

۱- سیل

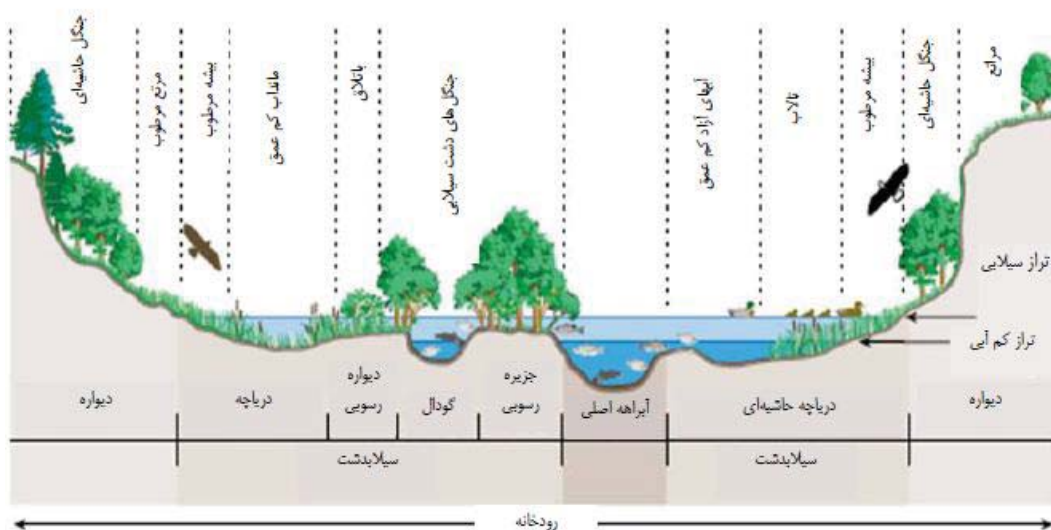
۱-۱- مقدمه

مطابق آمار تهیه شده توسط سازمان ملل متحد در میان بلایای طبیعی، سیل و طوفان بیشترین تلفات و خسارات را به جوامع بشری وارد آورده‌اند، به‌گونه‌ای که تنها در یک دهه میزان خسارات ناشی از سیل و طوفان بالغ بر ۲۱ میلیارد دلار در مقابل ۱۸ میلیارد دلار خسارات ناشی از زلزله بوده است. این امر در کشور ما نیز صادق است و در اغلب سالهای گذشته حدود ۷۰٪ اعتبارات سالانه طرح کاهش اثرات بلایای طبیعی و ستاد حوادث غیر مترقبه صرف جبران خسارات ناشی از سیل شده است. ضمن اینکه باید توجه داشت به دلیل بهبود روشهای ساخت و ساز و رعایت ضوابط و مقررات، ایمنی سازه‌ها و تأسیسات در مقابل خطراتی چون زلزله افزایش می‌یابد ولی متأسفانه روند طبیعی توسعه در کشورهای نظیر ایران باعث تخریب محیطزیست و منابع طبیعی شده و خسارات سیل مرتباً افزایش می‌یابد. رشد ۳/۵ برابری خسارات ناشی از سیل کشور در پنج دهه گذشته مؤید این مدعا است.

متأسفانه موضوع سیل و مدیریت و کاهش خسارات آن در کشور مورد توجه جدی قرار نگرفته و فقط زمانی که سیلاب مخربی جاری می‌شود و فاجعه‌ای بوجود می‌آید، توجه مسئولین و متخصصین به آن جلب می‌گردد. اگر چه بررسی طرح‌های مهار سیلاب که به صورت محدود و پراکنده در سطح کشور مطالعه و اجرا شده‌اند، نشان می‌دهد یک راه حل مشخص و مطمئن برای کلیه مناطق سیل‌گیر وجود ندارد، اما بدیهی است پدیده سیل علی‌رغم همه پیچیدگی‌هایش، قابل بررسی و مطالعه بوده و می‌توان در جهت مهار و کاهش خسارات و حتی بهره‌برداری اقتصادی از آن راه‌حل‌های مناسبی جستجو کرد. بر این اساس برنامه‌ریزی و انجام اقدامات جامع جهت پیشگیری و کاهش خسارات سیل در قالب طرح‌های مطالعاتی و اجرایی از اهمیت بسزایی در راستای دستیابی به اهداف توسعه پایدار برخوردار می‌باشد.

۱-۲- تعریف سیل

در مراجع مختلف بر اساس منظور و نوع استفاده از واژه سیل، تعاریف مختلفی از آن دیده می‌شود. برای کشاورزان اطراف رودخانه نیل در مصر باستان، سیل واقعه‌ای مطلوب بوده که باعث آبیاری طبیعی زمین‌ها می‌شده است. در حالت طبیعی نیز چرخه زندگی برخی از گیاهان و جانوران در دشت سیلابی، وابسته به سیلاب است، به‌گونه‌ای که حذف پیچ و خم‌های رودخانه و دیوارسازی اطراف آن موجب انقراض برخی گونه‌های جانوری می‌شود.



تصویر ۱- سیل و اکوسیستم رودخانه‌ای (راهنمای تدوین برنامه عملیاتی مدیریت بحران سیل)

میز^۱ (۱۹۹۶)، سیل را حاصل برآیند شرایط آب و هوایی و توپوگرافی یک منطقه که موجب بالا آمدن آب و جاری شدن آن در سیلابدشت شده و ممکن است خساراتی به بار آورد تعریف می‌کند. البته در کتاب‌های مرجع هیدرولیک و هیدرولوژی، رودخانه معمولاً به دو ناحیه آبراهه اصلی که بیشتر اوقات، جریان تنها در آن وجود دارد و سیلابدشت که بصورت اتفاقی در اثر زیاد شدن آبدهی حوضه به زیر آب می‌رود تقسیم‌بندی می‌شود. بنابر این بر حسب مقدار دبی جریان در رودخانه، زمین‌های بیشتری در اطراف آن به زیر آب می‌روند. لذا از لحاظ قانونی نیز حد بستر و حریم روخانه‌ها بایستی بر اساس مقدار دبی جریان تعیین شود. سیلابدشت‌ها سرزمین‌های مسطحی هستند که در حواشی رودخانه‌ها گسترده شده و بخشی از سیستم رودخانه‌ای را تشکیل می‌دهند. این مناطق به رغم جذابیت زیاد به لحاظ توسعه، به دلیل تغییر کاربری اراضی، محل وقوع یکی از بزرگترین و فاجعه‌بارترین بلایای طبیعی یعنی سیل نیز هستند.

در عرف بین‌الملل، سیل به عنوان یک بلا طبقه‌بندی شده است و به همراه خسارت معنی پیدا می‌کند. در نتیجه سیل به صورت «افزایش دبی جریان بصورت غیرمعمول که از مسیر دائمی خود خارج شده و خساراتی در پی دارد» تعریف می‌شود و سیل مهم واقعه‌ایست که «ضایعات جانی» به همراه داشته باشد.

۱-۳- عوامل وقوع سیلاب

دو عامل طبیعی و انسانی در وقوع سیلاب‌ها تاثیرگذارند که در ادامه به تفصیل آنها می‌پردازیم.

الف- عوامل طبیعی

عواملی هستند که تغییر در شرایط معمولی آنها باعث وقوع سیلاب می‌شود که به شرح زیر عبارتند از:

بارندگی‌های مداوم و سنگین

بعضی از سیلاب‌ها بعد از چند روز بارندگی آرام و اشباع کامل زمین که متعاقب آن یک بارندگی شدید صورت می‌گیرد، اتفاق می‌افتد که این یکی از عوامل سرنوشت ساز در شکل‌دهی به وقوع سیلاب‌های مخرب و ویرانگر می‌باشد. به طور کلی در تمامی سطوح باران‌گیر آبخیزها، شدت لحظه‌ای رگبارهای کوتاه مدت به عنوان عامل سرعت زمانی، تجمع رواناب‌های سطحی را رقم می‌زند. سایر شرایط حاکم بر سطوح باران‌گیر آبخیزهای مولد سیل، کمیت و مقدار حجم سیلاب‌های جاری شونده را در رابطه با شدت رگبارها تعیین می‌کند. عواملی مانند شیب و جهات غالب اراضی، توپوگرافی، پوشش گیاهی، نوع و ساختمان، بافت و عمق خاک، نفوذپذیری سطحی و تغییرات حرارتی محیط و خاک و ظرفیت ذخیره‌سازی سطحی و غیره عواملی هستند که نقش دوم را در سرعت زمانی تجمع رواناب‌ها دارند.

