مروری بر فناوری‌های مختلف در مدیریت بحران سیلاب در بخش راه و رودخانه

مقاله علمی- پژوهشی

مقصود پوریاری*، استادیار، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول:m.pouryari@bhrc.ac.ir

دریافت: ۱٤۰۱/۰۵/۲۵- پذیرش: ۱٤۰۱/۱۰/۰۵
صفحه ۲۳٤-۲۱۷

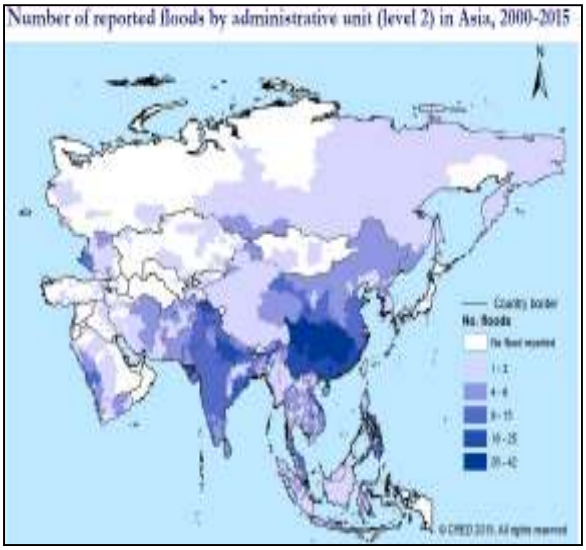
چکیده

سیلاب در مقایسه با تمام بلایای طبیعی دیگر در سراسر جهان، اغلب ویرانگر بوده و بیشترین تعداد تلفات و بیشترین خسارت اقتصادی را رقم می‌زند. یکی از ابزارهای مهم توسعه استفاده از فناوری‌های مختلف در مدیریت بحران برای حفاظت از زیرساختهاست. استفاده از فناوری‌ها در مدیریت بحران‌ها (خصوصاً طبیعی) در شبکه‌های حمل و نقل در هر سه بخش پیشگیری، هنگام وقوع و پس از وقوع، مطرح است. این سیستم‌ها به صورت نرم افزاری و سخت افزاری یا به تفکیک اقدامات مهندسی یا مدیریتی در مراحل مختلف قابل طبقه بندی است. این تجهیزات کمک می‌کنند تا وضعیت زیرساخت‌های حمل و نقل تحت نظر باشد تا پیش از وقوع سانحه، از بروز این مشکلات جلوگیری شود. یکی دیگر از کاربردهای فناوری‌های مرتبط، اطلاع‌رسانی صحیح به کاربران و کمک به مدیریت صحیح ترافیک است که در نتیجه آن می‌توان از بروز تراکم ترافیک یا تشکیل گلوگاه و یا سردرگمی کاربران پیشگیری نمود. در این مقاله انواع استراتژی‌ها، مفاهیم و ابتکارات جدید شامل حفاظت در برابر سیل، راه‌حل‌های سازگار با محیط زیست، اقدامات سازه‌ای، اقدامات غیرسازه‌ای، اقدامات نرم افزاری، اقدامات سخت افزاری، مدیریت یکپارچه، مقابله با سیل، مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه برای بکارگیری هر فناوری و یا روش و یا برنامه برای مدیریت یک سانحه از جمله سیلاب، با تحلیل درخت مساله راهکارهای مبتنی بر معیارهایی شامل : نیاز، اولویت، هزینه، امکان سنجی و منابع در دسترس، انتخاب اقدام مدیریتی و مهندسی متناسب پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: فناوری، مدیریت بحران سیل، راه، رودخانه

۱-مقدمه

در سال ۲۰۲۰تعداد ۳۸۹ بلایای طبیعی در پایگاه EM-DAT، گزارش شد که ۱۵۰۸۰ نفر کشته و زندگی ۹۸,٤ میلیون نفر دیگر را تحت تأثیر قرار داد. میزان خسارت نیز ۱۷۱,۳ میلیارد دلار آمریکا بود. سال ۲۰۲۰ علاوه بر همه‌گیریCOVID-19، سال تحت سلطه بلایای مرتبط با آب و هوا بود. با این حال، در سال ۲۰۲۰ طوفان‌ها ۲٦ درصد بیشتر از میانگین سالانه ۱۰۲ رویداد، ۲۳ درصد سیل بیشتر از میانگین سالانه ۱٦۳ رویداد و ۱۸ درصد تلفات سیل بیشتر از میانگین سالانه ۵۲۳۳ مرگ و میر بوده است. بیشترین تعداد تلفات و بیشترین خسارت اقتصادی ناشی از سیلاب می‌باشد. میانگین هزینه مستقیم سالانه بلایای طبیعی در سراسر جهان بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ تقریباً ۱۰۰ میلیارد دلار بود (UNDRR. et al,2020). ۹۵ تا ۹۷ درصد تلفات ناشی از بلایای طبیعی ناشی از سیل در کشورهای در حال توسعه است. در عین حال،۹۰ درصد بلایای طبیعی شامل سیل است که سالانه ٦ میلیارد دلار خسارت به اقتصاد جهان وارد می‌کند. (M.Tariq, et al.2020) در کشور ایران نیز سالانه بالغ بر یک هزار میلیارد تومان خسارت ناشی از سیل به زیرساخت‌های حمل ونقل بوده است. این مقدار در سیل سال ۱۳۹۸ بالغ بر ۳۵۰۰ میلیارد تومان رسید (گ-۸٤۷-۰٤، ۱۳۹۸).



شکل۱. تعداد سیلاب‌های گزارش شده در قاره آسیا از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ (JICA,2018)

