مخاطرات طبیعی در ایران

سیلاب فروردین ماه سال ۱۳۹۸ شیراز

امید ملک‌حسینی
کارشناس ارشد جغرافیا دبیر جغرافیا شهر کرمانشاه

چکیده

سیلاب یکی از پدیده‌های مخرب طبیعی است که هر ساله در جهان و از جمله در کشور ما خسارت‌های زیادی را به دنبال دارد. شاید تا چندی پیش به نظر می‌رسید که مشکلات آب و هوایی مشکل نسل‌های آینده است، اما بروز سیل، خشک‌سالی و ... در مناطق مختلف جهان نشان داده که ما از هم اکنون با عواقب ناشی از این تغییرات روبه‌رو شده‌ایم (ملک حسینی، ۱۳۹٤ب). تلفات جانی، ویرانی ساختمان‌ها و تأسیسات، تخریب راه‌ها و اختلال در حمل و نقل، آلودگی مخازن آب، قطع گاز و برق و خسارت به کشاورزی از پیامدهای وقوع سیلاب هستند. بارش‌های چشمگیر روزهای پایانی سال ۱۳۹۷ و فروردین ۱۳۹۸ در بیشتر مناطق کشور، طغیان رودها را به همراه داشت و آسیب‌های جانی و مالی و مشکلات بسیاری را در مناطق شهری و روستایی به بار آورد. سیلاب پنجم فروردین ۹۸ در شیراز یکی از این موارد بود که در این تحقیق به بررسی عوامل مؤثر در وقوع آن و ارائهٔ راهکارهای لازم برای کاهش خسارات سیل و جلوگیری از وقوع چنین حوادثی پرداخته می‌شود.

کلیدواژه‌ها: سیلاب، مخاطرات طبیعی، شیراز، دروازه قرآن، رودخانهٔ خشک، تنگهٔ الله‌اکبر

مقدمه

سیل پدیدهٔ طبیعی بسیار قدرتمندی است که در نتیجهٔ تغییرات ناگهانی جوی پدید می‌آید، به‌طوری که باران شـــدید در مدت زمان کوتاه در سطح زمیـــن به حرکت در می‌آیـــد و جریـــان آب قدرتمندی به وجود می‌آید که همه چیز را در مسیر خود به حرکت درمی‌آورد (درویـــش‌زاده و زارع، ۱۳۹۷). به‌طـــور معمول، به ســـرریز شـــدن ناگهانی و خســـارت‌بار جریان آب از بســـتر یک رود و سرازیر شدن آن به خشـــکی‌های پیرامون رودخانه، سیل گفته می‌شود (یمانی و فلاحیان، ۱۳۹۷). ســـیلاب‌ها در طول تاریخ، رایج‌ترین، مرگ‌بارترین و پرهزینه‌تریـــن خطر در میان مخاطرات طبیعی بوده‌اند. خطر وقوع سیل در طی زمان افزایش یافته است، به‌ویژه از زمانی که بسیاری از کشورها مجوز ساخت‌وساز در دشـــت‌های سیلابی را صادر کردند و رشد تجاری و مسکونی این مناطق را مورد حمایت قرار دادند. در ایران نیز همانند سایر مناطق سیل‌خیز دنیا در دهه‌های اخیر، شدت وقوع سیلاب‌ها و میزان خسارت‌های ناشی از آن به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. آمار پنج دههٔ گذشته نشان می‌دهد که تعداد وقوع سیل در دههٔ ۸۰ نسبت به دههٔ ۴۰ حدود ۱۰ برابر شده است (رستم‌زاده و دیگران، ۱۳۹۵). همچنین آمار ثبت شـــده درکشور در طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ نشان می‌دهد که تعداد و شدت وقوع سیل‌ها نسبت به ســـال‌های قبل به‌صورت چشمگیری افزایش داشته است (روزنامهٔ اطلاعات، شمارهٔ ۲۶۹۳۹). شرایط اقلیمی ایران و غیریکنواخت بودن توزیع زمانی و مکانی بارش‌ها در کشـــور، باعث بروز سیل‌های مخرب در فصول مختلف سال و وارد شدن خسارت فراوان در مناطق مختلف کشور می‌شـــود. در این میان، عواملی چون افزایش جمعیت، تغییر کاربری اراضی، توسعهٔ شـــهری و افزایش مناطق مسکونی نیز باعث تشـــدید وقوع سیل می‌شود. افزایش ســـطوح نفوذناپذیر و تجاوز به حریم رودخانه‌ها و محدود کردن عرض و مجرای عبوری رودخانه‌ها و آبراهه‌های طبیعی باعث افزایش آسیب‌پذیری مناطق مسکونی و تأسیسات شهری در مقابل سیلاب‌ها شده است.

