

پژوهش های جغرافیایی - شماره ۵۴، زمستان ۱۳۸۴

صص ۵۷-۴۷

## ارتباط ویژگی های ژئومرفولوژیک حوضه ها و قابلیت سیل خیزی (تجزیه و تحلیل داده های سیل از طریق مقایسه ژئومرفولوژیک حوضه های فشنند و بهجت آباد)

دکتر مجتبی یمانی\* - دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

مریم عنایتی - دانشجوی دوره کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه تهران

دریافت مقاله: ۸۳/۴/۱۵

تأیید نهایی: ۸۴/۴/۱۳

### چکیده

سیل همه ساله در گوشه و کنار کشور خسارات زیادی را به منابع اقتصادی وارد می آورد. وقوع سیل و خسارات ناشی از آن در ایران طی سال های اخیر روند افزایشی داشته است؛ حال آن که به آن توجه زیادی نشده است. در این مقاله سعی شده تا تاثیر ویژگی های ژئومرفولوژیک در سیل خیزی از طریق مقایسه میزان تاثیرگذاری متغیرهای مؤثر در دو حوضه فشنند و بهجت آباد در استان قزوین مورد بررسی و مقایسه قرار گیرد. ابزارهای اصلی تحقیق را سیستم اطلاعات جغرافیایی در قالب نرم افزارهای Arcview و Arcinfo، و نرم افزار Autocad تشکیل داده است. روش تحقیق بر پایه روش تحلیلی استوار بوده است و تکنیک کار، کمیت پذیری هر یک از متغیرهای مؤثر در سیل خیزی (پوشش گیاهی، شیب، نوع خاک، سنگ شناسی، رتبه بندی آبراهه ها) بوده است. این متغیرها در قالب لایه های اطلاعاتی وارد سیستم شده و در نهایت با تلفیق لایه های مذکور و تجزیه و تحلیل آنها، نقشه نهایی پهنه بندی خطر وقوع سیل دو حوضه با پهنه های متفاوت تهیه گردیده است. جهت مقایسه سیل دو حوضه از روش تحلیلی و اختلاف متغیرهای ژئومرفولوژیکی موجود بهره گرفته شده است. با بررسی شرایط طبیعی و پهنه بندی خطر وقوع سیل در دو حوضه ملاحظه می شود که زمینه های طبیعی بسیار مساعدی برای وقوع سیل وجود دارد. با این وجود در حوضه فشنند به دلیل شیب زیادتر و نیز غلبه سایر متغیرهای مورد بررسی، نیروی برشی آب زیادتر شده و در نتیجه قدرت فرسایشی جریان افزایش می یابد و از اینرو سیل خیزی در این حوضه به مراتب بیشتر از حوضه بهجت آباد می باشد. نتایج بدست آمده نشان می دهد که حوضه آبخیز بهجت آباد از نظر ژئومرفولوژی نسبت به حوضه آبخیز فشنند مراحل تکاملی بیشتری را طی نموده است. همچنین حوضه فشنند از نظر ویژگی های مرفومتريک به شکل دایره نزدیک ترمی باشد و بدیهی است این حوضه از قابلیت سیل خیزی بیشتری نیز برخوردار است؛ در صورتی که حوضه های کشیده ای مانند حوضه بهجت آباد با نسبت انشعابات متراکم تر از زمان تأخیر بالاتری برخوردار بوده و ضریب سیل خیزی کمتری دارد.

واژگان کلیدی: حوضه های آبخیز، سیل، حوضه فشنند، حوضه بهجت آباد، ژئومرفولوژی، فرسایش.

### مقدمه

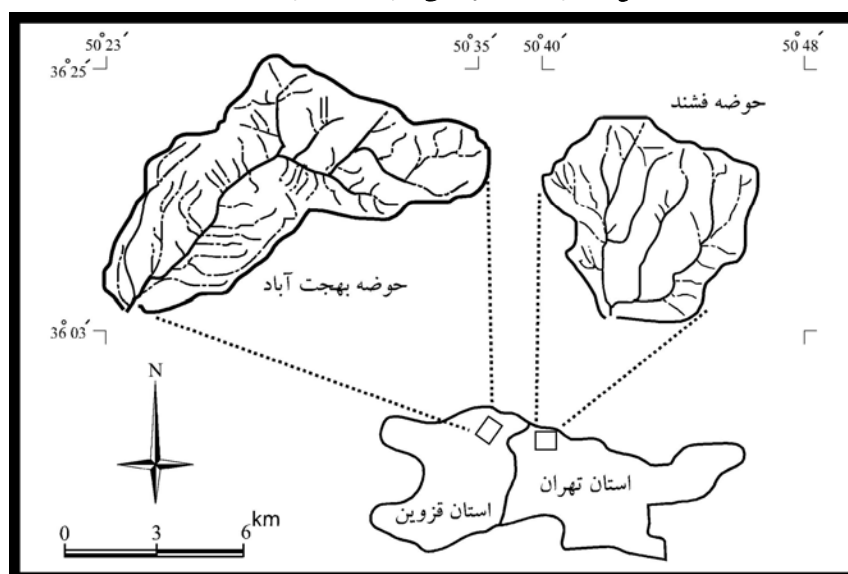
عوامل گوناگونی در جاری شدن سیل دخالت دارند که از جمله آن: شدت بارندگی، شیب حوضه، نفوذ پذیری زمین، شرایط توپوگرافی، ویژگی های پوشش گیاهی و درجه اشباع شدن خاک را می توان به عنوان عوامل مؤثر در

