

بررسی علل وقوع پدیده زمین لغزش در جنگل گلندرود (مطالعه موردی، سری 3 حوزه آبخیز 48)

نصرت الله رأفت نیا¹، محمد کاظم کاویانپور²، توفیق احمدی³

تاریخ دریافت: 89/8/5 تاریخ پذیرش: 89/9/27

چکیده

شناسایی عوامل موثر در وقوع زمین لغزش‌های موجود در یک حوضه و پهنه‌بندی خطر آن یکی از فاکتورهای اساسی جهت دستیابی به راهکارهای کنترل این پدیده و انتخاب مناسب‌ترین و کاربردی‌ترین گزینه‌ی موثر می‌باشد. از این رو، این تحقیق با هدف شناسایی عوامل موثر در ایجاد پدیده زمین لغزش و مشخص کردن مناطق دارای پتانسیل جهت پیش‌گیری وقوع زمین لغزش در سری سه حوضه آبخیز 48 جنگل‌های شمال (سرگلند) انجام شد. به این منظور ابتدا مهمترین عوامل موثر در وقوع زمین لغزش‌های رخ داده در حوضه با توجه به نتایج حاصل از مطالعات و پژوهش‌های از قبل انجام شده، عوامل موثر در رخداد زمین لغزش شناسایی و سپس نقشه‌های شیب، جهت دامنه‌ها، طبقات ارتفاعی، گسل‌ها، شبکه‌ی آبراهه‌ها و راه‌های ارتباطی، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی و تهیه دیاگرام بارش و حرارت در محیط Arc map تهیه و خصوصیات مربوط به هر یک از این واحدها، شناسایی گردید. سپس با استفاده از دستگاه GPS تعداد 10 نقطه که تعدادی در منطقه لغزشی و تعدادی در مناطق شاهد (بدون لغزش) واقع بودند برداشت و در محیط GIS جانمایی شد. استفاده از نقشه و همچنین انجام آزمایش‌های مربوط به خاک و استخراج اطلاعات مورد نیاز از آن، نشان داد که بافت خاک منطقه از 4 نوع لومی‌رسی، لومی‌شنی، لومی‌رسی‌شنی و رسی می‌باشد. در نقاطی که دخالت عوامل انسانی موثر بودند، شیب بستر کمتر از 20% و در نقاطی که عوامل طبیعی و دست نخورده در عرصه وجود داشت این شیب به 50% افزایش یافته است. نتایج نشان داد که علی‌رغم تاثیر به‌سزای عوامل طبیعی از قبیل شیب عرصه، هیدرو اقلیم، پوشش گیاهی، خصوصیات خاک و زمین و عوامل انسانی نیز در وقوع حرکات توده‌ای تاثیر به‌سزایی را ایفا می‌نمایند.

واژه‌های کلیدی: زمین لغزش، نرم‌افزار Arc map، عوامل طبیعی، عوامل انسانی

1- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

2- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته جنگلداری و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس،

مسوول مکاتبات mkaviyanpour@yahoo.com

3- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

مقدمه

مساله زمین لغزش در کشور ما یک پدیده طبیعی محسوب می شود و سالیانه خسارات جانی و مالی فراوانی به کشور وارد می سازد. اگرچه در این کشور کوهستانی و زلزله خیز همه ساله شاهد خسارات فراوانی بر منابع طبیعی، تأسیسات و جان انسان ها بر اثر وقوع زمین لغزش هستیم، اما متاسفانه نه تنها در شناخت و پایدارسازی زمین- لغزش از اکثر کشورها عقب افتاده ایم بلکه بعد خسارات جانی و مالی آن نیز بر اکثر مسوولین و مردم کشورمان پوشیده مانده است. بر اساس یک برآورد اولیه، سالیانه در حدود 500 میلیارد ریال خسارات مالی از طریق زمین لغزش ها بر کشور وارد می شود و این در صورتی است که از بین رفتن منابع طبیعی غیرقابل بازگشت به حساب آورده نشوند. منتظر القائم، (1373). آمار ثبت شده توسط وزارت جهاد کشاورزی نشان می دهد که تا اوایل سال 1378، وقوع حدود 2590 حرکت توده ای و لغزش در کشور باعث مرگ 162 نفر، تخریب 176 خانه و ایجاد خسارات مالی به میزان 1866 میلیارد ریال، تخریب 676 هکتار جنگل و تخریب 170 کیلومتر راه ارتباطی شده است (گروه بررسی زمین لغزه های جهاد سازندگی، 1379). در منطقه مورد مطالعه حرکت ها و لغزش ها به صورت مستمر و همه ساله وجود دارد و اثرات تخریبی آن در مناطق جنگلی آن بسیار محسوس می باشد. از این رو ضروری است که در یک بررسی دقیق، عوامل موثر شناسایی و جهت جلوگیری و به حداقل

