

# سامانه رودخانه‌ها

## مدیریت سیلاب

### روش‌های سازه‌ای - غیرسازه‌ای

(بخش دوم)

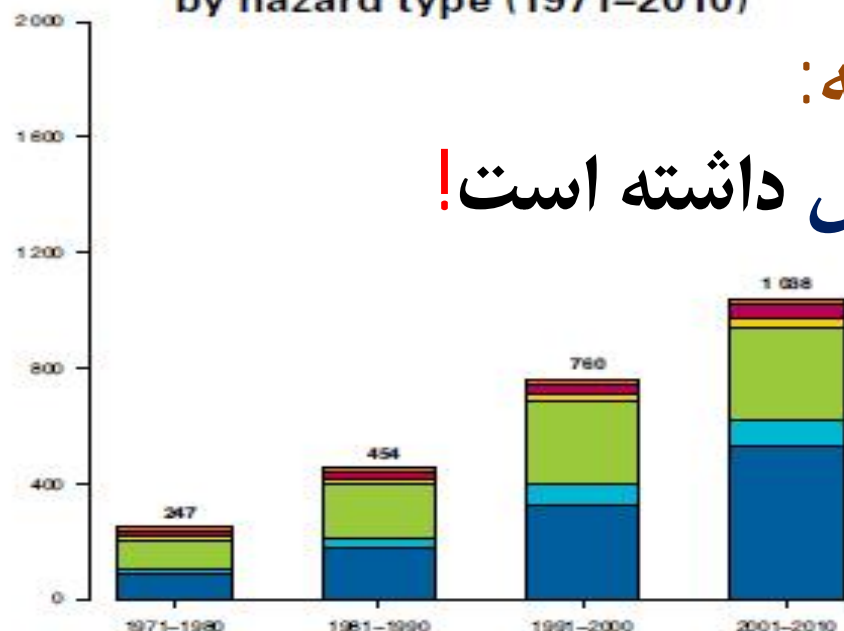
WaterEng.ir

مهدی یاسی

دانشیار مهندسی رودخانه، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران

- سیلاب شایع ترین و یکی از مخرب ترین وقایع طبیعی در جهان است.
- در بین 10 واقعه طبیعی مرگبار در جهان، 5 واقعه مربوط به وقوع سیلاب بوده است؛ که هر 10 واقعه نیز در قاره آسیا به وقوع پیوسته‌اند.
- در میان بلایای طبیعی، ایران بیشترین خسارات را از سیل دارد.
- کشور ما از نظر تعداد وقایع سیلاب در بین مناطق متوسط جهان قرار داشته؛ و در آسیا رتبه 11 از 35 دارد.
- در چند دهه متوالی گذشته، تعداد مخاطرات سیل، تلفات انسانی و خسارات مالی رو به افزایش داشته است.
- سالانه تلفات انسانی 40 تا 180 نفر؛ و خسارات مالی 400 تا 1200 میلیون دلار برآورد شده است.
- پدیده سیل در ایران یک پدیده همه ساله و فراگیر بوده؛ و بیشتر نواحی کشور به نوعی متحمل خسارات آن شده‌اند.

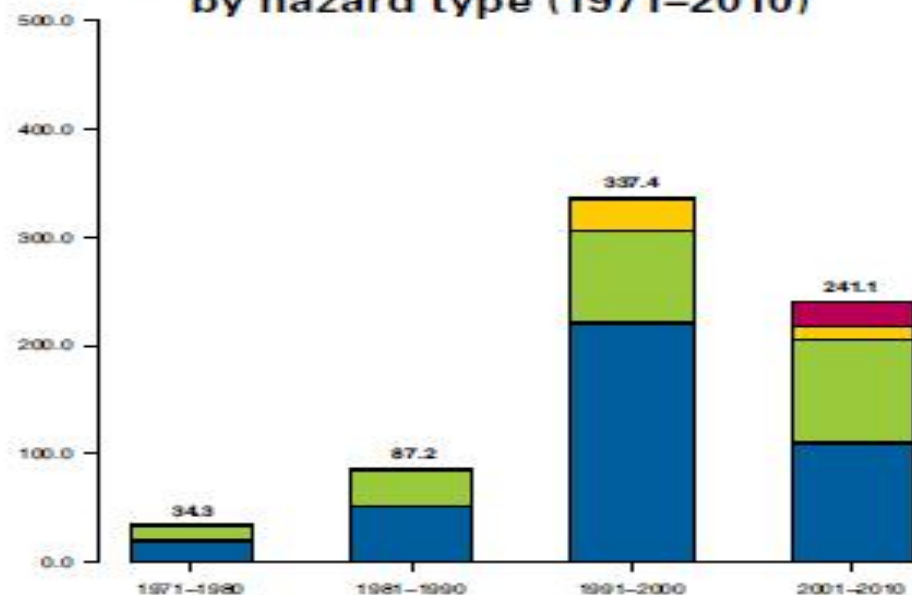
Number of reported disasters by decade  
by hazard type (1971–2010)



در 4 دهه متوالی گذشته:

تعداد مخاطرات (سیل) رو به افزایش داشته است!

Reported economic losses by decade  
by hazard type (1971–2010)



در 4 دهه متوالی گذشته:

خسارات (سیل) رو به رشد، یا

قابل توجه بوده است!

(in US\$ billion, adjusted to 2012)

Floods Mass movement wet Storms Droughts Extreme temperature Wildfires

# Nature and Extent of Flood Hazard

- **Factors affecting flood damage**

- Ø Type of land use on the floodplain
- Ø Magnitude and frequency of flood
- Ø Rate and duration of flood
- Ø Season of the flood
- Ø Population density
- Ø Public awareness
- Ø Effectiveness of forecasting, warning, and emergency planning

# سیلاب:

» خوب یا بد؟

» نعمت یا خطر؟

» فرصت یا تهدید؟

» حیات یا ممات؟

# خوبی های سیلاب

» منبع متناوب تامین آب در مناطق خشک و نیمه خشک.

» ذخیره آب در مخازن سدها.

» رهاسازی آب از سدها به رودخانه پائین دست.

» انتقال رسوبات در مجرای اصلی رودخانه: بهسازی بستر، کنترل رویش گیاهی، شستشوی آلاینده ها

» گستره آب در سیلابدشت رودخانه: حاصلخیزی، خیسی، و حیات ساحلی

» خطر ساز تجاوزات به رودخانه؛ حفاظت بستر و حریم رودخانه ها

» نوآوری و پایدارسازی سازه های رودخانه ای

» ورود آب به پیکره های پایاب: تالاب ها، دریاچه ها، و دریاها.

» حیات پایانه های آبی: تامین قابلیت کشتیرانی؛ محیط زیست ساحلی؛ شیلات و گردشگری.

اگر سیل نیاید، دچار **مشکل** می شویم!

خطرات سیلاب؟؟

آسیب پذیری از سیلاب؟؟      خطرپذیری (ریسک) سیلاب؟؟

کاهش خطرات سیلاب ↔ مدیریت سیلاب

# ریسک (خطرپذیری) سیلاب

$$\text{Risk} = \text{Hazard} \times \text{Vulnerability}$$

(Natural Event)

شدت و بزرگی  
فراوانی وقوع  
گستره اثرات

(Social Factors)

رشد و جابجائی جمعیت  
شهرنشینی  
تکنولوژی  
بهره‌وری و استفاده از اراضی  
تخریب محیط زیست  
روند استفاده از آب  
سیاست های دولت  
آگاهی از مسائل زیست محیطی

# روش های مدیریت سیلاب

## چهار راهکار عمومی

- 1- کاهش شدت جریان سیلابی و خطرات سیلاب (کاربرد روش های سازه ای و طبیعی-سازه ای). مانند: آبخیزداری، ساماندهی رودخانه، حفاظت کناره های رودخانه و سیلابدشت ها، احداث سد های مخزنی.
- 2- کاهش آسیب پذیری در مقابل سیلاب (کاربرد روش های غیر سازه ای). مانند: رعایت بستر و حریم رودخانه، تشخیص مناطق با درجه بندی خطر سیلاب.
- 3- کاهش خسارات ناشی از سیلاب (کاربرد روش های غیر سازه ای). مانند: ایجاد مناطق ایمن برای مواقع سیلابی، سامانه هشدار سیلاب.
- 4- ایجاد آمادگی برای تحمل سیلاب (کاربرد روش های غیر سازه ای). مانند: قوانین حمایتی و بیمه سیلاب.



# مدیریت جامع سیلاب

**Structural Measures**

+

**Non-Structural Measures**

=

**Bones & Flesh**

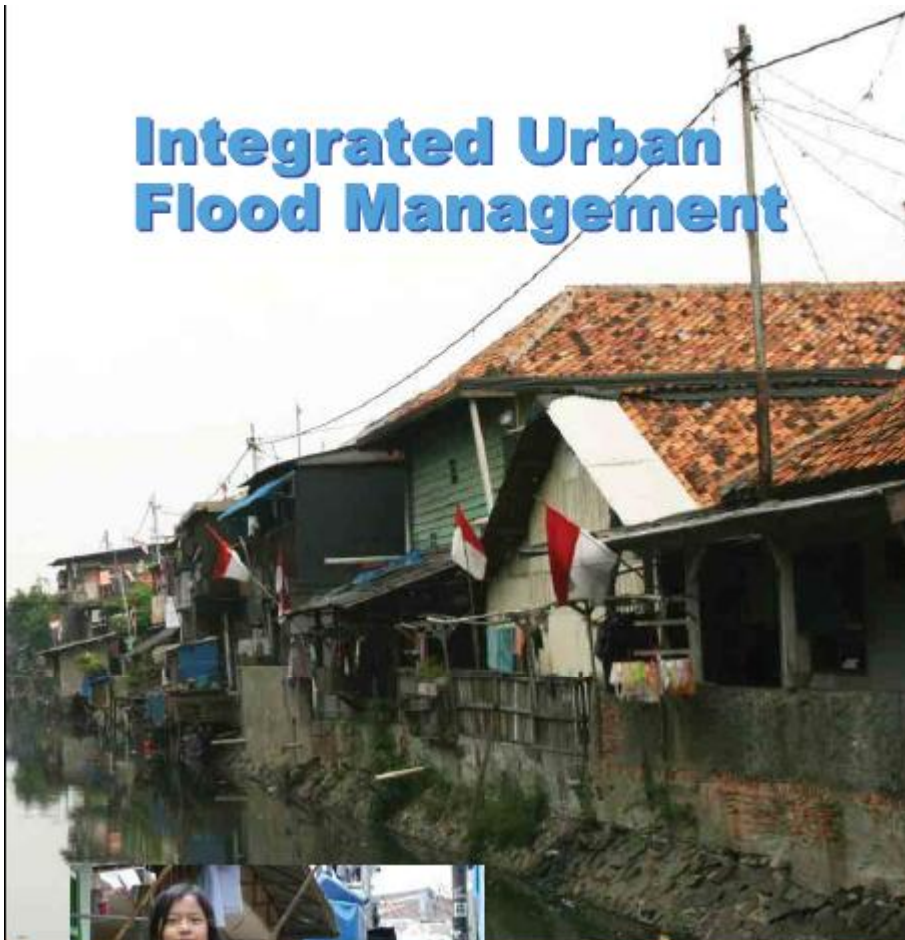
for

**Flood Management**

اگر:

راهکارهای سازه ای، استخوان بندی برنامه مدیریت سیلاب باشد؛  
راهکارهای غیرسازه ای، ماهیچه پایداری و شریان حیاتی آن است.

# Integrated Urban Flood Management



September 2011



INTERNATIONAL HYDROLOGICAL PROGRAMME



## GUIDELINES ON NON-STRUCTURAL MEASURES IN URBAN FLOOD MANAGEMENT



Ivan Andjelkovic

IHP-V | Technical Documents in Hydrology | No. 50  
UNESCO, Paris, 2001





# مدیریت سیلاب شهری

(روشهای غیرسازه‌ای)

نویسنده:

ایوان آنجلکوویچ

## GUIDELINES

ON

NON-STRUCTURAL MEASURES IN  
URBAN FLOOD MANAGEMENT



Ivan Andjelkovic

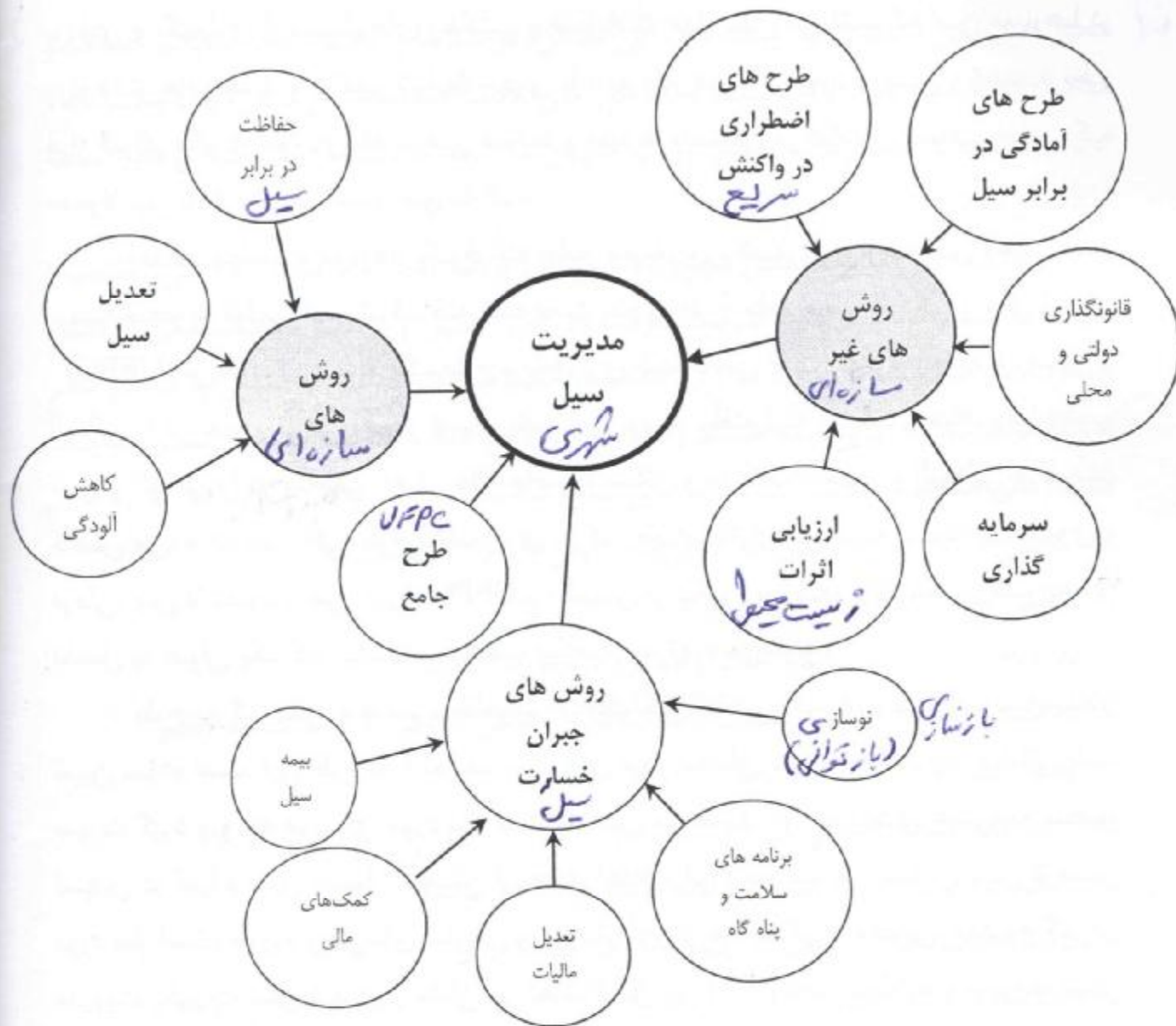
IHP-V | Technical Documents in Hydrology | No. 50  
UNESCO, Paris, 2001