\* E-mail: myamani@ut.ac.ir

جاری شدن سیلاب نام برد. البته امروزه به دلیل دخالت های انسانی، ضریب سیل خیزی حوضه ها تغییر نموده و عمدتاً موجب کاهش دوره بازگشت آن شده است. فعالیت بشر به شکل های گوناگونی احتمال وقوع سیل را افزایش داده که از جمله ساختمان سازی در بستر سیلابی رود و تجاوز به حریم رود خانه موجب کاهش ظرفیت طبیعی رود شده است (توماس<sup>۱</sup> ۱۹۶۸، ص ۴۵). به این ترتیب محدوده ای از دشت سیلابی که در زمان طغیان زیر آب می رود، گسترده تر می گردد. شهر سازی و حذف گیاهان باعث کاهش نفوذ پذیری و افزایش رواناب سطحی می شود. حجم زیاد رواناب از یک طرف بر بزرگی طغیان می افزاید و از طرف دیگر موجب افزایش نقل و انتقال رسوباتی می شود که با برجای گذاشته شدن آنها ظرفیت بستر اصلی رودخانه کاهش می یابد.

حوضه های مورد بررسی در این تحقیق، حوضه های فشد و بهجت آباد می باشند (شکل شماره ۱). این دو حوضه به ترتیب با مساحتی برابر ۳۵/۴ و ۶۱/۶۴ کیلومتر مربع و موقعیت جغرافیایی بین ۳° و ۳۶° تا ۲۵° و ۳۶° عرض شمالی و ۲۳° و ۵۰ تا ۴۸° و ۵۰ طول شرقی در دو محدوده جدا از هم در استان های تهران و قزوین قرار دارند. حوضه های فشد و بهجت آباد به ترتیب دارای ارتفاع متوسطی برابر ۲۵۳۴ و ۲۰۲۶ متر می باشند. طول آبراهه های اصلی در دو حوضه ۶/۳۲ و ۱۷/۲۷ کیلومتر و تراکم شبکه آبراهه ای دو حوضه به ترتیب ۱/۶۲ و ۱/۸۰ و زمان تمرکز در دو حوضه ۰/۵۲ و ۱/۸۴ می باشد (بر اساس روش کریپچ). تأثیر اختلافات ژئومورفولوژیک در اختلاف سیل خیزی حوضه های آبخیز فشد و بهجت آباد فرضیه این تحقیق را تشکیل داده اند.

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه های مورد مطالعه



سیل خیزی همواره شاید به عنوان یکی از مهم ترین بلایا و مخاطرات محیطی بشمار می رفته است. تاکنون مطالعات زیادی چه در داخل و چه در خارج کشور در خصوص موضوع سیل خیزی انجام شده است. از جمله، توماس و بنسون با استفاده از ۷۰ پارامتر جریان رودخانه ای و ۳۱ مشخصه حوضه های آبخیز به بررسی مهم ترین عوامل فیزیکی و اقلیمی مؤثر در مدل های منطقه ای سیلاب پرداخته اند. آنها نتیجه گرفتند که سطح حوضه، شاخص های ذخیره، مقدار نزولات

جوی و شدت و تواتر آنها، تبخیر و تعرق و درجه حرارت مهم ترین مشخصه های یک حوضه آبخیز می باشند که می توانند در تدوین معادلات تناوب سیل حوضه نقش داشته باشند (توماس و بنسون ۱۹۶۸). کانتی و موسلو<sup>۱</sup> مدلی را برای تخمین دبی های حداکثر لحظه ای با احتمال وقوع مختلف برای برخی از حوضه های ایتالیا ارائه کردند. آنها از خصوصیات فیزیکی دبی های متوسط روزانه و دبی های حداکثر لحظه ای سالیانه حوضه ها جهت مدل منطقه ای سیلاب استفاده نمودند. (کانتی و موسلو ۱۹۸۷). در مورد ویژگی های طبیعی حوضه آبخیز فشند و همچنین استان قزوین مطالعاتی توسط سازمان جهاد کشاورزی استان تهران انجام پذیرفته است. به جز این دو حوضه، سازمان های متعددی در مورد سیل خیزی حوضه ها کار نموده اند که در این میان بیشترین مطالعات از سوی وزارت نیرو انجام پذیرفته است. همچنین پایان نامه های متعددی به صورت موردی در خصوص مسئله سیلاب تهیه شده است.

### مواد و روش ها

از آنجا که هدف اصلی تحقیق مقایسه تحلیلی عوامل مؤثر در وقوع سیلاب در دو حوضه فشند و بهجت آباد به عنوان مطالعه موردی بوده، از اینرو عوامل مورد بررسی، روش ها، تکنیک ها و ابزار های تحقیق به شرح زیر انتخاب گردیده است:

#### الف) متغیرهای مؤثر بر سیلاب:

با استناد به مبانی نظری تحقیق، متغیرهای مؤثر بر سیلاب بسیار متنوع می باشند، اما میزان تأثیرگذاری آنها یکسان نیست. در این بررسی از میان متغیرهای مؤثر، پنج متغیر به دلیل اهمیت و تأثیر بیشتر بر سیلاب و از طرفی انطباق با تکنیک تحقیق انتخاب شده است. این عوامل عبارتند از: شیب حوضه، زمین شناسی، خاک، پوشش گیاهی و رتبه آبراهه ها.

شیب حوضه به دلیل رابطه مستقیم و نسبتاً پیچیده ای که با مقدار نفوذ آب و جریان سطحی و نیز رطوبت خاک دارد، انتخاب شده است. بیشتر مساحت حوضه آبخیز فشند را شیب های بالای ۳۰ درصد تشکیل داده و از این نظر از شیب بیشتری نسبت به بهجت آباد برخوردار است. همین عامل به عنوان یکی از فرضیات تحقیق می تواند از علل اصلی در سیل خیزی این حوضه محسوب شود.

