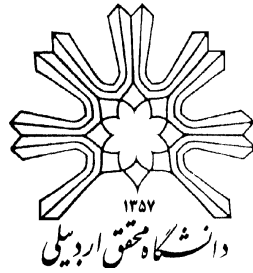


صلى الله عليه وسلم



دانشکده‌ی علوم انسانی  
گروه جغرافیا

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)  
رشته جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)

**عنوان:**

**پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لغزش با استفاده از مدل آماری  
رگرسیون لجستیک مطالعه موردی: (استان کردستان – شهرستان بیجار)**

استاد راهنما:

دکتر موسی عابدینی

اساتید مشاور:

دکتر سعید خضری

مهندس عطالله شیرزادی

توسط:

بهاره قاسمیان

دانشگاه محقق اردبیلی

پاییز - ۱۳۹۱

## تهدیم به پدر و مادر مهربان و دلسوزم که هر چه دارم از آنهاست:

از تو می‌پرسم، ای اهورا  
چیست سرمایه رستگاری؟  
(می‌رسد پاسخ از آسمان‌ها):  
دل به مهر پدر آشنا کن  
دین خود را به مادر ادا کن

ای پدر، ای گرانمایه مادر  
جان فدای صفای شما باد  
با شما از سر و زر چه گویم  
هستی من فدای شما باد!  
با شما، صحبت از «من» خطا رفت  
من که باشم؟ بقای شما باد!

ای اهورا  
من که امروز، در باغ گیتی  
چون درختی همه برگ و بارم  
رنج‌های گران پدر را  
با کدامین زبان پاس دارم  
سر به پای پدر می‌گذارم  
جان به راه پدر می‌سپارم  
یاد جان سوختن‌های مادر  
لحظه‌ای از وجودم جدا نیست  
پیش پایش چه ریزم؟ که جان را  
قدر یک موی مادر بها نیست  
او خدا نیست، اما وفایش کمتر از لطف و مهر خدا نیست...

## تهدیم به برادر و خواهرم:

که وجودشان شادی بخش و صفایشان مایه آرامش من است.

## تقدیر و تشکر:

سپاس خدایی را که اندیشیدن آموخت و آموخت که باید در برابر کسانی که دست به دست هم می دهند تا اندیشه با در راه تعالی انسان تجلی یابد سپاسگذار بود. سپاسی که حمد آن را انتها عدد آن را شارش، پایان آن را دستری و مدت آن را بریدنی نیست. حال که به لطف ایزدمنان، کار نگارش این پایان نامه به اتمام رسید بر خود لازم می دانم از زحمات بی شائبه بی استادان عزیز و بزرگوار گروه جغرافیا، دوستان عزیزم و همچنین خانواده ام تشکر و قدردانی نمایم. از استاد فرزانه و ارجمند جناب آقای دکتر موسی علی دینی که با صبر و بردباری خاص خویش بهواره مهربانانه پذیرای این جانب بوده و در پیشرفت علمی من کوشیدند و با تجارب گرانبه خود راهها و راهگشای این جانب بودند نهایت سپاس و تشکر را داشته و توفیق روز افزون برایشان از ایزدمنان خواستارم. بدینوسیله از اساتید مشاور جناب آقای دکتر سعید خضری و جناب آقای مهندس عطالنده شیرزادی که با بذل لطف و صبر و حوصله فراوان مراد انجام این تحقیق را بهمانی و یاری نمودند و در کمال سه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از بچگی در این عرصه بر من دین نمودند و زحمت مشاوره این پایان نامه را بر عهده گرفتند تشکر و قدردانی می نمایم. بهم چنین از پدر و مادر عزیزم که هستی خود را میون بزرگواری و محبتشان، بستم و در تمام مراحل زندگی از بچگی کوزه تلاشی در راه تحصیل این جانب دین نگارنده و بهواره مشوق من در ادامه تحصیل و چراغ هدایتی بودند صمیمانه تشکر کرده و بردست پرمهرشان به نشانه سپاس بوسه می زنم. همچنین بر خود واجب می دانم از مهندسین سازمان آب منطقه ای و اداره کل منابع طبیعی شهرستان سنندج و سازمان جنگل ها، مراتع و آبخیزداری استان تهران سپاسگزاری و کمال امتنان خود را اعلام نمایم. در نهایت از کلیه دوستانی که به نوعی در این راه به اینجانب یاری رسانند قدردانی و تشکر می نمایم و از خدای متعال خواستار سلامتی و پیروزی در تمام عرصه های زندگی برای آن های باشم و توفیق روز افزون بهنگان را از خداوند منان خواهانم.

نام خانوادگی: قاسمیان	نام: بهاره
عنوان پایان نامه: پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل آماری رگرسیون لجستیک مطالعه موردی: (استان کردستان - شهرستان بیجار)	
استاد راهنما: دکتر موسی عابدینی	اساتید مشاور: دکتر سعید خضری، مهندس عطاالله شیرزادی
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد دانشگاه: محقق اردبیلی تاریخ فارغ‌التحصیلی: ۱۳۹۱/۷/۹	رشته: جغرافیای طبیعی گرایش: ژئومورفولوژی دانشکده: ادبیات و علوم انسانی تعداد صفحه: ۱۴۱
کلید واژه: زمین‌لغزش، رگرسیون لجستیک، پهنه‌بندی خطر، شاخص ROC، شاخص SCAI، شهرستان بیجار.	
<p><b>چکیده:</b></p> <p>زمین‌لغزش‌ها و ناپایداری‌های دامنه‌ای مخاطرات مهمی برای فعالیت‌های انسانی هستند که اغلب سبب ازدست رفتن منابع اقتصادی، خسارات به اموال و تأسیسات می‌شوند. این مخاطرات در شیب‌های طبیعی و یا شیب‌هایی که به دست انسان تغییر یافته‌اند اتفاق می‌افتد. هدف اصلی این پژوهش شناسایی عوامل مؤثر بر وقوع زمین‌لغزش‌های شهرستان بیجار واقع در استان کردستان و ارزیابی مناطق دارای پتانسیل زمین‌لغزش جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی با استفاده از مدل آماری رگرسیون لجستیک می‌باشد در این پژوهش ابتدا با استفاده از بازدیدهای میدانی، پرسشنامه‌ای، نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی و مرور مطالعات انجام شده، ۹ عامل مؤثر شامل متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، درجه‌شیب، جهت‌شیب، زمین‌شناسی، فاصله از عناصر خطی گسل، جاده، رودخانه، بارندگی و کاربری اراضی مورد استفاده قرار گرفت، که پس از شناسایی اقدام به پردازش آن‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای ARC GIS، ILWIS 3.3، گردید. از ۱۴۴ دامنه مستعد به زمین‌لغزش به عنوان داده‌های لغزشی (کد یک) و همسو با آن ۱۴۴ دامنه پایدار به زمین‌لغزش به صورت کاملاً تصادفی در سراسر منطقه برای داده‌های بدون لغزش (کد صفر) به عنوان متغیر وابسته استفاده شد. با روی هم-اندازی مجموع این داده‌ها بر روی هر کدام از متغیرهای مستقل، داده‌های لازم برای ورود به نرم‌افزار SPSS استخراج شدند. تفسیر ضرایب و نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که شیب مهم‌ترین نقش را در بروز زمین‌لغزش‌های منطقه بر عهده دارد، پس از آن به ترتیب لایه‌های کاربری اراضی، جهت‌دامنه، گسل، فاصله از شبکه زهکش، طبقات ارتفاعی، فاصله از جاده و لیتولوژی در درجه بعدی اهمیت قرار می‌گیرند. نتایج ارزیابی مدل رگرسیون لجستیک به دست آمده از منحنی ROC با مقدار ۰/۹۸۵ (۹۸/۵ درصد) و دو روش دیگر و ارزیابی نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با روش هم-پوشانی و روش دوم و شاخص SCAI نشان داد، که صحت کلی نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش ۸۳/۴ درصد است، بر این اساس ۷۵/۴۸۹ درصد از مساحت منطقه در محدوده با خطر بسیار کم، ۱۰/۰۳۷ درصد با خطر کم، ۳/۶۲۸ درصد با خطر متوسط، ۴/۰۶۲ درصد با خطر بالا و ۶/۷۸۴ درصد با خطر بسیار بالا مواجه است. نتایج به دست آمده نشان‌دهنده دقت بسیار بالای مدل است، لذا این نتایج می‌تواند در پیش‌بینی وقوع زمین‌لغزش، کاهش خطرات همراه آن‌ها و برنامه‌ریزی جهت کاربری زمین مورد استفاده قرار گیرد.</p>	

