نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دوم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹٤

صفحات ٦١-٥١

تحلیل فضایی مخاطرات ژئومورفولوژیکی توسعه‌ی شهر در حریم رودخانه‌ی خشک کلان‌شهر شیراز

میثم جمالی[1]، دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران

ابراهیم مقیمی، استاد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران

زین العابدین جعفرپور، استادیار اقلیم شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران

پرویز کردوانی‌استاد جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران

دریافت مقاله: ۹۴/۰۱/۳۰ پذیرش نهایی: ۹۴/۰۶/۲۰

چکیده

توسعه‌ی شهرنشینی و گسترش مناطق اسکان جمعیت در حریم رودها مستلزم مطالعات دقیق درباره‌ی شرایط سیل‌گیری محدوده‌ی مورد نظر برای توسعه است. بیشتر خسارات وارده‌شده به شهرها ناشی از وقوع سیل به دلایلی نظیر تخطی در بستر و حریم رودخانه‌ها، پایین بودن ظرفیت پل‌ها و معابر حرکت آب، ناپایداری سیل‌بندها، ساخت و ساز در مسیر سیل‌ها و کاهش پوشش گیاهی اراضی مشرف به شهرهاست. بر اثر این اقدام‌ها هر ساله صدمات جبران‌ناپذیر مالی و انسانی به مناطق گوناگون کشور وارد می‌آید. در این پژوهش کلان‌شهر شیراز از لحاظ مخاطرات ناشی از فرایندهای ژئومورفیک رودخانه‌ای بررسی شده است. مطالعه‌ی این مخاطرات در دو قسمت صورت گرفت. در یک قسمت مخاطرات ناشی از فرسایش رودخانه و آبراهه‌ها (تخریب، حمل و رسوب‌گذاری) و مخاطرات ناشی از طغیان آب و سیلاب مطالعه شد و در قسمت دیگر تحلیل و بررسی نقش عوامل انسانی تشدیدکننده‌ی مخاطرات رودخانه‌ای انجام گرفت. روش تحقیق در این پژوهش کتاب‌خانه‌ای ـ میدانی است. نخست از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای برای بررسی حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی خشک و پهنه‌های سیل‌خیز استفاده گردید. سپس، بازدیدهای میدانی و برداشت نقاط زمینی با استفاده از **GPS**، تفسیر عکس هوایی و کاربرد **GIS** نقشه‌ی مناطق در معرض خطر حاشیه‌ی رودخانه و فاصله از رودخانه ترسیم شد. در نهایت مشخص شد که از یک طرف بخش شرقی کلان‌شهر شیراز به دلیل قرارگیری بر روی دشت سیلابی از طرف آبراهه‌ها و رودخانه‌ی خشک و از طرف دیگر با تعرض به حریم رودخانه، ابعاد و ارتفاع نامناسب پل‌ها، احداث کنارگذرها و... در معرض مخاطرات محیطی ناشی از فرآیندهای رودخانه‌ای وعوامل انسان‌ساخت قرار دارد.

واژگان کلیدی؛ تحلیل فضایی، مخاطرات ژئومورفولوژیک، توسعه، شهر، شیراز.

[1]- نویسنده مسئول: Email: jamali_mir۹۳@yahoo.com

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51]

مقدمه

مخاطره‌شناسی نوعی کارآفرینی به شمار می‌آید. کارآفرینی اکولوژیک برای زندگی بهتر است. کارآفرینی اکولوژیک نوآوری‌های زیست‌محیطی و فرصت‌ها را شناسایی و با موفقیت‌های نوآورانه اجرا می‌کند، به نحوی که به نتایج بهتر و خدمات بیشتر منجر می‌شود (مقیمی،۱۳۹۳: ۹). مرکز کاهش بحران سازمان ملل واژه‌ی خطر یا مخاطره را این‌گونه تعریف می‌کند: «خطر عبارت است از پدیده‌ای، ماده‌ای یا فعالیتی خطرناک که ممکن است به انسان و مایملک او صدمه بزند و ناهنجاری‌های اجتماعی یا اقتصادی ایجاد کند یا سبب تخریب محیط شود (UN ISDR, ۲۰۰۹). مطالعات مخاطرات (Hazards study) به بررسی موضوع می‌پردازدکه چگونه مردم سالم بمانند، دچار خسارت مالی یا جانی نشوند، چگونه در برابر محیط واکنش نشان دهند و چگونه محیط سالم بماند. مخاطرات محیطی، تنوع وسیعی از انواع مخاطرات است که رویدادهای طبیعی، حوادث تکنولوژیک (ساخته دست انسان) و وقایع اجتماعی (رفتارهای انسانی) را دربر می‌گیرد. اما در عمل تفکیک مخاطرات محیطی کار بسیار پیچیده‌ای است، زیرا مخاطرات محیطی مؤلفه‌های طبیعی و انسانی را به صورت توأم در خود دارند (حسین‌زاده واسماعیلی، ۱۳۸۳: ۵۷). بیشتر مخاطرات محیطی تهدیدکننده‌ی سده‌ی بیست‌ویکم نیز مخاطرات ناشی از دخالت نامطلوب انسان است. انسان قرن بیست‌ویکم با مخاطرات زیادی مواجه است. خطر و مخاطره جزو زندگی همه‌ی انسان‌ها شده است (علیجانی، ۱۳۹۳). برای مثال، مخاطرات ناشی از سیلاب می‌تواند نتیجه‌ی مؤلفه‌های طبیعی مانند تغییرات عناصر اقلیمی و افزایش فراوانی طوفان و نیز مؤلفه‌های انسانی به ویژه زهکشی زمین یا تخریب و نابودی پوشش گیاهی باشد (صفاری و همکاران، ۱۳۹۳). در کل، هر اقدامی برای کاهش خطر کم‌هزینه‌تر از اقداماتی است که برای بهبود وضعیت بعد از خطر صورت می‌گیرد. این بینش هم‌اکنون در کشورهای توسعه‌یافته به کار گرفته می‌شود، چرا که پیش‌بینی و پیشگیری نتایج مطلوب‌تری دارد.

عمده‌ترین مخاطرات محیطی زلزله، سیل، زمین‌لرزه، فرونشینی و... است که جغرافیای ویژه‌ای برای این آسیب‌پذیری وجود دارد. برخی شهرها به دلیل موقعیت مکانی‌شان از سایر شهرها در برابر مخاطرات بیشتر صدمه می‌بینند. رشد ضعیف از نظر برنامه‌ریزی، تراکم جمعیت، زیرساخت‌های ضعیف، جنگل‌زدایی و حمایت‌های پزشکی ضعیف از جمله عواملی هستندکه موجب افزایش احتمال تبدیل مخاطرات به مصیبت می‌شوند (مقیمی، ۱۳۹۴: ۲۳۰). از آن‌جایی که پیدایی اولین شهرها برای دسترسی به منابع آب بوده است، شهرها غالباً در مسیر یک یا چند رود قرار گرفته‌اند. در این شهرها مساکن و تأسیسات بر روی بستر سنگی و آبرفتی رود بنا شده‌اند. با توسعه‌ی فیزیکی شهر، بستر رودها و مسیل‌های حاشیه‌ی شهر مورد تعرض بیشتر قرار گرفته که این خود موجب می‌گردد با طغیان رودخانه و تغییر شکل بستر مراکز مسکونی و صنعتی در معرض مخاطره‌ی سیل قرار گیرند (معتمدی نیا و همکاران، ۱۳۸۹). در این زمینه، ژئومورفولوژی رودخانه‌ای در پی مطالعه‌ی لندفرم ها و فرآیندهای رودخانه‌ای و پیش‌بینی تغییرات حاصل با استفاده از مدل‌ها و مطالعات میدانی و آزمایشگاهی است. همچنین، با کمک مهندسی رودخانه‌ای روش‌های تجزیه و تحلیلی جدید و ابزارها و تکنیک‌ها در حال رشد وگسترش است. این امر در نهایت منجر به کسب توانایی‌های جدید در زمینه‌ی مدیریت رودخانه، اصلاح و تجدید چشم‌انداز، مطالعه‌ی مخاطرات و ژئومورفولوژی دیرینه‌ی رودخانه‌ای می‌شود (خورشید دوست و همکاران، ۱۳۹۰). شاید بتوان اذعان کرد که هیچ عامل ژئومورفولوژیکی به اندازه‌ی آب‌های سطحی سطح زمین را حتی در نواحی خشک تغییر شکل نمی‌دهد. اصولاً رودخانه ممکن است از لحاظ شرایط دینامیکی خود خطرهای فراوانی را به بار آورند. آن‌ها با حفر، حمل و رسوب‌گذاری مواد سبب تغییرات زیادی در اراضی شهر می‌گردند و در مواقع طغیانی بر کرانه‌ها هجوم می‌برند و بر اثر سرریز آب به داخل شهرها نفوذ می‌کنند که باعث مختل شدن

