

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تهران  
پردیس علوم  
دانشکده زمین شناسی

## پهنه بندی خطر زمین لغزش در محدوده مخزن سد البرز

نگارش:

حمیدرضا قرهی

استاد راهنما:

دکتر بهمن بهلولی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد زمین شناسی،

گرایش زمین شناسی مهندسی

شهریور ۱۳۸۸



اداره کل تحصیلات تکمیلی

جمهوری اسلامی ایران  
دانشگاه تهران

شماره .....  
تاریخ ۱۳۸۸/۷/۶  
پیوست .....

### تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب **میدرنا قری** متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه / رساله حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آنها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و مآخذ ذکر گردیده است. این پایان‌نامه / رساله قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. در صورت اثبات تخلف (در هر زمان) مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به پردیس / دانشکده / مرکز دانشگاه تهران است.

نام و نام خانوادگی دانشجو **میدرنا قری**  
امضاء

---

آدرس: خیابان انقلاب اول خیابان فخر رازی - پلاک ۵ - کد پستی: ۱۳۰۴۵/۵۶۸  
فاکس: ۶۴۹۷۳۱۴

دانشگاه تهران  
پردیس علوم  
دانشکده زمین شناسی

## پهنه بندی خطر زمین لغزش در محدوده مخزن سد البرز

نگارش:  
حمیدرضا قرهی

استاد راهنما:  
دکتر بهمن بهلولی

اساتید مشاور:  
مهندس امیر سیار - مهندس محسن شریعت جعفری

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد زمین شناسی،  
گرایش زمین شناسی مهندسی

شهریور ۱۳۸۸



تقدیم بہ مادر مہربانم، برادر عزیزم و روح پاک پدرم۔

ای پدر:

روح پاکت با امیرالمؤمنین محمورباد

خانہ قبرت ز الطاف خدا پر نورباد

ای چراغ زندگانی ای پدریادت، نخیر

خاطرت در باغ فردوس برین مسرورباد

## چکیده

یکی از حوادث طبیعی که هر ساله موجب خسارات مالی و جانی فراوانی می‌شود، پدیده زمین لغزش است. مناطق شمال ایران به علت شرایط اقلیمی، موقعیت و پوشش زمین، ارتعاش، ارتفاعات زیاد، باران‌های شدید و فرسایش سریع در نتیجه جنگل‌زدایی و ساخت و ساز در معرض خطر بالایی از لغزش قرار دارند. تهیه نقشه حساسیت و خطر زمین لغزش را می‌توان به عنوان راهکاری مناسب جهت کاهش خسارتهای ناشی از وقوع زمین لغزشهای آینده دانست. فرایند تهیه چنین نقشه‌هایی شامل چندین روش کیفی و کمی است. در مطالعه حاضر از روش‌های شاخص آماری (Wi)، وزن‌دهی به فاکتورها (Wf)، تحلیل سلسله مراتبی سیستمها (AHP)، نسبت فراوانی (FR) و شاخص گذاری کیفی (Heuristic) برای تهیه نقشه حساسیت زمین لغزش و در نهایت مقایسه نقشه‌ها استفاده شد. برای این منظور از لایه‌های اطلاعاتی شامل نقشه پراکنش زمین لغزشها، زمین‌شناسی، شیب دامنه، جهت شیب، ارتفاع، فاصله از آبراهه‌ها، فاصله از گسل، تراکم زهکشی و آبیگری مخزن استفاده گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که زمین‌شناسی، شیب، آبیگری مخزن، فاصله از آبراهه و فاصله از گسل به ترتیب عنوان مهمترین فاکتورها در محدوده مورد مطالعه هستند. برای اطمینان، نقشه‌های تهیه شده با نقشه پراکنش ۱۴ زمین لغزش فعال مقایسه شد. نتایج بیانگر این است که به ترتیب در روش‌های Wi، Wf، AHP، FR و Heuristic درصد زمین لغزش‌های فعال در کلاسهای بالا و خیلی بالای حساسیت برابر ۸۳/۷۳، ۶۴/۳۹، ۷۵/۲۷، ۵۲/۸۳ و ۸۷/۱۵ می‌باشد. نتایج نشانگر این است که روش کیفی شاخص گذاری، روش شاخص آماری و تحلیل سلسله مراتبی سیستمها نسبت به سایر روشها تصویر واقعی‌تری از پراکندگی حساسیت زمین لغزش در محدوده مخزن سد البرز نشان می‌دهد.