فرسایش خاک ناشی از عدم وجود پوشش گیاهی

برای بیشتر مسیله‌ها و رودخانه‌ها موضوع بار رسوبی اضافی از جمله مشکلات مهم است. منابع این رسوبات عبارتند از: فرسایش خاک حوضه آبریز، فرسایش بستر و کناره مسیله‌ها، مقدار و نحوه توسعه این فرسایش‌ها به دو عامل وضعیت فیزیکی و دخالت‌های انسانی بستگی دارد. فاکتورهای طبیعی در واقع نیروهایی هستند که از سوی طبیعت وارد آمده و موجب فرسایش می‌گردند (نظیر باران، باد، تخریب خاک‌ها در اثر عوامل طبیعی که به نوبه خود فرسایش را آسان می‌سازد). زلزله نیز یکی از عوامل طبیعی است که باعث ایجاد فرسایش زودرس می‌گردد. همچنین تخریب جنگل‌ها و مراتع در حوضه‌های آبریز مشرف به شهر، موجب افزایش سریع فرسایش خاک می‌گردد. تشدید فرسایش خاک به دو دلیل باعث طغیانی شدن رودخانه‌ها و مسیله‌ها و در نتیجه تهدید اراضی و شهرها می‌گردد. عامل اول اینکه، فرسایش خاک باعث تسریع در جریان آب‌های سطحی (Surface Run Off)، کاهش زمان تخریب سیلاب می‌گردد. لذا جریان‌های سیلابی شدیدتر و با سرعت بیشتر جریان می‌یابند. به عنوان مثال تا پانزده سال قبل در اثر بارندگی‌های تا چهار شبانه روز در شمال کشور سیل جاری نمی‌شد ولی اکنون با بارندگی‌های کمتر از این مقدار (مانند آنچه در جریان سیل سال ۱۳۶۹ شمال کشور اتفاق افتاد) اراضی و شهرها موجب هجوم سیل قرار می‌گیرند. عامل دوم اینکه رسوبات ناشی از فرسایش در بستر و مصب رودخانه‌ها و مسیله‌ها و در دهانه پل‌ها انباشته شده، کف مسیله‌ها و رودخانه‌ها بالا آمده و دهانه پل‌ها و آب‌گذرها تنگ‌تر شده و در نتیجه باعث سرازیر شدن سیل به پهنه دشت‌ها و یا اراضی مسکونی و شهرها می‌گردد.

عوامل طبیعی فوق، تنها عواملی هستند که در صورت وقوع در حوضه‌های آبریز مشرف و پیرامونی شهر به وقوع سیلاب منجر می‌شود. عوامل دیگری از قبیل ذوب شدن برف و یخ، تحرک تجمع ابرهای متراکم، تقارن زمانی با فصل زمستان، بالا بودن گرمای نسبی و غیره، منجر به ایجاد و تشدید سیل می‌شوند که به دلیل عدم ارتباط خاص با موضوع از ذکر و توضیح آنها خودداری شده است.

ب- عوامل انسانی

با توجه به وقوع سیل در اکثر شهرها، علی‌رغم دخالت و تأثیر عوامل طبیعی به عنوان مسبب اصلی وقوع اینگونه حوادث، باید توجه داشت که دخالت بی‌رویه انسان در محیط نیز در بروز سیلاب‌ها نقش قابل ملاحظه‌ای دارد. روند روزافزون شهرنشینی و توسعه شهری و پوشش‌های غیر قابل نفوذ بر سطح زمین هر روز احتمال وقوع سیل‌گیری در مناطق مسکونی را افزایش می‌دهد. در واقع غیر از عوامل ایجاد کننده سیل که ریشه در طبیعت و شرایط جوی و اقلیمی دارند، عوامل انسانی را به عنوان عوامل تشدید کننده این گونه حوادث می‌دانند که در اثر فعالیت‌های انسانی و گاه تعرض به حریم مسیل‌ها و رودخانه‌ها بروز یک سیل که می‌تواند به عنوان یک پدیده طبیعی تلقی شود تبدیل به یک معضل و مساله جدی مدیران و مسولین شهری می‌گردد. پاره‌ای از عوامل و دخالت‌های انسانی که منجر به سیل‌خیزی و ایجاد خسارت‌های ناشی از آن می‌شوند به شرح زیر می‌باشند:

دخالت در مسیل‌ها و دست‌کاری آب‌گذرها

دخالت در مسیل‌ها و دست‌کاری آب‌گذرها به خصوص در جایی که به شهرسازی مربوط می‌شود، چشم‌گیرتر است. از جمله این دخالت‌ها، تنگ کردن مسیل‌ها و یا پل‌سازی بر روی رودخانه‌ها برای برقراری ارتباط بین دو طرف رودخانه می‌باشد. اگر اینگونه دخالت‌ها با محاسبه دقیق علمی و با در نظر گرفتن حداکثر دبی، محتمل انجام نشود به سیلاب‌های بسیار خطرناکی منجر خواهد شد که به نواحی پیرامون مسیل‌ها و رودخانه‌ها خسارت‌های زیادی وارد می‌کند. یکی از موارد بارز این موضوع در شهر شیراز، به عنوان نمونه، استفاده از دهنه پل‌های احداث شده بر روی رودخانه خشک به عنوان زیرگذر و سائط نقلیه جهت کاهش بار ترافیکی می‌باشد که علی‌رغم تسهیل در امر ترافیک باعث تنگ شدن مسیر عبور جریان سیلاب و تهدید نواحی اطراف شده است. قطعاً این اقدام در گذر زمان و هنگام بروز حداکثر دبی سیلابی باعث آب‌گرفتگی معابر و طغیان سیل در این شهر خواهد شد.

عدم رعایت حریم مسیل‌ها و رودخانه‌ها

گسترش زمین‌های کشاورزی، تأسیسات، نقاط مسکونی و غیره در مسیل‌ها و رودخانه‌ها نه تنها آنها را آسیب‌پذیر ساخته، بلکه در بسیاری از موارد مانع اجرای صحیح سیل‌بندها و دیگر تأسیسات کنترل سیل شده است. در شهرهایی که مشکل زمین حاد بوده و میزان تقاضا بیش از امکان واگذاری زمین بوده، دست‌اندازی به حریم رودخانه‌ها و مسیل‌ها به صورت امری عادی در آمده است. این کار نه تنها توسط دستگاه‌های مسؤل منع نشده، بلکه در بیشتر اوقات خود این دستگاه‌ها عامل اجرایی آن بوده‌اند و بدون توجه به عواقب سوء آن انجام شده و در صورت ادامه چنین سیاست‌هایی در آینده مشکلات زیادی از این قبیل خواهیم داشت.

طبق آیین‌نامه‌ی اجرایی مربوط به حریم رودخانه، مسیل‌ها، انهار طبیعی و شبکه‌های آبیاری، حریم به آن قسمت از اراضی اطراف رودخانه یا مسیل یا انهار طبیعی گفته می‌شود که بلافاصله پس از بستر قرار داشته و حسب مورد فاصله آن از طرفین یا یک بستر، از طرف وزارت نیرو تعیین می‌شود و بر طبق ماده‌ی ۴ همین آیین‌نامه حریم انهار طبیعی یا رودخانه‌ها و مسیل‌ها از یک طرف یا طرفین بستر به وسیله وزارت نیرو تعیین می‌شود.

سیل‌گیری شهرها

سیل‌گیری شهرها معمولاً حاصل دو گروه اقدام‌هایی است که توسط ساکنان شهرها صورت می‌گرفته است:

الف: بخش‌های قدیمی بعضی از شهرها در حاشیه رودخانه‌ها احداث شده است. ساکنان این قبیل شهرها اگرچه احتمال وقوع طغیان‌های ادواری را پیش‌بینی می‌کردند، اما سهولت اجرای عملیات ساختمانی در نواحی مسطح مجاور رودخانه سبب می‌شد تا اماکن تجاری، مسکونی و محل کسب و کار خود را در مجاورت رودخانه‌ها بسازند. علاوه بر این سهولت دسترسی به آب برای مقاصد مختلف نیز از جمله امتیازهای زیستن در جوار رودخانه محسوب می‌شده است. بنابراین پیشروی به سمت رودخانه و

احداث تأسیسات و اماکن مسکونی و تجاری در این نواحی یکی از عوامل سیل‌گیری شهرها محسوب می‌شود که به رغم قابل پیش‌بینی بودن عواقب آن در زمان‌های قدیم، رایج بوده است.

ب: احداث ساختمان‌ها و خیابان‌ها و پارکینگ‌ها و به طور کلی توسعه شهر بر روی خاک‌هایی که بالنسبه نفوذپذیرند، باعث می‌شود بخش اعظم باران و آب‌های ناشی از نوب برف نتواند از گذرگاه‌های قدیمی و معمول خود عبور کند و به سفره‌های آب زیرزمینی بیبندد. در نتیجه، این آب‌ها در گودی‌ها و نواحی پست انباشته می‌شود و بر سرعت حرکت آب به سمت نواحی کم ارتفاع و پایین دست شهرها نیز می‌افزاید. تقریباً حدود ۵۰ درصد از سطوح شهرها در مقابل آب، نفوذپذیرند به طور کلی سیل‌گیری مناطق شهری معمولاً تحت تأثیر دو منشأ درون شهری و برون شهری است:

منشأ درون‌شهری به نوبه خود با سیستم نامناسب جمع‌آوری، ظرفیت ناکافی و طرح نامناسب سیلاب‌روها (سیستم انتقال) و نامناسب بودن سیستم تخلیه ارتباط دارد. در اکثر قریب به اتفاق موارد، انسداد دهانه ورودی مجاری سیلاب‌روها و نهرها به همجواری شهرها با رودخانه، مسیل و دریاچه ارتباط دارد و برحسب مورد حائز اهمیت می‌شود. با آگاهی و کسب تجربه از مشکلات سیل‌گیری شهرهای موجود، بویژه شهرهایی که در سیلاب‌دشت‌ها و یا در حواشی دریا پیشروی کرده‌اند و به طور ادواری در معرض مخاطرات ناشی از این پدیده طبیعی هستند، می‌توان در مکان‌یابی شهرهای جدید تصمیم‌هایی معقول‌تر از گذشته اتخاذ کرد. اما این مسأله ما را از توجه به وضعیت شهرهای قدیمی که در حال حاضر به عنوان مراکز تجمع محسوب می‌شوند، بی‌نیاز نمی‌کند.