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51]

فعالیت‌های روزمره‌ی مردم و وقوع خسارت به شهرها می‌شوند. در ابتدای قرن بیستم، تقریباً ۲ درصد از کل انسان‌ها فقط در ۱۴ کلان‌شهر زندگی می‌کردند. امروزه این نسبت نزدیک به ۲۰ درصد است و احتمالاً تا سال ۲۰۲۰ این مقدار به ۳۰ درصد می‌رسد. روند توسعه‌ی شهرنشینی و گسترش شهرهای بزرگ درجه‌ی آسیب‌پذیری جوامع شهری را نسبت به مخاطرات محیطی حاصل از توسعه‌ی کلان‌شهرها بر روی مناطق پرخطرافزایش داده است (سپهر و کاویان‌آهنگر، ۱۳۹۳). استقرار شهرها و مناطق مسکونی بر روی لندفرم‌ها، چشم‌اندازهای جدیدی ایجاد کرده است.

امروزه، ژئومورفولوژی رودخانه‌ای به عرصه‌ی جدیدی وارد شده است و از آن برای تغییرات محیطی به منظور مدیریت مجراهای رودخانه‌ای استفاده می‌شود (Gergory et al, ۲۰۰۷) . در این میان، لندفرم‌ها و فرایندهای رودخانه‌ای و پیش‌بینی تغییرات حاصله با استفاده از مدل‌ها و مطالعات میدانی و آزمایشگاهی در این زمینه رایج شده است. بر این اساس، در گذشته و اکنون مطالعات زیادی در خصوص ژئومورفولوژی رودخانه‌ای و جنبه‌های گوناگون آن صورت گرفته است. از جمله می‌توان پژوهش‌هایی را در خارج و داخل کشور ذکر کرد که محققانی چون (Gergory,۲۰۰۶)، (Tourendy karft et al,۲۰۰۷)، (Udin et al,۲۰۱۱)، (Artega et al,۲۰۱۴)، (Saynas et al,۲۰۱۲)، (Aher et al,۲۰۱۲)، اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۲)، شایان و همکاران (۱۳۹۱)، جعفر بیگلو و همکاران (۱۳۹۱)، رضایی مقدم و همکاران (۱۳۹۱) و رضایی و همکاران (۱۳۹۳) اشاره کرد. بسیاری از کلان‌شهرهای ایران در سال‌های اخیر با رشد مهاجرت از روستا به شهرها، شاهد رشد غیر اصولی شهرشده‌اند. کلان‌شهر شیراز ششمین کلان‌شهر ایران از نظر جمعیت از این قائده مستثنا نیست. شیراز در مقام سومین شهر مذهبی کشور، در جایگاه پایتخت فرهنگی ایران‌زمین و همجوار با کشورهای حوزه‌ی خلیج فارس، با رفاه و دسترسی به امکانات شهری و وجود مراکز علمی و دانشگاهی دارای نشاط زندگی فراوانی است. شیراز باجمعیتی بالغ بر ۱۵۴۷۱۲۹ نفر از اوایل دهه‌ی ۶۰ خورشیدی شاهد رشد غیر اصولی مهاجرین جنگ تحمیلی، روستائیان، شهرستان‌ها و سایر استان‌های همجوار بود (آمار و اطلاعات شهرداری شیراز، ۱۳۹۴: ۱۲). توسعه‌ی سکونتگاه‌های شهری بر روی مخروط‌افکنه‌ها، دامنه‌ها، دره‌ها، حریم رودها، مسیل‌ها و ساخت و ساز بر روی نواحی گسلی و مناطق با بالا بودن سطح آب زیرزمینی، تغییرات شدید کاربری اراضی و نابودی فضای سبز در کنار افزایش آلودگی منابع آبی و آلایندهای هوا در نتیجه‌ی اشتیاق به زندگی در این کلان‌شهر، دامنه‌ای از مخاطرات محیطی را به ویژه در نواحی پرخطر شهری برای ساکنین این کلان‌شهر فراهم خواهد کرد (سپهر و کاویان‌آهنگر،۱۳۹۳). در این پژوهش کلان‌شهر شیراز واقع در نیمه‌ی جنوبی کشور و مرکز سیاسی اداری استان فارس و درحوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو به عنوان منطقه‌ی مطالعه در زمینه‌ی مخاطرات رودخانه‌ای تعیین شده است. از آن‌جا که عوامل مختلف طبیعی و انسانی در بروز مخاطرات رودخانه‌ای نقش دارند، با توجه به نحوه، نوع و مکان استقرار شهر نسبت به رودخانه‌ی خشک و آبراهه‌ها و قرارگیری قسمت‌هایی از شهر بر روی مخروط‌افکنه، گسترش شهر بر روی دشت سیلابی از یک طرف و عوامل انسانی چون ساخت سازهای بی‌رویه در حاشیه‌ی بستر رودخانه، عدم رعایت اصول صحیح طراحی سازه‌ها و سایر تأسیسات بر روی رودخانه از طرف دیگر، این شهر را بالقوه در معرض تهدید عوامل مخاطره‌آمیز قرار داده است. این مقاله اهداف زیر را دنبال می‌کند:

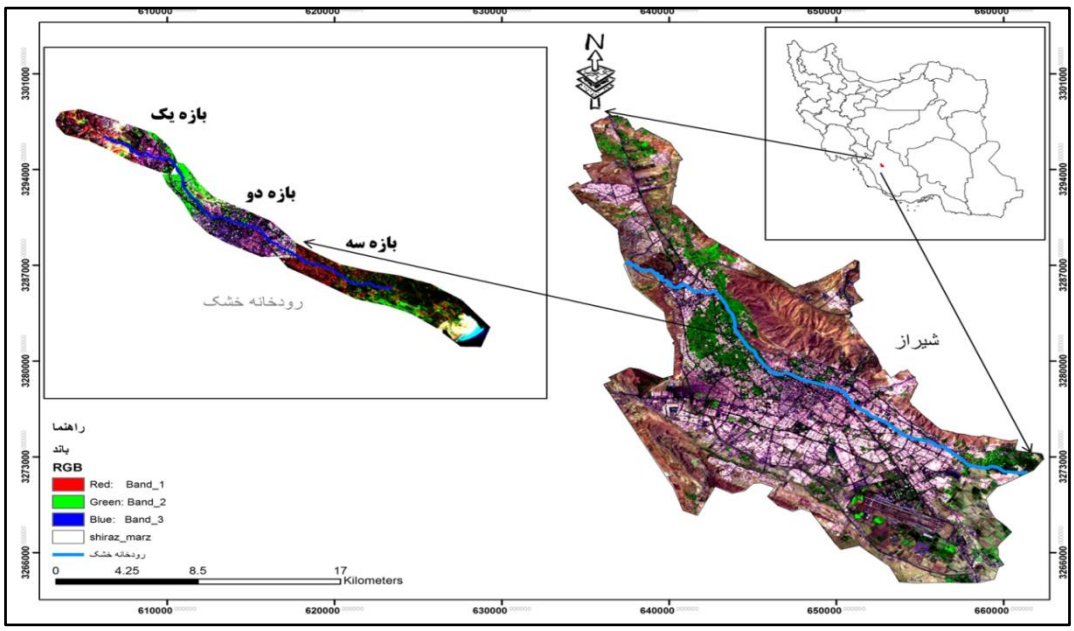
- بررسی و تحلیل نقش فرآیندهای رودخانه‌ای و سیلاب در ایجاد مخاطرات محیطی کلان‌شهر شیراز،
- بررسی و تحلیل نقش عوامل انسانی تشدیدکننده‌ی مخاطرات رودخانه‌ای و سیلاب در شهر.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51]