روش تحقیق

در این پژوهش با استفاده از روش‌هـــای کتابخانه‌ای ابتدا به بررسی موقعیت و وضعیت موجود شهر شـــیراز پرداخته و سپس بـــا مطالعـــات میدانی و جمع‌آوری آمـــارهـــا و گزارش‌هـــای مربـــوط، دلایـــل و علل وقوع ســـیلاب پنجم فروردین در شـــهر شیراز مطالعه و بررسی می‌شود.

مشخصات منطقهٔ مورد مطالعه

شهر شیراز، مرکز استان فارس، در جنوب غربی ایران و در دامنه‌های رشته‌کوه زاگرس واقع شده است (شـــکل ۱). شـــیراز در حدود عرض جغرافیایی ۲۹ درجهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجهٔ شرقی واقع شده است. این شهر تقریباً به شکل مستطیل به‌طول ۴۰ کیلومتر و عرض متفاوت بیـــن ۱۵ تا ۳۰ کیلومتر و با مســـاحت ۱۲۶۸ کیلومتر مربع و ارتفاع متوسط ۱۴۸۶ متر، در بخش مرکزی استان فارس قرار دارد.

شکل ۱: موقعیت شهر شیراز در کشور و استان فارس

اطراف شهر شیراز را کوه‌های نسبتاً مرتفعی به شکل حصار احاطه کرده‌اند به‌طوری که از سمت غرب به کوه «دراک» و از سمت شمال به کوه‌های «بمو»، «سبزپوشان»، «چهل مقام» و «باباکوهی» محدود شـــده است. رودخانهٔ خشک شیراز یک رودخانهٔ فصلی است که پس از عبور از داخل شـــهر به سمت جنوب شـــرقی حوضهٔ خود متمایل می‌شـــود و به دریاچهٔ مهارلو می‌ریزد. میانگین ســـالانهٔ دما در شهر شیراز ۱۸ درجهٔ سانتی‌گراد و میزان متوسط بارندگی آن ۳۳۷/۸ میلی‌متر در سال اســـت. حوضهٔ آبریز دشت شیراز از جمله حوضه‌های میان‌کوهی در بین ارتفاعات زاگرس است که با شیب ملایم و جهت شمال غرب به جنوب شرق به دریاچهٔ «مهارلو» ختم می‌شود. عمده‌ترین جریان‌های سطحی در درون حوضهٔ آبریز دشت شـــیراز، رودخانهٔ خشک، چنار راهدار و پیربنو- بید زرد اســـت. زیر حوضه‌هـــای دروازه‌های قرآن و سعدی در شمال و شـــمال شـــرق شهر شیراز از

زیرحوضه‌های رودخانهٔ خشک است. همچنین نهر اعظم از ارتفاعات قلات و رودخانهٔ «تنگ‌سرخ» از ارتفاعات کوه دراک در شمال غرب شهر شیراز سرچشمه می‌گیرند و در منطقهٔ پل «معالی آباد» به هم می‌پیوندند و «رودخانهٔ خشک» را شکل می‌دهند و در ادامه رواناب‌های سطحی زیرحوضهٔ سعدی، دروازه قرآن و کفترک به آن می‌پیوندند و به مهارلو می‌ریزند. رودخانهٔ «چنار راهدار» در جنوب شهر شیراز از بخش‌های جنوبی کوه دراک و منطقهٔ حسین‌آباد در جنوب غرب شیراز سرچشمه می‌گیرد. این رودخانه در محل «پل فسا» با مسیل پیربنو- بید زرد یکی می‌شود و به دریاچهٔ مهارلو می‌ریزد (روزنامهٔ اطلاعات، ش ۲۷۲۵۷).

شکل ۲: نمونه‌ای از خسارت‌های وارد شدهٔ ناشی از سیل فروردین ماه سال ۱۳۹۸، شیراز

یافته‌های تحقیق

دشت شیراز به علت تعدد رودخانه‌های فصلی و زیرحوضه‌های آبریز و همچنین وجود ارتفاعات و از بین رفتن مراتع منطقه در سال‌های نه‌چندان دور و کمبود پوشش گیاهی و نیز، ساخت‌وسازهای وسیع و گسترده، از جمله شهرهای سیل‌خیز استان فارس و کشور است. شهر شیراز به علت نداشتن یک سیستم جامع جمع‌آوری و تخلیهٔ آب‌های سطحی در مواقع بارندگی، عموماً با مشکلاتی مواجه است. در مناطق جنوبی شهر که شیب زمین محدود و سطح آب زیرزمینی بالاست، مشکلات به شکل حادتری خود را بروز می‌دهند. شبکه دفع آب‌های سطحی در شهر شیراز شامل مسیل‌های طبیعی، زهکشی زیرزمینی، کانال‌های سرپوشیده و جوی‌های سرباز در طرفین خیابان‌های اصلی و جوی‌های فرعی و سطحی در معابر فرعی شهر است. «رودخانهٔ خشک» و رودخانهٔ «چنار راهدار» در شمال و جنوب شهر، مهم‌ترین مسیل‌های دفع آب‌های سطحی و سیلاب‌های ناشی از بارندگی در شهر شیرازند که نزدیک به ۷۷ درصد آب‌ها از رودخانهٔ خشک به دریاچهٔ مهارلو می‌ریزد.