رساندن خسارات آن اقدام گردد. زمین لغزش اصطلاحی است که در برگیرنده کلیه انواع حرکات دامنه ای بوده و عموماً به کلیه رویدادهایی گفته می شود که در اثر ناپایداری در دامنه ها اتفاق افتاده و سبب جابجایی توده ای از مواد در طول دامنه می شود، درک و کونفورز¹، (2005). این اصطلاح در برگیرنده کلیه فرایندهایی است که منجر به حرکت توده ای از مواد شامل سنگ، خاک یا ترکیبی از آنها به سمت پایین دامنه می شود کوردن²، (1991). فرایندهای فوق سبب حرکت مواد به صورت لغزش، واژگونی، جریان، ریزش، خزش و گسترش جانبی می شوند. گاهی این حرکات چنان سریع هستند که سرعت آنها به ده ها کیلومتر در ساعت می رسد و گاهی چنان آهسته هستند که جز با گذشت زمان و از روی شواهد نشان دهنده حرکت، نمی توان به وجود حرکت پی برد. بر اساس شکل سطح گسیختگی لغزش ها به دو دسته لغزش های چرخشی و لغزش های صفحه ای (انتقالی) تقسیم می شوند.

به طور کلی دلایل وقوع زمین لغزش را می توان به دو گروه زیر تقسیم نمود (Fact , USGS sheet):

1- عوامل طبیعی شامل عوامل زمین شناسی و عوامل ریخت شناسی که از عوامل زمین شناسی می توان به وجود مواد حساس یا ضعیف هوازده، حضور مواد برش یافته درز دار یا ترک خورده،

¹ Dereck and Conforth

² Curden

جهت ایجاد تعادل اکولوژیک در منطقه به منظور کاهش فرسایش می‌باشد. در رابطه با پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش تحقیقات متعددی در ایران و جهان صورت گرفته که به چند مورد از آن اشاره می‌شود:

حسین معماریان (1374) نقش پارامتر شیب در بروز خطا در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، نیک‌اندیش (1378) بررسی نقش عوامل هیدرواقليم در وقوع حرکات توده‌ای، نیکخواه و همکاران (1381) ارائه یک مدل فیزیکی برای مطالعه رانش خاک تحت اثر سربارهای استاتیکی و سیکی، قبادی، (1381)، فاطمی و همکاران، (1382)، در طالقان مناسب‌ترین روش کنترل زمین‌لغزش را با استفاده از سامانه پشتیبان DSS مورد مطالعه قرار دادند: شادفر و همکاران، 1384، نیز مطالعه را به روش تحلیل سلسله‌مراتبی¹ جهت دستیابی به علل وقوع انتخاب نمودند. آن بلاگان²، (1997)، در منطقه کاتکوم-ناینیتا واقع در هند را به روش امتیازدهی به عوامل ارزیابی خطر زمین لغزش (LHFE) پهنه‌بندی کرد. تورستون و همکاران³ (2000)، از GIS برای تهیه نقشه پتانسیل خط زمین‌لغزش منطقه دریای شیر استفاده کردند آنها از انطباق کلاس‌ها عوامل مختلف با زمین لغزش‌های موجود برای وزن‌دهی و شاخص خطر زمین لغزش بهره‌جسته و نقشه‌ی پهنه‌بندی تهیه کردند. ریموند و همکاران⁴ (2007)، در منطقه باوجوبا در شمال

نایبوستگی با جهت‌یافتگی مخالف (لایه‌بندی، شیبستیزیته، گسل، سطوح تماس و ...)، تفاوت در نفوذپذیری و یا سختی مواد و از عوامل ریخت‌شناسی به بالآمدگی ناشی از فعالیت‌های تکتونیک یا آتشفشانی، حذف فشار سربار ناشی از ذوب یخچال‌ها، فرسایش رودخانه‌ای، موجی یا یخچالی در پنجه دامنه یا حاشیه‌های کناری آن، فرسایش زیرزمینی (انحلال، جوشش)، بارگذاری رسوبی بر روی دامنه یا بالای آن، حذف پوشش-گیاهی (آتش‌سوزی، خشکسالی)، ذوب شدن برف‌ها، هوازدگی ناشی از یخ‌زدن و ذوب شدن، هوازدگی ناشی از انقباض و انبساط اشاره نمود. عوامل انسانی از قبیل: حفاری بر روی دامنه یا پنجه آن، بارگذاری بر روی دامنه یا بالای آن، افت سطح آب زیرزمینی، قطع درختان جنگلی، آبیاری، معدن‌کاری، نوسانات لرزه‌ای مصنوعی، نشت آب از تاسیسات می‌باشد.

