جایگاه و نقش سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار سیلاب در کاهش اثرات مخرب سیل

دکتر حسین محمدی
دانشیار دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران
E-mail: hmmohammadi@yahoo.com

دکتر مهران مقصودی
استادیار دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران
E-mail: maghsoudi.@ut.ac.ir

غلامرضا روشن
کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه تهران
E-mail: r.rowshan@yahoo.com

چکیده

خسارات و ضایعات اقتصادی ناشی از سیلاب‌ها، به‌سرعت با توسعه اقتصادی، افزایش جمعیت، تجمع انباشت سرمایه‌ها و کاربری نادرست اراضی در دشت‌های سیلابی رودخانه‌های بزرگ در حال افزایش است.

امروزه با توجه به اثرات مخرب سیلاب‌ها بر جوامع بشری، در حالی روش‌های ساختاری حفاظت در مقابل سیلاب، مانند سیل‌بندها و دیگر روش‌های مدیریت و کنترل سیلاب می‌توانند مؤثر باشند، که ظرفیت طراحی این سازه‌ها زیاد باشد. اما وقتی که این سازه‌ها دچار گسیختگی و شکستگی می‌شوند، همواره یک ریسک باقیمانده وجود دارد. در بسیاری از موارد، این چنین سازه‌هایی ممکن است به دلایل محیطی، نامناسب باشند یا اجرایشان غیرممکن باشد و در نتیجه روش‌های غیرسازه‌ای مورد نیاز باشد. بر این اساس هشدار سیلاب برای مدیریت ریسک باقیمانده ضروری است و به‌عنوان یکی از مؤثرترین روش‌های غیرسازه‌ای مدیریت سیلاب در کاهش خطرات و خسارات ناشی از این پدیده می‌باشد.

واژگان کلیدی: بحران، بلا، مدیریت ریسک، پیش‌بینی سیلاب.

۱. مقدمه

سالانه حدود ۱۹۶ میلیون نفر در بیش از ۹۰ کشور در معرض خطر آن قرار دارند. حدود یکصد و هفتاد هزار نفر به‌وسیله سیل‌هایی که در کل دنیا در حدود سال‌های ۲۰۰۰- ۱۹۷۰ اتفاق افتاده است کشته شده‌اند (NDUP, 2004).

سیلاب خطری است که مردم بسیاری از کشورها با آن مواجه بوده و در کل جهان به‌عنوان یکی از شدیدترین بلاها در میان ۱۵ نوع از بلایای طبیعی شناخته شده است (Zhou et al ., 2002). خسارات و ضایعات اقتصادی، ناشی از سیلاب‌ها به‌سرعت با توسعه اقتصادی، افزایش جمعیت، تجمع و انباشت سرمایه‌ها و کاربری نادرست اراضی در دشت‌های سیلابی رودخانه‌های بزرگ در حال افزایش است (changnon, 1985). از گذشته فشار جمعیت و فقدان زمین‌های کشاورزی باعث حرکت جمعیت انسانی به‌سوی دشت‌های سیلابی گردید. در ابتدا، چینی‌ها برای اولین بار سعی نمودند تا با احداث سدها و خاکریزها خود و اراضی کشاورزیشان را در مقابل سیلاب‌ها محفوظ نمایند (wang, 2000). اما امروزه با توجه به اثرات مخرب سیلاب‌ها بر جوامع بشری، در حالی روش‌های ساختاری حفاظت در مقابل سیلاب، مانند سیل‌بندها و دیگر روش‌های مدیریت و کنترل سیلاب می‌توانند مؤثر باشند، که ظرفیت طراحی این سازه‌ها زیاد باشد. اما وقتی که این سازها دچار گسیختگی و شکستگی می‌شوند، همواره یک ریسک باقیمانده وجود دارد. در بسیاری از موارد، این‌چنین سازه‌هایی ممکن است به دلایل محیطی، نامناسب باشند یا اجرایشان غیرممکن باشد و در نتیجه روش‌های غیرسازه‌ای مورد نیاز باشد. هشدار سیلاب برای مدیریت ریسک باقیمانده ضروری است و به‌عنوان یکی از مؤثرترین روش‌های غیرسازه‌ای مدیریت سیلاب می‌باشد. در این پژوهش سعی گردید، تا با توجه به اهمیت موضوع، مبانی و چهارچوبی از جایگاه سیستم‌های هشدار و پیش‌بینی سیل و نقش آن‌ها در کاهش اثرات مخرب سیلاب‌ها ارائه گردد تا نقطه شروعی برای انجام تحقیقات توسط پژوهشگران علاقه‌مند به این شاخه از سوانح و بلایای طبیعی باشد.