عوامل اصلی زمین شناسی که رواناب سطحی را تحت تأثیر قرار می دهد به دو گروه سنگ شناسی و ساختار زمین شناسی طبقه بندی شده اند. تأثیرات سنگ شناسی در ارتباط با ترکیب، بافت و لایه بندی سنگ ها است. در صورتی که ساختار زمین شناسی در ارتباط با عدم پیوستگی مثل گسل ها و نیز چین خوردگی ها می باشد (رفاهی ۱۳۷۵). سنگ شناسی منطقه و خاک حاصل از آن تا حدود زیادی تعیین کننده شدت و ظرفیت نفوذپذیری بوده و رواناب را تحت تأثیر قرار می دهد. هنگامی که سنگ ها قابلیت نفوذ کمی داشته باشند به طور مستقیم باعث گسترش سیستم آبراهه ای می شوند و مقدار زیادی جریان سطحی ایجاد می کنند. ویژگی های سنگ شناسی به طور غیر مستقیم بر روی مشخصات حوضه تأثیرگذار است. مطالعه زمین شناسی در دو حوضه نشان می دهد که حوضه های آبخیز فشند و بهجت آباد نسبتاً از زمین های با نفوذ پذیری کم تشکیل شده و از این نظر توان بالقوه بالایی در ایجاد سیل دارند.

نفوذ پذیری و قابلیت جذب آب توسط خاک نقش اساسی در تبدیل باران به رواناب دارد. افزایش تراکم پوشش گیاهی از شدت رواناب های سطحی که منجر به ایجاد سیل می شوند، می کاهد (احمدی ۱۳۷۴). از اینرو وضعیت خاک و پوشش گیاهی حوضه نیز به عنوان متغیر های اساسی مورد ارزیابی قرار گرفته اند. بدیهی است برای احیاء و توسعه مراتع و رعایت اصول مرتعداری، حفظ خاک و تقویت پوشش گیاهی ضروری می باشد.

شبکه آبراهه های حوضه نشان دهنده چگونگی تخلیه رواناب از حوضه می باشد. نحوه استقرار این شبکه ها در سطح حوضه می تواند در ارتباط با لیتولوژی، نفوذ پذیری و ... توجیه شود (علیزاده ۱۳۷۷، ص ۸۵). از آنجا که تراکم زهکشی نقش اساسی در زمان تمرکز و اوج سیلاب دارد، بنابراین جزء متغیر های تأثیر گذار منظور شده است. در این راستا حوضه آبخیز بهجت آباد از نسبت انشعابات زهکشی بالاتری نسبت به حوضه فشند برخوردار است.

### ب) تجزیه و تحلیل پارامترهای مؤثر:

پس از مشخص نمودن متغیر های مؤثر بر سیلاب، اقدام به تهیه نقشه های هر متغیر در محیط نرم افزاری Arcinfo و Arcview و Autocad گردیده است. سپس با استفاده از تکنیک امتیاز دهی، متغیرها به چهار پارامتر مشخص تقسیم گردیده و بر اساس درجه اهمیت هر یک از متغیرها، به هر متغیر امتیازاتی از (۱) تا (۱۰) داده شده است. در این خصوص به هر متغیری که نقش بیشتری در وقوع سیلاب داشته، امتیاز بیشتری تعلق گرفته است و بالعکس. در مرحله بعد با استفاده از حاصل جمع این متغیرها و امتیازات آنها در محیط نرم افزاری Arcview اقدام به تلفیق نقشه های مورد مطالعه گردیده است. ابتدا هر دو حوضه به چهار پهنه احتمال وقوع ضعیف (کم)، متوسط، نسبتاً زیاد و زیاد تقسیم بندی شده اند. سپس با دخالت متغیر رتبه بندی آبراهه ها، با توجه به این که میزان و رویکرد سیل در طول آبراهه اصلی از دامنه و فراوانی بیشتری برخوردار است، بنابر این با توجه به حداقل و حداکثر امتیاز موجود در هر لایه اطلاعاتی اقدام به طبقه بندی و در نهایت نقشه پهنه بندی سیل به تفکیک در هر دو حوضه گردیده است.