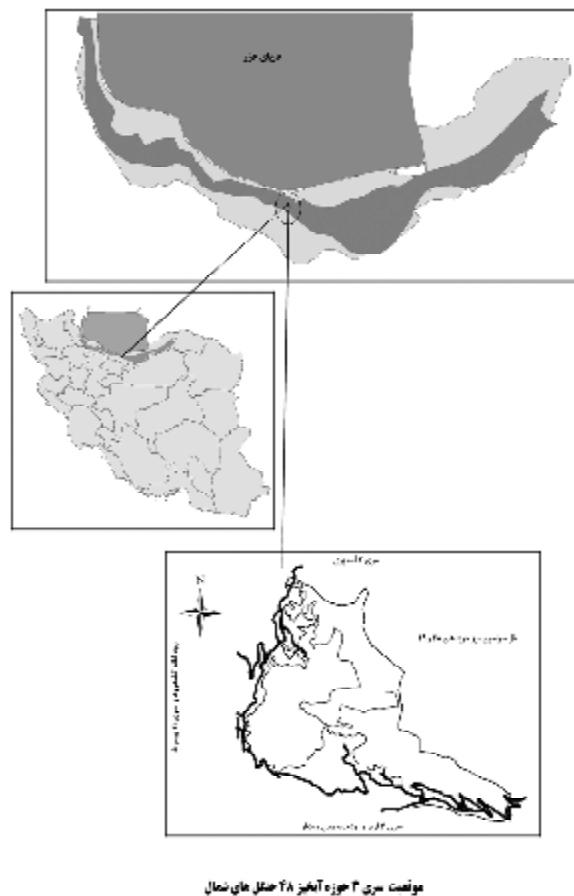
مطالعه همه جانبه پدیده زمین‌لغزش یکی از اهداف عمده محیطی و اجتماعی در برنامه‌های یونسکو می‌باشد. این سازمان فعالیت گسترده‌ای را از سال 1976 در این رابطه آغاز نموده‌است. از بین کشورهای که به‌طور جدی با این پدیده مواجه‌اند می‌توان به ایران، شیلی، اسلواکی، مکزیک، نروژ، سوئیس، ایتالیا، یوگوسلاوی و هند اشاره نمود. بر این اساس هدف از انجام این تحقیق، بررسی و دستیابی به علل وقوع زمین-لغزش ضمن بررسی لغزش‌های قدیم و جدید منطقه باتوجه به نقشه، برای استفاده در برنامه-ریزی حفاظت خاک و حفظ محیط‌های طبیعی و ارائه پیشنهادات و راه‌حل‌های علمی و عملی،

¹ AHP

² R. Anblagan

³ N. Thurston

⁴ J. Romondo et al.



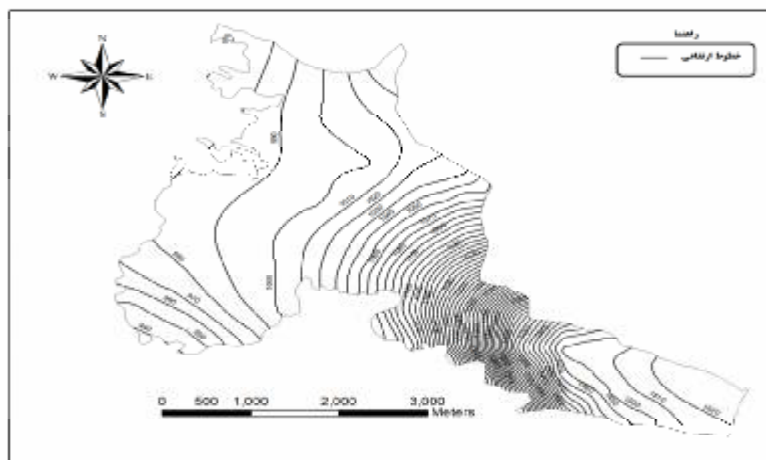
شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

اسپانیا با استفاده از GIS رابطه‌ی بین فاکتورهای مربوط به زمین‌لغزش را بدست آوردند و یک ارزیابی کمی از خطر زمین‌لغزش انجام دادند. ذولفقاری و هتی^۱ (2007)، با استفاده از GIS و با در نظر گرفتن پارامترهایی مثل خصوصیات خاک، سطح آب زیرزمینی، زلزله و باراضافی روی دامنه‌ی وقوع زمین‌لغزش را بررسی کردند، که از یک روش تشخیص استفاده شد و مشخص گردید وقوع زمین‌لغزش با احتمال پراکنش این فاکتور رابطه دارد.