۲. مفهوم بحران و بلا در برنامه‌ریزی و مدیریت

تعاریف متفاوتی از مفهوم بحران در متون برنامه‌ریزی و مدیریت وجود دارد و هرکس با توجه به دیدگاه‌های خود تعریف خاصی از بحران دارد. گاهی اوقات برخی از محققان و صاحب نظران به دلایل مختلف بین بحران و بلایا تمایزاتی قائل نمی‌شوند. به همین منظور ابتدا تعاریفی از بحران ارائه می‌شود و سپس تعاریفی در باب تمایز بحران با بلا(یا) ارائه می‌گردد.

بنا به گفته آلترمن (Applegate, 2004, p. 16) می‌توان تعاریف ارائه شده در خصوص بحران را به دو نوع تقسیم کرد: نوع اول تعاریفی که منشأ آن تئوری مدیریت است که تهدید

بحران را ناشی از ظهور ناگهانی یک مقوله جدید با اهمیت در ادبیات مدیریت می‌داند و نوع دوم تعاریفی که منشأ آن ادبیات سیاست‌های عمومی(و برنامه‌ریزی شهری) است. آن‌گونه که چارمن و کوزمین (۱۹۹۴) به آن اشاره دارند، تحقیق در باب بحران، بحث جدیدی است که نیاز به توجه بیشتری دارد (Jarman & Kouzemin, 1990, p. 130).

در ارتباط با دسته اول می‌توان به تعریف پاچانت و میتروف (۱۹۹۲) اشاره کرد. آن‌ها بحران را به‌عنوان یک اختلال می‌دانند که در یک نظام کل، به‌طور فیزیکی تاثیر می‌گذارد و فرض‌ها، ادراکات موضوعی و هسته وجودی نظام را تهدید می‌کند (Pauchant & Mitroff, 1992, p. 12).

از این دیدگاه شرایط بحران نیازمند حداقل دو شرط اساسی است: اول، نظام کل نیازمند تاثیرگذاری فیزیکی در نقطه‌ای خاص است. دوم، فرض اصلی این است که برخی از نظام‌ها نیازمند به چالش کشیده شدن در نقطه‌ای که به آنها نیرو می‌دهد، هم برای تشخیص مبانی این فرض و هم برای توسعه مکانیزم دفاعی در برابر این فرض ها می‌باشند (Alterman, 2002, p. 16).

پاچانت و میتروف بین بحران و دیگر حالت های اضطراری تمایز قائل شده و چهار حالت را برمی‌شمرند: برخورد، کشمکش، رخداد ناگوار و بحران. آنها بحران و رخداد ناگوار را برای نظام کل و برخورد و کشمکش را برای خرده نظام‌ها در نظر می‌گیرند. از طرفی صفت برخورد و رخداد ناگوار را فیزیکی و کشمکش و بحران را نمادین می‌نامند (Pauchant & Mitroff ,1992 , p.12) (جدول ۱).

جدول ۱: تعریف اصطلاحات مدیریت بحران

	سطوح نظام	
	خرده نظام	**نظام کل**
فیزیکی	برخورد	رخداد ناگوار
نمادین	کشمکش	بحران

Source: Pauchant & Mitroff, 1992, p. 3

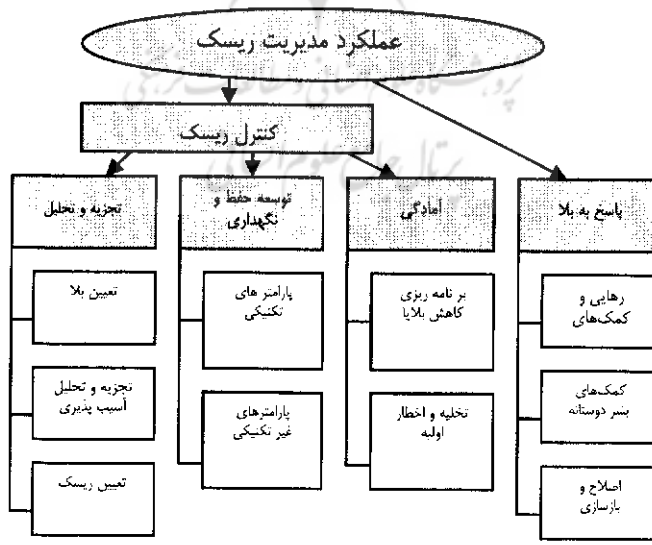
در دسته دوم تعاریف، هرمان (۱۹۷۲) جزء اولین کسانی است که تعریف کلاسیکی از بحران ارائه می‌کند: "بحران شرایطی است که اهداف ابتدایی سطح بالا برای واحد تصمیم‌گیری مورد تهدید قرار داده، مدت زمان ممکن برای پاسخگویی قبل از تصمیم‌گیری را محدود نموده و اعضای واحد تصمیم‌گیری را به‌واسطه وقوعش متعجب می‌سازد" (Hermann, 1972, p. 13).

در این تعریف سه مطلب عمده نهفته است: اول، تهدید اهداف ارزشمند، دوم، زمان تصمیم‌گیری که تاخیر در آن موجب بروز هزینه‌ها یا خسارت‌های عمده‌ای خواهد شد و سوم، متعجب ساختن تصمیم‌گیران که نشان دهنده عدم آگاهی آنان از شرایط وقوع بحران است.