## تقدیر و تشکر

خدای را سپاس می‌گویم که مرا نعمت آموختن ارزانی نمود و در کسب معرفت و آگاهی، مدام پشتیبان من بوده و تمام خواسته‌های دینی و دنیوی مرا برآورده فرموده است. خدایا از تویی خواهم به من قدرت دهی تا به آنچه به من آموختی، ایمان داشته باشم و با تکیه نفس از آن در راستای خدمت به هموطنان خویش استفاده کنم.

بر خود لازم می‌دانم از اساتید ارجمندم جناب آقای دکتر سلولی، جناب آقای مندرس امیرسیار و جناب آقای مندرس شریعت جعفری که با وجود مشغله کاری خود، از ابتدا تا انتهای انجام این پایان نامه مرا صمیمانه همراهی و یاری نمودند و همواره از هدایت و راهنمایی ایشان بهره‌مند گشته‌ام تشکر و قدردانی نمایم.

همچنین از اساتید محترم دانشگاه تهران که در تمام طول دوران تحصیل مرا مطلبی آموختند و آقایان دکتر حق‌شناس و دکتر سهرابی که داوری این پایان نامه را پذیرفتند پاسکزاری می‌نمایم.

لازم است مراتب سپاس خود را از سرکار خانم بیاتی، اعلام دارم. همچنین از ایزکارشناسان شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس در محل سایت سد البرز که کمک قابل توجهی در جمع‌آوری اطلاعات به من نمودند و سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح که تصاویر ماهواره‌ای در اختیار اینجانب قرار دادند تشکر را دارم. جادارد اینجا دوستان عزیزم که در تمام لحظات تحصیل و زندگی با سخنان آنها انگیزه‌ای مضاعف دیدم و سیر زندگی در من ایجاد کرده‌اند، صمیمانه قدردانی نمایم. همچنین از دوستان عزیزم جناب آقای باشم بابایی و جناب آقای چارهای که در پیمایش‌های صحرائی و آموختن نرم افزار مابرای و کمک نمودند، پاسکزاریم.

در پایان از خانواده‌ام، که هر آنچه در دنیا کسب کرده‌ام نتیجه زحمات بی‌دیغ آنها و دعا‌های مستمرشان بوده است تشکر و قدردانی می‌نمایم و از خداوند متعال تقاضا می‌کنم که توانایی جبران آن زحمات را عینیت نماید.

حمیدرضا قری

شهریورماه ۱۳۸۸



## فهرست مطالب

فصل اول: کلیات .....	۱
۱-۱- مقدمه .....	۲
۲-۱- خلاصه‌ای از سابقه پژوهش در ایران و جهان .....	۴
۳-۱- اهمیت پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در محدوده مورد مطالعه .....	۷
فصل دوم: ویژگی‌های محدوده مورد مطالعه .....	۹
۱-۲- موقعیت جغرافیایی .....	۱۰
۲-۲- مشخصات سد .....	۱۰
۳-۲- راههای دسترسی .....	۱۰
۴-۲- زمین‌شناسی عمومی منطقه .....	۱۲
۲-۴-۱- تاریخچه تحولات زمین‌ساختی منطقه .....	۱۲
۲-۴-۱-۱- شرایط عمومی لرزه‌خیزی گستره مورد مطالعه .....	۱۵
۲-۴-۲- زمین‌ساخت .....	۱۵
۲-۴-۲- زمین‌شناسی ساختمانی .....	۱۶
۲-۴-۳- چینه‌شناسی .....	۱۶
۲-۵- هیدروژئولوژی .....	۱۷
۲-۶- اقلیم .....	۱۸
۲-۷- ویژگیهای محدوده مخزن سد البرز .....	۱۸
۲-۷-۱- ژئومورفولوژی .....	۱۸
۲-۷-۲- سنگ چینه‌شناسی .....	۱۹
۲-۷-۲-۱- دوران دوم .....	۲۰
۲-۷-۲-۲- دوران سوم .....	۲۰
۲-۷-۲-۳- نهشته‌های کواترنر .....	۲۰
۲-۷-۲-۱-۳- نهشته‌های آبرفتی .....	۲۱
۲-۷-۲-۲-۳- پادگانه‌های آبرفتی .....	۲۱
۲-۷-۲-۳- زمین‌ساخت .....	۲۲
فصل سوم: زمین لغزش و فاکتورهای کنترل آن .....	۲۳
۱-۳- زمین لغزش .....	۲۴