منشأ برون شهری سیلاب‌ها نیز رواناب حاصل از بارندگی در حوضه‌های آبریز بالادست شهرهاست که تجمع و حرکت آنها به سمت شهرها باعث سیل‌خیزی و آبگرفتگی نقاط مختلف شهر می‌شود.

رشد جمعیت، توسعه شهری و صنعتی‌شدن جوامع، تأثیرات نامطلوبی در هیدرولوژی حوضه آبریز مربوطه می‌گذارد و موجب تشدید سیلاب‌ها، افزایش آلودگی در قسمت پایاب، کاهش جریان‌های پایه و کاهش تغذیه آب‌های زیرزمینی می‌گردد. به بیان دیگر، تحولات هیدرولوژیک ناشی از شهرسازی و نحوه کاربری اراضی حوزه‌های شهری را می‌توان به اختصار چنین خلاصه نمود:

- تغییر حجم کل رواناب

- تغییر میزان تغذیه ناشی از بارش

- تغییر حداکثر آبدهی (پیک) سیلاب‌ها

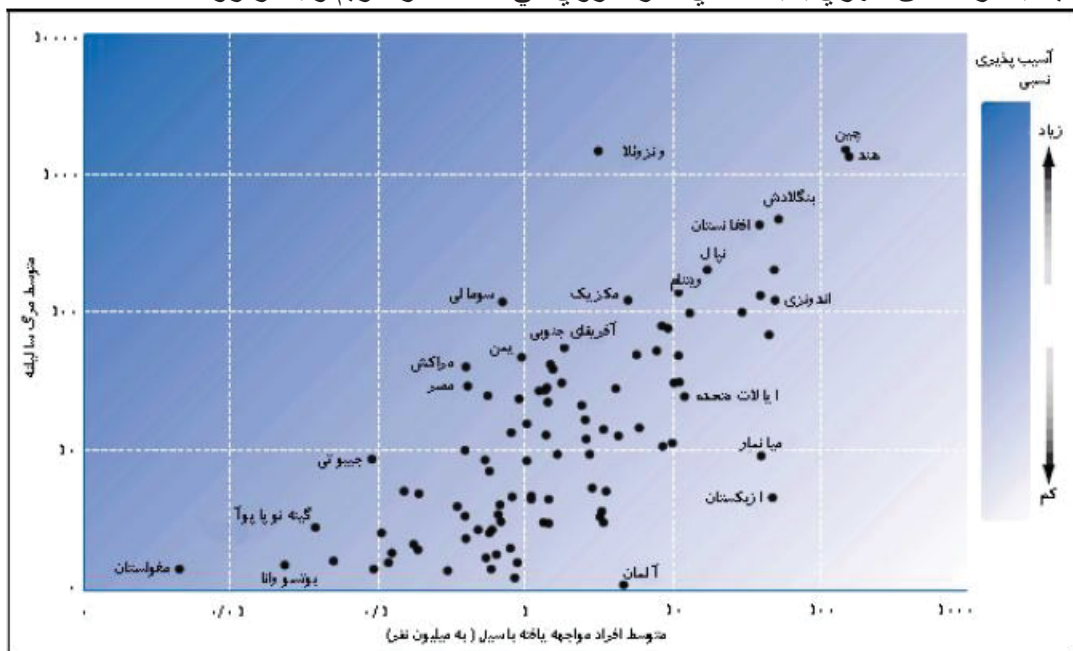
- تغییر کیفیت آب

مهم‌ترین عوامل مؤثر در تحولات هیدرولوژیک، شامل میزان سطوح یا اراضی نفوذناپذیر حوضه و همچنین خصوصیات مسیرهای حرکت جریان آب است که هر دو مورد در حوضه‌هایی که تحت شهرسازی قرار گرفته یا می‌گیرند به نحو بارزی تغییر می‌نماید و تغییرات مزبور، خود تحولات هیدرولوژیکی حوضه را در پی خواهد داشت. افزایش سطوح نفوذناپذیر حوضه که ناشی از شهرسازی و احداث انواع مستحقات بر خاک‌های نفوذناپذیر است، به طور طبیعی از میزان سطوح نفوذپذیر حوضه که قادر به جذب بخشی از بارندگی هستند؛ می‌کاهد و در نتیجه بر حجم کل رواناب می‌افزاید. سطوح روکش شده شهری، بام ساختمان‌ها، سطوح خیابان‌ها و پارکینگ‌ها و امثال آنها همانند مانعی در برابر نفوذ آب باران به داخل خاک و تغذیه سفره آب زیرزمینی عمل می‌کنند و منجر به تبدیل بخش بیشتری از هر بارندگی به رواناب‌های سطحی می‌گردد. اجرای عملیات شهرسازی معمولاً افزایش شدت سیلاب‌های ناشی از بارندگی را نیز به دنبال دارد. زیرا کارایی سطوح نفوذناپذیر شهری، خیابان‌ها و جوی‌ها بیش از سایر اراضی است و این سطوح عمل جمع‌آوری و انتقال آب‌ها ناشی از بارندگی را به سهولت و سرعت بیشتری انجام می‌دهند. حاصل این تغییرات، بهبود زهکشی حوضه، کوتاه شدن زمان تمرکز و افزایش شدت آبدهی سیلاب‌ها خواهد بود. از طرفی کوتاه شدن زمان تمرکز حوضه بر اثر عملیات شهرسازی را می‌توان مترادف با افزایش شدت حداکثر آبدهی سیلاب‌ها نیز تلقی نمود. زیرا در آن صورت بارندگی‌های با تداوم کمتر و در نتیجه شدیدتر، باعث جاری شدن سیلاب و رسیدن آن به حداکثر خود می‌شوند.

۱-۴- آمار سیل در جهان

سیل، شایع‌ترین بلای طبیعی در کل دنیا محسوب می‌شود و تقریباً در تمامی کشورهای جهان وجود دارد. ۷۰ درصد از کل سیل‌های دنیا در هند و بنگلادش روی می‌دهد و در بیشتر کشورهای بیش از سایر انواع بلایا موجب مرگ و میر می‌شوند. جریان سیل سبب حمل مقادیر زیادی گل و لای و رسوبات می‌گردد و چنانچه سیلابی حاوی مواد معلق باشد، میزان تخریب و خسارات ناشی از سیل سه برابر بیش از سیل حاوی آب خالص است. حدود ۱۹۶ میلیون نفر در بیش از ۹۰ کشور دنیا سالانه با سیل مواجه می‌شوند. تقریباً ۱۷۰ هزار مرگ در اثر سیل در بین سال‌های ۱۹۸۰ لغایت ۲۰۰۰ میلادی در جهان روی داده است.

البته می‌توان اظهار داشت که متأسفانه هیچ سیستمی برای ثبت کل سیلاب‌ها در جهان به صورت جامع وجود ندارد، لذا تحلیل داده‌ها در مورد سیل کامل و جامع نیست. همچنین اطلاعات مربوط به شدت و انواع سیلاب و مدت و دوره‌های وقوع سیلاب نیز به صورت یکپارچه ثبت نمی‌شود. در مورد سیل باید به خاطر داشت که سیل در کشورهای کوهستانی با جمعیت کم مانند بوتان، اکوادور و نپال نیز مشکل جدی محسوب می‌شود. علی‌رغم اینکه این کشورها کوهستانی‌تر از کشورهای جنوب آسیا هستند اما بسیاری از جمعیت آنها در حاشیه رودخانه‌ها زندگی می‌کنند. همچنین بیشترین تعداد متاثرین و کشته‌شدگان از سیل در منطقه آسیا و اقیانوسیه هستند. به خوبی می‌توان در تصویر (۲) مشاهده نمود که کشورهای چین، هند، افغانستان، بنگلادش، نپال در صدر کشورهای متاثر قرار می‌گیرند. در این تصویر، کشور ونزوئلا بیشترین میزان آسیب‌پذیری نسبی را در برابر سیل دارد، که شاید دلیل عمده آن ثبت دقیق‌تر وقایع مرگ و میر در اثر سیل در این کشور باشد. دلیل دیگر بالا بودن آمار مرگ و میر در اثر سیل، وقوع یک سیل مخرب و سهمگین در سال ۱۹۹۹ میلادی در این کشور است. بر اساس اطلاعات استخراج شده از سیستم EM-DAT در مورد سیل، بیشتر مرگ‌های ناشی از گل و لای سیلاب در مناطق شهری با بافت‌های فشرده روی می‌دهند نه در حریم و بستر رودخانه‌ها.



