پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، شماره‌ی ۱، تابستان ۱۳۹۱
صص. ٦٨-٥٩

بررسی خطر سیل‌خیزی در زیرحوضه‌های استان آذربایجان‌غربی

منوچهر فرج‌زاده اصل * ـ دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس

پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۷/۱۵ تأیید نهایی: ۱۳۹۰/۱۰/۲۵

چکیده

سیل از پدیده‌های مخرّب طبیعی است. به‌طورکلّی، سیل‌خیزی، وضعیّت سیلاب در آن حوضه را مشخّص می‌کند. عوامل بسیاری در بروز سیلاب‌های کشور نقش دارند که از آن میان می‌توان به رخداد بارش‌های شدید، ذوبّ ناگهانی برف در منطقه‌ی کوهستانی و عملکرد هم‌زمان هر دو عامل اشاره کرد. منطقه‌ی یک حوضه‌ی آبریز، به‌سبب وجود شرایط طبیعی مختلف، از پتانسیل رخداد متفاوتی برخوردار است. طبقه‌بندی و اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها، گام اول را برای مقابله یا کاهش اثرهای سیلاب در حوضه‌های آبریز برعهده دارد. بر همین اساس، هدف از مطالعه‌ی پیش رو، تبیین وضعیّت سیلاب در زیرحوضه‌های استان آذربایجان‌غربی است. در همین راستا، خسارات و خطرات سیل بر اساس آمار و اطلاعات ثبت شده در گذشته تحلیل شده است. برای استخراج دقیق محدوده‌ی سیل‌خیزی با استفاده از روش استراهلر به طبقه‌بندی رودخانه‌های استان پرداخته شد. سپس با استفاده از این طبقه‌بندی برای هر یک طبقه‌ها، یک پهنه به‌عنوان محدوده‌ی خطر سیل در محیط GIS تعیین شد، در ادامه با استفاده از نقشه‌های ۱/۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی، واحد تشکیلات کواترنری(Qal) به این محدوده افزوده شد. در گام بعد برای اینکه شدّت خطر سیل‌پذیری در زیرحوضه‌های استان مشخّص شود، از آمار وقوع سیل در زیرحوضه‌های استان استفاده شد و درنهایت، شدّت خطرپذیری سیل در زیرحوضه‌های استان به‌دست آمد. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که زیرحوضه‌ی زنگمار در خطر سیل‌پذیری شدید قرار دارد و لازم است تا تدابیری برای کاهش آثار سیل در این منطقه انجام گیرد.

کلیدواژه‌ها: خطرپذیری سیل، آذربایجان‌غربی، شدّت سیل‌خیزی، GIS.

مقدمه

سیل به‌عنوان پدیده‌ای که سبب مرگ‌ومیرها و خسارت‌های اقتصادی می‌شود، اهمّیّت زیادی دارد و به‌گفته‌ای، پدیده‌ی سیل یکی از پیچیده‌ترین و مخرّب‌ترین رویدادهای طبیعی است که بیش از هر بلای طبیعی دیگری، جان و مال انسان و شرایط اجتماعی و اقتصادی جامعه را به خطر می‌اندازد (تلوری، ۱۳۷۶). نکته‌ی گفتنی اینکه سیل‌های بزرگ قرن گذشته،

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۱۷۲۳۱۲۴ E-mail: farajzam@modares.ac.ir

به‌ویژه در کشورهای پیشرفته، در اثر تخریب خاکریزها روی داده است (سازمان مدیریّت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۰). توزیع غیریکنواخت بارش‌ها از نظر زمان، شدّت و مقدار، در بخش‌های گسترده‌ای از ایران که شرایط خشک و نیمه‌خشک دارند، سبب بروز سیلاب‌های ناگهانی با مرگ‌ومیرها و زیان‌های بسیار مالی می‌شوند. مزید بر این، به‌دلیل تخریب شدید منابع طبیعی چه به‌صورت بهره‌برداری بی‌رویه از جنگل‌ها و مراتع و چه به شکل تغییر کاربری اراضی و تبدیل آنها به اراضی کشاورزی نامناسب یا ساخت بی‌رویه‌ی مناطق مسکونی، سبب شده که سیلاب‌ها سال به سال چه از دیدگاه تعداد وقوع و چه از دیدگاه شدّت خسارات، افزایش یابند. در گذشته تعداد سیلاب‌ها کمتر بوده و خسارات کمتری نیز به‌وجود آورده‌اند و احداث سیل‌بند و حفر خندق، تعداد زیادی از سیلاب‌ها را مهار می‌کرد، در حالی‌که اکنون گسترش شهرها به‌گونه‌ای است که مجال احداث چنین سازه‌هایی را فراهم نمی‌کند و تجاوز به حریم مسیل‌ها و تغییر کاربری اراضی نیز به‌سرعت انجام می‌شود. با توجّه به علل مختلف و مؤثّر در بروز سیل، می‌توان با اِعمال روش‌ها، اقدام و راهکارهای علمی و عملی، از روی دادن بسیاری از سیل‌ها پیشگیری کرده و در سیل‌هایی که توانایی پیشگیری از رخداد آن نیست با انجام تدابیر مختلف، ازجمله پهنه‌بندی سیل و به‌دنبال آن، تعیین کاربری مناسب برای مناطق سیل‌گیر، خسارات ناشی از آنها را کاهش داد (وهابی، ۱۳۷۶). سیلاب‌هایی که در ایران روی می‌دهد، به‌طورکلّی به سه گونه‌ی سیلاب‌های ناشی از باران، ترکیب ذوب برف و باران و در مواقعی ذوب برف هستند. در مناطق گرم و خشک ایران ازجمله مناطق جنوبی، جنوب‌غربی، مرکزی و شرقی، سیلاب‌های ناشی از باران، به‌ویژه باران‌های شدید و کوتاه‌مدّت، گونه‌ی غالب سیلاب‌ها هستند. در بخش‌هایی از این مناطق، سیلاب‌های ناشی از باران‌های موسمی نیز دیده می‌شود. در مناطق معتدل و سرد کشور، ازجمله شمال، شمال‌غربی و بخش وسیعی از غرب، وجه غالب سیلاب‌ها ناشی از باران یا ترکیب ذوب برف و باران هستند (مهدوی، ۱۳۷۶).