# Integrated Flood Management Plan







شکل (۱-۲): مدیریت یکپارچه سیل شهری

Unified Urban Flood Management

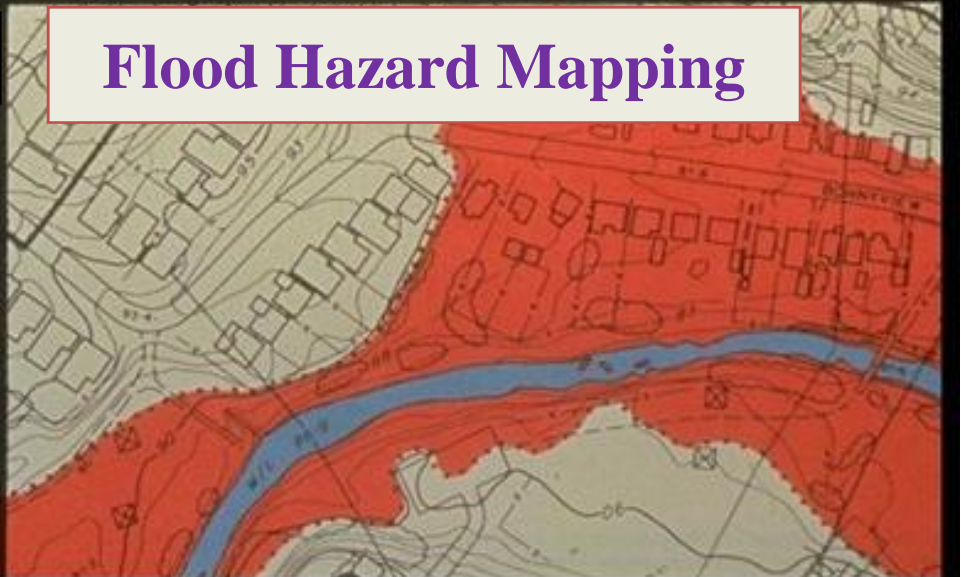
# Basin Planning



## Flood Proofing and Building Codes

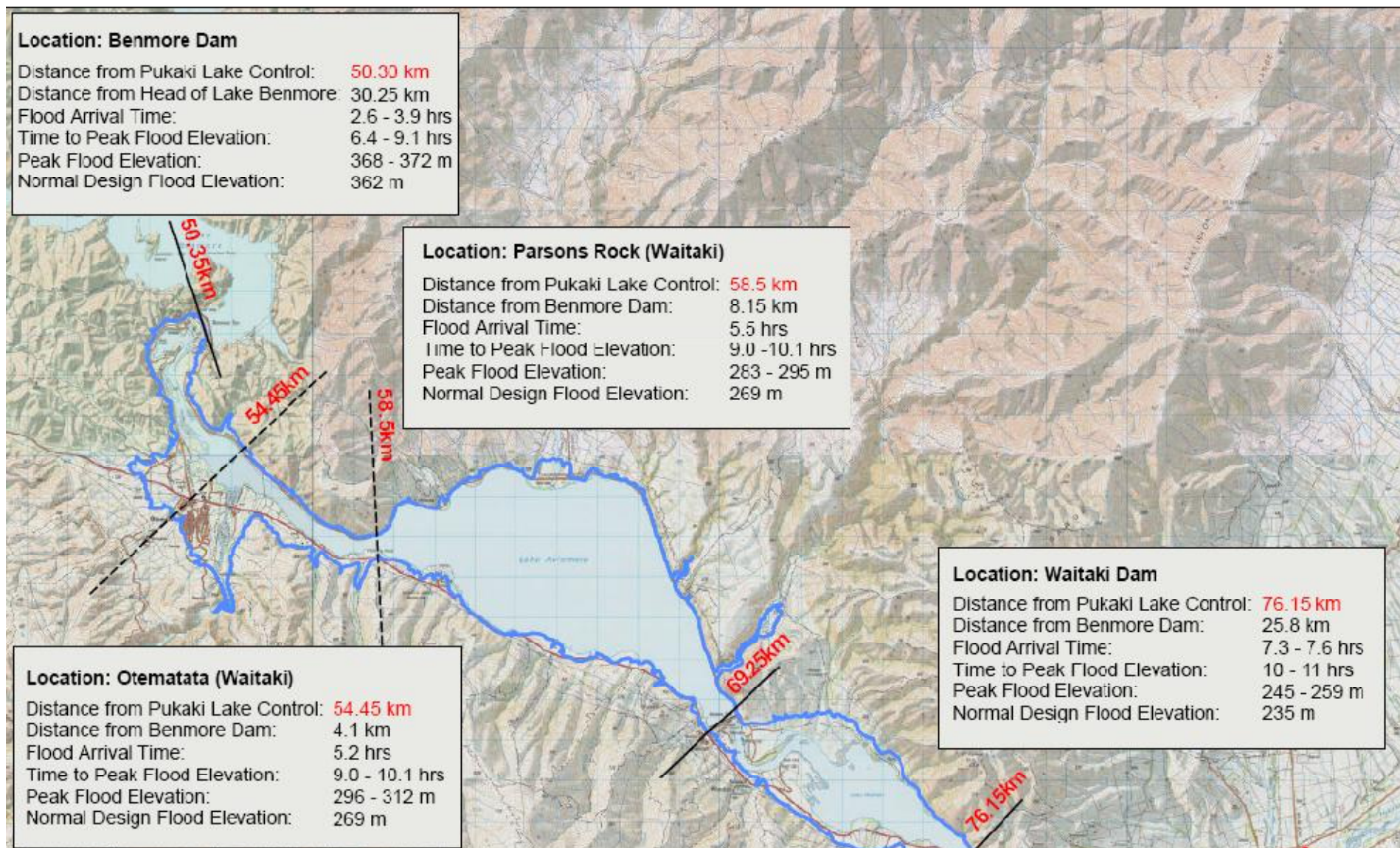


## Flood Hazard Mapping

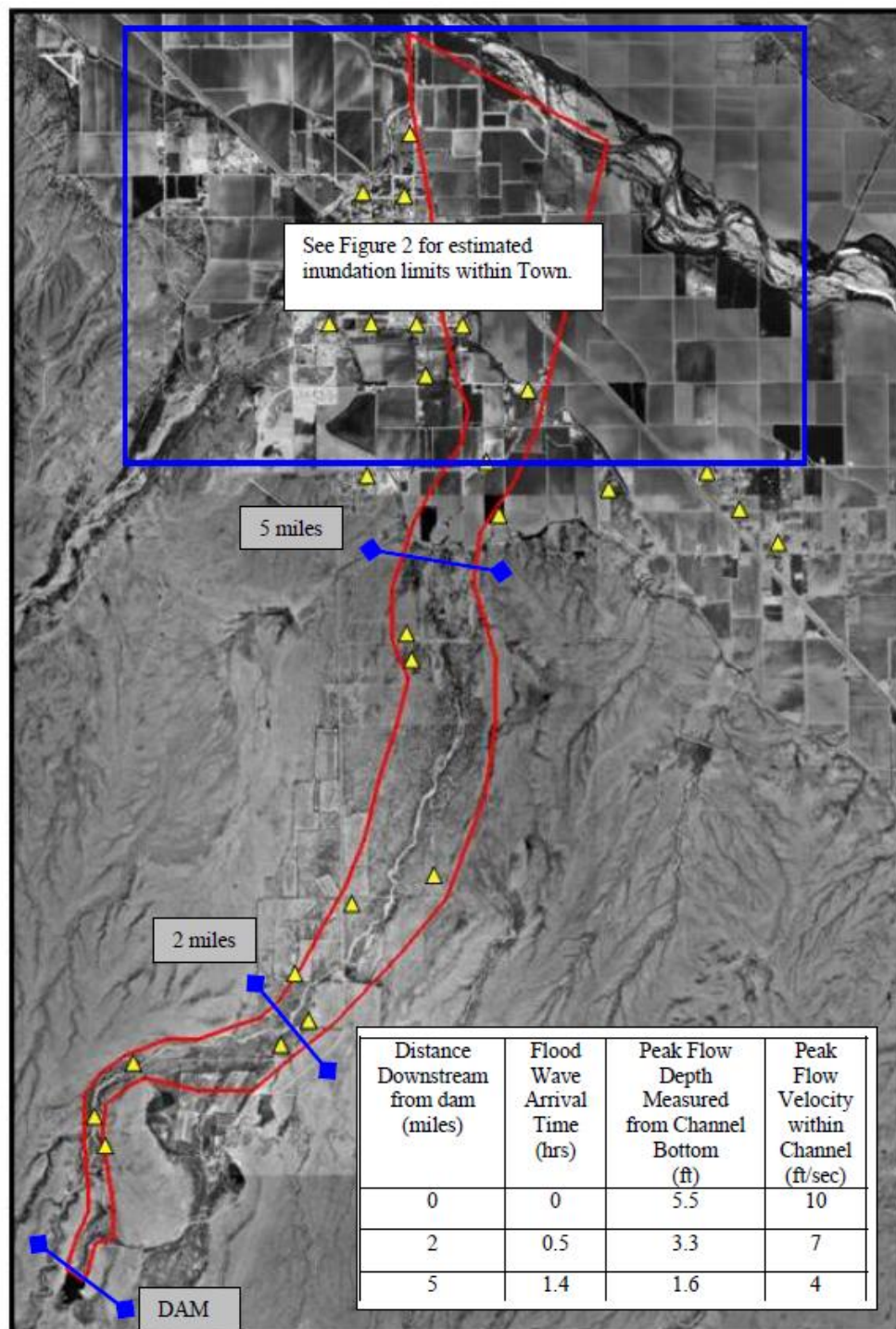




# نقشه پهله سیلاب و مشخصات جریان سیلابی







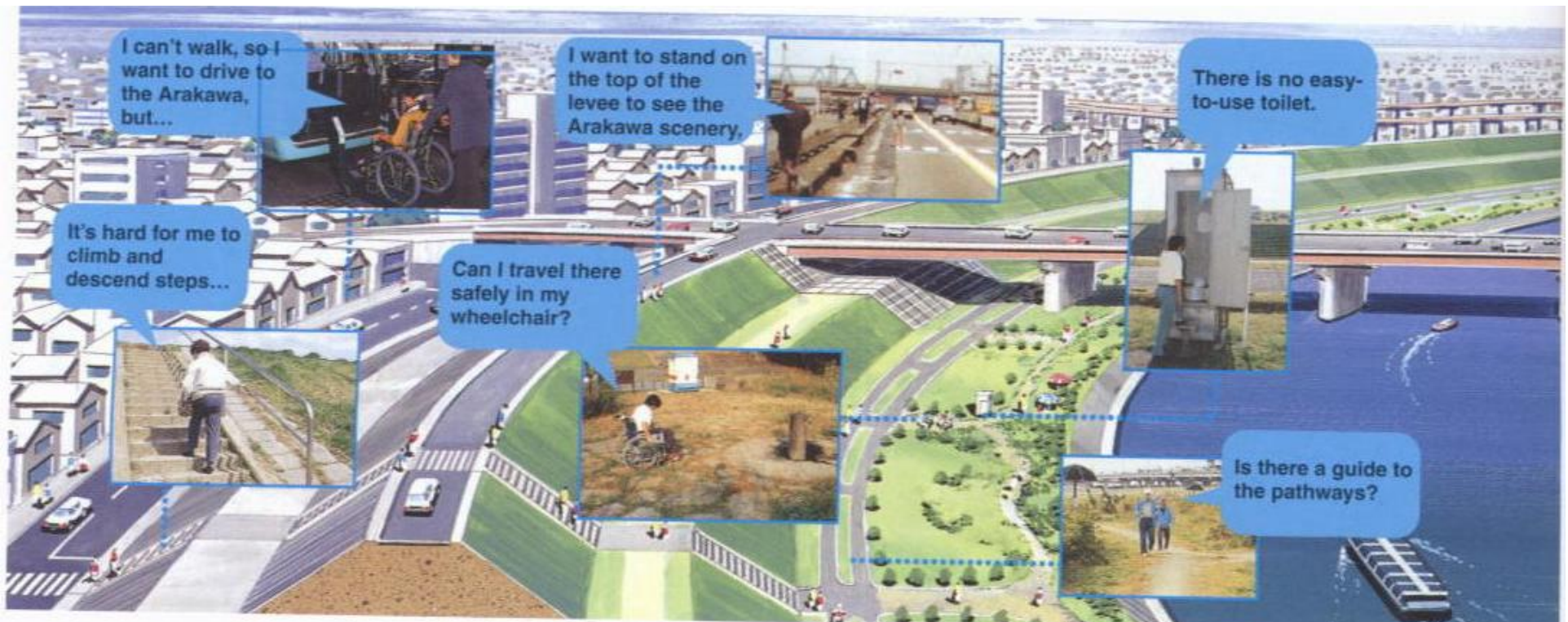
# نقشه پهنه سیلاب و مشخصات جریان سیلابی



تا سال 1977، شهر توکیو: 5 بار در سال در زیر سیلاب !

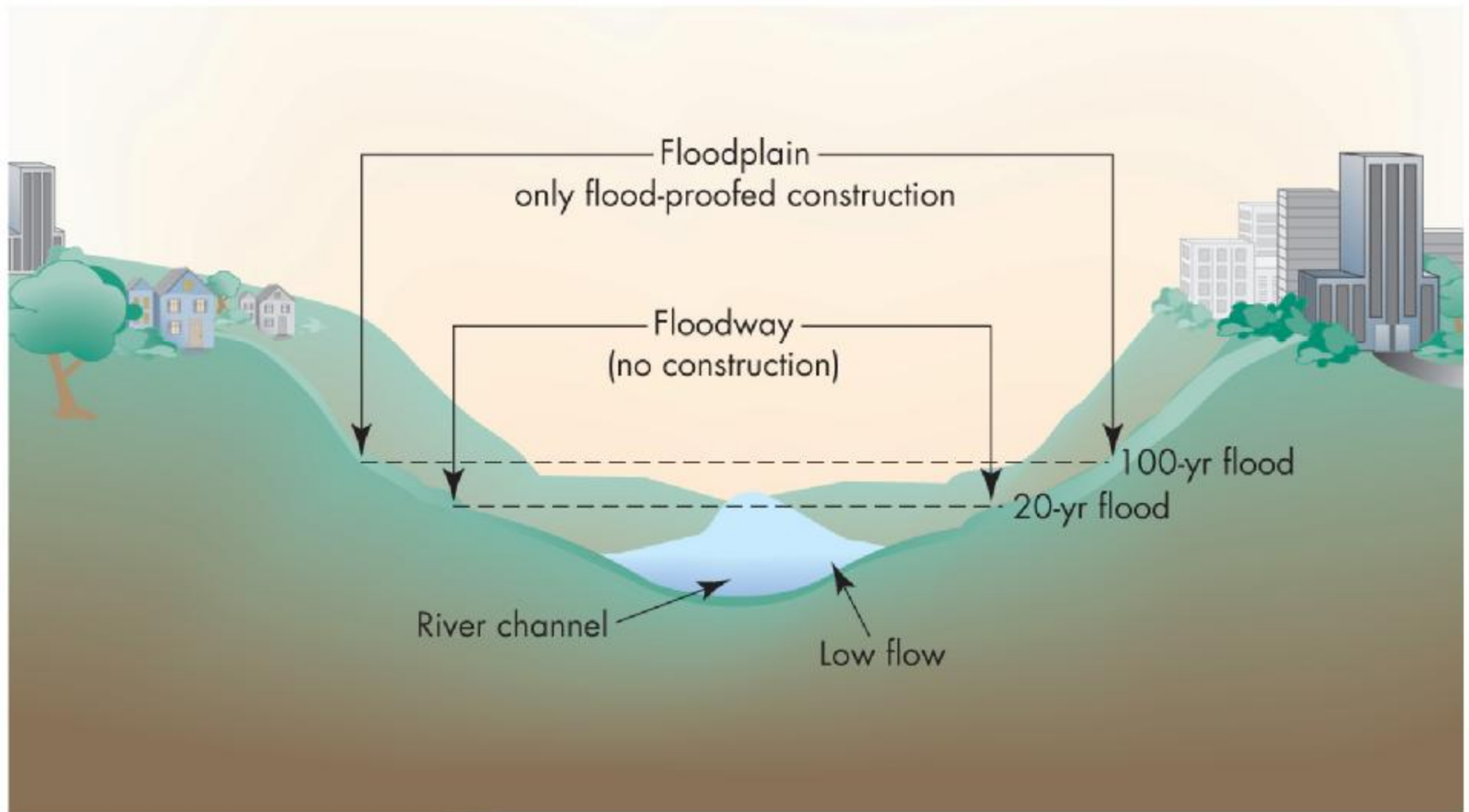
## Flood Control Measures to Protect Tokyo and Surrounding Areas — Development of a Stable River Resistant to Disasters.