۲- انواع پیامدهای ناشی از سیل

سیل‌ها پدیده‌های طبیعی هستند که با طغیان رودخانه‌ها یا جریان‌ها بوجود می‌آیند. برخلاف اینکه پیشرفت‌های زیادی در طول سال‌ها در جلوگیری و کنترل آن شده است، با توجه به تجربه وقوع سیل ۱۳۹۸ در ایران، سیلاب هنوز مهمترین تهدید برای زندگی و اموال مردم محسوب می‌گردد. سیل عامل ایجاد دامنه وسیعی از خسارت‌ها شامل جریان واریزه‌ای و مستغرق شدن جاده‌ها و آب‌شستگی اجزای سازه‌ای مسیر مانند پایه‌های پل و شانه‌خاکی می‌باشد. خرابی بدنه مسیر در اثر وقوع سیل می‌تواند به صورت آب شستگی و تخریب بدنه راه، شکستگی و آب‌شستگی پایه‌های پل و ریزش پل، نشست پایه‌های پل در اثر نفوذ و شدت آب و مواردی از این قبیل باشد. از آنجا که سیل یک جریان بوده و در حال حرکت است در مسیر خود بسیاری از اشیاء از قبیل تنه‌های درخت، دکل‌های برق، وسایل نقلیه، توده‌های سنگ و گل و لای را با خود حمل کرده و در مسیر راه‌های ارتباطی قرار می‌دهد. همین مسئله باعث انسداد یا کاهش عرضه عبوری گشته و شبکه را دچار اختلال می‌کند. سیل به کلیه اجزای خط راه‌آهن از جمله خود مسیر شامل خط‌آهن و اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای آن، پل‌ها، تاسیسات برقی و مکانیکی، واگن‌ها و ساختمان ایستگاه به طور مستقیم (شسته‌شدن و خسارت دیدگی توسط جریان سیل) و یا غیرمستقیم (مثلاً، ایجاد زمین لغزش تحت اثر سیل) خسارت وارد می‌نماید و در نهایت جان، اموال و سلامتی جسمانی، روحی و روانی مسافران را در معرض خطر قرار می‌دهد. به طور مثال سیل به سیستم‌های الکتریکی آسیب می‌رساند، ریل را خراب می‌کند و شانه‌های جاده را شسته و با خود می‌برد. رسوب و قلوه‌سنگ‌های به جای مانده تا مدت‌ها باعث مسدودی مسیر می‌گردد. در جاهایی که سرعت آب زیاد است و نوع خاک قابل فرسایش است حتی می‌تواند توپوگرافی سطح زمین و در نتیجه توپوگرافی مسیر خط آهن را تغییر دهد، بارندگی زیاد و ماندن آب تا مدت‌ها پس از سیل می‌تواند باعث ریزش و لغزش کناره‌های جاده و خاکریز ریل شده و حرکت قطار را دچار مشکل کند.

شکل ۲. آبشستگی زیر کوله و شکست عرشه، سیل ۱۳۹۷، پل کمربندی نوشهر

لغزش: حرکت توده‌ای از مواد تشکیل دهنده زمین، از یک شیب به سمت پایین را زمین‌لغزش یا ناپایداری شیب می‌نامند. یکی از مهمترین دلایل وقوع این پدیده وقوع بارش و در نتیجه سست شدن زمین در محل شیب‌ها است. وقوع زمین‌لغزش در مقیاس‌های بزرگ باعث جابجایی بدنه راه، تغییر مکان تکیه‌گاه‌ها، گسیختگی شیب‌ها، پوشیده شدن سطح راهها ویا خرابی ابنیه فنی راه مانند پلها و غیره خواهد شد. بارندگی به عنوان عامل طبیعی می‌تواند نقش داشته باشد: افزایش وزن توده لغزش یا بدنه اصلی- کاهش مقاومت در سطح لغزش ناشی از اشباع شدگی.

هر دو عامل باعث کاهش ضریب اطمینان می‌شود (مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی، کارگروه ژئوتکنیک،۱۳۹۸).

ریزش: وقوع بارش‌ها می‌تواند در محل معابر باعث ریزش سنگ‌های سست شود. این پدیده بیشتر در معابر گذرنده از مناطق کوهستانی رخ می‌دهد. ریزش توده‌های عظیم سنگ و خاک از کوه، می‌تواند باعث انسداد بخش یا کل مسیر راه شود.

طوفان و سونامی: در مناطق ساحلی، پدیده طوفان به دلیل شرایط اقلیمی یا پدیده سونامی در اثر وقوع زمین لرزه می‌تواند به زیرساخت‌های بندر، ریل و جاده در مناطق همجوار خسارت وارد کند.

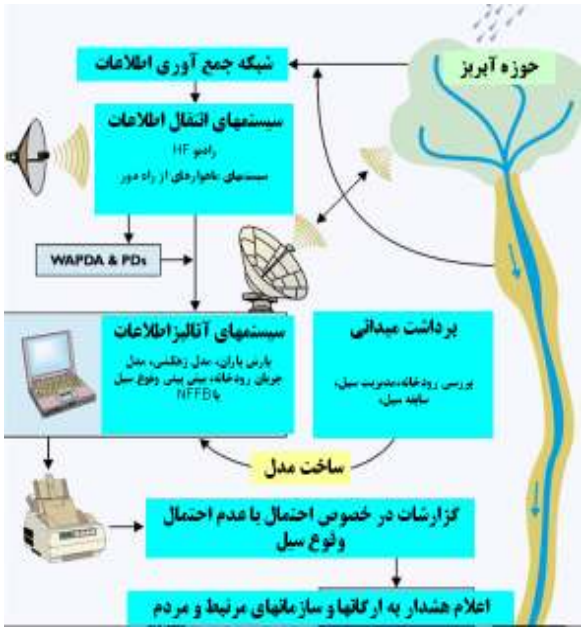
شکل ۳. ریزش خاک و توده‌های سنگ تخریب کامل یا بخشی از بدنه جاده – انسداد مسیر سیل ۹۸ استان (گ-۸٤۷-۰٤، ۱۳۹۸)

۳- شناسایی انواع فناوری‌های موجود در کشور و جهان

همانطور که ذکر شد مدیریت سیلاب باید مبتنی بر روش‌های ترکیبی و جامع و یکپارچه باشد تا بیشترین اثر گذاری را داشته باشد. مثل تمام سوانح این شیوه‌ها را می‌توان در چرخه مدیریت بحران (پیش بینی، پیشگیری، مقابله و بازسازی) بکار گرفت. موثرترین شیوه بکارگیری این شیوه‌ها قبل از وقوع حادثه است. شیوه‌های بکار گرفته شده می‌تواند از روش‌های نرم افزاری و سخت افزاری تشکیل شود. همچنین روشهای سازه‌ای و غیر سازه‌ای برای سیلاب لازم است. در ادامه این شیوه‌ها را که در موارد زیاد با بکارگیری فناوری همراه است، با دسته بندی ذیل مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۳-۱- فناوری مرتبط با سیستم هشدار

تجهیزات پیش‌آگاهی دهنده سیل: تجهیزات پیش‌آگاهی‌دهنده سیل تغییرات شرایط آب و هوایی و بارندگی، تغییرات سطح آب در نزدیکی جاده‌ها، حوزه‌های آبریز و در سدهای مجاور جاده‌ها را تشخیص می‌دهند و به نهادها و ارگانهای مرتبط هشدارهای لازم را ارسال می‌نمایند.