مطالعات بسیاری در زمینه‌ی پهنه‌بندی سیلابی انجام گرفته است. ازجمله اسلام و کیمیترو[1] (۲۰۰۰)، با استفاده از داده‌های سنجش از دور و GIS، یک نقشه‌ی خطر سیل را برای سیل تاریخی ۱۹۸۸ بنگلادش تهیّه کردند. این پژوهشگران برای سه رودخانه‌ی مهمِّ براهماپوترا، گنگ و منگا که از کشور بنگلادش می‌گذرد، نقشه‌ی خطر سیل را تهیّه کرده و برای برنامه‌ریزی به بخش دولتی و اجرایی ارائه کردند. لاین و لی[2] (۲۰۰۰) پهنه‌بندی حوضه‌ی آبخیز کارولینای شمالی را بر اساس بهترین اقدامات مدیریتی مورد بررسی قرار داده و آن را به‌عنوان عملکردی بسیار مفید در مدیریت حوضه‌های آبخیز معرّفی کردند. یانگ و تی سای (۲۰۰۰)، سیستمی به نام GFIS را برای دشت‌های سیلابی تایوان طرّاحی کردند که می‌تواند دشت‌های سیلابی در هنگام سیل را شبیه‌سازی کند.

قائمی و همکاران (۱۳۷۶)، سیلاب‌های زیرحوضه‌های کرخه را با توجّه به عوامل شیب ـ بارندگی سه ماه، ذوب برف و پوشش گیاهی پهنه‌بندی کردند. وهابی (۱۳۷۶) با به‌کارگیری روش‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی و به‌کمک مقاطع عرضی تهیّه شده از رودخانه‌ای در حوضه آبخیز طالقان، اقدام به پهنه‌بندی خطر سیل کرد.

1. Islam and Kimitero
2. Line and Lee

دیانی و محمّدی (۱۳۸۱) در بررسی حوضه‌ی آبریز قره‌سو با هدف برآورد آبدهی این رودخانه که فاقد ایستگاه هیدرومتر است، از GIS استفاده کردند و نشان دادند که محاسبات در محیط GIS بسیار دقیق‌تر و سریع‌تر و علاوه‌برآن، ارزیابی و کنترل نتایج و تهیّه‌ی تمام نقشه‌ها در این محیط راحت‌تر و نگهداری، بایگانی و انتقال آنها ساده‌تر است. آنها نتیجه گرفتند که این روش در مقایسه با روش مدل سری زمانی، عملی‌تر، کامل‌تر و دقیق‌تر بوده و به وقت و هزینه‌ی کمتری نیاز دارد (غفاری، ۱۳۸۳).

سکوتی اسکوئی و بروشکه (۱۳۸۱)، در مطالعه‌ای با عنوان "کاربرد سنجش از دور در پهنه‌بندی سیل"، به مطالعه‌ی دشت میاندوآب در استان آذربایجان‌غربی پرداخته و با بررسی آثار سیلاب بر روی فیزیوگرافی اراضی، شکل آبراهه و انشعاب آن، تشکیل مسیل و بسترهای سیلابی در رودخانه، آبکندها و سیل‌گرفتگی و ماندابی شدن اراضی با استفاده از تفسیر عکس‌های ۱/۵۰۰۰۰، به‌تفکیک و تحدید اراضی سیل‌گیر و تهیّه‌ی نقشه‌های پهنه‌های سیل‌گیر پرداختند.

