Archive of SID

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

اولویت‌بندی عوامل مؤثر در ایجاد زمین‌لغزش با استفاده از مدل‌های فرایندمحور در روستای آب‌باد کامفیروز

فاطمه زارع*: *دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد.*

علی طالبی: *دانشیار آبخیزداری، گروه منابع طبیعی، دانشگاه یزد.*

مریم مختاری: *استادیار، دانشکده‌ی مهندسی عمران، دانشگاه یزد.*

تاریخچه مقاله (تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۳)

چکیده

شناسایی و بررسی عوامل مؤثر به صورت ناحیه‌ای می‌تواند در جهت مقابله با زمین‌لغزش و کاهش خسارات ناشی از آن مهم و مؤثر باشد. در این تحقیق سعی شده‌است با استفاده از مدل‌های فرایندمحور طالبی ۲۰۰۸ و بیشاپ اصلاح شده (ترکیب مدل Bishop و مدل تحلیلی طالبی ۲۰۰۸)، ضمن تحلیل پایداری دامنه‌ی لغزشی در منطقه‌ی آب‌باد کامفیروز فارس، به اولویت‌بندی عوامل مؤثر در بروز زمین‌لغزش پرداخته شود. پس از تعیین تمامی پارامترهای مدل فیزیکی که از بازدیدهای میدانی، آزمایشگاهی و تجزیه و تحلیل توپوگرافی استخراج گردید، ضریب پایداری در دو مرحله‌ی قبل و بعد از لغزش برای دامنه‌ی مورد مطالعه محاسبه شد. در ابتدا میزان ضریب اطمینان با استفاده از مدل طالبی ۲۰۰۸ محاسبه شد. مدل طالبی ۲۰۰۸ بر مبنای تئوری شیب بی‌نهایت است که در آن فرضیه‌ی موازی بودن سطح زمین با سنگ بستر (ثابت بودن عمق خاک) در نظر گرفته شده‌است. چون منطقه‌ی مورد مطالعه دارای عمق خاک متغیر است، مدل مذکور نتوانست ضریب پایداری را به درستی محاسبه کند؛ بنابراین، از مدل بیشاپ اصلاح شده (مدل ترکیبی طالبی ۲۰۰۸ و بیشاپ) استفاده شد. در این روش، میزان Fs برای سطح گسیختگی در یک سطح دایره‌ای شکل با عمق‌های متفاوت خاک و با در نظر گرفتن هندسه‌ی دامنه محاسبه شد. ضریب پایداری مدل بیشاپ اصلاح شده مربوط به قبل از لغزش ـ که معادل ۱/۰۸ است ـ این امر را نشان می‌دهد که دامنه در آستانه‌ی لغزش قرار داشته‌است، اما ضریب پایدرای بعد از لغزش ـ که معادل ۲/۱۹ است ـ بیانگر این است که در حال حاضر دامنه به پایداری رسیده‌است. آنالیز حساسیت منطقه با در نظر گرفتن عوامل مربوط صورت گرفت؛ از قبیل حداکثر بارندگی روزانه (N)، هدایت هیدرولیکی (K_s)، زاویه‌ی اصطکاک داخلی (ɷ)، شیب (ß)، ضریب چسبندگی (c_co) و وزن مخصوص خاک (ϒ) . در این مطالعه با توجه به آنالیز حساسیت، مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در لغزش دامنه شناسایی شد که عبارت است از: بالا بودن شیب (ß)، پایین بودن چسبندگی خاک (c) و افزایش وزن مخصوص خاک که ناشی از افزایش رطوبت در آن است.

واژه‌های کلیدی: اولویت‌بندی، مدل طالبی ۲۰۰۸، مدل Bishop، ضریب پایداری.

* نویسنده‌ی مسئول: fzare076@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

۱ـ مقدمه

به فرایندهای ژئومورفولوژیکی و حرکات رو به پایین مواد سازنده‌ی دامنه‌ها اعم از سنگ، خاک یا مخلوطی از این مواد، زمین‌لغزش اطلاق می‌شود (Moradi et al, 2012).

زمین‌لغزش‌ها تحت‌تأثیر عوامل مختلفی رخ می‌دهد؛ از قبیل بارش شدید باران، لرزش‌های ناشی از زمین‌لرزه، تغییر در تراز آب زیرزمینی، طوفان‌های سهمگین، فرسایش سریع و مجموعه عواملی که به کاهش مقاومت برشی مصالح می‌انجامد (Dai et al, 2002).