مواد و روش‌ها

محدوده سری سه سرگلند در بین عرض-جغرافیایی $36^{\circ} 27' 30''$ ، $36^{\circ} 32' 15''$ و طول جغرافیایی $57^{\circ} 51' 25''$ ، $57^{\circ} 51' 53''$ قرار داشته و از شمال به یال سراسری مرز حوزه-های 48 و 49 و جنگل‌های سری 2 حوزه 48 و از جنوب به جنگل‌های سری 4 (لزور) حوزه 48 و رودخانه میانرودبار و از شرق به یال سراسری مرز حوزه‌های 48 و 49 (سوردار) و از غرب به رودخانه گلندرود محدود می‌گردد. (شکل 1)

¹ Zolfagari and Heath

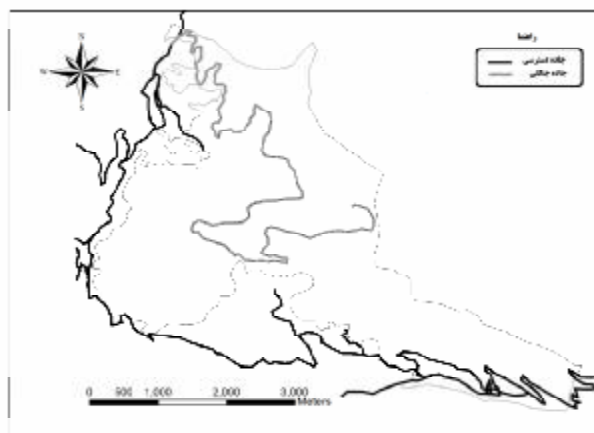


شکل 2- توپوگرافی سری 3 حوزه آبخیز 48 معروف به سرگلند

از سطح دریا 1520 متر در قطعه 23 می‌باشد.
(شکل 2)

دسترسی به جنگل‌های سری از طریق جاده آسفالته و ارتباطی رویان (علمده) به منطقه لزور امکان‌پذیر است. جاده فوق پس از عبور از قسمت غربی سری و حاشیه رودخانه گلندرود تا روستاهای میانرودبار لزور - لشکنار - واقع در قسمت جنوب سری و از آنجا تا یال مرز حوزه‌های 48 و 49 امتداد دارد. طول این جاده از ابتدای سری تا مرز حوزه‌های 48 و 49 واقع در قطعه 23 حدود 15 کیلومتر است. (شکل 3)

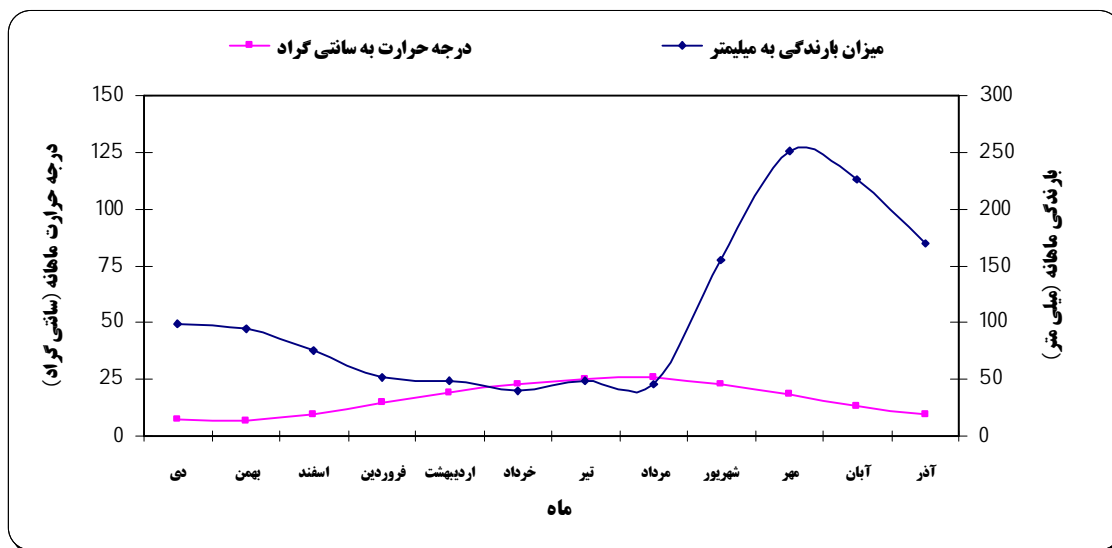
مساحت کل سری 1521 هکتار است که از این میزان 900/5 هکتار مربوط به جنگل‌های قابل بهره‌برداری، 405/6 هکتار جنگل حفاظتی و غیرقابل بهره‌برداری، 15 هکتار فضای باز و خالی، 140/1 هکتار جنگلکاری سنواتی و 86 هکتار به سطح جاده‌های موجود و اراضی زراعی و مسیر انتقال نیرو اختصاص دارد. بنابراین در این سری 1055 هکتار سطح قابل کار وجود دارد. از نظر ارتفاعی حداقل ارتفاع از سطح دریا این سری در قطعه یک 940 متر و حداکثر ارتفاع