## فهرست مطالب

۲۴	۲-۳- کلیاتی در مورد مورفولوژی زمین لغزش‌ها
۲۴	۱-۲-۳- مقدمه
۲۵	۲-۲-۳- ترکهای کناری
۲۵	۳-۲-۳- افتگاه اصلی
۲۵	۴-۲-۳- قله
۲۵	۵-۲-۳- افتگاه‌های فرعی
۲۶	۶-۲-۳- رأس منطقه لغزش
۲۶	۷-۲-۳- توده اصلی
۲۶	۸-۲-۳- تاج
۲۷	۹-۲-۳- پای لغزش
۲۷	۱۰-۲-۳- نوک لغزش
۲۷	۱۱-۲-۳- پنجه لغزش
۲۸	۱۲-۲-۳- سطح گسیختگی
۲۸	۱۳-۲-۳- توده جابجا شده
۲۸	۱۴-۲-۳- پهنه تهی شدگی
۲۹	۱۵-۲-۳- پهلوی لغزش
۲۹	۱۶-۲-۳- طول کلی لغزش
۲۹	۱۷-۲-۳- عمق صفحه گسیختگی
۳۰	۳-۳- کلیاتی در مورد عوامل مؤثر در ایجاد زمین لغزش‌ها
۳۰	۱-۳-۳- مقدمه
۳۱	۲-۳-۳- عوامل عمده مؤثر در وقوع زمین لغزش‌ها
۳۱	۱-۲-۳-۳- تغییرات ساختاری
۳۱	۲-۲-۳-۳- شرایط ژئوتکنیکی و لیتولوژیکی
۳۲	۳-۲-۳-۳- شیب توپوگرافی
۳۲	۴-۲-۳-۳- جهت شیب توپوگرافی
۳۳	۵-۲-۳-۳- ارتفاع
۳۳	۶-۲-۳-۳- تراوش از چشمه‌ها یا منابع مصنوعی آب
۳۳	۷-۲-۳-۳- زلزله و لرزش

## فهرست مطالب

۳۴	..... ۳-۳-۲-۸- آب و هوا
۳۴	..... ۳-۳-۲-۹- شکل شیب
۳۴	..... ۳-۳-۲-۱۰- وزن توده
۳۵	..... ۳-۳-۲-۱۱- کاربری اراضی
۳۶	..... ۳-۳-۲-۱۲- پوشش گیاهی
۳۶	..... ۳-۳-۲-۱۳- تراکم زهکشی
۴۰	<b>فصل چهارم: روش های تهیه نقشه حساسیت زمین لغزش</b>
۴۱	..... ۴-۱- پهنه بندی خطر زمین لغزش
۴۲	..... ۴-۲- تعاریف
۴۳	..... ۴-۳- طبقه بندی انواع روش های پهنه بندی خطر زمین لغزش
۴۳	..... ۴-۳-۱- طبقه بندی بر اساس مطالعه یا عدم مطالعه علل زمین لغزش
۴۳	..... ۴-۳-۱-۱- روش های مبتنی بر تاریخچه منطقه
۴۴	..... ۴-۳-۱-۲- روش های مبتنی بر ریشه یابی علل ناپایداری
۴۵	..... ۴-۳-۱-۳- روش های ترکیبی
۴۵	..... ۴-۴- طبقه بندی بر اساس نوع واحد بندی و روش ارزیابی پایداری
۴۵	..... ۴-۴-۱- واحد بندی منطقه
۴۶	..... ۴-۴-۲- ارزیابی پایداری شیبه ها
۴۶	..... ۴-۴-۳- روش وزن دهی به عوامل
۴۸	..... ۴-۵- تهیه نقشه حساسیت و خطر زمین لغزش
۵۳	..... ۴-۶- فرایند تحلیل سلسله مراتبی سیستمها
۵۳	..... ۴-۶-۱- انواع حالت های تصمیم گیری
۵۵	..... ۴-۶-۲- اصول فرایند تحلیل سلسله مراتبی
۵۵	..... ۴-۶-۳- مزایای فرایند تحلیل سلسله مراتبی
۵۷	..... ۴-۶-۴- مراحل اجرای روش تحلیل سلسله مراتبی
۵۷	..... ۴-۶-۴-۱- ایجاد درخت سلسله مراتبی
۵۷	..... ۴-۶-۴-۲- مقایسه زوجی
۵۸	..... ۴-۶-۴-۳- محاسبه وزن
۵۸	..... ۴-۶-۴-۳-۱- وزن نسبی