داده‌ها و روش کار

معرفی محدوده‌ی مطالعه: شیراز یکی از کلان‌شهرهای ایران، مرکز استان فارس و در جنوب غربی ایران واقع است. این شهر در ارتفاع ۱۵۵۰ متری از سطح دریا و در منطقه‌ی کوهستانی زاگرس قرار گرفته و دارای آب‌وهوای معتدلی است. شهر شیراز با ۳۴۸ کیلومتر مربع وسعت و ۱۵۴۷۱۲۹ نفر جمعیت سومین شهر بزرگ ایران از نظر وسعت پس از تهران و مشهد و ششمین شهر از نظر جمعیت پس از شهرهای تهران، مشهد، اصفهان، تبریز و کرج است (زحمتکش و همکاران، ۱۳۹۴). موقعیت جغرافیایی شهر شیراز در ´۲۹ °۵۲ تا ´۳۶ °۵۲ طول شرقی و´۳۳ °۲۹ تا ´۴۱ °۲۹ عرض شمالی واقع شده است. پهنه‌ی استقرار شهر شیراز بر روی جلگه‌ای با شیب ملایم (۵ درصد) از غرب به شرق کشیده شده است که از طرف شمال به کوه‌های باباکوهی، کفترک و بمو و از طرف جنوب به کوه‌های سبزپوشان و از سمت غرب کوه دراک و از شرق به دریاچه‌ی مهارلو محدود می‌شود. حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی خشک با وسعت ۹۵۵ کیلومتر مربع در شمال غرب شیراز و یکی از زیرحوضه‌های دریاچه‌ی مهارلو است. این رود از ارتفاعات باجگاه، قلات و کلستان سرچشمه می‌گیرد و در جهت شمال غرب و جنوب شرق جریان می‌یابد. پس از طی مسافتی کوتاه در ابتدا مسیل‌های کلستان و دوکوهک و گویم را از سمت راست و مازاد چشمه‌سار قصر قمشه را از سمت چپ می‌گیرد (جمالی و همکاران، ۱۳۹۳). طول این رودخانه از مرتفع‌ترین نقطه (۲۲۴۰ متر) تا دریاچه‌ی مهارلو (ارتفاع ۱۴۶۵ متر) حدود ۵۶/۵ کیلومتر و متوسط شیب آن ۳/۶۹ درصد است. اختلاف ارتفاع از نقطه‌ی شروع تا پایان ۷۶۴ متر است. رودخانه‌ی خشک دارای رژیم فصلی و سیلابی است، پس از عبور از میانه شهر و گرفتن سیلاب‌های تنگ قرآن، منطقه‌ی سعدی و زهاب کوی آزادگان و مازاد آب چشمه‌های برم دلک به دریاچه‌ی مهارلو می‌ریزد (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت محدوده‌ی مطالعه در کلان‌شهر شیراز.

روش تحقیق: ابتدا قدیمی‌ترین عکس‌های هوایی منطقه به مقیاس‌های ۱:۵۵۰۰۰ سال ۱۳۳۴ و ۱:۲۰۰۰۰ سال ۱۳۴۶ مربوط به شهر شیراز تهیه شد. سپس، جدیدترین تصویر ماهواره‌ای منطقه (Landsat۸ سنجنده‌ی OLI) برای

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51]

سال ۱۳۹۴ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر از سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا[۱] دانلود گردید. تصویر ماهواره‌ای اسپات سال ۱۳۸۵ مربوط به شهر شیراز از سازمان زمین‌شناسی استان فارس تهیه شد و داده‌های مربوط به کاربری اراضی اطراف رودخانه‌ی خشک جمع آوری گردید. آن‌گاه، عکس‌های هوایی با استفاده از نقاط پدیده‌های ثابت (پل، راه‌ها، مناطق مسکونی و...) در نقشه‌ی توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه، زمین مرجع[۲] گردید و دیتوم WGS۱۹۸۴ و سیستم مختصات UTM زون ۳۹ برای آن تعریف شد. در ادامه، تصاویر Landsat وارد نرم‌افزار ENVI شد. همچنین، تصویر رنگی کاذب[۳] (۷۴۲) از منطقه تهیه گردید و محدوده‌ی منطقه‌ی مطالعه از تصویر برش داده شد[۴]. سپس، فیلتر مناسب برای بهتر مشخص شدن مسیر رودخانه بر روی تصویر حاصل شد. علاوه بر این، از نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ شیراز (۴،۳،۲،۱ و کفترک) و نیز بازدیدهای میدانی و برداشت داده‌های مکانی با GPS[۵] برای استخراج نوع سازندها، ساختارهای زمین‌شناسی و گسل‌ها و از نرم‌افزار ArcGIS برای پردازش داده‌ها و تهیه‌ی نقشه‌ها استفاده شد.

تعیین بازه‌ها: ابتدا با توجه به مشاهده‌ی میدانی و استفاده از تصاویر Google Earth و ماهواره لندست از حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی خشک و دیگری بر اساس ساختار ژئومورفولوژیکی منطقه و همچنین بر اساس کاربری تقسیم‌بندی ارزش‌های اقتصادی و دارایی‌هایی که در پیرامون رودخانه قرار دارد، محدوده‌ی مطالعه به سه بازه‌ی مکانی تقسیم گردید. بازه‌ی اول (تیپ پایکوه) از محل احداث سد تنگ سرخ تا پل معالی‌آباد به طول ۸ کیلومتر، بازه‌ی دوم (تیپ دشت) از پل معالی‌آباد تا پل فضلیت به طول ۱۵ کیلومتر، بازه‌ی سوم (تیپ پلایا و دریاچه) از پل فضلیت تا خروج رودخانه از کلان‌شهر شیراز به طول ۱۰ کیلومتر تقسیم گردید.

نیم‌رخ طولی: پروفیل طولی رودخانه‌ها در واقع نمایش طولی یک رودخانه با ارتفاع است. با رسم پرفیل طولی رودخانه‌ها می‌توان ارتفاع و به همراه آن شیب رودخانه‌ها در هر نقطه از مسیر آن مشخص کرد (دستورالعمل مطالعات فیزیوگرافی در حوضه‌های آبخیز، ۱۳۷۵: ۱۴). برای تهیه‌ی نیم‌رخ طولی رودخانه از مدل رقومی ارتفاع DEM[۶] ۱۰ متری استخراج‌شده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰محدوده‌ی مطالعه استفاده شد. سپس، در نرم‌افزار Global Mapper v۱۷.۰ پروفیل طولی روخانه ترسیم گردید.

محاسبه‌ی سیلاب: نخست، برای تعیین نقش سیلاب در ایجاد مخاطرات کلان‌شهر شیراز داده‌های مربوط به دبی سیلاب از سازمان آب منطقه‌ای فارس تهیه گردید. برای اطمینان از داده‌ها و دبی حداکثر سیلاب استفاده از روابط تجربی متعددی با توجه به سطح حوضه استفاده شد. با در نظر گرفتن عوامل اقلیمی، معمولاً این روابط دارای ضریب منطقه‌ای هستند که از ضریب حوضه در فرمول دیکن[۷] برای برآورد دبی حداکثر سیلاب استفاده می‌شود.

$$Q = ۱/۶*T*A^{۰/۷۵}$$ (دستورانی و حیات‌زاده، ۱۳۸۹)

Q- دبی حداکثر سیلاب (مترمکعب بر ثانیه)

A- مساحت حوضه (کیلومتر مربع)

T- دوره‌ی بازگشت (سال)

---

۱ - Www.glovis.usgs.gov
۲- Geo reference
۳ - False color
٤ - Spatial subset
۵-Global Position System
٦-Digtal Elvation Models
۷ -Dicken

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51]

تهیه‌ی نقشه‌ی خطر مسیر رودخانه و فاصله از رودخانه[۱]: نقشه‌ی حریم رودخانه و تقسیم‌بندی نقشه‌های مسیر پر خطر رودخانه بر اساس ارزش‌های اقتصادی و دارایی‌هایی که در پیرامون رودخانه قرار دارد و از طریق عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، بازدیدهای میدانی و استفاده از GPS به صورت نقشه درآمد. از آن‌جا که تأکید بر فرآیندهای رودخانه‌ای رود خشک بود، از این رو نقشه‌ی توپوگرافی شیراز با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ شهری رقومی‌شده با لایه‌ی رودخانه در محیط ArcGIS و قسمت‌های پرخطر رودخانه برای اراضی اطراف تهیه شد. بر اساس اشکال ناشی از ژئومورفولوژی رودخانه‌ی خشک (فرسایش کناری) و فعالیت‌های انسانی در حریم رودخانه (پل، کنار گذرها، مترو، بند انحرافی و کانالیزه کردن قسمتی از مسیر رودخانه) سه بازه با خطر کم، متوسط و زیاد ایجاد گردید. بدین جهت، نقشه‌ی بلوک‌های ساختمانی کلان‌شهر شیراز در محیط ArcGIS (تهیه‌شده از شهرداری شیراز)، نقشه‌ی فاصله از رودخانه با فواصل ۵۰، ۱۰۰،۱۵۰ متر تهیه و با لایه‌ی کاربری اراضی اطراف رودخانه ترکیب شد تا درصد اراضی قرار گرفته در هر فاصله و میزان خسارت وارده به این اراضی در صورت وقوع مخاطرات رودخانه‌ای مشخص گردد.