شکل 3- جاده‌های موجود در سری 3

همچنین براساس آمار ایستگاه هواشناسی روزهای برفی خیلی کم و بین ۲-۳ روز در سال و میانگین بارندگی سالیانه سری برابر ۱۰۷۸/۰۵ میلی متر می باشد. اطلاعات ایستگاههای مذکور و منحنی آمبروترمیک نشان دهنده آن است که پر باران ترین ماه های سال از اواخر مرداد ماه تا اسفند و گرمترین ماه نیز مرداد می باشد که میزان وقوع زمین لغزش در ماه های پرباران مشهودتر بوده و در ماه های خشک کمتر دیده می شود.

در اطراف حوضه آبخیز گلندرود تعداد ۲ ایستگاه هواشناسی مستقر می باشد ۱- ایستگاه هواشناسی نوشهر وابسته به سازمان هواشناسی کشور که در ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا واقع شده و ۲- ایستگاه هواشناسی چمستان. سیستم های حاکم بر دریای خزر و شرایط خاص توپوگرافی منطقه به گونه ای است که با تجمع رطوبت، میزان آن افزایش می یابد و متعاقب آن اقلیم معتدل تا مرطوب معتدل را پدید می آورد.



شکل ۴- منحنی آمبروترمیک منطقه نوشهر

گسل های منطقه، آبراهه، زمین شناسی و خاک شناسی، با حفر پروفیل هایی بصورت دستی و نمونه برداری از لایه های خاک، نمونه های برداشت شده به آزمایشگاه خاک منتقل شد. در آزمایشگاه از نمونه ها، آزمایش بافت خاک، در صد رطوبت، وزن مخصوص ظاهری، دانه بندی و تهیه نمودار دانه بندی به تشخیص نوع بافت و ساختمان خاک از پروفیل های حفر شده پرداخته و اطلاعات لازم استخراج شد. تعداد پروفیل ها ۱۰

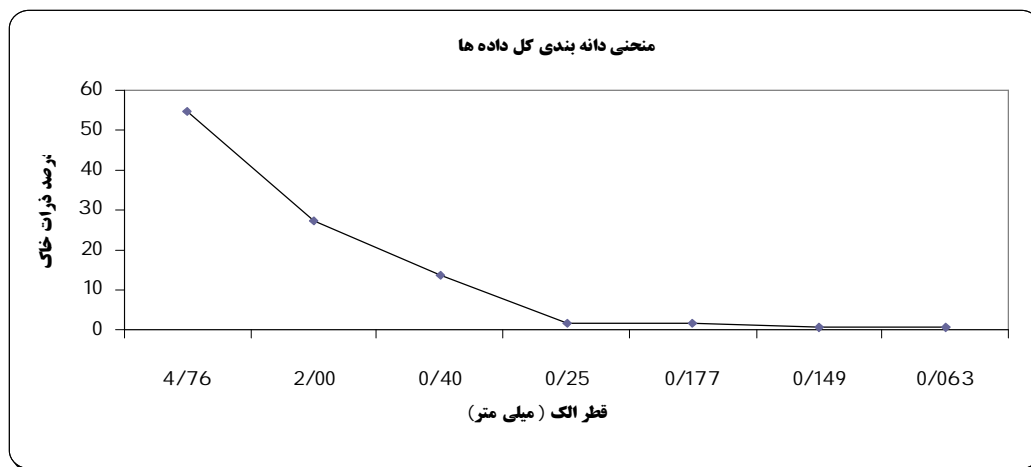
جهت جمع آوری اطلاعات و آمار، نمونه برداری صحرائی و انجام پروسه آزمایشگاهی و تجزیه و تحلیل داده ها در سه مرحله صورت گرفت ابتدا با پیمایش صحرائی در عرصه و مشاهده مستقیم پدیده زمین لغزش، شناسایی منطقه و مطالعه آغاز شد و پس از تهیه نقشه های موجود از قبیل نقشه های توپوگرافی، شیب، جهت جغرافیایی، طبقات ارتفاعی، پوشش گیاهی،

مقایسه‌ی لغزش‌های ناشی از دخالت انسان با لغزش‌های ناشی از شرایط طبیعی معلوم می‌شود که دامنه‌هایی که کمتر مورد دخالت انسان بوده‌اند در آن شیب لازم برای ایجاد حرکات توده‌ای عمدتاً بالای 50% می‌باشد این در حالی است که دامنه‌هایی که بیشتر مورد دخالت و استفاده انسان قرار گرفته‌اند (دامنه‌های پاک‌سازی شده از جنگل، جنگل بهره‌برداری شده، زمین‌های زراعی و مسکونی، جاده‌ها و...) این مقدار شیب به 20% تقلیل می‌یابد. نتایج حاصل از آزمایش بافت‌خاک در مناطق لغزشی بیانگر این موضوع می‌باشد که نوع بافت‌خاک منطقه متشکل از چهار نوع بافت لومی‌رسی، لومی شنی، لومی‌رسی شنی و رسی بوده و دانه‌بندی خاک نشان دهنده‌ی ساختمان ریزدانه خاک می‌باشد که این دو نکته تأثیر عامل خاک حساس در وقوع پدیده زمین‌لغزش در این منطقه را توجیه می‌کند.

