



Geographic Notion
Vol.4. Autumn 2008
Zanjan University
No. 26

اندیشه جغرافیایی
سال دوم، شماره چهارم، پائیز ۱۳۸۷
دانشگاه زنجان
مقاله شماره ۲۶

تحلیل علل زمین لغزش محله طالقانی شهر گرمی و روشهای کنترل و تثبیت آن

وحید ریاحی^۱

اصغریاشازاده^۲

چکیده

زمین لغزش یکی از انواع پدیده های دامنه ای است که همواره خسارت های جانی و مالی زیادی را به بار می آورد. در اکثر موارد جبران این خسارتها غیر ممکن بوده و یا هزینه سنگین برای بازسازی و اصلاح آنها نیاز است. میزان درصد وقوع این پدیده به طور نسبی در مناطق کوهستانی زیاد می باشد. شهر گرمی در منطقه کوهستانی شمال استان اردبیل واقع شده است. به همین دلیل یکی از مشکلات عمده این شهر، وقوع زمین لغزش های متعدد است که خسارات زیادی را در پی دارد. همین مساله اهمیت و ضرورت تحقیق حاضر را بیان می کند. در این راستا سوال تحقیق این است که علل وقوع زمین لغزش در شهر گرمی کدامند؟ و چه روشهایی برای جلوگیری از وقوع زمین لغزش موثر است؟ روش تحقیق در این مقاله توصیفی - تحلیلی است. داده های مورد نیاز تحقیق از مطالعات اسنادی و کتابخانه ای و نیز از بررسی میدانی و پرسشنامه فراهم شده است. جامعه آماری را ۱۵۰ نفر از کارشناسان و مدیریت محلی مرتبط با موضوع تحقیق تشکیل می دهد. از این جامعه، تعداد ۳۲ نفر به صورت تصادفی ساده به عنوان نمونه انتخاب شده اند. برای محاسبه پایایی سوالات پژوهش از روش آلفای کرونباخ استفاده و برای تحلیل داده ها از نرم افزار SPSS استفاده شده است. نتایج بدست آمده نشان می دهد که عوامل محیطی (با میانگین ۳٫۶۹) در اولویت نخست، عوامل انسانی یا آنتروپیک (با میانگین ۳٫۵۴) از علل اصلی زمین لغزش در شهر گرمی است. برای روشهای تثبیت یا کنترل زمین لغزش، روشهای غیر فیزیکی بر روشهای فیزیکی برتری دارند.

واژگان کلیدی: زمین لغزش، علل زمین لغزش، کنترل زمین لغزش، شهر گرمی.

۱. استادیار دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی riahi@tmu.ac.ir

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی

مقدمه:

یکی از انواع ناپایداری دامنه ای که هرساله خسارات مالی و جانی فراوانی را بر زندگی انسان ها وارد می کند پدیده زمین لغزش است. وجود عوامل مستعد کننده ناپایداری دامنه ها شیب، زمین شناسی، کاربری اراضی از جمله عوامل ایجاد خسارت فراوان به منابع طبیعی و مسکونی، از قبیل هدر رفت سریع خاک، تخریب اراضی کشاورزی، مسکونی، جنگل، جاده ها می باشد (رضانی و ابراهیمی، ۱۳۸۸: ۱۲۹). در پدیده لغزش، ممکن است مواد به صورت توده عظیمی از قسمت بالایی دامنه به پایین کشیده شده، سانحه ای ایجاد نماید، خطر اینگونه سوانح وقتی زیاد خواهد بود که در محلات یا مراکز تجمع انسانی روی زمین هایی که در حال لغزش هستند روی دهد (ماکس دریو، ۱۳۸۳: ۲۶). طبق مطالعات انجام شده توسط مرکز مطالعات بلایای طبیعی سازمان ملل متحد برای بسیاری از کشورهای در حال توسعه، این خسارات یک و دو درصد تولید ناخالص ملی آنها است (مهدوی فر، ۱۳۷۶، ۱۵). بر اساس آمار اولیه بانک اطلاعات زمین لغزش های کشور در سال ۱۳۸۳ خسارات ناشی از ۲۵۴۸ زمین لغزش بالغ بر ۱۰۷ کشته و ۳۸۶ میلیارد ریال بوده است (گرایی، ۱۳۸۵: ۱۲۱). از اینرو استراتژی روبرو شدن با زمین لغزش شامل شناخت فرآیند و تحلیل خطوط پیش بینی زمین لغزش برای کاهش پیشرفت و خسارات ناشی از آن می باشد (لان و همکاران، ۲۰۰۴: ۱۰۵)

در مورد زمین لغزش تعاریف زیادی وجود دارد. در فرهنگ لغت آکسفورد ذکر شده است که واژه (landslide) لغت آمریکایی و معادل واژه (landslip) لغت انگلیسی می باشد و به این صورت تعریف شده است: لغزش رو به پایین یک توده بر یک کوه یا یک دامنه پرشیب. تعریف جامع تر را می توان اینگونه گفت که، لغزش عبارت است از پایین افتادن یا حرکت یکپارچه و اغلب سریع حجمی از مواد رسوبی در

امتداد دامنه‌ها (محمودی، ۱۳۸۶: ۳۸). حرکت توده‌ای از مواد عبارت از جابجایی مواد هوازده و سنگ‌های روی دامنه تحت تاثیر نیروی ثقل است، شناخت و تشخیص انواع حرکات توده‌ای به سال‌های ۱۸۶ میلادی در چین باز می‌گردد (بارب، ۱۹۹۱: ۵۲). در مورد حرکات توده‌ای مواد روی دامنه‌ها طبقه‌بندی متعددی ارائه شده است. وارنز حرکات توده‌ای مواد را بر اساس نوع حرکت از جمله سقوط آزاد، فرو ریختن، لغزش، پخش، جریان، و نیز نوع مواد موجود تقسیم‌بندی می‌کند، که یکی از این حرکات توده‌ای، زمین لغزش است (وارنز، ۱۹۸۷: ۱۳). علل حرکات توده‌ای می‌تواند برش داخلی و خارجی می‌باشد. علل داخلی معمولاً شرایط ذاتی و بنیادین نظیر جنس مواد و لایه‌هایی مانند رس‌ها که با افزایش آب مقاومت برشی آن کاهش می‌یابد و نیروی خارجی که موجب افزایش تنش برشی دامنه می‌شود، عوامل زمین لغزشها می‌تواند طبیعی و یا حاصل کار انسان باشد مانند افزایش بار دامنه عبور دایم وسایل نقلیه سنگین (مقیم‌ی و همکاران، ۱۳۸۷: ۵۵). از چند دهه گذشته تاکنون در مورد موضوع زمین لغزش، مطالعات گسترده‌ای در جهان و ایران صورت گرفته است که جهت اختصار در جدول شماره ۱ آمده است.

با عنایت بر مروری که بر ادبیات مربوطه قرار گرفت می‌توان گفت که تحقیقات انجام شده به علل وقوع زمین لغزش پرداخته و مجموع مطالعات فوق نشان می‌دهد که علل طبیعی از مهمترین عوامل وقوع زمین لغزش به شمار می‌رود.