سیمای طرح ساماندهی رودخانه آراکاوا - توکیو، 1995 !

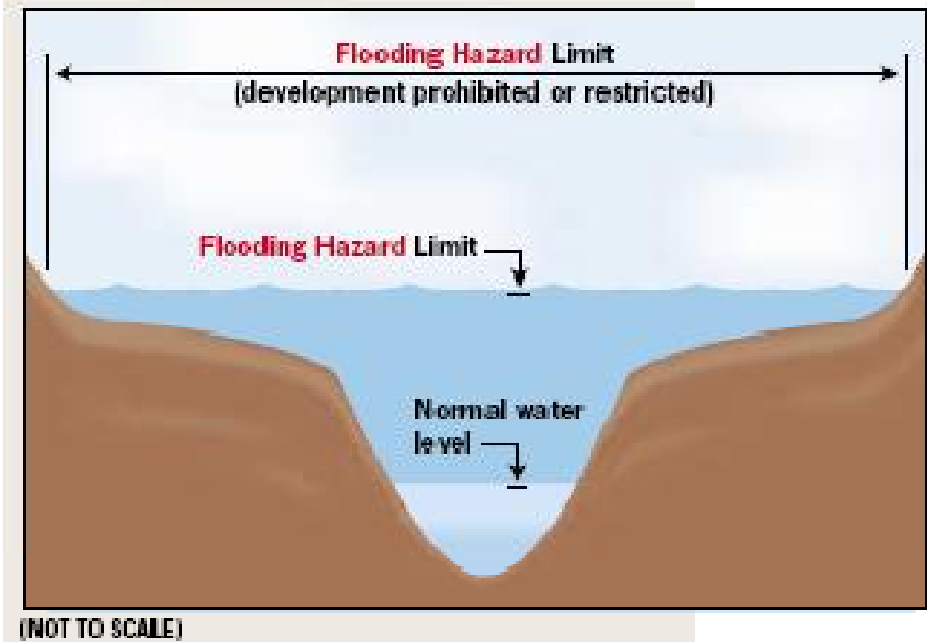


می خواهیم رودخانه را بخوبی بینیم؛ نمی توانم پیاده روی کنم، میشود با ماشین بروم؛  
پله ها بلند هستند! با چرخ می توانم؟ تابلو راهنمای مسیر؟ ورزش، گردش، ماهیگیری؛  
توالت راحت! علائم هشدار سیلاب؟

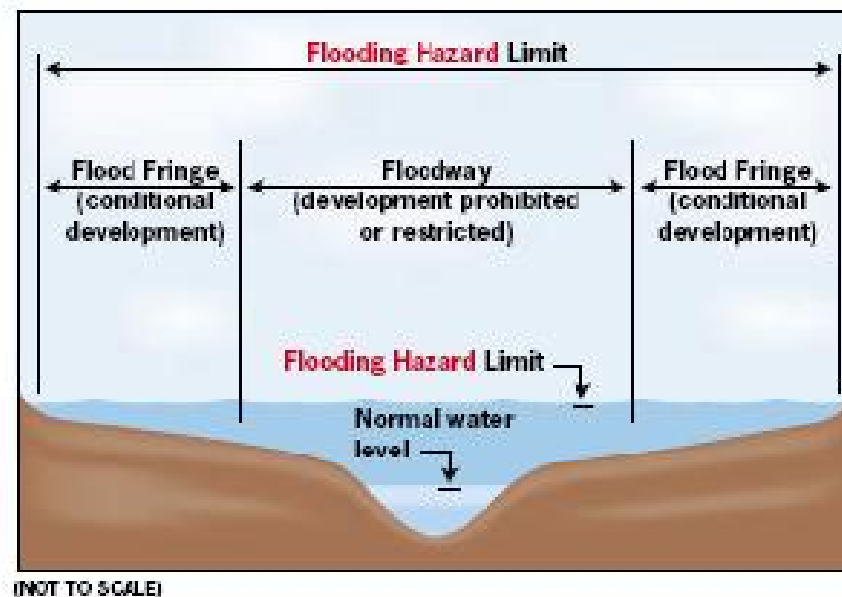
# Floodplain and Floodway



*Figure 6: One Zone Concept,  
Flooding Hazard Limit*



*Figure 7: Two Zone Concept, Flooding Hazard Limit. Two Zone Concept consists of a Floodway and Flood Fringe*