به دلیل قرارگیری ایران در کمربند لرزه‌خیزی فعال و تنوع در شرایط زمین‌شناسی، ژئومورفولوژیکی و توپوگرافی، مناطق زیادی مستعد لغزش هستند؛ بنابراین، تشخیص و پیش‌بینی این پدیده و جلوگیری از وقوع آن امر بسیار مهمی است. با توجه به شرایط کوهستانی و اقلیمی منطقه‌ی مورد مطالعه، امکان وجود ناپایداری دامنه و محدوده‌ی جاده بسیار محتمل است. وجود درزه‌های فراوان در توده‌سنگ‌ها و چندین زمین‌لغزش در محدوده‌ی جاده، اهمیت بررسی پایداری شیب و مخاطرات ناپایداری دامنه‌ای را دو چندان می‌کند (Khajevand, 2017).

با توجه به حجم خسارات و هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیمی که حرکت‌های توده‌ای بر جوامع انسانی و محیط زیست وارد می‌کند، بررسی عوامل مؤثر در ایجاد حرکت‌های توده‌ای به منظور برنامه‌ریزی و انجام کارهای اصولی و ارائه‌ی راهکارهای مدیریتی صحیح در مناطق حساس، ضروری به نظر می‌رسد. کشور ایران با توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت زمین‌ساختی و لرزه‌خیزی زیاد شرایط متنوع اقلیمی و زمین‌شناسی، شرایط طبیعی برای ایجاد طیف وسیعی از زمین‌لغزش‌ها را دارد. اجرای مطالعات مربوط به زمین‌لغزش روستای آبباد در شهرستان مرودشت به دلیل تخریب جاده‌ی مواصلاتی، کانال آبیاری، اراضی جنگلی و تولید رسوب در حوضه‌ی سد درودزن از اهمیت برخودار است. شناسایی دامنه‌های لغزشی نیز در ابتدا نیازمند شناسایی پارامترهای مؤثر در وقوع این پدیده است. به دلیل پیچیده بودن طبیعت دامنه‌ها، شناسایی عوامل‌مؤثر در وقوع زمین‌لغزش نیز بسیار پیچیده است. هرچند وقوع بارش‌های شدید و شیب زیاد دامنه در وقوع زمین‌لغزش نقش دارد، این عوامل زمانی می‌تواند به جابجایی مواد در سطح دامنه‌ها منجر شود که خصوصیات خاک دامنه نیز مستعد لغزش باشد. سابقه‌ی مطالعات و پژوهش در مورد مدل‌سازی و پهنه‌بندی خطر وقوع حرکت‌های توده‌ای و زمین‌لغزش‌ها در کشورهای توسعه یافته، به دهه‌ی ۶۰ میلادی باز می‌گردد.

در ایران بیشتر مطالعات صورت گرفته در زمینه‌ی حرکت‌های توده‌ای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، براساس روش‌های آماری و توصیفی است؛ درصورتی که امروزه در دنیا به منظور استفاده از روابط ریاضی در تحلیل حرکت‌های توده‌ای و کمی کردن این پدیده، بیشتر مطالعات برمبنای مدل‌های فرآیندمحور (فیزیک پایه) و روش‌های ریاضی و عددی و استفاده از قدرت سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور است. پس ضروری است در ایران نیز زمین‌لغزش‌های موجود، براساس پارامترهای کمی و معادلات فیزیکی مطالعه شود؛ چرا که در بحث کنترل این پدیده به خصوص در زمینه‌ی پایداری دامنه‌ها، نیازمند استفاده از روابط فیزیکی و ریاضی هستیم. مدل‌های فرآیندمحور (فیزیک‌پایه)، فرایندهای اصلی در وقوع لغزش نظیر الگوهای بارش و تغییرات سطح آب زیرزمینی را به صورت ریاضی مدل می‌کند و در ترکیب با هندسه‌ی دامنه، علت وقوع زمین‌لغزش را معلوم می‌سازد. درواقع، مدل‌های فرایندمحور بر اساس

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

قوانین فیزیکی بنـا نهـاده شده و در آنهـا فرآیندهای طبیعی در آزمایشگاه شبیه‌سازی شده‌اسـت و پس از کشف روابط موجود بین آن، به طبیعت تعمیم داده می‌شود (Zarei et al, 2015).