هدف از این تحقیق نیز شناخت عوامل مهم و موثر در ایجاد و تشدید زمین لغزش محله طالقانی شهر گرمی و استفاده از مطالعات و تجربیات سایر محققین در این زمینه به منظور یافتن راهکارهای مدیریتی مناسب برای کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زمین لغزش در شهر گرمی می‌باشد. در این راستا سوال تحقیق این است که، کدام عوامل در

وقوع زمین لغزش گرمی موثر هستند؟ و چه راهکارهایی در جهت تثبیت و کنترل این پدیده در محدوده مورد مطالعه وجود دارد؟

جدول شماره ۱: خلاصه پیشینه مطالعاتی علل زمین لغزش

مؤلف	سال	عنوان اثر یا مقاله	علل زمین لغزش و نتایج
زننیر	۱۹۹۹	زمین لغزش در شمال منطقه لیسبون: تئوری و تحریک عوامل	ساختار زمین شناسی، سنگ شناسی، کاربری اراضی و فعالیت‌های انسانی
ونو و همکاران	۲۰۰۱	پهنه بندی زمین لغزش منطقه foreservior	بافت سنگین خاک و شیب بالای دامنه ها
اوداک اغلو و همکاران	۲۰۰۲	دینامیک حرکات توده ای مجتمع موجب شده توسط باران های شدید: مطالعه موردی NW ترکیه	بارش سنگین باران
اسپیزاو و بنگوچه	۲۰۰۲	پهنه بندی و نقشه برداری خطر زمین لغزش در حوضه ریو گرانده	سنگ شناسی، جهت شیب غالب، ذوب برفها و بارش رگباری
گابت و همکاران	۲۰۰۴	آستانه بارش زمین لغزش در هیمالیا ی نیال	بارش های موسمی و شیب دامنه ها
کوماک و جرالد	۲۰۰۶	مدل استعداد زمین لغزش با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتب و فرایند چند متغیره statisticsim nerjalnine	شیب، سنگ شناسی و نوع پوشش
آدابی و موسوی حرمی	۱۳۷۳	نقش لیتولوژی در زمین لغزش شمال شرق ایران	سنگ های غیر قابل نفوذ و تشکیل مواد رسوبی هوازده
طلایی و غومیان	۱۳۸۰	شناخت و بررسی عوامل مؤثر در لغزش خیزی جنوب غربی خلخال	حضور رس در سازندهای حساس و جذب آب
کلارستانی	۱۳۸۱	بررسی عوامل مؤثر در زمین لغزشها و پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز شیرین رود ساری	تأثیر کم دامنه، فاصله از گسل و فاصله از شبکه هیدروگرافی در زمین لغزش
دومهری	۱۳۸۲	بررسی مناطق زمین لغزش در حوضه آبخیز لاکتراشان	شرایط زمین شناسی، وضعیت توپوگرافی، آب و هوا و جهت دامنه
الماس پور و همکاران	۱۳۸۴	پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه قرزلجه اهرچای	شیب، جهت شیب کاربری، پوشش اراضی، فاصله از جاده و بارندگی
گرایی	۱۳۸۵	بررسی حرکت توده ای زمین به منظور ارائه مدل منطقه ای پهنه بندی خطر در حوضه آبخیز لاجیم رود	شیب، جهت دامنه، فاصله از گسل، کاربری اراضی و بارندگی
مقیمی و همکاران	۱۳۸۷	ارزیابی و پهنه بندی عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش در دامنه های شمالی آلاداغ	ساختار سازند زمین شناسی، لایه های آبدار، وزن درختان تنومند، و به صورت غیر مستقیم، ارتفاع، شیب و مانگاری برف
امیر احمدی و همکاران	۱۳۸۹	پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش AHP حوضه آبخیز چلاو آمل	زمین شناسی، خاک شناسی، عناصر خطی، شیب، بارش، کاربری اراضی و ارتفاع

مآخذ: بررسی های محققان در ۱۳۹۰

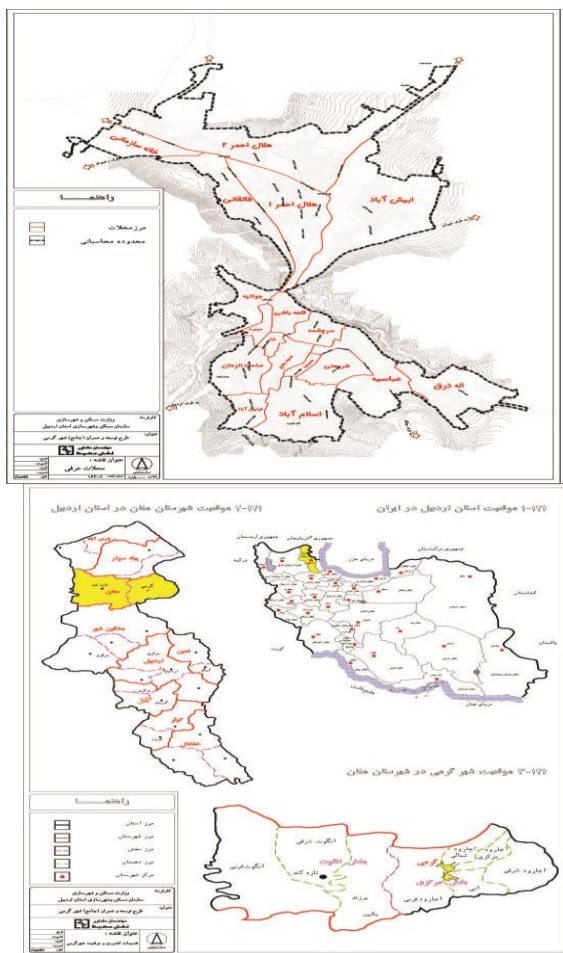
چنین به نظر می رسد که در ابتدا نقش عوامل طبیعی (اقلیم، ژئومورفولوژی و توپوگرافی) در وقوع و شدت زمین لغزش شهر گرمی موثر است. اما از نقش عوامل انسانی یا آنتروپیک (کاربری اراضی، ساخت و ساز) در وقوع و شدت زمین لغزش نمی توان گذشت. بنابراین این مساله نیز مطرح است که روشهای انسانی برای کنترل و تثبیت زمین لغزش شهر گرمی موثر است یا روش های غیر فیزیکی؟ روش تحقیق این مقاله، به صورت روش توصیفی - تحلیلی است، به طوری که در مرحله ی توصیف، داده ها و اطلاعات مورد نیاز با روشهای اسنادی و کتابخانه ای بدست آمده است. در این راستا، منابع داخلی و خارجی و مطالعه موقعیت زمین لغزش، ساختار سنگ شناسی، زمین شناسی، نوع کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه، شیب، جهت دامنه، عناصر خطی (جاده، شبکه آبراهه، گسل ها)، ارتفاع محدوده، شرایط اقلیمی و هیدرولوژیکی