تصویر ۲- پراکنندگی متوسط مرگ و میر ناشی از سیل به جمعیت متاثر از آن (راهنمای تدوین برنامه عملیاتی مدیریت بحران سیل)

سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۶، بررسی جامعی در مورد سیستم‌های هشدار زودهنگام در سطح جهان به انجام رسانیده است. در بخش سیل این گزارش، سیستم‌های هشدار سیل در سطح جهان مرور شده که گزیده‌ای از آن در ادامه ارائه می‌شود. برخی کشورها سیلاب‌های ناگهانی را به سرویس‌های

ملي هیدرولوژی و هواشناسی و برخی دیگر این مسئولیت را به طور جداگانه به مؤسسات محیطزیستی و سرویس‌های هیدرولوژی واگذار نموده‌اند. اگرچه امکان پیش‌بینی سیلاب‌های ناگهانی وجود ندارد ولیکن در صورت وجود رادارهای هواشناسی، می‌توان به محض وقوع، آنها را ردیابی نمود. اکثر سیلاب‌های ناگهانی در کشورها و مناطقی رخ می‌دهند که خارج از محدوده دید رادارهای هواشناسی می‌باشند. این سیلاب‌ها باعث از دست رفتن جان بسیاری از ساکنین منطقه می‌شود. در کشورهای توسعه‌یافته سیستم‌های پایش و پیش‌بینی سیلاب از طریق سازمان‌های تخصصی و فنی به خوبی مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولیکن این سیستم‌ها همچنان در کشورهای در حال توسعه همچون بخش‌هایی از آسیا، آفریقا و دریای کارائیب دارای گستردگی لازم نمی‌باشند. در اکثر مناطق حاره‌ای همچون منطقه تحت پوشش کمیته اقیانوس هند (COI) سیستم‌های پایش و هشدار سیل تا حد قابل توجهی با سیستم‌های هشدار گردبادهای حاره‌ای در هم آمیخته‌اند. پیش‌بینی‌های جهانی سیلاب قادرند از طریق سیستم‌های مخصوص تا سه روز قبل، وقوع سیل را هشدار دهند و همچنان متخصصان برای افزایش این زمان در حال تلاش می‌باشند. اکثر سیستم‌های هشداردهنده سیل صرفاً در سطح ملی فعالیت دارند ولی برخی از این سیستم‌ها به شبکه‌های جهانی متصل شده‌اند. رصدخانه سیلاب دارتموث در ایالات متحده آمریکا سیلاب‌ها را در سطح جانی ردیابی، علامت‌گذاری، اندازه‌گیری و تحلیل می‌نماید. در حال حاضر یونسکو^۲ و سازمان جهانی هواشناسی^۳ یک سیستم هشدار سیل را با همراهی سرویس‌های ملی هیدرولوژی و هواشناسی راهبري می‌نمایند (جدول ۱).

² UNESCO

³ World Metreology Organisation

جدول ۱- سازمان‌های بین‌المللی فعال در زمینه سیستم‌های هشدار زودهنگام سیل (راهنمای تدوین برنامه عملیاتی مدیریت بحران سیل)

شرح فعالیت	نام سازمان
تهیه نقشه‌های خطرپذیری در کشورهای آسیایی	ADRC ⁴
ثبت سیلاب‌های بزرگ در سطح جهان ارائه جزئیات مربوط به سیلاب‌های بزرگ در یک سال خاص	Flood Observatory, Dartmouth University
تحلیل دلیل رخداد سیلاب‌ها با توجه به تجارب تغییر کاربری زمین تهیه نقشه سیلاب‌ها و مدیریت حوضه‌های کوچک ظرفیت سازی از طریق آموزش‌های مرتبط با هیدرولوژی	SOPAC ⁵
ایجاد ابزار تحلیل ریسک بحران (DRI)	UNDP ⁶
ارزیابی آسیب‌پذیری در پشتیبانی از فعالیت‌های مراکز پایش خشکسالی در سطح ملی و منطقه‌ای افزایش ظرفیت سازمان‌های محیط زیستی در راستای پشتیبانی از سیستم‌های ملی و منطقه‌ای هشدار انواع خطر در کشورهای مورد هجوم سونامی همساز نمودن تجهیزات ارزیابی محیط زیست به منظور استفاده برای مدیریت ریسک بحران	UNEP ⁷
تدوین روشی استاندارد برای تهیه کاتالوگ‌های خطرات آب و هوایی کمک به سایر کشورها (از طریق سرویس‌های ملی هیدرولوژی و هواشناسی آنها) به منظور تهیه کاتالوگ خطرات طبیعی مربوط به هوا، آب و آب وهوا	WMO

برنامه بین‌المللی سیلاب (IFI/P)^۸ که در طی کنفرانس بین‌المللی کاهش بحران در ژانویه سال ۲۰۰۵ راه‌اندازی گردید، همکار UNESCO و WMO می‌باشد. این سیستم توسط مرکز بین‌المللی خطرات آب و مدیریت ریسک^۹ زیرمجموعه مؤسسه تحقیقات فعالیت‌های عمومی ژاپن^{۱۰} مورد بهره‌برداری قرار خواهد گرفت. شبکه بین‌المللی سیلاب از طریق سیستم هشدار جهانی، اطلاعات مربوط به رطوبت و بارش را بر مبنای اطلاعات ماهواره‌ای بصورت رایگان در اختیار اعضای بین‌المللی خود قرار می‌دهد.

۱-۵- آمار سیل در کشور

در گذشته، آمار و اطلاعات سیل کشور بصورت نظام‌یافته جمع‌آوری نمی‌گردیده و منبع اصلی اطلاعات گردآوری شده، گزارش‌های وقایع سیل در روزنامه‌ها بوده که توسط خبرنگاران تهیه می‌شده است. بانک اطلاعاتی خسارات سیل (شرکت جاماب)، نشریه شماره ۳۸ وزارت نیرو- کمیته ملی سدهای بزرگ ایران با عنوان «بررسی سیل‌های تاریخی کشور»، پایگاه داده‌های سوانح طبیعی کشور (DesInventar) و پایگاه اطلاعات سیل سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری وزارت جهاد کشاورزی بر همین اساس شکل گرفته‌اند. در حال حاضر نیز بانک اطلاعات سیل وجود ندارد و اطلاعات

⁴ Asian Disaster Reduction Center

⁵ Pacific Islands Applied Geoscience Commission

⁶ United Nations Development Programme

⁷ United Nations Environment Programme

⁸ The International Flood Initiative/programme

⁹ International centre on Water Hazard and Risk Management

¹⁰ Public Work Research Institute

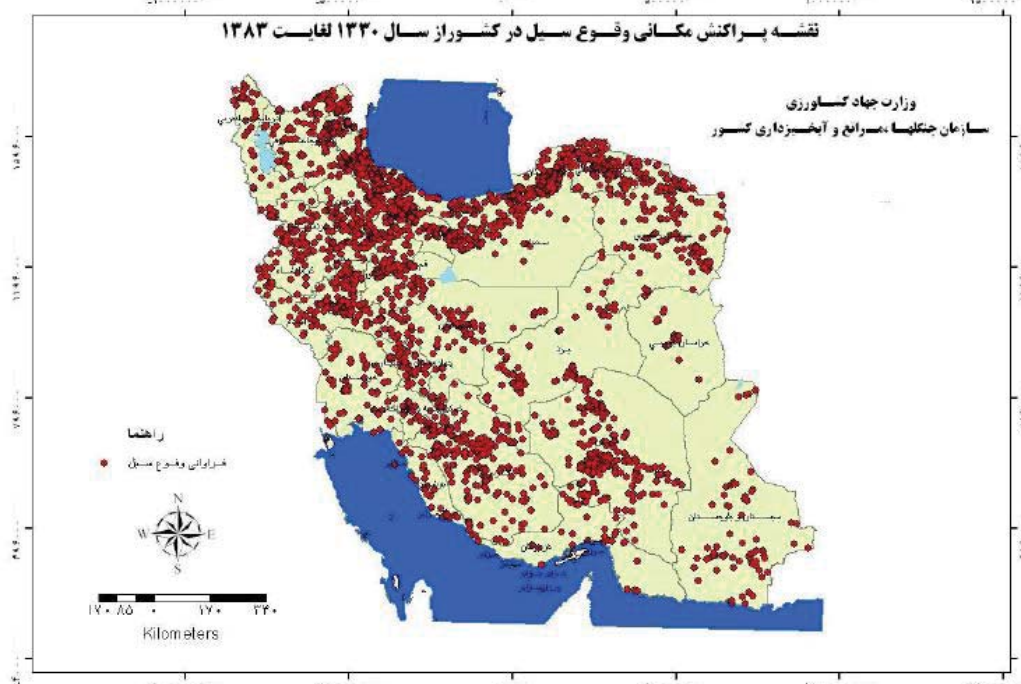
هیدرولوژی و خسارات سیل توسط دستگاه‌های مختلف بصورت سلیقه‌ای ثبت می‌گردد. در شرکت‌های آب منطقه‌ای معمولاً تنها در مورد سیلاب‌های مهم گزارش سیل تهیه می‌شود. در ستادهای حوادث غیرمترقبه استانی، جهت برآورد خسارات از اظهارنظرهای حادثه‌دیدگان (بصورت غیرکارشناسی و گاهی غیرواقعی) استفاده می‌شود. بنابر این ارقام ثبت شده در فرم‌های موجود بخصوص از نظر خسارت ریالی، تنها یک برآورد اولیه به حساب می‌آید. سازمان جنگلها و مراتع نیز از سالها قبل، اطلاعات زیادی در مورد سیلاب‌های اتفاق افتاده در نقاط مختلف کشور جمع‌آوری کرده و در حال حاضر این اطلاعات را به بانک اطلاعاتی تبدیل نموده است، اما به دلیل مشکلات اعتباری و محدودیت بودجه، آمار سیل در سال‌های اخیر بصورت ناقص وارد بانک شده است و در آینده سرنوشت نامعلومی خواهد داشت، ضمن آنکه نوع اطلاعات جمع‌آوری شده و جزئیات آن بر اساس نیازهای آن سازمان تدوین شده و ممکن است در بخش‌های فنی و تخصصی دیگر کمتر مورد استفاده قرار گیرد.