## فهرست مطالب

۵۸.....	وزن نهایی ۲-۳-۴-۶-۴
۵۹.....	محاسبه نرخ سازگاری ۴-۴-۶-۴
۶۰.....	روش آماری دومتغیره ۷-۴
۶۱.....	روش شاخص آماری ۱-۷-۴
۶۱.....	روش وزن دهی به فاکتورها ۲-۷-۴
۶۲.....	روش شاخص گذاری کیفی ۸-۴
۶۴.....	روش نسبت فراوانی ۹-۴
۶۵.....	<b>فصل پنجم: نتایج</b>
۶۶.....	۱-۵- آماده سازی داده ها
۶۷.....	۲-۵- بررسی زمین لغزش ها و تهیه نقشه پراکنش زمین لغزش ها
۷۰.....	۱-۲-۵- زمین لغزش های فعال
۷۰.....	۲-۲-۵- زمین لغزش های دارای پتانسیل لغزش
۷۱.....	۳-۲-۵- زمین لغزش های پایدار شده
۷۲.....	۳-۵- نتایج حاصل از روش تحلیل سلسله مراتبی سیستم ها
۷۴.....	۱-۳-۵- زمین شناسی
۷۷.....	۲-۳-۵- فاکتورهای توپوگرافیک
۷۷.....	۱-۲-۳-۵- شیب
۷۹.....	۲-۲-۳-۵- جهت شیب
۸۰.....	۳-۲-۳-۵- ارتفاع
۸۲.....	۴-۲-۳-۵- فاصله از گسل
۸۳.....	۵-۲-۳-۵- فاصله از آبراهه
۸۴.....	۶-۲-۳-۵- تراکم زهکشی
۸۷.....	۴-۵- روش آماری دو متغیره
۸۷.....	۱-۴-۵- نتایج روش شاخص آماری
۹۰.....	۲-۴-۵- نتایج روش وزن دهی به فاکتورها
۹۰.....	۵-۵- نتایج روش شاخص گذاری کیفی
۹۳.....	۶-۵- نتایج روش نسبت فراوانی
۹۵.....	۷-۵- نتایج پهنه بندی خطر زمین لغزش قبل از آبگیری مخزن

## فهرست مطالب

۹۹.....	۸-۵- آبگیری مخزن.....
۱۰۰.....	۵-۸-۱- نتایج روش تحلیل سلسله مراتبی بعد از آبگیری مخزن.....
۱۰۳.....	۵-۸-۲- نتایج روش آماری دو متغیره بعد از آبگیری مخزن.....
۱۰۵.....	۵-۹- نتایج پهنه‌بندی خطر زمین لغزش بعد از آبگیری مخزن.....
۱۰۸.....	فصل ششم: بحث و نتیجه‌گیری.....
۱۰۹.....	۶-۱- نتیجه‌گیری.....
۱۱۰.....	۶-۲- پیشنهادات.....
۱۱۲.....	منابع.....
۱۲۰.....	پیوست.....