گسترش بی‌رویهٔ شهر به‌خصوص در محور شمال غرب و از بین رفتن پهنه‌های طبیعی جذب رواناب‌ها و نزولات جوی و کاهش پوشش گیاهی منطقه، سبب شده است که در بارندگی‌های با میزان بالا (بیش از ۷۰ میلی‌متر در ۲۴ ساعت) و متناوب، آب نتواند در خاک نفوذ کند و در نهایت به دلیل نبود زهکشی و سیستم دفع مناسب، در مسیر جاری شود. شهر شیراز در راستای عبور شاخهٔ اصلی «رودخانهٔ خشک» که از به هم پیوستن نهر اعظم و رودخانهٔ «تنگ سرخ» تشکیل می‌شود و رودخانهٔ «چنار راهدار» و همچنین مسیل‌های بزرگ سعدی و دروازه قرآن و نواحی پیرامونی آن‌ها دارای پتانسیل پرخطر رخداد سیلاب است و وجود دریاچهٔ مهارلو در جنوب شرقی شهر، محل جمع شدن آب‌های سطحی و سیلاب‌های این شهر است. معمولاً طول مدت بارندگی با شدت آن نسبت معکوس دارد، بدین معنا که باران‌های شدید کوتاه‌مدت هستند و بارندگی‌های خفیف و معمولی در اثر شرایط بلندمدت ایجاد می‌شوند (ملک‌حسینی، ۱۳۹۴ الف). بارش باران که از صبح روز دوشنبه ۵ فروردین ۹۸ به‌طور ملایم و غیرممتد در شیراز آغاز شده بود، درحدود ساعت ۱۱ صبح به شکل بارش شدید باران همراه با تگرگ ریزدانه ادامه یافت و در مدت کمتر از یک ساعت سبب جاری شدن رواناب در سطح معابر شهر شد. در مدت نزدیک به ۲۰ دقیقه از این زمان، شدت بارش بسیار شدید بود و باعث شکل‌گیری سیلاب ناگهانی (Flash Flood) شد که از باند شرقی مسیر بزرگراه شیراز- مرودشت (تنگهٔ الله‌اکبر) و از سمت شمال شرق در حدود ساعت ۱۲ ظهر به سوی دروازه قرآن سرازیر شد. بیشترین حجم رواناب در ورودی شیراز (دروازه قرآن) رخ داد که متأسفانه سبب تلفات جانی و مالی زیادی در این قسمت از شهر تا محلهٔ «هفت‌تنان» شد. این حادثه باعث کشته شدن ۲۱ نفر و مجروح شدن بیش از ۱۶۰ نفر از هم‌وطنان شد و به تعداد زیادی خودرو آسیب‌های شدید و جدی وارد آمد (شکل ۲).

مورفولوژی حوضهٔ سیلاب

حوضهٔ آبریز تنگهٔ الله‌اکبر مشرف به دروازه قرآن به شکل کمابیش نامنظم با طول ۶۳۰۰ متر و عرض ۶۰۰ متر (به طور تقریبی در دو امتداد عمود بر هم) در دو مسیر شمال شرق- جنوب غرب و جنوب شرق- شمال غرب در امتداد ارتفاعات بمو قرار دارد و عمدهٔ مساحت آن در شرق جادهٔ شیراز- مرودشت واقع شده است. انتهایی‌ترین نقطهٔ آن در پایین‌دست حوضه و در فاصلهٔ ۳۰۰ متری عمارت دروازه قرآن به سمت مرودشت است. مساحت حوضه حدود ۲۴ کیلومتر مربع (۲۴۰۰ هکتار) است. شیب متوسط حوضه حدود ۱۵ درصد است. شیب حوضه از شمال به جنوب (در جهت اصلی) و از شرق به غرب (در جهت عمود بر آن) است و در برخی محدوده‌ها شیب حوضه تا ۶۰ درصد هم می‌رسد که معرف شیب تند حوضه است. شیب حوضه از پارامترهای مهم در شکل‌گیری و سرعت و قدرت سیل است. حوضهٔ

سیلاب دروازه قرآن یک حوضهٔ پرشیب است و شیب تند آن باعث افزایش سرعت سیلاب، زمان کوتاه تجمع آن و قدرت تخریب بیشتر سیلاب می‌شود (بیت‌اللهی، ۱۳۹۸).