مقایسه آمار بلایای طبیعی در کشور نشان می‌دهد که هر چند فجایع بزرگ زلزله در کشور، نظیر زلزله گیلان و یا بم، هر کدام خسارات بسیار زیادی به دنبال داشته و احساسات و عواطف عمومی را بشدت تحت تأثیر قرار داده‌اند اما تعدد وقایع سیل در گوشه و کنار کشور، آن هم بصورت چند واقعه در هر سال، موجب گردیده تا سیل به عنوان بزرگ‌ترین بلای طبیعی کشور از لحاظ میزان جمعیت متأثر شناخته شود. جدول (۲) که توسط پایگاه اطلاعات بین المللی بلایای طبیعی برای ده سال (۱۹۰۳-۲۰۰۴) تهیه شده است، آمار وقایع بزرگ طبیعی را با هم مقایسه می‌کند. البته همان‌طور که قبلاً نیز توضیح داده شد آمار منابع مختلف ممکن است اختلافاتی با هم داشته باشند که این ناشی از عدم وجود یک بانک اطلاعات جامع بلایا می‌باشد.

جدول ۲- آمار بلایای طبیعی در ایران (۱۹۰۳-۲۰۰۴) (راهنمای تدوین برنامه عملیاتی مدیریت بحران سیل)

نوع بلیه	تعداد وقایع	کشته شده	مصدوم	بی خانمان	جمعیت متاثر شده	مجموع متاثر	خسارت (هزار دلار) USD (000'S)
زلزله	۸۲	۱۷۴۲۱۲	۲۷۶۸۱۵	۱۸۱۱۰۴۶	۲۲۶۲۰۴۶	۱۰۵۷۲۲۴۱	
سیل	۶۰	۷۵۴۴	۱۶۰۶۲۰	۳۳۶۱۵۰۱	۳۵۵۲۶۶۰	۳۷۲۷۲۲۰	
طوفان	۹	۳۰۵	۵۵۰۰	۶۲۰۰	۱۱۷۸۵	۲۸۵۴۰	
رائش زمین	۴	۱۱۶	۰	۱۰۰	۱۴۴	۰	
خشکسالی	۴	۰	۰	۶۲۶۲۵۰۰	۶۲۶۲۵۰۰	۹۵۰۰۰۰۰	
ایبدمی	۳	۲۷۲	۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۰	
گرمای زیاد	۱	۱۵۸	۰	۰	۰	۰	
آتش سوزی	۱	۰	۰	۰	۰	۰	

تعداد حوادث مهم سیل از سال ۱۳۱۶ تا ۱۳۳۰ هجری شمسی ۱۰۵ مورد بوده و مهم‌ترین استان‌های سیل‌زده کشور در طی این دوره خراسان، خوزستان، آذربایجان و سیستان و بلوچستان می‌باشند. همچنین بررسی گزارش‌های سیل‌های خسارت آفرین در ۵۳ سال گذشته (۱۳۸۳-۱۳۳۰)، وقوع ۴۱۸۵ مورد حادثه سیل را در کشور نشان می‌دهد. در این دوره نیز مهم‌ترین استان‌های سیل‌زده کشور از نظر تعداد حوادث سیل خراسان، کرمان، خوزستان، فارس، گیلان، گلستان، اصفهان و تهران بوده‌اند. روند رو به افزایش سیل در سال‌های اخیر حاکی از آن است که اکثر مناطق کشور در معرض تهاجم سیلاب‌های ادواری و مخرب قرار دارند و ابعاد خسارات و تلفات جانی و مالی سیل افزایش یافته است. تصویر (۴)، پراکندگی نقاط سیل‌خیز در کشور را از سال ۱۳۳۰ به بعد نشان می‌دهد. همانطور که در این تصویر ملاحظه می‌شود، بطور تقریبی می‌توان گفت در هر نقطه از کشور با متوسط بارندگی بیش از ۱۲۰ میلی‌متر در سال، احتمال وقوع سیل وجود دارد.



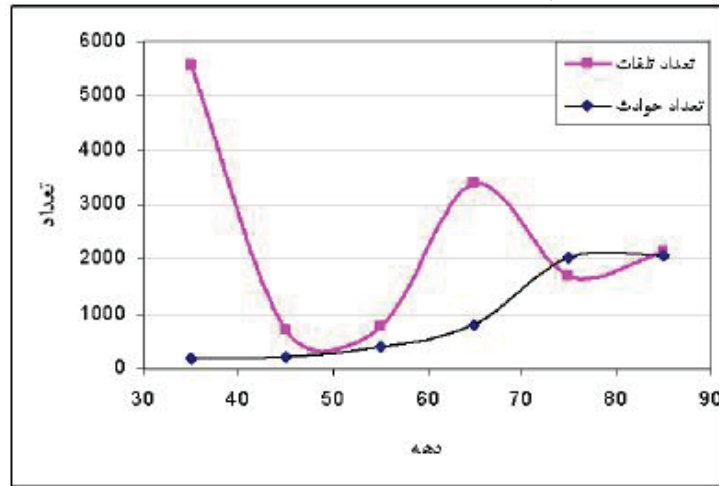
تصویر ۳- پراکندگی مکانی وقوع سیل در کشور از سال ۱۳۳۰ تا سال ۱۳۸۳ (راهنمای تدوین برنامه عملیاتی مدیریت بحران سیل)

خلاصه آمار خسارات سیل در پنج دهه گذشته در کشور، در جدول (۳) ارائه شده است. در این جدول مشاهده می‌شود که هرچند تلاش برای کنترل تلفات انسانی در سال‌های گذشته اثر بخش بوده است، اما بطور کلی خسارات در بخش‌های مختلف سیر صعودی دارد. به‌عنوان مثال روند رشد تعداد دهانه پل خسارت‌دیده از روند تعداد حوادث سیل پیروی می‌کند.

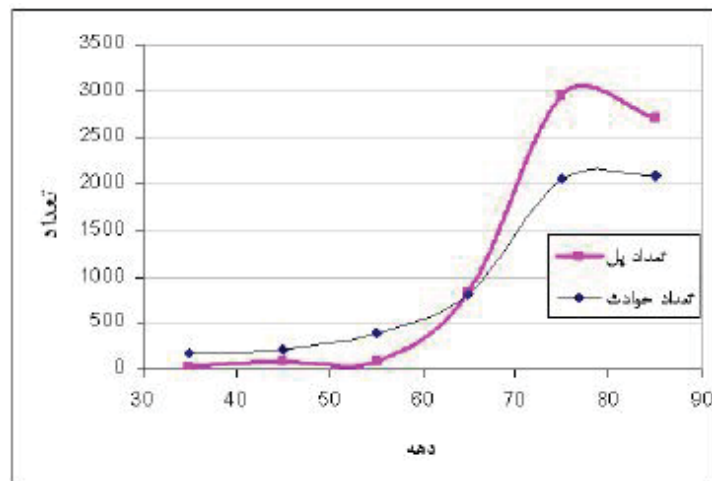
جدول ۳- خسارت مختلف سیل در کشور از سال ۱۳۳۰ تا سال ۱۳۸۳ (راهنمای تدوین برنامه عملیاتی مدیریت بحران سیل)

دهه	تعداد حوادث سیل	تلفات انسانی (نفر)	خانه (باب)	دام (رأس)	پل (دهنه)	مزرعه (هکتار)	راه شوسه (کیلومتر)	راه روستایی (کیلومتر)
۳۰	۱۷۹	۵۵۵۳	۲۹۰۳۰	۳۳۸۴۰	۴۳	۵۷۱۷۰	۸۶۰	۱۵
۴۰	۲۱۵	۷۱۸	۳۳۴۶۰	۴۹۵۱۴	۹۷	۸۷۱۰	۸۷۷	۲۱
۵۰	۴۰۵	۷۸۳	۳۹۱۲۵	۶۴۳۳۲	۹۴	۷۹۲۸۶	۸۳۲	۴۴
۶۰	۸۱۲	۳۳۹۹	۵۶۸۲۷	۱۰۸۸۱۰	۸۲۶	۸۰۷۰۵	۵۰۱۹	۱۰۵
۷۰	۲۰۵۳	۱۶۸۷	۷۷۲۶۶	۲۰۷۵۴۸	۲۹۵۰	۷۵۶۶۸۱	۸۱۰۶	۱۲۶۸۹
۸۰	۵۲۱	۵۳۶	۱۲۷۵۹	۳۵۷۱۲	۶۷۶	۱۶۸۸۶۳	۲۵۸	۵۷۱۳
مجموع	۴۱۸۵	۱۲۶۷۶	۲۴۸۴۶۷	۴۹۹۶۵۶	۴۶۸۶	۱۱۵۱۴۱۵	۱۵۹۵۲	۱۸۵۸۷

تصاویر (۵) و (۶) با استفاده از جدول (۳)، چنانچه روند ایجاد خسارت در سال‌های آخر دهه ۸۰ مشابه سال‌های ابتدایی آن فرض شود، رسم شده‌اند.