## فهرست جداول

- جدول ۳-۱- مقایسه روش های مختلف پهنه بندی خطر زمین لغزش ..... ۳۸
- جدول ۳-۲- طبقه بندی حرکات توده ای ..... ۳۹
- جدول ۴-۱- قضاوت کارشناسی در مقایسه زوجی عوامل مؤثر در تحلیل سلسله مراتبی ..... ۵۷
- جدول ۴-۲- شاخص سازگاری ماتریس های تصادفی ..... ۶۰
- جدول ۴-۳- پنج کلاس حساسیت و شاخص های مربوط به آن ..... ۶۲
- جدول ۵-۱- اطلاعات مربوط به لغزش های ثبت شده در محدوده مخزن سد البرز ..... ۶۸
- جدول ۵-۲- برآورد تقریبی احجام زمین لغزش های فعال دریاچه سد ..... ۷۰
- جدول ۵-۳- برآورد تقریبی احجام زمین لغزش های با پتانسیل لغزش دریاچه سد ..... ۷۰
- جدول ۵-۴- برآورد تقریبی احجام زمین لغزش های پایدار شده دریاچه سد ..... ۷۱
- جدول ۵-۵- مقایسه زوجی بین معیارها مؤثر در رخداد زمین لغزش ..... ۷۲
- جدول ۵-۶- محاسبه وزن معیارها با استفاده از روش تقریبی ..... ۷۳
- جدول ۵-۷- محاسبه نرخ سازگاری مربوط به ماتریس مقایسه زوجی عوامل مؤثر در لغزش ..... ۷۴
- جدول ۵-۸- ماتریس مقایسه زوجی مربوط به معیار زمین شناسی ..... ۷۶
- جدول ۵-۹- محاسبه وزن مربوط به کلاس های معیار زمین شناسی ..... ۷۶
- جدول ۵-۱۰- محاسبه نرخ سازگاری مربوط به ماتریس مقایسه زوجی معیار زمین شناسی ..... ۷۷
- جدول ۵-۱۱- ماتریس مقایسه زوجی مربوط به معیار شیب توپوگرافی ..... ۷۷
- جدول ۵-۱۲- محاسبه وزن مربوط به کلاس های معیار شیب توپوگرافی ..... ۷۸
- جدول ۵-۱۳- محاسبه نرخ سازگاری مربوط به ماتریس مقایسه زوجی معیار شیب توپوگرافی ..... ۷۸
- جدول ۵-۱۴- ماتریس مقایسه زوجی مربوط به معیار جهت شیب ..... ۷۹
- جدول ۵-۱۵- محاسبه وزن مربوط به کلاس های معیار جهت شیب ..... ۷۹
- جدول ۵-۱۶- محاسبه نرخ سازگاری مربوط به ماتریس مقایسه زوجی جهت شیب توپوگرافی ..... ۸۰
- جدول ۵-۱۷- ماتریس مقایسه زوجی مربوط به معیار ارتفاع ..... ۸۰
- جدول ۵-۱۸- محاسبه وزن مربوط به کلاس های معیار ارتفاع ..... ۸۱
- جدول ۵-۱۹- محاسبه نرخ سازگاری مربوط به ماتریس مقایسه زوجی پارامتر ارتفاع ..... ۸۱
- جدول ۵-۲۰- ماتریس مقایسه زوجی مربوط به معیار فاصله از گسل ..... ۸۲
- جدول ۵-۲۱- محاسبه وزن کلاس های معیار فاصله از گسل ..... ۸۲
- جدول ۵-۲۲- محاسبه نرخ سازگاری مربوط به ماتریس مقایسه زوجی معیار فاصله از گسل ..... ۸۳
- جدول ۵-۲۳- ماتریس مقایسه زوجی مربوط به معیار فاصله از آبراهه ..... ۸۳
- جدول ۵-۲۴- محاسبه وزن کلاس های معیار فاصله از آبراهه ..... ۸۳
- جدول ۵-۲۵- محاسبه نرخ سازگاری مربوط به ماتریس مقایسه زوجی معیار فاصله از آبراهه ..... ۸۴
- جدول ۵-۲۶- ماتریس مقایسه زوجی مربوط به معیار تراکم زهکشی ..... ۸۴