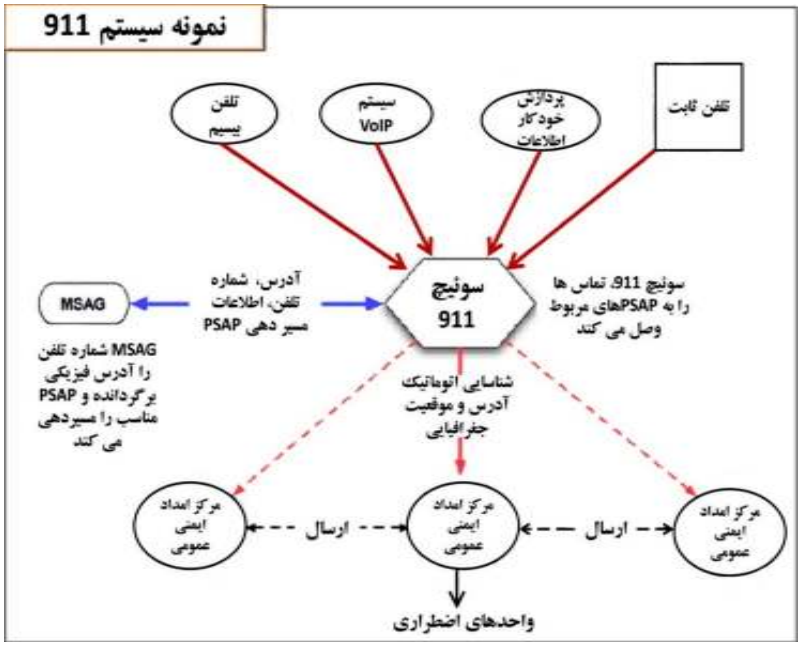
شکل ٤. فرآیند تجهیزات پیش‌آگاهی‌دهنده وقوع سیل در جاده‌ها (راست)

نمونه‌ای از تجهیزات سنجش چند پارامتر مختلف هواشناسی سطح جاده (چپ) (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱٤۰۱)

۳-۲-تلاش امدادی

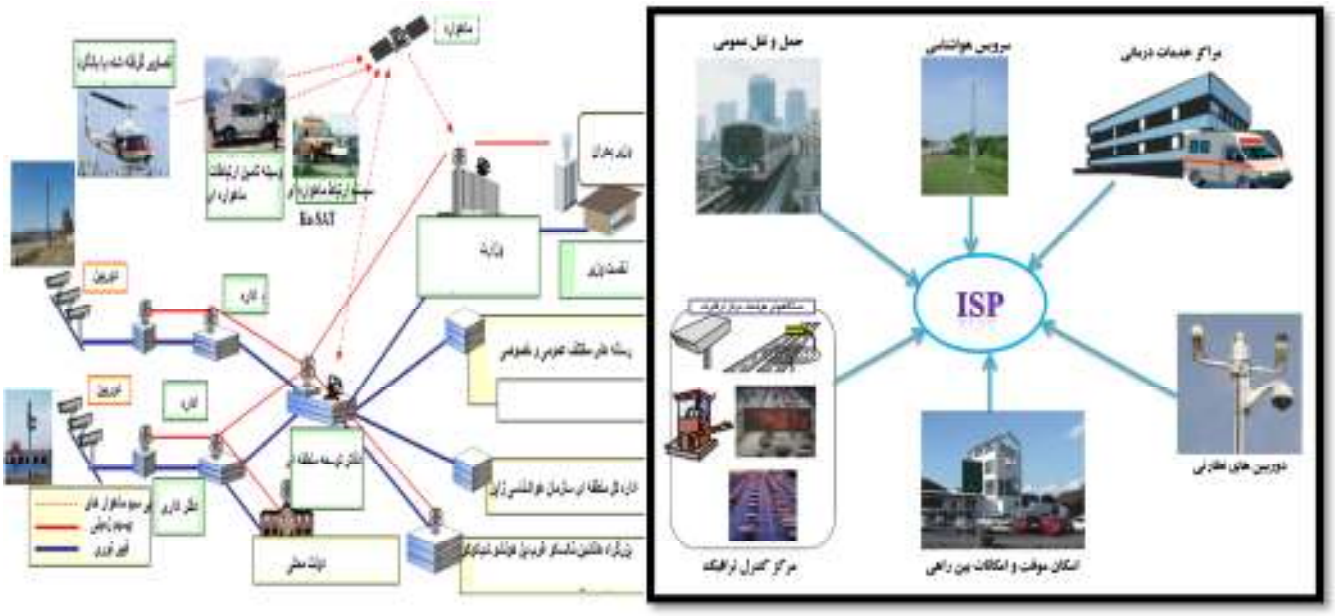
معمولاً در این بخش، اپراتورهای تلفن‌های اورژانسی اطلاعاتی را درباره امدادخواهان و پیغام‌های گزارش شده جمع‌آوری می‌کنند و این اطلاعات را به سایر بسته‌های تجهیزاتی که پاسخ‌های اضطرار را طبقه‌بندی و مدیریت می‌کنند ارسال می‌کنند. در ایالات متحده در این زمینه بسته‌های تجهیزاتی وجود دارد که این بسته‌های تجهیزاتی، تماس‌های صورت گرفته به ۹۱۱، تلفن‌های ۷ رقمی محلی و تلفن‌های اضطراری بین جاده‌ای برای رانندگان را دریافت کرده و برای تأیید و برآورد شدت اضطرار با سایر ارگان‌ها هماهنگی‌های لازم را انجام داده و اطلاعات اضطرار دریافت شده را به سازمان پاسخگوی مربوطه ارسال

می‌کند. علاوه بر آن بسته تجهیزاتی مذکور، موقعیت و محل خودروهای امدادی را ردیابی کرده و آنها زا به محل‌های وقوع حادثه اعزام می‌کند. اطلاعات مربوط به سانحه از مردم و سایر ارگان‌های تأمین اجتماعی‌جمع‌آوری شده و به واحدهای مربوطه تحویل داده می‌شود. وضعیت سانحه و وضعیت واحد پاسخگو پیگیری شده و در صورت لزوم واحدهای کمکی بیشتری می‌توانند اعزام شوند و یا با اتمام عملیات امداد و پایان یافتن سانحه وضعیت واحد به در دسترس تغییر کند. مشخصات اجرایی سیستم E۹۱۱ به اشکال مختلف وجود دارد که در شکل ۵ نمونه‌ای از ساختار متعارف و پایه‌ای این سیستم نشان داده شده است.