Ahmadi و همکاران (2001) با استفاده از روش بیشاپ (Bishop)، به بررسی پایداری شیب دامنه پرداختند.آنها به این نتیجه رسیدند که دو عامل تکتونیک (زمین‌ساخت) و احداث جاده در پایین دست، عوامـل تشـدیدکننـده‌ی زمـین-لغزش هستند. Talebi و همکاران (2009) در مقاله‌ای با عنوان «مروری بر مدل‌سازی تجربی و فیزیکی زمین‌لغزش‌هـای ناشی از بارندگی»، به این نتیجه رسیدند که اگرچه ناپایداری شیب ممکن است در اثر فـاکتورهـای انسـان‌محـور ماننـد بریدن پای دامنه‌ها برای اهداف جاده‌سازی رخ دهد، خیلی از زمین‌لغزش‌ها به سادگی در اثر بارنـدگی رخ مـی‌دهـد؛ بـه خصوص در مناطقی که خاک‌های رسوبی در معرض بارندگی شدید قرار دارد. بروز پدیده‌ی زمین‌لغزش می‌توانـد ناشـی از عوامل متعدد زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی باشد. با این وجود عمدتاً عامل محرک، نقش اساسـی را در شـروع زمـین-لغزش ایفا می‌کند؛ از این رو مهم‌ترین بخش در مدل‌سازی تجربی،آماری و فیزیکی زمین‌لغـزش، بخـش هیـدرولوژیکی آن خواهد بود. Mamarean و همکاران (2009) در مطالعه‌ای با عنوان «پایـداری شـیب‌هـای طبیعـی و تحلیـل آن در محیط Arc GIS و آشنایی با مدل Sinmap»، مدل‌های شبیه‌سازی و پهنه‌بندی زمین‌لغـزش را بـه طـور کلـی در سـه گروه طبقه‌بندی کردند: مدل لرزه‌ای که مبتنی بر لرزه‌نگاری است و پارامترهـای زیـادی را وارد نمـی‌کنـد، مـدل‌هـای آماری که اکثراً مبتنی بر تراکم زمین‌لغزش‌ها در واحد سطح است و مدل‌های قطعی که بر پایه‌ی محاسبات عـددی اسـت و پارامترهای فیزیکی نسبتاً دقیقی را در مدل وارد می‌کنـد. Zarei و همکـاران (2015) در مطالعـه‌ای با استفاده از مدل-های فرایندمحور، به بررسی علل وقوع لغزش‌هـای سطحی در منطقه‌ی جوانرود پرداختنـد. آنهـا ضـمن تحلیـل پایـداری دامنه‌های منطقه، به بررسی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر وقوع لغزش‌های سطحی در منطقه‌ی جوانرود پرداختند. ایـن مـدل بـا در نظرگرفتن ویژگی‌های ژئومتری دامنه (پلان و پروفیل طولی دامنه)، هیدرولوژی زیرسطحی و ویژگی‌هـای مکـانیکی خاک، ضریب پایداری دامنه‌ها را تجزیه و تحلیل می‌کند.

Talebi و همکـــاران (2010) در پژوهشـی، قابلیـت مـدل فیزیکی ـ هیـــدرولوژی را بـــر زمـین‌لغـزش‌هـــای سـطحی در دامنـه‌های طبیعـی حوضه‌ی آبخیز سد ایلام بررسی کردند. سپس ضریب پایداری برای هـر دامنـه بـا دوره بازگشـت‌های مختلـف مشـخص شد. نتایج نشان داد که از این مدل می‌توان به عنوان یک مدل فیزیکـی بـرای بررسـی پایداری در منـاطق طبیعـی استفاده کرد.

Felegari و همکاران (2013) در مطالعه‌ای بـا اسـتفاده از مدل پایداری دامنـــه، اثـر جـاده‌ســـازی را در وقـــوع زمین‌لغزش‌هـا بررسی کردند، سپس دامنـه‌های ناپایـدار را شناسایی و نوع عملیات حفـاظتی بـرای افـــزایش ضـــریب پایداری را مشخص کردند.

Moghimi و همکاران (2013) در مقاله‌ای با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، به ارزیابی و پهنه‌بندی خطـر زمین‌لغزش در شهر رودبار پرداختند. نتایج نشان داد ۷۱ درصد منطقه، خطر متوسط زمـین‌لغـزش دارد. همچنـین در ایـن فرایند، عامل شیب و حساسیت لیتولوژی مهم‌ترین سهم را برعهده داشته‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

Rasaei و همکاران (2015)، در مطالعه‌ای به بررسی زمین‌لغزش با استفاده از مدل رگرسیون چند متغیره در محیط Gis پرداختند. نتایج نشان داد که با تعیین مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در زمین‌لغزش، می‌توان مکان‌های وقوع این پدیده را به راحتی و با سرعت مشخص کرد.