100-year flood elevation = 89

25-year flood elevation = 87

10-year flood elevation = 85

Ground Elevation = 84



# Simple Elevation of a Flood Prone House





**Flood Level**

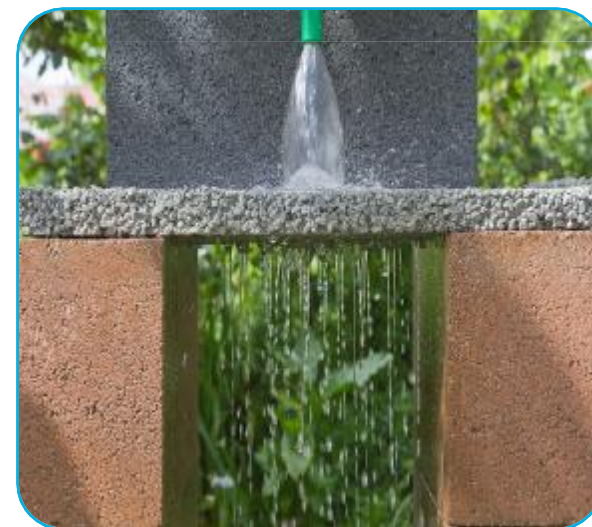
WaterEng.ir







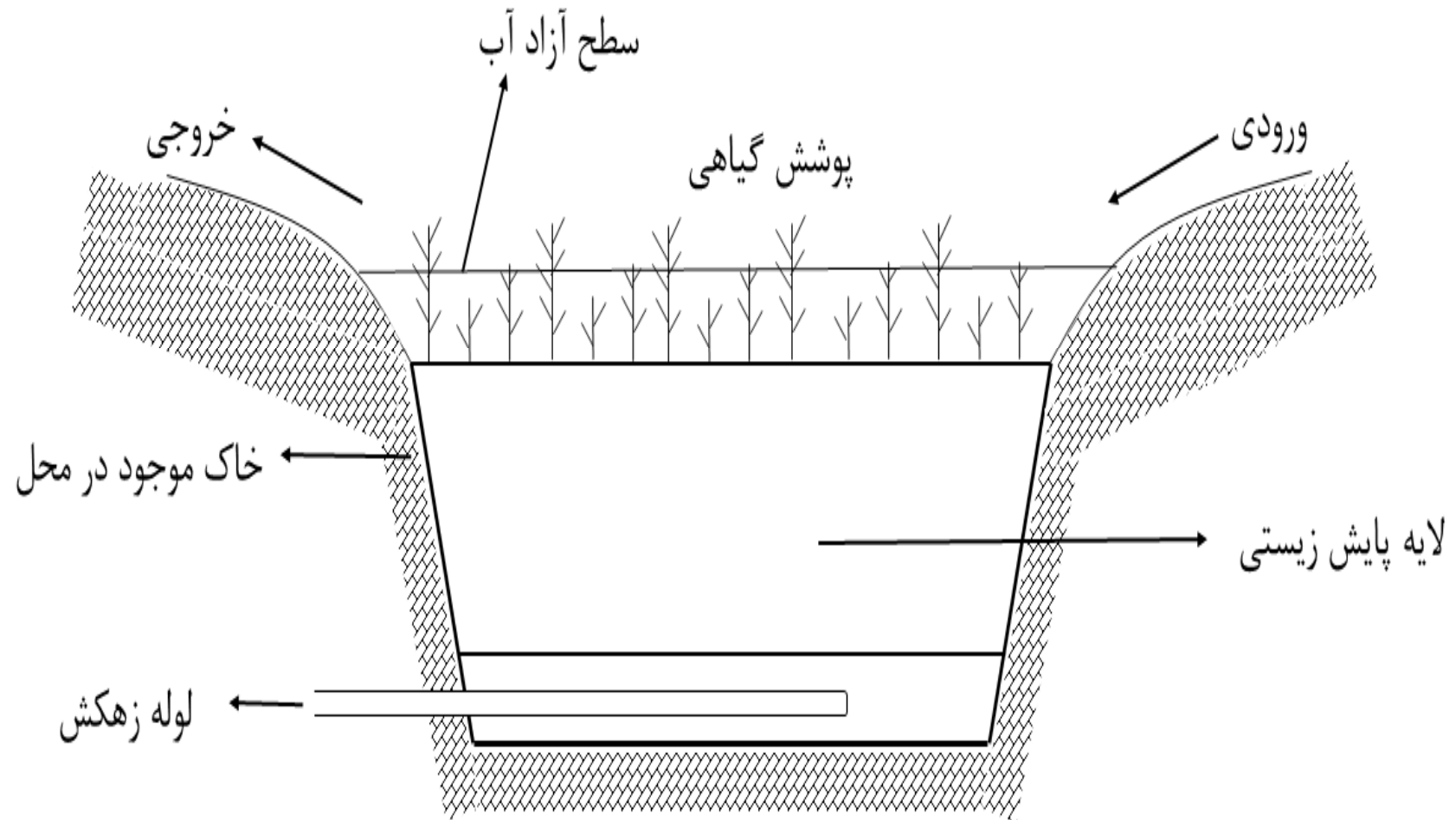




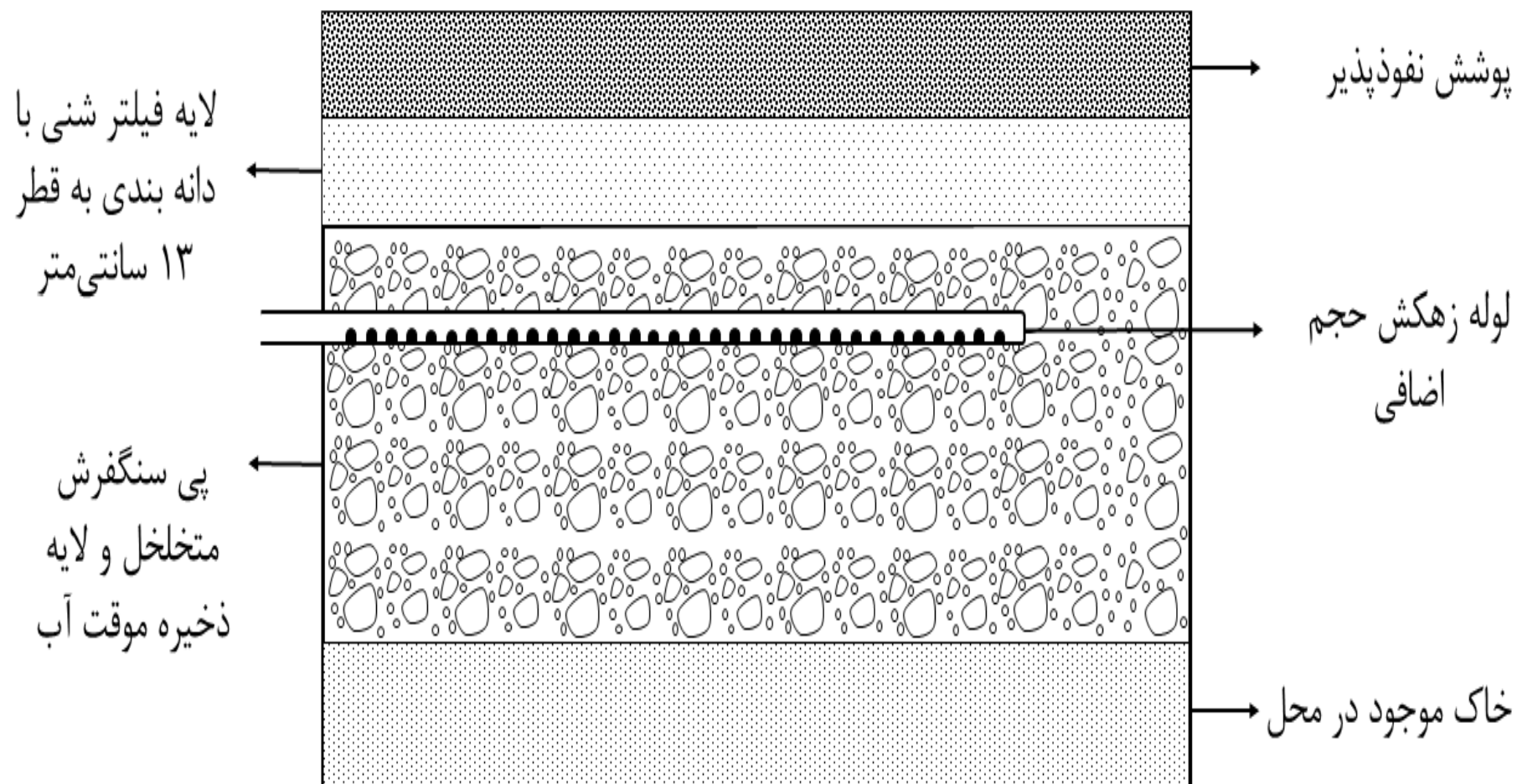
فضای سبز  
نفوذ پذیر

روکش  
نفوذ پذیر

# سلول ماند بیولوژیکی

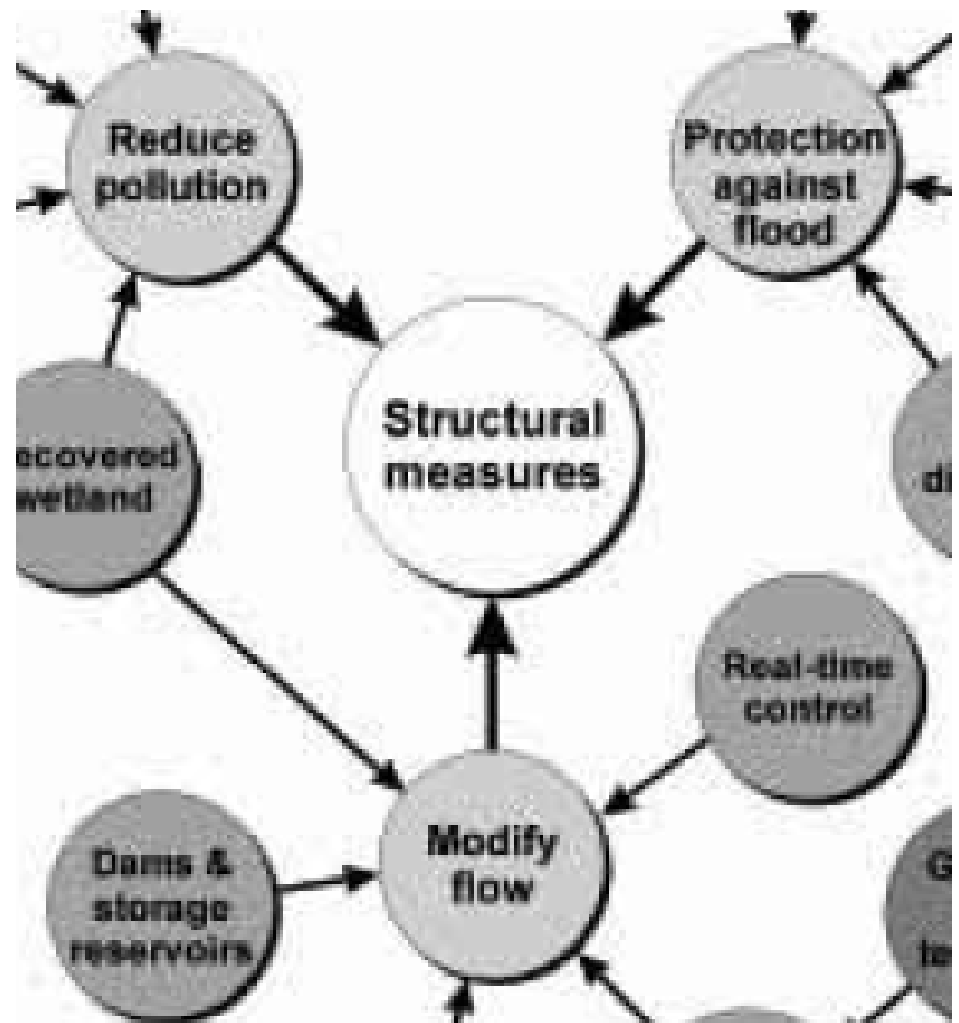


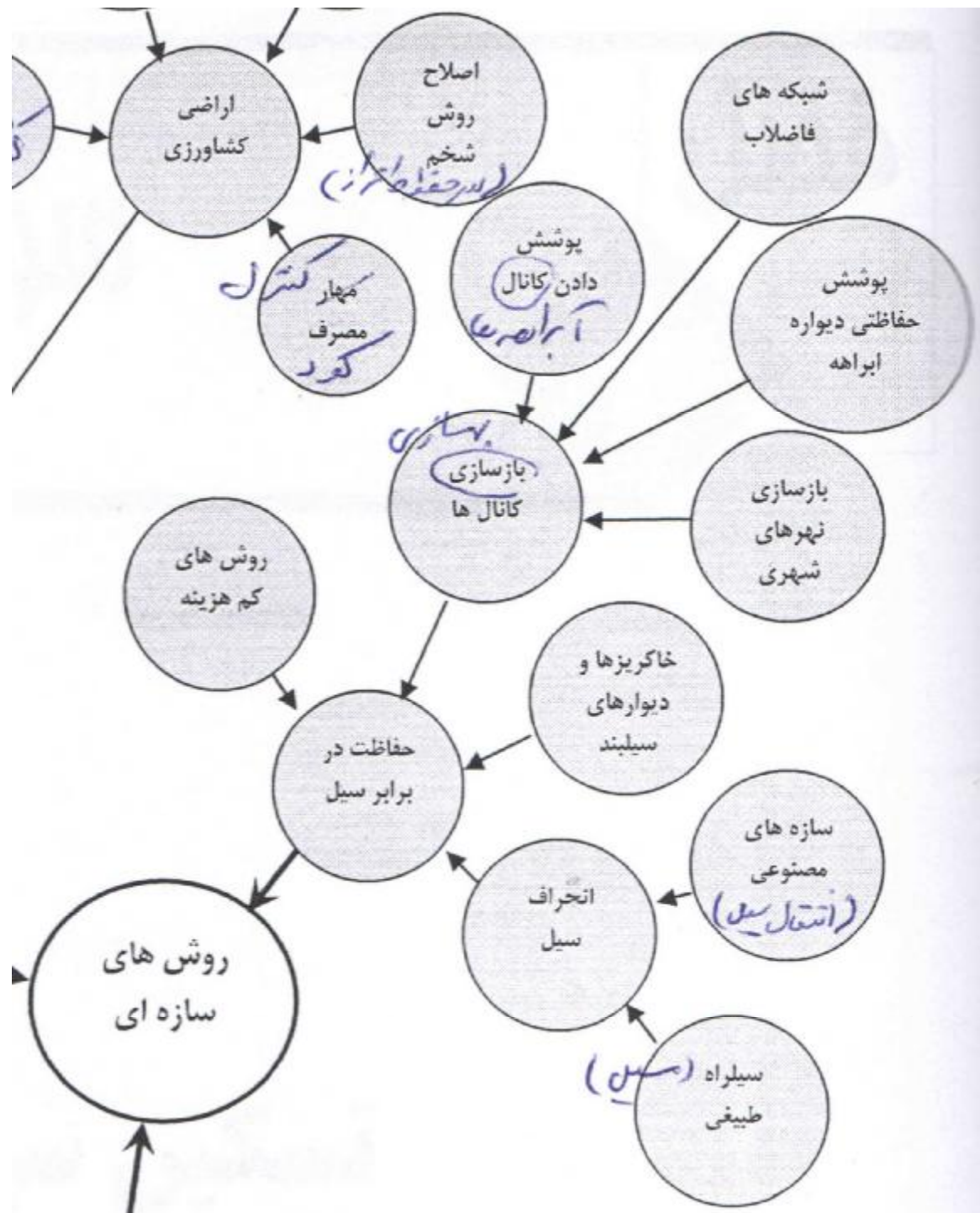
# روکش نفوذپذیر





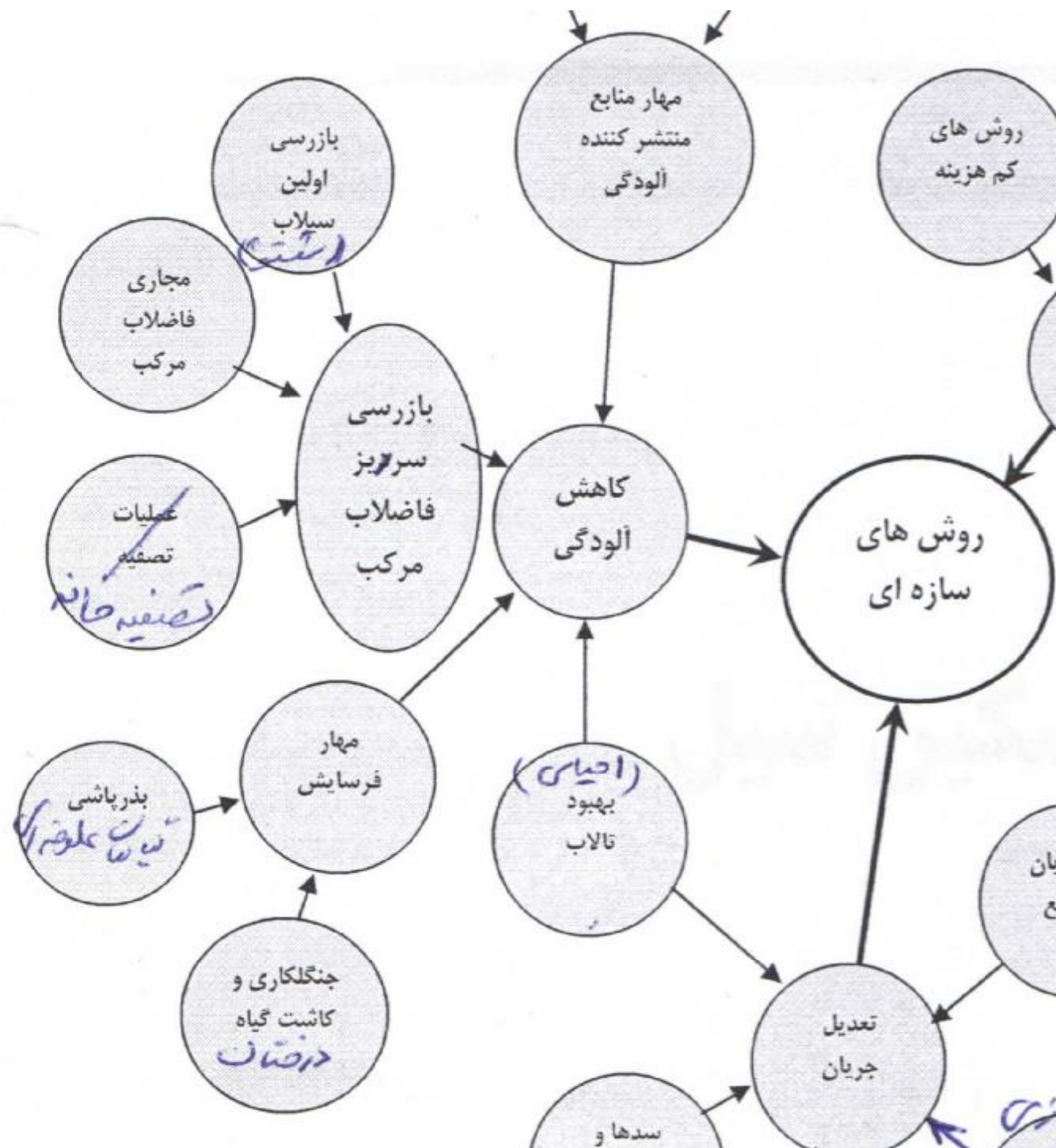
# Structural Measures for Flood Management

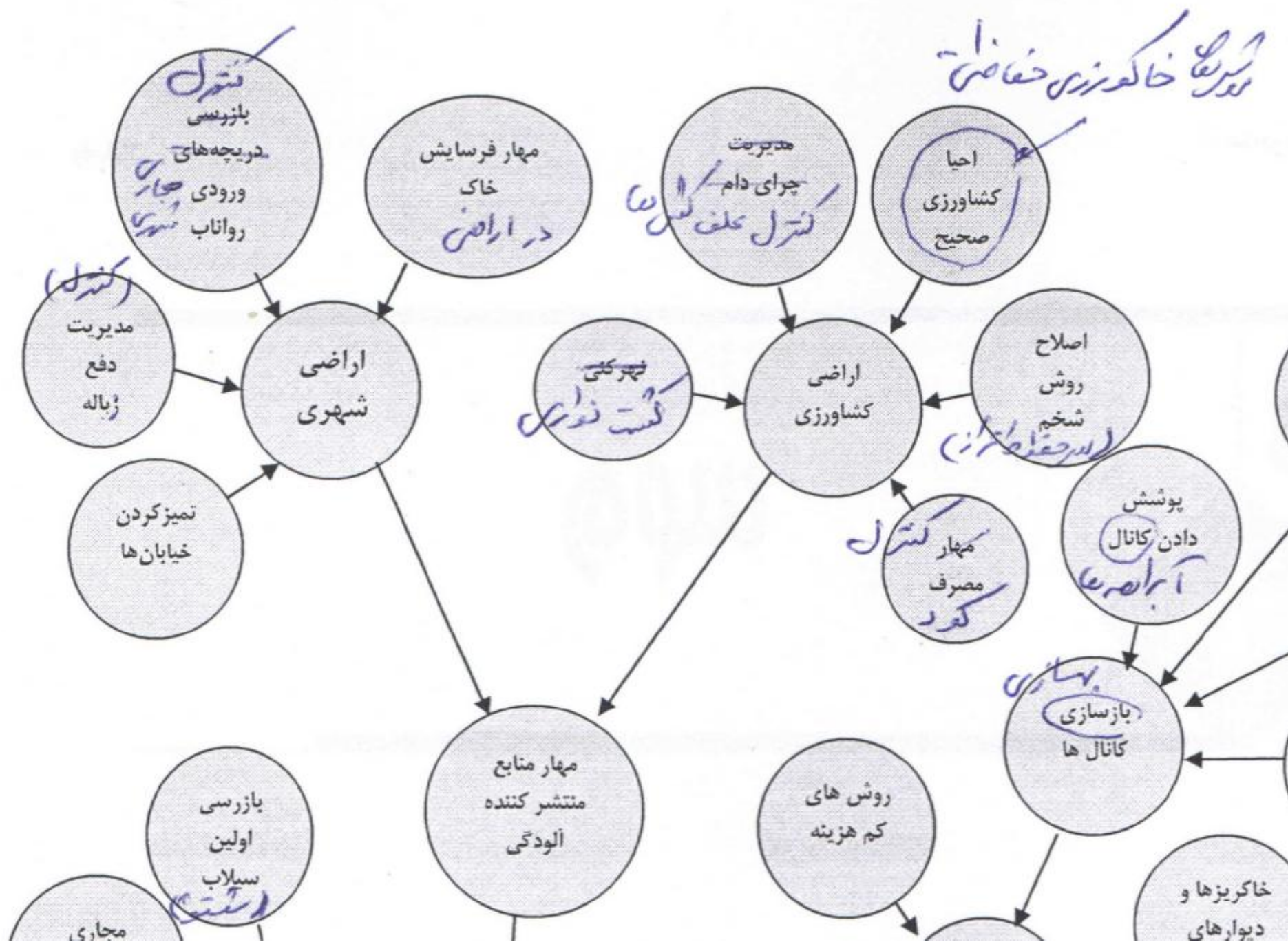
















بهسازی قه رود برای کنترل سیلاب (بهمن 1386)



انحراف سیل رودخانه سیستان به مسیل احدائی در کمر بند ایمنی شهر زابل (1386)