زمین‌شناسی حوضهٔ سیلاب

واحدهای زمین‌شناسی **رخ‌نمون** یافته در حوضهٔ آبریز شیراز عمدتاً واحدهای کربناتی در ارتفاعات و واحدهای مارنی در دامنه‌هاست و رسوبات آبرفتی درشت‌دانه تا ریزدانهٔ دشت‌های حوضه را شامل می‌شود.

واحدهای کربناتی نفوذپذیری خوبی دارند، ولی با توجه به شیب زیاد ارتفاعات که به‌طور میانگین بیش از ۵۰ درصد است، امکان نفوذ آب را کاهش می‌دهد. واحدهای مارنی که عمدتاً لایه‌های سازند رازک و گچساران است، با گسترش زیاد بخش‌های ناودیسی و دامنه‌ای، منطقهٔ شهری را تشکیل داده‌اند. لایه‌های این واحد زمین‌شناسی نفوذناپذیر است. رسوبات آبرفتی هم بخش بسیار وسیعی از گسترهٔ شهری را پوشش داده است و با توجه به ناهمگن بودن آن در بخش‌های مختلف، نفوذپذیری متفاوتی دارند، چنان‌که دارای نفوذپذیری کم تا متوسط در بخش‌های مختلف حوضه هستند (روزنامهٔ اطلاعات، ش ۲۷۲۵۶). بنابراین بخش بسیار زیادی از رسوبات پوششی حوضه‌های آبریز شهر شیراز در گروه رسوبات سست و ناپایدارند و با فرسایش‌پذیری زیاد، در معرض رواناب هستند. در بارش‌های شدید، مقدار قابل ملاحظه‌ای از رسوبات فرسایش‌یافتهٔ حوضهٔ آبریز توسط رواناب و سیلاب حمل می‌شود و این مهم در سیل اخیر دروازه قرآن بسیار چشمگیر بوده و میزان خسارت وارد شده را افزایش داده است.

براساس نقشهٔ زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ شیراز که توسط شرکت ملی نفت ایران تهیه شده (شکل۳)، واحدهای زمین‌شناسی شیراز و اطراف آن متعلق به دوران سوم‌اند. این واحدها از قدیم به جدید عبارت‌اند از:

– **سازند ساچون:** قدیمی‌ترین واحد سنگی منطقه با سن پالئوسن و بیشتر شامل ترکیبات ژیپس و مارن است. ارتفاعات کوه بمو با بیشینهٔ ۲۶۶۱ متر از این سازند تشکیل شده است.

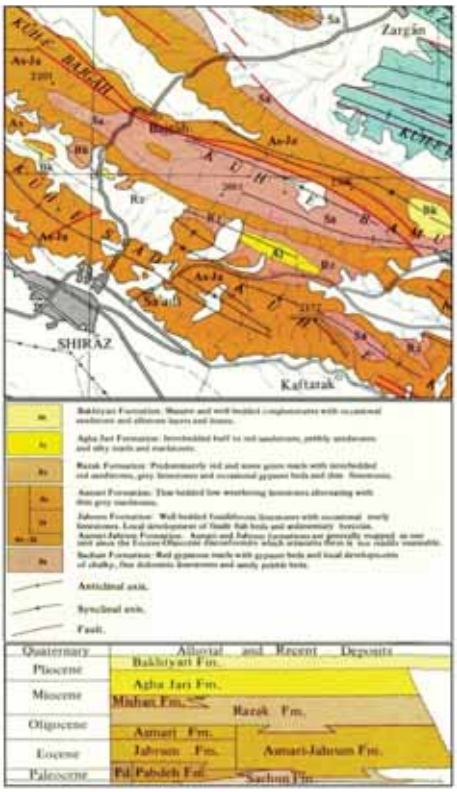
– **سازند آسماری- جهرم:** بیشترین بخش از ارتفاعات مشرف به دروازه قرآن و محلهٔ سعدی شیراز از این سازند تشکیل شده است. آسماری- جهرم یک سازند آهکی است که میان‌لایه‌هایی از مارن در آن وجود دارد. از لحاظ سنی این منطقه از ائوسن تا الیگوسن را شامل می‌شود.

– **سازند رازک:** مربوط به الیگومیوسن است و بیشترین بخش آن را مارن تشکیل می‌دهد. میان‌لایه‌هایی از ماسه‌سنگ و سنگ‌آهک و ژیپس نیز در آن وجود دارد. این سازند در گذشته درون سازند تبخیری گچساران در نظر گرفته می‌شد، ولی اکنون نهشته‌های آواری آن یک سازند مستقل به شمار می‌رود.

– **سازند آقاجاری:** گسترش کمی در این منطقه دارد و بیشتر از ماسه‌سنگ تشکیل شده و ترکیبات مارن و رس نیز در آن وجود دارد. از لحاظ سنی از میوسن تا پلیوسن را شامل می‌شود.