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	<b>فصل اول: کلیات و مبانی پژوهش</b>
۲	۱-۱- مقدمه
۳	۱-۲- طرح موضوع و بیان مسأله
۶	۱-۳- سؤالات پژوهش
۶	۱-۴- ضرورت پژوهش
۶	۱-۵- پیشینه پژوهش
۱۵	۱-۶- اهداف پژوهش
۱۵	۱-۷- فرضیات پژوهش
۱۵	۱-۸- روش پژوهش
۱۹	<b>فصل دوم: ویژگی‌های کلی طبیعی منطقه</b>
۲۰	۲-۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان بیجار
۲۱	۲-۲- تجزیه و تحلیل واحدهای توپوگرافی شهرستان بیجار
۲۴	۲-۲-۱- واحد کوهستان نسبتاً مرتفع
۲۶	۲-۲-۲- واحد کوهپایه
۲۷	۲-۲-۳- واحد دشت
۲۸	۲-۳- طبقه‌بندی آب و هوایی و تیپ‌های حاکم بر منطقه
۲۹	۲-۳-۱- روش دومارتن
۳۰	۲-۳-۲- اقلیم‌نمای آمبرژه
۳۱	۲-۴- بررسی برخی عناصر اقلیمی منطقه
۳۱	۲-۴-۱- رژیم بارش
۳۴	۲-۴-۲- رژیم دمایی
۳۵	۲-۴-۳- مطالعه رابطه بارش و دما
۳۶	۲-۴-۴- تعداد روزهای یخبندان
۳۷	۲-۴-۵- رطوبت (نم) نسبی
۳۸	۲-۵- وضعیت زمین‌شناسی منطقه
۴۴	۲-۶- وضعیت تکتونیک و زمین ساخت منطقه
۴۵	۲-۷- بررسی وضعیت لیتولوژی منطقه
۴۷	<b>فصل سوم: ارزیابی نقش فعالیت‌های نئوتکتونیک در بروز زمین‌لغزش‌ها با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک</b>
۴۸	۳-۱- مقدمه
۴۸	۳-۲- تحلیل فعالیت‌های نو زمین ساختی از طریق شاخصهای مورفومتریک
۴۸	۳-۲-۱- شاخص تقارن توپوگرافی معکوس (T)

۵۰	۳-۲-۲- شاخص عدم تقارن حوضه زهکشی (AF) .....
۵۱	۳-۲-۳- شاخص شکل حوضه (BS) .....
۵۲	۳-۲-۴- شاخص سینوسی جبهه کوهستان (Smf) .....
۵۴	۳-۲-۵- شاخص پهنای کف دره به ارتفاع آن (VF) .....
۵۴	۳-۳- نقش تکتونیک در شکل‌گیری و توسعه‌ی زمین‌لغزش‌های منطقه مورد مطالعه .....
۵۶	<b>فصل چهارم: مبانی نظری پژوهش</b> .....
۵۷	۴-۱- مبانی نظری حرکات توده‌ای .....
۵۷	۴-۲- مکانیسم حرکات توده‌ای .....
۵۸	۴-۳- انواع حرکات یکپارچه و توده‌ای شکل .....
۵۹	۴-۴- زمین‌لغزش .....
۶۳	۴-۵- بررسی مکانیزم ایجاد زمین‌لغزش‌ها .....
۶۴	۴-۶- انواع لغزش‌ها .....
۶۴	۴-۶-۱- لغزش تخته‌سنگی .....
۶۴	۴-۶-۱-۱- لغزش تخته‌سنگی سطحی .....
۶۴	۴-۶-۱-۲- لغزش تخته‌سنگی درونی یا عمیق .....
۶۴	۴-۶-۲- لغزش‌های چرخشی .....
۶۵	۴-۶-۳- لغزش‌های مسطوی (انتقالی) .....
۶۵	۴-۷- عوامل مؤثر در ایجاد زمین‌لغزش‌ها .....
۶۵	۴-۷-۱- شرایط ذاتی و بنیادین .....
۶۵	۴-۷-۱-۱- زمین‌شناسی .....
۶۶	۴-۷-۱-۲- ویژگی خاک و مواد سطحی .....
۶۷	۴-۷-۱-۳- شرایط اقلیمی .....
۶۷	۴-۷-۱-۴- پوشش گیاهی .....
۶۷	۴-۷-۱-۵- شرایط آب‌شناختی .....
۶۸	۴-۷-۲- نیروهای مسبب زمین‌لغزش .....
۶۸	۴-۷-۲-۱- عوامل مؤثر در افزایش تنش برشی .....
۶۹	۴-۷-۲-۲- عوامل مؤثر در کاهش مقاومت برشی .....
۷۰	۴-۸- عوامل ایجاد زمین‌لغزش در ایران و پراکنش آن .....
۷۱	۴-۹- اصول پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لغزش .....
۷۱	۴-۹-۱- پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش (LHZ) .....
۷۲	۴-۹-۲- مقیاس پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش .....
۷۳	۴-۱۰- طبقه‌بندی روش‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش .....
۷۳	۴-۱۰-۱- روش طبقه‌بندی گی (۱۹۹۲) .....