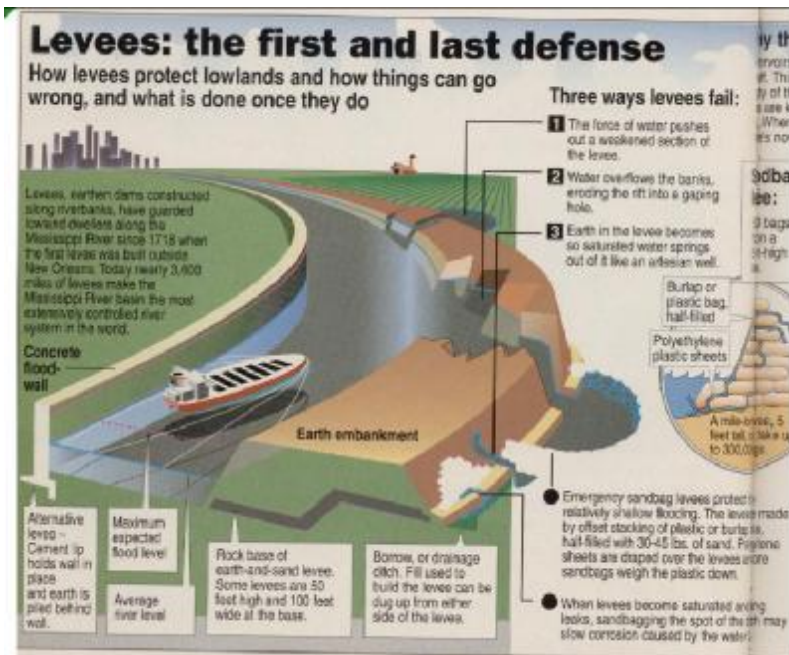


ایستگاه پمپاژ برای سیلاب شهری در نواحی پست

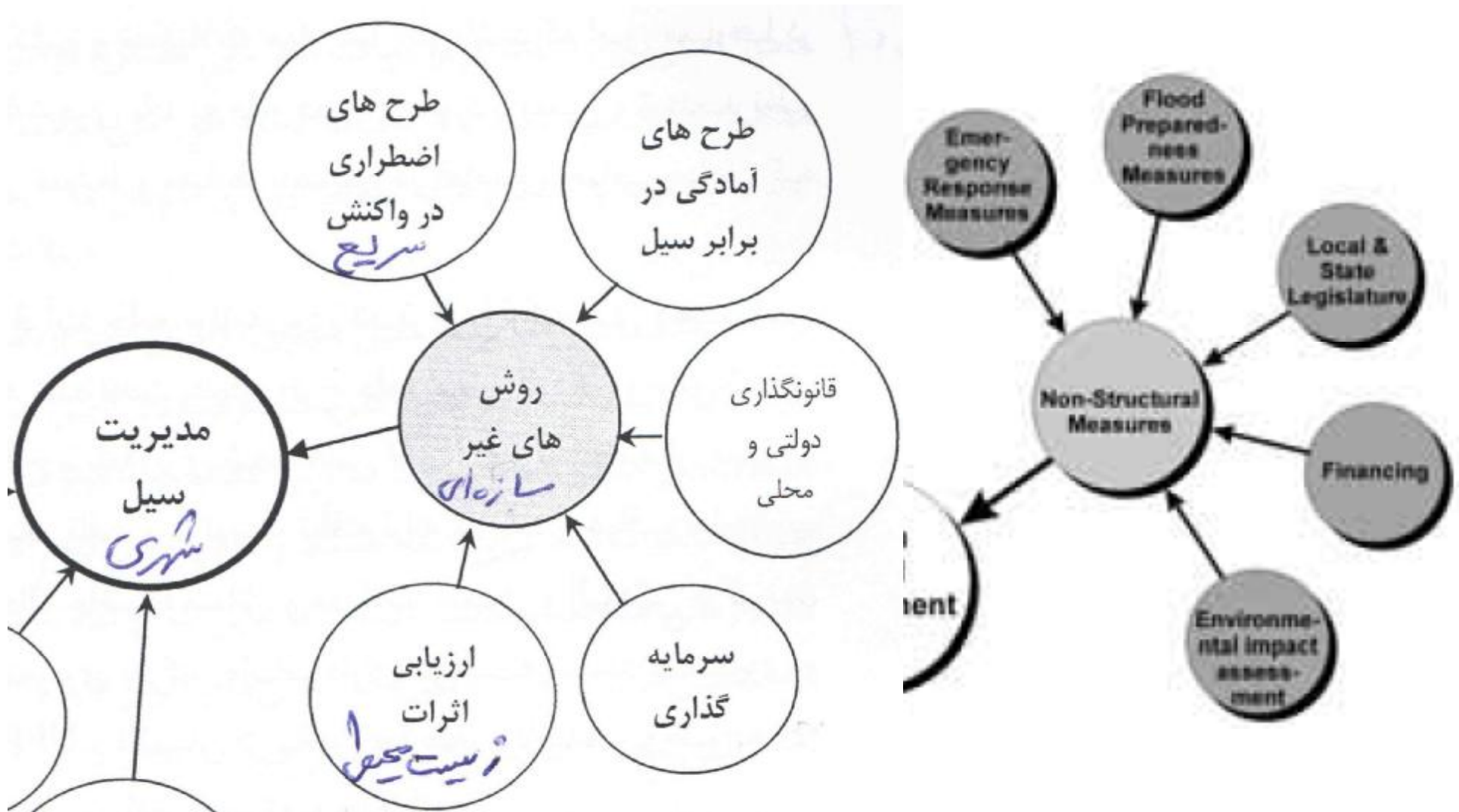


# Evolution of the Levee System Along the Lower Mississippi River

## Levee Overtoppings and Crevasses



# Non-Structural Measures for Flood Management







# سامانه هشدار سیل رودخانه خشک شیراز (1384)



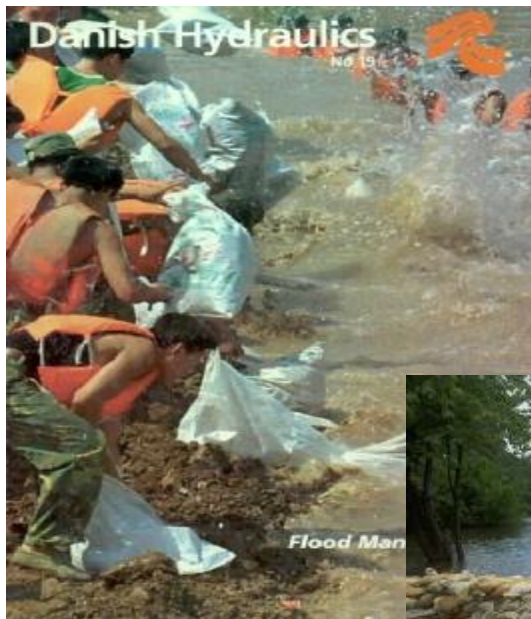


زنگ خبر سیلاب

آژیر هشدار سیلاب

# روش‌های غیر سازه‌ای مدیریت سیلاب

مقابله با سیلاب



مقاوم سازی



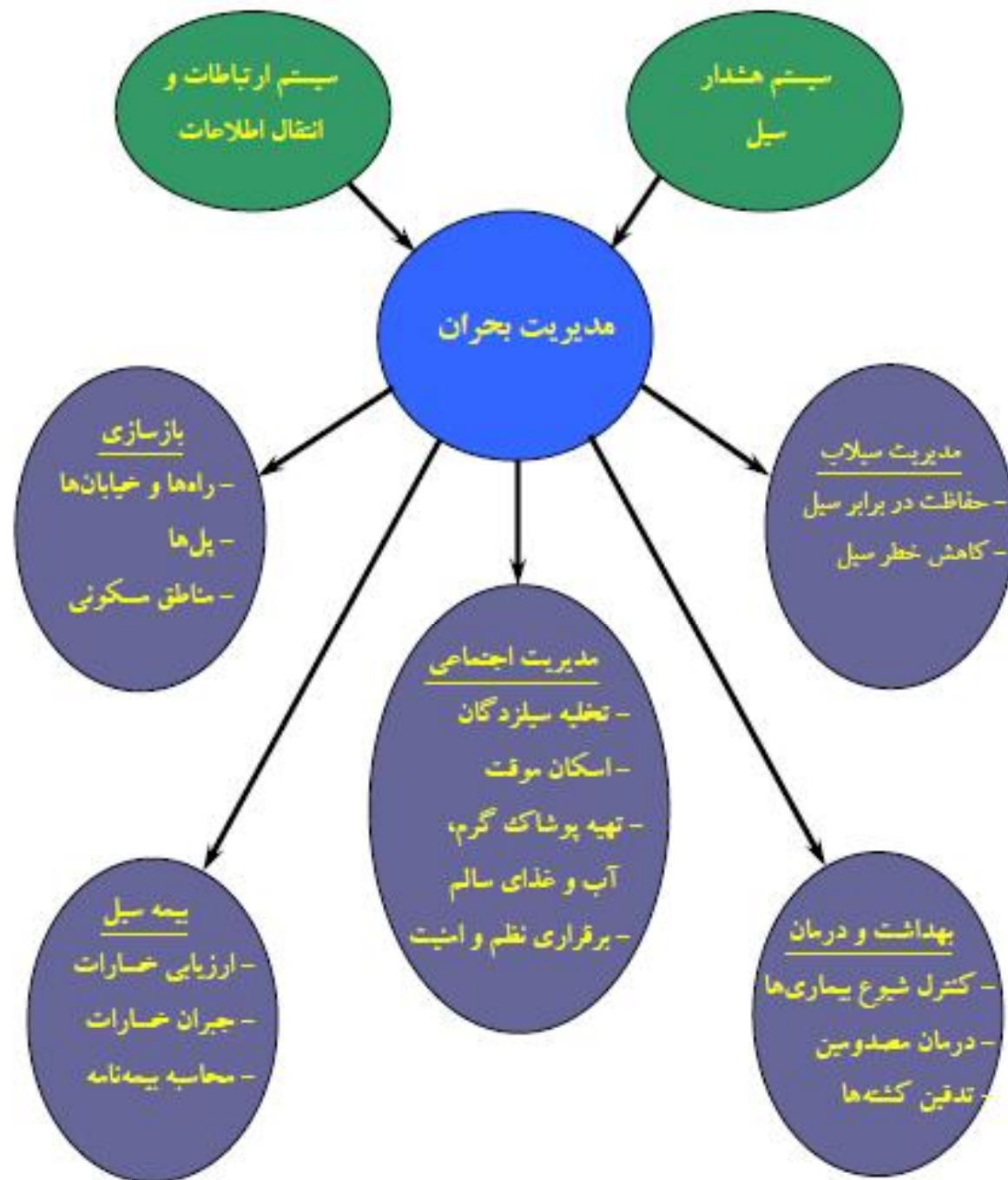
آموزش عمومی



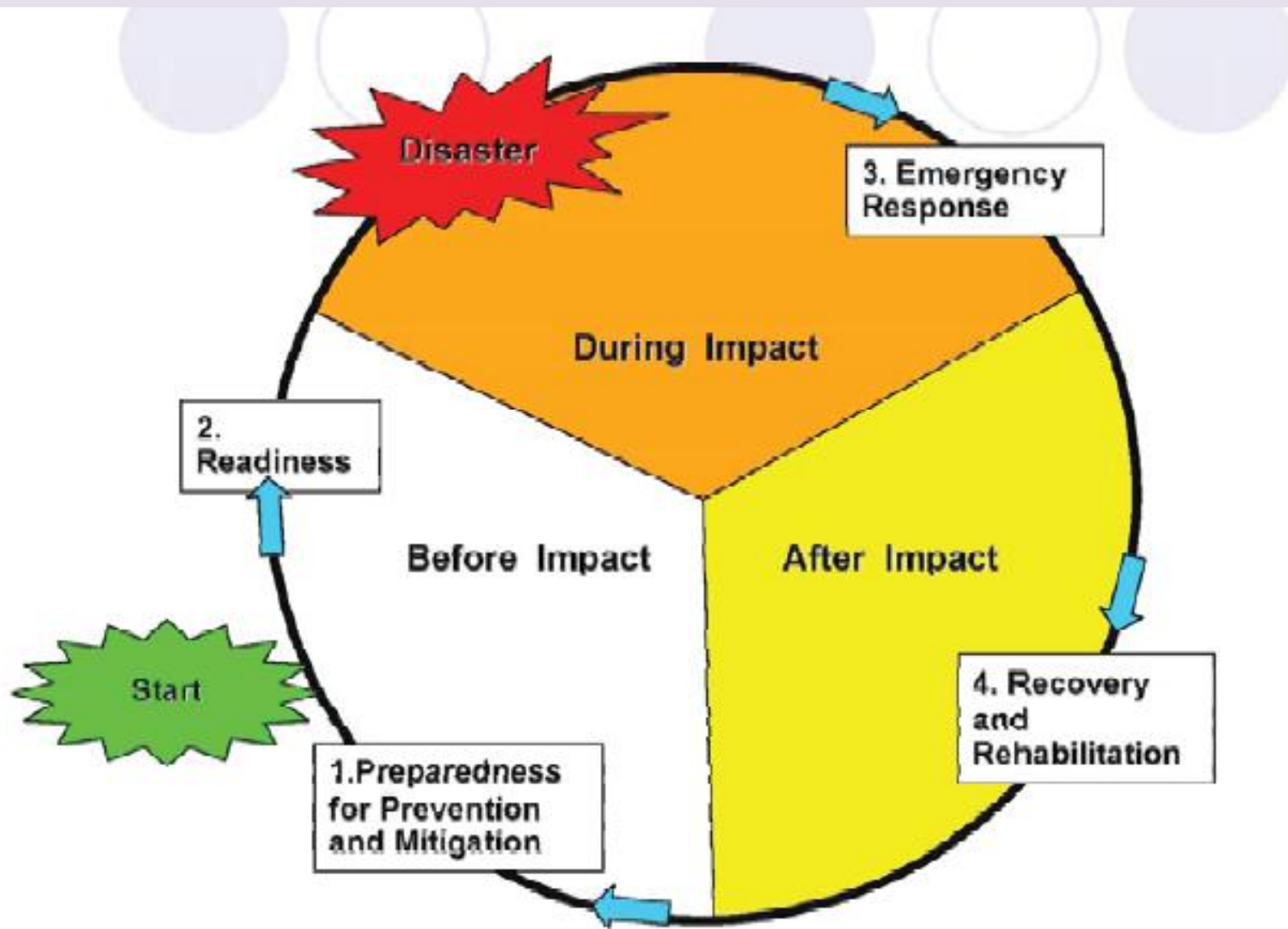