با توجّه به موقعیّت استان آذربایجان‌غربی که در شمال‌غرب کشور قرار دارد و به‌دلیل عرض جغرافیایی بالا و ارتفاع زیاد، در فصل زمستان از بارش‌های زیادی به‌شکل برف برخوردار است. به‌علاوه، وجود بارش‌های بهاری در اثر همرفت سبب ذوب‌شدن برف‌های ذخیره‌شده از فصل زمستان می‌شود و دبی رودخانه‌ها افزایش یافته و دیگر قادر به ادامه‌ی حرکت در بستر اصلی نبوده و با سریزشدن، سبب رخداد سیل و درنتیجه، به‌وجود آمدن خسارات زیادی در استان آذربایجان‌غربی می‌شوند.

با توجّه به پیشینه‌ی پژوهش درمی‌یابیم که مطالعات مختلفی در مورد پهنه‌بندی سیل انجام شده است. هدف از این پژوهش نیز، طبقه‌بندی زیرحوضه‌های استان آذربایجان‌غربی از نظر سیل‌خیزی در کنار بررسی سیلاب در کلّ حوضه است.

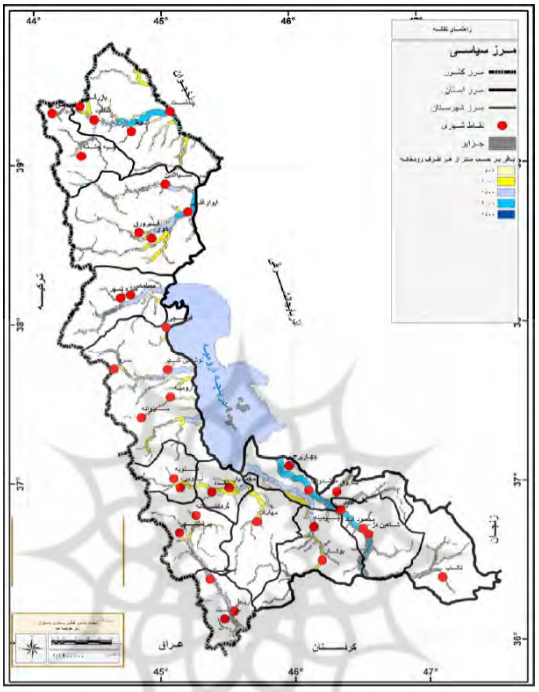
مواد و روش‌ها

استان آذربایجان‌غربی در شمال‌غرب کشور قرار دارد که با کشورهای عراق، ترکیه و آذربایجان مرز مشترک دارند. این استان در عرض جغرافیایی بین ۳۵ تا ۴۰ درجه‌ی شمالی و طول جغرافیایی ۴۴ تا ۴۸ درجه‌ی شرقی قرار گرفته است. شکل شماره‌ی ۱، نقشه‌ی استان آذربایجان‌غربی را نشان می‌دهد.

در این نوشتار از داده‌های سنگ‌شناسی، شیب، ضخامت موادّ تراکمی، ضریب رطوبت و میزان بارش، درجه حرارت یا برودت و کاربری اراضی استفاده شده است. این داده‌ها با استفاده از روش ارزش عددی به نقشه‌های موضوعی تبدیل و تحلیل شده‌اند و بر این اساس، پهنه‌بندی انجام گرفته است.

در این پژوهش ۳ حوضه‌ی اصلی استان آذربایجان‌غربی به ۳۰ زیرحوضه‌ی کوچک تقسیم شده است تا بتوان به نتیجه‌ی بهتری نسبت به پهنه‌بندی و خطرپذیری سیل رسید. برای این کار پس از مطالعه‌ی منابع و پژوهش‌های انجام شده در منطقه، نقشه‌های مورد نیاز (توپوگرافی، شیب، زمین‌شناسی و...) مورد بررسی قرار گرفت. همچنین با توجّه به تصویر ماهواره‌ای +ETM سال 2005 که وضعیّت سیلابی در منطقه حاکم بود، پهنه‌های خطر سیل استخراج شد. برای مشخّص‌کردن پهنه‌های خطر سیل با دقّت بالا، افزون‌بر روش فوق، از رتبه‌بندی استراهلر در رودخانه‌های استان آذربایجان‌غربی استفاده شد تا پهنه‌هایی به‌عنوان خطر سیل انتخاب شوند. همچنین برای مشخّص‌کردن تعداد و موقعیّت

سیل‌های رخداده در منطقه‌ی مورد مطالعه، آمار تعداد و خسارات سیل (سال‌های ۱۳۴۴ تا اوایل سال ۱۳۸۴) به‌تفکیک شهرستان‌ها، از سازمان جنگل‌ها و مراتع کسب شده است و آمار تعداد آبادی‌ها و شهرهای استان به‌همراه جمعیّت آنها از مرکز اسناد ایران جمع‌آوری شد.