محدوده مورد مطالعه پرداخته شده است که در بخش کتابخانه ای تهیه شده اند. بخش میدانی مبتنی بر تهیه و تکمیل پرسشنامه از سوی کارشناسان و افراد صاحب نظر (از: شورای اسلامی شهر، شهرداری، اداره بنیاد مسکن شهرستان گرمی، اداره نظام مهندسی شهرستان، فرمانداری شهرستان گرمی، اساتید و دانشجویان رشته جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه پیام نور گرمی، و اساتید و دانشجویان رشته معماری دانشگاه آزاد واحد گرمی) که اطلاعات لازم را در خصوص زمین لغزش شهر گرمی در اختیار داشتند، می باشد. جامعه آماری تحقیق را ۱۵۰ نفر از کارشناسان و صاحب نظران موضوع پژوهش در شهرستان گرمی تشکیل می دهند. بدین منظور ۳۲ نفر به عنوان نمونه به صورت تصادفی ساده انتخاب شدند. در روش تحلیلی (تجزیه و تحلیل آماری) به استنباط نتایج و تحلیل اطلاعات پرداخته شده است. در این تحقیق، از طیف لیکرت برای تهیه پرسشنامه و سنجش نظرات پاسخگویان استفاده شده و از نرم افزار SPSS برای تحلیل داده های پرسشنامه استفاده شده که در چهار مرحله تعریف فرضیه های آماری، آماره آزمون، مقدار بحرانی و تصمیم گیری ارائه شده است.

۲) محدوده مورد مطالعه:

شهرستان گرمی یکی از شهرستان های شمالی استان اردبیل است و دارای موقعیت جغرافیایی ۴۸,۵' طول شرقی و ۳۹,۱' عرض شمالی، ارتفاع متوسط ۸۵۰ متر از سطح دریای آزاد می باشد. مساحت محدوده شهر ۵۵۴/۲ هکتار و جمعیت آن ۳۳۲۰۰ نفر شامل دو ناحیه و ۷ محله می باشد که یکی از آنها محله طالقانی است. این محله در شمال غرب شهر گرمی با مساحتی معادل ۱۲۸ هکتار و جمعیتی در حدود ۳۵۱۰ نفر قرار گرفته است (مهندسان مشاور نقش محیط، ۱۳۸۹: ۱). به دلیل شرایط خاص طبیعی و انسانی در شهر و فراهم شدن شرایط برای وقوع زمین لغزش خسارات فراوانی بر پیکر شهر وارد شده است. بروز چنین خساراتی در محله طالقانی از ناحیه یک (معروف به زمین لغزش پشت بیمارستان طالقانی) احتمالاً به دلیل ساختار محیطی بوده و در پس بارندگی های شدید سال ۸۴ در منطقه، فعالیت بخش جدیدی از زمین لغزش آغاز شده

است. تخریب بیمارستان طالقانی و دبیرستان بحرالعلوم در این محدوده و نیز سایر ساختمان های مسکونی بیان کننده خسارات حاصل از آن می باشد. بنابر گزارش مسولین شهرداری، محدوده تحت تاثیر در حالت بالقوه به ۱۲۰ هکتار می رسد و حدود ۶۰ درصد از وسعت آن را ساخت و سازهای شهری اشغال کرده است. ولی با در نظر گرفتن اینکه پهنه لغزش به رودخانه ی گرمی چای می رسد، سطح لغزش فعال نیز بایستی تا محل رودخانه ادامه داشته باشد بنابراین وسعت سطح فعال ۶۰ هکتار تخمین زده می شود.



شکل شماره ۱: موقعیت شهر گرمی و محله طالقانی

۳) عوامل زمین لغزش در محله طالقانی:

بررسی عوامل موثر بر وقوع یک زمین لغزش از موارد اساسی در ارائه راهکارهای تثبیت آن بشمار می رود. در این تحقیق عوامل به گروههای طبیعی (و توپوگرافی، اقلیمی) و انسانی تقسیم می شوند.

عوامل طبیعی:

شهر گرمی به دلیل شرایط خاص زمین شناسی، مورفولوژی و آب و هوایی استعداد زیادی برای وقوع زمین لغزش و دیگر ناپایداری های دامنه دارد. عوامل طبیعی خود به عوامل زیر تقسیم می شود. عوامل ژئومورفولوژی: حوضه رسوبی دشت مغان در شمال باختری ایران، باقی مانده ی حوضه بزرگ رسوبی اقیانوس تتیس می باشد و پیدایش حوضه را پژوهشگران شوروی سابق به آغاز الیگوسن نسبت داده اند. در قسمت غربی حوضه، محدوده گرمی بخش جنوبی فرورفتگی است که بنام کورا - ارس نامیده می شود و بین بلندی های تالش در شرق و قفقاز در شمال و قره داغ در جنوب قرار دارد (اسمعیلی، ۱۳۸۳: ۷۲).

الف - سازند زمین شناسی: به طور کلی شهر گرمی در محل برخورد روند های ساختاری مهم، گسل ها و خطواره های آستارا و نور با جهت شمالی - جنوبی، گسل دشت مغان با روند شرقی - غربی و خطواره ارس که آخرین و شمالی ترین ارتفاعات نسبتاً بلند مشرف بر جلگه مغان را بوجود آورده، شکل گرفته است (مهندسان مشاور دریا خاک پی، ۱۳۸۸: ۷).

ب - ساختار زمین شناسی: رسوبات منطقه عمدتاً مربوط به دوره الیگومیوسن (سازنده زیوه) بوده و جنس و ماهیت رسوبات اغلب از مواد نرم و فرسایش پذیر و دارای بافت نفوذ پذیر (رس و شیل) می باشد. وجود درزها و شکستگی های فراوان با سطوح صاف و مستقیم از ویژگی های مهم ساختاری منطقه می باشد. (مهندسان مشاور دریا خاک پی، ۱۳۸۸: ۹). خصوصیات فیزیکی خاک تأثیر زیادی در نفوذ پذیری خاک دارد و منجر به جدا شدن دانه های خاک و حمل و نقل آن می گردد. معمولاً توان جداشدگی خاک

با افزایش دانه های خاک افزایش می یابد و قابلیت حمل خاک با کاهش اندازه دانه ها، افزایش می یابد، که در این خصوص، رس در مقایسه با ماسه به سختی قابلیت انفصال دارد، ولی به راحتی قابل حمل است (اسچواب^۱، ۱۹۹۳: ۹۲). به این ترتیب و با توجه به وجود شیل ها، رس ها، خاصیت آماس کردن بافت رس و حساسیت شیل ها به آب، پدیده لغزش و سولیفوکسیون در دامنه های با شیب بالا بسیار محتمل به نظر می رسد. ناودیس گرمی نیز به همراه چین خوردگی های لایه های عموماً ماسه سنگی که به طور گسترده ای در محدوده گرمی رخنمون دارند، مرفولوژی منطقه را شدیداً تحت تاثیر قرار داده و در برخی از دامنه ها امکان وقوع زمین لغزش را فراهم آورده است.

ج- زمین لرزه: بدیهی است تکان های ناشی از زلزله بیش از هر عامل دیگری در تسهیل این پدیده نقش دارد. شهر گرمی در نقشه پهنه بندی خطر سنجی نسبی زمین لرزه ی ارائه شده در آیین نامه ۲۸۰۰ ایران (نقشه شماره ۳) در پهنه با خطر نسبی زیاد قرار گرفته است.