چالز فریتز بلا را این‌گونه تعریف می‌کند: واقعه‌ای، مربوط به فضا و زمان، که در آن یک جامعه یا یک زیرمجموعه از جامعه گرفتار چندین خطر و خسارت می‌شود. مانند از دست دادن اعضا و متعلقات فیزیکی آن جامعه که در نهایت ساختار جامعه و تحقق همه یا برخی از عملکردهای اساسی‌اش را مختل می‌نماید (Fritz, 1961).

۳. مدیریت ریسک سیلاب

در یک نگاه ظریف مدیریت ریسک سیلاب شامل فرایندی است از مدیریت یک مکان که ریسک سیلاب در آن وجود دارد. اما در نگاه وسیع‌تر آن شامل برنامه‌ریزی و ایجاد یک سیستم می‌باشد، که هریک از اجزای آن درصدد کاهش ریسک سیلاب می‌باشند. این دو بعد از مدیریت ریسک سیلاب جداگانه مورد توجه می‌باشد. فرایند و مراحل عملکرد مدیریت خطر سیلاب در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱: مراحل عملکرد مدیریت ریسک، اقتباس از (Eikenberj, 1998)

همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد، تخلیه و هشدار اولیه به‌عنوان زیر مجموعه‌ای از قسمت آمادگی می‌باشد. پس سومین قسمت از یک فرایند مدیریتی شامل مرحله آمادگی می‌باشد، که هدفش ارائه سیستم تقویت‌کننده تصمیمات ضروری برای حالتی است که سیستم مراقبت از سیلاب موجود ناتوان می‌باشد. پس این نکته را باید به‌خاطر سپرد که، همیشه یک ریسک باقیمانده وجود دارد. حتی اگر یک سیستم همیشه آن‌طور که باید کار کند باز هم نمی‌توان مطمئن بود که در مقابل هر سیل احتمالی مقاوم باشد، سیستم‌های تکنیکی موجود و وقوع سیل‌های نادری که از سیل طراحی شدت آن بیشتر است، می‌تواند تاثیرات مخربی داشته باشد. این قضیه سیل رودخانه ادر[1] در کشور آلمان در سال ۱۹۹۷ را به خاطر می‌آورد (Bronstert et al.1999).

پس مقصود از آمادگی، به‌معنای کاهش ریسک باقیمانده به‌واسطه سیستم‌های هشدار اولیه و انجام اندازه‌گیری‌هایی باشد، که می‌تواند، باعث کاهش و تخفیف اثرات سیل شود. یک قدم مهم در پیشبرد یک سیستم حفاظت موجود در برابر سیل، مشروط به استفاده از سیستم هشداردهنده بهتر است.

ظاهرا، اساس ایجاد یک سیستم هشداردهنده، وجود یک سیستم پیش‌بینی مؤثر است، به‌صورتی که سیستم نتواند، یک سیلاب حتمی و قریب الوقوع را که جمعیتی در معرض آن است، شناسایی کند و ابعاد آن را تعیین نماید. اگر یک سیستم هشدار به‌درستی قادر به پیش‌بینی کردن و تخمین قابل قبول نباشد، لذا این سیستم برای کاهش دادن اثرات سیل مناسب نبوده و نمی‌توان از آن استفاده نمود. بنابراین مدیران سیستم‌ها باید به‌صورت پیوسته در جریان پیشرفت های موجود در تکنولوژی پیش‌بینی سیل قرار گیرند و قادر باشند این تکنولوژی‌ها را به نحو احسن به مرحله اجرا دربیاورند (Plate, 2002).

٤. سیستم هشدار سیلاب

هشدار سیلاب اعلام نتیجه بررسی منطقه و پیش‌بینی سیل، به عموم مردم و مسئولان جامعه است. سیستم‌های هشدار سیلاب، سیستم‌هایی هستند که به منظور آگاه کردن مردم پیش از وقوع سیلاب محتمل، (احتمال وقوع سیلاب را هشدار می‌دهند) برای نجات جان و مال آن‌ها طراحی می‌شوند. سیستم‌های هشدار سیلاب سبب می‌شود که کاربران انتهایی پیش‌بینی‌ها، هشدارهای مناسب را، به‌موقع دریافت نموده تا بتوانند اقدام موثری برای نجات زندگی و کاهش خسارات به دارایی‌های خود انجام دهند.

1- Oder

۵. روش‌های پیش‌بینی سیل

به طور کلی سه روش پیش‌بینی سیل وجود دارد:

الف) روشی که بر پایه‌ی هواشناسی استوار است و عبارت است از پیش‌بینی بارندگی سنگین در مناطق سیل خیز، پیش‌بینی‌های هواشناسی مبتنی بر شناخت دقیق اقلیم منطقه، تجزیه و تحلیل نقشه‌های هواشناسی و تفسیر عکس‌های ماهواره‌ای و پایش سیستم‌های جوی و به ویژه استفاده از تجارب کارشناسان ورزیده در سازمان‌های هواشناسی است. پیش‌بینی ها در زمینه‌ی مسائل جوی به‌شرح زیر است:

- پیش‌بینی‌های بلند مدت: هر ماه یک‌بار با اعتبار حداکثر تا ۵ ماه (پیش‌بینی فصلی).