شکل ۱. پهنه‌های خطر سیل در استان آذربایجان‌غربی

برای اینکه پهنه‌ی خطر سیل در استان آذربایجان‌غربی با دقّت بالایی به‌دست آید، ابتدا با استفاده از روش استراهلر به طبقه‌بندی رودخانه‌های استان پرداخته شد، سپس با استفاده از این طبقه‌بندی برای هر یک از این طبقات پهنه‌ای بر اساس اهمّیّت این رتبه‌ها، به‌عنوان محدوده‌ی خطر سیل در محیط GIS انتخاب شد. گفتنی است که برای پهنه‌بندی خطر سیل در منطقه از سه رتبه‌ی اوّل روش استراهلر (رتبه‌ی ۱، ۲ و ۳) صرف‌نظر شد و پهنه‌بندی از رتبه‌ی ۴ آغاز شد. برای اینکه بتوان پهنه‌ی خطر سیل را دقیق‌تر نشان داد، ابتدا در دو طرف آبراهه‌های دارای رتبه‌ی ۴ تا ۸ استراهلر با استفاده از نقشه‌ی شیب، آن اراضی که شیب‌های کمتر از دو درصد داشتند، به‌عنوان پهنه‌ی خطر سیل انتخاب شدند؛ اما با تمامی محدودیت‌های اِعمال شده برای به‌دست آوردن پهنه‌ی سیل مناسب، مشاهده شد که هنوز یک پهنه‌بندی خوب به‌دست نیامده است. به‌همین دلیل با استفاده از نقشه‌های ۱/۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی، واحد کواترنری (Qal) نیز به محدوده افزایش یافت. در ادامه‌ی کار، ارتفاع هم به‌عنوان یکی از عوامل مؤثّر در رویداد سیل، در پهنه‌بندی دخالت داده شد. درنهایت، رده‌های ۴ و ۵ روش استراهلر، اراضی با ارتفاع کمتر از ۲۲۰۰ متر و همچنین رده‌های ۶، ۷ و ۸ اراضی با ارتفاع کمتر از ۱۸۰۰ متر، به‌عنوان پهنه‌هایی با خطر سیل انتخاب شدند.

عوامل بسیار زیادی میزان خطر سیل را تعیین می‌کنند که گاه به‌تنهایی و گاه با هم در این میزان اثربخش هستند؛

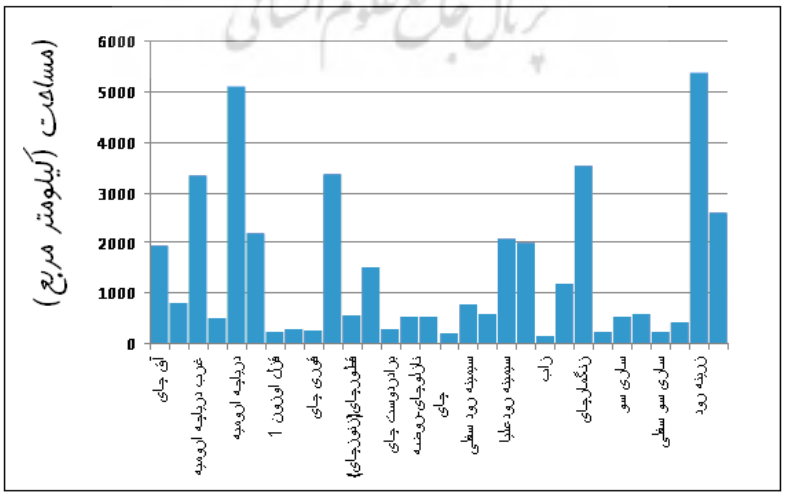
اما درکُل می‌توان پنج عاملِ تعداد وقوع، مرگ‌ومیر، مساحت پهنه‌های خطر سیل، جمعیّت در معرض سیل و تراکم مراکز مسکونی در معرض سیل را به‌عنوان عوامل کلّی برشمرد که جنبه‌های مختلف پیامدهای سیل در آنها مشاهده می‌شود. بنابراین، مجموعه‌ی این عوامل برای ارائه‌ی میزان خطر سیل، مورد استفاده قرار گرفت و با توجّه به تأثیر متفاوت آنها، برای هریک از این عوامل با نظر کارشناسی، امتیاز مناسبی داده و بر اساس مجموع امتیازها، میزان خطر سیل مشخّص شد.

سپس با توجّه به امتیاز هر یک از عوامل فوق با نظر کارشناسی و اعمال آنها در مقادیر طبقات، مقادیر کمّی شاخص‌های طبقه‌بندی درجه خطر سیل و نیز، طبقات سیل استخراج و نتایج آن ارائه شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، تعداد ۵ عامل اصلی و هر کدام در ۷ دسته به‌عنوان شاخص طبقه‌بندی استفاده شده‌اند. همچنین براساس دامنه‌ی جمع امتیازهای شاخص‌های فوق، طبقات خطر سیل در هفت دسته نوشته شده‌اند که شامل شرایط سیلابی عادّی (بدون خطر)، نسبتاً خفیف، خفیف، متوسّط، نسبتاً شدید و شدید هستند. شرایط سیلابی شدید بیانگر خطر بالای سیل بوده و برای این‌گونه موارد برنامه‌های مهار سیل ضروری است، در حالی‌که برای شرایط عادّی نیازی به برنامه‌ی اجرایی مهار سیل نیست.