شکل۵. نمونه‌ای متعارف از ساختار سیستم E۹۱۱ (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی۱٤۰۱)

پس از اینکه اطلاعات مختلف حمل و نقلی و جاده‌ای در هنگام بحران توسط روش‌های گوناگون و با استفاده از فناوری‌های ارتباطی جمع‌آوری شد این اطلاعات در یک مرکز اطلاعات ISP برای کاربران فراهم می‌گردد. بعداز اینکه اطلاعات جمع‌آوری گردید، اطلاعات دریافتی برای انتخاب مقصد، مسیر و مد سفر شهروندان، در اختیار نهادها، سازمانها، ارگان‌ها و کاربران جاده‌ای قرار می‌گیرد. همانطور که شکل ٦ نشان می‌دهد، اطلاعات مربوط به امکانات رفاهی بین راه برای انتخاب مسیر تخلیه توسط ISP دریافت شده و به طرق مختلف در اختیار شهروندان حادثه دیده قرار می‌گیرد. علاوه بر آن اطلاعات مربوط به مراکز خدمات درمانی از جمله ظرفیت پذیرش و امکانات درمانی برای اطلاع رسانی به عموم مردم در اختیار ISP قرار می‌گیرد. همچنین سایر اطلاعات مورد نیاز برای شهروندان در مواقع بروز بحران، از مراکز کنترل ترافیک، سرویس‌های هواشناسی، دوربین‌های نظارتی، مراکز مدیریت حمل و نقل و سایر بخش‌ها جمع‌آوری می‌شود. اطلاعات جمع‌آوری شده توسط ISP، به روشهای مختلفی از جمله اینترنت، پخش تلویزیونی و رادیویی، تابلوهای پیام متغیر، سیستم تلفن ۵۱۱، مراکز بین راهی و . . . به اطلاع شهروندان می‌رسد. در دهه اخیر با پیشرفت تکنولوژی و گسترش زیرساخت‌های مخابراتی و از طرفی توسعه تکنولوژی دستگاه‌های هوشمند، امکان ارتباط دو طرفه بین سازمان‌ها و شهروندان از طریق نرم‌افزارهای این دستگاه‌ها بر بستر اینترنت فراهم شده است.



شکل۶. معماری سیستم اطلاع رسانی و مخابراتی در آمریکا (راست)، ژاپن (چپ) (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی)(JICA,2018)

شکل۷. مشاهده منوهای برنامه، مشاهده مخاطرات بر روی نقشه در تلفن همراه

(مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، ۱۳۹۷)(JICA,2018)

۳-۳- راه حل‌های مبتنی بر طبیعت (بام‌های سبز)

یکی دیگر از تمهیداتی که با توجه به شرایط اقلیمی منطقه، جهت جلوگیری از هدر رفت آب باران می‌توان اندیشید، ایجاد بام‌های سبز است. به دلیل تغییرات آب و هوایی گسترده در سطح دنیا، بارندگی شدیدتر خواهد شد و به دلیل مساحت زیاد آسفالت، شهرها برای مدیریت اوج بارندگی با مشکل مواجه هستند. سقف‌ها گاهی تا ٤۰ درصد سطح سنگفرش را تشکیل می‌دهند و بنابراین پتانسیل بسیار بالایی دارند. بام سبز یک جایگزین مقرون به صرفه برای جبران آب است. علاوه بر این، تمام مزایای یک بام سبز معمولی مانند خنک‌کردن ساختمان، خنک کردن شهر، فیلتر کردن سموم را داراست و البته می‌توان آن را با انرژی خورشیدی ادغام کرد.

شکل۸. بام‌های سبز در امستردام زیرساخت برای جمع‌آوری آب(ITU,2019)

۳-٤-کنترل سیلاب

سیستم‌های مختلف و تاسیسات متنوع برای کنترل سیلاب وجود دارد. شامل سازه‌ها و بناهایی است که بصورت مستقیم یا غیر مستقیم جهت کنترل، جمع آوری، انتقال و هدایت آب در رودخانه‌ها یا انهار ساخته می‌شوند. سدهای بزرگ و کوچک، آبگیرها، کانالها، نیروگاهها، ایستگاههای آبسنجی، دیوارهای نگهبان و انحراف سیلاب، بهسازی آبراه، ذخیره سیلاب، احداث گوره‌ها و دیوارهای سیل بند، موارد مشابه از جمله این تاسیسات محسوب می‌شوند.

۳-٤-۱-دریچه آب : سیستم واکنش سریع کنترل سیل

این دریچه یک دستگاه پی وی سی هوشمند است که از فشار آب ورودی برای تثبیت خود استفاده می‌کند و یک وسیله بسیار مؤثر برای مهار خسارت سیل است.

شکل ۹. سیستم واکنش سریع سیل(ITU,2019)

۳-٤-۲-سدهای متحرک

سدهای متحرک برای جلوگیری از جاری شدن سیل، توسط متخصصان در انگلستان و ژاپن طراحی شده‌اند. دروازه‌های سد متحرک تایمز در انگلستان که معمولاً برای عبور کشتی‌ها باز است در بارش‌های شدید و هنگام وقوع طوفان بسته می‌شوند تا جریان آب را متوقف کنند مشابه این فناوری در ژاپن برای حفاظت شهرها در زمان سیلاب، سیستم‌های پیچیده‌ای از کانال‌ها و دروازه‌ها را طراحی کرده و ساخته‌اند که در مواقع نیاز باز و بسته شده و مانع از ورود آب به شهرها می‌شوند.

۳-٤-۳-دریچه قابل کنترل

در رودخانه‌های بزرگ مخصوصاً در دهانه رودخانه با توجه به احتمال وقوع سیل‌های دریایی مدیریت سیلاب مهم است. این حالت با ساخت دریچه‌های کنترل آب و تقسیم آن بین آبراه‌های مختلف امکان پذیر شده است.

شکل۱۰. نمونه سد متحرک(ITU,2019)

شکل۱۱. دریچه کنترل سیلاب بر رودخانه Yodo ژاپن(JICA,2018)

۳-٤-٤-حفاظت از بستر و کنار رودخانه‌ها

ساحل سازی و محافظت از بستر و دیواره ساحل با مصالح طبیعی نقش مهمی در جلوگیری از آبشستگی محل احداث دیوار هدایت آب در محل ابنیه فنی مثل پل ایفا می‌کند.

شکل ۱۲. تجربه محافظت از بستر و دیوار رودخانه و کانال در برابر سیل در ایران(JICA,2018)

۳-٤-۵-حفاظت در برابر جریان واریزه‌ای

هجوم جریان واریزه‌ای و انواع رسوب می‌تواند منجر به انسداد آبروها و تخریب مستحدثات واقع در آن شود. در این راستا احداث سازه‌هایی به منظور کنترل این جریان واریزه‌ای راهگشا است.