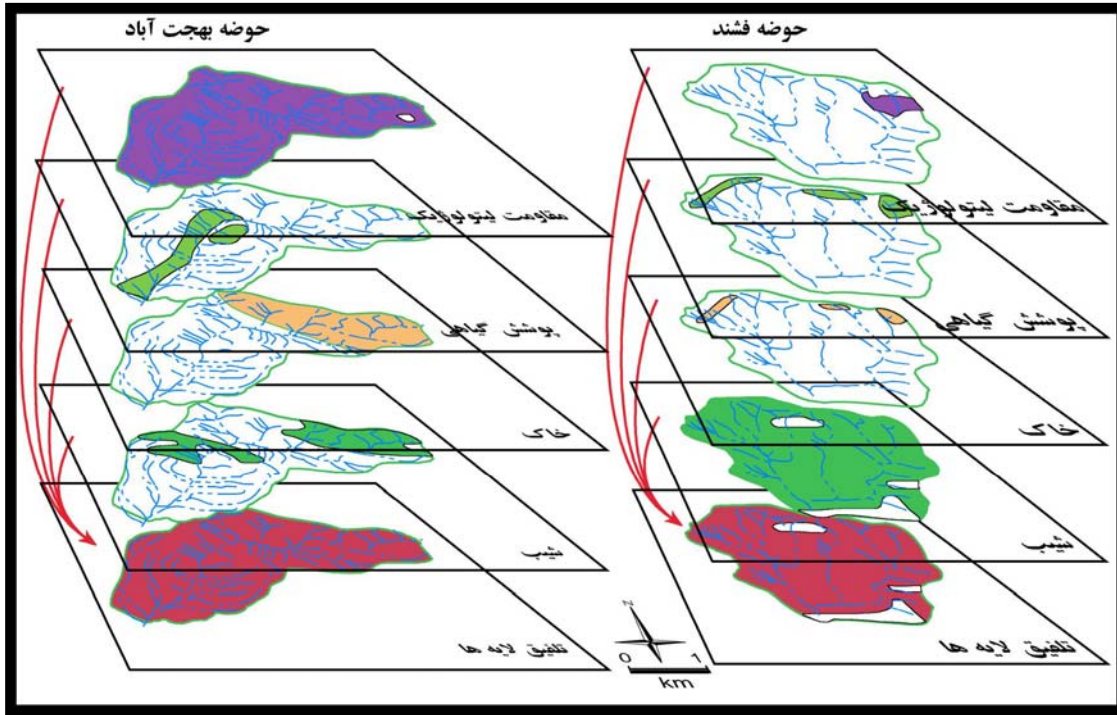
### پهنه بندی خطر وقوع سیل

حوضه های آبخیز فشند و بهجت آباد از لحاظ پارامترهای مورد بررسی (سنگ شناسی، شیب، پوشش گیاهی، نوع خاک، رتبه بندی آبراهه ها) به پهنه هایی با احتمال وقوع زیاد، احتمال وقوع نسبتاً زیاد، احتمال وقوع متوسط، احتمال وقوع ضعیف و احتمال وقوع خیلی ضعیف تقسیم شده است.

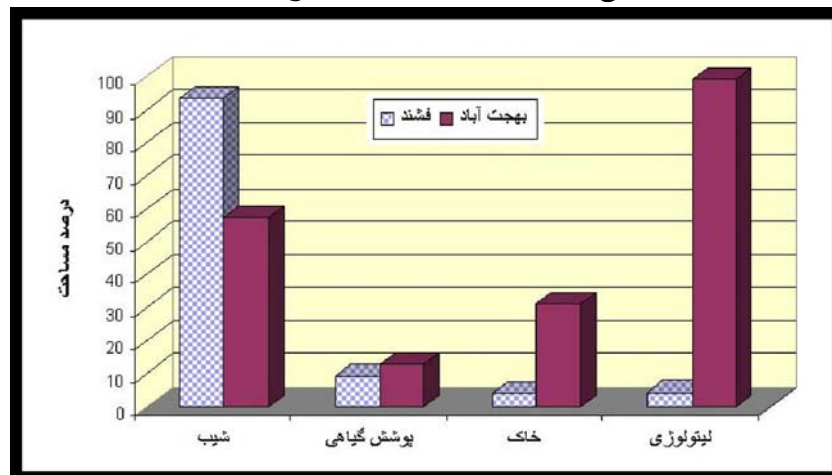
پهنه های با احتمال وقوع زیاد عموماً شیب های بالای ۳۰ درصد را در دو حوضه شامل می گردد. این پهنه ها عموماً پوشیده از سنگ های با نفوذ پذیری کم، سطوح عاری از پوشش گیاهی و سطوح فاقد پوشش خاکی را تشکیل می دهد. شکل شماره (۳) درصد پهنه بندی دو حوضه را نشان می دهد که ۹۳/۷ درصد از حوضه آبخیز فشند را شیب بالای ۳۰ درصد تشکیل می دهد. این در حالی است که سطوح دارای همین شیب تنها ۵۰ درصد حوضه آبخیز بهجت آباد را تحت پوشش دارد. همچنین ۹۸ درصد از مساحت حوضه آبخیز بهجت آباد را زمین های با نفوذ پذیری خیلی کم تشکیل داده است. همان گونه که در شکل شماره (۲) دیده می شود، ابتدا پهنه هایی که احتمال وقوع سیل در آنها زیاد است، تفکیک و با یکدیگر تلفیق شده اند. در لایه تلفیق شده محدوده هایی وجود دارد که هر چهار پارامتر (سنگ شناسی،

شیب، پوشش گیاهی، نوع خاک) در آن حضور دارد. پایین ترین امتیاز مربوط به مناطقی است که تنها یکی از پارامترها در آن لایه وجود دارد.