یافته‌های تحقیق

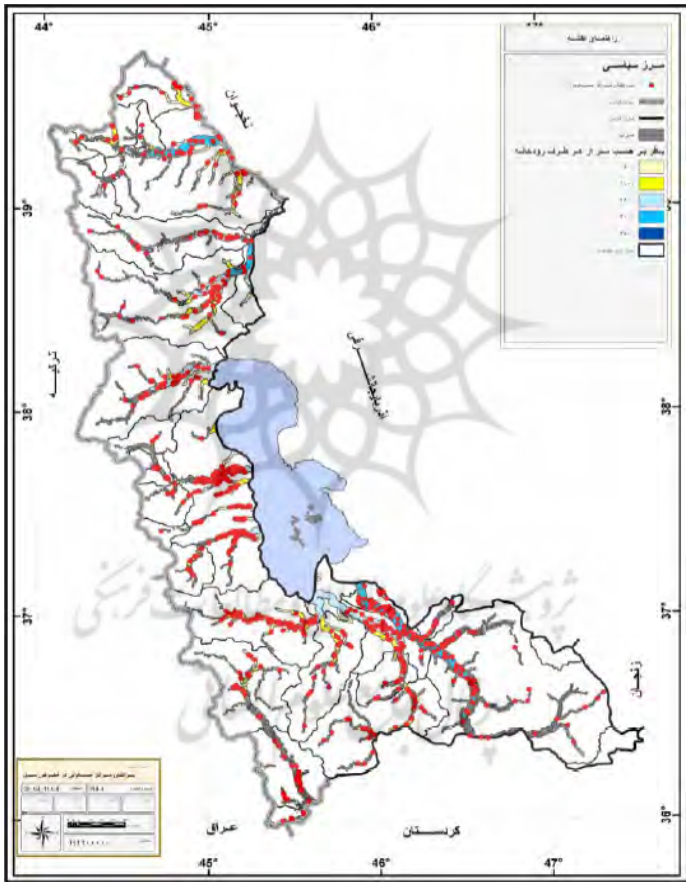
شکل شماره‌ی ۱ پهنه‌های خطر سیل را در محدوده‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد. با توجّه به این شکل مشاهده می‌شود که زیرحوضه‌های سیمینه‌رود و زرینه‌رود، به‌ترتیب بیشترین پهنه‌ی خطر سیل‌خیزی را در محدوده‌ی مورد مطالعه دارند. همچنین شکل شماره‌ی ۱ مساحت پهنه‌های خطر سیل در زیرحوضه‌های استان را نشان می‌دهد.

شکل شماره‌ی ۲ نشان می‌دهد که حوضه‌ی آبریز سیمینه‌رود سفلی بیشترین مساحت را در استان آذربایجان‌غربی دارد، این حوضه با مساحتی بیش از ۱۱۷۶/۷۷ کیلومترمربّع در حدود ۱۸/۱۷ درصد از کلِّ پهنه‌های سیل را دربرمی‌گیرد.



شکل ۲. مساحت پهنه‌های خطر سیل در استان آذربایجان‌غربی (کیلومتر مربّع)

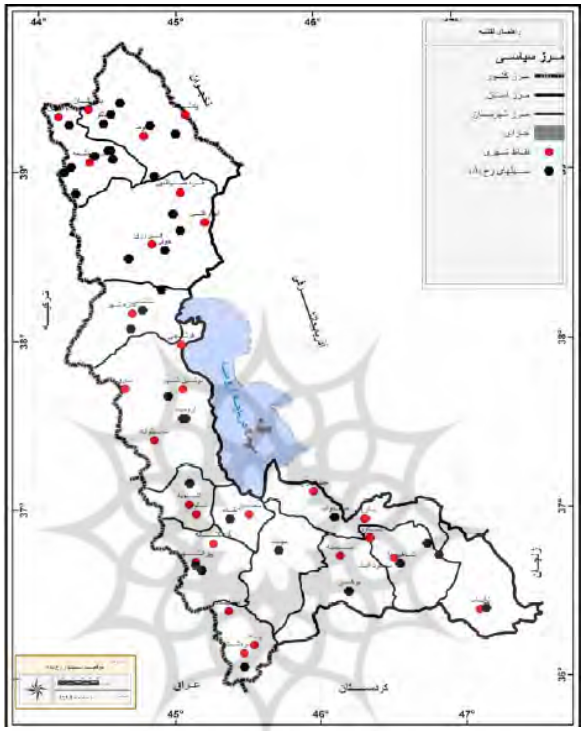
برای بررسی مراکز مسکونیِ در معرض سیل، نقشه‌ی موقعیّت مراکز مسکونی و نقشه‌ی پهنه‌ی سیل‌گیر بر هم منطبق و با همپوشانی آنها، مراکز جمعیّتی واقع در محدوده‌های سیل‌گیر تعیین شدند. در شکل شماره‌ی ۳، پراکنش مراکز مسکونی نشان داده شده است. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که درمجموع، تعداد ۳۰۳۳ آبادی و ۳۶ شهر در استان آذربایجان‌غربی واقع شده که از این تعداد، ۶۰۳ آبادی و ۱۰ شهر در معرض سیل قرار دارد. همچنین در شکل مذکور مشاهده می‌شود، زیرحوضه‌ی غرب دریاچه‌ی ارومیه که در غرب دریاچه‌ی ارومیه قرار دارد با ۱۲۵ پارچه آبادی دارای بیشترین تعداد مراکز مسکونیِ در معرض سیل است و در ۴ زیرحوضه، هیچ‌گونه مرکز مسکونیِ در معرض سیلی دیده نمی‌شود.