Haigin و همکاران (2011) با استفاده از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل سلسله مراتبی، به مطالعه‌ی عوامل محیطی در تحلیل پایداری جاده‌ها در مناطق کوهستانی پرداختند. نتایج پژوهش حاکی از آن بود که نوع سنگ و خاک در پایداری شیب‌ها، حداکثر همبستگی مثبت را دارد؛ درحالی‌که شیب و جهت شیب، حداکثر همبستگی منفی را.

Glade و همکاران (2000) در مطالعه‌ای تلاش کردند برای ارتباط دادن شرایط رطوبت خاک با وقوع یا عدم وقوع زمین‌لغزش‌ها، رویکردی متفاوت بیابند. آنها مدل وضعیت پیشین آب خاک[1] (ASWS) را ارائه و شرح داده‌اند. Crozier و همکاران (1986)، به بررسی تأثیر مورفولوژی و زاویه‌ی شیب در پایداری دامنه پرداختند. آنها از طریق مطالعات میدانی و شبیه‌سازی عددی به این نتیجه رسیدند که پروفیل انحنای سنگ بستر و شکل دامنه بر جریان زیر-سطحی و اشباع برای ایجاد ناپایداری کنترل قابل توجهی دارد. Talebi و همکاران (2008) در مقاله‌ای تحت عنوان «مدلی فیزیکی جهت بررسی کنترل دینامیکی لغزش‌های سطحی در دامنه‌های مرکب»، به بررسی لغزش‌ها در ۹ دامنه (دامنه‌های با توپوگرافی متفاوت از نظر شکل پلان و پروفیل طولی) پرداختند. این مدل شامل سه قسمت است: یک مدل توپوگرافی با در نظر گرفتن مرفولوژی سه بعدی دامنه، یک مدل هیدرولوژی دینامیک برای جریان‌های زیرسطحی و سطح آب زیرزمینی دامنه و یک مدل که می‌تواند پایداری لغزش‌های ایجاد شده توسط بارندگی را (HSB-SM) براساس قانون موهر ــ کلمب محاسبه کند. مدل مذکور می‌تواند دامنه‌های با بستر متغیر و اَشکال مختلف را بررسی کند. بر اساس این مدل، عکس‌العمل دینامیکی دامنه‌های مرکب در طی بارندگی به این عوامل بستگی دارد: شیب کف، شکل پلان و انحنای کف بستر. در این مدل، میزان بارندگی روزانه با مقدار آب نفوذ یافته جایگزین می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که بعد از یک دوره‌ی معین بارندگی، دامنه‌های همگرا با پروفیل مقعر و صاف بسیار سریع‌تر از سایر دامنه‌ها ناپایدار می‌شود؛ در حالی که دامنه‌های محدب پایدار باقی می‌ماند (حتی در بارندگی‌های شدید). Zhang و همکاران (2012) در مطالعه‌ای، براساس مدل توزیع وزنی به پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در مناطق ساحلی جنوب شرق چین پرداختند. براساس نتایج، این مدل روش مناسبی برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش است. Vita و همکاران (2013) برای ایجاد لغزش‌های کم عمق و آنالیز پایداری دامنه در ناحیه‌ی سوما در جنوب ایتالیا، به تخمین آستانه‌های هیدرولوژیکی پرداختند. نتایج آنها به ارائه‌ی یک مدل جامع هیدروژئومورفولوژی انجامید که ترکیبی از ویژگی‌های زمین‌شناسی، مورفولوژی و هیدرولوژی است.