عوامل توپوگرافی:

الف- ارتفاع محدوده: شهر گرمی در منطقه کوهستانی و کوهپایه ای قرار گرفته و ارتفاع زمین از جنوب به سمت شمال کاسته می شود. ارتفاعات جنوبی شهر موسوم به گورگن داغ، مرتفع ترین (حدود ۱۸۰۰ متر) قسمت شهر را تشکیل می دهد که کلیه مسیل ها و شبکه های آبراهه که بسمت شهر روان هستند از این ارتفاعات سرچشمه می گیرند. بطور کلی سیمای توپوگرافی در محدوده شهر گرمی شامل دو قسمت است. ناحیه هموار و مرتفع کوهستانی (ناحیه دو شهری) در جنوب تنگ گرمی و ناحیه ی نسبتاً هموار و کم ارتفاع کوهپایه ای و دره ای (ناحیه یک شهری) در شمال تنگ گرمی. در شمال تنگ گرمی که محله طالقانی را در خود جای داده است همراه با کاهش ارتفاع، زمین وسیع تر شده و دره ی وسیع گرمی چای از گوشه شمال شرقی آن عبور می کند،

۱) Schwab

ارتفاع محدوده لغزشی بطور متوسط ۸۵۰ متر می باشد (مهندسین مشاور در یا خاک پی، ۱۳۸۸، ۱۴).

ب- شیب دامنه: هر قدر دامنه پر شیب تر باشد، بیشتر مساعد ناپایداری است. دامنه های پر شیب در نواحی دره های عمیق با سنگ بستر صخره ای بیشتر مستعد وقوع لغزش هستند (کوک و دورکمپ، ۱۳۷۷: ۲۲۹). منطقه ای که در آن زمین لغزش به وقوع پیوسته، بیشتر از ۲۳/۵ درجه شیب دارد (مهندسین مشاور در یا خاک پی، ۱۳۸۸: ۱۴) و این شیب زیاد به نوبه خود باعث می شود که مقاومت برشی دامنه از بین رفته و در نتیجه نیروی برشی کمتر شده، به وقوع زمین لغزش منجر گردد.

ج- جهت شیب دامنه: جهت شیب دامنه محدوده، شرقی متمایل به شمال است به این خاطر که ساعات آفتابی کمی را به خود می بیند، میتواند زمینه را برای وقوع زمین لغزش در محدوده شهر گرمی فراهم نماید.

عوامل اقلیمی

الف- بارش: بر اساس آمار ارائه شده از اداره آب و هوا شناسی شهرستان گرمی میانگین دما ۱۴ درجه و بارش متوسط از سال تأسیس ایستگاه هوا شناسی (۱۳۸۳) تا ۱۳۹۰، ۳۳۳ میلی متر بوده که از این حیث می توان گفت که محدوده مستعد لغزش با درجه نسبتاً بالا می باشد، آب حاصل از بارش باران یا ذوب برف از طریق درز و شکاف لایه های روی نفوذ کرده و به لایه های غیر قابل نفوذ مارن و شیل در زیر می رسند. لایه های سست مارن یا شیل با جذب آب به حالت خمیری و لغزنده در می آیند و این امر موجب ناپایداری لایه های رویی می شوند.

ب- یخ زدگی: آب و هوا همچنین می تواند بر لیتولوژی منطقه نیز موثر باشد با توجه به اینکه تعداد روزهای یخبندان گرمی ۱۲۰ روز در سال می رسد باعث یخ زدن سنگ ها و در نتیجه خرد شدگی سنگ های منطقه می باشد. به عبارت دیگر نفوذپذیری آن ها زیاد شده و در نتیجه مقاومت برشی کاهش می یابد. این عامل نیز به نوبه خود می تواند وضعیت رخداد یک لغزش را از درجه کم تا زیاد تغییر دهد. با توجه به خصوصیات

ذکر شده می توان دریافت که به علت وجود بارش نسبتاً بالا در منطقه و همچنین نوع لیتولوژی، قابلیت لغزش در منطقه بسیار بالا می باشد.

عوامل آنتروپیک (انسانی):

الف- تراشه خیابان: از بین رفتن تعادل طبیعی دامنه کوهها بر اثر حفر تونل و ساختن جاده از جمله عواملی هستند که موجب تشدید زمین لغزه ها می شوند (معمد، ۱۳۷۴، ۲۱۱). چورلی، شوم و سودن عنوان نموده اند که افزایش شیب، برشه های تحت الارضی و یا از بین بردن لایه های محافظت کننده دامنه، باعث افزایش نیروی برشی و در نتیجه، سبب لغزش در دامنه می شوند (چورلی و همکاران، ۱۳۷۹: ۹۵). در روی دامنه لغزشی دو خیابان وجود دارد که یکی از این خیابانها، خیابان شهید بهشتی است که تنها خیابان اصلی شهر برای تردد وسایل نقلیه می باشد و خیابان دیگر، خیابان طالقانی است که از ساخت آن چند سالی نمیگذرد. بنابراین، تغییر کاربری زمین از مرتع به ساخت و ساز مسکونی و سپس خیابان در دامنه با شیب تند و بدون توجه به عوارض و پدیده های که به عنوان تنگنا و تهدید کننده به شمار می روند، یکی از مهمترین عوامل زمین لغزش محله طالقانی محسوب می گردد.

ب- تنشهای انتقالی ناشی از عبور و مرور وسایل نقلیه: از آنجایی که خیابان بهشتی اصلی ترین و حتی می شود گفت که تنهاترین خیابان شهر (با توجه به مورفولوژی شهر) است که جنوب شهر را به شمال شهر متصل می کند، بنابراین عبور و مرور های مکرر می تواند بر دامنه فشار آورده و مقاومت آن را کاهش دهد و باعث وقوع زمین لغزش گردد.

ج- ساخت و ساز شهری: هر نوع ساخت و ساز در یک منطقه باعث بر هم خوردن تعادل زهکشی آن شده و نظم هیدرولوژیکی را به هم می زدند. یعنی موجب تجمع هزارآبها و نفوذ اجباری آنها به داخل توده لغزشی شده و سپس باعث تشدید فرسایش و ناپایداری توده می شود. تأثیر دیگر ساخت و سازها، تخریب پوشش گیاهی منطقه است که سازگاری لازم را در منطقه داشتند و از نفوذ آب به داخل توده جلوگیری می کرده

اند. استفاده از چاه دفع آب فاضلاب ها باعث تزریق رطوبت به داخل توده لغزشی و افزایش سرعت تحرک آن بر اثر فشار آب منفذی خاک شده که در این منطقه به دلیل وسیع بودن ساخت و سازها تأثیر بسزایی دارد. اثر دیگر ساخت و سازها در تغییر مورفولوژی منطقه به لحاظ تغییر دادن شیب و خاکبرداری های شیب می باشد که این نیز باعث ناپایداری بیشتر توده می شود.