شرح و تفسیر نتایج

مخاطرات مربوط به ژئومورفولوژی رودخانه‌ای در دو بخش قابل بررسی است: الف) مخاطرات ناشی از اعمال رودخانه‌ای (تخریب، حمل و رسوب‌گذاری) و ب) طغیان رودخانه‌ای و سیلاب. چون کلان‌شهر شیراز در حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی خشک قرار گرفته، همه‌ی مطالعات در قالب حوضه صورت گرفت (جدول ۱). جنبه‌ی دیگری از فرایندهای رودخانه‌ای که زمینه‌ساز ایجاد مخاطرات در منطقه است، طغیان رودخانه‌ای و سیلاب است. طبق تعریف، سیلاب عبارت است از بالا آمدن نسبتاً زیاد آب در یک رودخانه یا مسیل (غیور، ۱۳۷۵). عوامل مختلفی از جمله پوشش گیاهی، نوع کاربری اراضی به همراه شرایط آب‌وهوایی و موقعیت جغرافیایی حوضه‌های آبریز در وقوع سیلاب‌های کوچک و بزرگ و مخرب سهم فراوانی دارند.

جدول ۱: برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره‌های برگشت متفاوت.

دوره‌ی بازگشت (سال)	۲	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰
دبی حداکثر سیلاب m۳/s	۲۴/۵	۹۴/۷	۱۶۲/۹	۲۳۲/۷	۳۲۱/۶	۶۲۲/۳	۸۰۳/۱

بیشترین سیلاب حداکثر دبی لحظه‌ای محاسبه‌شده در رودخانه‌ی خشک ایستگاه پل باغ صفا در طول دوره‌ی آماری، ۳۱۰ مترمکعب در ثانیه در آذرماه ۱۳۶۵ است. میانگین حجم دبی سالانه ۷۹/۶ مترمکعب بر ثانیه است (عیسایی، ۱۳۸۷، ۸۱). تغییرات انسان‌ساز در این عرصه نظیرساختار طبیعی رودخانه‌ها و احداث ابنیه و سایر موانع غیر طبیعی در مسیر آن‌ها موجب طغیان آبراهه‌ها و افزایش هر چه بیشتر حجم جریان رودخانه شده است. پیش‌بینی تمهیداتی نظیر حفظ حریم رودخانه‌ها، فاصله‌ی تأسیسات شهری و پایداری سازه‌ها و ایجاد استحکامات کنترل سیل در کاهش حجم خسارات ناشی از وقوع سیل نقش فراوانی دارند. در این زمینه، شناخت رفتار رودخانه‌های محدوده‌ی مطالعاتی که پتانسیل ایجاد سیل را دارند در کاهش سیل و جلوگیری از خسارات جانی و مالی ناشی از آن بسیار حائز اهمیت است (مهندسین مشاور همکار توسعه‌ی بوم سازگان پایدار، ۱۳۸۸: ۳). شهر شیراز به دلیل عبور شاخه‌ی اصلی رودخانه‌ی خشک و وجود دریاچه‌ی مهارلو درجنوب آن که محل جمع شدن آب‌های سطحی و سیلاب‌هاست از این

۱. buffering

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51]

خطر بی بهره نیست. گسترش بی‌رویه شهر به خصوص در محور شمال غرب (شهرک‌های گلستان، شهید بهشتی و...)، تغییر کاربری اراضی حوضه‌ی شهری، عدم اصلاح مسیر آبراهه‌ها، پل‌ها، کنارگذرها و از بین رفتن پهنه‌های طبیعی جذب روان آب‌ها و نزولات جوی و کاهش پوشش گیاهی منطقه سبب شده است که در بارندگی‌هایِ میزان بالا (بیشتر از ۷۰ میلی‌متر در ۲۴ ساعت) و متناوب آب نتواند درخاک نفوذ کند و در نهایت به دلیل نبود زهکش و سیستم دفع مناسب در مسیر جاری گردد. آخرین سیل‌ها در شیراز مربوط به سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۸۰ است که در دی سال ۱۳۸۰ به دلیل بارندگی شدید آب از مسیر رودخانه‌ی خشک «که خود یک مسیل دفع سیلاب از بالادست شهر شیراز به طرف دریاچه مهارلو است» خارج شد و در معابر وخیابان‌ها جاری گردید و به منازل و مکان‌های تجاری حواشی رودخانه خسارت عمده وارد ساخت (مهندسان مشاور شهر و خانه، ۱۳۸۹، ۳۶) (جدول ۲).

جدول ۲: مقایسه‌ی سیل دی ۱۳۸۰ نسبت به آذر ۱۳۶۵ رودخانه‌ی خشک شیراز (منبع: مدیریت آبخیزداری استان فارس)

سال	دبی حداکثر لحظه‌ای m۳/s	حداکثر بارش ۲۴ ساعته (mm)	مدت زمان بارش (روز)	مقدار بارش (mm)
۱۳۶۵	۳۴۰	۱۴۲	۸	۲۶۸
۱۳۸۰	۳۷۰	۷۷/۵	۶	۱۲۸/۵

بنابر مطالعات انجام شده، حداکثر دبی مشاهده‌شده در رودخانه‌ی خشک شیراز بین ۷۵ مترمکعب بر ثانیه در سال ۱۳۷۱ و ۹۴/۶ مترمکعب بر ثانیه در سال ۱۳۴۶ بوده است (مهندسان مشاور شهر و خانه، ۱۳۸۹، ۳۶). پل‌های موجود بر روی رودخانه در شهر شیراز از جمله نقاط بحران‌زای بیرون‌زدگی آب از مسیل هستند (شکل ۲).



شکل ۲: ابعاد و ارتفاع نامناسب پل ها و احداث کنار گذر در بستر رودخانه برای حمل و نقل عمومی .

در سال ۱۳۸۰ این موضوع به اثبات رسید. بر پایه مطالعات مذکور میزان حداکثر بارش ۲۴ ساعته در شهر شیراز در دوره‌های برگشت ۵۰ و ۱۰۰ ساله می‌تواند به ترتیب به ۹۲ و ۱۰۳ میلی‌متر برسد (مهندسان مشاور شهر و خانه، ۱۳۸۹: ۳۶). آنالیز دبی‌های حداکثر لحظه‌ای رودخانه‌ی خشک در ایستگاه پل باغ صفا میزان دبی‌های حداکثر دوره‌های بازگشت ۵۰ و ۱۰۰ ساله به ترتیب معادل ۱۱۵ مترمکعب بر ثانیه و ۱۳۱/۴ برآورد شده است که می‌تواند سبب سرریز شدن آب در معابر اطراف گردد (جدول ۳)

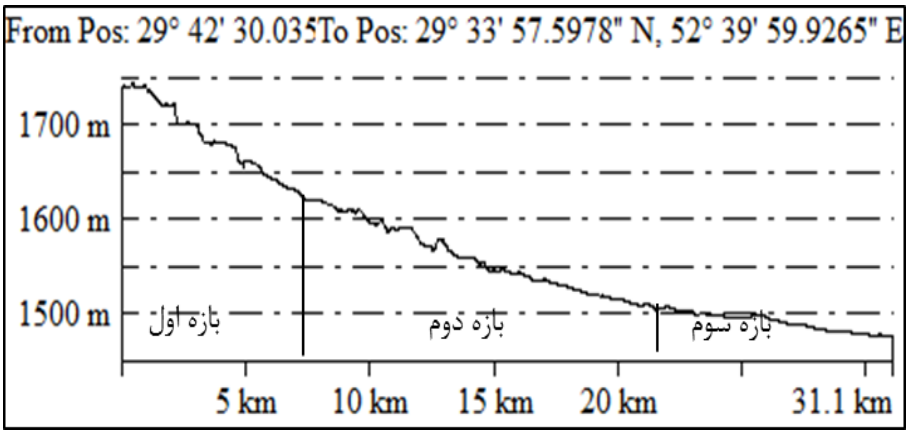
جدول ۳: برآورد مقدار بارش ۲۴ ساعته با دوره‌های برگشت متفاوت در ایستگاه شیراز (منبع: طرح جامع شیراز)