پیش‌بینی‌های میان مدت: که تا ۵ روز انجام می‌شود. اما پیش‌بینی‌های کوتاه مدت، تا ۲ روز می‌باشد که شامل، بارندگی‌های شدید و احتمال جاری‌شدن سیل و طوفان‌های شدید و پیشروی آب دریا و... می‌باشد.

- پیش‌بینی‌های خیلی کوتاه مدت: در این مقیاس، پیش‌بینی‌ها ۱۲ ساعته می‌باشد. به‌گونه‌ای که آن شامل اخطاریه کولاک برف، رعد و برق، فون و آتش سوزی و مشخص نمودن مسیر حرکت ملخ‌ها می‌باشد.
- و در پایان پیش‌بینی کشاورزی: برای هر سه روز یک‌بار و پیش‌بینی دریایی (۴ نوبت در شبانه روز) می‌باشد (۱۳۸۵: سایت سازمان هواشناسی).

بنابراین برای پیش‌بینی سیل نیاز به پیش‌بینی بارندگی در منطقه‌ای به وسعت صدها کیلومتر است که این خود توسط مراکز پیش‌بینی هواشناسی امکان‌پذیر می‌باشد. مرکز پیش‌بینی سازمان هواشناسی کشور از ماهواره‌ی Meteo Sat اطلاعات و تصاویر مورد نیاز را دریافت می‌نماید این تصاویر هر نیم ساعت در سه کانال Visible، ater vaper و infera red می‌باشد و این تصاویر برای مدت ۲۴ ساعت با ۴۸ تصویر متحرک، حرکت و شکل‌گیری ابرها را روی منطقه نشان می‌دهد.

علاوه بر اطلاعات فوق از سه مرکز براکنل، تولوز و رم، نقشه‌های کمکی MDD دریافت می‌شود که این نقشه‌ها شامل تاوایی، سرعت قائم رطوبت در سطوح ۷۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکالی و مشخص نمودن محل ناپایداری بوده که به‌صورت ۲۴، ۴۸، ۷۲ ساعت در دو نوبت ساعت 00 و 12 دریافت می‌گردد (بهبهانی: ۱۳۸۵).

علاوه بر داده‌های فوق یک سری نقشه‌های پیش (prog)[1] به‌صورت شبکه[2] از مراکز هواشناسی جهانی مانند ECMWF [3] اخذ می‌شود که از ۶ تا ۱۲۰ ساعته است.

این نقشه‌ها شامل فشار سطح زمین و ارتفاع، دما، رطوبت و باد در سطوح مختلف می‌باشد.

1- Prognostic
2- Grid
3- European Center meteorology Weather Forecast

در مرکز پیش‌بینی نقشه‌های استاندارد سطوح فوقانی، سطح زمین و سطوح ترکیبی مانند Thickness ترسیم می‌گردند.

برای پیش‌بینی هواشناسی سیل شرایط زیر لازم است:

شرایط سینوپتیکی، دینامیکی، اقلیمی، فیزیکی، زمانی و مکانی مساعد، وجود سرعت قائم، تاوایی مثبت و رطوبت کافی. لازم به ذکر است که آب قابل ریزش در هر منطقه نیز قابل محاسبه می‌باشد و نقشه‌های کمکی از طریق MDD ماهواره‌ی Meteosat دریافت می‌شود که تقریباً میزان بارش را در هر ۲۴ و ۴۸ ساعت روی منطقه‌های تحت تأثیر بارش، مشخص می‌کند.

ب) روشی که پایه‌ی آب شناسی دارد و عبارت است از مشاهده‌ی بارندگی و یا بالا آمدن آب رودخانه و همچنین مطلع ساختن از افزایش آب رودخانه‌ها که منجر به سیل می‌گردد.

ج) ترکیبی از دو روش آب شناسی و هواشناسی است، این روش عموماً بیشتر مورد استفاده بوده و کارایی بیشتری را دارا می‌باشد. مزیت آن علاوه بر زمان اعلام خطر، پیش‌بینی بارندگی و به ویژه پیش‌بینی سیل بر پایه‌ی پیش آگاهی و مشاهدات بارندگی است که معمولاً به دیده‌بانی و بالا آمدن رودخانه بستگی دارد (روشن: ۱۳۸۵).

٦. هدف سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار سیلاب

هر سیستم پیش‌بینی و هشدار سیل دارای دو هدف مشترک است که به‌صورت زیر معرفی می‌شود:

الف) هدف از هشدار، توانمندسازی افراد و جوامع در معرض مخاطرات است، تا زمان کافی برای اقدام و عکس‌العمل مناسب برای کاهش جراحات فردی، تلفات جانی و مالی و آسیب به محیط داشته باشند.