تصویر ۴- تعداد حوادث و تلفات جانی ناشی از سیل (راهنمای تدوین برنامه عملیاتی مدیریت بحران سیل)



تصویر ۵- تشابه روند تغییرات تعداد حوادث و تعداد دهانه پل خسارت دیده (راهنمای تدوین برنامه عملیاتی مدیریت بحران سیل)

۶-۵-۱. آمار استانی سیل

به جرأت می‌توان گفت که سیل در ایران یک پدیده فراگیر بوده و تقریباً تمامی نواحی کشور به نوعی خسارات ناشی از آن را مستقیماً تجربه کرده و یا به صورت غیرمستقیم متحمل شده‌اند. البته آنچه مسلم است در گذشته، تکرار دفعات وقوع سیل بسیار کمتر از زمان حال بوده و شهرها و روستاهای کمتری نیز درگیر این مسئله بوده‌اند. هرچند باید اذعان نمود که شبکه ارتباطات در گذشته بسیار ضعیف‌تر از زمان فعلی بوده و پاره‌ای از خبرها انتقال نیافته و یا در جراید درج نمی‌شدند ولی از سوی دیگر تخریب شدید محیط طبیعی و توسعه مراکز جمعیتی نشان دهنده آن است که به هر صورت روند افزایش دفعات وقوع سیل و تعداد نقاط سیل‌گیر روند افزایشی دارد و در صورت عدم برنامه‌ریزی و اجرای طرح‌های زیربنایی جهت حل ریشه‌ای وقوع سیل، این مسأله سال به سال به مشکل بزرگتری تبدیل شده و چاره‌جویی آن دشوارتر خواهد بود.

جدول (۴) نشان می‌دهد که از مجموع ۹۳۴ مورد سیلاب به وقوع پیوسته از سال ۱۳۵۱ تا ۱۳۷۵، ۳۴۲ مورد دارای درجه اهمیت خیلی مهم، ۱۲۴ مورد مهم، ۱۹۸ مورد متوسط و ۴۹۹ مورد عادی می‌باشد. استان فارس با خسارت مالی معادل ۳ میلیون دلار بیشترین خسارت مالی و استان تهران با ۳۹۸ تن، بیشترین تلفات انسانی را متحمل شده‌اند.

جدول ۴- خسارات جانی و مالی سیلاب‌ها به تفکیک استان در سال‌های ۱۳۵۱-۱۳۷۵

۱۳۷۵

ردیف	نام استان	درجه اهمیت سیلاب				جمع کل	خسارات مالی (میلیون دلار)	تلفات انسانی
		خیلی مهم	مهم	متوسط	عادی			
۱	آذربایجان شرقی	۰	۵	۷	۱۶	۸/۸۷	۳۹	
۲	آذربایجان غربی	۰	۲	۲۹	۱۵	۸۸/۶	۱۷	
۳	اردبیل	۰	۴	۱	۱۲	۹/۱۶	۴	
۴	اصفهان	۰	۱	۶	۲۶	۵۳/۱	۱۲	
۵	ایلام	۱	۲	۲	۸	۱۲/۷	۱۴	
۶	بوشهر	۱۶	۸	۱۱	۱۳	۲۰/۱۶۵	۲۲۹	
۷	تهران	۴	۱	۴	۱۹	۱۹/۲۱۸	۳۹۸	
۸	چهارمحال بختیاری	۱	۱	۳	۱۳	۳۱/۴	۱۱	
۹	خراسان	۱۲	۱۸	۲۳	۷۲	۳۲/۱۷۵	۲۶۹	
۱۰	خوزستان	۱۷	۲۱	۱۹	۶۰	۹۰/۲۵۶	۱۱۸	
۱۱	زنجان	۰	۱	۰	۵	۲۵/۰	۸	
۱۲	سمنان	۲	۲	۱	۱۹	۷۶/۰	۳۳	
۱۳	سیستان و بلوچستان	۹	۱۳	۱۹	۱۴	۷۲/۱۴۶	۳۹۱	
۱۴	فارس	۱۳	۵	۱۰	۳۱	۳۴۲/۲۹	۱۷۲	
۱۵	قزوین	۰	۱	۱	۶	۰/۶۱	۰	
۱۶	قم	۰	۰	۰	۲	۰/۰۴	۰	
۱۷	کردستان	۰	۰	۳	۳	۰/۹۲	۴	
۱۸	کرمان	۴	۵	۱۱	۲۰	۵۰/۸۷	۲۰	
۱۹	کرمانشاه	۰	۱	۲	۱۳	۲/۳۳	۰	
۲۰	کهگیلویه و بویراحمد	۳	۱	۲	۱۱	۱۸/۳۹	۶	
۲۱	گلستان	۴	۲	۳	۱۷	۴۷/۲۹	۳	
۲۲	گیلان	۲	۷	۹	۳۴	۲۹/۶۰	۴	
۲۳	لرستان	۵	۶	۸	۱۴	۴۵/۲۵	۵۷	
۲۴	مازندران	۳	۳	۷	۱۳	۳۸/۰۹	۲۷	
۲۵	مرکزی	۲	۵	۸	۵	۲۹/۶۳	۱۵	
۲۶	هرمزگان	۶	۵	۱	۹	۲۷۹/۶۴	۶	
۲۷	همدان	۷	۴	۴	۱۲	۲۲۷/۷۱	۲۰	
۲۸	یزد	۲	۰	۷	۱۷	۱۷/۷۹	۵	
	مجموع	۱۱۳	۱۳۴	۱۹۸	۴۹۹	۳۱۵۵	۱۸۸۲	

آمار ارائه شده در جدول (۵)، مجموعه تلفات انسانی و خسارات مالی وارد شده به ۲۸ استان کشور در طی ۲۵ سال را بر حسب درجه اهمیت سیلاب خلاصه می‌کند.
جدول ۵- مجموع خسارات جانی و مالی به تفکیک درجه اهمیت سیل

درجه اهمیت سیل	خسارت مالی بر مبنای ارزش پول سال ۱۳۷۵ (میلیون دلار)	مجموع تلفات جانی
خیلی مهم	۱۷۴۰/۹۹	۱۳۳۷
مهم	۲۹۸/۰۱	۲۵۰
متوسط	۹۸/۱۰	۱۱۲
عادی	۱۸/۴۳	۱۷۷
مجموع	۲۱۵۵/۵۳	۱۸۶۶

جدول ۵ نشان می‌دهد خسارات مالی ناشی از سیلاب‌های خیلی مهم، مهم، متوسط و عادی به ترتیب ۸/۸۰، ۱۳/۸، ۴/۵ و ۹/۰ درصد کل خسارات می‌باشد و به همین ترتیب درصد تلفات جانی مربوط به هر سیلاب با درجه اهمیت خیلی مهم، مهم، متوسط و عادی به ترتیب ۱/۷۱، ۴/۱۳، ۰/۶ و ۵/۹ درصد مجموع کل تلفات جانی می‌باشند.

سازمان جنگل‌ها و مراتع وزارت جهاد کشاورزی نیز آمار و اطلاعات سیلاب‌ها را جمع‌آوری نموده و در یک بانک اطلاعاتی ذخیره می‌نماید. بر اساس آمار ارائه شده در جدول (۶)، تعداد سیلاب‌های رخ داده در پنج دهه گذشته به تفکیک در استان‌های خراسان، کرمان، خوزستان، فارس، گیلان و گلستان بیشترین وقایع را داشته‌اند. همچنین، به‌طور کلی روند وقوع سیل در کشور سیر صعودی داشته و در دهه ۷۰-۷۹ در کل کشور بیش از ۲۰۰۰ واقعه سیل ثبت شده است. براین اساس، میزان تلفات جانی در دهه ۳۰ برابر ۵۵۵۳ نفر، در دهه ۴۰ برابر ۷۱۸ نفر، در دهه ۵۰ برابر ۷۸۳ نفر، در دهه ۶۰ برابر ۳۳۹۹ نفر، در دهه ۷۰ برابر ۱۲۶۸۹ نفر و در دهه ۸۰ (تا سال ۱۳۸۳) برابر ۵۳۶ نفر بوده‌است.