د- فعالیت های معدنی: از جمله عوامل ایجاد زمین لغزش گرمی می تواند فعالیت معدن سنگ موجود در پشت دامنه لغزشی باشد، برای استخراج سنگ از مواد منفجره (دینامیت) استفاده می کنند به نظر می رسد که این امر در لغزش گرمی تأثیر داشته باشد.

۴) یافته های تحقیق:

همانطور که در جدول شماره ۲ اشاره شده است سوالات در سطح معنی داری ۰/۹۵ یا $(a = /0.5)$ ، درجه آزادی ۳۱ $d.f = (32 - 1)$ و مقدار $t = 1/645$ از جدول توزیع t می باشد.

جدول شماره ۲: علل زمین لغزش شهر گرمی از نظر کارشناسان به ترتیب اولویت

sig	t	فرضیه	رتبه	میانگین نظرات	علل زمین لغزش شهر گرمی
.000	16.627	*	1	4.50	سازند زمین شناسی (گسل، طاقدیس و ناودیس)
.000	9.680	*	2	4.43	ساختار زمین (سویات، رس و شیل)
.000	11.787	*	3	4.37	زمین لرزه با خطر نسبی بالا
.000	10.063	*	4	4.32	بارش و رطوبت نسبتا بالای منطقه (۳۵۰ میلی متر)
.000	6.506	**	5	3.68	عدم پوشش گیاهی محدوده لغزشی
.000	5.463	*	6	5.59	یخبندان با تعداد متوسط ۱۲۰ روز در سال
.000	4.443	**	6	3.59	فاضلاب شهری و چاه های مربوطه
.000	4.013	*	6	3.59	شیب زیاد (۲۳/۵ درجه) دامنه لغزشی
.000	4.190	**	9	3.56	عناصر خطی روی دامنه (خیابان)
.027	2.329	**	10	3.28	انفجار دینامیت در استخراج سنگ معدن پشت دامنه لغزشی
.083	1.179	**	11	3.18	تغییر شیب بر اثر ساخت و ساز در محدوده
.000	-4.209	*	12	2.50	جهت شیب دامنه لغزشی (شمال شرقی)
.000	-5.282	*	13	2.25	ارتفاع نسبتا بالای محدوده (حدود ۱۰۰۰ متر)

۰۵ مأخذ: یافته های میدانی محقق $a = / 32 - 1 = 31$ $d.f = 1,645$ $t =$ ** = عوامل انسانی * = عوامل محیطی

با مقایسه مقدار t محاسبه شده هر سوال (متغیر) با t بدست آمده از جدول توزیع t ، چنانچه بزرگتر از $۱/۶۴۵$ باشد و یا میانگین سوال بالاتر از ۳ باشد، نتیجه گرفته می شود که متغیر مربوطه مورد تأیید نمونه مورد مطالعه قرار گرفته است.

جدول ۲ نشان می دهد که غیر از متغیرهای رتبه ۱۲ و ۱۳ به دلیل پایین بودن t از $۱/۶۴۵$ و همچنین پایین بودن میانگین از ۳ و متغیر رتبه ۱۱ به دلیل پایین بودن t از $۱/۶۴۵$ و بزرگ بودن sig از سطح خطا ($0.05 > 0.083$)، مابقی متغیرها در سطح ۹۵% مورد تأیید نمونه مورد بررسی قرار گرفته اند.

یکی از فرضیه های مطرح شده در خصوص علل وقوع زمین لغزش شهر گرمی، مربوط به عوامل محیطی است. در ادعای مفروضات دو فرض مطرح است. فرض اول تایید تاثیر عوامل محیطی بر وقوع زمین لغزش (H_1) است و فرض دوم عدم تأیید، یا رد ادعا (H_0) خواهد بود. در مورد اثرات عوامل انسانی نیز اثبات تاثیر عوامل انسانی بر زمین لغزش (H_1) و در صورتی که مؤثر نباشد (H_0) پذیرفته خواهد شد.

جدول شماره ۳: مرور سوالات تحقیق در خصوص علل زمین لغزش

فرضیه	عوامل	متغیرها	میانگین	رتبه	D.F	t	Sig	نتیجه
۱	محیطی	بارش- یخبندان(اقلیم) - شیب و جهت آن، ارتفاع(توپوگرافی) - زمین شناسی، زمین لرزه (ژئومورفولوژی)	3.69	۱	255	7.028	0	H_1
۲	انسانی	فاضلاب شهری-تغییر شیب - کاهش پوشش گیاهی - انفجار معدن	3.54	۲	159	8.364	0	H_1

مآخذ: یافته های میدانی محقق $a=0.05$ $t=1,645$

بنا بر جدول شماره ۳ عوامل محیطی در قالب سه گروه اقلیم، توپوگرافی و ژئومورفولوژی پرسش شده است و پاسخ ها نشان می دهد عوامل ژئومورفولوژیکی (با میانگین $۴/۴۳$ ، مقدار t محاسبه شده $۱۹/۴۸۷$ ، $d.f = ۹۵$) در رتبه نخست و عوامل اقلیمی (با میانگین $۳/۹۸$ ، مقدار t محاسبه شده برابر با $۱۰/۵۶۸$ ، $d.f = ۶۳$) در سطح ۹۵% در مرتبه دوم مورد تأیید قرار گرفته اند، ولی زیر مجموعه سوم یا عوامل توپوگرافی (با میانگین $۲/۷۸$ ، مقدار t محاسبه شده $-۲/۲۲۲$ ، $d.f = ۹۵$) به دلیل آنکه $-۰/۲۲۲ >$

۱/۶۴۵ و $۲/۷۸ > ۳$ است مورد تأیید قرار نگرفته است. اما در کل عوامل محیطی با میانگین (۳/۶۹) بزرگتر از سه و t محاسبه شده (۷/۰۲۸) بزرگتر از t جدول توزیع (۱/۶۴۵) و $d.f = ۲۵۵ = ۲۵۶ - ۱ = ۳۲ \times ۸$ در سطح معنی داری ۰.۹۵، H_1 مورد قبول و تأیید نمونه مورد بررسی قرار گرفته است.