ب) انجام عکس‌العمل‌های مناسب توسط مردم و سازمان‌های مسئول در طی مدت سیل، هدف هر سیستم هشدار سیلاب است.

هشدارهای مؤثر شانس سازمان‌ها برای تحقق بخشیدن به نقش‌ها و وظایفشان در طول مدت حادثه را به حداکثر می‌رساند. سازمان‌ها وظایف زیادی دارند که بیشتر این وظایف فقط در صورتی به درستی انجام می‌شوند که زمان کافی برای هشدار وجود داشته باشد.

۷. اهمیت، بخش‌ها و موقعیت سیستم‌های هشدار سیلاب

به‌عنوان نمونه‌هایی از اهمیت سیستم‌های هشدار و پیش‌بینی سیل می‌توان به نقش حیاتی

سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار سیلاب در چین و کاهش ۹۹ درصدی تلفات جانی در سال ۱۹۹۷ نسبت به سال ۱۹۹۱ در بنگلادش اشاره نمود. اما بخش‌های مختلف از یک سیستم هشدار سیل شامل موارد زیر می‌باشد (www.na.unep.net):

* پایش سیلاب
* پیش‌بینی شدت و زمان سیلاب
* تفسیر و تصمیم‌گیری
* توزیع و انتشار پیام‌های هشدار
* پاسخگویی و مقابله با سیلاب
* بازنگری سیستم هشدار بعد از وقوع سیلاب

در ادامه می‌توان موقعیت سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار سیل در مدیریت ریسک را به‌صورت شکل ۲ نشان داد:

شکل۲ : موقعیت سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار سیل در مدیریت

۸. اجزای یک سیستم هشدار سیلاب

گام‌های بلند در پیش‌بینی و هشدار سیل برای رودخانه‌های بزرگ، زمانی رخ می‌دهد که به تعیین زمان‌های درست بین پیش‌بینی و رخداد واقعی سیل بیانجامد (wilke, 1987).

یک سیستم هشدار موثر دارای شش جزء است:

* **پیشگویی**: کشف تغییرات محیطی که به سیل منجر می‌شود، پایش تراز رودخانه و پیش‌بینی تراز رودخانه در طول مدت سیلاب.

* **تفسیر**: تشخیص پیشرفت اثرات ترازهای سیل پیش‌بینی شده برای جوامع در معرض خطر.
* **ساخت پیام**: طرح و تعیین محتوای پیامی‌که مردم را از سیل قریب الوقوع آگاه کند.

اعلام پیام به عموم افراد جامعه: پخش و انتشار اطلاعات هشدار به مردم و سازمان‌هایی که احتمال دارد تحت تأثیر سیل قرار بگیرند.

* **پاسخگویی**: انجام اقدامات مناسب و به موقع توسط جامعه در معرض خطر و سازمان‌های مسئول.
* **بازنگری و تجدید نظر**: آزمایش کردن جنبه‌های مختلف سیستم از دیدی که اجرایش را بهبود بخشد.

۹. انواع و اجزاء سیستم‌های هشدار سیل

به‌طور کلی سیستم‌های هشدار سیلاب به دو دسته تقسیم می‌شوند (www.motorola.com): یکی سیستم هشدار سیلابی که توسط افراد جامعه اجرا می‌شوند[1] و دیگری سیستم هشدار سیلاب اتوماتیک (به هنگام)[2] می‌باشد.

الف- اجزای سیستم هشدار سیلاب مردمی

* مشاهده کننده‌ها: افرادی که تراز سطح آب و بارندگی را از روی ابزار اندازه گیری می‌خوانند.
* شبکه ارتباطی: اعلام اطلاعات به تیم پاسخگو و سازمان‌های بحران به هنگام رسیدن سیل به سطح بحرانی.
* بخش تصمیم‌گیری: تصمیم گرفته می‌شود که آیا بر اساس مشاهدات تراز سطح آب و بارش، تخلیه منطقه انجام شود یا نه؟
* پاسخگویی: جامعه دارایی‌های با ارزش را در آستانه خطر بسته‌بندی و در سطح بحران به سر پناه اضطراری منتقل کند.

ب- سیستم هشدار سیلاب اتوماتیک (به هنگام) چگونه کار می‌کند؟

این سیستم اصولا شامل یک سری ایستگاه‌های اندازه‌گیری تراز سطح آب و بارندگی می‌باشد که روی نقاط کلیدی حوضه یا زیرحوضه‌اش ایجاد شده است.

هر سیستم اطلاعاتش را به صورت هم‌زمان (بلادرنگ)، به ایستگاه‌هایی که به ایستگاه اصلی مرتبط هستند می‌فرستد، در ایستگاه اصلی داده‌های تمام حوضه‌ها دریافت و پردازش می‌شوند.