مورد و به صورتی می‌باشد که تعدادی از پروفیل‌ها از مناطق لغزشی و تعدادی نیز به‌عنوان پروفیل در منطقه شاهد یا غیرلغزشی حفر گردیده‌است. با استفاده از دستگاه GPS مختصات هر یک از نقاط برداشت و در فضای GIS با استفاده از نرم‌افزار Arcmap جانمایی شد تا بدین وسیله نوع خاک، شیب، پوشش گیاهی، نزدیکی به گسل و آبراهه برای هر یک از پروفیل‌ها مشخص گردد و تاثیر هر یک از عوامل در بروز این پدیده را نشان دهد.

نتایج

بررسی حرکات توده‌ای در این منطقه معلوم می‌دارد که این منطقه به دلیل داشتن شرایط طبیعی از جمله دارا بودن ساختمان گسلی، شیب زیاد، اقلیم مرطوب، خاک حساس و غیرمقاوم دارای پتانسیل لغزشی بوده و دخالت انسان در آن باعث ایجاد و تشدید حرکات توده‌ای می‌شود. از



شکل 5- دانه‌بندی کل داده‌ها

علفی بوده یا در آن بهره‌برداری به صورت قطع یکسره درخت صورت گرفته‌است یا این که محور جاده سبب قطع پیوستگی دامنه‌ها شده و عبور

بیشتر لغزش‌ها در زمین‌ها و دامنه‌هایی اتفاق افتاده‌است که از نظر پوشش گیاهی دارای پوشش

سنگریزه‌هایی مخلوط است در فصل زمستان با توجه به وجود آب درون درز و شکاف سنگ‌ها، عامل سرما سبب یخ‌زدگی شده و حجم سنگ را افزایش می‌دهد و در نتیجه فشار مداوم در این درز و شکاف‌ها باعث کاهش انسجام سنگ‌ها می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

در کل می‌توان گفت منطقه گلندرود با توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی، تکتونیکی، شرایط اقلیمی، هیدرولوژیکی، توپوگرافی و پوشش-گیاهی فقیر، دارای پتانسیل لغزشی بوده و دخالت غیراصولی انسان در آن باعث وقوع و تشدید حرکات توده‌ای می‌شود. در این تحقیق عوامل موثر را می‌توان به 5 فاکتور تقسیم کرد: 1- شیب‌زمین، که هر چه زمین شیب بیشتری داشته باشد خاک ناپایدارتر و امکان لغزش بیشتر است. 2- مشخصه‌های فیزیکی و مکانیکی خاک که از دلایل مهم لغزش زمین بافت‌خاک، نوع ذرات و ضریب چسبندگی آن می‌باشد. 3- حرکت آب‌های سطحی و نفوذ آن در بین ذرات خاک که موجب کاهش پیوستگی و ضریب ایمنی زمین شیب‌دار در مقابل لغزش می‌شود. 4- اعمال فشارهای عمودی بر سطح در اثر احداث ساختمان و دیگر ابنیه‌سنگی و سیمانی 5- اثر پوشش گیاهی که هر چه این مقدار فقیرتر باشد زمینه برای وقوع پدیده مستعدتر می‌گردد. باتوجه به مطالعات، آزمایشات و مشاهدات انجام شده موارد ذیل جهت جلوگیری از وقوع و تشدید حرکت توده‌ای به شکل زمین‌لغزش از طرفی و از طرف دیگر