جدول ۶- فراوانی وقوع سیل در دهه‌های مختلف در هر استان

مجموع	دهه						استان	ردیف
	۸۰-۸۳	۷۰-۷۹	۶۰-۶۹	۵۰-۵۹	۴۰-۴۹	۳۰-۳۹		
۱۴۷	۰	۷۷	۱۸	۳۱	۱۶	۵	آذربایجان شرقی	۱
۹۵	۱	۵۲	۱۰	۱۹	۱۲	۱	آذربایجان غربی	۲
۸۹	۱۱	۵۰	۵	۸	۱۰	۵	اردبیل	۳
۱۸۷	۲۸	۹۹	۱۶	۱۴	۱	۲۹	اصفهان	۴
۷۳	۱۰	۴۶	۱۰	۷	۰	۰	ایلام	۵
۱۰۲	۴	۲۳	۵۶	۵	۱۱	۳	بوشهر	۶
۱۵۸	۱	۵۳	۵۱	۲۶	۱۵	۱۲	تهران	۷
۱۰۴	۶	۷۹	۱۰	۶	۰	۳	چهارمحال و بختیاری	۸
۵۴۴	۴۱	۲۶۱	۱۵۶	۵۴	۲۶	۶	خراسان	۹
۳۴۱	۱۹	۱۶۷	۷۰	۵۱	۲۹	۵	خوزستان	۱۰
۳۰	۱	۱۴	۸	۲	۲	۳	زنجان	۱۱
۱۱۹	۲۳	۴۲	۳۷	۶	۱۰	۱	سمنان	۱۲
۱۰۹	۲۲	۲۴	۴۱	۱۱	۱	۱۰	سیستان و بلوچستان	۱۳
۳۰۸	۶۰	۱۶۲	۴۵	۱۵	۱۱	۱۵	فارس	۱۴
۹۸	۱۴	۶۴	۱۳	۴	۱	۲	قزوین	۱۵
۲۲	۴	۱۲	۱	۴	۰	۱	قم	۱۶
۹۴	۰	۶۶	۱۷	۹	۲	۰	کردستان	۱۷
۳۶۷	۱۲۱	۱۳۵	۶۷	۲۳	۶	۱۵	کرمان	۱۸
۶۶	۰	۳۳	۵	۲۰	۵	۳	کرمانشاه	۱۹
۵۱	۰	۲۵	۲۳	۲	۰	۱	کهگیلویه و بویر احمد	۲۰
۲۲۶	۴۰	۱۵۱	۲۰	۱	۱۴	۰	گلستان	۲۱
۲۴۳	۴۷	۱۶۲	۸	۱۰	۹	۷	گیلان	۲۲
۱۰۱	۴	۵۶	۲۳	۱۴	۳	۱	لرستان	۲۳
۹۳	۱۳	۱۱	۱۷	۱۹	۲۱	۱۲	مازندران	۲۴
۷۷	۷	۳۵	۶	۶	۳	۲۰	مرکزی	۲۵
۶۷	۰	۳۷	۱۷	۱۲	۱	۰	هرمزگان	۲۶
۱۴۷	۳	۶۱	۴۰	۲۵	۵	۱۳	همدان	۲۷
۱۲۷	۴۱	۵۶	۲۲	۱	۱	۶	یزد	۲۸
۴۱۸۵	۵۲۱	۲۰۵۳	۸۱۲	۴۰۵	۲۱۵	۱۷۹	جمع کل	

۱-۶. طبقه‌بندی سیل‌های کشور

جریان سیل به طور عمده ناشی از رواناب سطحی می‌باشد که حاصل خصوصیات بارش و خصوصیات حوضه آبخیز است که در این میان، تأثیر پوشش گیاهی و خاک در کاهش جریان سیل حوضه‌های کوچک کمتر از حوضه‌های با مساحت زیاد می‌باشد.

در یک طبقه‌بندی کلی می‌توان سیلاب‌های رخ داده در کشور را در دسته‌های زیر تقسیم‌بندی نمود:
الف) سیل ناگهانی^{۱۲}: ناشی از بارش شدید در حوضه‌های معمولاً کوچک مانند سیل گلابدره تهران (۱۳۶۶)، ماسوله (۱۳۷۷)، خیاوچای مشکین‌شهر (۱۳۸۰)، گلستان (۱۳۸۱ و ۱۳۸۰). وقوع این نوع سیلابها معمولاً در فصل بهار و تابستان ناشی از عکس‌العمل سریع هیدرولیکی حوضه نسبت به بارش شدید می‌باشد و به دلیل ماهیت غافلگیرکننده این نوع سیلاب، منجر به خسارات و ضایعات قابل توجهی می‌شود.

ب) سیل رودخانه‌ای^{۱۳}: ناشی از بارش نسبتاً شدید و طولانی‌مدت در حوضه‌های با مساحت زیاد و یا بارش‌های متوالی بیش از ظرفیت نفوذپذیری حوضه مانند آنچه که در سال ۱۳۷۱ در جنوب کشور اتفاق افتاد و سیل استان‌های سیستان و بلوچستان، کرمان، هرمزگان، بوشهر، فارس و خوزستان را در بر گرفت.

ج) سیل دریایی^{۱۴}: به خاطر بالا آمدن سطح آب دریا و یا دریاچه‌ها مانند بالا آمدن سطح دریاچه خزر در سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۵

د) سیل ناشی از ذوب برف^{۱۵}: ناشی از ذوب برف‌های بالادست به دلیل افزایش ناگهانی دما که می‌تواند توأم با بارندگی نیز باشد، نظیر سیل رودخانه کارون در فروردین سال ۱۳۷۷.

۲-۶. خسارات سیل کشور

خسارات ناشی از سیل شامل خسارت محسوس^{۱۶} و خسارت نامحسوس^{۱۷} می‌باشد که خسارت محسوس خود به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم طبقه‌بندی می‌گردند.

خسارات محسوس مستقیم شامل موارد زیر می‌تواند باشد:
تلفات و ضایعات انسانی؛

آبگرفتگی منازل و اماکن مسکونی و صنعتی؛

آبگرفتگی مزارع و از بین رفتن محصولات کشاورزی و تلفات دامی؛

تخریب تاسیسات زیربنایی نظیر جاده‌ها و پل‌ها و خطوط انتقال برق و شبکه‌های آب و گاز.

خسارت محسوس را می‌توان برآحتی کمی کرده و در محاسبات توجیه اقتصادی مدنظر قرار داد.

جهت تخمین خسارات سیل پس از تفکیک خسارات در هر بخش، باید مقدار کمی ضایعات مشخص شود. در جدول (۷) خسارات در بخش‌های مختلف تفکیک شده‌اند.

¹² Flash Flood

¹³ River Flood

¹⁴ Sea Flood

¹⁵ Snow Flood

¹⁶ Tangible Losses

¹⁷ Intangible Losses

جدول ۷- خسارات بخش‌های مختلف ناشی از سیل

بخش خسارت دیده	خسارت مستقیم	خسارت غیر مستقیم	خسارت نامحسوس
مناطق مسکونی	- هزینه‌های ایجاد مسکن موقت	-	- احساس عدم امنیت
	- پاکسازی منطقه مسکونی و احداث مجدد	-	- ایجاد آشفته‌گی‌های اجتماعی
	- احیاء سیستم خدماتی مانند آب و برق	-	-
کشاورزی	- از بین رفتن کامل اراضی کشاورزی	- هزینه احیاء اراضی و راه‌ها	- فرسایش خاک
	- از بین رفتن محصولات زراعی و باغی	- هزینه عدم تولید و یا تاخیر در تولید	- ایجاد عدم امنیت در سرمایه‌گذاری
	-	- خسارات صنایع و خدمات وابسته	-
	-	- تخریب مراتع	-
تاسیسات زیر بنائی	- تخریب انهار و شبکه‌های آبیاری و زهکشی	- هزینه لایروبی	- پرشدن مخازن از رسوب
کشاورزی	- تخریب قنوات	- تاخیر در آبیاری اراضی و کاهش تولید	-
	- آسیب دیدگی ایستگاه‌های پمپاژ	-	-
	- آسیب دیدگی سرریز سد و بند انحرافی	-	-
دامداری	- تلفات دامی	- شیوع بیماری	- ایجاد عدم امنیت
	-	- کاهش بازدهی محصولات دامی	- اختلال در چرخه زیست محیطی
صنعت	- کارخانه‌ها	- کاهش تولید	- ضایعات زیست محیطی
	- ایستگاه‌های پست آب و برق	-	-
	- ضایعات مربوط به مواد اولیه	-	-
خدماتی	- خسارت به شبکه راه‌ها، پل‌ها و راه آهن	-	- ایجاد رعب و وحشت

بخش خسارت دیده	خسارت مستقیم	خسارت غیر مستقیم	خسارت نامحسوس
	- تخریب ساختمان‌های خدمات عمومی	- اختلال در حمل و نقل	-
	- تخریب خطوط انتقال نیرو و تلفن	- احداث راه‌های موقت	-
	- خسارت وارده به شبکه آب آشامیدنی	- پاکسازی راه‌ها	-
بهداشتی	- بازسازی واحدهای بهداشتی	- شیوع بیماری‌ها	- زیان‌های دراز مدت بهداشتی
	- هزینه درمان و واکسیناسیون	- تلفات جانی	- ضایعات روانی
	- هزینه حمل مجروحین	- سالم سازی	-
	- احداث درمانگاه‌های اضطراری	-	-
	- تغییرات شرایط فیزیکی حوضه	- فرسایش خاک	- افزایش دبی اوج سیل‌های بعدی
زیست محیطی	- ایجاد باتلاق‌های جدید	- تغییر ویژگی‌های بیولوژیکی آب	- مهاجرت روستائیان
	- شیوع بیماری‌ها	- تغییر در زیستگاه‌های آبی	- ازبین رفتن تالاب‌ها
	-	- بایر شدن زمین‌ها	-
	-	-	-

۳-۶. مهمترین دلایل تشدید خسارات سیل کشور

بی‌شک مهمترین علت وقوع سیل‌ها در رودخانه‌ها و مسیل‌های کشور، بارش در حوزه آبریز مناطق سیل گرفته و بالادست آن‌ها می‌باشد اما آنچه که مهم می‌باشد بررسی دلایل تشدید خسارات سیل ناشی از چنین بارندگی‌هایی می‌باشد در زیر مهمترین عوامل مؤثر در تشدید خسارات سیل بطور مختصر تشریح می‌شود:

دخل و تصرف غیر مجاز در بستر و حریم رودخانه و مسیل‌ها که مطابق قانون توزیع عادلانه آب در اختیار وزارت نیرو بوده و معمولاً با توجه به سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله تعیین می‌شود. اشغال مجرا و بستر رودخانه تقریباً در تمام سیل‌های حادثه اصولاً عامل اصلی ایجاد خسارت و تلفات انسانی می‌باشد.