- جدول ۵-۲۷- محاسبه وزن کلاس‌های مربوط به معیار تراکم زهکشی ..... ۸۵
- جدول ۵-۲۸- محاسبه نرخ سازگاری مربوط به ماتریس مقایسه زوجی معیار تراکم زهکشی ..... ۸۵
- جدول ۵-۲۹- پراکندگی زمین لغزش و مقادیر  $W_i$  در کلاس‌های مختلف ..... ۸۸
- جدول ۵-۳۰- وزن فاکتورها ( $W_f$ ) ..... ۹۰
- جدول ۵-۳۱- نتایج حاصل از روش شاخص گذاری کیفی ..... ۹۲
- جدول ۵-۳۲- نتایج روش نسبت فراوانی ..... ۹۳
- جدول ۵-۳۳- درصد رخداد زمین لغزش در کلاس‌های حساسیت ..... ۹۹
- جدول ۵-۳۴- مقایسه زوجی بین معیارهای مؤثر در رخداد زمین لغزش بعد از آبیگری مخزن ... ۱۰۰
- جدول ۵-۳۵- محاسبه وزن معیارها با استفاده از روش تقریبی ..... ۱۰۰
- جدول ۵-۳۶- نرخ سازگاری مربوط به ماتریس مقایسه زوجی بعد از آبیگری مخزن ..... ۱۰۱
- جدول ۵-۳۷- محاسبه وزن و نرخ سازگاری کلاس‌های هر معیار بعد از آبیگری مخزن ..... ۱۰۲
- جدول ۵-۳۸- مقادیر ( $W_i$ ) در کلاس‌های مختلف بعد از آبیگری مخزن ..... ۱۰۴
- جدول ۵-۳۹- وزن فاکتورها ( $W_f$ ) بعد از آبیگری مخزن ..... ۱۰۴
- جدول ۵-۴۰- درصد پراکندگی کلاس‌های حساسیت قبل و بعد از آبیگری مخزن سد البرز ..... ۱۰۷

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۲- موقعیت جغرافیایی محدوده سد البرز ..... ۱۱
- شکل ۲-۲- نقشه پراکندگی واحدهای زمین شناسی در محدوده مورد مطالعه ..... ۱۳
- شکل ۱-۳- افتگاه اصلی لغزش ..... ۲۵
- شکل ۲-۳- افتگاه فرعی لغزش ..... ۲۶
- شکل ۳-۳- سر یا بالای منطقه لغزش ..... ۲۶
- شکل ۴-۳- توده اصلی لغزش ..... ۲۷
- شکل ۵-۳- پنجه لغزش ..... ۲۸
- شکل ۶-۳- پهنه تهی شدگی ..... ۲۸
- شکل ۷-۳- طول کلی لغزش ..... ۲۹
- شکل ۸-۳- عمق صفحه گسیختگی ..... ۲۹
- شکل ۱-۴- تصویر شماتیک از روش‌های معمول تعیین حساسیت خطر زمین لغزش ..... ۵۲
- شکل ۱-۵- نقشه پراکنش زمین لغزش‌های محدوده مخزن سد البرز ..... ۶۹
- شکل ۲-۵- مقایسه وزن معیارهای مؤثر در زمین لغزش ..... ۷۳
- شکل ۳-۵- نقشه پراکندگی واحدهای زمین شناسی در محدوده مورد مطالعه ..... ۷۵
- شکل ۴-۵- مقایسه وزن واحدهای زمین‌شناسی در محدوده مورد مطالعه ..... ۷۶
- شکل ۵-۵- مقایسه وزن در کلاس‌های مختلف شیب توپوگرافی ..... ۷۸
- شکل ۶-۵- مقایسه وزن در کلاس‌های مختلف جهت شیب توپوگرافی ..... ۸۰
- شکل ۷-۵- مقایسه وزن در کلاس‌های مختلف ارتفاع ..... ۸۱
- شکل ۸-۵- مقایسه وزن کلاس‌ها در معیار فاصله از گسل ..... ۸۲
- شکل ۹-۵- مقایسه وزن کلاس‌ها در معیار فاصله از آبراهه ..... ۸۴
- شکل ۱۰-۵- مقایسه وزن کلاس‌ها در معیار تراکم زهکشی ..... ۸۵
- شکل ۱۱-۵- پراکندگی کلاس‌های مربوط به معیارهای مؤثر ..... ۸۹
- شکل ۱۲-۵- پراکندگی نسبی سطوح حساسیت بعد از طبقه‌بندی نقشه حساسیت ..... ۹۵
- شکل ۱۳-۵- مقایسه درصد پراکندگی کلاس‌های حساسیت مخزن سد البرز در روش‌های مختلف ..... ۹۵
- شکل ۱۴-۵- نقشه حساسیت زمین لغزش تهیه شده با روش AHP ..... ۹۶
- شکل ۱۵-۵- نقشه حساسیت زمین لغزش تهیه شده با روش Wi ..... ۹۶
- شکل ۱۶-۵- نقشه حساسیت زمین لغزش تهیه شده با روش Wf ..... ۹۷
- شکل ۱۷-۵- نقشه حساسیت زمین لغزش تهیه شده با روش Heuristic ..... ۹۷
- شکل ۱۸-۵- نقشه حساسیت زمین لغزش تهیه شده با روش FR ..... ۹۸
- شکل ۱۹-۵- درصد رخداد زمین لغزش در هر یک از کلاس‌های حساسیت ..... ۹۹
- شکل ۲۰-۵- مقایسه وزن عوامل مؤثر در زمین لغزش بعد از آگیری مخزن ..... ۱۰۱