– **سازند بختیاری:** مربوط به پلیوسن است و بیشتر از کنگلومرا همراه با میان‌لایه‌هایی از ماسه‌سنگ و سیلستون تشکیل شده است. این سازند نیز گسترش کمی در این منطقه دارد.

با توجه به این موارد، سازندهای این منطقه مانند سازند ساچون با داشتن ترکیبات ژیپس و مارن، سازند آسماری- جهرم با داشتن میان‌لایه‌های مارن و همچنین سازند مارنی رازک، دارای پتانسیل لغزش و رانش زمین هستند. به همین دلیل لازم است مسئلهٔ رانش زمین در ترانشه‌های جاده‌ها و بلندی‌های مشرف به ساخت‌وسازها به‌ویژه پس از بارندگی‌ها مورد توجه جدی مسئولان شهری قرار گیرد.



شکل۳: محدودهٔ شیراز و اطراف آن روی نقشهٔ زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ (شرکت ملی نفت ایران)

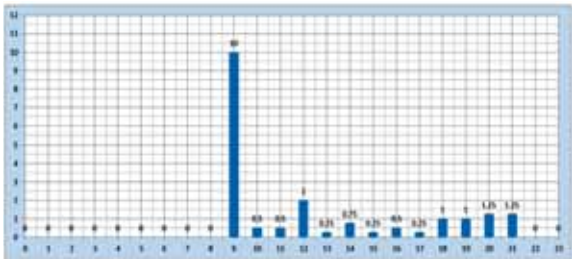
عوامل مؤثر در وقوع سیلاب

عوامل این سیل خسارت‌بار دروازه قرآن شیراز در روز پنجم فروردین ۱۳۹۸ معرفی می‌شوند که پس از تشریح آن‌ها به جمع‌بندی و معرفی اصلی‌ترین عوامل بروز حادثه پرداخته خواهد شد.

۱) شرایط اقلیمی و بارندگی

در تشکیل دبی‌های بالا با قدرت سیلابی مخرب، مقدار و شدت بارندگی، اصلی‌ترین نقش را دارند. در شکل۴ مقادیر بارندگی از ابتدای روز ۹۸/۱/۵ تا ساعت ۱۲ ظهر، یعنی زمان رسیدن سیل به حوالی دروازه قرآن نشان داده شده است. از این نمودار استنباط می‌شود که بارندگی رگباری و سیل‌آسا به‌صورت ناگهانی در منطقه، شرایط لازم را برای تشکیل رواناب و جریان سیلابی فراهم کرده است. بنابر اطلاعات هواشناسی و گزارش‌های مربوط، بارندگی صبح روز ۵ فروردین ۱۳۹۸ با شدت متغیر صورت گرفته و در بازهٔ زمانی ۱۱:۳۳ تا ۱۱:۴۸ بیشترین

شدت بارندگی و اصلی‌ترین بار بارش در منطقه به شکل بارندگی رگباری و سیل‌آسا در حوضهٔ مشرف به تنگهٔ الله‌اکبر و دروازه قرآن رخ داده است. بارندگی در لحظات قبل از سیلاب به‌گونه‌ای شدید بوده که در مدت ۱۵ دقیقه، حدود ۲۰ میلی‌متر بارش باران اندازه‌گیری شده است. براساس اطلاعات سازمان هواشناسی، متوسط بارندگی سالیانهٔ شیراز بین ۳۲۴ تا ۳۵۰ میلی‌متر در سال برآورده شده است. بر این اساس، مقدار باران ۱۵ دقیقه‌ای (که در ایستگاه باران‌سنج آب منطقه‌ای واقع در مجاورت باغ ارم به مقدار ۱۹/۹ میلی‌متر اندازه‌گیری شده است) ۲۰۰۰ برابر مقدار میانگین سالیانه برای همین بازهٔ زمانی ۱۵ دقیقه‌ای است (بیت‌اللهی، ۱۳۹۸).



شکل۴: نمودار بارندگی روز دوشنبه ۹۸/۱/۵ شیراز (هواشناسی استان فارس)