۷۴	۴-۱۰-۲- روش طبقه‌بندی ون‌وستن (۱۹۹۳).....	۷۴
۷۴	۴-۱۰-۲-۱- تجزیه و تحلیل پراکندگی زمین لغزش‌ها.....	۷۴
۷۵	۴-۱۰-۲-۲- تجزیه و تحلیل کیفی زمین لغزش‌ها.....	۷۵
۷۵	۴-۱۰-۲-۳- روش تحلیل خطر آماری.....	۷۵
۷۶	۴-۱۰-۲-۴- تحلیل خطر تعینی.....	۷۶
۷۶	۴-۱۰-۲-۵- تحلیل فراوانی زمانی زمین لغزش‌ها.....	۷۶
۷۶	۴-۱۱-۱۱- ارزیابی پایداری شیب‌ها.....	۷۶
۷۶	۴-۱۱-۱- به نقشه درآوردن لغزش‌های موجود.....	۷۶
۷۶	۴-۱۱-۲- آنالیز شکل زمین.....	۷۶
۷۶	۴-۱۱-۳- روی هم قرار دادن عوامل.....	۷۶
۷۷	۴-۱۱-۴- آنالیز مهندسی.....	۷۷
۷۷	۴-۱۱-۴-۱- وزن‌دهی کور.....	۷۷
۷۷	۴-۱۲-۴-۲- وزن‌دهی بینا.....	۷۷
۷۷	۴-۱۲-۴-۳- وزن‌دهی بعد از رویداد.....	۷۷
<b>۷۸</b>	<b>فصل پنجم: تجزیه و تحلیل داده‌ها.....</b>	
۷۹	۵-۱- انتخاب متغیرها و روش کار.....	۷۹
۸۰	۵-۲- لایه‌های عوامل مؤثر بر وقوع زمین لغزش.....	۸۰
۸۱	۵-۲-۱- عامل درجه شیب.....	۸۱
۸۳	۵-۲-۲- عامل جهت شیب.....	۸۳
۸۵	۵-۲-۳- عامل ارتفاع.....	۸۵
۸۷	۵-۲-۴- عامل زمین‌شناسی و سازند.....	۸۷
۸۹	۵-۲-۵- عامل گسل.....	۸۹
۹۱	۵-۲-۶- عامل فاصله از خطوط ارتباطی.....	۹۱
۹۳	۵-۲-۷- عامل فاصله از شبکه زهکشی.....	۹۳
۹۵	۵-۲-۸- عامل کاربری اراضی.....	۹۵
۹۷	۵-۲-۹- عامل بارندگی.....	۹۷
۹۸	۵-۳- تجزیه و تحلیل داده‌ها با رگرسیون لجستیک.....	۹۸
۹۹	۵-۳-۱- آماره مربع کای.....	۹۹
۱۰۰	۵-۳-۲- جدول تاریخچه تکرارها.....	۱۰۰
۱۰۰	۵-۳-۳- جدول Model summary.....	۱۰۰
۱۰۰	۵-۳-۴- جدول Variables in the equation.....	۱۰۰
۱۰۱	۵-۴- تعیین ضرایب و معادله احتمال وقوع لغزش‌های منطقه مورد مطالعه.....	۱۰۱
۱۰۲	۵-۵- اجرای مدل رگرسیون لجستیک در منطقه مورد مطالعه.....	۱۰۲



۱۰۵-۶-۵- علت انتخاب مدل رگرسیون لجستیک برای پهنه‌بندی	۱۰۵
۱۰۵-۷-۵- اعتبارسنجی مدل آماری رگرسیون لجستیک	۱۰۵
۱۰۶-۸-۵- اجرای مدل و پهنه‌بندی	۱۰۶
۱۰۷-۹-۵- تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش منطقه مورد مطالعه	۱۰۷
۱۰۹-۱۰-۵- ارزیابی صحت مدل آماری رگرسیون لجستیک در منطقه مورد مطالعه	۱۰۹
۱۱۰-۱-۱۰-۵- ارزیابی صحت مدل با روش اول	۱۱۰
۱۱۱-۲-۱۰-۵- ارزیابی صحت مدل با روش دوم	۱۱۱
۱۱۲-۳-۱۰-۵- ارزیابی صحت مدل با شاخص ROC	۱۱۲
۱۱۷-۱۱-۵- ارزیابی صحت نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در منطقه مورد مطالعه	۱۱۷
۱۱۸-۱-۱۱-۵- ارزیابی صحت نقشه پهنه‌بندی با روش هم‌پوشانی نقاط زمین‌لغزش با نقشه پهنه‌بندی	۱۱۸
۱۱۸-۲-۱۱-۵- ارزیابی صحت نقشه پهنه‌بندی با روش دوم	۱۱۸
۱۱۹-۳-۱۱-۵- ارزیابی صحت مدل با شاخص SCAI	۱۱۹
۱۲۰-۱۲-۵- تحلیل روند توسعه فیزیکی شهرستان بیجار و نقش عوامل طبیعی به ویژه زمین‌لغزش‌ها در آن	۱۲۰
<b>فصل ششم: آزمون فرضیات، نتیجه‌گیری و پیشنهادات</b>	<b>۱۲۲</b>
۱-۶- مقدمه	۱۲۳
۲-۶- آزمون فرضیات پژوهش	۱۲۳
۳-۶- نتیجه‌گیری	۱۲۴
۳-۶- پیشنهادات	۱۲۷
<b>منابع</b>	<b>۱۳۰</b>
<b>پیوست</b>	<b>۱۴۲</b>
پیوست ۱	۱
پیوست ۲	۲
پیوست ۳	۱۶