در باره عوامل انسانی موثر در زمین لغزش پنج سوال (متغیر) در پرسشنامه مطرح شد. با توجه به اینکه میانگین نظرات ۳/۵۴ است این عوامل بعد از عوامل محیطی در رتبه بعدی (رتبه دوم) قرار می گیرد و این بدین معنا است که عوامل انسانی نیز در وقوع زمین لغزش موثر بوده است. این فرضیه به دلیل اینکه میانگین بزرگتر از ۳ است ($۳ < ۳/۵۴$) و t محاسبه شده بزرگتر از t جدول توزیع t است ($۸/۳۶۴ < ۱/۶۴۵$) در سطح درجه آزادی ۱۵۹ ($۱۵۹ = ۱ - ۱۶۰ = ۳۲ \times ۵$) و در سطح معنی داری ۰.۹۵، H_1 مورد قبول و تأیید نمونه مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۴: خلاصه روش های فیزیکی کاهش آسیب پذیری در برابر زمین لغزش

زیرمجموعه		روش اصلی	
راه آب (ditch)	زهکشی سطحی	زهکشی	
	(regarding) رگلاژ		
	(surface sealing) حفاظت سطحی		
زهکشی های افقی (horizontal drains)	زهکشی زیر سطحی		
			(vertical drain\well) زهکشی قائم یا چاه
			(trench drain) زهکشی ترانشه ای
			(drainage galleries\tunnels) گالری های زهکشی یا تونل ها
(total removal of slide mass) برداشت کل توده لغزیده			
(regarding of the slopes) اصلاح شیب		خاکبرداری یا اصلاح شیب	
خاکبرداری به منظور باربرداری از بخش بالای لغزش (excavation to unload the upper part of the slide)			
(excavation and replacement of the toe) خاکبرداری و جایگزینی جنس پاشنه			
(retaining wall) دیوار نگهدارنده		سازه های نگهدارنده	
(pile) شمع			
تثبيت پوشش گیاهی			

مأخذ: مطالعات کتابخانه ای محقق

روش های تثبیت و کنترل زمین لغزش

روش های تثبیت زمین لغزش معمولاً منجر به کاهش نیرو های محرک، افزایش نیرو های مقاومت و یا هر دو می شود. این روش ها متعدد است و از ناحیه ای به ناحیه ای دیگر متفاوت است (رمضانی و ابراهیمی ۱۴۸۸: ۱۳۵). اهداف اصلی از تثبیت زمین لغزش، حفظ جان انسان ها، اموال و سرمایه ها و همچنین پیشگیری از اختلال در خدمات حیاتی جامعه شهری و روستایی و اقتصاد آنان می باشد. بنا بر تجربیات و مطالعات، دو روش کلی که برای نیل به این اهداف به کار برده می شوند، عبارتند از روش های غیر فیزیکی و فیزیکی که نظر می رسد می توانند در شهر گرمی کارایی داشته باشند (رجوع شود به جدول شماره ۴ و ۵).

جدول ۵: خلاصه روش های غیر فیزیکی کاهش آسیب پذیری در برابر زمین لغزش

روش اصلی	زیرمجموعه
قانون گذاری	معرفی نقاط حادثه خیز
	جانمایی سامانه های آبرسانی و دفع فاضلاب و تعیین استاندارد آنها
	تغییر کاربری نواحی مستعد لغزش
	مقررات توسعه شهر در پای دامنه ها
	کم کردن نواحی مسکونی در مناطق خطرناک
کار بری اراضی	الزام تهیه گزارش های زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک
	پهنه بندی خطرات زمین شناسی جهت محدود کردن کاربری اراضی
	تعیین پوشش گیاهی دامنه ها (با توجه به فرسایش خاک و آبیاری آن ها)
	محدود کردن کاربری های ناسازگار
	تعیین محدوده توسعه شهری
سایر روش ها	اطلاع رسانی عمومی در مورد زمین لغزش
	تهیه نقشه های حاوی نواحی مستعد، نوع لغزش، وسعت آن و ...
	ثبت مخاطرات و اعلان آن
	سیاست های مالی
	تعریف جرم مدنی برای فعالیت های خطر ساز

مآخذ: یافته های کتابخانه ای محقق

علاوه بر روشهای مطرح شده در جدول ۵، برای تثبیت و پایدارسازی زمین لغزش روش های گوناگونی وجود دارد که هر یک به فراخور شرایط استفاده می شوند. در استفاده از این روشها عوامل و شرایطی وجود دارد که عبارتند از:

۱- زمان و هزینه که از عوامل مهم تعیین کننده در انتخاب روش های تثبیت می باشد ۲- محدودیت های فنی مربوط به نوع لغزش، سازگاری روش ها، درجه شیب، فرسایش خاک، تداوم و امکان سازه و موقعیت آبهای زیرزمینی. ۳- محدودیت های محلی در تثبیت زمین لغزش مربوط به قوانین موجود و مالکیت اراضی می باشد. در مناطق با محدودیت شدید فضا، میخ کوبی خاک و استفاده از سازه های مهار شده، شاید مناسبترین روش ها باشد چرا که فضای کمتری نیاز دارند و لازم است در کنار این روش به عواملی همچون امکانات و هزینه توجه شود. ۴- محدودیت های زیست محیطی، که در انتخاب روش تثبیت باید اثرات بالقوه زیست محیطی آنرا در طی و بعد از احداث سازه مد نظر قرار داد.

جدول شماره ۶: روشها و راهکارهای تثبیت زمین و کنترل زمین لغزش

Sig	T	روش	رتبه	میانگین	روشها و راهکارهای تثبیت زمین و کنترل زمین لغزش
.000	11.811	*	1	4.50	برداشت از راس دامنه لغزش
.000	12.938	*	2	4.40	زهکشی کانال یا تونل
.000	12.771	**	3	4.37	ایجاد پوشش گیاهی
.000	12.636	*	4	4.34	زهکشی
.000	11.428	**	5	4.28	وضع قوانین ساخت و ساز در محدوده لغزشی
.000	9.043	**	6	4.15	تغییر کاربری محدوده لغزشی
.000	8.127	**	7	3.87	ایجاد سیستم فاضلاب شهری استاندارد
.000	4.981	*	8	3.65	زهکشی سطحی
.000	5.805	**	9	3.63	عدم استفاده از مواد منفجره در استخراج از معدن
.000	4.756	*	10	3.56	اصلاح و تعدیل شیب محدوده لغزشی
.000	4.187	*	11	3.53	دبواره های نگهدارنده
.000	4.187	*	11	3.53	حفاظت خاک در محدوده لغزشی
.007	2.881	**	13	3.40	تعریف جرم مدنی برای فعالیتهای خطر آفرین در محدوده
.083	1.791	**	14	3.28	اسکان مجدد ساکنین محدوده
.839	0.205	**	15	3.03	میخ کوبی محدوده
.000	-5.28	*	16	2.25	حذف کامل محدوده
.000	-5.910	*	17	2.15	برداشت کامل خاک محدوده
.000	-13.94	*	18	1.46	برداشت کامل و جایگزینی خاک سبک

مآخذ: یافته های میدانی a=/۰۵ d.f= ۳۲-۱= ۳۱ t= ۱,۶۴۵ ** = روش غیر فیزیکی * = روش فیزیکی

۵ - محدودیت های برنامه ریزی که باید نسبت به تغییراتی از قبیل نحوه عمل امکانات موجود، زمان انجام کارها و تجهیزات خاص، برنامه ریزی داشت؛ مثل: برنامه ریزی عملیات تثبیتی که باید مطابق با شرایط هوا انجام گیرد. ۶- وجود مواد مناسب، امکان دسترسی به منطقه لغزشی، وجود تجهیزات لازم و ملاحظات مربوط به نیروی انسانی و ایمنی کار. در شهر گرمی این روشها با کارشناسان و پاسخ دهندگان پرسش نامه مطرح شد که در جدول شماره ۶ ارائه گردیده است.