شکل۱۳. بند سنگی اجرا شده در رودخانه‌ای درکشو ایران شهرستان علی آباد (راست) نمونه تحت عنوان سابو در کشور ژاپن (چپ) (دانشگاه تهران، ۱۳۹۸)(JICA,2018)

۳-٤-٦-استفاده از ریپ رپ برای محافظت از حاشیه راه در برابر سیلاب

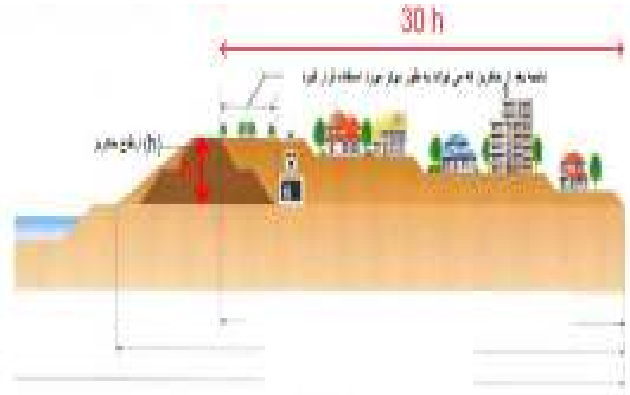
سنگ‌لاشه‌ها برای محافظت از کرانه‌ها، بستر جریان‌ها، تکیه‌گاه پل‌ها، زیرساخت‌های اساسی و دیگر تأسیسات ساحلی در برابر فرسایش به‌کار می‌روند.

ریپ رپ به سنگ یا دیگر موادی که توسط انسان برای محافظت از سازه‌های بدنه راه، سازه‌های ساحلی در برابر برخورد آب، امواج و فرسایش توده‌های یخ ساخته می‌شود، گفته می‌شود.

شکل ۱٤. نمونه استفاده از ریب رپ درکشورهای مختلف (JICA,2018)

۳-٤-۷-ساخت دیوار و یا گوره برای محافظت در برابر سیلاب

در این روش که برای رودخانه‌هایی که سطحی بالاتر نسبت به زمین‌های اطراف دارند و برای محافظت مناطق مسکونی اطراف در هنگام بالا آمدن سطح آب با ساخت دیوار و همچنین تامین ارتفاع حریم رودخانه، مسکونی، محافظت در برابر سیلاب انجام می‌گیرد.

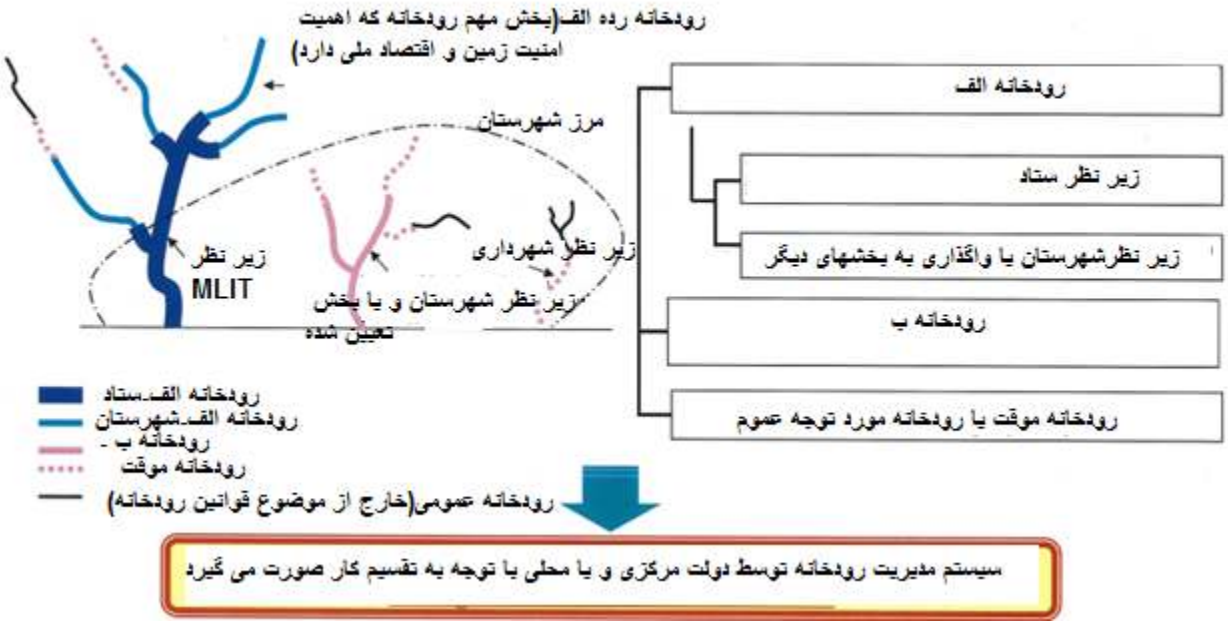


شکل ۱۵. ارتفاع خاکریز و ناحیه بعد از خاکریز(JICA,2018)

۳-۵-مدیریت یکپارچه سیل

یکی از مشکلات مدیریت سیلاب در کشور نبود مدیریت یکپارچه است. مدیریت یکپارچه سیل با هدف استفاده حداکثری مزیت‌های دشت‌های سیلابی و به حداقل رساندن تلفات ناشی از سیل است. در واقع، این مفهوم مبتنی بر در نظر گرفتن حوضه رودخانه به عنوان یک سیستم پویا منحصر به فرد است که در درون آن، تعاملات بین زمین و منابع آب تضمین می‌کند که هر تغییر واحد بر سایر اجزا به صورت مثبت یا منفی تأثیر می‌گذارد.

شکل ۱٦. رویکرد مدیریت یکپارچه سیلاب(M.Tariq, et al.2020)

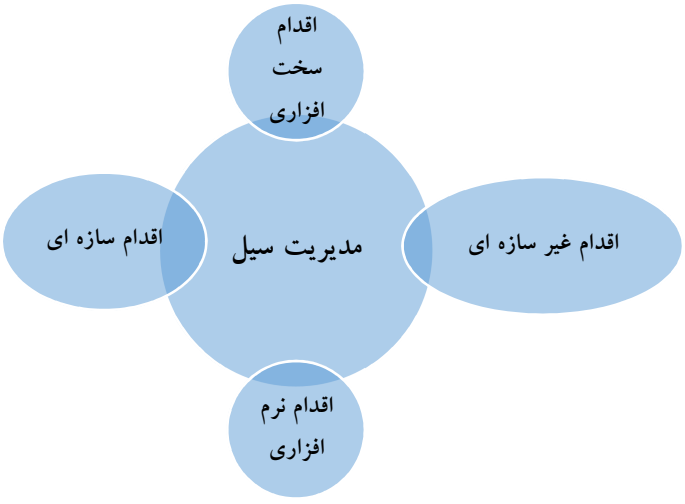


شکل۱۷. طبقه‌بندی انواع رودخانه و سیستم مدیریت آن (JICA,2018)

مدیریت سیل یک پدیده مبهم و پیچیده است که باید به طور دوره‌ای تقریباً هر ۳۰ تا ۵۰ سال یکبار مورد بازبینی قرار گیرد. (M.Tariq, et al.2020). این راستا انواع استراتژی‌ها، مفاهیم و ابتکارات جدید باید پیشنهاد و مورد ملاحظه قرار گیرند.