هشدار و تخلیه







# Flood Disaster Management Cycle



# اقدامات نهادی

قوانین

ضوابط

سیاست گذاری ها

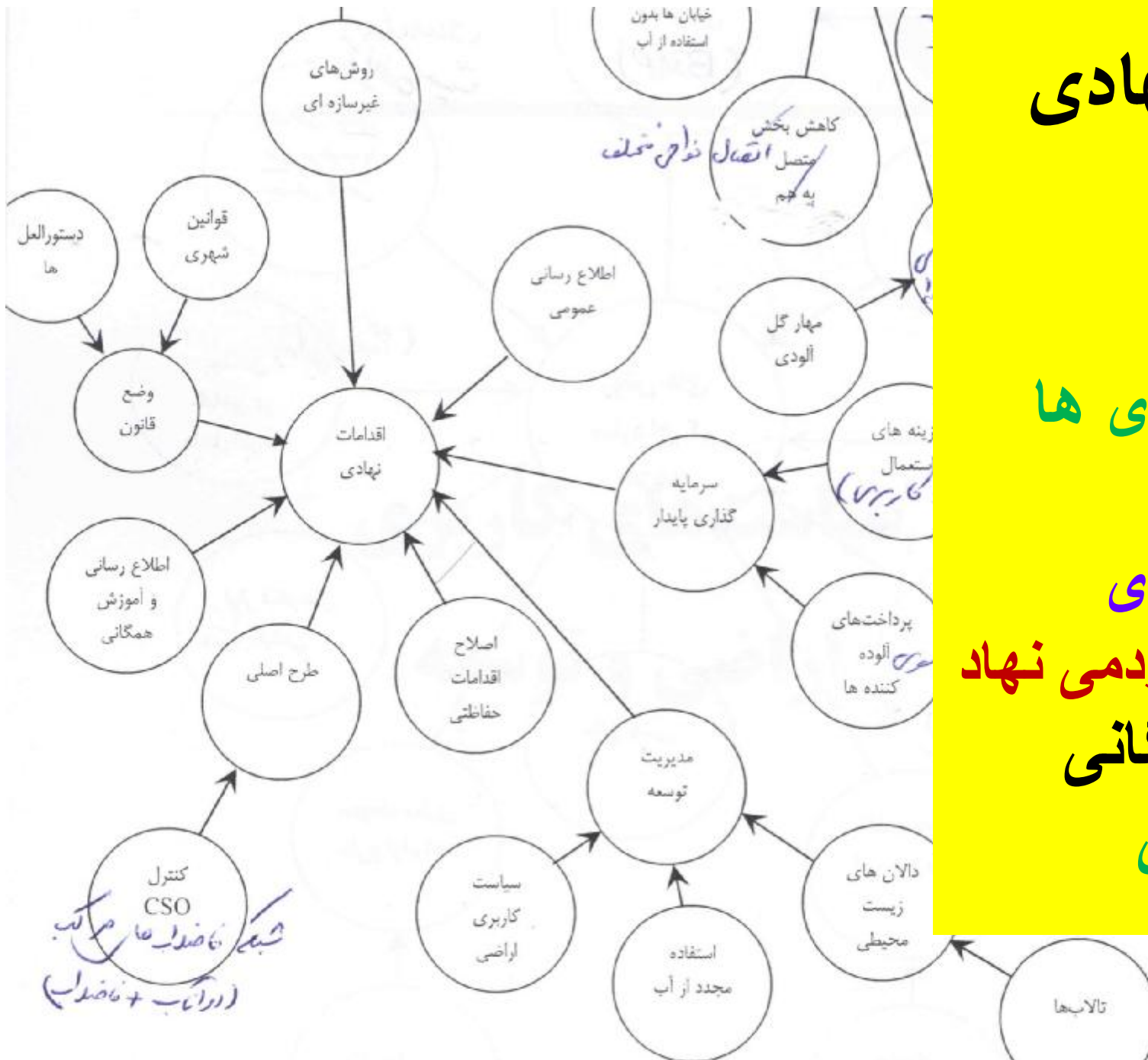
منابع مالی

سرمایه گذاری

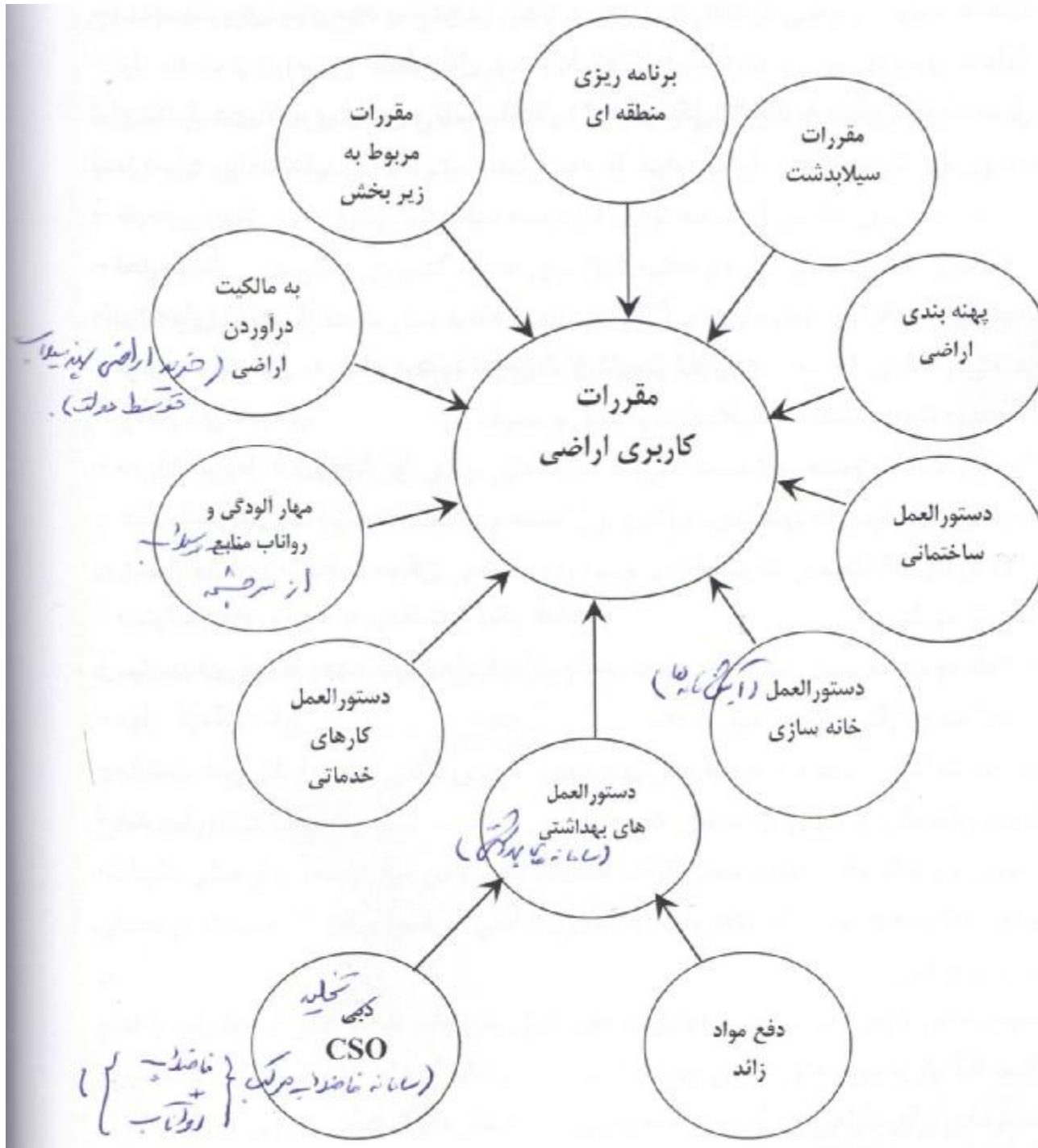
تشکیل های مردمی نهاد

آموزش همگانی

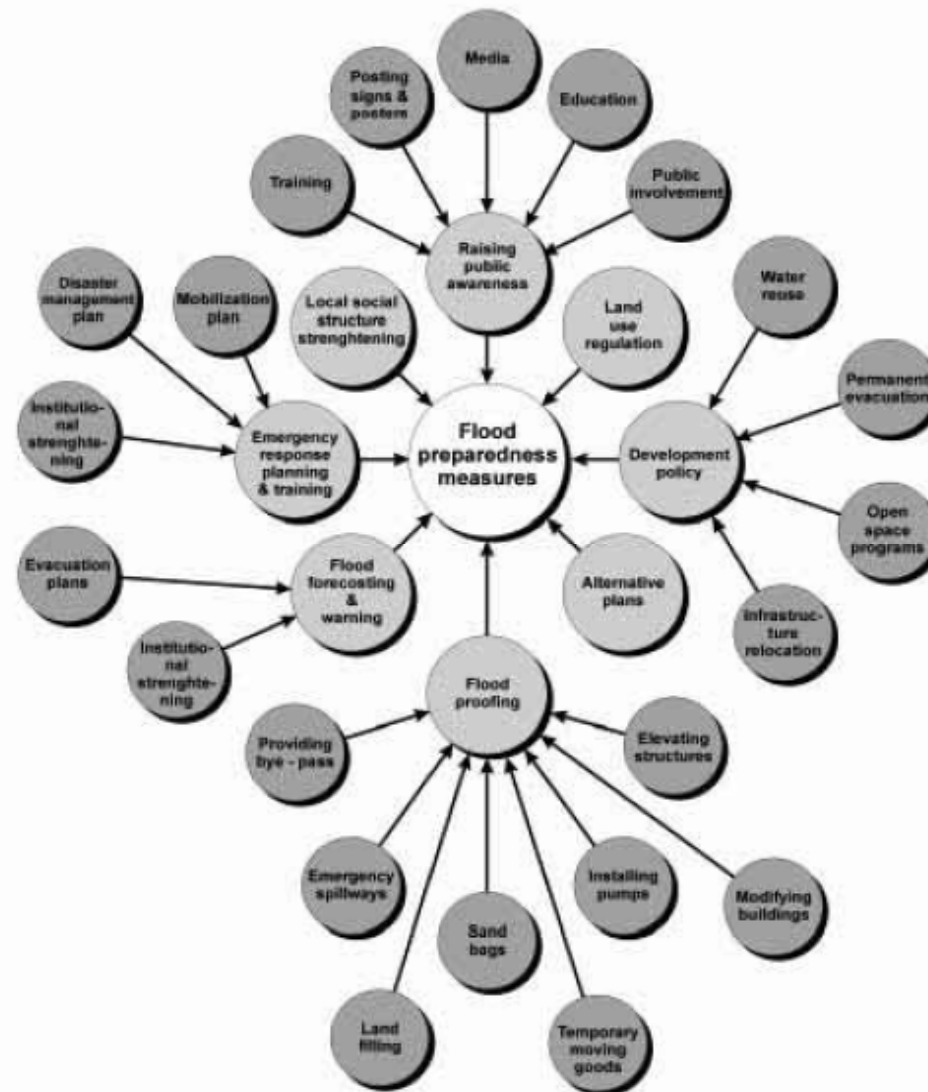
اطلاع رسانی



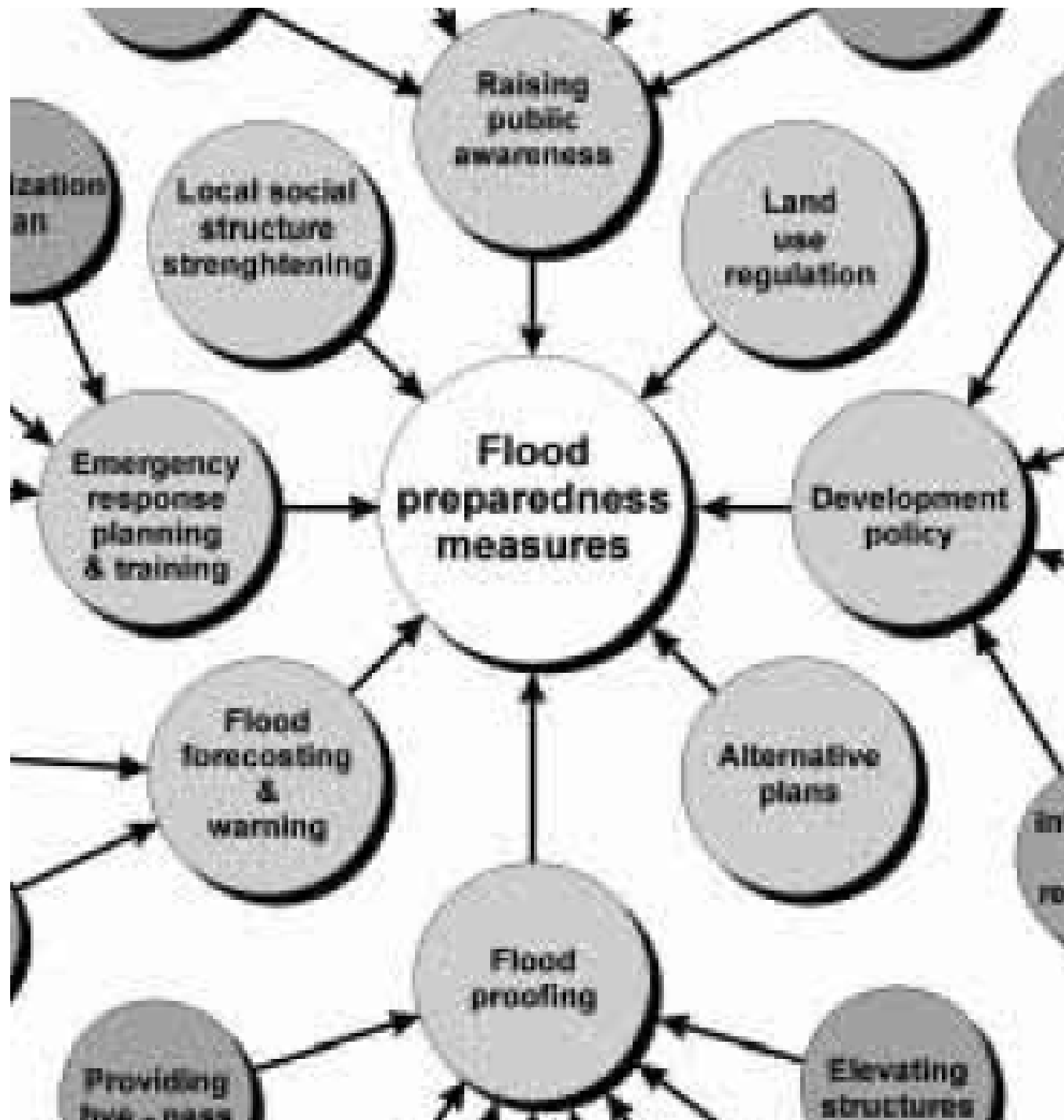




# Non-Structural Measures for Flood Management



## Flood Preparedness Measures





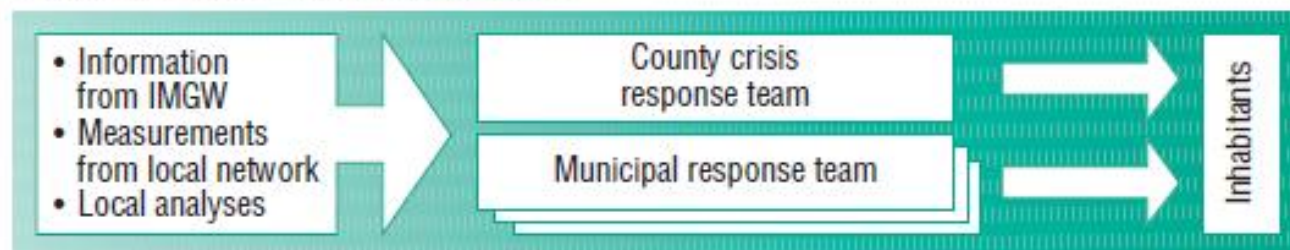




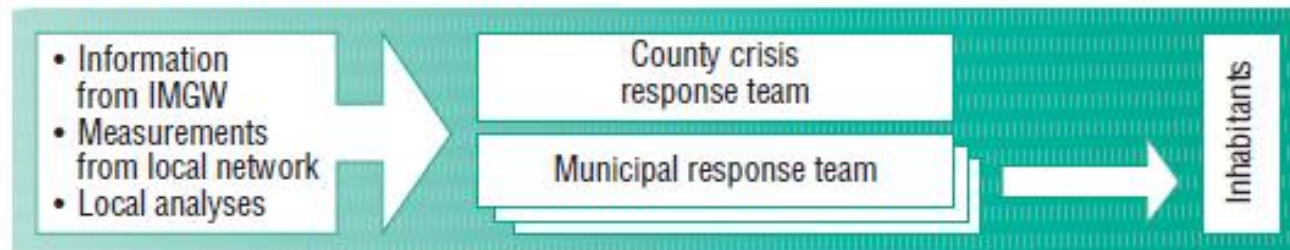
### Stage I. 'Awakening' of crisis intervention forces