1- A Community Operated Flood Warning System
2- An Automatic (Real Time) Flood Warning System

وقتی که احتمال وقوع سیل وجود دارد، هشدار سیلاب توسط سازمان توسعه و مدیریت بحران صادر می‌شود و اقدامات خاصی برای کاهش خسارت و نجات زندگی و جان افراد انجام می‌شود.

۱۰. نقش های سازمانی در هشدار و پیش‌بینی سیل

تعدادی از سازمان‌ها که در ایجاد و اجرای سیستم‌های هشدار سیلاب نقش داشته‌اند، در زیر آورده شده‌اند (conservation-ontario.on.ca و www.wmo.int):

الف- سازمان توسعه و مدیریت بحران

عملکرد این سازمان به‌صورت زیر می‌باشد:

- سرمایه و بودجه لازم را برای سیستم هشدار به هنگام (EWS) تامین می‌کند.
- در عملکرد EWS [1] هماهنگی ایجاد می‌کند.
- آموزش گروه‌های پاسخگویی به سیل.
- ایجاد سرپناه اضطراری.
- کمک به تخلیه و هماهنگی در امداد، به‌هنگام بحران.
- انتشار اطلاعات خطر سیل و موقعیت اضطراری، به عموم مردم از طریق رسانه‌ها.

ب- سازمان هواشناسی کشور

سازمان هواشناسی کشور، به‌عنوان اصلی ترین وظیفه، وضع هوا را پیش‌بینی می‌کند و دو بار در روز وضعیت آب و هوا را گزارش و خبرها را منتشر می‌کند و در ادامه وظایف بعدی شامل، جمع‌آوری داده‌های هیدرولوژیکی، طراحی سیستم هشدار سیلاب بهنگام، افزایش آگاهی جامعه، آموزش تیم‌های نجات سیل، بررسی رابطه بین رواناب و بارندگی، تعیین آستانه خطر و سطوح سیل بحرانی و در پایان مرزها و محدوده‌های سیل را با توجه به آسیب‌پذیری جمعیت توصیف می‌کند.

ت- گروه‌های پاسخ به سیل

گروه‌های پاسخ به سیل به ترتیب در تعیین نوع سیستم اجرایی نقش دارد. در آموزش‌ها و مانورها شرکت می‌کنند. تراز سیل و بارندگی را مشاهده می‌کنند. با سازمان‌های بحران ارتباط برقرار می‌کنند. مسئولیت تخلیه مردم را بر عهده دارند (برای تخلیه مردم بسیج می‌شوند).

۱۱. مراحل عملکرد سیستم هشدار سیلاب بهنگام

یک سیستم هشدار سیلاب بدین صورت عمل می‌کند که در ابتدا سازمان هواشناسی،

1- Early Warming System

شرایط آب و هوایی را پیش‌بینی می‌کند و به سازمان‌های اضطراری مدیریت بحران اطلاع داده می‌شود.

در ادامه تراز سطح آب و بارش، مشاهده می‌شود. در آستانه خطر، مجریان امور به جامعه اطلاع می‌دهند و هشدار (آماده باش) را افزایش می‌دهند.

تراز سطح آب و زمان هر ۱۵ دقیقه یک‌بار ثبت می‌شود و به‌وسیله مسئولان انتقال اطلاعات به مردم و مسئولانی که با سازمان‌ها در ارتباط هستند، اطلاع داده می‌شود.

۱۲. موفقیت‌های سیستم هشدار بهنگام

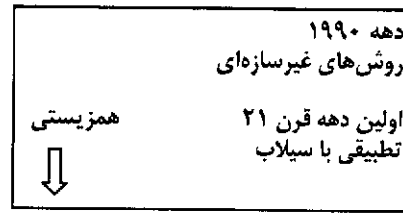
هر سیستم دارای یک یا چند خروجی بوده که این خروجی‌ها، بازده تمام فعل و انفعالاتی است که طی مراحل عملیاتی در یک سیستم انجام گرفته و استخراج گردیده‌اند.

لذا بازده مناسب در یک سیستم هشدار شامل موفقیت‌هایی است که به‌صورت زیر پیش‌بینی می‌شود:

- هشدار به موقع برای تخلیه مردم.
- نجات جان مردم و حیوانات وداما و دارایی‌ها و اموال شخصی.
- کاهش هزینه‌های اجرایی عمده.
- همبستگی و رابطه نزدیک‌تر بین مردم، بخش عمومی و بخش خصوصی.
- تغییرات مثبت در کاربری زمین.
- مردم، مسئولیت‌های مهم‌تر و بزرگ‌تری به عهده می‌گیرند.
- راه‌اندازی و تأسیس دیگر پروژه‌ها با حمایت از کاهش خطر بحران سیل.