ماشین آلات سنگین در این منطقه سبب تشدید حرکت توده‌ای در کنار محور جاده شده‌است. باتوجه به توریستی بودن منطقه، ساخت شهرک‌ها و مجتمع‌های مسکونی در آن دارای سرعت چشمگیری بوده و به همین علت پوشش گیاهی در قسمتی از این منطقه به صورت پوشش گیاهی علفی و نهایتاً درختچه‌ای تغییر یافته‌است. از طرفی ساخت ابنیه روی خاک حساس به لغزش در این منطقه خود به شکل عامل محرک جهت تشدید این پدیده در آمده‌است به صورتی که می‌توان یکی از علل وقوع این پدیده در منطقه مورد مطالعه را وزن ناشی از احداث ساختمان‌های سیمانی و سنگی دانست و به موازات این عمل استفاده از ذخیره آب زیرزمینی منطقه جهت پیشبرد عملیات ساختمانی و عمرانی، عاملی جهت خالی شدن فضای بین ذرات شده و سطح آب زیرزمینی پایین رفته و در مناطق حساس سبب حرکت توده‌ای به شکل زمین‌لغزش شده‌است. از آنجایی که بیشتر وقوع این پدیده در سطح 20 تا 30 سانتی‌متری خاک صورت گرفته، می‌توان علت را در میزان بارش که عمدتاً به صورت باران و در زمستان به شکل برف است توجیه نمود. آب حاصل از ریزش باران سبب شستشوی مواد سیمانی که عامل پیوستگی ذرات خاک هستند می‌شود و از پیوستگی خاک کم کرده، مقاومت مکانیکی خاک را کاهش می‌دهد و عامل محرک محسوب می‌گردد. در لایه‌های پایینی به دلیل عدم نفوذ آب، حرکت فقط در سطح 20 تا 30 سانتی-متری خاک صورت می‌پذیرد. باتوجه به این‌که خاک منطقه با رگه‌های زغال‌سنگ، سنگ‌ها و

تراس‌بندی و... از ایجاد و گسترش زمین‌لغزش جلوگیری و پیشگیری کرد. در پایان لازم به ذکر است هر گونه اقدامی در منطقه بایستی باتوجه به مطالعات و بررسی‌های انجام شده و نقشه‌های موجود از زمین‌لغزش در منطقه مورد مطالعه، صورت گیرد تا از تشدید حرکات توده‌ای تا حد امکان پیشگیری شده و از نقاط امن برای عبور جاده‌ها و دیگر سازه‌ها استفاده نمود تا هم از سرمایه‌های ملی حفاظت شده و هم از این موهبت الهی که در اختیار ما قرار گرفته است استفاده و بهره‌بهینه برده شود.

استفاده و بهره‌برداری بهینه و درخور، از طبیعت و امکانات طبیعی و خدادادی منطقه پیشنهاد می‌گردد. برای شناسایی هر چه کامل‌تر منطقه، گروهی تخصصی از کارشناسان شامل کارشناسان خاک، زمین و منابع طبیعی به منطقه اعزام و با کسب اطلاعات مورد نیاز به صورت موشکافانه علل وقوع پدیده در منطقه شناسایی گردد. نتایج نشان می‌دهد یکی از مهمترین عوامل وقوع، ضعف پوشش گیاهی در برخی مناطق است، لذا توصیه می‌شود از چرای مفرط دام در این منطقه جلوگیری شود و با جنگل‌کاری با گونه‌های بومی که دارای ریشه عمیق و افشان هستند به احیای جنگل در این منطقه کمک کرد و از تشدید وقوع این پدیده جلوگیری نمود. با توجه به اینکه این منطقه مستعد وقوع زمین‌لغزش است و دارای خاک حساس در برخی نقاط می‌باشد پیشنهاد می‌شود از اعمال فشار به این نقاط از طریق احداث ساختمان‌ها و دیگر ابنیه‌ی سیمانی و سنگی ممانعت شده و ساخت و ساز ساختمان به نقاط مقاوم و غیرحساس منتقل گردد. از دیگر عوامل وقوع زمین‌لغزش در این منطقه دخالت عوامل انسانی به شکل احداث راه و برداشت‌های عمده به شکل برداشت خاک بر سر پیچ‌ها (پیچ بری‌ها) است که سبب گسستگی ذرات خاک می‌شود لذا توصیه می‌گردد حتی‌الامکان احداث جاده در مناطق حساس صورت نپذیرد و از مناطق مقاوم عبور کند در غیر این صورت از طریق مهار و مقاوم سازی منطقه در درجه اول به صورت ایجاد مقاومت مکانیکی طبیعی و در مراحل بعدی احداث دیواره، سد، ترانشه و