جدول شماره ۶ نشان می دهد که غیر از متغیرهای با رتبه ۱۶، ۱۷ و ۱۸ به دلیل پایین بودن t از ۱/۶۴۵ و همچنین پایین بودن میانگین از ۳ و متغیرهای با رتبه ۱۴ و ۱۵ به دلیل پایین بودن t از ۱/۶۴۵ و بزرگ بودن sig از سطح خطا ($0.05 > .083$) و ($839 > .05$)، مابقی متغیرها در سطح ۹۵٪ مورد تأیید نمونه مورد بررسی قرار گرفته اند.

فرضیه مطرح شده در خصوص راهکارهای تثبیت زمین لغزش شهر گرمی این است که، روشهای غیر فیزیکی مناسبتر از روشهای فیزیکی در کنترل و تثبیت زمین لغزش شهر گرمی می باشند. که ادعای فرض (H_1) ما را شکل می دهد، در صورت عدم تأیید، (H_0) پذیرفته خواهد شد.

جدول ۷: مرور فرضیه در خصوص راهکارهای زمین لغزش شهر گرمی

نتیجه	Sig	T	d.f	رتبه	میانگین	متغیرها	راهکار
H_1	.0	4.997	319	2	3.41	زهکشی افقی - زهکشی گالری - زهکشی سطحی - برداشت از راس - اصلاح شیب - برداشت کامل خاک - جایگذاری خاک - میخ کوبی - دیواره های نگهدارنده - حفاظت خاک	فیزیکی
H_1	.0	7.829	255	1	3.56	وضع قوانین - پوشش گیاهی - سیستم فاضلاب شهری - عدم استفاده از مواد منفجره در معدن - تعریف جرم مدنی - اسکان مجدد - حذف کامل - تغییر کاربری	غیر فیزیکی

$t = 1,645$

$a = / 0.05$

مأخذ: یافته های میدانی محقق

یکی از راهکارها در کنترل و تثبیت زمین لغزش شهر گرمی روشهای فیزیکی می باشد. درباره این روش ده متغیر به عنوان سوال مطرح شد و مطابق با جدول شماره ۷ می توان گفت که روشهای فیزیکی برای کاهش آثار مخرب زمین لغزش موثر است. اما درباره تاثیر روشهای غیر فیزیکی و سنجش آن نسبت به روشهای فیزیکی نیز ۸ سوال یا متغیر مطرح گردیده است. این فرض (اهمیت روشهای غیر فیزیکی نسبت به روشهای فیزیکی در کنترل زمین لغزش) به دلیل اینکه میانگین بزرگتر از ۳ است ($3/54 < 3$) و t محاسبه شده بزرگتر از t جدول توزیع t است ($1/364 < 1/645$) در سطح درجه آزادی ۱۵۹ ($159 = 1 - 160 = 5 \times 32$) و در سطح معنا داری ۹۵٪ ادعا (H_1) مورد قبول و تأیید نمونه مورد بررسی قرار گرفته است. چون میانگین این روش از میانگین روش فیزیکی بزرگتر است ($3/41 > 3/56$) لذا، در اولویت قرار می گیرد و مناسبتر از روش فیزیکی می باشد.

۵) بحث و نتیجه گیری:

در ابتدا وجود آب در توده خاک زیر سطحی یا رطوبت حاصل از بارندگی شدید و رطوبت حاصل از فاضلاب های خانگی دو منبع اصلی تغذیه توده لغزش گرمی می باشد. بدیهی است برنامه ریزی برای جلوگیری از ورود آب به مناطق حساس و یا خارج نمودن آب اضافی توده در معرض لغزش می تواند اثر این عامل کنترل کننده را کاهش داده و موجب تثبیت حرکات توده ای گردد. از بین روش های زهکشی که به طور عمده به دو روش زهکشی سطحی و زیرزمینی تقسیم می شود، کاربرد روش زهکشی زیرزمینی در این منطقه قابل قبول است. زیرا با در نظر گرفتن انواع زهکش ها، زهکش افقی و تونل های زهکشی (گالری ها) برای زمین لغزش گرمی مناسب بنظر می رسد. در کاهش میزان رطوبت گیری توده، یکی از گونه هایی که نقش موثری در جذب رطوبت خاک و خشک نگه داشتن آن دارد درخت بید می باشد. این درخت به مقدار زیادی در باغات اطراف منطقه و نیز در حاشیه رودخانه ها دیده می شود و این بیانگر

سازگاری آن با محیط است. بنابراین کشت اینگونه درخت در قسمتهای نزدیک به راس و پنجه لغزش مورد نظر مناسب می باشد.

در روشهایی می توان با در نظر گرفتن شرایط، کاربری زمین را تغییر داده و از آن برای مستحذات کم اهمیت تر استفاده کرد. وضع قوانین و مقررات ساخت و ساز با توجه ویژه به خطر احتمالی باشد، تعیین مرز ساخت وسازها نیز می تواند بعنوان راهکاری مناسب منظور شود. توقف فعالیت معدن سنگ یا استفاده از دیگر روشها برای استخراج از معدن، نیز می تواند در پایداری توده مفید واقع شود. بطور کلی مباحث مذکور، عمدتاً مدیریتی بوده و به نحوی به مدیریت و برنامه های توسعه شهری بستگی دارد.

مطالعه ای که بر روی عوامل محیطی و انسانی مؤثر وقوع زمین لغزش در شهر گرمی صورت گرفت، نشان دهنده این است که عوامل محیطی از اصلی ترین علل وقوع این پدیده در شهر گرمی می باشد و عامل ژئومورفولوژیکی اصلی ترین عامل وقوع این پدیده است. علاوه بر عوامل محیطی، عوامل انسانی (آنتروپیک) با میانگین ۳/۵۴ در رابطه با عوامل محیطی، در اولویت بعدی قرار دارد، عوامل انسانی از قبیل ساخت و ساز بیش از حد بر روی توده باعث کاهش پوشش گیاهی گشته و مقدمات گسترش فرسایش در منطقه می شود که در نهایت به ناپایداری دامنه ها در منطقه می انجامد. ترانشه جاده و تنشهای انتقالی ناشی از عبور و مرور وسایل نقلیه در خیابان اصلی شهر در مجموع سبب تغییر در شیب و فشار بر توده و کاهش مقاومت برشی دامنه شده و در نتیجه نیروی برشی افزایش یافته و زمین لغزش را موجب می شود. در خصوص راهکارهای تثبیت و یا کنترل زمین لغزش شهر گرمی که می تواند از طریق روشهای فیزیکی و غیر فیزیکی تعریف شود، مسایلی مطرح است. روشهای غیر فیزیکی با میانگین ۳/۵۶ و روشهای فیزیکی در رتبه بعدی با میانگین ۳/۴۱، هر دو روش مورد تأیید نمونه تحقیق قرار گرفتند ولی با توجه به میانگین نظرات، اولویت در روشهای غیر فیزیکی است. بنا بر مجموعه این مباحث پیشنهادات زیر در جهت کاهش خسارات زمین لغزش یا تثبیت خاک در محدوده مورد بررسی به نظر می رسد:

زهکشی آبهای زیر زمینی که می توان بنا به صلاحدید، یا به درون رودخانه حمل شوند، یا اینکه با مشخص کردن محل خاصی برای آنها، از آب در اموری همچون آبیاری فضای سبز شهر، شست و شو، مصرف آتش نشانی و غیره استفاده نمود. پوشش گیاهی با توجه به مسکونی بودن منطقه باید گونه هایی انتخاب شوند که از نظر چشم اندازی و منظره ای مناسب باشند و همچنین طول دوره رشد آن ها بیشتر باشد. اطلاع رسانی درباره پدیده زمین لغزش در سطح شهر با توجه به شناخت و آگاهی اندک مردم منطقه از پدیده زمین لغزش می بایست اقداماتی توسط شهرداری، فرمانداری، بنیاد مسکن و یا سازمان مسکن و شهرسازی در زمینه معرفی این پدیده، علل و پیامدها و چگونگی تثبیت آن، صورت بگیرد. تنظیم و تصویب مفاد قانونی در مناطقی که مستعد لغزش هستند برای ایجاد موانع قانونی ساخت و ساز.