۱۳. تکامل راهبردها و روش‌های مقابله با سیل

در قبل از دهه ۱۹۸۰ مباحثی مانند کنترل سیلاب‌ها مطرح بود اما به مرور زمان در دهه ۱۹۹۰، مدیریت سیلاب، جایگزین کنترل سیلاب گردیده است (Plate, 2002). اما می‌توان تاریخچه سیستم‌های هشدار سیل را به‌صورت زیر نشان داد.



سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار سیلاب

به‌طور کلی دو روش برای مقابله با بلای سیل وجود دارد. این روش‌ها شامل روش‌های سازه‌ای و غیره سازه‌ای می‌باشد.

روش‌های سازه‌ای به‌طور کلی مشروط به دو شرط‌اند. اولا فیزیکی و ثانیا مهندسی می‌باشند. به‌عنوان مثال می‌توان از سدها، آب‌بندها، کانال‌ها و غیره ... نام برد. اما از طرف دیگر باید قبل از وقوع سانحه، تمهیدات لازم را ارائه نمود. حال آن‌که، اگر یکی از شرایط فوق وجود نداشته باشد، این روش به‌عنوان روش غیرسازه‌ای معرفی می‌گردد. در روش غیرسازه‌ای بیشتر مشارکت‌های مردمی و جنبه مدیریتی مد نظر است. در جدول ۲، روش‌های سازه‌ای و غیره سازه‌ای، برای مقابله با سیلاب، اشاره شده است.

جدول۲: مقایسه روش‌های سازه‌ای و غیره سازه‌ای سیلاب با توجه به تمهیدات برنامه‌ریزی و واکنشی در مقابل رخداد سیل ـ اقتباس از بهبهانی- ۱۳۸۵

	روش	ماهیت	زمان	هدف
تمهیدات برنامه‌ریزی	پیش‌بینی سیلاب	غیرسازه‌ای	هنگام وقوع سیلاب	عمدتاً دورکردن مردم از سیلاب
	پیش‌بینی سیلاب‌های دریایی	غیرسازه‌ای	هنگام وقوع سیلاب	عمدتاً دورکردن مردم از سیلاب
	کنترل گسترش سیلابدشت	غیرسازه‌ای	قبل از وقوع سیلاب	عمدتاً دورکردن مردم از سیلاب
	بیمه سیلاب	غیرسازه‌ای	قبل از وقوع سیلاب	می‌تواند در دورکردن مردم از سیلاب موثر باشد
	مقاوم‌سازی در مقابل سیلاب	سازه‌ای و غیرسازه‌ای	قبل از وقوع سیلاب	عمدتاً دورکردن سیلاب از مردم
	مدیریت حوضه آبریز	سازه‌ای و غیرسازه‌ای	قبل از وقوع سیلاب	عمدتاً دورکردن سیلاب از مردم
	تصمیم‌گیری	غیرسازه‌ای	قبل از وقع سیلاب	هردو
	مدیریت سیلاب فصلی در مخازن	غیرسازه‌ای	قبل از وقوع سیلاب	عمدتاً دورکردن سیلاب از مردم

	هردو	قبل از وقوع سیلاب	غیرسازه‌ای	برنامه‌ریزی جهت مقابله با سیل
تمهیدات واکنشی	عمدتاً دورکردن سیلاب از مردم	به هنگام سیلاب	عمدتاً سازه‌ای	مقابله با سیل
	عمدتاً دورکردن مردم از سیلاب	به هنگام سیلاب	غیرسازه‌ای	هشدار سیل
	دورکردن مردم از سیلاب	به هنگام سیلاب	غیرسازه‌ای	تخلیه
	عمدتاً دورکردن مردم از سیلاب	به هنگام سیلاب	غیرسازه‌ای	مدیریت بهنگام سیلاب در مخزن

۱۳. جمع‌بندی

امروزه سیستم‌های هشدار و پیش‌بینی سیل در کشورهای سیل خیز، نظیر چین دارای نقش حیاتی پر اهمیتی می‌باشند و کاهش ۹۹ درصدی تلفات جانی در سال ۱۹۹۷ نسبت به سال ۱۹۹۱ در بنگلادش، اهمیت استفاده از این سیستم‌ها را مشخص می‌کند. حال در کشور ما ایران، در مدت چهل سال اخیر، هزار و دویست و شصت سیل مهم رخ داده است که میانگین سالیانه وقوع سیل، ۳۰ سیل در سال می‌باشد و بر اساس این آمار در دوره‌های ۱۳۳۱ تا ۱۳۴۰، دویست و دو، در دوره‌های ۱۳۴۱ تا ۱۳۵۰، دویست و بیست و هشت مورد و در دوره‌های ۱۳۵۱ تا ۱۳۶۰، چهار صدو هشتاد و یک مورد سیل مهم در کشور روی داده است که با توجه به این آمار معلوم می‌شود که روند سیل طی سال‌های اخیر در حال تشدید است، به گونه‌ای که مقایسه دوره‌های ۱۳۶۱ تا ۱۳۶۵ دویست و یک مورد سیل، و از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۰، دویست و هشتاد مورد سیل از رشد ۴۰ درصدی وقوع سیل در کشور خبر می‌دهد. از طرف دیگر کشور ایران به دلیل دارا بودن کوهستان‌های البرز و زاگرس، ناحیه مناسبی برای تشدید و گسترش سیل هم به‌دلیل اثرات کوهستان در انتقال و صعود توده هوای مرطوب و هم به دلیل افزایش شیب و تشکیل رواناب می‌باشد. پس این پتانسیل سیل‌خیزی شدید در کشور، ایجاب می‌نماید تا در ابتدا توسط سازمان‌ها و ارگان‌های مربوطه نظیر هلال احمر، جهاد و سازمان مدیریت بحران که به‌عنوان زیر مجموعه‌ای از وزارت کشور است و دیگر سازمان‌های مرتبط، آموزش‌های لازم در خصوص نحوه مقابله (سازه‌ای و غیر سازه‌ای) با سیلاب‌ها برای عموم مردم جامعه داده شود و در ادامه حوضه‌های مستعد برای سیل خیزی شناسایی، و نقشه‌های پهنه‌بندی سیل برای