### Stage II. Flood watch notification



### Stage III. Flood warning notification



### Stage IV: All-clear signal

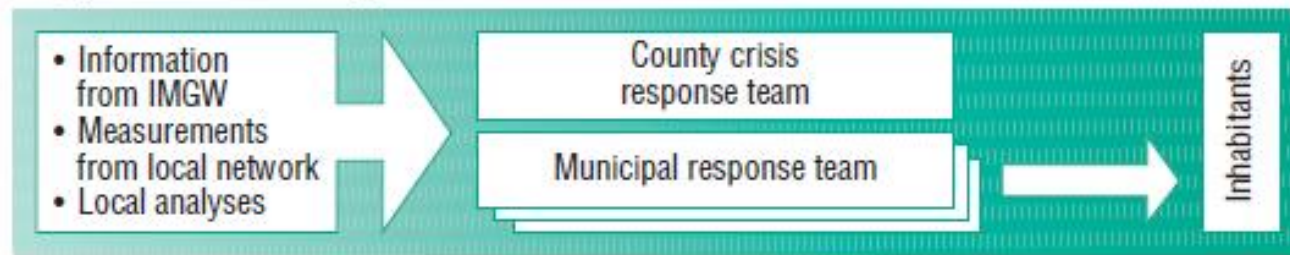
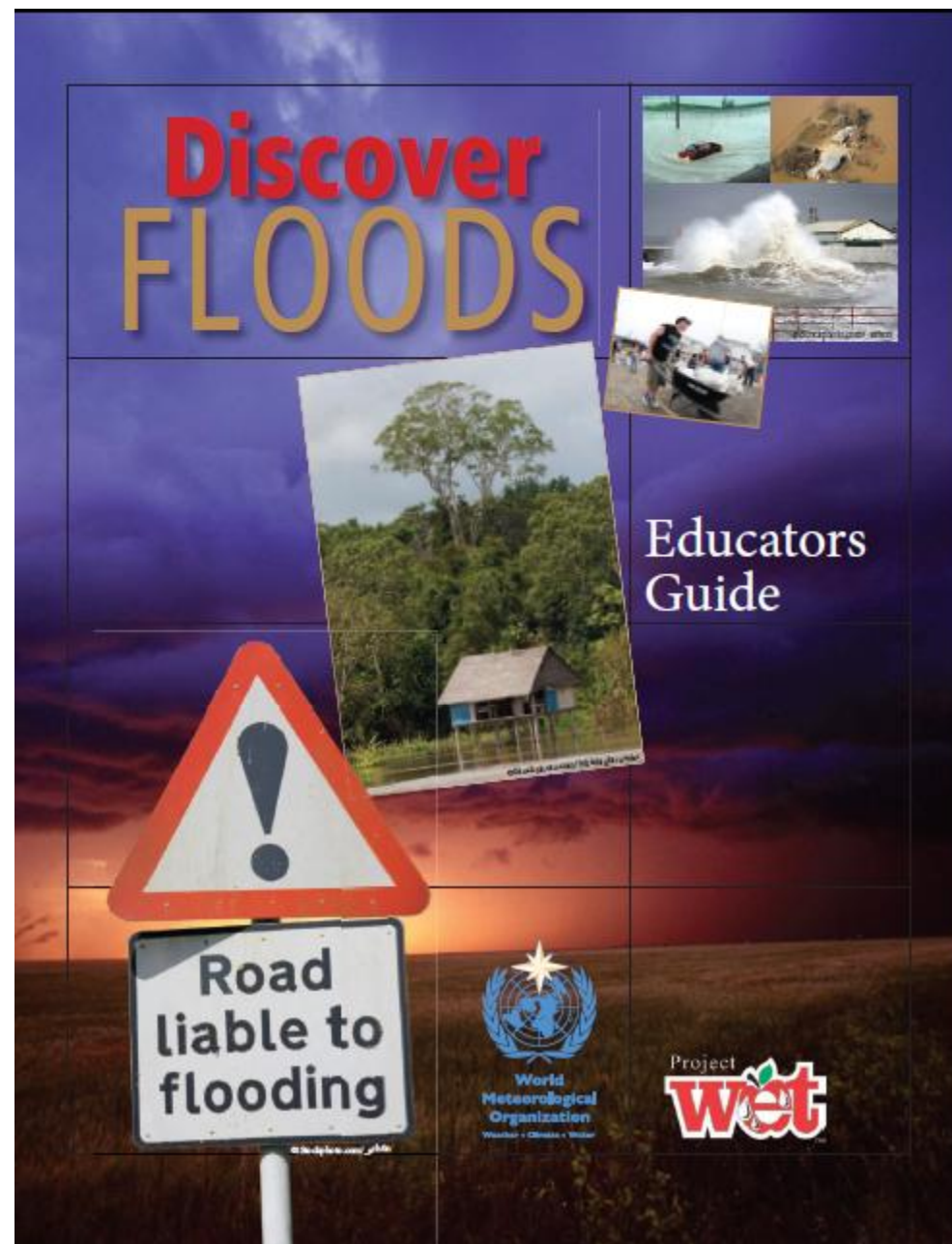
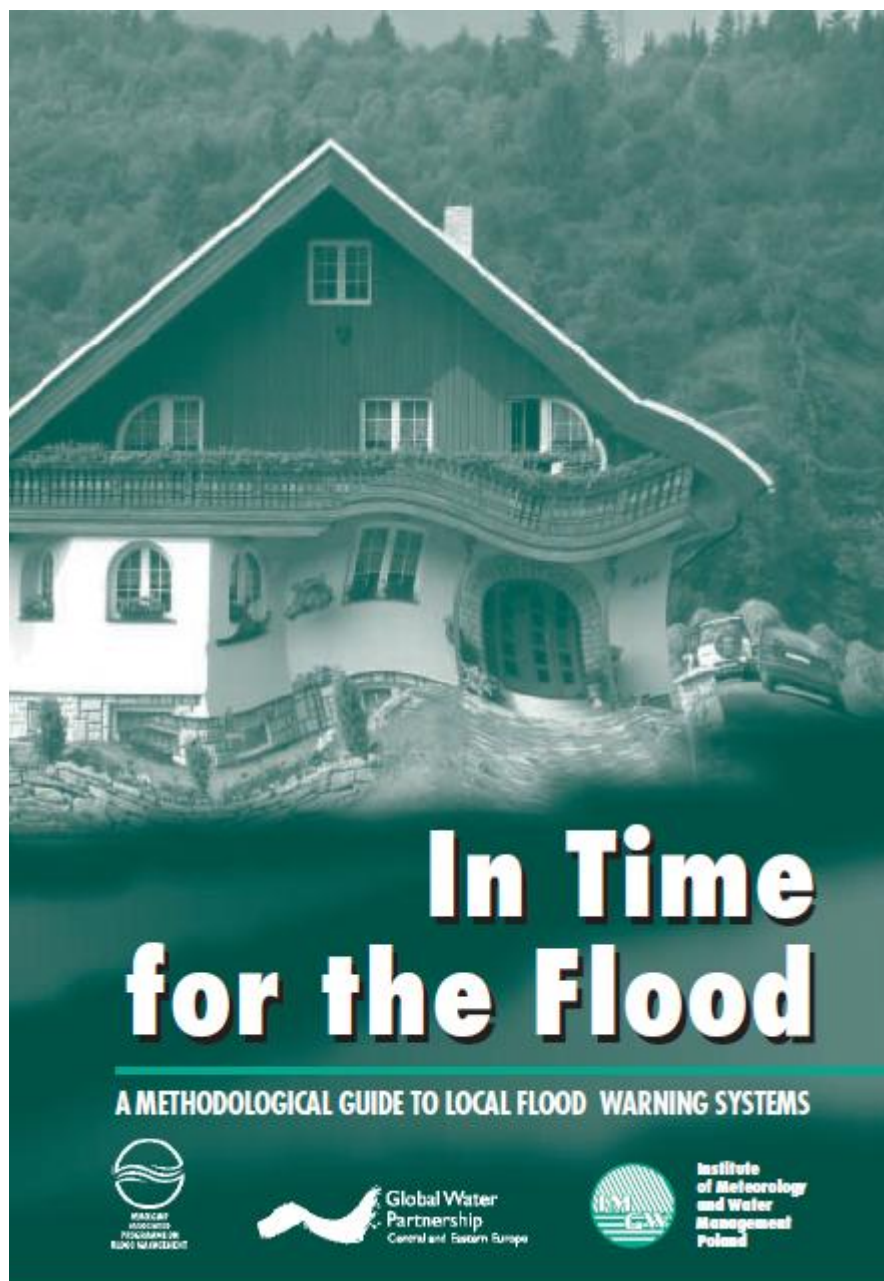


Fig. 3. Example of multi-stage warning of inhabitants





# هرگز در جریان سیلاب رانندگی نکنید!

**DO NOT DRIVE THROUGH FLOODWATERS!**



Vehicle begins to float when the water reaches its chassis, which allows the lateral forces to push it off the road.



Washed-out roadway can be hidden by muddy water allowing a vehicle to drop into unexpected deep water.

• اگر عمق جریان 30

سانتیمتر باشد:

فوق العاده خطرناک!

اگر عمق جریان 60

سانتیمتر باشد:

مرگ حتمی!

اگر آب جاری گل آلود باشد،

تخریب جاده قابل تشخیص

نبوده، و احتمال واژگونی:

مرگ حتمی!

# Non-Structural Measures for Flood Management



## Emergency Response Measures





زنگ خبر سیلاب

آژیر هشدار سیلاب



وضعیت نارنجی  
آستانه سیلاب  
رودخانه سون  
فرانسه (1389)













for. A. Wanczuk / REPORTER



**COLLABORATION IS  
A CONDITION OF SUCCESS**



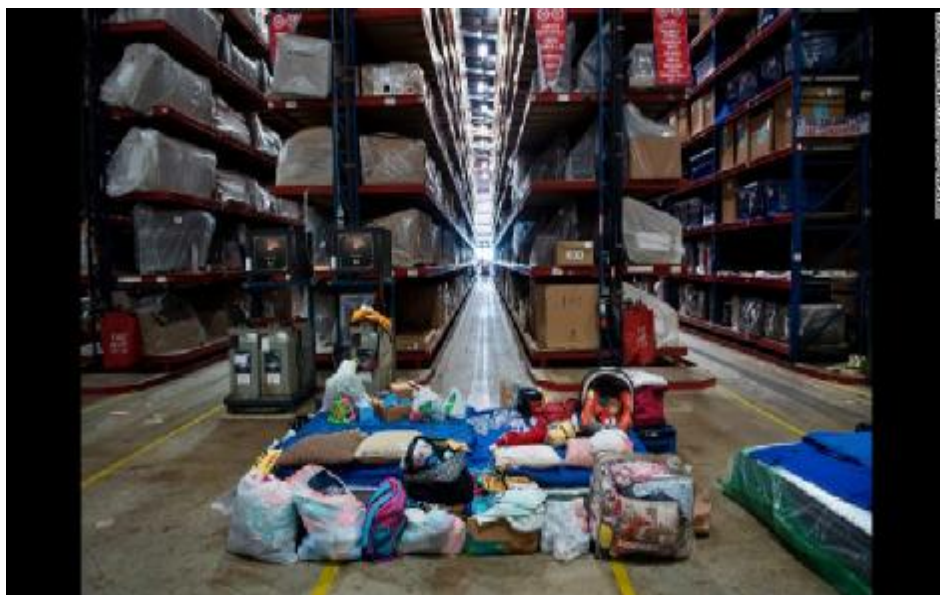


سیلاب طوفان هاروی در تگزاس - تابستان 2017

بیش از 300 هزار نفر از دولت فدرال کمک خواسته‌اند.

80 درصد تگزاسی‌ها بیمه سیلاب ندارند.

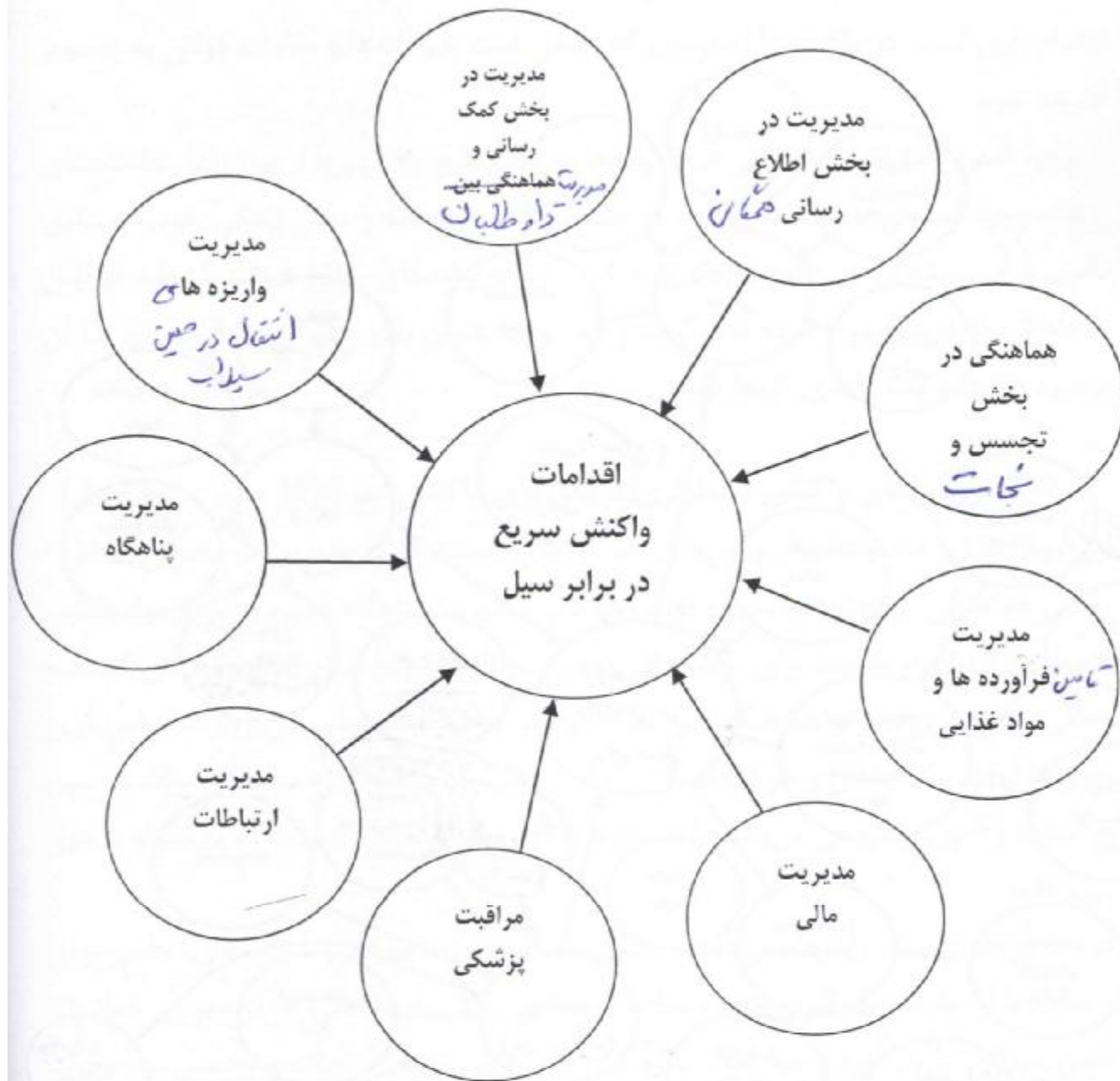
پناهگاه (اسکان موقت) برای 43000 نفر



It would take 10-15 days for floodwaters to recede.