ترکیب یک مدل توپوگرافی و هیدرولوژیکی (شرایط ماندگار) و تئوری پایداری شیب بی‌نهایت حاصل شده‌است و در بین مدل‌های فرآیندمحور موجود، تنها مدلی است که اثر پروفیل طولی و شکل پلان دامنه را با هم مدنظر قرار مدل طالبی ۲۰۰۸، برای بررسی دامنه‌ها به صورت منفرد کارایی مناسبی دارد. این مدل که توسط طالبی ارائه شده، از می-دهد. این مدل بر مبنای تئوری شیب بی‌نهایت (فرض موازی بودن سطح زمین با سنگ بستر) در نظر گرفته شده‌است؛

[1] antecedent soil water storage

www.SID.ir

Archive of SID

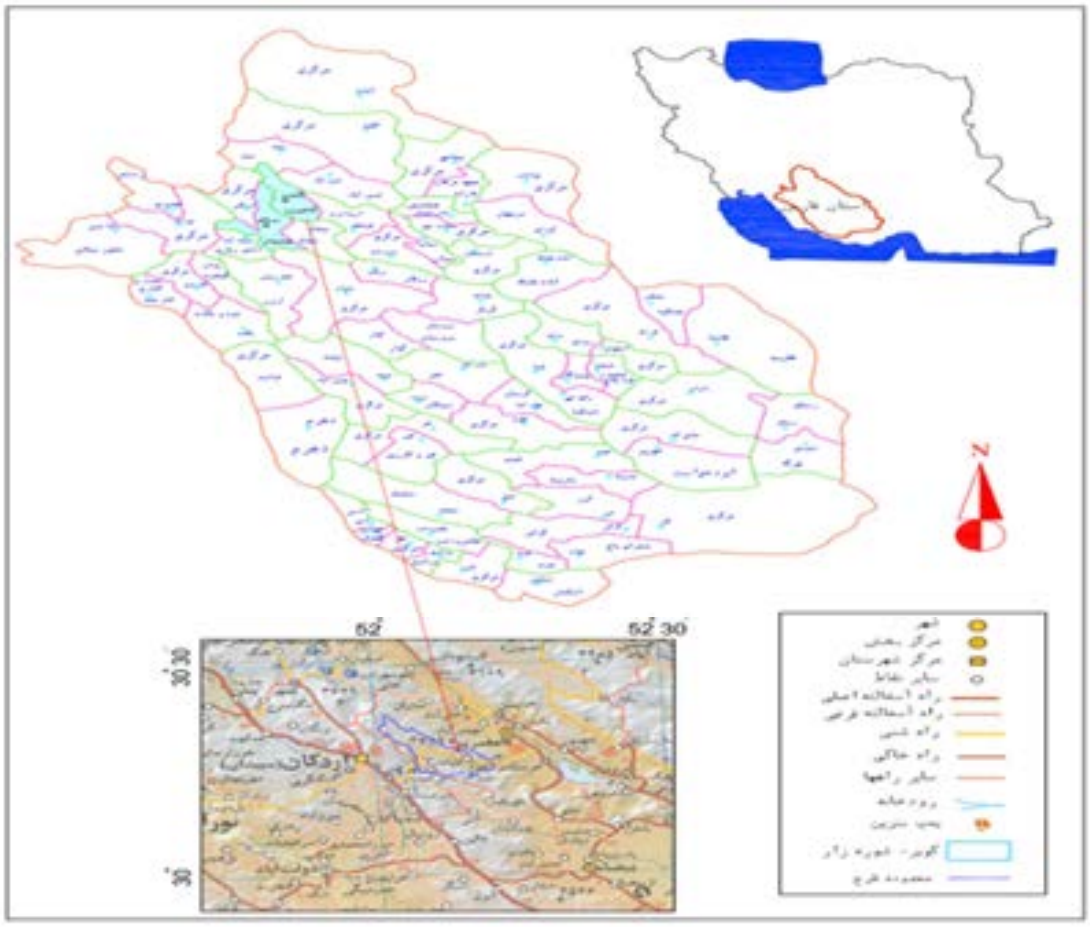
Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

حال آنکه در دامنه‌هایی که این فرض برقرار نباشد و عمق خاک متغیر باشد، فاقد کارایی لازم است. مدل طالبی ۲۰۰۸ در تعیین فقدان پایداری در دامنه‌هایی کارایی دارد که تحت‌تأثیر عوامل طبیعی دچار لغزش می‌شود، اما عوامل مصنوعی (جاده‌سازی، فاصله از روخانه و ...) در این مدل جای ندارند.

۲- منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه در استان فارس، شهرستان مرودشت، بخش کامفیروز در موقعیت X=۶۱۹۲۴۰ ، Y=۳۳۴۷۶۰۰ در سیستم مختصات یوتی‌ام (UTM) واقع شده‌است. این منطقه در یک کیلومتری جنوب غرب روستای آبباد قرار دارد. دسترسی به این منطقه از طریق جاده‌ی آسفالته‌ی تنگ‌شول به سپیدان امکان‌پذیر است. روستای آب باد در پایین‌دست خروجی حوزه قرار دارد.