- شکل ۵-۲۱- نقشه حساسیت زمین لغزش بعد از آبگیری مخزن با روش AHP ..... ۱۰۵
- شکل ۵-۲۲- نقشه حساسیت زمین لغزش بعد از آبگیری مخزن با روش Wi ..... ۱۰۶
- شکل ۵-۲۳- نقشه حساسیت زمین لغزش بعد از آبگیری مخزن با روش Wf ..... ۱۰۶

# فصل اول

## کلیات

امروزه شناسایی، مهار و پیشگیری از تلفات و خسارات جانی، اقتصادی و اجتماعی ناشی از حوادث طبیعی مانند (زمین لغزش، سیل، زلزله و غیره) مورد توجه محافل علمی - تحقیقاتی و مسئولین در اکثر کشورها قرار گرفته است. سطح زمین همواره دستخوش فرآیندهایی است که دائماً شکل آن را تغییر می‌دهند. رشد بی‌رویه جمعیت استفاده بیشتری از منابع را طلب می‌کند و به تبع آن پیشرفت علم و تکنولوژی این امکان را به بشر می‌دهد تا منابع طبیعی را بیش از پیش مورد بهره برداری قرار دهد.

بدون شک یکی از مهمترین خساراتی که بشر به واسطه این دست درازی به طبیعت متحمل می‌شود، افزایش وقوع برخی از بلایای طبیعی است. بطور متوسط در اثر بلایای طبیعی هر ساله ۲۲۵ هزار نفر کشته شده و ۳۶ میلیارد دلار خسارات اقتصادی به بشر وارد می‌گردد. در این بررسی‌ها مشخص گردید که ۹۵٪ از کشته‌شدگان مربوط به کشورهای در حال توسعه و ۷۵٪ از خسارات اقتصادی (۲۵ میلیارد دلار) مربوط به کشورهای پیشرفته است. در دهه‌های اخیر با توجه به سیر صعودی خسارات و زیانهای ناشی از حوادث طبیعی (بویژه زمین لغزش)، موضوع پیش‌بینی و ارائه راه حل‌ها و شیوه‌های کنترل و دورماندن از ضررها و خسارات وارده بطور جدی مطرح بوده است. زمین لغزش‌ها نیز به عنوان یکی از انواع بلایای طبیعی خسارات اقتصادی - اجتماعی فراوانی به بار می‌آورند. اگرچه بطور مطلق میزان خسارات اقتصادی ناشی از زمین لغزش‌ها در کشورهای پیشرفته بیشتر است، ولی برای بسیاری از کشورهای در حال توسعه، این خسارات یک تا دو درصد تولید ناخالص ملی آنها می‌باشد (Hansen, 1984).

بنابراین می‌توان گفت که کشورهای در حال توسعه چه از نظر جانی و چه از نظر اقتصادی، خسارات بیشتری را متحمل می‌شوند. این مطلب لزوم مدیریت صحیح بلایای طبیعی را در این کشورها تأکید می‌کند. حوادث طبیعی از جوانب متعددی می‌توانند به یکدیگر مرتبط شوند. وقوع زمین لغزش می‌تواند ارتباط نزدیکی با دیگر حوادث طبیعی همچون سیل و زلزله داشته باشد و این پدیده‌ها به عنوان عوامل محرک، نقش قابل توجهی در گسترش و تشدید خسارات ناشی از زمین لغزش دارند.