## فهرست اشکال

### عنوان

### صفحه

- شکل ۱-۱- نمودار توزیع استانی زمین لغزش‌های موجود در بانک اطلاعاتی زمین لغزش‌های کشور ..... ۵
- شکل ۱-۲- نقشه پراکنش زمین لغزش‌های موجود در بانک اطلاعاتی زمین لغزش‌های کشور ..... ۵
- شکل ۱-۳- نمودار شماتیک مراحل اجرا، مدل سازی و پهنه بندی زمین لغزش ..... ۱۸
- شکل ۱-۲- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه (شهرستان بیجار) ..... ۲۱
- شکل ۲-۲- نقشه اوروهیدروگرافی شهرستان بیجار ..... ۲۲
- شکل ۳-۲- نیمرخ عرضی از وضعیت توپوگرافی شهرستان بیجار (امتداد L و K) ..... ۲۳
- شکل ۴-۲- نیمرخ عرضی از وضعیت توپوگرافی شهرستان بیجار (امتداد I و G) ..... ۲۳
- شکل ۵-۲- نیمرخ طولی از وضعیت توپوگرافی شهرستان بیجار (امتداد A و B) ..... ۲۴
- شکل ۶-۲- نقشه واحدهای توپوگرافی شهرستان بیجار ..... ۲۴
- شکل ۷-۲- نیمرخ طولی از وضعیت توپوگرافی شهرستان بیجار (امتداد C و D) ..... ۲۶
- شکل ۸-۲- نیمرخ عرضی از وضعیت توپوگرافی شهرستان بیجار (امتداد G و H) ..... ۲۷
- شکل ۹-۲- نیمرخ عرضی از وضعیت توپوگرافی شهرستان بیجار (امتداد E و F) ..... ۲۸
- شکل ۱۰-۲- اقلیم نمای آبرژه ایستگاه‌های منتخب در شهرستان بیجار ..... ۳۱
- شکل ۱۱-۲- بارندگی ماهیانه بر اساس ایستگاه‌های هواشناسی شهرستان بیجار طی دوره آماری (۱۳۸۱-۱۳۶۵) ..... ۳۴
- شکل ۱۲-۲- روند تغییرات میانگین دمای ماهانه در شهرستان بیجار ..... ۳۵
- شکل ۱۳-۲- نمودار آمیروترمیک شهرستان بیجار طی دوره آماری (۱۳۸۱-۱۳۶۵) ..... ۳۶
- شکل ۱۴-۲- نمودار تغییرات روزهای یخبندان شهرستان بیجار در سال ۱۳۸۲ ..... ۳۷
- شکل ۱۵-۲- نمودار تغییرات روزهای یخبندان شهرستان بیجار در سال ۱۳۸۲ ..... ۳۷
- شکل ۱۶-۲- روند تغییرات میانگین رطوبت نسبی ماهانه در شهرستان بیجار ..... ۳۸
- شکل ۱۷-۲- درصد مساحت مقاومت سنگ‌ها نسبت به فرسایش در شهرستان بیجار ..... ۴۶
- شکل ۱-۳- نقشه ارزیابی تقارن توپوگرافی معکوس شهرستان بیجار ..... ۴۹
- شکل ۲-۳- نقشه ارزیابی شاخص عدم تقارن AF شهرستان بیجار ..... ۵۰
- شکل ۳-۳- نقشه مدل رقمی ارتفاع به همراه نحوه محاسبه‌ی شاخص Bs ..... ۵۱
- شکل ۴-۳- نقشه مدل رقمی ارتفاع به همراه نحوه محاسبه‌ی شاخص SMF ..... ۵۲
- شکل ۵-۳- نیمرخ‌های عرضی دره‌های منطقه مورد مطالعه ..... ۵۳
- شکل ۶-۳- نقشه پراکنش گسل‌ها و زمین لغزش‌ها در سازندهای مختلف از لحاظ لیتولوژی در شهرستان بیجار ..... ۵۵
- شکل ۱-۴- شکاف و درز برداشتن زمین در اثر لغزش در حوضه آبریز قزل‌اوزن واقع در شهرستان بیجار ..... ۶۰
- شکل ۲-۴- وقوع پدیده زمین لغزش در نزدیکی روستای بیانلو واقع در شهرستان بیجار ..... ۶۲
- شکل ۳-۴- بروز پدیده زمین لغزش در نزدیکی شهرستان بیجار که باعث مسدود شدن جاده گردید ..... ۶۳
- شکل ۴-۴- پدیده انحلال آهکی مستعد ایجاد لغزش در حوضه آبریز صلوات‌آباد واقع در شهرستان بیجار ..... ۷۰
- شکل ۱-۵- نقشه پراکنش زمین لغزش‌ها در شهرستان بیجار ..... ۸۱
- شکل ۲-۵- درصد پراکنندگی مساحت زمین لغزش‌ها در طبقات مختلف شیب ..... ۸۲
- شکل ۳-۵- نقشه شیب شهرستان بیجار ..... ۸۳

- شکل ۴-۵- نقشه جهت شیب شهرستان بیجار..... ۸۴
- شکل ۵-۵- درصد پراکندگی مساحت زمین لغزش‌ها در جهات مختلف شیب..... ۸۵
- شکل ۶-۵- نقشه طبقات ارتفاعی شهرستان بیجار..... ۸۶
- شکل ۷-۵- درصد پراکندگی مساحت زمین لغزش‌ها در طبقات مختلف ارتفاع..... ۸۶
- شکل ۸-۵- نقشه لیتولوژی شهرستان بیجار..... ۸۸
- شکل ۹-۵- درصد پراکندگی مساحت زمین لغزش‌ها در واحدهای مختلف سنگ‌شناسی..... ۸۹
- شکل ۱۰-۵- نقشه فاصله از گسل شهرستان بیجار..... ۹۰
- شکل ۱۱-۵- درصد پراکندگی مساحت زمین لغزش‌ها در طبقات مختلف فاصله از گسل..... ۹۱
- شکل ۱۲-۵- نقشه فاصله از جاده شهرستان بیجار..... ۹۲
- شکل ۱۳-۵- درصد پراکندگی مساحت زمین لغزش‌ها در طبقات مختلف فاصله از جاده..... ۹۳
- شکل ۱۴-۵- نقشه فاصله از شبکه زهکشی شهرستان بیجار..... ۹۴
- شکل ۱۵-۵- درصد پراکندگی مساحت زمین لغزش‌ها در طبقات مختلف فاصله از شبکه زهکشی..... ۹۴
- شکل ۱۶-۵- نقشه کاربری اراضی شهرستان بیجار..... ۹۶
- شکل ۱۷-۵- درصد پراکندگی مساحت در طبقات مختلف کاربری اراضی..... ۹۷
- شکل ۱۸-۵- نقشه همباران شهرستان بیجار..... ۹۷
- شکل ۱۹-۵- درصد پراکندگی مساحت زمین لغزش‌ها در طبقات مختلف کاربری اراضی..... ۹۸
- شکل ۲۰-۵- درصد مساحت طبقات مختلف خطر وقوع زمین لغزش در شهرستان بیجار..... ۱۰۸
- شکل ۲۱-۵- نقشه پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش در شهرستان بیجار..... ۱۰۹
- شکل ۲۲-۵- فراوانی نقاط وقوع زمین لغزش در مقابل احتمال پیش‌بینی شده..... ۱۱۱
- شکل ۲۳-۵- نقشه سطح زیر منحنی شاخص ROC با حضور تمامی متغیرهای مستقل..... ۱۱۳
- شکل ۲۴-۵- نقشه سطح زیر منحنی شاخص ROC بدون حضور متغیر درجه شیب..... ۱۱۳
- شکل ۲۵-۵- نقشه سطح زیر منحنی شاخص ROC بدون حضور متغیر بارندگی..... ۱۱۴
- شکل ۲۶-۵- نقشه سطح زیر منحنی شاخص ROC بدون حضور متغیر فاصله از جاده..... ۱۱۴
- شکل ۲۷-۵- نقشه سطح زیر منحنی شاخص ROC بدون حضور متغیر زمین‌شناسی..... ۱۱۵
- شکل ۲۸-۵- نقشه سطح زیر منحنی شاخص ROC بدون حضور متغیر کاربری اراضی..... ۱۱۵
- شکل ۲۹-۵- نقشه سطح زیر منحنی شاخص ROC بدون حضور متغیر جهت شیب..... ۱۱۶
- شکل ۳۰-۵- نقشه سطح زیر منحنی شاخص ROC بدون حضور متغیر شبکه زهکش..... ۱۱۶
- شکل ۳۱-۵- نقشه سطح زیر منحنی شاخص ROC بدون حضور متغیر فاصله از گسل..... ۱۱۷