۲) شیب حوضهٔ سیلاب

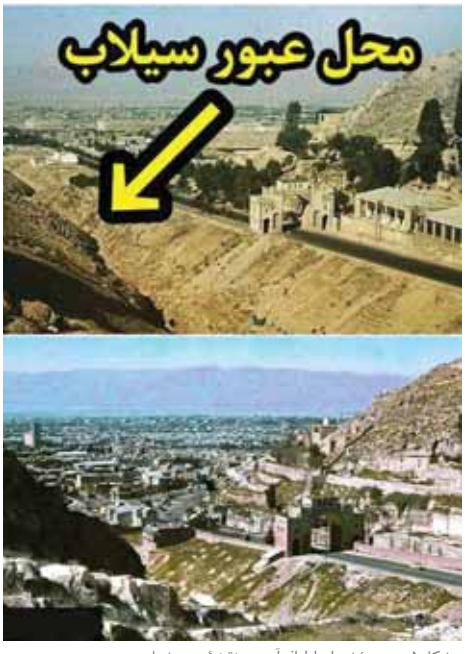
شیب حوضهٔ سیلابی در مدت زمان شکل‌گیری رواناب، نقش عمده دارد. اگر همراه با شدت بارش، شیب حوضه نیز تند باشد، زمان تمرکز آب کمتر و سرعت و قدرت تخریبی سیل نیز بیشتر می‌شود. با توجه به آمارها و گزارش‌ها و با در نظر گرفتن نسبت مساحت محدودهٔ تغییرات شیب، شیب متوسط حوضه ۱۵ درصد در نظر گرفته شده است. با توجه به شیب تند حوضه و به تبع آن، سرعت بالای حرکت جریان آب، زمان تمرکز کوتاه‌تر و فرصت تخلیهٔ آب تجمع‌یافته به مراتب کمتر خواهد بود. پوشش گیاهی کم نیز سبب تشدید رواناب سطحی در منطقه می‌شود. سیل‌ها بیشتر در بهار و پاییز و در مناطقی پرشیب و عاری از پوشش گیاهی اتفاق می‌افتند (درویش‌زاده و زارع، ۱۳۹۷).

۳) عوامل زمین‌شناسی

از لحاظ زمین‌شناسی، رخ‌نمون‌های کربناتی ارتفاعات حوضه‌های آبریز را با شیب نزدیک به ۵۰ درصد پوشش می‌دهند که از شمار واحدهای نفوذپذیر هستند و بخش بسیار کمی از مساحت حوضه‌ها را تشکیل می‌دهند. پوشش دامنه‌ها را لایه‌های مارنی واحد زمین‌شناسی رازک و گچساران تشکیل می‌دهند که این لایه‌ها نفوذناپذیرند. پوشش دشت‌های منطقه، رسوبات آبرفتی ریزدانه تا درشت دانه‌اند که نفوذپذیری کم تا متوسط دارند. بنابراین وسعت زیادی از بستر حوضهٔ آبریز را رسوبات سست و حساس تشکیل می‌دهند و در نتیجه، شرایط مناسبی برای وقوع سیلاب ایجاد می‌کنند و به دلیل سست بودن، حمل آن توسط رواناب‌ها زیاد خواهد بود. وجود گل و لای بسیار زیاد همراه با سیلاب اخیر، گویای این مهم است (روزنامهٔ اطلاعات، ش ۲۷۲۵۷).

٤. پر کردن مسیل تنگه و محدودیت خروج آب

در مسیر تنگهٔ الله‌اکبر و آبراههٔ بزرگ آن تغییراتی ایجاد شده که این تغییرات حاصل افزایش جمعیت، افزایش بار ترافیک و گسترش و توسعهٔ شهر شیراز بوده است. در گذشته، تردد از زیرتاق دروازه قرآن انجام می‌شد و سمت شرقی آن، آبراههٔ بزرگی بود که آب‌های فصلی و سیلاب‌ها را به سمت جنوب تا رودخانهٔ خشک هدایت می‌کرد (شکل ۵). با گسترش شیراز و افزایش بار ترافیکی ورودی و خروجی شهر از سمت اصفهان، پهنای دروازه قرآن، امکان تردد هم‌زمان چندین خودرو در مسیرهای ورودی و خروجی را نمی‌داد و لذا مشکلات ترافیکی زیادی به وجود می‌آمد. بنابراین چاره‌کار هموار کردن آبراهه پهن واقع در شرق عمارت دروازه قرآن بود. مسیر تقریبی آبراههٔ شرقی دروازه در غرب ترمینال «کار اندیش» به رودخانهٔ خشک شیراز با امتداد شمال غرب- جنوب شرق وصل می‌شود. تا اواخر دههٔ ۶۰ در راستای این مسیر، دره‌ای به عمق تقریبی ۱۰ متر وجود داشت که مسیر سیلاب‌های مقطعی و گذر آبراههٔ قدیمی بود. در امتداد این مسیر، محله‌ای از شیراز نیز «سیل‌آباد» نامیده شده بود. در اواخر دههٔ ۶۰ ابتدا با هموار کردن درهٔ شرق دروازه قرآن تا بلوار چهل مقام، چند لوله استوانه‌ای به قطر ۱/۵ متر جهت انتقال آب‌های باران و رودخانهٔ «آب‌زنگی» از تنگه به سمت رودخانهٔ خشک، کار گذاشتند و سپس روی آن‌ها را پوشاندند. بنابراین آبراههٔ طبیعی که برای خروج آب سیلاب به طور طبیعی تشکیل شده بود، با قرار دادن لوله‌هایی در آن و پرکردن اطراف و روی لوله‌ها، زمینی مسطح به وجود می‌آید که امروزه محل تردد خودروهای ورودی و خروجی به شیراز است.