دوره‌ی بازگشت به سال	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰
بارش به میلی‌متر	۳۹/۶	۵۶/۴۷	۶۷/۶۵	۷۸/۳۹	۹۲/۲۶	۱۰۲/۷	۱۱۳/۱۴	۱۲۶/۵۶

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51]

نیم‌رخ طولی رودخانه: از آن‌جا که قدرت تخریبی رودخانه‌ها بستگی به سرعت جریان آب و سرعت جریان آب نیز به شیب رودخانه بستگی دارد. با داشتن شیب نقاط مختلف رودخانه‌ها می‌توان تصویر روشنی از قدرت تخریبی رودخانه‌ها در نقاط گوناگون مسیر آن به دست آورد. از این رو، در مطالعات مربوط به خصوصیات فیزیکی حوضه‌های آبخیز رسم پروفیل طولی رودخانه‌ها و سرشاخه‌های آن‌ها می‌تواند به برآورد سرعت آب و قدرت تخریبی آن یا برعکس مناطق رسوب‌گذاری کمک کند که در واقع معرف ارتفاع رودخانه در نقاط گوناگون مسیر آن به طور غیر مستقیم نشان دهنده‌ی شیب مسیر رودخانه است. از طرفی، غیریکنواخت بودن پروفیل‌های طولی رودخانه دلیل بر عدم تعادل رودخانه است که نشان‌دهنده‌ی تغییرات در حوزه‌های بالادست آن رودخانه است (گوهری و همکاران، ۱۳۹۳). از این رو، روند تحول و تغییرات ایجادشده در نیم‌رخ طولی رودخانه‌ی خشک و شاخه‌های آن به منظور بررسی میزان پایداری و ناپایداری از نظر فرسایش رودخانه‌ای مهم است (شکل ۳).



شکل ۳. نیم‌رخ طولی محدوده‌ی مطالعه رودخانه‌ی خشک.

بررسی نیم‌رخ طولی رودخانه نشان می‌دهدکه در ابتدای ورود رود به دشت، به علت شیب زیاد، آب با سرعت بیشتری جریان می‌یابد و بر روی مخروط‌افکنه دراک روان می‌شود. از نشانه‌های آن وجود ماسه‌ی درشت و قلوه سنگ‌های زاویه‌دار است که بار جامد آب را افزایش می‌دهد. در این قسمت فرسایش کناره‌ها بر فرسایش بستر غلبه دارد. در این بازه، نیم‌رخ طولی (شکل ۳) روند منظمی را طی می‌کند و دارای قسمت‌های مقعر و محدب می‌شود که نشان‌دهنده‌ی فرسایش در قسمت‌های محدب وزرسوب‌گذاری در قسمت مقعر است و تعادل بین فرایندهای نهشته‌گذاری و کندوکاو برقرار است. شکل بالا نشان می‌دهد که ارتفاع و شیب رودخانه از قسمت شمال غرب به سمت دریاچه‌ی مهارلو کاهش می‌یابد. همچنین، در دوره‌ی زمانی، تغییرات فاحشی در ارتفاع و شیب مسیر رودخانه دیده نمی‌شود. این پروفیل نشان می‌دهد متوسط شیب رودخانه ۲/۴۰ درصد است. بین سراب (تنگ سرخ) و پایاب (خروج از شهر) رودخانه حدود ۲۶۴ متر اختلاف ارتفاع وجود دارد.

۲- بررسی و تحلیل نقش عوامل انسانی تشدیدکننده‌ی مخاطرات رودخانه‌ای و سیلاب در شهر.

بازه‌ی ۱: از نظر خصوصیات فیزیکی بیشتر از بازه‌های دیگر مستعد مخاطرات رودخانه‌ای و سیلاب است، اما فقط خصوصیات فیزیکی برای تعیین میزان مخاطرات آبی کافی نیست، زیرا درست است که شمال حوضه‌ی رودخانه می‌تواند خطر بیشتری ایجاد کند ولی به دلیل غلبه‌ی سنگ‌های آهکی سطوح مخروط‌افکنه‌ای بیشتر رواناب نفوذ می‌کند و عملاً خطر چندانی به بار نمی‌آورد. اما جنس زمین و نحوه‌ی قرارگیری شهر نسبت به رودخانه و تجاوز به

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51]

حریم رودخانه‌ی خشک، به خصوص در دهه‌های اخیر، می‌تواند برای مناطق پایین‌دست در مقیاس وسیع به طور بالقوه برای (کلان‌شهر شیراز) مخاطره‌آمیز باشد و کانون توجه قرار گیرد.

در بازه‌ی ۲: علاوه بر باغ‌ها و زمین‌های کشاورزی، مناطق مسکونی و تأسیسات شهری به حریم رودخانه تخطی کرده‌اند، به طوری که بیشترین تخطی صورت‌گرفته به حریم رودخانه در این بازه رخ داده که موجب تنگ شدن معبر آب شده است. در این باره، کل مسیر رودخانه کانالیزه شده و دیواره‌های ساحل‌سازی وسنگ چین شده است که ارتفاع ۳ تا ۳/۵ متر از کف رودخانه و عرضی حدود ۶۰ متر دارد. از زمان ساخت این مجرا تاکنون، این مجرای رودخانه قادر به عبور حجم آب سیلاب‌های بزرگ حوضه‌ی آبریز نیست، به طوری که در مواقع طغیانی زمین‌های حاشیه‌ای این رودخانه و جاده ساخته‌شده روی آن دچار سیل گرفتگی و خسارت جانی ومالی فراوان می‌شود. در این محدوده، شیب عمومی ۰/۹۰ درصد از بالادست به پایین‌دست به تدریج کاهش می‌یابد. به طور کلی آب‌های سطحی ارتفاعات شمالی شهر و شمال غرب از طریق آبراهه‌ها به سمت خط‌القعر دشت سرازیر می‌شوند و در بستر رودخانه‌ی خشک جریان می‌یابند. هر چند مسیر کانال رود سنگ‌چین و ساحل‌سازی شده، دارای مقطع مناسبی نیست و احتمالاً بدون اجرای محاسبات دقیق احداث شده است. ظرفیت مقطع اصلی با توجه به شرایط بستر در حدود ۸۰ تا ۱۰۰ مترمکعب در ثانیه است، اما در مواقع ریزش رگبارهای تند و شدید بالاتر از ۷۰ میلی‌متر روزانه منجر به طغیان رودخانه‌ی خشک می‌شود. همچنین، ارتفاع کوتاه و ابعاد نامناسب دهانه‌ی پل‌ها و مقطع هلالی شکل برخی از آن‌ها سبب می‌شود که قادر به انتقال سریع آب نباشد و منجر به طغیان رودخانه گردد. احداث کناره‌ی گذره‌ها در هر دو ساحل رودخانه به طول ۸ کیلومتر برای تسریع در حمل و نقل عمومی و رفع گره ترافیکی کلان‌شهر و عبور خط مترو سبب شده این مجرا توانایی عبور حجم زیاد آب حوضه‌ی آبریز را در مواقع طغیانی و سیلاب‌های با دوره‌ی بازگشت مختلف نداشته باشد. شکل شماره‌ی ۴ معبر رودخانه‌ی خشک شیراز را نشان می‌دهد.



شکل ۴: ساحل‌سازی، فرسایش کناری و معبرتنگ رودخانه در بازه‌ی ۲، حوالی بلوارچمران.