شکل ۳. پراکنش مراکز مسکونی در معرض سیل

با روی‌هم‌گذاری لایه‌ی پهنه‌های سیل در زیرحوضه‌های استان آذربایجان‌غربی و لایه‌ی مراکز جمعیّتی، میزان جمعیّت کنونیِ در معرض سیل مشخّص می‌شود. این بررسی نشان می‌دهد که زیرحوضه‌ی مهابادچای با جمعیّتی بیش از ۱۴۸۹۱۶ نفر، بیشترین جمعیّت در معرض سیل را در بین زیرحوضه‌های استان آذربایجان‌غربی دارد. همچنین زیرحوضه‌های سیمینه‌رود وسطی و علیا، قزل‌اوزون ۱ و ۲ و همچنین زیرحوضه‌ی دریاچه ارومیه، هیچ جمعیّت در معرض سیلی ندارد.

شکل شماره‌ی ۴ موقعیّت سیل‌های رخداده در استان آذربایجان‌غربی را نشان می‌دهد. بیشترین خسارت سیل در شهرستان ارومیه بوده است. سیل در این شهرستان به‌غیر از باغ‌ها، در تمامی موارد خسارات وارد آورده است. درمجموع، از ۲۳۲ سیلی که در آمار به‌دست آمده وجود داشت، خسارت زیادی در زمینه‌ی مرگ‌ومیر انسانی و دامی مشاهده شده است، به‌گونه‌ای که سیل‌های رخداده ۱۳۱ نفر کشته داده است.



شکل ٤. موقعیّت سیل‌های رخداده در استان آذربایجان‌غربی

بر اساس معیارهایی که در جدول شماره‌ی ۱ آمده است، خطرات سیل در زیرحوضه‌های استان آذربایجان‌غربی بررسی و مقادیر کمّی عوامل مربوط استخراج و بر اساس آن، خطرپذیری سیل در این حوضه‌ها تعیین شدند. این جدول بر اساس مطالعات کارشناسی گردآوری شده است. جدول شماره‌ی ۲ نیز، نتایج این بررسی‌ها و محاسبه‌ها را نشان می‌دهد.

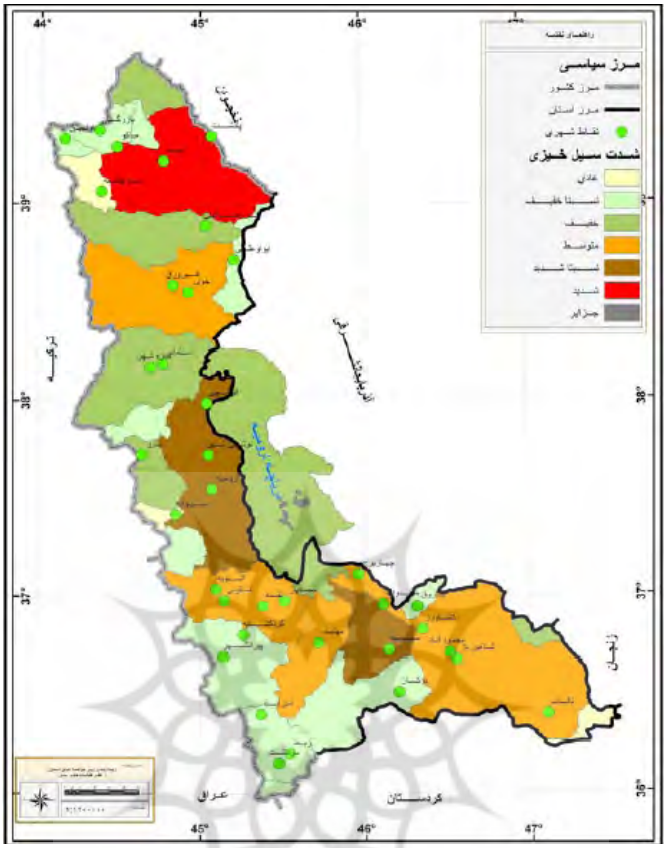
جدول ۱. طبقه‌بندی خطر سیل بر حسب دامنه‌ی امتیازها

طبقه‌ی خطر سیل	دامنه‌ی امتیازها
عادّی	۱۰>
نسبتاً خفیف	۱۰ –۲۵
خفیف	۲۵ –۴۰
متوسّط	۴۰–۵۵
نسبتاً شدید	۵۵ – ۷۰
شدید	۷۰–۸۵
خیلی شدید	۸۵ <