منابع

- مراتبی مطالعه موردی حوزه آبخیز چالکرد
تنکابن، مجله پژوهشی و سازندگی در منابع
طبیعی شماره 75.
- 8- طرح جنگلداری سری سه سرگلند
(تجدید نظر دوم)، 1387 تهیه شده توسط اداره
کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران -
نوشهر.
- 9- فاطمی عقدا، س، م. و همکاران، 1381،
تعیین مناسب‌ترین روش کنترل زمین لغزش با
استفاده از سامانه پشتیبان تصمیم (DSS) دانشگاه
تربیت معلم تهران، پژوهشکده حفاظت خاک و
آبخیزداری تهران، ایران، علوم زمین شماره 56.
- 10- کمک پناه، ع، س. منتظرالقائم، 1373،
مجموعه مقالات اولین کارگاه تخصصی بررسی
راهبردهای کاهش خسارات زمین لغزه در کشور،
چاپ اول، انتشارات موسسه بین‌المللی زلزله-
شناسی و مهندسی زلزله (IIIES)، 625 ص.
- 11- گروه بررسی زمین لغزه‌های معاونت
آبخیزداری جهاد سازندگی، گزارش‌های بازدید
مناطق لغزشی.
- 12- محمد خان، ش، 1380. بررسی برخی
از عوامل حرکت‌های توده‌ای. مطالعه موردی
حوضه آبخیز طالقان، مجله منابع طبیعی دانشگاه
تهران.
- 13- محمد خان، ش، 1380. تهیه مدل برای
پهنه‌بندی خطر زمین لغزش (مطالعه موردی حوزه
آبخیز طالقان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه
تهران، 106 صفحه
- 14- مخدوم، م، درویش صفت، ع،
جعفرزاده، ه، مخدوم، ع، 1383. ارزیابی و برنامه-
- 1- آقناباتی، ع. 1383. زمین‌شناسی ایران
انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی
کشور، 586 ص.
- 2- احمدی، ت. ع، شیخ الاسلامی، 1383.
نقش خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در
توده‌های بلندمازوی جنگل‌های حوزه
گلندرود (غرب مازندران)، مجله پژوهش و
سازندگی، 63 : 59-68.
- 3- افجه‌ای نصرآبادی، ح. و همکاران،
1387، ارزیابی کارایی مدل تجربی پهنه‌بندی خطر
زمین لغزش (حایری-سمیعی ومورا- وارسون)
برای بررسی وضعیت شبکه جاده جنگلی طراحی
شده در جنگل شصت کلاته گرگان، فصلنامه
علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد 16 شماره 4 ص 556-573.
- 4- افجه‌ای نصرآبادی، ح. 1385. پهنه‌بندی
خطر زمین لغزش و بررسی عوامل موثر در وقوع
زمین لغزش‌ها در جنگل شصت کلاته، پایان‌نامه
کارشناسی ارشد، دانشکده جنگلداری و فناوری
چوب دانشگاه گرگان، 130 ص.
- 5- پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور
(پیکرشناسی زمین لغزش‌ها) به نشانی
www.ngdir.ir
- 6- حسینی س.ع، 1373. بررسی پدیده
زمین لغزش در جاده‌های جنگلی کوهستانی
جنگل، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت
مدرس 160 ص.
- 7- شادفر، ص. و همکاران 1386. پهنه‌بندی
خطر زمین لغزش با استفاده از روش سلسله-

21- Anbalagan, R., 1997, Land slide hazard evaluation and zonation mapping in mountainous terrain. *Engineering Geology* vol 32, 269-277.

22- IAEG commission on landslide: suggeste nomenclature for landslide, *Bulletin of the International Association Engineering Geology*, N41 April 1990, pp.13-15.

23- Mathewson, 1981, an interoduction to engineering geology,

24- Onforth D. H. *Landslides in practice*, John Wiley & Sons, Inc. 2005.

25- Romondo, j. Bonachea. j, cendriere. A, 2007, Quantitative landslide risk assessment and mapping on the basis of resen occurrences *Geomorphology*.

26- Thurston, N. Degy, M. 2000, trans fility and terrain recinstraction whitin and GIS land slide hazard mapping 139 hem. 139derby district 139hem. 139 ides:proceeding of the 8 th international symposium and land slid hazards.

27- U.S. Geological Survey, 2004, *Landslide Type amd Processes*, fact sheet -3072 2004july.

28- Zolfagari, 2007, A heath. A.C.A GIS application for assessing land slide over alarg earea computer and geomorphology

ریزی محیط‌زیست با استفاده از سامانه اطلاعات- جغرافیایی (GIS)، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، 310 ص.

15- معماریان، ح، 1384. زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران، 953 ص.

16- معماریان، ح. م، سیار پور، 1385. نقش پارامتر شیب دامنه در بروز خطا در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، جلد 40، شماره 1، نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران.

17- مورگان، 1368. فرسایش و حفاظت خاک، ترجمه امین علیزاده، مشهد: آستان قدس رضوی.

18- نیک اندیش، ن، 1373، زمین لغزش (تعریف، طبقه‌بندی - انواع و علل آن) معاونت آبخیزداری جهاد سازندگی، دفتر مطالعات و ارزیابی آبخیزها.

19- وزارت نیرو، گزارش زمین‌لغزش منطقه واز تنگه چمستان نور، امور مطالعات شرکت سهامی آب منطقه‌ای مازندران، نشریه شماره 8، 1368.

20- ولایتی، سعد الله، ژئوهیدرولوژی، دوره کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس، 1372.

