفتگی شوند)
- **سطح پنج:** آب گرفتگی در شهرک مهدیه (دبی پیک هیدروگراف خروجی مدل بارش - رواناب برای این حوضه از ظرفیت کانال جمع آوری سیلاب بیشتر باشد)
- **سطح شش:** آب گرفتگی در شهرک پردیسان (دبی پیک هیدروگراف خروجی مدل بارش - رواناب برای این حوضه از ظرفیت کانال جمع آوری سیلاب بیشتر باشد)
- **سطح هفت:** آب گرفتگی در شهر سلفچگان (دبی پیک هیدروگراف خروجی مدل بارش - رواناب برای این حوضه از ظرفیت ایمن رودخانه در محدوده شهر بیشتر باشد)

طراحی فاز یک سامانه هشدار

- کلیات: سیستم آشکار ساز، سیستم مخابراتی، سیستم اعلان، توان مصرفی سیستم ها، حفاظت الکتریکی، امنیت
- اطلاعات و شرایط سایت
- فلسفه آشکارسازی
- معیارهای طراحی سیستم کنترل
- معیارهای طراحی سیستم تله متری
- معیارهای طراحی تجهیزات الکترونیکی
- کدها و استانداردها



برنامه واکنش اضطراری EOP

برای یک سناریوی مشخص، مثل سیل ۱۰۰ ساله

- مبتنی بر نقشه های آبگرفتگی
- نمودار اطلاع رسانی در حد داخلی کارفرما و با توجه به قوانین بالادستی
- راهنمای تخلیه اضطراری
- طرح مناطق امن
- تقسیم مسئولیت ها در حد داخلی کارفرما با توجه به قوانین بالادستی
- اقدامات آمادگی
- تصویب برنامه توسط اداره کل مدیریت بحران استان
- هماهنگی با اداره کل مدیریت بحران برای تهیه برنامه های عمل مشابه در سطح شهر و استان با توجه به قوانین بالادستی

آخرین وضعیت عملیاتی - افتتاح ۱۳۹۵

39

مشکلات زیر
ساختی
خصوصا در
هنگام وقوع
بارش های
شدید

مولفه / جزء	وضعیت	توضیح
جمع آوری داده های ایستگاه های هواشناسی	✓	۵۰ ایستگاه هواشناسی خودکار - مشکل نگهداری
جمع آوری داده های ایستگاه های آب سنجی	✓	۱۰ ایستگاه سطح آب سنجی مستقل - مشکل نگهداری
مدل هواشناسی - WRF	✓	لینوکس
مدل بارش رواناب - HEC1	✓	محدود به ویندوز ۷
مدل هیدرولیکی - HEC-RAS		محدود به ویندوز ۷
سامانه پشتیبانی تصمیم گیری - مدیریت داده ها		نرم افزار جدید توسط کارفرما نوشته شده
سامانه پشتیبانی تصمیم گیری - مدیریت مدل ها		ارتباط به صورت دستی انجام می شود
سامانه پشتیبانی تصمیم گیری - مدیریت ارتباطات		
سامانه هشدار - تابلوها	✓	مشکل دزدیده شدن تجهیزات
سامانه هشدار - پیامک ها		داخلی
سامانه هشدار - آژیر		
برنامه واکنش فوری		

جدول و لیست آلارم‌ها

40

ردیف	نوع آلارم	توضیحات
۱	متن و پیامک	ارسالی به تلفن همراه مسئولین و در صورت نیاز به عموم
۲	متن و پیامک	ارسال به تابلوهای پیام‌نما در سطح شهر
۳	آژیرها	ارسال هشدار به آژیرهای نصب شده در سطح شهر و مراکز با احتمال خط بالا
۴	اعلان خبر صوتی	پخش آگهی و اطلاعیه از سیستم‌های صوتی نصب شده در محدوده حرم، پارکینگ‌ها و مراکز با خطر بالا

چالش‌ها

- شناخت ریسک، آنالیز ریسک، ارزیابی ریسک (بزرگی سیل، احتمال وقوع، آسیب پذیری، پیامدها/ تهدیدها، اثرات، پیامدها)
- شناخت سیل: بررسی سوابق تاریخی، مصاحبه با مردم و بازدید از مناطق آسیب دیده قبلی، استفاده از مدل های پیش بینی، دانش نخبگان
- مشکل فقدان داده های زمانی قابل اتکا
- نیاز به نقشه های دقیق و به روز با توجه به روند توسعه دینامیک مناطق شهری
- نیاز به نقشه های عوارض زمین، کاربری اراضی، خاک و مناطق در معرض خطر
- نیاز به پرسنل ماهر برای اجرای مدل ها و تحلیل نتایج