جدول ۲. خطرپذیری سیل در زیرحوضه‌های استان آذربایجان‌غربی

نام زیرحوضه	مساحت پهنه‌های خطر سیل در هر زیرحوضه	مرگ‌ومیرهای ویژه (نفر در میلیون نفر)	جمعیّت در معرض سیل (نفر در هزار نفر)	تراکم مراکز مسکونی (تعداد مراکز جمعیّتی در هزار کیلومتر مربع)	تعداد وقوع سیل (واقعه)	جمع امتیاز	شدّت سیل‌خیزی
آق چای	۲/۵	۴	۱۵	۱۰	۲/۵	۳۴	خفیف
ارس علیا	۲/۵	۴	۸/۲۵	۱۰	۱	۲۵/۷۵	خفیف
غرب دریاچه ارومیه	۱۰	۱۶	۱۰/۵	۱۰	۱۰	۵۶/۵	نسبتاً شدید
باراندوز چای	۲/۵	۴	۸/۲۵	۱	۱	۱۶/۷۵	نسبتاً خفیف
دریاچه ارومیه	۲۵	۴	۱/۵	۱	۱	۳۲/۵	خفیف
گدارچای	۱۷/۵	۴	۸/۲۵	۱۰	۱	۴۰/۷۵	متوسّط
قزل اوزون ۱	۲/۵	۲۲	۱/۵	۱	۱	۲۸	خفیف
قزل اوزون ۲	۲/۵	۴	۱/۵	۱	۱	۱۰	عادّی
قوری چاری	۱۰	۴	۳/۷۵	۱	۱	۱۹/۷۵	نسبتاً خفیف
قطورچای علیا	۱۰	۱۰	۸/۲۵	۸/۵	۴	۴۰/۷۵	متوسّط
قطورچای (زنوزچای)	۲/۵	۴	۶	۱	۱	۱۴/۵	نسبتاً خفیف
مهابادچای	۱۳/۷۵	۴	۱۵	۴	۴	۴۰/۷۵	متوسّط
برادر دوست چای	۲/۵	۴	۶	۷	۱	۲۰/۵	خفیف
برادر دوست چای (گرسیک)	۲/۵	۴	۶	۴	۱	۱۷/۵	نسبتاً خفیف
نازلوچای ـ روضه چای	۲/۵	۴	۱۵	۱۰	۱	۳۲/۵	خفیف
برده سیر	۲/۵	۴	۱/۵	۱	۱	۱۰	عادّی
سیمینه‌رود سفلی	۲۵	۱۰	۸/۲۵	۱۰	۲/۵	۵۵/۷۵	نسبتاً شدید
سیمینه‌رود وسطی	۶/۲۵	۱۶	۱۵	۱۰	۱۰	۵۷/۲۵	نسبتاً شدید
سیمینه‌رود علیا	۲/۵	۴	۳/۷۵	۱	۱	۱۲/۲۵	نسبتاً خفیف
لاوین	۲/۵	۴	۳/۷۵	۱	۱	۱۲/۲۵	نسبتاً خفیف
زاب	۲/۵	۴	۳/۷۵	۵/۵	۱	۱۶/۷۵	نسبتاً خفیف
چم چومان	۲/۵	۴	۱/۵	۱۰	۱	۱۹	نسبتاً خفیف
زنگمارچای	۱۳/۷۵	۲۸	۱۵	۱۰	۷	۷۳/۷۵	شدید
قره‌سو	۲/۵	۴	۳/۷۵	۱	۱	۱۲/۲۵	نسبتاً خفیف
ساری‌سو	۲/۵	۴	۸/۲۵	۷	۱	۲۲/۷۵	نسبتاً خفیف
قزل‌چای	۲/۵	۴	۱/۵	۱	۱	۱۰	عادّی
ساری سو سفلی	۲/۵	۴	۳/۷۵	۵/۵	۱	۱۶/۷۵	نسبتاً خفیف
زرینه‌رود (قوری چای)	۱۰	۱۰	۱۵	۱۰	۱	۴۶	متوسّط
زرینه‌رود	۲۱/۲۵	۴	۱۲/۷۵	۱۰	۲/۵	۵۰/۵	متوسّط
زولاچای	۶/۲۵	۴	۳/۷۵	۱۰	۲/۵	۲۶/۵	خفیف

شکل شماره‌ی ۵ رتبه‌بندی زیرحوضه‌های استان آذربایجان‌غربی را از دیدگاه طبقات خطر سیل نشان می‌دهد.