## فهرست جداول

### عنوان

### صفحه

جدول ۲-۱- مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های منتخب شهرستان بیجار طی دوره آماری (۲۰۰۵-۱۹۹۵).....	۲۹
جدول ۲-۲- طبقه بندی ضریب خشکی دومارتن.....	۳۰
جدول ۲-۳- بارندگی ماهیانه بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی شهرستان بیجار طی دره آماری ۱۷ساله.....	۳۳
جدول ۲-۴- درجه حرارت ماهیانه بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی شهرستان بیجار طی دره آماری ۱۷ساله.....	۳۴
جدول ۲-۵- میانگین دما و بارش ماهانه شهرستان بیجار طی دوره آماری ( ۱۳۸۱-۱۳۶۵).....	۳۵
جدول ۲-۶- تعداد روزهای یخبندان شهرستان بیجار طی در سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۸۲.....	۳۷
جدول ۲-۷- میانگین رطوبت نسبی ماهانه شهرستان بیجار طی دوره آماری (۱۳۸۲-۱۳۶۵).....	۳۸
جدول ۲-۸- مقاومت سنگ‌ها نسبت به فرسایش در شهرستان بیجار.....	۴۶
جدول ۳-۱- پارامترهای مورفومتری محاسبه شده‌ی شاخص تقارن توپوگرافی معکوس.....	۴۹
جدول ۳-۲- مقادیر محاسبه شده شاخص شکل حوضه برای هر یک از زیر حوضه‌ها.....	۵۰
جدول ۳-۳- مقادیر محاسبه شده شاخص (Vf) در منطقه مورد مطالعه.....	۵۱
جدول ۴-۱- تقسیم‌بندی حرکات توده‌ای بر مبنای طبقه‌بندی وارنز (۱۹۷۸).....	۵۲
جدول ۵-۱- متغیرها و لایه‌های نقشه‌ای تهیه شده برای تحلیل، مدل‌سازی و پیش‌بینی خطر زمین‌لغزش.....	۵۳
جدول ۵-۲- وضعیت شیب منطقه مورد مطالعه.....	۸۲
جدول ۵-۳- وضعیت جهات شیب منطقه مورد مطالعه.....	۸۴
جدول ۵-۴- وضعیت طبقات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه.....	۸۶
جدول ۵-۵- وضعیت سازندهای سنگ‌شناسی منطقه مورد مطالعه.....	۸۹
جدول ۵-۶- وضعیت طبقات فاصله از گسل منطقه مورد مطالعه.....	۹۱
جدول ۵-۷- وضعیت طبقات فاصله از جاده منطقه مورد مطالعه.....	۹۲
جدول ۵-۸- وضعیت طبقات فاصله از جاده منطقه مورد مطالعه.....	۹۴
جدول ۵-۹- وضعیت طبقات کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه.....	۹۶
جدول ۵-۱۰- وضعیت طبقات بارندگی منطقه مورد مطالعه.....	۹۸
جدول ۵-۱۱- ضرایب، معنی‌داری آماری، شانس وقوع و آزمون والد از تجزیه و تحلیل آماری با رگرسیون لجستیک.....	۱۰۵
جدول ۵-۱۲- شاخص‌های اعتبارسنجی مدل آماری رگرسیون لجستیک منطقه مورد مطالعه.....	۱۰۷
جدول ۵-۱۳- محدوده احتمال وقوع، تعداد، زمین‌لغزش‌ها و تعداد پیکسل‌ها به تفکیک هر یک از کلاس‌ها.....	۱۰۸
جدول ۵-۱۴- ارزیابی صحت مدل با روش اول و بر اساس درصد صحت پیش‌بینی.....	۱۱۰
جدول ۵-۱۵- ارزیابی صحت مدل آماری با روش دوم.....	۱۱۲
جدول ۵-۱۶- ارزیابی صحت مدل بر اساس منحنی ROC با حضور تمامی متغیرهای مستقل.....	۱۱۳
جدول ۵-۱۷- ارزیابی صحت مدل بر اساس منحنی ROC بدون حضور متغیر درجه شیب.....	۱۱۳
جدول ۵-۱۸- ارزیابی صحت مدل بر اساس منحنی ROC بدون حضور متغیر بارندگی.....	۱۱۴
جدول ۵-۱۹- ارزیابی صحت مدل بر اساس منحنی ROC بدون حضور متغیر فاصله از جاده.....	۱۱۴
جدول ۵-۲۰- ارزیابی صحت مدل بر اساس منحنی ROC بدون حضور متغیر زمین‌شناسی.....	۱۱۵
جدول ۵-۲۱- ارزیابی صحت مدل بر اساس منحنی ROC بدون حضور متغیر کاربری اراضی.....	۱۱۵

- جدول ۵-۲۲- ارزیابی صحت مدل بر اساس منحنی ROC بدون حضور متغیر جهت شیب ..... ۱۱۶
- جدول ۵-۲۳- ارزیابی صحت مدل بر اساس منحنی ROC بدون حضور متغیر فاصله از شبکه زهکشی ..... ۱۱۶
- جدول ۵-۲۴- ارزیابی صحت مدل بر اساس منحنی ROC بدون حضور متغیر فاصله از گسل ..... ۱۱۷
- جدول ۵-۲۵- ارزیابی صحت مدل رگرسیون لجستیک با استفاده از شاخص ROC ..... ۱۱۷
- جدول ۵-۲۶- ارزیابی صحت نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با روش اول ..... ۱۱۸
- جدول ۵-۲۷- ارزیابی صحت نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با روش دوم ..... ۱۱۹
- جدول ۵-۲۸- ارزیابی صحت نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از شاخص SCAI ..... ۱۲۰