بازه‌ی ۳: از پل فضلیت به طرف دریاچه‌ی مهارلو به طول تقریبی ۱۰ کیلومتر، رودخانه در حومه‌ی شرقی شهر قرار می‌گیرد. در این محدوده، بخشی از ساحل رودخانه دیوارسازی و سنگ‌چینی شده است. عرض متوسط رودخانه بین ۳۰ تا ۴۰ متر و عمق متوسط آن نسبت به دشت اطراف ۱/۵ تا ۲ متر است. در دو طرف رودخانه دشت مسطحی وجود دارد که زمین‌های کشاورزی و روستاهای پایین‌دست پل سردخانه را تشکیل می‌دهد. در این محدوده شیب رودخانه کمتر شده (۰/۳۹ درصد) و رفتار رودخانه در این محدوده به صورت سیلاب دشت (Flood Plain River) است.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51]

(پورمختار، ۱۳۸۰: ۹۵). ظرفیت مقطع اصلی با توجه به شرایط بستر در حدود ۶۰ تا ۸۰ مترمکعب در ثانیه است. بنابراین، با توجه به سیلاب‌های با دوره‌ی بازگشت ۲ سال به بالا بیش از ظرفیت گذردهی مقطع رودخانه است و مازاد آن در دشت پخش می‌شود (شکل ۵) (مهندسین مشاور پارآب فارس، ۱۳۷۶).

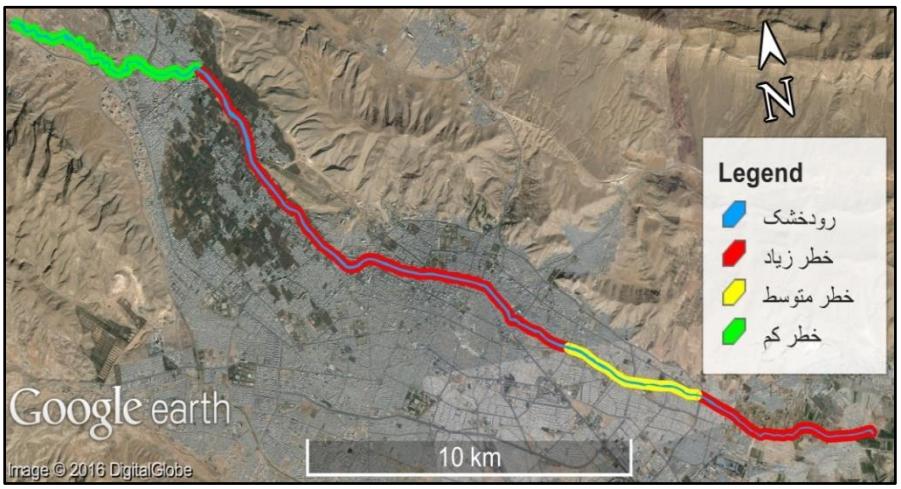


شکل ۵: نمای از رودخانه در پایین‌تر از پل سردخانه.

از طرفی رسوباتی که رودخانه‌ی خشک حمل می‌کند از سه منشأ هستند: رسوبات آبرفتی، رسوبات کوهرفتی (زاویه‌دار و مستعد فرسایش) و قسمتی از مصالح ساختمانی در قسمتی که به محدوده‌ی شهر وارد می‌شود که بار بستر را افزایش می‌دهد و بر تغییر مورفولوژی آن مؤثر واقع و سبب افزایش قدرت تخریبی آن در مواقع سیلابی می‌شود. علاوه بر موقعیت طبیعی رودخانه، نقش مردم یا نهادها در تغییر مجرای رودخانه مهم است، به طوری که فعالیت‌های مهندسی مثل کانال‌سازی، سدسازی، انحراف و ایجاد نهرها آثار غیر مستقیم در تغییر مجاری رودخانه‌ای از طریق کاربری اراضی مانند باغ‌ها، کشاورزی، خانه‌سازی و شهرنشینی دارد (خورشید دوست و همکاران، ۱۳۹۰). برای تجزیه و تحلیل قسمتی از مسیر رودخانه که نزدیک شهر است و اثر مستقیم و نقش مهم‌تری در مخاطرات شهر دارد، تصویر ماهواره‌ای موقعیت رودخانه‌ی خشک نسبت به شهر و تفکیک رودخانه بر اساس میزان ایجاد مخاطره صورت گرفت. در این تقسیم‌بندی بر اساس ارزش اقتصادی و دارایی‌ها و کاربری متفاوت که در پیرامون رودخانه قراردارد نقشه‌ی خطر برای اراضی اطراف رودخانه تعیین گردید. سه قسمت با خطر زیاد (محدوده‌ی پل معالی‌آباد تا پل فضلیت به دلیل مجرای تنگ رودخانه وکوچک بودن دهانه‌ی پل‌ها و پل سردخانه تا دریاچه‌ی مهارلو به دلیل کم عمق بودن رودخانه و کاهش عرض رودخانه)، کم (تنگ‌سرخ تا پل معالی‌آباد) و متوسط از پل فضلیت تا پل سردخانه در بازه‌ی سه بررسی شد (شکل ۶) و (جدول ۴). بنابراین، نقشه‌ی ژئومورفولوژی منطقه و بررسی‌های میدانی و نقشه‌ی خطر رودخانه‌ای بیانگر این است که رودخانه‌ی خشک کلاً بر روی یک پهنه‌ی شکستگی گسلی واقع شده است. پیچ وخم‌ها در مسیر رودخانه ناشی از حرکت گسل‌هاست.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51]



شکل ۶: نقشه‌ی مخاطرات در طول رودخانه‌ی خشک.

در کل مسئله‌ی سیلاب رودخانه‌ی خشک با دوره‌های بازگشت ۵۰ سال به بالا برای شهر شیراز بسیار تهدیدآمیز و نگران‌کننده است و هرگونه سرمایه‌گذاری و توسعه‌ی شهری بدون مهار سیلاب این رودخانه آسیب‌پذیر است. برای مثال، سیل سال ۶۵، که یک سیل با دوره‌ی بازگشت ۱۰۰ ساله است، بیشترین خسارت‌ها را از بالای شهر تا پایین آن برجای گذاشت. در همین سال، سیلاب از مقاطع تنگ حوالی بلوار چمران بیرون زد و سیلاب تا میدان دانشجو از بلوار گذشت و پمپ‌بنزین فعلی را کاملاً احاطه کرد. در پایین‌دست این رودخانه، حوالی جاده‌ی کفترک، سیلاب این جاده را فرا گرفت به طوری که تنها با قایق و نفربر امکان تردد گروه نجات فراهم گشت و همه‌ی روستاهای پایین‌دست این جاده به زیر سیلاب فرو رفتند.

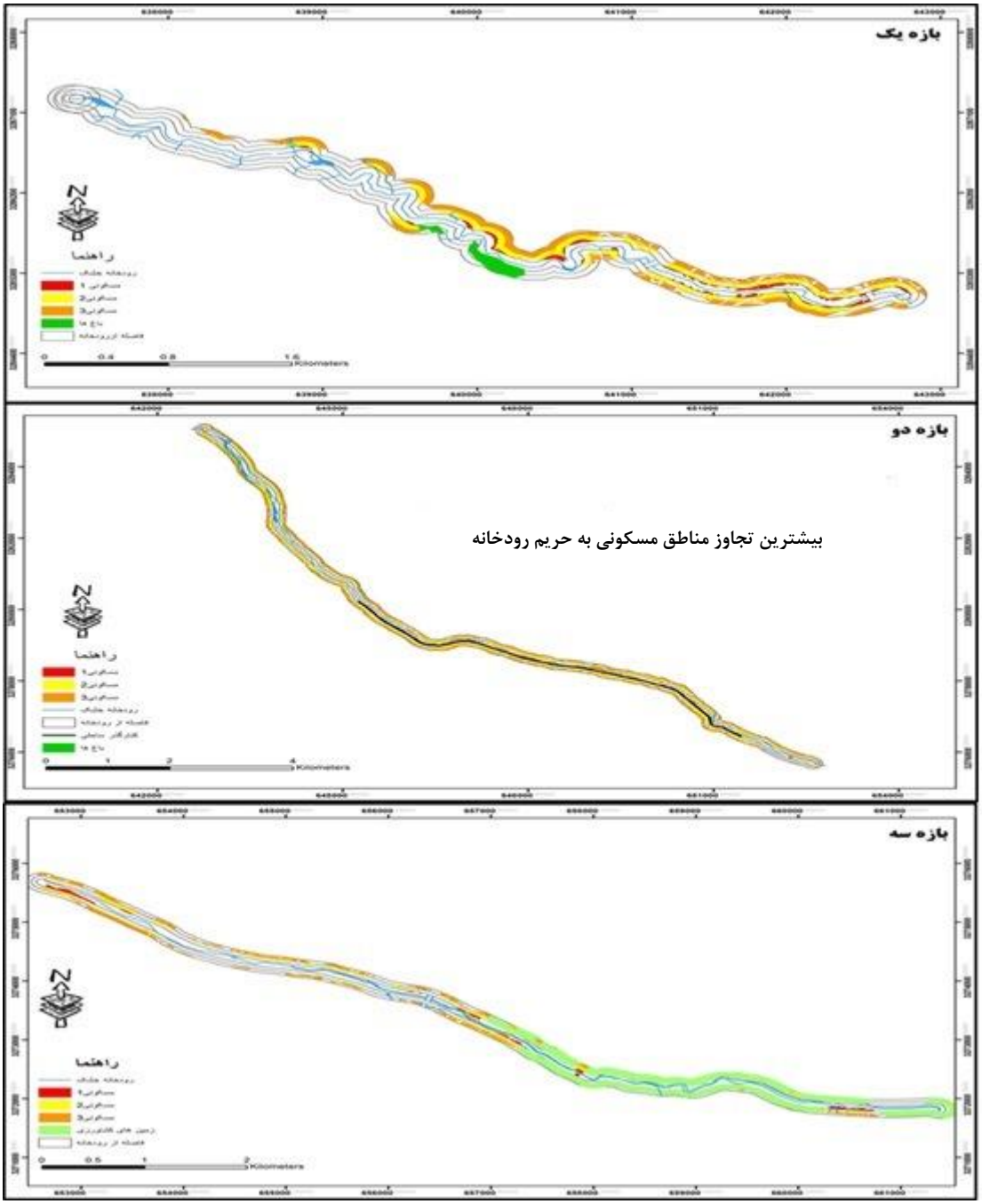
جدول ۴: وضعیت بازه‌ها و مقاطع قسمت‌هایی از رودخانه‌ی خشک.