**'Please don't come home'**

At least 13 toxic waste sites in Texas were flooded or damaged by Hurricane Harvey



شکل (۲-۳) - اقدامات واکنش سریع در برابر سیل

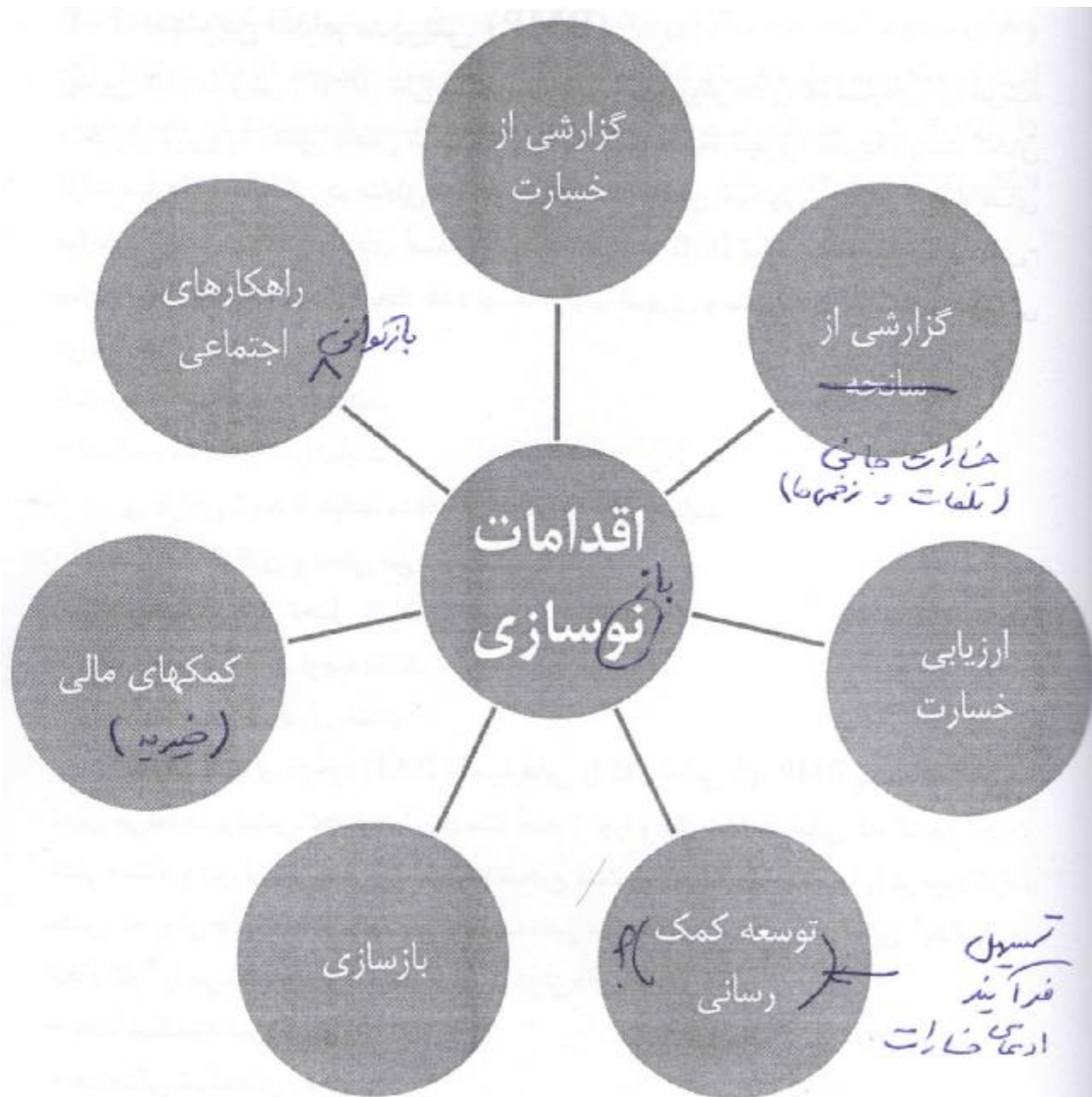
*Emergency Response Measures*

# Non-Structural Measures for Flood Management



## Rehabilitation Measures





شکل (۳-۳) - اقدامات بازسازی

Rehabilitation Measures



رسوب گذاری در پیچ داخلی رودخانه پس از سیلاب



رسوبات پس از سیلاب در بلوچستان  
بهار 1386

17 12:00PM





آثار سیلاب بهاره در حوضه کوهستان و جنگل



ته نشست رسوبات در بستر کبیر رودخانه پس از سیلاب





ایستگاه هیدرومتری گرگانرود - پس از سیلاب گلستان (مرداد 1384)





حمله جریان و تخریب آبشکن رود ارس، دشت مغان (1385)





# What is natural flood management?

- Why NFM?
  - Develop effective solutions working with nature, rather than against it
  - Physical measures which seal the soil, or are designed to contain the water in the riverbed, could increase the flood risk downstream
  - Measures which improve the storage capacities of flood water temporarily during flood events can also provide other ecosystem services
- NFM starts with an assessment of hydrological processes across the whole river catchment/along stretch of coast to identify where measures can best be taken – focus on increasing water retention capacities, but often delivering multiple benefits.
- Examples:
  - restoring natural flows by realignment of coastal areas, or re-connection of rivers with their floodplain
  - restoration of wetlands that can store flood water and “slow the flow”
  - reservoirs in agricultural areas that can store flood water during flood events, and be high nature value areas
  - urban GI: green spaces, sustainable urban drainage, green roofs





- Floods are the most common and most costly natural disasters in Europe.
- Frequency likely to increase with climate change.
- Strategic long term and integrated flood risk management: prevention to increase resilience of society.
- Natural flood management becoming more important with increased recognition of its benefits



- Towards better environmental options and flood management (2009)
- Water blueprint & natural water retention measures (2012)
- The EU Green Infrastructure Strategy (2013)

# Green Infrastructure: What is it?

*Green Infrastructure: a strategically planned network of natural and semi-natural areas with other environmental features designed and managed to deliver a wide range of ecosystem services. It incorporates green spaces (or blue if aquatic ecosystems are concerned) and other physical features in terrestrial (including coastal) and marine areas. On land, GI is present in rural and urban settings.*

- Contribution to Europe 2020 Strategy: promoting smart, sustainable and inclusive growth – supporting a shift towards a resource efficient, low-carbon, sustainable economy by investing in our natural capital.

*Spatial structure delivering nature benefits to people*





# Costs of measures vs costs to society

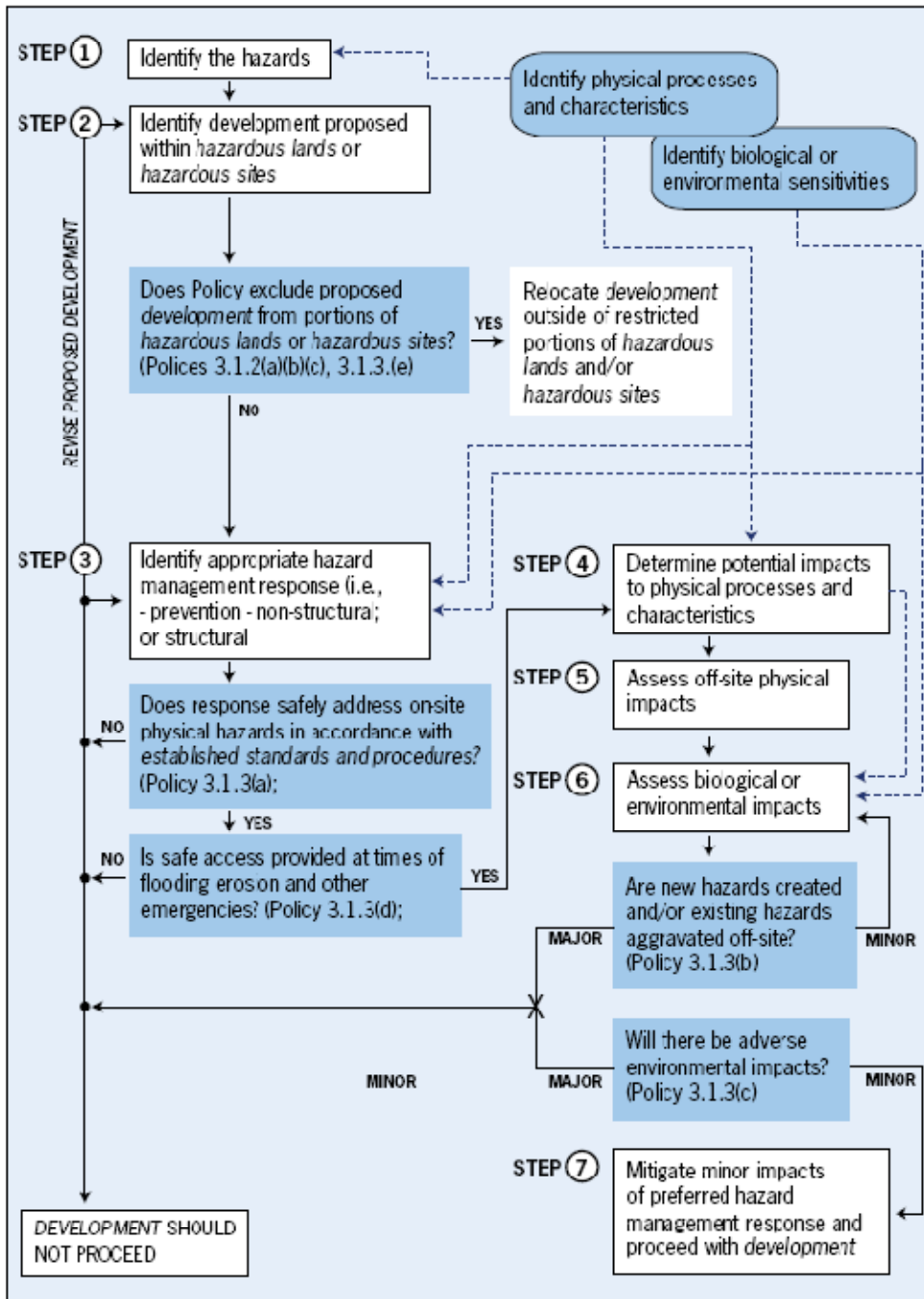


- Costs of prevention, protection and preparedness can be substantial ...
- ... but so are the costs to society of the damage caused by floods!
- It make economic sense to select measures which have multiple benefits for society !
- Chose measures that are robust and flexible in context of climate change ("no-regret").

# Nature and Extent of Flood Hazard

- Factors affecting flood damage
  - Ø Type of land use on the floodplain
  - Ø Magnitude and frequency of flood
  - Ø Rate and duration of flood
  - Ø Season of the flood
  - Ø Population density
  - Ø Public awareness
  - Ø Effectiveness of forecasting, warning, and emergency planning

FIGURE 13 Suggested 7 Step Procedure: Addressing the Hazards



### 9.3 Seven Steps for hazard identification and management

This seven-step procedure focuses on basic questions and issues that should be addressed when planning authorities are reviewing a development proposal within hazard lands and hazardous sites. This is not quite a one-size-fits-all procedure because some hazards are more complex than others – for example, a shoreline subject to flooding, erosion and dynamic beach movement versus an isolated karst formation. So the level of evaluation should fit the size, severity and type of risks and the potential physical and biological impacts that may result. The seven steps are summarized in figure 13.



# Adjustments to Flood Hazards (1)

---

- The structural approach
  - Ø Engineering barriers: Levee augmentation
  - Ø Channelization
  - Ø River-channel restoration
- Flood insurance: Shared responsibility and accountability
- Flood-proofing: Raised foundation, floodwalls, waterproof doors and windows, pumps

## Adjustments to Flood Hazards (2)

---

- Floodplain regulation: Obtaining the most beneficial use of floodplains
  - Ø Flood-hazard mapping
  - Ø Floodplain zoning
- Government buyout and relocating people from floodplain
- Personal adjustments



# Perception of Flooding

---

- Individual level: Variable
- Local and state level: Mitigation plans
- Federal government level
  - Ø Mapping of flood-prone areas
  - Ø Floodplain management plans
  - Ø Public outreach



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشگاه محقق اردبیلی ۱۳۹۶

شانزدهمین کنفرانس ملی هیدرولیک ایران



شانزدهمین کنفرانس ملی هیدرولیک ایران با حمایت نهادهای مختلف برگزار می‌گردد:

شعبه هم اندیشی

بررسی نظام نامه مدیریت سیلاب کشور

با سخنرانی و ارائه نظر مدیران و کارشناسان ارشد کشوری از نهادهای حامی نشست

زمان: ۱۶ شهریور ۱۳۹۶  
مکان: دانشگاه محقق اردبیلی

برای کسب اطلاع از برنامه نشست و شرکت در آن با شماره ۰۹۱۵۰۷۲۹۲۰۵ در وقت اداری تماس حاصل فرمائید

# نظامنامه مدیریت سیلاب ایران

# مراحل زمانی اجرای نظامنامه

– قبل از صدور پیش آگاهی

- شرایط عادی قبل از صدور هرگونه هشدار یا پیش‌بینی بارش یا رواناب و سیلاب که کلیه واحدها در حال انجام فعالیت‌های مستمر خود در مورد پیش‌بینی، هشدار سیل و طرح‌ریزی اقدامات آمادگی و پیشگیری در مدیریت سیلاب می‌باشند.

– از پیش آگاهی تا پایان رخداد سیل

- منظور، بازه زمانی از صدور پیش‌آگاهی احتمال رخداد بارش یا سیلاب توسط سازمان هواشناسی یا سایر سامانه‌های پیش‌بینی، پایش و هشدار تا زمان اعلام پایان رخداد سیل توسط دفاتر مطالعات پایه و مدیریت بحران و پدافند غیرعامل می‌باشد فارغ از اینکه سیلابی بوقوع پیوندد یا خیر. در نمودار گردش کار مدیریت سیل، این مرحله به دو بازه‌ی زمانی «از صدور پیش‌آگاهی تا شروع رخداد سیل» و «از رخداد سیل تا فروکش نمودن آن» تقسیم شده است.

– پس از فروکش نمودن سیل

- مقطع زمانی پس از اعلام پایان یافتن سیلاب که بیانگر عدم احتمال رخداد بارش در کوتاه مدت می‌باشد و کلیه واحدها مکلف به اجرای تکالیف مربوط به بازسازی و بازتوانی پس از رخداد سیل هستند.



## تفکیک مسئولیت‌ها در مراحل مختلف اجرای نظامنامه

مجموعه اقدامات لازم و متصور برای مدیریت سیلاب به تعداد 100 اقدام یا تکلیف، در مقاطع زمانی سه‌گانه تعیین شده، در پنج گروه به شرح زیر طبقه‌بندی شده است:

- پیش‌بینی، پایش و هشدار (با محوریت مطالعات پایه منابع آب کشور)
- مهندسی رودخانه
- تأسیسات آب و آبفا
- مدیریت مخازن
- هماهنگی و مدیریت بحران



# تدوین نظام نامه جامع مدیریت سیلاب در وزارت نیرو

مرحله	پیش بینی، پایش و هشدار	مهندسی رودخانه	تأسیسات آب و آبفا	مدیریت مخزن	هماهنگی و مدیریت بحران
قبل از صدور پیش آگاهی و رخداد سیل	9	10	12	8	17
از پیش آگاهی تا پایان رخداد سیل	3	5	6	4	13
پس از فروکش کردن سیل	5	10	7	4	5
مجموع	17	25	25	16	35
جمع کل			127		



بررسی نظام‌نامه مدیریت سیلاب وزارت نیرو



## نکات کلیدی مطرح شده:

الف) اهمیت سیلاب - مستند سازی سیلاب

ب) خسارات سیل - هزینه ها

ج) شناخت سیلاب - ارزیابی شدت سیلاب

د) ساختار مدیریت سیلاب و نظامنامه سیلاب کشوری

ن) کاستی های مدیریتی در نظامنامه سیلاب

و) ارتقای فناوری سیل

ه) آمادگی در برابر سیلاب - آموزش همگانی

ی) منابع مالی سامانه مدیریت سیلاب





## بررسی نظام نامه مدیریت سیلاب وزارت نیرو