شکل ۵. پهنه‌بندی زیرحوضه‌های استان آذربایجان‌غربی از نظر طبقات خطر سیل

همان‌گونه که جدول شماره‌ی ۲ نشان می‌دهد، بر اساس اطلاعات دریافتی از ۴۰ سال گذشته، زیرحوضه‌ی زنگمار در این محدوده در طبقه‌ی خطر سیل شدید قرار دارد. این زیرحوضه تنها حوضه‌ای است که در طبقه‌ی سیل‌خیزی شدید قرار گرفته است. دلیل وضعیّت پیش آمده در این حوضه را می‌توان مربوط به شیب زیاد، جنس خاک و بارش‌های برف و باران در طیِ فصول زمستان و بهار دانست که باید تدابیر و اقدامات لازم برای کاهش آثار سیل در این منطقه انجام گیرد.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجّه به موقعیّت استان آذربایجان‌غربی که در شمال‌غرب کشور قرار دارد و به‌دلیل عرض جغرافیایی بالا و ارتفاع زیاد، در فصل زمستان از بارش‌های زیادی به‌شکل برف برخوردار است. به‌علاوه، وجود بارش‌های بهاری در اثر همرفت، سبب ذوب‌شدن برف‌های ذخیره‌شده‌ی فصل زمستان می‌شود و دبی رودخانه‌ها آنقدر افزایش می‌یابد که از بستر اصلی خارج شده و سبب وقوع سیل و درنتیجه به‌وجود آمدن خسارات زیادی به مناطق مختلف استان می‌شوند. با توجّه به پهنه‌بندی سیل با استفاده از تصویر ماهواره‌ای، پهنه‌بندی با روش رتبه‌بندی استراهلر و ارزش‌گذاری هر کدام از این رتبه‌ها و همچنین دخالت‌دادن عوامل توپوگرافی، شیب و زمین‌شناسی، مشاهده می‌شود که زیرحوضه‌های سیمینه‌رود و زرینه‌رود

بیشترین مساحت پهنه‌ی خطر سیل در استان آذربایجان‌غربی را دارند. درمجموع، مطالعه انجام شده نشان می‌دهد که زیرحوضه‌ی زنگمار از دیدگاه شدّت سیل‌خیزی در طبقه‌ی خطر سیل شدید بوده و تنها زیرحوضه در منطقه‌ی مورد مطالعه است که در طبقه‌ی شدید از نظر خطر سیل‌خیزی قرار دارد. برای برشمردن دلیل وضعیّت موجود در این حوضه، می‌توان به شیب زیاد، جنس خاک و بارش‌های برف و باران در طیِّ فصول زمستان و بهار اشاره کرد. در این ارتباط زیرحوضه‌ی سیمینه‌رود در طبقه‌ی سیل‌خیزی نسبتاً شدید و همچنین زیرحوضه‌ی زرینه‌رود در طبقه‌ی متوسّط قرار می‌گیرند. درمجموع ۳ زیرحوضه در طبقه‌ی سیل‌خیزی عادّی، ۷ زیرحوضه در طبقه‌ی خفیف، ۱۱ زیرحوضه در طبقه‌ی نسبتاً خفیف، ۵ زیرحوضه در طبقه‌ی متوسّط، ۳ زیرحوضه در طبقه‌ی نسبتاً شدید قرار گرفته‌اند که لازم است برای مهار سیلاب و کاهش شدّت سیل‌خیزی، بر اساس اولویت طبقات اقدامات لازم صورت گیرد.

منابع

Cecoti Oskoei, Broshkeh R. W. A., 2001, **The Application of Remote Sensing in Flood Zoning Studies, Case Study PF Miandoab Plain In Western Azerbaijan Province,** Proceedings of Sixteen International Conference of River Engineering, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

Gaemi H. and et al., 1996, **The Modeling of Flood in Karkheh Subbasins,** Nivar, No. 32, PP.45-66.

Ghafar G., 2004, **The Zonation of Flood Hazards Zoning Using Geographic Information System; Case Study: Babolrod River,** Natural Resources Engineering, M.A. Thesis of Mazandaran University.

Iranian Census Centre, 2006, **Census Report of Western Azerbaijan**.

Mahdavi Mohamad, 1998, **the Study of Economical, Social, and Environmental Impact of Flood Disaster,** Especial Workshop of River Flood Control.

Soil Conservation and Watershed Management Research Centre of Iran, 2006, **Flood Distribution in Drainage Basins, Jihad Keshavarzy Ministry, Forest**, Rangland and Watersheds Management of Iran Organization.

Telvari, A., 1997, **Management of Flood Control, Especial Worshop of Flood Control.**

Vahabi, J., 1998, **The Zonation of Flood Hazards Using Remote Sensing And Geographic Information System in Talegan Watershed**, M.A. Thesis of Tarbiat Modares University.

Islam, M. D. and Sado, K., 2000, **Development of Flood Hazard Maps of Bangladesh Using NOAA-AVHRR Image Whit GIS**, Hydrology Sciences Journal, Vol. 45, No. 3, PP. 24-36.

Line, J.Y., YU, S.L. and Lee T.C, 2000, **Managing Taiwan's Reservoir Watersheds by the Zoning Approach**, Journal of American Water Resources Association, Vol. 36, No. 5, PP. 989-1001.

Yang, C.R., and Tsai, C.T., 2000, **Development of a GIS-based Flood Information System for Floodplain Management and Damage Calculation**, Journal of the American Water Resources Association, Vol. 36, No. 3, PP.45-59.