بازه	فعال	نیمه فعال	غیرفعال	نوع فرسایش	وضعیت رسوبات در مجرای کانال
۱	*			A	رسوبات کوهرفتی، تخته‌سنگ، قلوه‌سنگ و ماسه درشت
۲		*		B	شن، ماسه‌درشت، ریگ و قلوه‌سنگ.
۳		*		C	ماسه، سیلت، لای و رسوبات ریزدانه‌ی نمکی

فرسایش نوع A: فرسایش در زمین‌های آهکی مارنی توأم با ریزش، علائمی از سرشاخه‌ها با کنده‌ی درختان که آب آورده است مشاهده نمی‌شود.
فرسایش نوع B: فرسایش کاوشی است، فرسایش کناری با پوشش گیاهی تثبیت شده. در این بازه‌ی نهشته‌گذاری درقسمت‌های محدب مآندرها و جزایر ماسه‌ای دیده می‌شود.
فرسایش نوع C: فرسایش تراکمی است که مواد همراه با لایه‌های نمک است.

در نهایت نقشه‌ی فاصله از رودخانه‌ی خشک (شکل ۷) نشان می‌دهد که هر اندازه ارزش زمین‌هایی که در محدوده‌ی حریم رودخانه قرار می‌گیرند بیشتر باشد (مانند اراضی مسکونی که بیشترین ارزش ملکی را دارند)، در صورت طغیان رودخانه بیشترین خسارت (از نظر مالی) را به بار خواهند آورد (جدول ۵). بیشترین مساحت قرار گرفته در حریم رودخانه مربوط به زمین‌هایی است که در بازه‌ی ۲ و ۳ قرار گرفته است.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51]



شکل ۷: نقشه‌ی فاصله اراضی (با کاربری‌های متفاوت) از رودخانه (منبع: نگارندگان

جدول ۵: ارزش ملکی اراضی قرار گرفته در اطراف رودخانه‌ی خشک.

قطعه‌زمین (کاربری) شماره‌گذاری بر اساس ارزش ملکی	ارزش ملکی هر متر مربع (ریال)	مساحت (متر مربع)	فاصله از رودخانه		
			۵۰ متر	۱۰۰ متر	۱۵۰ متر
بازه‌ی ۱	۵۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۳۰۳۷	٪۵/۹۶	٪۳۲/۳۷	٪۶۱/۶۶
بازه‌ی ۲	۴۵۰۰۰۰۰	۲۸۵۲۷۴۹	٪۲/۷۸	٪۲۹/۲۵	٪۶۷/۹۵
بازه‌ی ۳	۱۵۰۰۰۰۰	۷۳۹۴۸۱	٪۵/۷۱	٪۲۸/۸۹	٪۶۵/۳۹
جمع کل		۴,۵۹۵,۲۶۷			

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51]

نتیجه‌گیری

باتوجه به بررسی‌های انجام شده، کلان‌شهر شیراز به علت قرارگیری بر روی دشت سیلابی و در نیمه‌ی شرقی و تخطی به حریم رودخانه‌ی خشک به طور بالقوه در معرض مخاطرات محیطی ناشی از فرآیندهای رودخانه‌ای و سیلاب قرار دارد. این مخاطرات رودخانه‌ای در وهله‌ی نخست ناشی از عمل فرسایش رودخانه‌ای (تخریب، حمل و رسوب‌گذاری) است. در برخی نقاط فرسایش رودخانه‌ای با تداوم فرسایش کناری در بخش‌هایی می‌تواند موجب تخریب تأسیسات گردد که قوس مئآندر با کناره‌ی دشت سیلابی مماس شده است. در بازه‌های ۲ و ۳ فرسایش بستری حاکم است، به طوری که در پاره‌ای نقاط این نوع فرسایش سبب عمیق‌تر شدن بستر رودخانه شده است. در وهله‌ی بعد، طغیان آب رودخانه بر اثر بارندگی‌های شدید بیشتر از ۷۰ میلی‌متر روزانه منجر به آب گرفتگی زمین کشاورزی و مناطق مسکونی در حریم رودخانه می‌شود. نکته‌ی اساسی این است که وضعیت طبیعی شیراز به گونه‌ای است که عملکرد ما در بیرون شهر آثار مثبت و منفی در درون شهر دارد. برای نمونه، منشأ بخش بزرگی از هجوم سیل به شیراز نتیجه‌ی بارندگی شدید و بهربرداری غیر اصولی اراضی در ۳۵ تا ۴۰ کیلومتری غرب شیراز (مناطقی چون کلستان، خلار و گردنه‌ی شول) است (مصباح، ۱۳۹۴). همچنین، عوامل انسان‌ساخت مانند گسترش شهر (به ویژه ازجهت‌های شمال، غرب و شمال غرب)، تغییر کاربری اراضی، تعرض مناطق مسکونی و تأسیسات شهری به حریم اصلی رودخانه‌ها وآبراهه‌ها، عدم رعایت اصول بدیهی مهندسی در طراحی و ساحل‌سازی و سنگ‌چینی رودخانه، ابعاد نامناسب برخی از پل‌ها (علی بن حمزه، معالی‌آباد) و احداث کنارگذرها در معبر رودخانه از جمله عوامل تشدیدکننده‌ی مخاطرات در محدوده‌ی مطالعه هستند. بدین لحاظ، کلان‌شهر شیراز در معرض مخاطرات رودخانه‌ای و از جمله سیلاب قرار دارد. به منظور مدیریت رودخانه‌ای و انجام اقدامات پیشگیرانه مواردی ضروری به نظر می‌رسد، از جمله: ساخت سد تنگ‌سرخ در بازه‌ی ۱ که موجب ذخیره‌ی سیلاب‌های زمستانی می‌شود و کنترل و آب‌گیری رودخانه در همه‌ی ماه‌های سال، احداث پوشش گیاهی در همه‌ی فضاهای پیرامون شهر، عدم هرگونه دستکاری در بستر رودخانه و اجتناب از ساختمان‌سازی در طول رودخانه که بهتر است از پیرامون و حاشیه‌ی رودخانه برای احداث مراکز تفریحی یا ورزشی استفاده گردد. از اقدامات مدیریتی در مورد مخاطرات رودخانه‌ای و سیلاب می‌توان مواردی دیگری را مانند تهیه و اجرای طرح پذیرش خسارت‌ها، پیشگیری، راه‌حل‌های ساختمانی، اخطارها و هشدارها، تخلیه‌ی مردم، ترک و عدم استفاده عموم از پهنه‌های آسیب‌پذیر و ممنوعیت توسعه‌ی شهر در دشت‌های سیلابی نام برد (خالدی، ۱۳۸۰: ۲۳).