منابع و ماخذ

- ۱- آدابی، محمد حسین و موسوی حرمی، سید رضا، نقش لیتولوژی در رانش زمین در شمال شرق ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره مقاله ۴۴۴
- ۲- الماس پور، فرهاد و همکاران، (۱۳۸۴)، پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از GIS داده های ماهواره ای (منطقه مورد مطالعه: حوضه قزلچه اهر چای) مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی مخاطرات زمین، بلایای طبیعی و راهکارهای مقابله با آنها، صص ۱۴۹-۱۵۴
- ۳- اسمعیلی، اباذر، (۱۳۸۳)، روشهای کنترل زمین لغزش در منطقه گرمی، سمینار دکتری آبخیزداری، دانشگاه تهران
- ۴- امیر احمدی، ابوالقاسم، کامرانی دلیر، حمید و صادقی، محسن، (۱۳۸۹)، پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP مطالعه موردی چالو و آمل، فصلنامه انجمن جغرافیای ایران، دوره جدید، سال هشتم، شماره ۲۷، صص ۱۸۰-۲۰۳
- ۵- چورلی، ریچارد جی و همکاران، ترجمه احمد معتمد، (۱۳۷۹)، ژئومورفولوژی، (فرآیندهای دامنه ای، آبراهه ای، ساحلی و بادی)، جلد سوم، انتشارات سمت
- ۶- رمضانی، بهمن و ابراهیمی، هدی، (۱۳۸۸)، زمین لغزش و راهکارهای تثبیت آن، فصلنامه جغرافیای آمایش، شماره ۷، صص ۱۲۹-۱۳۹.

- ۷- دومهری، رضا، بررسی مناطق زمین لغزش در حوضه آبخیز لاکتراشان، نشریه علمی ترویجی حفاظت آب و خاک، سال اول، شماره ۱، صص ۲۱-۱۳
- ۸- طلایی دولق، رضا و غیومیان، جعفر، (۱۳۸۰)، شناخت و بررسی عوامل موثر در لغزش خیزی جنوب غرب خلخال، مجموعه مقالات دومین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه تربیت مدرس، صص ۱۲۹-۱۴۰
- ۹- کلارستاقی، علی، (۱۳۸۱)، بررسی عوامل موثر بر زمین لغزش ها و پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز شیرین رود ساری، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- ۱۰- گرابی، پرویز، (۱۳۸۵)، بررسی حرکت توده ای زمین (زمین لغزش) به منظور ارائه مدل منطقه ای پهنه بندی خطر در حوضه آبخیز لاجیم رود، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی ساری، دانشگاه مازندران
- ۱۱- ماکس دریو، (۱۳۸۳)، ترجمه مسعود خیام، مبانی ژئومورفولوژی (اشکال ناهمواریهای زمین)، انتشارات مینا
- ۱۲- محمودی، فرج اله، (۱۳۸۶)، ژئومورفولوژی دینامیک، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران
- ۱۳- معتمد، احمد، (۱۳۷۴)، زمین شناسی عمومی، انتشارات دانشگاه تهران
- ۱۴- مقیمی، ابراهیم، علوی پناه، کاظم و جعفری، تیمور، ارزیابی و پهنه بندی عوامل موثر در وقوع زمین لغزش دامنه های شمالی آلاداغ، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۶۴، صص ۵۳-۷۵
- ۱۵- مهندسان مشاور دریا خاک پی، (۱۳۸۸)، خلاصه گزارش مطالعات ژئوتکنیک و خدمات مهندسی جهت پهنه بندی پتانسیل وقوع حرکات دامنه ای، سازمان مسکن و شهر سازی استان اردبیل
- ۱۶- مهندسان مشاور نقش محیط، (۱۳۸۹)، خلاصه گزارش طرح تفظیلی شهرستان گرمی، سازمان مسکن و شهر سازی استان اردبیل
- ۱۷- مهدوی فر، محمد رضا، (۱۳۷۶)، پهنه بندی خطر زمین لغزش منطقه خورش رستم (جنوب غربی شهرستان خلخال)، پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس
- 18- Brabb, E. E. (1991), The Word landslide Problem: Episodes, V.14. No.1, PP.52-61
- 19- E. J. Gabet, Douglas W. Burbank, and Jaakko K. Putkonen, (2004), Rainfall Thresholds for Landsliding in the Himmalayas of Nepal, Geomorphology, Vol.63, PP.131-143

- 20- Faruk. Ocakoglu, Candan. Gokeeoglu, and Murat. Ercanoglu, (2002), Dynamics of a Complex Massmovement Triggered by Heavy Rainfall: a case study from NW Turkey, *Geomorphology*, Vol.42 , PP.329-341.
- 21- Komac, M . & F. Gerald.(2006), A Landslide suscepility model using the an Analyticalhierarchy process method & multivariate statisticsim perialpine, Slovenia *Geomorphology* , Vo. 174, PP.17-28.
- 22- lan ,h.x, zhou, c.h,wang,l.j.,zhang, h.j,Li,r.h. (2004), Landslide wastershed , Yunnan , china. *Engineering geology*, Vol. 76 , PP.101-128
- 23 -L. E. Espizua, J. D. Bengochea. (2002), Landslide Hazard and Rish Zonation Mapping in the Rio Grande Basin, central Andes of Mendoza, Argentina, *Muountain Research and Development*, Vol.22, No.2, PP.177-185
- 24- Schwab. Glenn. O, Fangmeier. Delmar. D, Elliot. William. J & Frevert. Richard .K. (1993), *Soil and water conservation engineering*, New York: publisher: John Wily & sons, inc.
- 25- Varnes, D. J. (1987), Slop Movement Types and Processes: InSchuster, R. L. andKrizek, R. J. (eds), *Landslide, Analysis and Control*, Trandportation Research Board Special Report 176, PP.11-33.
- 26- Wu, s., L. shi, R wang & R.xu. (2001), zonation of the Landslide the foreservior vegin *engineering Geology*, Vol.174, PP. 17-28.
- 27- Zezere, J.L. (1999), *Landslide in the north of Lisbon region (portugl): conditioning & triggering factors, phys, chem, Erth(A)* ,Vol .24 , PP.920-932.