ناپایداری شیب‌های طبیعی در کشوری با شرایط متنوع زمین شناسی، توپوگرافی و آب و هوایی همچون ایران، بویژه اینکه این کشور از لحاظ سائزموکتونیک و لرزه خیزی یکی از شاخص‌ترین و لرزه خیزترین مناطق در کمربند آلپ - هیمالیا است، از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. زمین لغزش در ایران به عنوان یک بلای طبیعی، سالیانه خسارات فراوانی به کشور وارد می‌سازد. بر اساس یک برآورد اولیه، سالیانه ۵۰۰ میلیارد ریال خسارت‌های مالی از طریق زمین لغزش‌ها بر کشور تحمیل می‌شود (کمک پناه، ۱۳۷۳).

هر ساله دهها زمین لغزش در نقاط مختلف کشور رخ می‌دهد. استان‌های گیلان، مازندران، اردبیل، فارس، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویر احمد و لرستان از مهمترین مناطق مستعد

زمین لغزش در کشور هستند. با توجه به اینکه بسیاری از زمین لغزش‌های اخیر در ایران، در اثر عدم رعایت اصول صحیح در تغییر کاربری اراضی، گسترش مناطق مسکونی، احداث راه‌ها، ابنیه‌های فنی و غیره بوجود آمده است، لزوم شناخت مناطق حساس به زمین لغزش برای دستگاه‌های اجرایی از اهمیت خاصی برخوردار است. در صورت آگاهی از مناطق حساس می‌توان در جهت توسعه سازه‌ها، در حد امکان از خسارات مالی و جانی اجتناب کرد. تهیه نقشه حساسیت و پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در مقیاس‌های ناحیه‌ای و منطقه‌ای این امکان را برای دستگاه‌های اجرایی فراهم می‌آورد که مناطق دارای پتانسیل لغزش را شناسایی کرده و در مورد احداث و یا تغییر محل سازه‌های مورد نظر تصمیم‌گیری نمایند. ارائه یک روش، مدل و یا یک قاعده جهت حل یک مشکل یا یک مسئله و شناخت ناشناخته‌ها، علاوه بر یک دید وسیع علمی نیاز به تجارب علمی نیز دارد. این موضوع در پدیده‌ها و رخداد‌های طبیعی نمود بیشتری پیدا می‌کند.

برای پهنه‌بندی خطر زمین لغزش روش‌های متعددی در نقاط مختلف جهان بکار گرفته شده است. این روش‌ها برای مناطقی با شرایط طبیعی خاص تعریف گردیده‌اند و با توجه به هدف، مقیاس، محتوی، تجارب محقق و تکنیک و تکنولوژی مورد استفاده از دقت و صحت متفاوتی برخوردار است. بدلیل تنوع و پیچیدگی حاکم بر پدیده زمین لغزش از یک منطقه به منطقه دیگر استفاده از این روش‌ها برای مناطق مشابه ( از نظر مجموعه عوامل طبیعی حاکم بر منطقه مثل شرایط زمین شناسی، شرایط آب و هوایی و...) مستلزم تطبیق شرایط و یا تصحیح روش‌ها در صورت لزوم است. در هر یک از این روش‌ها، بسته به شرایط، از بین عوامل متعدد مؤثر در ناپایداری و لغزش، چند و یا چندین عامل را انتخاب کرده و منطقه مورد مطالعه را از جنبه پیش‌بینی خطر زمین لغزش پهنه‌بندی می‌کنند. بنابراین لازم است در انتخاب روش پهنه‌بندی دقت کافی مبذول گردد و روشی که بیشترین تطابق با شرایط موجود را دارد، مورد استفاده قرار گیرد و در صورت نیاز تغییرات لازم در آن اعمال گردد. لازمه این کار شناخت روش‌های موجود پهنه‌بندی و آگاهی از کارایی آنها در شرایط مختلف می‌باشد.