تخریب منابع طبیعی و پوشش گیاهی منطقه از یک طرف ناشی از خشک‌سالی سال‌های اخیر و از طرف دیگر در اثر توسعه بی‌رویه و دخل و تصرف غیرمجاز توسط عوامل انسانی بوده است. بدلیل کاهش پوشش گیاهی و تغییر کاربری اراضی، رواناب ناشی از بارش بعضاً تا بیش از ۳۰ برابر افزایش یافته و در بخشی از مناطق که دارای شیب تند و از نظر زمین‌شناسی دارای خاک فرسایش‌پذیر بوده است، گل و لای زیادی جابجا شده و خسارات و تلفات بسیاری به بار آورده است.

احداث سازه‌های تقاطعی نظیر پل و جاده بر روی آنها بدون توجه به شرایط هیدرولیکی و سیلابی رودخانه که منجر به تنگ کردن مسیر عبور جریان و بعضاً حتی انسداد مجرا می‌شود. در سیل‌های اخیر این مسئله عامل عمده افزایش تلفات جانی که اغلب از سرنشینان خودروهای عبوری از محورهای ارتباطی منطقه بوده‌اند، به شمار می‌رود.

عدم توجه مناسب به هشدار و پیش‌بینی سیل و اتخاذ تدابیر مناسب در مواجهه با آن توسط دستگاه‌های ذیربط و مردم.

۴-۶. روش‌های پیشگیری و کاهش خسارات سیل

با توجه به نظرات واصله از دستگاه‌های ذیربط و با عنایت به دلایل وقوع و تشدید خسارات سیل و نیز توجه به عملکرد و تجربه ده ساله گذشته در زمینه مطالعه و اجرای طرح‌های ساماندهی رودخانه و مهار سیل، پنج محور اصلی طرح‌های پیشگیری و کاهش خسارات سیل به شرح ذیل ارائه می‌گردد. بدیهی است اجرای هماهنگ و توأم این محورهای پنج‌گانه می‌تواند به نتایج مؤثری جهت کاهش خسارات ناشی از سیل منجر شود.

محور اول: مطالعه و اجرای طرح‌های سازه‌ای مهار سیل

این محور شامل سه بخش زیر می‌باشد و مطالعات و اجرای بخش‌های مختلف آن می‌تواند توسط دستگاه‌های اجرایی ذیربط انجام شود:

الف) ساماندهی و مهندسی رودخانه به منظور اصلاح و حفاظت مسیر رودخانه، تثبیت بستر و کنترل

فرسایش و رسوب و طراحی سازه‌های کنترل سیل نظیر گوره‌هاو ...

بر اساس برآورد صورت گرفته مجموعاً ۵۰۰ کیلومتر از طول رودخانه‌های مهم کشور در اولویت جهت انجام مطالعات ساماندهی و مهندسی رودخانه می‌باشد که از این مقدار عملیات اجرایی ۷۰ کیلومتر آن به اتمام رسیده و ۲۰۰ کیلومتر دیگر در دست مطالعه می‌باشد. بنابراین طول باقیمانده جهت انجام مطالعات ساماندهی و مهندسی رودخانه حدود ۲۳۰ کیلومتر برآورد می‌شود. به دلیل رفتار طبیعی رودخانه و عدم تثبیت سواحل، سالانه شاهد جابجایی مسیل و فرسایش در نقاط دیگر رودخانه‌ها می‌باشیم و لذا تاخیر در اجرای پروژه‌های ساماندهی رودخانه‌ها، منجر به افزایش حجم کارهای باقیمانده می‌گردد.

ب) لایروبی و بازگشایی مسیر رودخانه به منظور افزایش ظرفیت عبوری جریان.

ج) بهسازی و افزایش ظرفیت آگذری سازه‌های تقاطعی رودخانه و نیز حفاظت پایه پلها در مقابل آب‌شستگی.

محور دوم: مطالعه و اجرای طرح‌های غیر سازه‌ای

این محور یکی از محورهای راهکارهای بسیار کارآمد و مؤثر در کاهش خسارات سیل می‌باشد که در دنیا مورد توجه قرار گرفته است. هدف اصلی این محور، دور کردن مردم از جریان سیل می‌باشد و شامل سه بخش اصلی است:

الف) تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیل و پیاده‌سازی حد بستر و حریم رودخانه‌ها به منظور مدیریت توسعه سیلابدشت

یکی از مهمترین عوامل تشدید خسارت سیل‌های اخیر در کشور، توسعه ساخت و ساز در سیلابدشت‌ها و دخل و تصرفات غیرمجاز در بستر و حریم رودخانه‌ها و مسیلهای می‌باشد. تعیین بستر و حریم رودخانه‌ها و مسیلهای و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیل یکی از ملزومات و پیش‌نیازهای کلیه طرح‌های پیشگیری و کنترل سیلاب از جمله سیستم‌های هشدار سیل، بیمه سیل، نحوه تعیین کاربری اراضی حاشیه رودخانه و آزادسازی محل عبور ایمن جریان رودخانه می‌باشد. وجود این نقشه‌ها در تعیین و ارزیابی خسارات وارده مورد نیاز بوده و ضرورت اجرای آن مورد تأیید وزارت کشور به عنوان مسئول ستاد حوادث غیر مترقبه کشور نیز می‌باشد.

لازم به ذکر است که تاکنون مجموعاً ۵۰۰۰ کیلومتر از طول رودخانه‌های کشور تعیین حد بستر و حریم شده و برآورد می‌شود ۳۷۰۰۰ کیلومتر دیگر از طول رودخانه‌ها، دارای اولویت جهت انجام مطالعات پهنه بندی سیل و تعیین حد بستر و حریم باشد.

محور سوم: مدیریت حوزه و حفاظت آبخیز

یکی از محورهای راهکارهای بسیار مؤثر در پیشگیری و کاهش خسارات سیل انجام پروژه‌ها و عملیات آبخیزداری است و خوشبختانه مطالعات و پروژه‌های زیادی در کشور انجام شده است، ولی به دلیل عدم حفاظت عرصه‌ها و آبخیزها، ضرورت توسعه و افزایش این اقدامات، هم از طریق افزایش اعتبارات و هم پشتیبانی‌های اجرایی وجود دارد. الف) آبخیزداری شامل عملیات بیولوژیک و مکانیکی به منظور تقویت پوشش گیاهی، حفاظت خاک و افزایش نفوذپذیری و در نتیجه کاهش پتانسیل سیلخیزی منطقه.

ب) مطالعات آبخیزداری و پخش سیلاب به منظور استفاده مؤثر از جریان سیل و کاهش خسارات آن.
ج) مطالعات اصلاح و تغییر کاربری اراضی و ارائه کاربری‌های مجاز خصوصاً با توجه به مطالعات پهنه‌بندی سیل و سیل‌خیزی در کوتاه‌مدت و دراز مدت.

محور چهارم: تهیه و تدوین نظامنامه مدیریت سیل و طرح عمل (Action Plan) در مواقع بحران

به منظور ایجاد آمادگی و هماهنگی بین مسئولین دستگاه‌های ذیربط در سه مرحله زمانی قبل و بعد از وقوع سیل تهیه می‌شود که براساس آن تمهیدات سازمانی از قبل مشخص شده‌ای مانند تخلیه شهرها و روستاها یا بستن جاده‌ها و ... به مورد اجرا گذاشته می‌شود تا خسارات و خصوصاً تلفات ناشی از سیل به حداقل برسد. برای اجرای این پروژه پیشنهاد می‌شود گروه کاری متشکل از نمایندگان دستگاه‌های ذیربط تشکیل گردد.

محور پنجم: آموزش همگانی و تخصصی

هدف این محور ایجاد آمادگی در برابر سیلاب، لزوم توجه به هشدارهای صادره در این زمینه و ارائه پیام‌های ایمنی و امدادی جهت کاهش خسارات سیل می‌باشد که می‌تواند از طریق چاپ و انتشار پوستر، بروشور، کتاب، تهیه فیلم و برگزاری کارگاه و نمایشگاه و ... انجام شود. انجام این پروژه از طریق کمیته فرعی تخصصی پیشگیری از سیل و نوسانات آب دریا و طغیان رودخانه پیشنهاد می‌شود.

کلیک مدرسه
kilikmadrese.ir

بخشنامه ها و اطلاعیه های رسمی