شکل۵: محدودهٔ شیراز و اطراف آن روی نقشهٔ زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ (شرکت ملی نفت ایران)

یکی از تمهیداتی که با پر کردن و هموار کردن آبراهه کنار دروازه قرآن برای گذر آب و سیلاب در مسیر رودخانه و تنگهٔ الله‌اکبر اندیشیده شده بود، احداث استخر تجمع آب بود. این استخر در امتداد شرقی مسیر شیراز- مرودشت واقع شده و در اثر سرریز شدن سیل این استخر،

سیلاب و عواقب زیان‌بار آن در باند شرقی این جاده رخ داد. با در نظر گرفتن عمق ۱/۵ تا ۴ متری استخر، حجم آن حدود ۱۵ هزار متر مکعب برآورد شده است. البته نهشته‌های گل و لای در برخی محدوده‌ها در کف استخر، ضخامت قابل توجهی داشت و این امر باعث کاهش حجم استخر شده بود. با سیلاب ناگهانی پنجم فروردین ۹۸، حجم استخر پر و احتمالاً بخشی از آن از طریق لولهٔ انتقال به رودخانهٔ خشک منتقل شد، ولی بخش عمدهٔ آن سرریز شد و متأسفانه سیلی با تلفات جانی به دنبال داشت. در کف استخر و در پایین‌دست آن (ضلع جنوب غربی) لوله‌ای برای خروج آب تعبیه شد که امر انتقال آب استخر را تا رودخانهٔ خشک شیراز به طول تقریبی ۳ کیلومتر برعهده داشت. قطر این لوله ۱/۵ متر و از نوع بتنی است، اما ظاهراً در زمان وقوع سیلاب نتوانسته بود آب را به راحتی عبور دهد، زیرا روز بعد از سیلاب، انباشتگی آب در استخر و وجود بیل مکانیکی و کارگرانی که دهانهٔ لوله را باز می‌کردند، مشاهده شده است. این امر احتمال مسدود شدن دهانهٔ لوله با اجسام و زباله‌های پیشانی سیلاب و خروج مقدار کمی از آب از طریق این سیستم را نشان می‌دهد. با توجه به شکل و طراحی استخر، سرعت و قدرت سیل که یک سیلاب ناگهانی (Flash Flood) و کامل بوده، لولهٔ انتقال در خروج آب به دلیل قطر کم و نامناسب و نیز گرفتگی دهانهٔ آن با انواع اجسام و بار جامد سیلاب، به طور مطلوب عمل نکرده است. این عوامل، شکل خروج سیلاب از استخر را تنظیم و موجب تشکیل سیلاب شده است (بیت‌اللهی، ۱۳۹۸).

نتیجه‌گیری

ویژگی‌های آب و هوایی ایران و یکنواخت نبودن توزیع زمانی و مکانی بارش‌ها در کشور، باعث بروز سیلاب در طول سال و وارد شدن خسارات فراوان در مناطق مختلف کشور می‌شود. در اغلب مناطق، ساخت‌وسازهای غیر اصولی و استفادهٔ بی‌رویه از طبیعت موجب شده تا بخش اعظمی از باران درسطح زمین جریان یابد و ضمن وارد کردن خسارات مالی و جانی و عدم تغذیهٔ سفره‌های زیرزمینی، بدون هیچ‌گونه استفاده‌ای از دسترس خارج شود. آمار و اطلاعات موجود نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر، تناوب، شدت و خرابی‌های سیلاب‌هایی که در برخی نقاط جهان و از جمله ایران اتفاق می‌افتد، رو به افزایش است و دلیل اصلی آن هم گرم شدن جهانی جو و تغییر اقلیم عنوان می‌شود. از طرفی، افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش بی‌رویهٔ ساخت و ساز در مناطق طبیعی و تغییر در کاربری اراضی، یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد و تشدید رواناب است. در دامنه‌های شرقی و غربی پیرامون دروازه قرآن، ساخت و سازهای تجاری، تفریحی و مسکونی انجام شده و رواناب‌های بالادست این مناطق همراه با رواناب‌های حاصل از پوشش‌های نفوذناپذیر در مناطق ساخت‌وساز شده در مسیرهای جدید یکپارچه شده، به دهانهٔ خروجی دروازه قرآن هجوم آورده و سبب افزایش حجم سیلاب سرریز شده در دروازه قرآن شده است. با توجه به سنگ‌شناسی واحدهای زمین‌شناسی رخ‌نمون یافته به دلیل وجود رسوبات سست، میزان حمل رسوبات توسط رواناب‌ها زیاد خواهد بود و این رسوبات در مناطقی که در مسیر مسیل‌ها تغییر یا مانعی ایجاد شده، تجمع می‌کنند و سبب مسدود شدن مسیر یا تنگ کردن مسیر گذر می‌شوند که این امر یکی دیگر از عوامل سرریز رواناب‌ها از مسیر گذر آب در سیلاب اخیر دروازه قرآن بوده است. اندازهٔ کوچک لولهٔ انتقال آب و مسدود بودن آن در زمان سیلاب، عامل اصلی وقوع سیل و خسارت‌های ناشی از آن است. محاسبات انجام شده نشان می‌دهد که در مطلوب‌ترین حالت، لولهٔ انتقال با قطر ۱/۵ متر حداکثر می‌تواند ۱۲ متر مکعب در ثانیه آب را به سمت رودخانهٔ خشک منتقل کند. این عدد در مقایسه با دبی سیلاب (که حدود ۵۰ متر مکعب در ثانیه بوده است) جواب‌گو نبوده و حتی اگر لوله دچار انسداد هم نبود، باز هم نمی‌توانسته با حجم سیلاب ورودی، تعادلی ایجاد کند و جلوی سرریز آب را بگیرد (بیت‌اللهی، ۱۳۹۸). بنابراین در درجهٔ اول، تغییر کاربری اراضی و از بین بردن مسیر طبیعی عبور آب و سیلاب در کنار دروازه قرآن و در درجهٔ دوم، انتخاب نامناسب اندازهٔ لولهٔ انتقال و مسدود شدن آن به هنگام وقوع سیلاب را می‌توان دو عامل اصلی ایجاد سیل شیراز و افزایش خسارت و تلفات آن معرفی کرد.