شکل ۲- پهنه های با احتمال وقوع سیل خیزی بالا



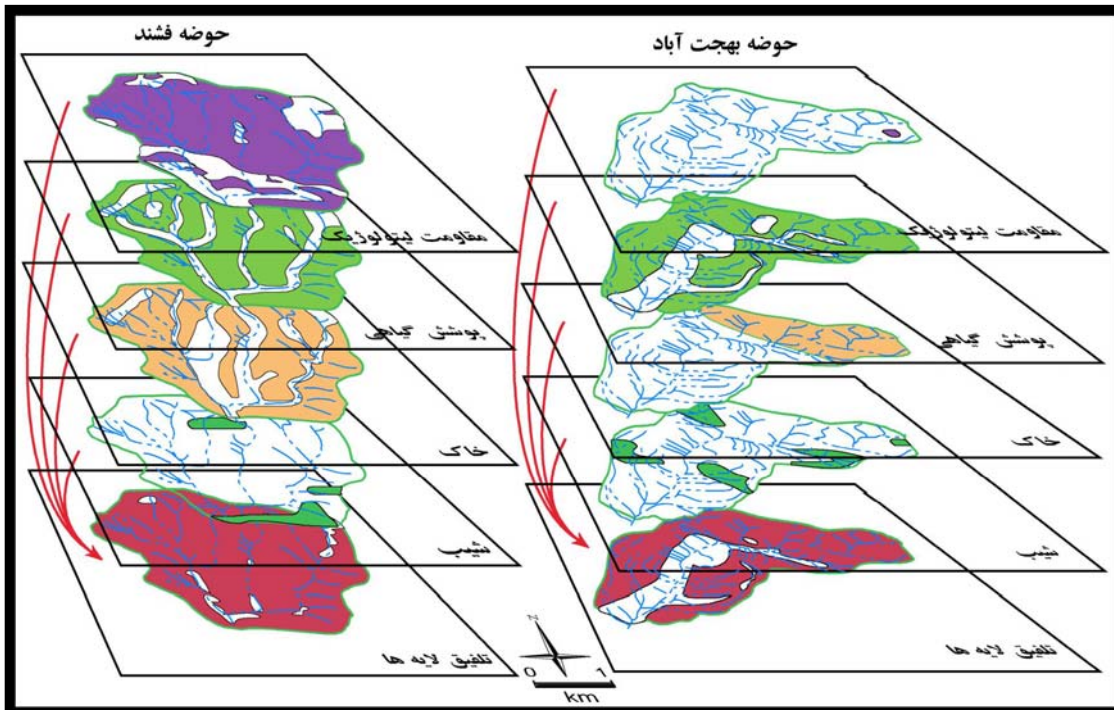
شکل ۳- توزیع پهنه های سیل خیز با احتمال وقوع زیاد در دو حوضه



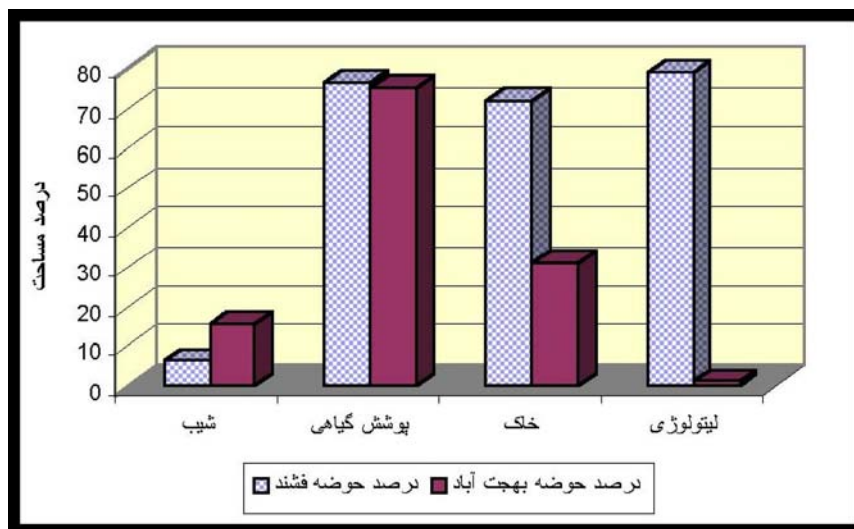
پهنه های با احتمال وقوع نسبتاً زیاد، پهنه هایی با شیب بین ۲۰-۳۰ درصد، واحد سنگ شناسی نسبتاً نفوذ پذیرتر، مراتع با پوشش گیاهی ضعیف و خاک های کم عمق را شامل می شود. با توجه به شکل شماره (۴) لایه هایی که دارای امتیاز نسبتاً زیاد از لحاظ وقوع سیل می باشند از وسعت زیادی برخوردارند. بالاترین امتیاز در این لایه مربوط به محدوده هایی است که هر چهار لایه بر روی یکدیگر قرار گرفته اند. پایین ترین امتیاز مربوط به لایه ای می باشد که تنها در آن یک

متغیر اهمیت داشته است. شکل شماره (۵) درصد پهنه بندی دو حوضه را نشان می دهد. در این شکل پهنه های با احتمال وقوع نسبتاً زیاد در حوضه آبخیز فشند نسبت به حوضه آبخیز بهجت آباد بیشتر است.

شکل ۴- تلفیق لایه پهنه بندی احتمال وقوع نسبتاً زیاد



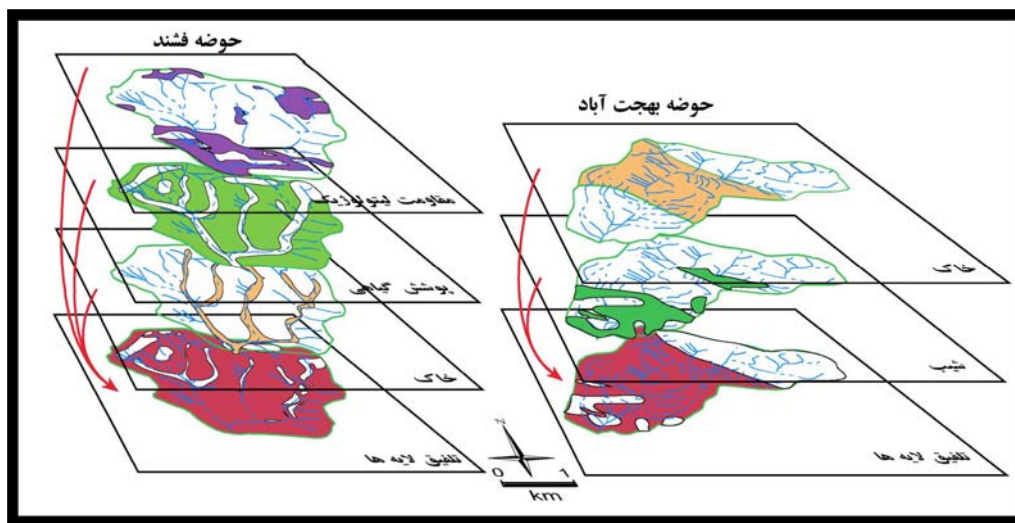
شکل ۵- نمودار درصد پهنه های با احتمال وقوع نسبتاً زیاد در حوضه های فشند و بهجت آباد



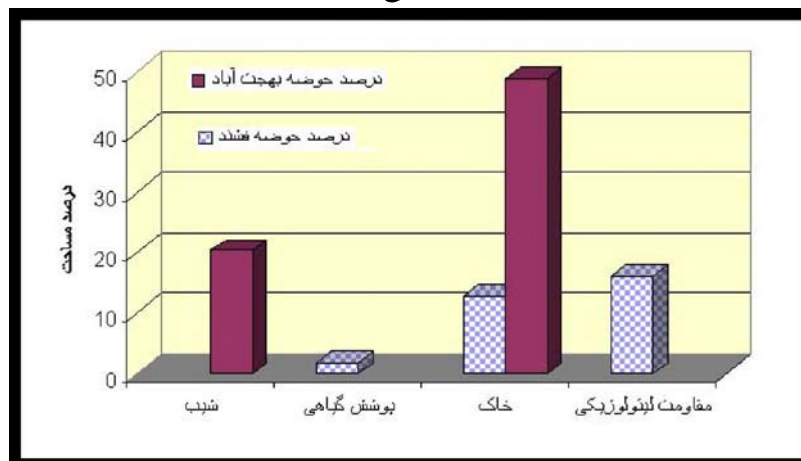
پهنه های با احتمال وقوع متوسط شامل پهنه هایی که شیب ۲۰-۱۰ درصد دارند، واحد سنگ شناسی با نفوذ پذیری متوسط، سطوح با پوشش خاک آبرفتی با نفوذ پذیری نسبتاً خوب و پوشش گیاهی متوسط را شامل می شود. با توجه به شکل شماره (۶) مشاهده می شود لایه هایی که از لحاظ وقوع سیل دارای امتیاز متوسط می باشند در این نقشه مشخص

شده و لایه نهایی از تلفیق لایه ها بوجود آمده است. بالا ترین امتیاز در این لایه از نقشه مربوط به محدوده هایی است که هر چهار لایه بر روی یکدیگر قرار گرفته اند. با توجه به کوهستانی بودن حوضه آبخیز فشند و با توجه به این که شیب های ۱۰ تا ۲۰ درصد در این حوضه تقریباً وجود ندارد، بنابر این عامل مذکور در این حوضه در نظر گرفته نشده است. از طرفی با توجه به این که سنگ های حوضه آبخیز بهجت آباد تقریباً غیر قابل نفوذ هستند و سنگ های با نفوذ پذیری متوسط در این حوضه با استناد به شاخص های تعیین شده وجود ندارد، بنابر این عوامل فوق نیز در این حوضه در لایه بندی ها در نظر گرفته نشده است. بر این اساس لایه های پهنه بندی با احتمال وقوع متوسط در حوضه آبخیز فشند، تنها شامل لایه های مقاومت لیتولوژیک، پوشش گیاهی و خاک می باشد و در حوضه بهجت آباد نیز صرفاً لایه های خاک و شیب لحاظ شده اند.

شکل ۶- تلفیق لایه پهنه بندی سیل خیزی با احتمال وقوع متوسط



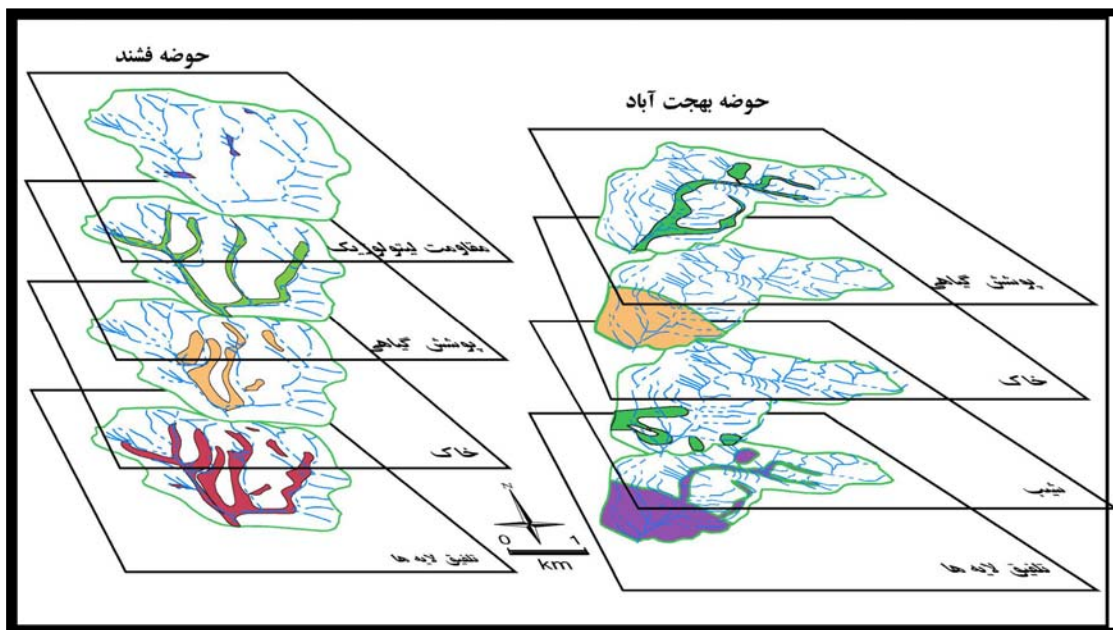
شکل ۷- پهنه های سیل خیزی با احتمال وقوع متوسط در حوضه های تحت بررسی



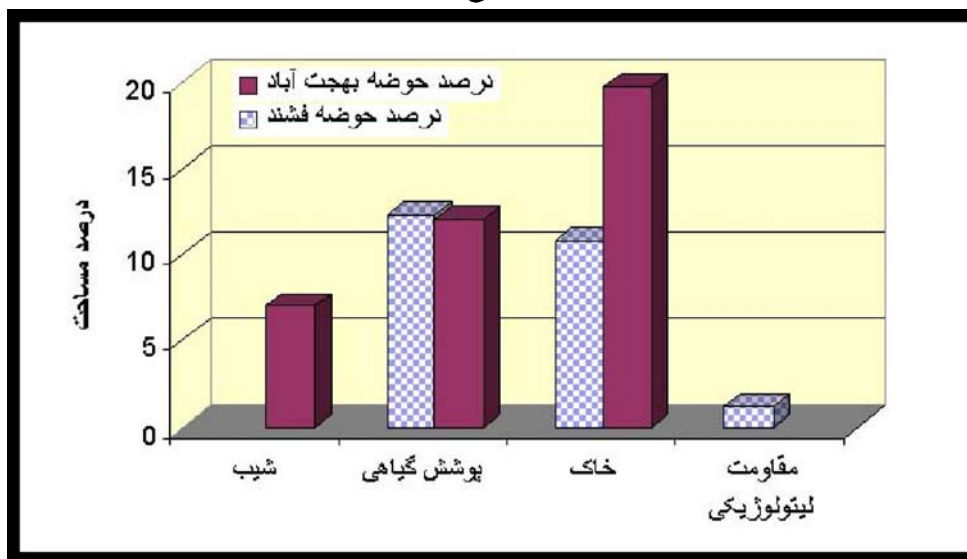
پهنه های با احتمال وقوع کم (ضعیف)، پهنه هایی را شامل می گردند که شیب آنها کمتر از ۱۰ درصد بوده و واحدهای سنگ شناسی با نفوذ پذیری خوب و نیز پوشش گیاهی به صورت چمن و باغ و دامنه های پوشیده از سنگریزه

را شامل می شود. در حوضه آبخیز فشند همان طور که اشاره گردید، شیب های کمتر از ۱۰ درصد به دلیل کوهستانی بودن حوضه تقریباً وجود ندارد. بدین لحاظ این پارامتر در این پهنه بندی در نظر گرفته نشده است. همین طور در حوضه آبخیز بهجت آباد به دلیل آن که از سازند های تقریباً نفوذ ناپذیر تشکیل شده است، بنابر این در پهنه بندی این حوضه نیز از سه لایه استفاده گردیده است.

شکل ۸- تلفیق لایه پهنه بندی سیل خیزی با احتمال وقوع کم



شکل ۹- پهنه های سیل خیزی با احتمال وقوع ضعیف در حوضه های مورد مطالعه





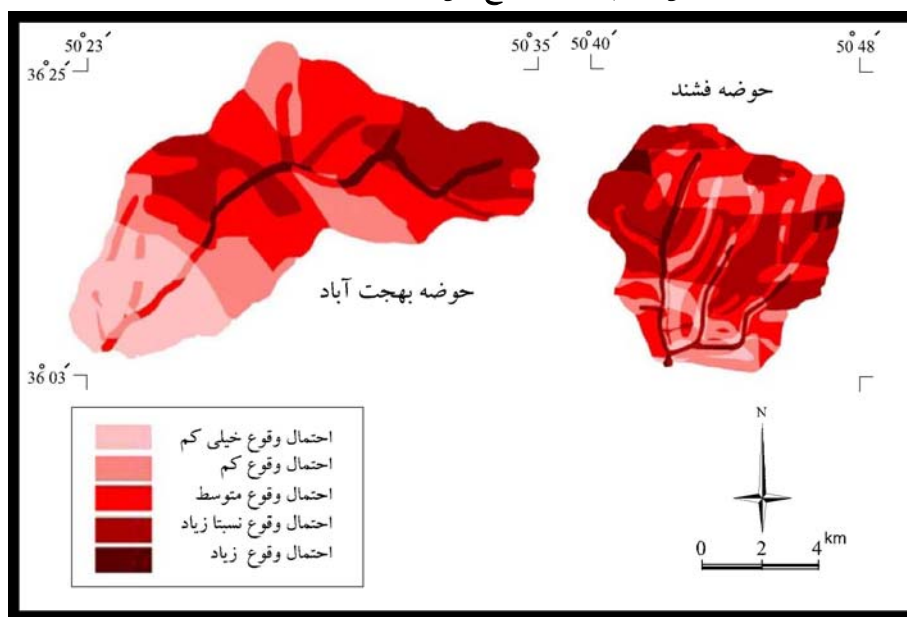
شکل شماره (۸) نشان دهنده پهنه هایی است که از لحاظ وقوع سیل دارای احتمال وقوع کم می باشند. لایه نهایی از تلفیق لایه هایی که دارای احتمال پایین می باشند بوجود آمده است. نمودار درصد پهنه بندی (شکل شماره ۹) با احتمال وقوع کم دو حوضه نشان می دهد که پهنه های با احتمال وقوع کم در حوضه فشند به مراتب بیشتر از حوضه بهجت آباد است.

### نتیجه گیری

برای دستیابی به نتیجه نهایی، چهار لایه پهنه بندی مورد تلفیق مجدداً با یکدیگر انطباق داده شده و سرانجام نقشه های نهایی پهنه بندی بدست آمده است (شکل شماره ۱۰). با توجه به این که رویکرد سیل در طول آبراهه اصلی از دامنه و فراوانی بیشتری برخوردار است، بنابر این با دخالت متغیر رتبه بندی آبراهه ها اقدام به طبقه بندی و تهیه نقشه پهنه بندی سیل به تفکیک در هر یک از دو حوضه گردیده است. در این نقشه محدوده هایی تفکیک شده اند که هر یک رتبه های معینی کسب نموده اند. پهنه های تفکیک شده شامل پنج پهنه خطر وقوع سیل، یعنی پهنه های با احتمال وقوع زیاد، نسبتاً زیاد، متوسط، کم و خیلی کم بدست آمده است. با توجه به این که شیب و همچنین ساختمان و سازند های زمین شناسی حوضه ها تأثیر بسزایی در افزایش میزان سیل خیزی حوضه ها دارند، بنابراین نتایج تحقیق نشان می دهد که در حوضه آبخیز فشند به دلیل شیب زیادتر این حوضه نیروی برشی آب زیادتر شده و در نتیجه قدرت فرسایش آب به همان نسبت زیادتر می گردد. از اینرو سیل خیزی در این حوضه به مراتب بیشتر از حوضه بهجت آباد است. لازم به یاد آوری است که میزان سیل خیزی در طول آبراهه اصلی و در پایین دست حوضه از فراوانی بیشتری برخوردار است و با توجه به ویژگی های حوضه، این روند در حوضه فشند منطقی نظر می رسد. یادآوری می شود که شکل حوضه فشند به عنوان یک ویژگی مرفومتريک به شکل دایره نزدیک تر و طبیعتاً این حوضه از قابلیت سیل خیزی بیشتری نیز برخوردار است؛ در صورتی که حوضه های کشیده ای مانند بهجت آباد با نسبت انشعابات مترکم تر از زمان تأخیر بالاتری برخوردار بوده و ضریب سیل خیزی کمتری دارند. از آنجا که این خصوصیت در تمامی حوضه تعمیم می یابد؛ بنابر این علیرغم اهمیت آن از این دیدگاه، در پهنه بندی ها لحاظ نشده است.

لازم به ذکر است که اشتراک پهنه های سیل خیز در کلیه نقشه های لایه بندی اطلاعاتی که اهمیت کمتری در پهنه بندی نسبت به بقیه دارد، در محدود کردن مناطق به اندازه سایر لایه ها دخالت خواهد کرد. با توجه به این عامل پهنه های مذکور را می توان در شمالغربی و شمالشرقی حوضه آبخیز فشند مشاهده نمود. همین طور در حوضه آبخیز بهجت آباد میزان سیل خیزی در بالا دست آبراهه اصلی بیشتر است. بنابراین با توجه به نقاط ضعف موجود، امتیاز بندی لایه های اطلاعاتی در پهنه بندی خطر وقوع سیل، این قابلیت را در اختیار می گذارد که ارزش هر واحد و هر لایه در تلفیق دخالت داده شود و تلفیق لایه های اطلاعاتی در قالب مدل های مختلف انجام پذیرد. اما در تمامی موارد نمی تواند به طور کامل با واقعیت منطبق باشد.

شکل ۱۰- پهنه بندی وقوع سیل در حوضه های فشند و بهجت آباد



## منابع و مأخذ:

- ۱- احمدی، حسن (۱۳۷۴)، ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول، فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- جهاد کشاورزی (۱۳۷۶)، آبخیزداری استان تهران، گزارش زمین شناسی شهرستان ساوجبلاغ.
- ۳- جهاد کشاورزی (۱۳۷۳)، آبخیزداری استان تهران، گزارش خاکشناسی و قابلیت اراضی.
- ۴- درویش زاده، علی (۱۳۷۰)، زمین شناسی ایران، نشر دانش امروز (وابسته به موسسه انتشارات امیر کبیر).
- ۵- دور نکامپ و همکاران (۱۳۷۰)، تحلیلهای کمی در ژئومورفولوژی، ترجمه جمشید فریفته، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۶- دفتر مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران (۱۳۷۱)، اولین کنفرانس بین المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری، بخش دوم سیل و طوفان.
- ۷- رفاهی، حسینقلی (۱۳۷۵)، فرسایش آبی و کنترل آن، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۸- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ آبیک.
- ۹- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ زاغه.
- ۱۰- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ فشند.
- ۱۱- سازمان زمین شناسی کشور، نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شکران.
- ۱۲- سازمان زمین شناسی کشور، نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ قزوین - رشت.

- ۱۳- سازمان زمین شناسی کشور، گزارش نقشه زمین شناسی قزوین - رشت به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰.
- ۱۴- سازمان تحقیقات آب و خاک (۱۳۷۰)، نقشه ارزیابی منابع و قابلیت اراضی استان تهران.
- ۱۵- سازمان نقشه برداری: عکسهای هوایی ۱:۵۵۰۰۰ سال ۱۳۳۴ دو منطقه فشند و بهجت آباد.
- ۱۶- علیزاده، امین (۱۳۷۸)، اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ یازدهم، انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۱۷- مهدوی، محمد (۱۳۷۱)، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۸- یساقی، علی (۱۳۶۸)، تحلیل ساختاری و زمین ساختی جنوب باختری البرز(شمال تهران، دانشگاه تربیت مدرس).

19- Caunti. P.and U. Moisello (1987), Methods for estimating the peak discharge through the records of mean daily discharge proceeding of the in ternational symposium on flood fregunce and risk analysis.

20- Thomas W .O. and M. A. Benson (1968), uniform flood fregency estimating methods for federal agences water resources geology. p. 891-9080.