## **فصل اول:**

# **کلیات و مبانی پژوهش**

## ۱-۱- مقدمه

امروزه بلایای طبیعی و خطرهای ناشی از فن‌آوری به موضوع مهمی در زندگی انسان تبدیل شده است و نمی‌توان از خطرهای و اتفاقات تهدیدآمیزی که زندگی انسان یا محیط زیست جهانی را در بر می‌گیرد، چشم‌پوشی کرد. به طور کلی بلایای طبیعی ناشی از فن‌آوری، اثرهای خطرناکی در محیط زیست دارد. پدیده زمین‌لغزش یکی از عمده بلایای طبیعی است که همه ساله موجب تخریب و خسارات به مناطق مسکونی، زمین‌های کشاورزی، جاده‌ها، جنگل‌ها و مسیرهای انتقال نیرو می‌شود و هم‌چنین همه‌ساله خسارات مالی و جانی زیادی را در پی داشته است. خاک یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی هر کشوری است و افزایش جمعیت و استفاده بیش از حد از اراضی موجب تخریب و فرسایش خاک می‌باشد، هم‌چنین استفاده غیراصولی از منابع اکولوژیکی و به ویژه تبدیل اراضی جنگلی و مرتعی به کشاورزی یکی از مهم‌ترین عوامل فرسایش خاک در طی دوره کوتاه‌تر به شمار می‌رود (احمدی و فیض‌نیا، ۱۳۷۸). با توجه به گستره وسیعی از خاک کشور ایران که با پدیده زمین‌لغزش درگیر می‌باشد رسیدن به اهدافی قابل قبول در زمینه مقابله و کاهش اثرات مخرب این پدیده، نیازمند طراحی برنامه‌ای دقیق، جامع و عملی می‌باشد. به طور کلی می‌توان گفت، زمین‌لغزش‌ها نسبت به سایر بلایای طبیعی قابل پیش‌بینی‌تر و مدیریت پذیرترند. به گونه‌ای که در صورت شناخت پتانسیل زمین‌لغزش‌ها در کشور می‌توان استراتژی مناسبی بر اساس پرهیز از آن‌ها، هم‌زیستی و یا مقابله با این پدیده در نقاط مختلف تدوین نمود. به علت تنوع روش‌های بررسی خطر زمین‌لغزش، رسیدن به روشی مناسب برای هر منطقه با توجه به شرایط خاص هر منطقه از اهمیت بالایی برخوردار است. این مخاطره که در بسیاری از مناطق جهان اتفاق می‌افتد همه ساله خسارات بی‌شماری را به جان و مال انسان‌ها وارد می‌سازد و تقریباً ۹٪ از بلایای طبیعی که در سراسر جهان در طی سال ۱۹۹۰ اتفاق افتاده‌اند را به خود اختصاص داده است. (گومز و کاوژگلو<sup>۱</sup>، ۲۰۰۵). این مخاطره سالانه در ایالات متحده آمریکا حدود ۲۵ تا ۵۰ کشته و ۱ تا ۳ میلیون دلار نیز خسارات وارد می‌کند و به طور میانگین ۲ میلیارد دلار در ژاپن و ۲/۶ میلیارد دلار در ایتالیا خسارت مالی ایجاد می‌کند (بلوچ و براون<sup>۲</sup>، ۲۰۰۵). در ایران نیز به دلیل شرایط توپوگرافیک، تکتونیک، چینه‌شناسی و اقلیم، زمین‌لغزش‌ها همه ساله در اکثر استان‌های کشور موجب وارد آمدن خسارت‌های اقتصادی به راه‌ها، خطوط انتقال نیرو، کانال‌های آبیاری و آبرسانی، مراکز صنعتی و

---

1. Gomes & Kavzoglu  
2. Bloch & Broun

مسکونی، اراضی کشاورزی و تسریع فرسایش می‌گردد. بر اساس اطلاعات حاصل از ۴۱۴۶ زمین‌لغزشی که در بانک زمین‌لغزش‌ها موجود است، حوادث مذکور ۱۸۵ کشته و بالغ بر ۱۸۹۳ میلیارد ریال خسارت به بار آورده‌اند. از جمله خسارت‌های مربوطه می‌توان به تخریب ۲۱۳۷ باب منزل مسکونی، تلف شدن ۱۹۹۱ رأس احشام، از بین رفتن ۶۰۰۶ هکتار اراضی زراعی، ۶۹۴۱ هکتار جنگل، ۱۸۸۸۶ هکتار مرتع، ۷۲۰ هکتار باغ و ۲۵۴ کیلومتر راه ارتباطی اشاره نمود (میرصانعی و مهدیفر، ۱۳۸۵). شهرستان بیجار یکی از شهرستان‌های استان کردستان نیز به دلیل دارا بودن موقعیت کوهستانی و داشتن شیب زیاد همواره این پدیده را تجربه می‌کند. هم‌چنین به نظر می‌رسد به دلیل وجود آهک آسماری و مارن، تغییرات کاربری اراضی، افزایش فعالیت‌های کشاورزی، طرح‌های عمرانی و ساخت و سازها مانند احداث راه‌های ارتباطی، منطقه مطالعاتی مستعد وقوع این پدیده می‌باشد. لذا با وجود مسائل ذکر شده تهیه‌ی نقشه‌ی پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لغزش و شناسایی مناطق با درجات خطر متفاوت و شناخت مهم‌ترین عوامل رخداد آن به ضرورتی مهم تبدیل شده است که هدف تحقیق مورد نظر نیز دستیابی به آن می‌باشد.

## ۱-۲- طرح موضوع و بیان مسأله

طبیعت همواره با مخاطرات ژئومورفولوژیکی فراوانی روبه‌رو بوده است، که حرکات توده‌ای یکی از آن مخاطرات می‌باشد. مخاطرات ژئومورفولوژیکی به عنوان پدیده‌ای بالقوه زیانبار مطرح است که مهم‌ترین آن‌ها حرکات توده‌ای و زمین‌لغزش‌ها هستند (برتون و کاتز<sup>۱</sup>، ۱۹۶۴). کشور ما ایران با توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت زمین‌ساختی و لرزه‌خیزی زیاد، شرایط متنوع زمین‌شناسی و اقلیمی، عمده شرایط طبیعی را برای ایجاد طیف وسیعی از زمین‌لغزش‌ها داراست (نیک‌اندیش، ۱۳۷۸). این حرکات تحت تأثیر عوامل طبیعی و انسانی رخ می‌دهند که شناخت این عوامل در بررسی پتانسیل، پیش‌بینی و پهنه‌بندی زمین‌لغزش نقش اساسی دارد. پهنه‌بندی لغزش شامل تقسیم‌بندی سطح زمین به مناطق مجزا و رتبه‌بندی کردن این مناطق براساس درجه واقعی یا پتانسیل خطر ناشی از بروز زمین‌لغزش بر روی شیب دامنه‌هاست. زمین‌لغزش شامل کلیه حرکات و گسیختگی‌های شیبی یا دامنه‌ای نسبتاً سریع می‌باشد که با کاهش ضریب اطمینان<sup>۲</sup> به سطح پایین‌تر حرکت نموده و در اثر نیروهای مخرب، محرک و یا مهاجم بر نیروهای مقاوم در سطوح شیب‌دار به وقوع می‌پیوندند (شریعت جعفری، ۱۳۷۵). زمین‌لغزش‌ها در ایران یکی از مهم‌ترین بلاهای طبیعی بوده که نقش بسزایی در تخریب جاده‌های ارتباطی، باغ‌ها و مناطق مسکونی و هم‌چنین فرسایش و انتقال مواد دارد (کمک‌پناه و منتظرالقائم، ۱۳۷۳). هم‌چنین بر پایه اطلاعات موجود تا اوایل سال ۱۳۷۸ وقوع حدود ۲۵۹۰ زمین‌لغزه در کشور هم‌چنین تا