پیشنهادها

- تهیهٔ نقشهٔ پهنه‌بندی خطر سیل در شهر شیراز و شناسایی نقاط پرخطر و حادثه‌خیز در سطح شهر شود.
- در مسیر گذر مسیل‌ها به ویژه در محدودهٔ پل‌ها و مسیرهای سرپوشیده و زیرزمینی، لایروبی منظم انجام شود.
- تغییرات جدید در کاربری اراضی تا حد امکان صورت نگیرد و پوشش گیاهی و حفاظت خاک در بالادست حوضه‌های آبریز تقویت شود.
- برای انتقال سیلاب با دبی حداقل ۵۰ متر مکعب، طراحی مسیر انتقال با تفکر روی گزینه‌هایی مانند احداث کانال یا لوله‌های انتقال با سایز مناسب مورد ارزیابی قرار گیرد.
- در بالادست استخر و داخل استخر با هدف تحقق آرامش سیلاب، رسوب‌گیری و جلوگیری از انسداد لوله، تمهیدات مهندسی و قابل اجرا اتخاذ و اجرا شود.
- در مورد امکان گذر سیلاب‌های احتمالی آتی سرریز شده در مسیر کانال روباز سمت یال شرقی یا مابین دو باند بزرگراه و روش‌های کاهش سرعت سیلاب با اتخاذ تمهیدات مهندسی، بررسی و مطالعات جزئی‌تر به عمل آید.
- سامانهٔ هشدار میدانی سیل در تنگه راه‌اندازی شود.

منابع

۱. بیت‌اللهی، علی (۱۳۹۸). گزارش سیل ۱۳۹۸/۱/۵ دروازه قرآن شیراز.
۲. درویش‌زاده، علی و زارع، مهدی (۱۳۹۷). مخاطرات زمین ایران: بیرونی و درونی. انتشارات امیرکبیر، چاپ اول.
۳. رستم‌زاده، هاشم؛ سرافراز اسبق، سونیا و میانجی، مهسا (۱۳۹۸). «پهنه‌بندی پتانسیل خطر وقوع سیلاب در قسمت مرکزی میانه با استفاده از مدل ANP». فصلنامهٔ رشد آموزش جغرافیا، شمارهٔ ۱۱۴.
۴. روزنامهٔ اطلاعات (۱۳۹۶). «نگاهی به وضعیت سیلاب‌ها در کشور». شمارهٔ ۲۶۹۳۹، ۲۳ بهمن.
۵. روزنامهٔ اطلاعات (۱۳۹۸). «سیلاب در شیراز چگونه جاری شد». شماره‌های ۲۷۲۵۶ و ۲۷۲۵۷، ۲۳ و ۲۴ فروردین.
۶. ملک‌حسینی، امید (۱۳۹۴ الف). سیلاب زمین. انتشارات دیباچه، چاپ اول.
۷. ملک حسینی، امید (۱۳۹۴ ب). «پیامدهای گرمایش زمین و تغییرات اقلیمی». روزنامهٔ باختر، شمارهٔ ۲۰۷۵، ۲۱ مهر.
۸. نقشهٔ زمین‌شناسی ۲۵۰۰۰۰: ۱شیراز. تهیه شده توسط شرکت ملی نفت ایران.
۹. یمانی، مجتبی و فلاحیان، ناهید (۱۳۹۷). جغرافیا (۳) کاربردی. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی، چاپ اول.