- عدم کفایت داده های اندازه گیری و مشاهده شده- پوشش ناقص ایستگاه های اندازه گیری
- مشکلات تاسیس، تجهیز و نگهداری ایستگاه ها
- نداشتن پرسنل مناسب- در بسیاری موارد دهقانان و کشاورزان
- مشکلات انتقال داده ها به مراکز مدیریت سیل
- مشکلات اندازه گیری پارامترها در هنگام وقوع سیل
- نداشتن آمارهای دراز مدت

استفاده از تکنولوژی های جدید نظیر رادار و سنجش از دور باران می تواند کمک کند
مشکلات بودجه- حتی در حد تامین هزینه سیم کارت های مودم در ایستگاه ها

- نیاز به بانک اطلاعات متمرکز و به روز برای استفاده مدل ها
- داده ها در بسیاری موارد ابتدا در فایل های نگهداری می شوند قبل از این که چند ماه بعد وارد سیستم شوند.
- کمبود پرسنل متخصص و آموزش دیده برای تحلیل داده ها و صدور هشدار
- معمولاً توجه مدیران به بخش عملیات نجات است تا بخش های آمادگی و پیش بینی
- مشکلات مربوط به دانش آسیب پذیری پایین دست، صدور هشدار، ظرفیت های پایین دست برای مقابله و آمادگی برای تخلیه

- کمبود متخصص پیش بینی هوا و بارش و مدلسازی های هواشناسی
- به طور خاص مشکلات پیش بینی های کمی (توزیع ساعتی بارش، چند میلی متر در هر ساعت)
- چالش قدیمی در ایران که متولی امر کیست. در قانون جدید مدیریت بحران سازمان هواشناسی مسئول شناخته شده است. همچنان شهرداری ها و وزارت نیرو فعالیت هایی دارند.
- مشکلات ریز مقیاس کردن، داشتن دانش کافی مدلسازی های هواشناسی، هیدرولوژیکی و هیدرولیکی، وجود اطلاعات مناسب، تعریف شرایط اولیه مناسب،
- انتخاب مدلهای مناسب که بتواند در زمان کوتاه جواب دهد.
- مشکلات اندرکنش مدل های چند گانه و مدیریت آنها

- حتی در صورت صدور به موقع پیام، لزوماً به دست همه مردم در معرض خطر نمی‌رسد.
- نیازمند صدور پیام های مناسب مخاطب در زمان مناسب هستیم.
- مشکلات قطع برق و اینترنت یا عدم دسترسی به صدا و سیما یا شبکه موبایل در مناطق دور دست و حتی مشکل استفاده از وب سایت ها
- نیاز به استفاده از روش های جایگزین نظیر بوق و آژیر
- مشکل تفسیر و فهم پیام های ارسال شده
- مقاومت برخی مردم در مقابل هشدارها و سختی ترک خانه و مزرعه
- عدم اعتماد به متولیان امر
- نیاز به مشارکت مردم

- عدم استقبال و آگاهی مردم از لزوم توجه به برنامه های آمادگی
- عدم کفایت آموزش، تمرین و مانور
- عدم کفایت برنامه های کلی تهیه شده در سطح کشور و نیاز به برنامه های خاص
- عدم اراده سیاسی کافی
- محدودیت های مالی و فنی
- عدم مشارکت مردم در تصمیم سازی ها
- ناهماهنگی بین دستگاهی
- فهم ناقص از ریسک
- زنجیره ناقص اطلاع رسانی
- محدودیت منابع برای مقابله

- فهم ناقص از ریسک
- زنجیره ناقص اطلاع رسانی
- محدودیت منابع برای مقابله
- اطلاع ناقص از مسیرهای تخلیه
- کمبود امکانات و زیر ساختها برای افراد تخلیه شده
- ترس از خسارت دیدن اماکن و اموال و دارایی های رها شده
- عدم اعتماد
- کمبود تجهیزات ایمنی برای افراد محاصره شده در سیل
- فقدان یا به روز نبودن برنامه های مقابله

- یادگیری ماشین و هوش مصنوعی
- سنجش از دور
- پیشرفت در مدلسازی های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی
- پیشرفت در مدلسازی های هواشناسی
- پیشرفت در محاسبات داده های حجیم و محاسبات ابری
- استفاده از فضای مجازی و شبکه های اجتماعی



با تشکر...