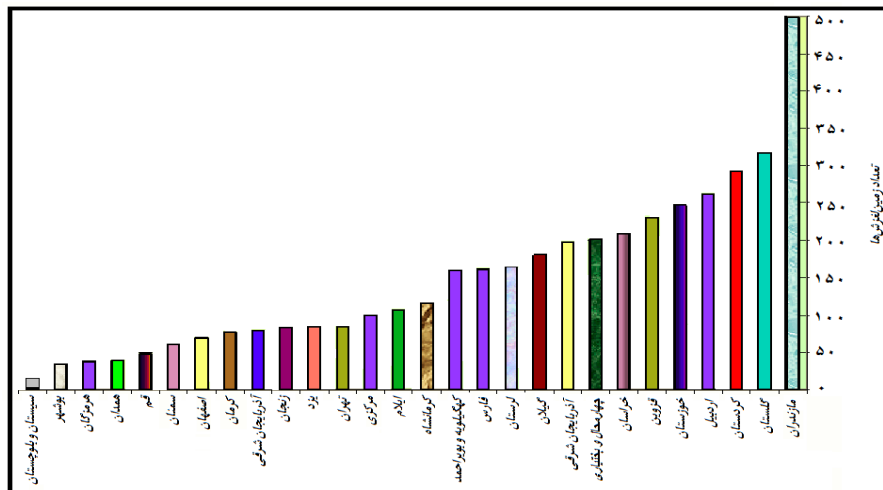
---

1. Burton & Kates  
2. Safety factor

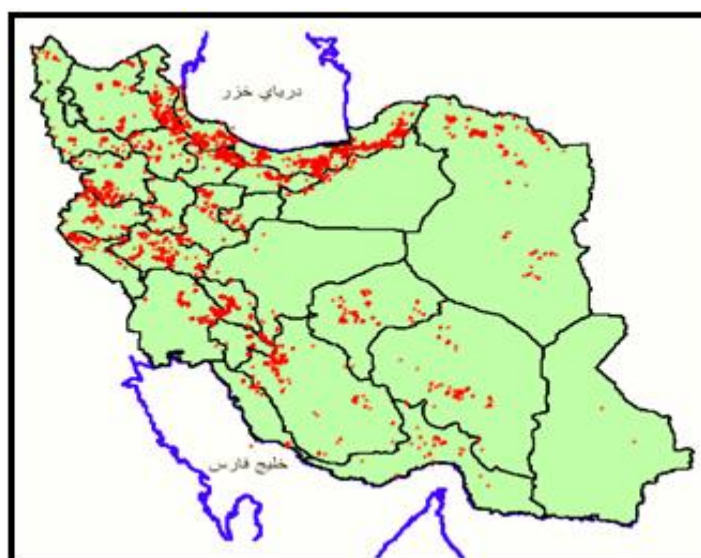


شهریور سال ۱۳۸۳ در گستره‌ی کشور ۴۰۹۷ زمین‌لغزش در بانک اطلاعاتی گروه مطالعه‌ی زمین‌لغزش‌های سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور به ثبت رسیده است (مهدوی‌فر و نیک‌اندیش، ۱۳۸۴).

شهرستان بیجار یکی از شهرستان‌های استان کردستان، بر پایه تقسیم‌بندی ساختاری ایران در پهنه سنندج سیرجان در طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴ دقیقه و ۵۱ ثانیه تا ۴۷ درجه و ۸ دقیقه و ۲۵ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵ دقیقه و ۵۹ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۹ دقیقه و ۱۲ ثانیه شمالی جای گرفته است. منطقه در بین دو گسل اصلی تبریز در شرق و ارومیه یا زرینه رود در غرب واقع است، در نتیجه تعدادی از زیر شاخه‌های این دو گسل در منطقه مورد مطالعاتی (شهرستان بیجار) گسترش دارند. از نظر زمین لرزه‌خیزی بیجار در منطقه‌ای با خطر نسبی متوسط قرار دارد. این منطقه به دلیل ویژگی‌های کوهستانی و توپوگرافی (ارتفاع و شیب زیاد) قرارگرفتن در مسیر توده‌های هوای مرطوب و دریافت نزولات جوی مورد نیاز، و جنس سازندها که مستعد این پدیده هستند از این امر مستثنی نبوده و زمین لغزش‌هایی رخ می‌دهند که اگر به موقع شناسایی و مدیریت نشوند برای مردم و حوضه‌نشینان صدمات جبران‌ناپذیری را ایجاد می‌کنند. متأسفانه به نظر می‌رسد قبل از انجام فعالیت‌های عمرانی و توسعه‌ای، هیچ‌گونه طرح آمایشی از جمله پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی در منطقه صورت نگرفته است بر این اساس و بر اساس مدیریت کامل بر منابع طبیعی ارائه تحقیقاتی در زمینه پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی ضروری به نظر می‌رسد و انتظار می‌رود که نتایج تحقیق بتواند در مکان‌یابی مناسب و بهینه جهت اجرای طرح‌های عمرانی مورد استفاده قرار گیرد. طبق آمار به دست‌آمده بر مبنای تعداد زمین‌لغزش‌ها استان کردستان با ثبت ۲۹۲ زمین‌لغزش بعد از استان‌های مازندران و گلستان در رتبه‌ی ۳ کشوری قرار دارد شکل (۱-۱) و (۱-۲). چنانچه ملاک رتبه‌بندی مساحت استان‌ها باشد این استان در رتبه‌ی بالاتری قرار می‌گیرد (میرصانعی و مهدیفر، ۱۳۸۵).



شکل ۱-۱- نمودار توزیع استانی زمین لغزش‌های موجود در بانک اطلاعاتی زمین لغزش‌های کشور



شکل ۱-۲- نقشه پراکنش زمین لغزش‌های موجود در بانک اطلاعاتی زمین لغزش‌های کشور

این مسأله با توجه به خسارت‌هایی که زمین لغزش‌ها به اراضی کشاورزی، منابع طبیعی و اقتصادی وارد می‌سازد سازند ضرورت تحقیق و برنامه ریزی جهت جلوگیری از وقوع یا کاهش خسارات ناشی از آن‌ها را روشن می‌سازد این برنامه‌ریزی‌ها نیز هنگامی صحیح و به موقع انجام می‌شود که ناپایداری‌های دامنه‌ای، زمین لغزش‌ها و عوامل ایجاد کننده‌ی آن‌ها به موقع شناسایی شود، لذا شناخت مناطق حساس به زمین لغزش‌ها برای ساکنین منطقه مورد اهمیت است و ضرورت دارد تا مناطق خطر شناسایی گردد و در آینده در برنامه‌ریزی جهت توسعه و عمران منطقه مورد استفاده قرار گیرد لذا یکی از گام‌های اساسی برای رسیدن به این هدف تهیه‌ی نقشه‌ی خطر و پهنه‌بندی مخاطره است که هدف مهم این پژوهش دستیابی به آن است (آزادبخت، ۱۳۸۲). لذا با توجه به مطالب فوق سؤالات زیر مطرح می‌گردد.

### ۱-۳- سوالات پژوهش

۱- کدام عامل در میان عوامل موثر بر وقوع زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه بیشترین تأثیر را دارد؟

۲- دخالت‌های انسان چگونه وقوع زمین لغزش را در منطقه تشدید می‌کند؟

### ۱-۴- ضرورت پژوهش

با توجه به اهمیت مسائل و مشکلات مرتبط با زمین لغزش‌ها در منطقه‌ی مورد مطالعه که از جمله آن‌ها در معرض خطر بودن روستاهای واقع در منطقه می‌باشد، و از آنجائی که زمین لغزش‌ها باعث تغییر در سیمای ظاهری زمین، ناپایداری و فرسایش آن می‌گردد و همچنین موجب آسیب رساندن به تأسیسات و طرح‌های آبخیزداری احداث شده و نیز تخریب اراضی، بخصوص اراضی کشاورزی و نارضایتی کشاورزان منطقه می‌شود از این‌رو ضرورت دارد نسبت به تعیین عوامل مؤثر در شکل‌گیری رخداد زمین لغزش و پهنه‌بندی آن اقدام گردد. هدف اصلی این پژوهش استفاده از یک مدل آماری برای مطالعه‌ی پتانسیل و پیش‌بینی احتمال وقوع زمین لغزش‌ها در محدوده‌ی مورد مطالعه است. تا بتوان بر اساس آن پتانسیل خطر زمین لغزش را بر مبنای درجات خطر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد پهنه‌بندی نمود. نتایج پهنه‌بندی مذکور می‌تواند اساس برنامه‌ریزی‌ها و مکان‌یابی‌های مناسب و مدیریت محیط در پروژه‌های آتی باشد.