در شکل ۱۸ انواع اقدامات و ابتکارات در خصوص مدیریت سیلاب و در شکل ۱۹ خلاصه این طبقه‌بندی از دو منظر اقدامات سازه‌ای/ غیرسازه‌ای و اقدامات نرم افزاری / سخت افزاری ارایه شده است.

شکل۱۸. طبقه بندی انواع استراتژی‌ها، مفاهیم و ابتکارات جدید جهت مدیریت سیل(M.Tariq, et al.2020)



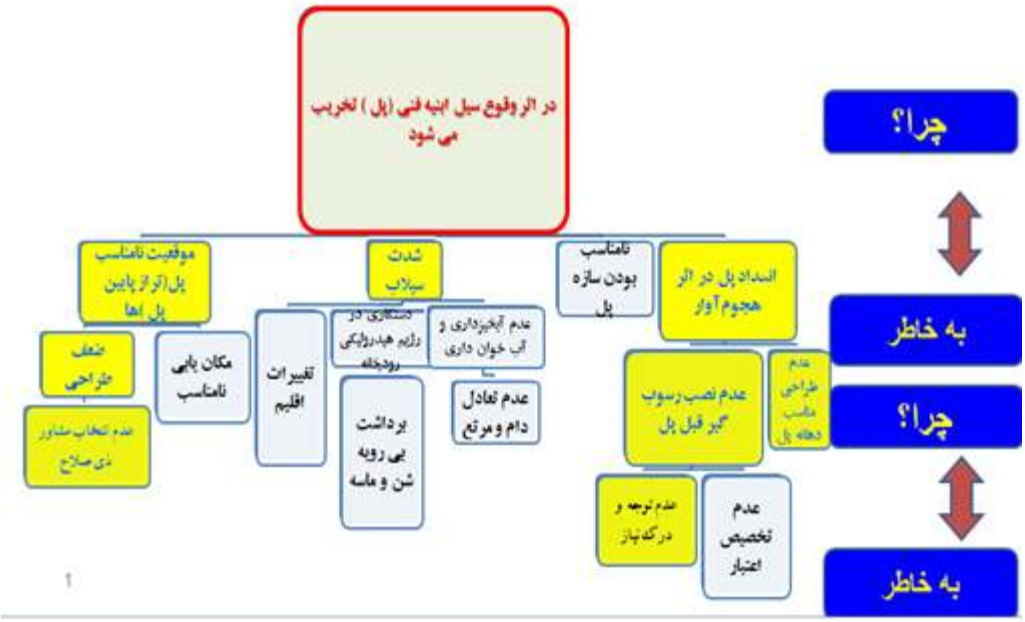
شکل ۱۹. طبقه بندی کلی اقدامات جهت مدیریت سیل(M.Tariq, et al.2020)

برای بکارگیری هر فناوری و یا روش و یا برنامه برای مدیریت یک سانحه از جمله سیلاب، تحلیل ریشه‌ای علت و سپس با استفاده از تکنیک مدیریت چرخه پروژه و در نهایت تدوین برنامه عملیاتی می‌توان اقدام نمود. تحلیل ریشه‌ای، روشی تحلیلی جهت حل مسئله است که بمنظور شناسایی ریشه‌ای علت بروز مشکلات یا مسائل، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل ۲۰ نمونه‌ای از تشریح دلایل وقوع یک مساله (آسیب سیل بر بدنه راه و راه آهن) که در ریشه‌ها نمایان است و پیامد این مساله که در شاخه‌ها نمایان شده، ارایه شده است. ملاحظه می‌گردد مساله مانند درختی است که شامل ریشه، تنه و شاخه می‌باشد. مشکل در تنه نشان داده می‌شود و این مشکل دارای ریشه‌هایی است که با طرح سوال چرا، می‌توان به ریشه‌های بعدی رسید و این سوال تا به میزان کافی (معمولاً در حد چهار سوال) می‌تواند ادامه یابد.

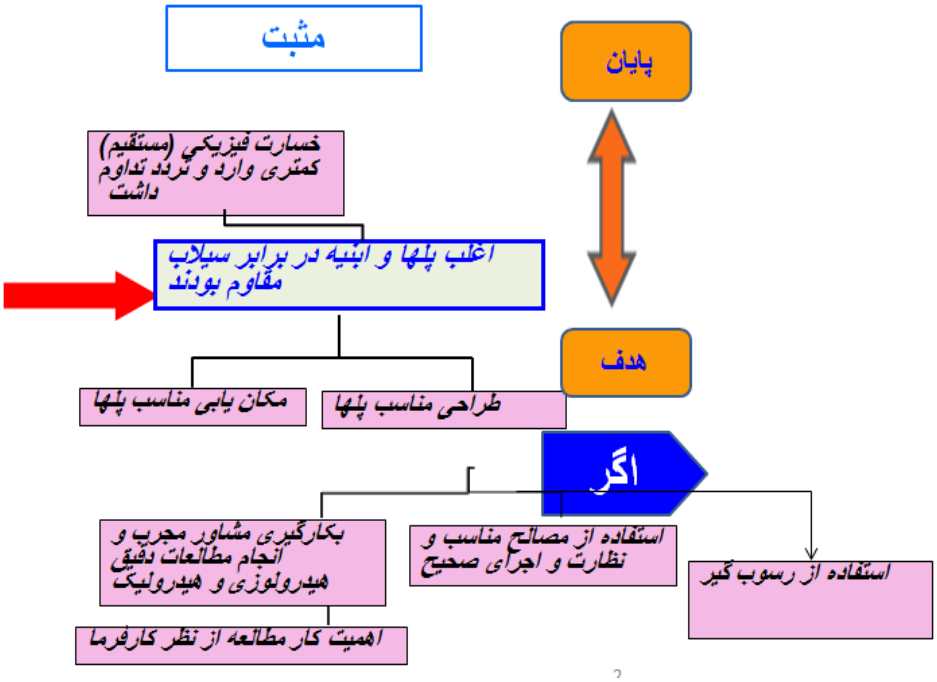
شکل ۲۰. تحلیل ریشه‌ای مسله آسیب سیل بر زیرساخت‌های راه و راه آهن (پوریاری،۱٤۰۱)