حوضه‌ها تهیه گردد، و سعی شود تا اکثر حوضه‌های کشور به سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار سیلاب مجهز شود. در دنباله نیاز بوده، تا دو سازمان هواشناسی و وزارت نیرو همکاری‌های خود را در مبادله اطلاعات و آموزش‌های مرتبط با سیل (شامل، جمع‌آوری داده‌های هیدرولوژیکی، طراحی سیستم هشدار سیلاب به هنگام، در افزایش آگاهی جامعه، آموزش تیم‌های نجات سیل، بررسی رابطه بین رواناب و بارندگی، تعیین آستانه خطر و سطوح سیل بحرانی و غیره....) بیشتر و نزدیک‌تر نمایند، تا بتوانند به‌موقع سیلاب‌ها را شناسایی و از خسارات ناشی از آن بکاهند.

۱۵. منابع

۱- بهبهانی، علی، جزوه درسی تاسیسات و تجهیزات شهری در سوانح طبیعی، دانشکده محیط زیست، گروه مدیریت در سوانح طبیعی، ۱۳۸۵.

۲- روشن، غلامرضا، مطالعه سینوپتیکی سیلاب‌های فراگیر حوضه گرگانرود، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.

1- Alterman, Rachelle(2002), "planning in the face of crisis", Routledge, London.

2- Applegate, John S.(2004), " Environmental Risk", Vol. I, England, Dartmouth Publishing company.

3- Bronstert, A ., Ghazi,A., Hljadny, j., Kundzevicez, Z .W., Men zel, L., 1999.proceeding of the European Expert Meeting On the Oder Flood, May 18, Potsdam, Germony, European Commission.

4- Eikenberg, c ., 1998, Journalistenhandbuch zum Katastrophenmanagement, Fifth ed., German IDNDR- Committee, Bonn.

5- Erich J. Plate, 2002, Flood risk and flood management, Journal of hydrology.

6- Fritz, Charles E. (1961), "Disaster in Contemporary Social Problems", New York, Harcourt Brace and World.

7- Grunewald, U ., 1998, The Causes, Progression, and Consequences of the river Oder Floods in summer 1997, Including Remarks on the Existence of Pisk Potential, German IDNDR Committee for Natural Disaster Reduction, German IDNDR Series No. 10 e, Bonn.

8- Hermann, Charles F.(1972), "international crises: insights from behavioral research", New York, Free Press.

History

9- Jarman, Alan M. G. and Alexander Kouzumin(1990), "Disaster management as contingent Meta Policy Analysis" Technological Forecasting and social change, vol. 10(4).

11- Pauchant, Thiecrry C. and I. Mitroff (1992), "Transforming the crisis-Prone Organization: prevrenting individual, organizational and environmental tragedies", San Francisco. Jossey Bass Publishers.

12- United Nations Development Programme, A global report Reducing disaster risk A challenge for development, 2004.

13- vol 267, p.p 2541-2553. Wang, Z, Y., 2000, Recent flood disasters in china, Paper Presented at the second World Water Forum, in the section: Living with rivers- floods, March 2000. The Hague, The Netherlands.

14- Wilke, K., 1998, In: Casale, R., Petrolit , G. B., Samuels, P.(EDs), Forecast Systems for Large Rivers – the Rhine River Catchment, Proceeding of the First European Expert Meeting on River Basin Modelling (RIBAMOD), European Commission, pp. 105- 126.

- http://conservation-ontario.on.ca/news/pdf/flood_brochure.pdf
- http://www.irimet.net
- http://www.motorola.com/governmentandenterprise/contentdir/zh_CN/Files/SolutionInformation/japan_moscad.pdf
- http://www.na.unep.net/flood/MEKONG_R.pdf
- http://www.wmo.int/web/www/dps/lrf/lRf- standardisel-verif-sys-2002.doc.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی