

## ارزیابی مخاطرات ژئومورفولوژیکی و شناسایی پهنه های محدودکننده توسعه شهری با استفاده از مدل منطق فازی (مطالعه موردی؛ شهر طالقان)

نفیسه طبایی<sup>۱</sup> \* بهرام آزادبخت<sup>۲</sup> غلامحسین اسکانی کزازی<sup>۳</sup>

### چکیده

ویژگی های ژئومورفولوژیکی یک منطقه از جمله عوامل مهم و تاثیرگذار در مخاطرات طبیعی محسوب می شود. تاثیر این عوامل در طالقان به عنوان یکی از مناطق کوهستانی کشور بارزتر است. در این تحقیق با در نظر گرفتن ۱۱ شاخص موثر در وقوع مخاطرات زمین لغزش، سیلاب و زلزله با استفاده از مدل منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه مخاطرات ژئومورفولوژیکی تهیه شده است. در واقع با استفاده از این نقشه مناطق مستعد و محدودکننده توسعه طالقان شناسایی شده است. برای این کار ابتدا شاخص های مورد نظر در محیط GIS تهیه شده و سپس جهت به کارگیری شاخص ها در مدل منطق فازی برای هر کدام از شاخص ها بر اساس نظرات کارشناسی توابع عضویتی فازی تعیین شده است. در واقع جهت پهنه بندی هر یک از مخاطرات، شاخص ها به طور جداگانه عضویت فازی آن ها مشخص شده است. در مرحله بعد با استفاده از توابع Linear و Near در محیط GIS لایه ها فازی شده و سپس عملیات هم پوشانی به تفکیک انواع مخاطرات بر روی آن ها اعمال گردید. با هم پوشانی سه نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش، سیلاب و زلزله نقشه خطر ژئومورفولوژیکی تهیه شد. در نهایت با طبقه بندی نقشه نهایی بر اساس شکستگی های طبیعی مشخص شد که حدود ۱۳/۶۴ درصد (معادل ۱۵۲ کیلومتر مربع) از محدوده مطالعاتی در پهنه های مستعد و خیلی مستعد به لحاظ مخاطرات ژئومورفولوژیکی قرار گرفته که عمدتاً این نواحی در بخش های شرق، مرکز و غرب محدوده مطالعاتی قرار دارند.

**واژه های کلیدی:** مخاطرات ژئومورفولوژی، توسعه شهر، منطق فازی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، طالقان

### ۱- مقدمه

در طول تاریخ انسان همواره در تلاش بوده تا جهت استقرار در مکان، مطلوب ترین مناطق را برای معیشت خود برگزیند. بیشتر سکونتگاه های انسانی اخیراً در شهرهای بزرگ و کوچک وجود داشته و به طور فزاینده نیز رشد آن رو به گسترش است. بیشتر این سکونتگاه ها در مکان هایی متمرکز می شوند که دارای منابع بهینه آب و خاک باشد. به همین دلیل کوهپایه های مناطق کوهستانی به ویژه در کشوری همانند ایران از جمله نقاطی است که بیشترین جمعیت را در خود جای داده است. ایجاد شهرها و شهرک ها در کنار سکونتگاه های اولیه از پیامدهای ازدیاد جمعیت و نیاز روزافزون انسان برای فضای بهتر

<sup>۱</sup> نفیسه طبایی، کارشناس ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه آزاد،

<sup>۲</sup> بهرام آزادبخت، دکترای ژئومورفولوژی، هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی،

<sup>۳</sup> غلامحسین اسکانی کزازی، دکترای ژئومورفولوژی، هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی،

جهت ادامه حیات است (رجائی، ۱۳۸۸). بسیاری از شهرهای کشور در ارتباط با ساختار محیط طبیعی خود همچون فرارگیری در مجاورت و یا عبور رودخانه‌ها، ناپایداری دامنه‌های ناشی از وجود ناهمواری، فرارگیری در دامنه ارتفاعات، هم‌جواری با گسل‌های فعال و غیره آسیب‌های فراوانی دیده‌اند و یا همواره در معرض آسیب هستند (خدایی و همکاران، ۱۳۹۲). در یک مقیاس وسیع، مکان شهر ممکن است بر اساس مزیت‌هایی که عوامل چشم‌انداز دارند، انتخاب شوند ولی در مرحله بعد ممکن است شهر بر اساس عوامل اقتصادی گسترش یابد و به مسائل مربوط به زیرسازی و آثار توسعه بر و چشم‌انداز محیط توجه دقیقی نشود (روستایی، ۱۳۸۶، ص ۲۲). بدیهی است معضلات شهرهای امروز فقط در مسائل اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی خلاصه نشده، بلکه عوامل طبیعی سازنده بستر شهرها نیز در این روند تأثیر به‌سزایی دارد. با توجه به این امر ممکن است فرایندهای تهدیدکننده محیطی در زمان‌های مختلف به‌صورت غیرقابل‌پیش‌بینی اتفاق بیافتند و بخشی از موقعیت سکونتگاه‌های شهری را به مناطق ناامن و پرخطری تبدیل کند.

یکی از مهم‌ترین مسائل در برنامه‌ریزی شهری، شناسایی پهنه‌هایی بوده که ممکن است در آینده آسیب‌های جدی را به سکونتگاه‌های شهری وارد کند. شناسایی پهنه‌های محدودکننده به لحاظ فرایندهای ژئومورفولوژیکی در پیرامون شهرها از مهم‌ترین اقدامات محققان علوم زمین بوده که باید در توسعه و عمران شهری به آن اهمیت زیادی داده شود.

با مدنظر قرار دادن اهمیت این موضوع در توسعه و عمران شهری، در این پژوهش نگارنده به ارزیابی مخاطرات ژئومورفولوژیکی و شناسایی پهنه‌های محدودکننده توسعه شهری با استفاده از مدل منطق فازی در شهر طالقان می‌پردازد.

## سوالات تحقیق

- ۱- کدام یک از عوامل ژئومورفولوژیکی بیشترین نقش را در محدود کردن توسعه شهر طالقان ایفا کرده است؟
- ۲- بیشترین مخاطرات ژئومورفولوژیکی در کدام از یک از بخش‌های منطقه مورد مطالعه وجود دارد؟

## فرضیات تحقیق

- ۱- با توجه به شیب، جهت شیب و ارتفاعات منطقه به نظر می‌رسد توپوگرافی یکی از عوامل تأثیرگذار و محدودکننده توسعه شهر طالقان در میان عوامل ژئومورفولوژیکی محسوب می‌شود.
- ۲- به نظر می‌رسد با توجه به توپوگرافی منطقه بیشترین مخاطرات طبیعی در بخش شمالی، غربی و جنوبی منطقه مورد مطالعه وجود داشته باشد.

## هدف تحقیق

### اهداف علمی

اهداف، مقاصد نهایی محقق را در فرایند تحقیق دربرمی‌گیرد که می‌تواند با توجه به اهمیت آن‌ها به اهداف اصلی و فرعی تقسیم گردد:

هدف اصلی، ارزیابی مخاطرات ژئومورفولوژیکی و شناسایی پهنه های محدودکننده توسعه شهری در شهر طالقان می باشد. هدف فرعی از تحقیق حاضر تدوین راه کارها و تصمیم هایی مناسب در رابطه با روند توسعه فیزیکی شهر طالقان با استفاده از مدل فازی است.

## اهداف کاربردی

- ۱- تلفیق مدل چند معیار فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور کارایی بهتر در شناخت عوامل مؤثر ژئومورفولوژیکی
- ۲- شناسایی پهنه های محدودکننده توسعه شهر طالقان از لحاظ مخاطرات ژئومورفولوژیکی
- ۳- ارائه راهکارها و تصمیم گیری مناسب در رابطه با روند توسعه فیزیکی شهر طالقان

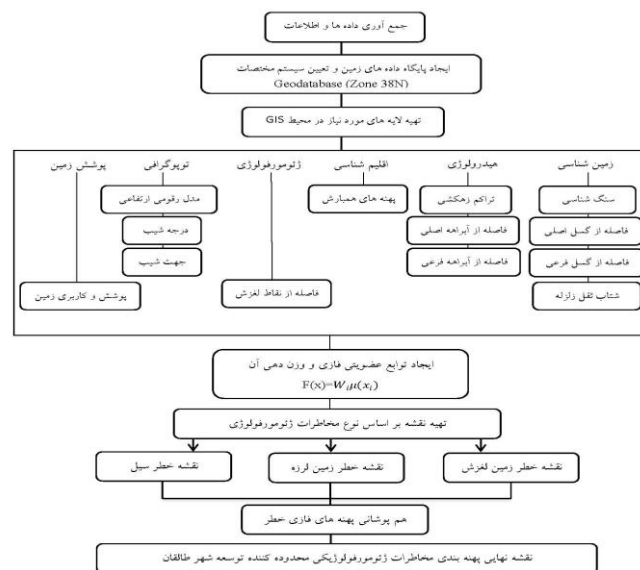
## روش تحقیق

روش گردآوری داده ها و اطلاعات بر اساس روش میدانی، کتابخانه ای و با تکیه بر اطلاعات سایت های معتبر و سازمان ها و ادارات، پایان نامه ها، مقالات، کتاب های حوزه مطالعاتی، نقشه ها و فیلم های اطلاعاتی و غیره است. به منظور گردآوری اطلاعات و داده های مورد نظر از روش های میدانی مبتنی بر مشاهده منطقه مورد مطالعه به منظور شناسایی و تعیین درجه اهمیت معیارهای مورد نظر استفاده می شود، همچنین از روش کتابخانه ای جهت جمع آوری برخی از داده ها و اطلاعات استفاده گردیده و از طریق داده سازی و پردازش با سیستم اطلاعات جغرافیایی (تحلیل های فضایی) و مدل منطق فازی برخی دیگر از داده ها تهیه می گردند. برای این منظور نیز از تصویر هوایی، نقشه ها، جداول و نمودارها و سایر داده های مرتبط جهت تهیه داده ها و اطلاعات مورد نیاز در راستای اهداف تحقیق کمک گرفته می شود.

بعد از گردآوری داده ها و اطلاعات مورد نیاز جهت تجزیه و تحلیل آن از نرم افزار Arc GIS 10 و مدل منطق فازی جهت تعیین پهنه های محدودکننده توسعه شهر طالقان از لحاظ مخاطرات ژئومورفولوژیکی استفاده می شود. در این راستا ابتدا با استفاده از نقشه ها، داده ها و تصویر هوایی منطقه مورد مطالعه در محیط GIS، لایه های مورد نیاز (همچون شیب، مدل رقومی ارتفاعی، حریم گسل، حریم آبراهه، پتانسیل لرزه خیزی، قابلیت زمین و غیره) به عنوان شاخص های ارزیابی مخاطرات ژئومورفولوژیکی استخراج و تهیه می شوند. این فرایند با ایجاد پایگاه داده در سیستم اطلاعات جغرافیایی و زمین مرجع کردن داده ها انجام می گیرد. در مرحله بعد جهت یکسان سازی مقیاس داده ها، همه لایه های ایجاد شده را با یک سیستم مشترک (UTM, Zone 39 N) و در یک محدوده معین (با استفاده از تحلیل های فضایی) تعریف می کنیم. سپس جهت استاندارد سازی لایه ها و وزن دار کردن آن ها با استفاده از توابع عضویتی فازی در محدوده صفر تا ۱ عمل کرده و داده های مورد نیاز را به صورت لایه های رستری وزن دار درمی آوریم. در مرحله بعد با هم پوشانی شاخص های هر یک از مخاطرات ژئومورفولوژی، نقشه پهنه های خطر تهیه می شود و سپس با هم پوشانی نقشه های خطر پهنه های محدودکننده توسعه شهری از لحاظ مخاطرات ژئومورفولوژی به دست می آید (نمودار ۱).



نمودار شماره ۱: چهارچوب کلی تحقیق



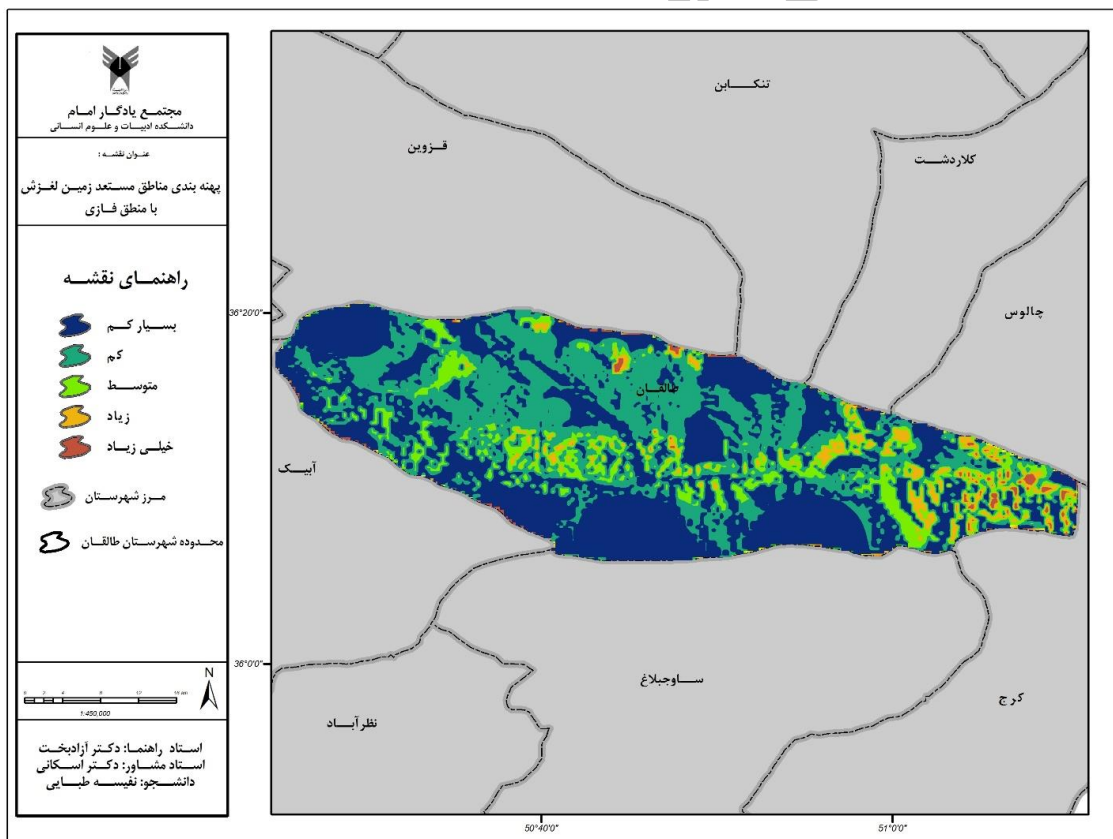
مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۵

یافته های تحقیق

جهت پهنه بندی مخاطرات ژئومورفولوژیکی لازم است تمامی شاخص های موثر در این روند در یک سیستم یکپارچه به نام سیستم اطلاعات جغرافیایی ساماندهی شوند. بنابراین با استفاده GIS داده های خام اولیه را به صورت لایه های مورد نیاز در فرایند تحقیق آماده سازی گردید. با فرض در نظر گرفته اهمیت هر شاخص نسب به شاخص های دیگر درصد تعیین اثر زیرمعیارهای مربوط به هر معیار می باشیم که با توجه به فرایندهای همچون سیل، زمین لغزش و زلزله اهمیت هر کدام از زیرشاخص ها متفاوت خواهد بود. برای تعیین ارزش تقسیمات مربوط به هر شاخص از مدل منطق فازی استفاده شده است. پس از اجرای مدل منطق فازی و اعمال توابع مورد نظر در هر لایه، نقشه های نهایی مربوط به هر کدام از مخاطرات ژئومورفولوژیکی (زمین لغزش، سیل و زلزله) تهیه گردیده که در نهایت با عمل هم پوشانی و استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) وزن و تأثیر هر کدام از مولفه های سه گانه استخراج و با اعمال آن بر نقشه های مذکور، نقشه نهایی پهنه بندی مخاطرات ژئومورفولوژیکی منطقه مورد مطالعه به دست می آید.

## پهنه بندی خطر زمین لغزش

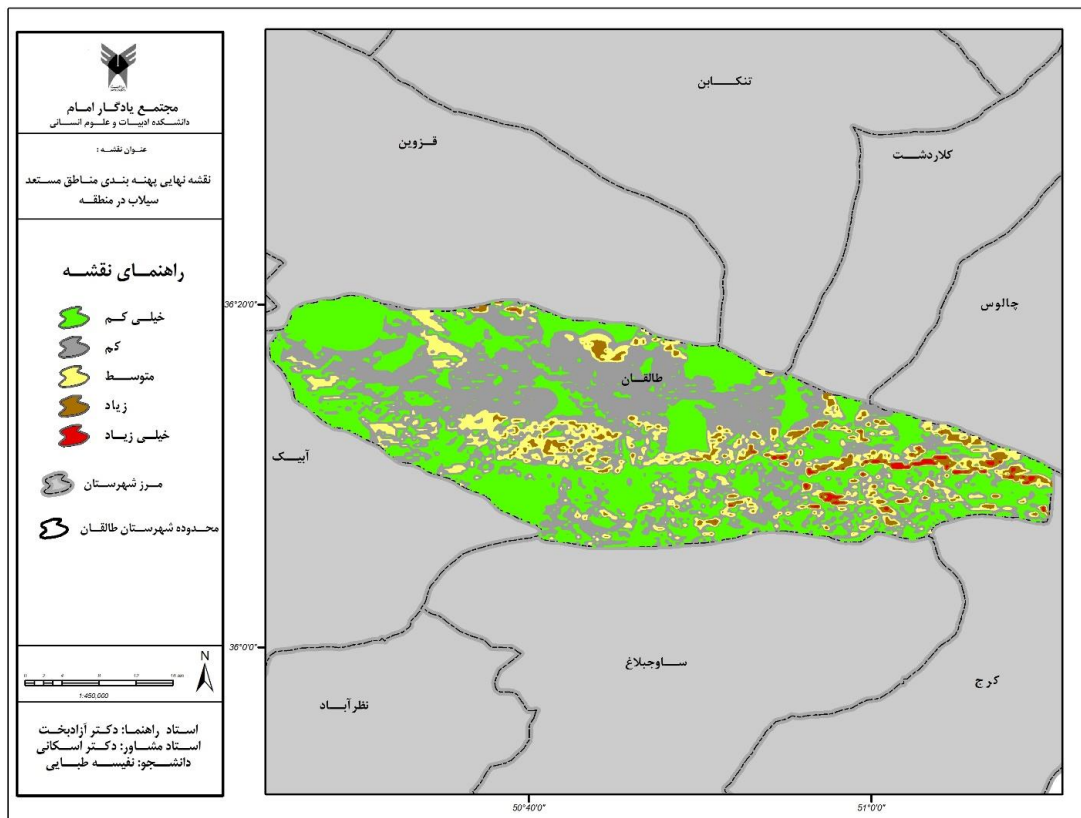
پهنه بندی خطر زمین لغزش یکی از مطالعات مهم در زمینه مخاطرات طبیعی در یک منطقه می باشد که اگر بتوان در این رابط سلسله عوامل موثر بر وقوع زمین لغزش را با استفاده از روش های پیشرفته مورد تجزیه و تحلیل قرار داد نتایج کار مطلوب تر خواهد بود. در این تحقیق با استفاده از ۱۱ شاخص موثر در فرایند زمین لغزش و با استفاده از روش ارزش گذاری تابعی فازی در سیستم اطلاعات جغرافیایی و همچنین هم پوشانی لایه های موثر نقشه نهایی پهنه بندی زمین لغزش تهیه شده و سپس با استفاده از روش شکستگی های طبیعی (Natural Breaks) به ۵ کلاس خطر طبقه بندی گردید (نقشه ۱). با توجه به نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش حدود ۶/۱۷ درصد (معادل ۶۸/۹۲ کیلومتر مربع) از محدوده مطالعاتی در پهنه های خطر زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته است که بیشتر نواحی شرقی، شمالی تا حدودی بخش های مرکزی منطقه را دربرمی گیرد. در این رابطه نواحی جنوبی و غربی محدوده شهرستان نیز وضعیت مطلوب تری نسبت به سایر بخش ها دارد.



نقشه شماره ۱: پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از مدل منطق فازی

## پهنه بندی خطر سیلاب

در این تحقیق از ۷ شاخص جهت پهنه بندی سیلاب در منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. با هم پوشانی شاخص های مورد نظر با استفاده از عملگر and فازی شاخص ها نقشه ی نهایی پهنه بندی خطر وقوع سیلاب تهیه شد. لایه مورد نظر با استفاده از روش natural breaks به ۵ کلاس طبقه بندی گردید (نقشه ۲). با استناد به نقشه طبقه بندی شده پهنه های خطر سیلاب در منطقه مورد مطالعه حدود ۶ درصد از منطقه مورد مطالعه در پهنه های خطر زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته است. بیشترین خطر وقوع در مناطق غرب و مرکز شهرستان طالقان وجود دارد.

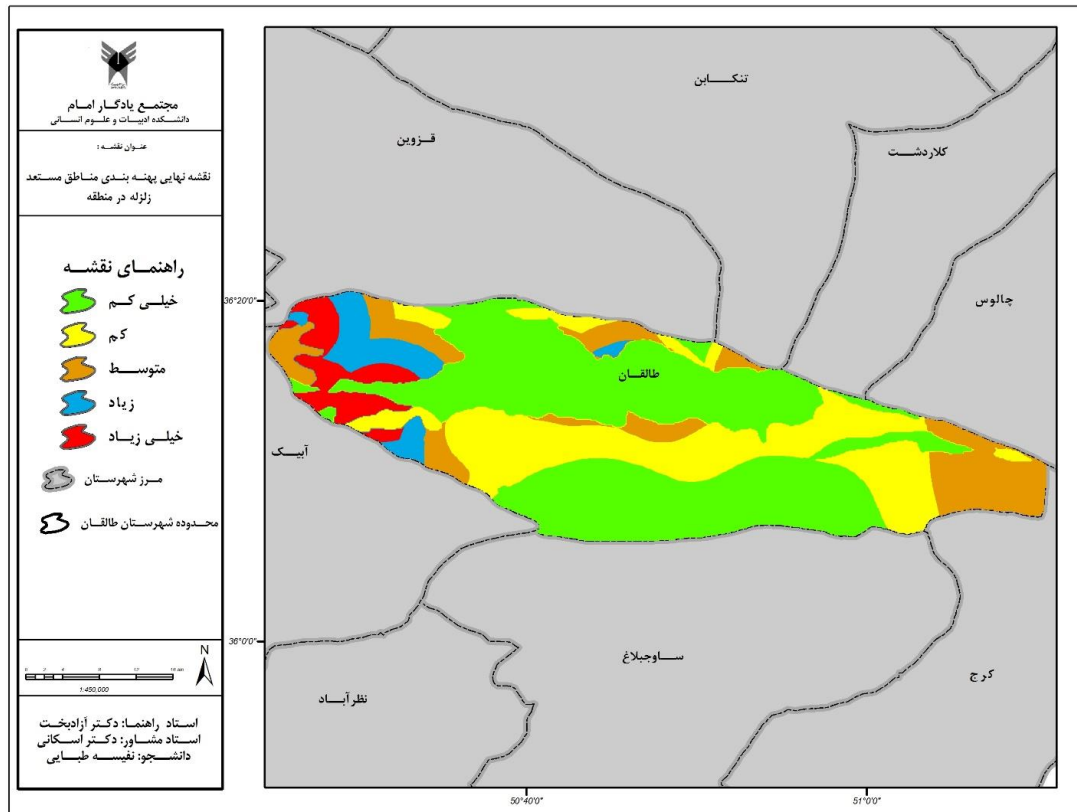


نقشه شماره ۲: پهنه بندی خطر سیلاب با استفاده از مدل منطق فازی

## پهنه بندی خطر زلزله

نقشه نهایی پهنه بندی خطر زلزله بر اساس هم پوشانی ۵ شاخص فاصله از گسل های منطقه، واحدهای سنگ شناسی، پهنه های هم شتاب زلزله به واحد Mb و فاصله از زمین لغزش های موجود انجام گرفت. لایه حاصل از این عملیات در ۵ کلاس طبقه بندی با استفاده از روش Natural breaks تهیه گردید. با توجه به آن نواحی غربی منطقه مطالعاتی بیشتر در معرض آسیب پذیری ناشی از زلزله قرار دارند. و مناطق شمالی و جنوبی کمترین خطر را دارا می باشند. لازم به ذکر است برای تهیه یک نقشه بهینه پهنه بندی زلزله باید تاثیر بسیاری عوامل دیگر را نیز در نظر گرفت ولی چون هدف این تحقیق مطالعه پهنه بندی مخاطرات ژئومورفولوژیکی می باشد شاخص ها در حد لازم برای هر کدام از فرایندها مد نظر قرار گرفته است. حدود ۱۰/۵۳ درصد از پهنه های محدوده مطالعاتی در طبقه با خطر زیاد و خیلی زیاد زلزله قرار گرفته اند که مناطق غربی شهرستان را به خود اختصاص داده است و مناطق شمالی و جنوبی شهرستان در طبقه امن قرار گرفته اند.



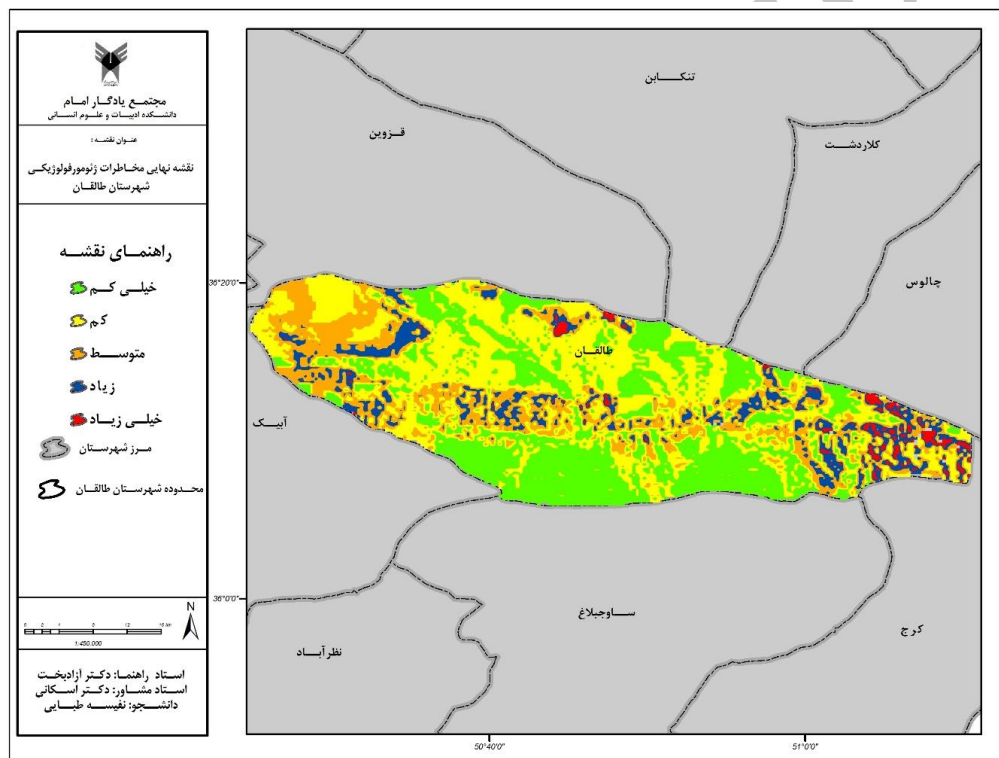


نقشه شماره ۳: نقشه نهایی پهنه های خطر زلزله با استفاده از منطق فازی

### نقشه نهایی مخاطرات ژئومورفولوژیکی منطقه

مناطق کوهستانی از مستعدترین مکان ها جهت وقوع فرایندهای ژئومورفولوژی می باشند. این فرایندها گاهی تحت عنوان مخاطرات ژئومورفولوژیکی می تواند انسان و فعالیت های وی را در معرض تهدید قرار دهد. شهرستان طالقان از جمله شهرهای مناطق کوهستانی است که وضعیت توپوگرافیکی و جغرافیایی آن نقش ویژه ای در کالبد و فضای شهری ایفا کرده است. این تاثیر به نحوی است که می تواند در برخی از محدوده فضای شهری به عنوان مخاطره، آسیب پذیری این نواحی را در پی داشته باشد. به طور کلی در این تحقیق سعی شده است با مدل منطق فازی به عنوان یک سیستم خبره و تلفیق آن با سیستم اطلاعات جغرافیایی پهنه های خطر ژئومورفولوژیکی را شناسایی و بررسی کرد. بنابراین با تعیین شاخص های موثر در فرایندهای ژئومورفولوژیکی که شامل زمین لغزش، سیلاب و زلزله می باشد بستر لازم را جهت تحلیل و مدل سازی فراهم کرده ایم. در ابتدای کار شاخص های موثر در هر یک از مخاطرات ژئومورفولوژیکی به صورت لایه های قابل استفاده در مدل منطق فازی تهیه شدند و سپس با استفاده از نظر متخصصان در این زمینه برای لایه های مورد نظر توابع عضویتی فازی مشخص گردید. بعد از تعیین توابع عضویتی لایه ها بر اساس آن در محیط GIS و با استفاده از تحلیل Fuzzy membership شاخص ها به صورت استاندارد و در بازه عضویتی صفر تا یک تهیه شدند. سپس با عملیات هم پوشانی وزنی لایه های فازی موثر در هر یک از انواع مخاطرات ژئومورفولوژیکی نقشه های پهنه بندی مربوط به مخاطرات زلزله، سیلاب و زمین لغزش تهیه گردید. در مرحله بعد طبقه بندی پهنه ها در ۵ کلاس با خطر خیلی کم تا خیلی زیاد با استفاده از روش طبقه بندی Natural Braks اعمال شد. با در نظر گرفتن این لایه ها مساحت و درصد مساحت هر یک از پهنه های با خطر خیلی کم تا خیلی زیاد با استفاده از عملگر Reclassify و استفاده از گرید کد روی طبقات و محاسبه پیکسل سائز فیلدی تهیه گردید. در طول این

فرایند برخی از شاخص ها به عنوان وجه مشترک در مطالعه و بررسی مخاطرات زمین لرزه، زمین لغزش و سیلاب ایفای نقش کردند. به عبارتی برخی از عوامل وجود دارند که ممکن است در رخداد چندین فرایند طبیعی نقش داشته باشند. در این راستا پهنه های مخاطرات ژئومورفولوژیکی که توسعه شهر را با محدودیت مواجه می کنند نیز ممکن است از تلفیق چندین فرایند طبیعی تبعیت کند. به همین دلیل نقش برخی از شاخص ها همانند شبکه آبراهه و یا واحدهای سنگ شناسی چندین بار و هر بار برای هر یک از مخاطرات تفکیک شده مورد ارزیابی قرار گرفته است. به نوعی تاثیر و یا اهمیت هر یک از شاخص ها در فرایند تحلیل و مدل سازی در نظر گرفته شده و بر طبق همین اصول نقشه نهایی پهنه بندی مخاطرات تهیه می گردد. همچنین جهت هم پوشانی نهایی مولفه ها از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP استفاده گردیده است جهت شناسایی پهنه های محدود کننده توسعه شهری شهرستان طالقان با هم پوشانی وزنی نقشه های پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش، سیلاب و زلزله و با استفاده از روش AHP طبقه بندی شکستگی های طبیعی نقشه نهایی مخاطرات ژئومورفولوژیکی تهیه گردید.



نقشه شماره ۴: نقشه نهایی پهنه بندی مخاطرات ژئومورفولوژیکی شهرستان طالقان

بخش هایی از مناطق شرقی، شمالی به عنوان نواحی مستعد خطر ژئومورفولوژیکی شناسایی شده و این مناطق همچنین پهنه های محدود کننده از لحاظ توسعه شهری نیز به شمار می روند. به صورت پراکنده نیز بخش های مرکزی و غربی نیز مناطق محدود کننده از لحاظ تنگناهای ژئومورفولوژیکی را شامل می شود. به طور کلی حدود ۱۳/۶۴ درصد (حدود ۱۵۲ کیلومتر مربع) از محدوده مطالعاتی جزو پهنه های مستعد و خیلی مستعد به لحاظ مخاطرات ژئومورفولوژیکی می باشد. حدود ۱۷ درصد از مساحت منطقه نیز در وضعیت متوسط و حدود ۶۹/۳۶ درصد از آن نیز کمترین تنگناهای محدود کننده توسعه شهری را در بر می گیرد.



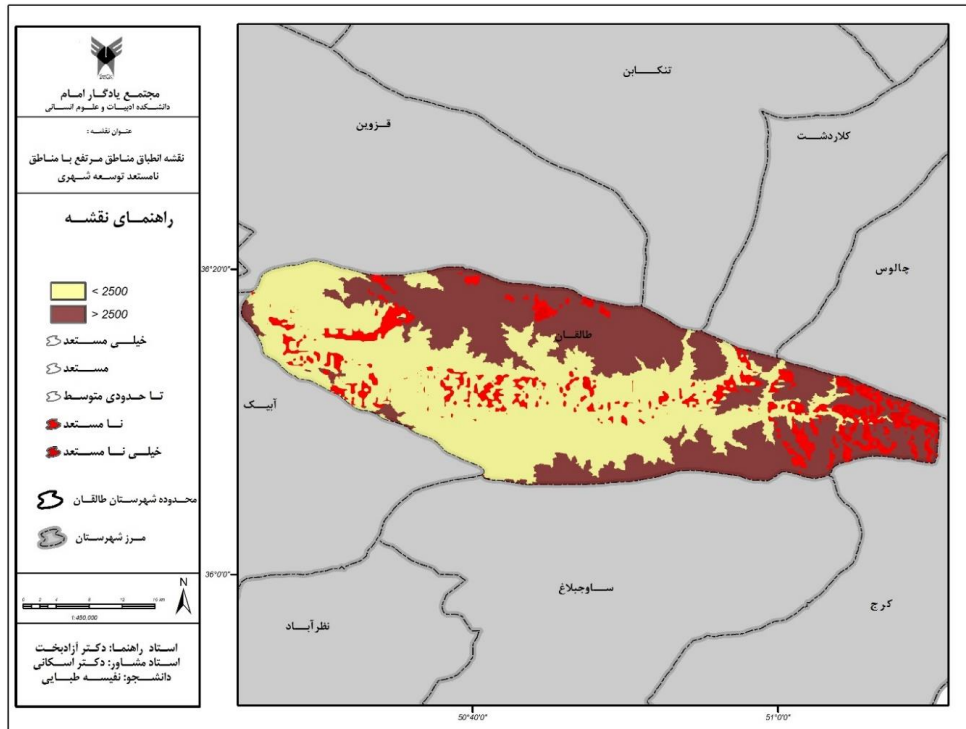
جدول شماره ۱ : مساحت، درصد مساحت و مناطق مسکونی تحت تاثیر هر یک از پهنه های مخاطرات ژئومورفولوژیکی

پهنه	های	مخاطرات	ژئومورفولوژیکی	مساحت	درصد
۳۴	۳۷۷/۱۷	خطر بسیار کم			
۳۵/۳۶	۳۹۲/۱۹	خطر کم			
۱۷/۰۶	۱۸۹/۲۰	خطر متوسط			
۱۰/۷۷	۱۱۹/۴۸	خطر زیاد			
۲/۸۷	۳۱/۸۳	خطر خیلی زیاد			

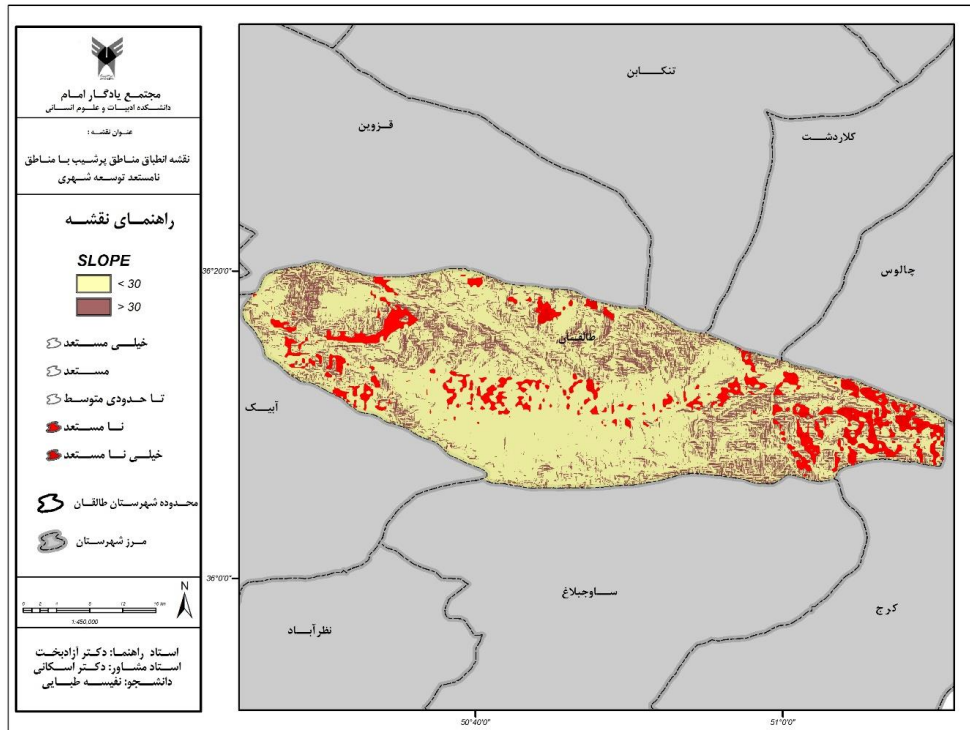
یافته های تحقیق: ۱۳۹۵

#### تحلیل فرضیات:

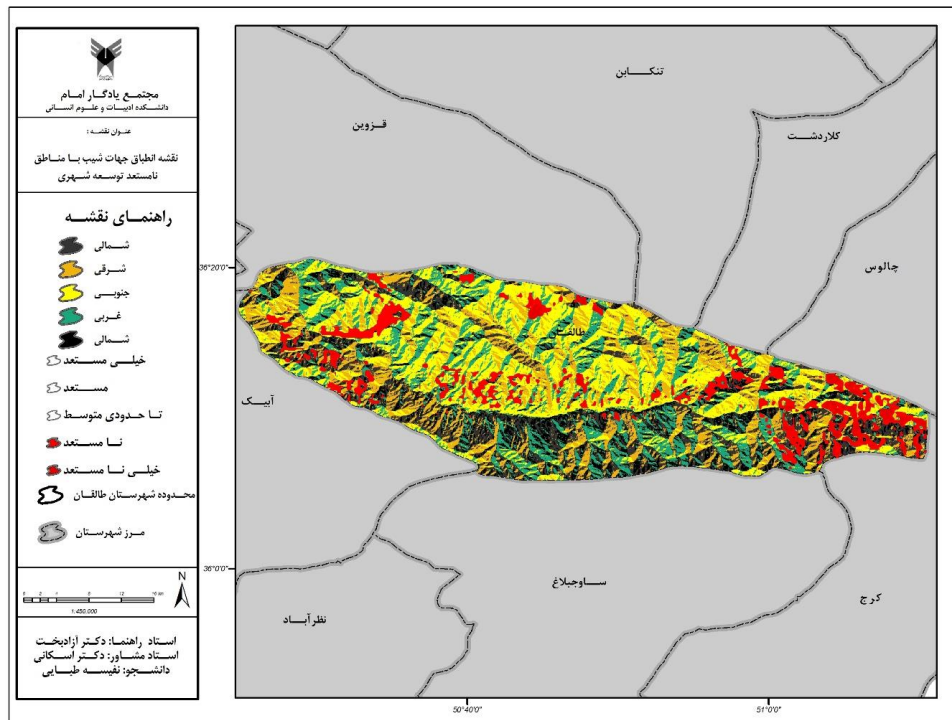
۱- با توجه به شیب، جهت شیب و ارتفاعات منطقه به نظر می رسد توپوگرافی یکی از عوامل تأثیرگذار و محدودکننده توسعه شهر طالقان در میان عوامل ژئومورفولوژیکی محسوب می شود. در فرضیه اول اشاره کردیم که وضعیت توپوگرافی زمین مهمترین عامل تأثیرگذار و محدود کننده توسعه شهرستان طالقان در میان عوامل ژئومورفولوژیکی محسوب می شود. با توجه به پهنه های محدود کننده توسعه شهری در نقشه نهایی مشاهده می شود که این پهنه ها با مناطق مرتفع تا حدود زیادی انطباق را دارد که این انطباق در شرق و شمال شهرستان کاملا محسوس است اما در مناطق مرکزی و غرب شهرستان این انطباق ضعیف تر است. (شکل ۵-۲). همچنین انطباق مناطق پرشیب با مناطق نامستعد توسعه شهری نیز به صورت پراکنده وجود دارد و انطباق ضعیفی دارد. (شکل ۵-۳). انطباق مناطق نامستعد با جهات شیب هم به صورت پراکنده در تمام جهات شیب پراکنده شده است. (شکل ۵-۴). با توجه به موارد مذکور فرضیه مورد نظر تأیید نمی گردد.



نقشه شماره ۵: انطباق مناطق مرتفع با مناطق نامستعد توسعه شهری شهرستان طالقان



نقشه شماره ۶: انطباق مناطق پرشیب با مناطق نامستعد توسعه شهری شهرستان طالقان



شماره ۷: انطباق جهات شیب با مناطق نامستعد توسعه شهری شهرستان طالقان

## ۲- به نظر می‌رسد با توجه به توپوگرافی منطقه بیشترین مخاطرات طبیعی در بخش شمالی، غربی و جنوبی منطقه مورد مطالعه وجود داشته باشد

در فرضیه دوم اشاره شد که بخش‌های شمالی و شمال شرقی محدوده مطالعاتی دارای بیشترین محدودیت از لحاظ مخاطرات ژئومورفولوژیکی به شمار می‌روند. با توجه به نقشه نهایی پهنه بندی مخاطرات ژئومورفولوژیکی بخش‌های شرقی به طور گسترده، و مناطق مرکزی و غربی و به طور پراکنده دارای بیشترین محدودیت توسعه شهری می‌باشند و بر این اساس فرضیه دوم رد می‌گردد.

## جمع بندی و ارائه پیشنهاد

جهت ارزیابی مخاطرات ژئومورفولوژیکی و شناسایی پهنه‌های محدود کننده توسعه شهری در شهرستان طالقان از مدل منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. برای پهنه بندی مخاطرات تلفیق پهنه بندی سه فرایند ژئومورفولوژیکی تحت عنوان زمین لغزش، سیلاب و زلزله در دستور کار قرار گرفت. برای هر کدام از این فرایندها شاخص‌های موثری در نظر گرفته شد. جهت مدل سازی این نوع از شاخص‌ها توابع عضویتی فازی برای هر کدام مشخص گردید. توابع مربوط به شاخص‌های موثر در وقوع مخاطرات با استفاده از تحلیل Fuzzy Membership در محیط ArcGIS 10 بر روی لایه‌ها اعمال شد که در این تحقیق از توابع Near, Linear و تابع تعریف شده توسط کاربر برای لایه‌های وکتوری همچون زمین شناسی بکار گرفته شد. سپس با هم پوشانی شاخص‌های موثر در هر یک از مخاطرات زمین لغزش، سیلاب و



زلزله، نقشه پهنه بندی هر کدام تهیه گردید و در نهایت با هم پوشانی وزنی و استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP این سه فرایند نقشه نهایی پهنه بندی مخاطرات ژئومورفولوژیکی به دست آمد. نتایج نشان می‌دهد بخش‌هایی از مناطق شرقی، شمالی به عنوان نواحی مستعد خطر ژئومورفولوژیکی شناسایی شده و این مناطق همچنین پهنه‌های محدود کننده از لحاظ توسعه شهری نیز به شمار می‌روند. به صورت پراکنده نیز بخش‌های مرکزی و غربی نیز مناطق محدود کننده از لحاظ تنگناهای ژئومورفولوژیکی را شامل می‌شود. به طور کلی حدود ۱۳/۶۴ درصد (حدود ۱۵۲ کیلومتر مربع) از محدوده مطالعاتی جزو پهنه‌های مستعد و خیلی مستعد به لحاظ مخاطرات ژئومورفولوژیکی می‌باشد. حدود ۱۷ درصد از مساحت منطقه نیز در وضعیت متوسط و حدود ۶۹/۳۶ درصد از آن نیز کمترین تنگناهای محدود کننده توسعه شهری را در بر می‌گیرد.

همچنین نتایج نشان می‌دهد سکونتگاه‌های حومه شهری (اعم از روستاها و شهرها) در منطقه، شامل ۸۰ روستا دارای سکنه و ۴ شهر می‌باشد که با استفاده از تحلیل‌های زمین‌پدازش در محیط ARCGIS10 اقدام به استخراج سکونتگاه‌های مربوطه در داخل پهنه‌های ۵ گانه گردید.

- ۱- ۱۷ روستا و ۲ نقطه شهری (طالقان و گوران) در پهنه‌ها با قابلیت خیلی کم از لحاظ مخاطرات ژئومورفولوژیکی قرار گرفته‌اند.
- ۲- ۲۹ روستا و ۰ نقطه شهری در پهنه‌ها با قابلیت کم از لحاظ مخاطرات ژئومورفولوژیکی قرار گرفته‌اند.
- ۳- ۲۴ روستا و ۲ نقطه شهری (جوسان، شهراسر) در پهنه‌ها با قابلیت متوسط از لحاظ مخاطرات ژئومورفولوژیکی قرار گرفته‌اند.
- ۴- ۷ روستا و ۰ نقطه شهری در پهنه‌ها با قابلیت زیاد از لحاظ مخاطرات ژئومورفولوژیکی قرار گرفته‌اند.
- ۵- ۳ روستا و ۰ نقطه شهری در پهنه‌ها با قابلیت خیلی زیاد از لحاظ مخاطرات ژئومورفولوژیکی قرار گرفته‌اند.

## پیشنهادهای

با در نظر گرفتن نتایج حاصل از این تحقیق پیشنهادهای و راهکارهایی که مرتبط با موضوع تحقیق بوده ذکر می‌شود.

- ۱- با توجه به وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه مورد مطالعه ایجاد شهرک‌های پراکنده به جای بافت پیوسته شهری جهت مقابله با تنگناهایی طبیعی که منجر به وقوع خطر می‌شوند، پیشنهاد می‌گردد.
- ۲- با توجه به اینکه قسمت‌های جنوبی شهرستان به صورت گسترده، مناطق مرکزی، شمالی و غربی به صورت پراکنده، پهنه‌های مناسب توسعه شهر به شمار می‌روند و ایجاد شهرک‌های متفرقه در این محدوده منطقی‌ترین راهکار توسعه شهری جهت مقابله با محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی قلمداد می‌شود و ایجاد حتی یک شهر جدید در جنوب شهرستان مکان بسیار مناسب جهت ایجاد شهر جدید می‌باشد.
- ۳- در نواحی مستعد به لحاظ وقوع زمین لغزش مخصوصاً نواحی نزدیک به ۳۱ مورد زمین لغزش به وقوع پیوسته به ویژه مناطقی که قبلاً سابقه وقوع زمین لغزش داشته‌اند حریم خطر شناسایی شده و از ساخت و ساز در گستره این حریم‌ها جلوگیری شود.
- ۴- به سبب قرار گرفتن محدوده شهری بر روی آبراهه‌های اصلی اقدامات حفاظتی و امنیتی همچون ایجاد حریم مناسب و توسعه کانال بر روی این شبکه‌ها با دقت و مطالعه بیشتری همراه باشد.
- ۵- جلوگیری از ساخت و سازهایی غیرقانونی در حومه شهری که ممکن است منجر به توسعه شهر در این نواحی گردد. به عنوان مثال ساخت و ساز بر روی مناطق پرشیب و نامناسب بستر لازم را برای توسعه سایر نقش‌های شهری به این مناطق فراهم می‌کند.

- ۶- عدم ساخت مناطق مسکونی در دامنه‌های پشت به افتاب به ویژه مناطقی که از ارتفاع بیشتری برخوردار می‌باشند.
- ۷- ایجاد زهکش‌های مصنوعی مناسب در معابر و خیابان‌های سطح شهر جهت جلوگیری از سیلاب‌های شهری
- ۸- تراس بندی و جنگل کاری دامنه‌هایی که در گذشته فعالیت‌هایی همچون زمین لغزش داشته‌اند.
- ۹- جهت رسیدن به نتایج مطلوب تر در این زمینه پیشنهاد می‌شود سایر شاخص‌هایی محیطی نیز در نظر گرفته شود و در روش کار نیز از سایر مدل‌ها همچون شبکه عصبی و عملگرهای بهینه‌فازی جهت مقایسه با نتایج حاصل از این تحقیق استفاده شود و مطالعه کارآمدتری در این زمینه صورت گیرد.

## Abstract

Geomorphologic features of a zone are important affective factors in natural hazards. The impact of these factors in Taleqan as one of mountainous cities at Iran are more apparent. In this study, considering 11 affective indicators in the hazards occurrence of landslides, floods and earthquakes, it is designed geomorphological hazards map by fuzzy logic model and GIS. In fact, using of the map, prone and restrictive areas in the Taleqan development are identified. Thus, at first step, the considered indicators in the GIS environment are provided and then in order to the indicators usage in the fuzzy logic model, on the expertness advise, for each of indicators are defined the membership fuzzy functions. Indeed, in order to hazards zonation, indicators are separately specified their fuzzy membership. Next, layers will be fuzzy by near and Linear functions in the GIS environment and then the overlapping operations are partly implemented on different hazards types. Overlapping three hazard zonation maps including landslide, flood and earthquake are provided hazard geomorphology map. Finally, classifying the last map based on natural fractures was found that nearly 13/64% (equivalent to 152 km<sup>2</sup>) of the study area were in prone and very prone zones in terms of geomorphological hazards that these areas are mainly in the study area of central, west and east.

**Keywords:** geomorphological hazards, City development, Fuzzy logic model, Geographic Information System (GIS), Taleqan

## منابع و ماخذ

- ۱- آدینه، ش.، ۱۳۸۵، بررسی نقش عوامل و فرایندهای ژئومورفولوژیکی در ایجاد و توسعه شهر کرج، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات.
- ۲- آزاد بخت، ب.، ۱۳۸۶، ژئومورفولوژی و فرایندهای خارجی زمین، چاپ اول، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی.
- ۳- آشفته، علیرضاوادیب، احمد، مطالعات زمین لغزش و تثبیت زمین در محدوده شهرک طالقان، کنفرانس بین المللی مهندسی عمران، معماری و شهر، ۲۰۱۳، تبریز
- ۴- آفریده، فائزه و اسدی، اکرم، تاثیر تکتونیک بر لندفرم های کوآترنری دره طالقان، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ۲، صص ۱۹-۴۲
- ۵- اسمیت، ک.، ۱۳۹۱، مخاطرات محیطی، مترجم؛ ابراهیم مقیمی، شاپور گودرزی نژاد، چاپ پنجم، انتشارات سمت، تهران.
- ۶- امیدوار، کمال، ۱۳۹۰، مخاطرات طبیعی، انتشارات دانشگاه یزد، چاپ اول.
- ۷- الیاسی، غ.ر.، کریمی، م.، بحرودی، ع.، عادل سرچشمه، ا.، ۱۳۸۹، ارائه روش شناسی تعیین نقاط حفاری اندیس مس نوچون با استفاده از منطق فازی در GIS، مجله علوم زمین، شماره ۷۵، صص ۱۷۹-۱۸۸
- ۸- بحرینی، س.ج.، ۱۳۷۷، فرایند طراحی شهری، انشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.
- ۹- بذرافکن، مرضیه، هیدروژئومورفولوژی حوضه آبخیز رودخانه کن با تاکید بر سیل خیزی آن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۸۸
- ۱۰- پایگاه داده های علوم زمین کشور، مخاطرات زمین
- ۱۱- پورطاهری، م.، ۱۳۸۹، کاربرد روش های تصمیم گیری چندشاخصه در جغرافیا، انتشارات سمت، چاپ اول.
- ۱۲- تقوایی، ع.ا.، نیکو پرست، س.، ۱۳۸۵. مجموعه مقالات اولین همایش ملی مدیریت بحران زلزله در شهرهای دارای بافت تاریخی، دانشگاه یزد.
- ۱۳- ثقفی، م.، رضایی مقدم، م.ج.، ۱۳۹۱، ارزیابی کاربرد روش ژئومورفولوژی جهت طبقه بندی ریسک مخاطرات سیل با استفاده از منطق فازی (مطالعه موردی حوزه آبریز اوجان چای)، مجله پژوهش های فرسایش محیطی، شماره ۲، صص ۱۳-۲۸.
- ۱۴- جداری عیوضی، ج.، ۱۳۸۳، ژئومورفولوژی ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ هفتم.
- ۱۵- حافظی مقدس، ن.، ۱۳۸۸، زمین ریخت شناسی کاربردی، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، چاپ اول.
- ۱۶- خالدی، ش.، ۱۳۸۰، بلایای طبیعی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، چاپ اول.
- ۱۷- خوش رفتار، ر.، ۱۳۸۹، کاربردهای علم ژئومورفولوژی، مخاطرات طبیعی (آسیب پذیری و جلوگیری از مخاطرات طبیعی در کشورهای در حال توسعه)، مجله رشد، آموزش جغرافیا، دوره ۲۵، شماره ۲، صص ۱۴-۲۳.
- ۱۸- دادرسی سبزواری، ا.، خسروشاهی م.، ۱۳۸۷، شناخت مناطق مستعد برای گسترش سیلاب به روش کاربرد مدل های مفهومی (راهکاری برای مهار بیابانزایی)، مجله تحقیقات مرتع و بیابان ایران، شماره ۳۱، صص ۲۲۷-۲۴۱.



۱۹- درویش زاده ، ع.، ۱۳۷۰، زمین شناسی ایران، انتشارات امیر کبیر، چاپ اول.

۲۰- ذاکری ، سیاووش و دیگران، اثرات پوشش گیاهی بر توسعه پایدار اکوتوریسم در شهرستان طالقان، اولین

کنفرانس بین المللی کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، ۱۳۹۰

26. Antonini, G., Galli, M., Cacciano, M., Castellani, M., Salvati, P., 2002. "A geomorphological approach to estimate landslide hazard and risk in urban and rural areas in Umbria, central Italy". *Natural Hazards and Earth System Sciences* 2(1-2): 57-72.

27. Baas, A., 2007, *Complex Systems in Aeolian Geomorphology*, *Geomorphology*, Vol. 91, PP.311-331.

28. Burton, I. and R. W. Kates, 1964. "The Perception of Natural Hazards in Resource Management", *Natural Resources Journal*, Vol. III, No. 3, pp. 412-441.

29. Carrara, A., Pike, R.J., 2008. "GIS technology and models for assessing landslide hazard and risk", *Geomorphology*, v 94, 257-260.

30. Dixon, B., 2005. "Groundwater vulnerability mapping: A GIS and Fuzzy rule based integrated tool". *Applied Geography*. Volume 25. Issue 4. P-P 327-347.

31. Eastman J.R, Kyem P.A.K, Toledano J, Jin w. 1993. "GIS and decision making". 1st edition. UNITAR. 112 pages.