منابع

اسمیت، کیت.۱۳۸۲. *مخاطرات محیطی*، ترجمه‌ی ابراهیم مقیمی و شاپورگودرزی‌نژاد، انتشارات سمت، تهران.

پور مختار، محمدجعفر.۱۳۸۰. *نقش رودخانه‌ی خشک در توسعه‌ی پایدار شهر شیراز*، استاد راهنما مهیار اردشیری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی شهرسازی، دانشگاه شیراز، دانشکده‌ی شهرسازی، شیراز.

جمالی، میثم؛ ابراهیم مقیمی؛ زین‌العابدین جعفرپور و پرویزکردوانی. ۱۳۹۵. اثرات گسترش فیزیکی و تغییر کاربری‌های شهری بر حریم رودخانه، مطالعه‌ی موردی: رود خشک در شهر شیراز، پژوهش‌های جغرافیای انسانی (زیر چاپ).

حسین‌زاده، سیدرضا. ۱۳۸۳. برنامه‌ریزی شهری همگام با مخاطرات طبیعی با تأکید بر ایران، *جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای*، **۳**: ۵۹-۸۷.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51]

حسین‌زاده، محمدمهدی. رضا اسماعیلی، ۱۳۹۴، *ژئومورفولوژی رودخانه‌ای مفاهیم، اشکال فرآیندها*، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

خاکی، غلامرضا. ۱۳۹۱. *روش تحقیق (با رویکرد پایان‌نامه‌نویسی)*، چاپ سوم. انتشارات فوژان، تهران.

خالدی، شهریار. ۱۳۸۰. *بلایای طبیعی*، انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، تهران.

خورشیددوست، علی محمد؛ محمدحسین رضایی مقدم؛ محمد احمدی و سمیه خالقی. ۱۳۸۹. نقش فرآیندهای ژئومورفیک رودخانه‌ای در ایجاد مخاطرات محیطی شهر سنقر در استان کرمانشاه، فصل‌نامه‌ی علمی ـ پژوهشی *فضای جغرافیایی*، **۳۵**: ۲۰۹-۲۳۴.

دستورانی، محمدتقی و مهدی حیات زاده. ۱۳۸۹. بررسی مهم‌ترین عوامل مؤثر در دبی حداکثر سیلاب از طریق آنالیز حساسیت روابط تجربی. فصلنامه علمی ـ پژوهشی *خشک بوم*، **۱**:۱-۱۱.

ریچاردجی، چورلی؛ استانلی‌ای، شوم و دیویدای، سودن. ۱۳۷۹. *ژئومورفولوژی: جلد سوم (فرآیندهای دامنه‌ای، آبراهه‌ای، ساحلی و بادی)*، ترجمه‌ی احمد معتمد، انتشارات سمت، تهران.

زحمت‌کش، علی؛ محمد صدیق باور و شاپورعطایی کشکولی. ۱۳۹۴. نقش طراحی خطوط ویژه‌ی دوچرخه برای گردشگران در کلان‌شهر شیراز (LBT) در حمل نقل سبز و پاک، فصل نامه‌ی *آگاهی‌های زیست‌محیطی*، **۲**: ۶۶-۶۹.

سازمان برنامه و بودجه، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی. ۱۳۷۵. *دستورالعمل مطالعات فیزیوگرافی در حوضه‌های آبخیز*، انتشارات برنامه و بودجه، تهران.

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ۱۳۹۳. *نقشه‌ی زمین‌شناسی برگه شیراز با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ شماره‌های ۱، ۲، ۳ و ۴*، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.

سپهر، عادل و راحیل کاویان آهنگر. ۱۳۹۳. طبقه‌بندی تحمل‌پذیری مناطق شهری کلان‌شهر مشهد به مخاطرات محیطی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی تناوبی سیموس (SIMUS)، *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، **۹**: ۱۲۵-۱۴۱.

شهرداری شیراز، معاونت برنامه‌ریزی. ۱۳۹۴. سال‌نامه‌ی آماری شهر شیراز، مدیریت آمار، فناوری و سامانه‌ی اطلاعات مکانی، انتشارات شهرداری، شیراز.

علیجانی، بهلول. ۱۳۹۳. مبانی فلسفی مخاطرات محیطی، *فصل‌نامه‌ی تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، **۱**:۱- ۱۵.

عیسایی، احمدرضا. ۱۳۷۹. *ژئومورفولوژی حاشیه‌ی دشت شیراز و تأثیر آن بر منابع آب*، استاد راهنما دکتر منوچهر یمانی، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی ـ هیدرولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لارستان، لار.

گوهری، زهرا؛ سیدمحمد تاجبخش؛ محبوبه سربازی و سیدناصر نعیمی قصابیان. ۱۳۹۳. بررسی فعالیت‌های تکتونیکی بر ژئومتری رودخانه (مطالعه‌ی موردی: رودخانه‌ی خرتوت از حوزه‌ی آبخیز اترک)، *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، **۹**: ۳۷-۴۹.

مصباح، علی. ۱۳۹۴. مدیریت جامع آبخیز شهری حفاظت از شیراز در بحران‌های طبیعی، فصل‌نامه‌ی *آگاهی‌های زیست‌محیطی*، **۲**: ۳۴-۳۶.

معتمدی‌نیا، منیره؛ محمد شریفی کیا و سیاوش شایان، ۱۳۸۹. *بررسی مخاطرات ژئومورفولوژیکی ناشی از توسعه‌ی فیزیکی شهری (مطالعه‌ی موردی شهر ماهنشان)*، استاد راهنما محمد شریفی‌کیا، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد در رشته‌ی ژئومورفولوژی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

مقیمی، ابراهیم. ۱۳۸۸. *اکوژئومورفولوژی رودخانه‌ای و حقوق رودخانه*، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51]

ـــــــــــــ ۱۳۹۱. *ژئومورفولوژی شهری*، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

ـــــــــــــ ۱۳۹۳. *دانش مخاطرات برای زندگی با کیفیت بهتر و محیط پایدارتر*، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

مهندسان مشاور شهر و خانه. ۱۳۸۹. *بازنگری طرح جامع شهر شیراز*، جلد دوم، سازمان مسکن و شهرسازی استان فارس، شیراز.

مهندسین مشاور پاراب فارس. ۱۳۷۶. *بند انحرافی خلجوی*، انتشارات سازمان آب منطقه‌ای استان فارس، شیراز.

Jamali, M.; Moghimi, E.and Jafarpour, Z. ۲۰۱۵. Geomorphology of Karst Features of Shiraz City and Arjan Plain and Development Limitations. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index ۹۷, International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering, **۹(۱)**:۲۵ - ۳۱.

Khan, M.; Shaari, N.; Nazaruddin, D.and Mansoor, H. ۲۰۱۵. Flood-Induced River Disruption: Geomorphic Imprints and Topographic Effects in Kelantan River Catchment from Kemubu to Kuala Besar, Kelantan, Malaysia', World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index ۹۷, International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering, ۹**(۱):** ۱۰ - ۱۴.

Kokabee L.and Aminzadeh B. ۲۰۰۹.Application of landscape ecology in the protection and improvement of urban rivers: A Case Study on Roodkhoshk Shiraz, Journal of Environmental Sciences, Tehran**, ۲**: ۱۰۵-۱۱۹.

Sainath, P.; Aher, Shashikant, I.; Bairagi, Pragati P.; Deshmukh, and Ravindra D. Gaikwad. ۲۰۱۲. River Change Detection and Bank Erosion Identification using Topographical and Remote Sensing Data, International Journal of Applied Information Systems (IJAIS), ۲:۳-۲۱.

Uddin, K.; Shrestha, B. and Alam, M.S. ۲۰۱۱. Assessment of morphological Changes and Vulnerability of River Bank Erosion alongside the River Jamuna Using Remote Sensing, Journal of Earth Science and Engineering, ۱**(۱):**۲۹-۳۴.

UN ISDR. ۲۰۰۱. Terminology on disaster risk reduction. United Nation. WHO. White, G.F. ۱۱۳۶. The limit of economic justification for flood protection. Journal of land and public utility economics, ۳۷:۴۹-۱۳۳.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.51] [Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-28]