٤- نتیجه‌گیری

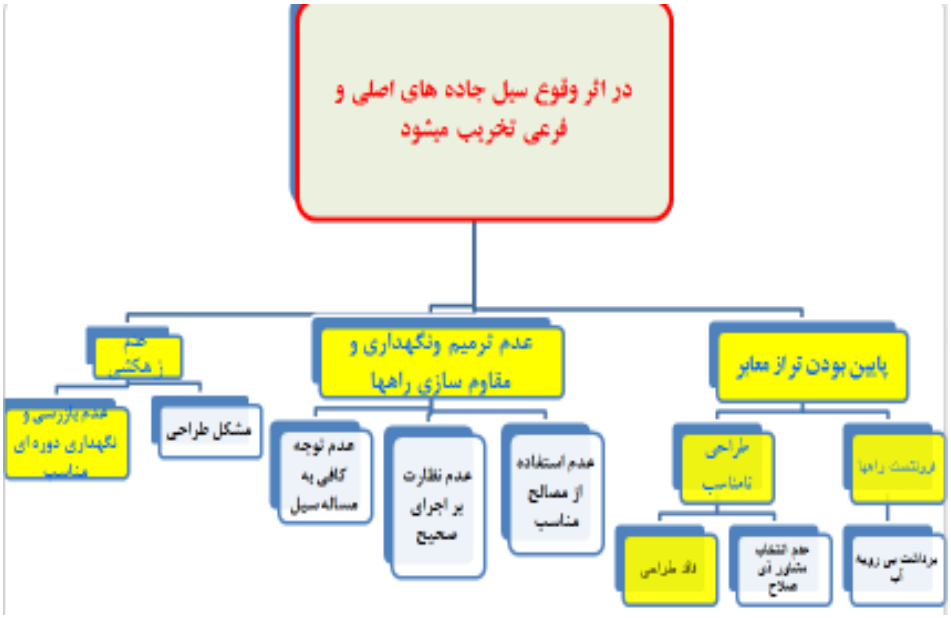
همان طور که درخت مسأله می‌تواند به بیان علت و معلول یک مساله بپردازد به راحتی می توان درختی با حل مساله تحت عنوان درخت اهداف یا راهکار ترسیم نمود. برای ترسیم درخت اهداف، ابتدا یک درخت دیگر ترسیم می‌شود و با طرح سوال (چگونه؟) به راهکار می‌رسیم. در درخت جدید، ابتدا به ریشه‌های درخت مسأله نگاه می‌کنیم، و هر یک از ریشه‌ها را تبدیل به فعالیت می‌کنیم. فعالیت‌ها در ریشه‌های درخت اهداف نوشته می‌شود. به عنوان مثال سه نوع مساله آسیب راه در اثر سیلاب شامل (خرابی بدنه راه، خرابی ابنیه فنی و پل) به ترتیب مطابق شکل‌های ۲۱ تا ۲٦ در اثر سیل و آبگرفتگی مناطق جمعیتی اطراف رودخانه با این روش مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. سپس با انتخاب رویکرد مناسب و اتخاذ اقدام مورد نیاز بر اساس معیارهایی نظیر : نیاز، اولویت، هزینه، امکان سنجی و منابع در دسترس، بکار گیری هر فناوری و یا روش و یا برنامه میسر خواهد بود. فرایند تحلیل ریشه‌ای علت، یک روش گذشته‌نگر می‌باشد و در صورت بهره‌گیری از آن می‌بایست پس از شناسایی یک خطای جبران‌ناپذیر، آغاز شود و پیاده‌سازی آن به‌طور معمول شامل تشکیل یک تیم از ذینفعان کلیدی، بررسی وضعیت و جمع‌آوری داده‌ها در خصوص فرایند، شناسایی عوامل احتمالی، معرفی و ارایه پیشنهادها و نیز اجرای تحلیل تغییر، برای فرایند جدید، می‌باشد.



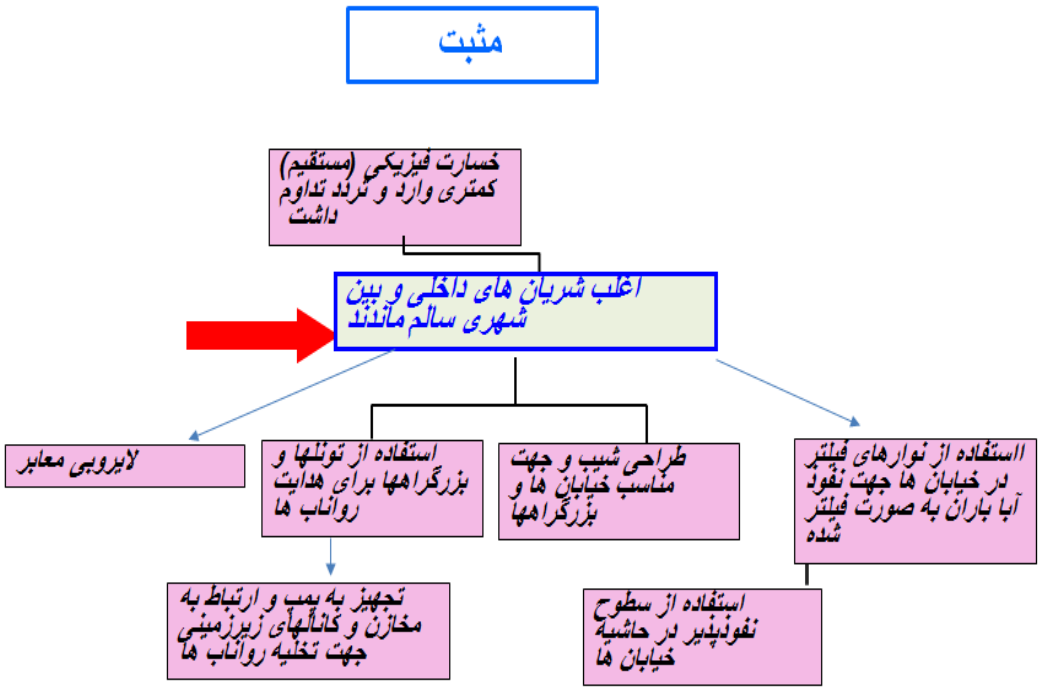
شکل ۲۱. درخت مساله خرابی پل و ابنیه در برابر سیلاب (پوریاری،۱۴۰۱)