### ۱-۵- پیشینه پژوهش

زمین لغزش‌ها در بین حرکات توده‌ای به دلیل وضعیت حساس دامنه‌ها بیشتر از سایر حرکات مورد توجه قرار می‌گیرد و همواره این پدیده مورد توجه محققان و برنامه ریزان بوده است (علایی طالقانی، ۱۳۸۲). تا کنون مطالعات و تحقیقات زیادی در قالب طرح‌های پژوهشی، پایان‌نامه‌ها و مقالات در ارتباط با مخاطرات ژئومورفولوژیکی و ارزیابی و پهنه‌بندی زمین لغزش‌ها در حوضه‌های مختلف کشور صورت گرفته است. در استان کردستان نیز برخی مطالعات در زمینه پهنه‌بندی زمین لغزش و همین‌طور ارزیابی روش‌های پهنه‌بندی انجام شده‌است، اما در محدوده مورد مطالعه، مطالعاتی در زمینه بررسی خطر وقوع زمین لغزش انجام نشده‌است. مطالعه همه جانبه‌ی پدیده زمین لغزش و راه‌های جلوگیری از خطرات و خسارات ناشی از آن یکی از اهداف عمده در برنامه‌های سازمان یونسکو می‌باشد. این سازمان فعالیت‌های گسترده‌ای از سال ۱۹۷۶ در این رابطه آغاز نموده است. در واقع سابقه مطالعات و پژوهش‌ها در مدل سازی و پهنه بندی خطر زمین لغزش در کشورهای توسعه یافته به ۵۰ سال پیش بر می‌گردد (کرم و محمودی، ۱۳۸۴). نتایج تعدادی از این بررسی‌ها که در زیر به طور اجمال آورده شده مروری بر سابقه و تاریخچه پدیده زمین لغزش و پهنه بندی خطر ناپایداری شیب‌های طبیعی در جهان است. حدود بیست کشور در رابطه با برآورد و تخمین خطر زمین لغزش کوشش‌هایی جدی به عمل آورده اند. اغلب این فعالیت‌ها، مطالعات ویژه برای شهرها و یا جاده‌های حمل و نقل بوده است. تعداد کمی از

کشورها تا به حال واقعاً در عمل درگیر عملیات پهنه بندی سیستماتیک منطقه‌ای شده‌اند، و لاکن تعداد متعددی، برای شروع این چنین مطالعاتی برنامه‌ریزی کرده‌اند. سازمان یونسکو دهه‌ی ۱۹۹۰ را به عنوان دهه‌ی مقابله با مخاطرات طبیعی معرفی کرده است و مراکز مختلف علمی، پژوهشی به مطالعه‌ی مخاطرات طبیعی از جمله زمین‌لغزش‌ها پرداختند. در ایران طرح تشکیل بانک اطلاعاتی از زمین‌لغزش‌های کشور به عنوان یکی از مهمترین امور لازم جهت مطالعات زمین‌لغزش‌ها برای مقابله با خطرات ناشی از زلزله و لغزش لایه‌های زمین در کمیته مطرح شد و به تصویب رسید و پس از آن اجرای طرح از زیر کمیته به وزارت جهاد سازندگی واگذار شد. مرحله‌ی اول طرح با ایجاد سیستم بانک اطلاعاتی از سال ۱۳۷۴ آغاز شد و در سال ۱۳۷۵ توسط گروه بررسی زمین‌لغزش‌ها در وزارت جهاد سازندگی به پایان رسید. در همان زمان مرحله‌ی دوم این طرح که در واقع ثبت زمین‌لغزش‌های کشور بود توسط جهاد سازندگی و با همکاری مدیریت‌های آبخیزداری در تمام استان‌ها آغاز شد که تاکنون نیز ادامه یافته است (مهدوی‌فر و نیک‌اندیش، ۱۳۸۴). در خارج از کشور نیز مطالعات اولیه در مورد مخاطرات محیطی و زمین‌لغزش‌ها توسط محققانی از جمله هاو<sup>۱</sup> (۱۹۹۰)، آلماگیا<sup>۲</sup> (۱۹۱۰)، ترازقی<sup>۳</sup> (۱۹۲۵) صورت گرفت (سرمدی سیفی، ۱۳۸۲). پژوهش‌هایی نیز در خارج از کشور در مورد زمین‌لغزش انجام شده است از جمله: اهلماچر و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۳) به پیش‌بینی مخاطره زمین‌لغزش در شمال شرقی کانزاس<sup>۵</sup> پرداختند. داده‌های مورد استفاده در تحقیق آن‌ها شامل داده‌های زمین‌شناسی و داده‌های مربوط به زمین‌لغزش‌ها بوده است. نتایج تحقیق نشان‌دهنده‌ی این بود که شیب مهم‌ترین متغیر برای تخمین مخاطره زمین‌لغزش در منطقه مورد مطالعه است. لیو<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۴) به برآورد مخاطرات زمین‌لغزش در ناحیه‌ی جرجس در اطراف رودخانه‌ی یانگتز پرداختند آن‌ها در مطالعات خود از مدل آماری رگرسیون لجستیک استفاده کردند و نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که بیشتر زمین‌لغزش‌ها در نقاطی از اطراف رودخانه که مسکونی بودند روی داده است. چائو و چان<sup>۷</sup> (۲۰۰۵) اقدام به تهیه نقشه‌های حساسیت زمین‌لغزش برای تمام قلمرو هونگ کونگ با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک نمودند. در این مطالعه کل هونگ کونگ را از طریق خط تقسیم آب به دو قسمت شمالی و جنوبی تفکیک کردند، و بر اساس چهار متغیر مستقل درجه شیب، جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا و زمین‌شناسی نقشه خطر زمین‌لغزش را برای دو منطقه تهیه و در نهایت آن‌ها را کنار هم گذاشته و درصد صحت پیش‌بینی مدل و نقشه حساسیت زمین‌لغزش را از طریق فاکتورهای Occurrence Ratio, Classification Plot, Godness of Fill (-2LL) تعیین کردند. یسیل‌ناکار و توپلا<sup>۸</sup> (۲۰۰۵)، به بررسی دو روش شبکه عصبی

1. How
2. Almagia
3. Terazeghi
4. Ohlmacher & et al
5. Kansas
6. Liu & et al
7. Chau & Chen
8. Yesilnacar & Topla