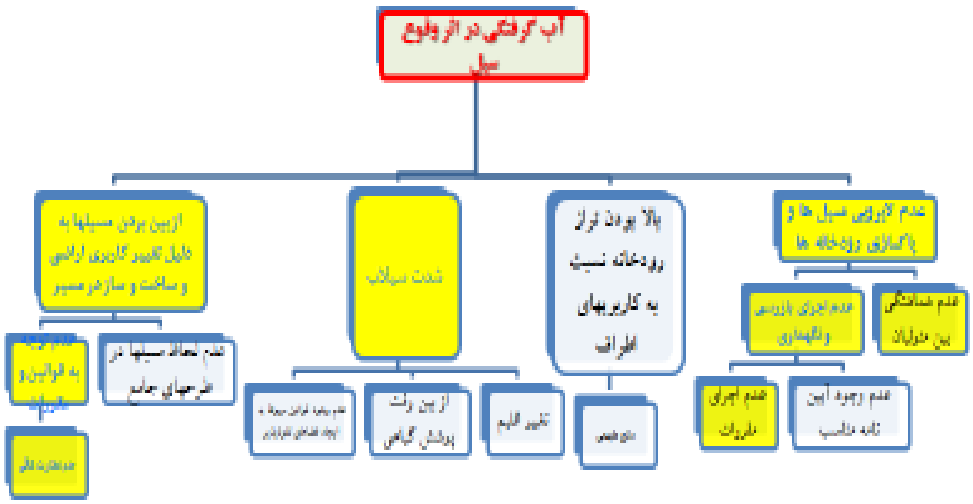
شکل ۲۲. درخت راهکار برای حل مساله علت خرابی پل و ابنیه در برابر سیلاب (پوریاری،۱۴۰۱)



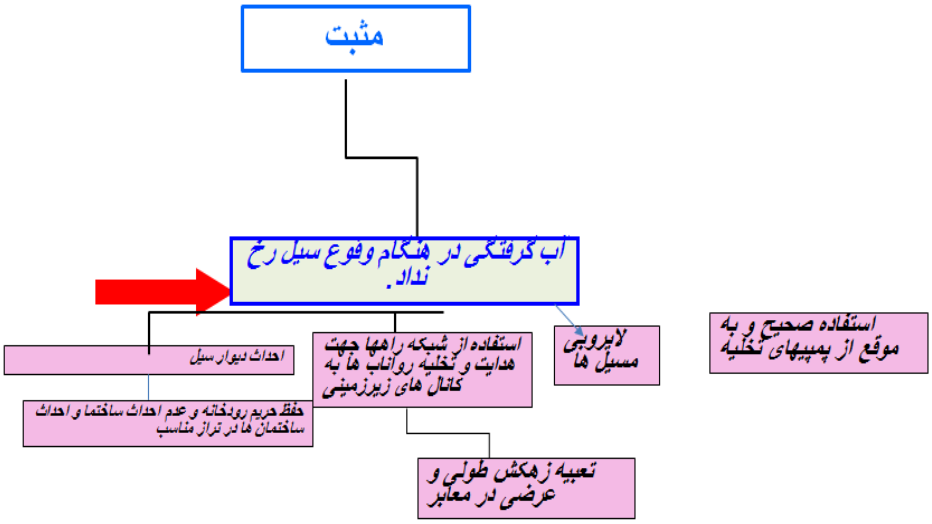
شکل ۲۳. درخت مساله خرابی جاده در برابر سیلاب (پوریاری،۱٤۰۱)



شکل ۲٤. درخت راهکار برای حل مساله علت خرابی جاده در برابر سیلاب (پوریاری،۱٤۰۱)



شکل ۲۵. درخت مساله آبگرفتگی در برابر سیلاب (پوریاری،۱۴۰۱)



شکل ۲۶. درخت راهکار برای حل مساله آبگرفتگی جاده در برابر سیلاب (پوریاری،۱۴۰۱)

٦-مراجع

-"تهیه چارچوب و ملزومات نرم افزار کاربردی تلفن همراه برای مدیریت بحران‌های ناشی از بلایای طبیعی در شهر تهران"، (۱۳۹۷)، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران.

-"کاربرد سامانه‌های هوشمند در پیشگیری و مدیریت بحران (حمل و نقل جاده‌ای)" مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، (۱۴۰۱)، (در دست چاپ).

-"مجموعه گزارش‌های هیات ویژه سیلاب"، (۱۳۹۸)، دانشگاه تهران.

-"مجموعه گزارش‌های تخصصی سیلاب‌های فروردین"، (۱۳۹۸)، بررسی آسیب‌های راه و ابنیه فنی-گزارش کارگروه حمل و نقل و ابنیه فنی، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، شماره نشر:گ-۸۴۷-۰۴.

-"مجموعه گزارش‌های تخصصی سیلاب‌های فروردین"، (۱۳۹۸)، "بررسی آسیب‌های راه و ابنیه فنی-گزارش کارگروه ژئوتکنیک مرکز تحقیقات راه"، مسکن و شهرسازی.

-پوریاری، م.، (۱٤۰۱)، "بکارگیری فناوریهای مختلف در مدیریت بحران سیلاب در بخش راه و رودخانه"، بخش لجستیک، مدیریت سیستم‌ها و بحران، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی.

-JICA, (2018) "Disaster management on infrastructure (river, road and port)", (b), training course period in japan: from November 5th, 2018 to December 19th.

-ITU," Disruptive technologies and their use in disaster risk reduction and management", (2019)," Third ITU Global Forum on Emergency Telecommunications (GET-19)", Balaclava, Mauritius.

-M.Tariq, R. Farooq and N.Giesen, "a critical review of flood risk management and the selection of suitable measures", appl. sci. 2020, 10, 8752, Doi:10.3390/app10238752.

-UNDRR, UCLouvain, Cred, Usaid "The Non-COVID Year in Disasters, Global trends and perspectives"2020, Under, available at: Https://Emdat.Be/Sites/Default/Files/Adsr_2020.Pdf.

An Overview of Various Technologies in Flood Disaster Management in the Road and River

Maghsood Pouryari, Assistant Professor, Housing & Urban Development Research Center, Tehran, Iran.

E-mail: m.pouryari@bhrc.ac.ir

Received: September 2022- Accepted: February 2023

ABSTRACT

Floods, compared to all other natural disasters around the world, are often devastating and cause the highest number of casualties and the greatest economic damage. One of the important development tools is the use of various technologies in disaster management to protect infrastructure. The use of technologies in disaster management (especially natural) in transportation networks is discussed in all three areas of prevention, during and after the occurrence. These systems can be classified into software and hardware or separately into engineering or management actions in different stages. These equipment help to monitor the condition of transport infrastructure to prevent these problems before an accident occurs. Another application of related technologies is to properly inform users and help manage traffic properly, as a result of which traffic congestion or bottlenecks or confusion of users can be prevented. In this article, a variety of new strategies, concepts and initiatives, including protection in against floods, environmentally friendly solutions, structural measures, non-structural measures, software measures, hardware measures, integrated management, flood control, have been examined. To use any technology, method or program. To manage an accident such as a flood, by analyzing the problem tree, solutions based on criteria including: need, priority, cost, feasibility and available resources, selection of appropriate management and engineering action is done.

Keywords: Technology, Flood, Road, River Disaster Management