مساحت منطقه‌ی تنگه‌شول برابر با ۱۸۲۷۳/۰۲ هکتار است و مساحت حوزه‌ی مورد مطالعه (روستای آبباد)، ۷/۴۰ هکتار. حداکثر ارتفاع حوزه ۱۸۸۰/۸ متر و حداقل ارتفاع ۱۷۴۷/۷ و ارتفاع متوسط آن ۱۸۰۶/۲ متر است. شیب متوسط وزنی حوزه نیز ۳۳ است. شکل شماره‌ی (۱)، موقعیت این منطقه را در استان فارس و شهرستان مرودشت نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت حوزه‌ی آبخیز مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

سازند گورپی، تناوب چینه‌های نازک سنگ مارن و شیل‌های نازک تا ستبر لایه خاکستری متمایل به سبز و زرد را در برمی‌گیرد. سنگ نهشته‌های سازند گورپی به سبب پایداری اندک در برابر عوامل فرسایشی، ساختاری ملایم و تپه ماهوری دارد. آرایش محور تاقدیس‌ها و ناودیس‌ها دارای روند چیره ۴۰ تا ۷۰ درجه‌ی شمال باختر است. روند گسیختگی‌های منطقه با روند چیره تاقدیس‌ها و ناودیس‌ها هم راستا می‌باشد. بیشترین تغییرات ساختاری از جمله گسیختگی‌های بزرگ در ردیف سنگ نهشته‌های سازندهای کهن گستره، با اثر فاز کوهزایی پاسادنین همخوانی دارد و اثرات این فاز در پیدایش راندگی‌های بزرگ ساختمان‌های چین‌خورده کارساز بوده‌است. همچنین کج‌شدگی ملایم در رسوبات کواترنر و زمین‌لرزه‌های رخ داده در مناطق همجوار، گواه بر پویایی و جنبندگی گستره است. میانگین درجه حرارت در منطقه‌ی مورد مطالعه ۱۴/۶ سانتی‌گراد و متوسط حداکثر بارش روزانه، ۶۰/۵ میلی‌متر است.

۳- مواد و روش

ابزارهای مورد استفاده در این پژوهش، نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث، نرم افزارهای Arc Gis و Matlab بوده‌است.

۳-۱- روش تحقیق

این تحقیق به دو روش میدانی و آزمایشگاهی صورت گرفت. مطالعات میدانی با بازدید مقدماتی از محل پروژه آغاز شد و با برداشت‌های زمین‌شناسی سطحی، اجرای عملیات حفاری، آزمایش‌های میدانی متناسب با نوع مصالح موجود و نمونه‌برداری از خاک به شکل دست‌خورده و دست نخورده از اعماق مختلف ادامه یافت. مطالعات آزمایشگاهی هم با انجام انواع آزمایش‌های موردنیاز بر نمونه‌های دست‌خورده و دست‌نخورده صورت گرفت. مراحل تحقیق را به طور خلاصه می‌توان به‌شرح زیر بیان کرد:

۳-۱-۱- جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات موجود منطقه

اطلاعات موردنیاز در این تحقیق ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی، هیدرولوژیکی و مکانیک خاک را در حوزه‌ی مورد مطالعه شامل می‌شود.

۳-۱-۱-۱- اجرای مطالعات پایه

برای تعیین میزان حداکثر بارش، بارندگی روزانه در طی یک دوره‌ی آماری ۲۰ ساله در نظر گرفته شد. برای استخراج نقشه‌های توپوگرافی، شیب و جهت، از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) در سیستم اطلاعات جغرافیایی (Gis) استفاده شد.

۳-۱-۱-۲- تعیین دامنه لغزشی

برای تعیین دامنه‌ی لغزشی در منطقه‌ی مورد مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای موجود در Google Earth استفاده شد. به این ترتیب مرز محدوده‌ی مطالعاتی در نرم‌افزار GIS رقومی و پس از ایجاد فایل به فرمت Kml به Google Earth انتقال داده شد. سپس به صورت بصری، دامنه‌ی لغزشی تعیین و با استفاده از امکانات نرم‌افزار Google Earth رقومی شد و به نرم‌افزار GIS انتقال یافت. در نهایت نیز اطلاعات موردنیاز برای اجرای مدل فرایندمحور به دست آمد.

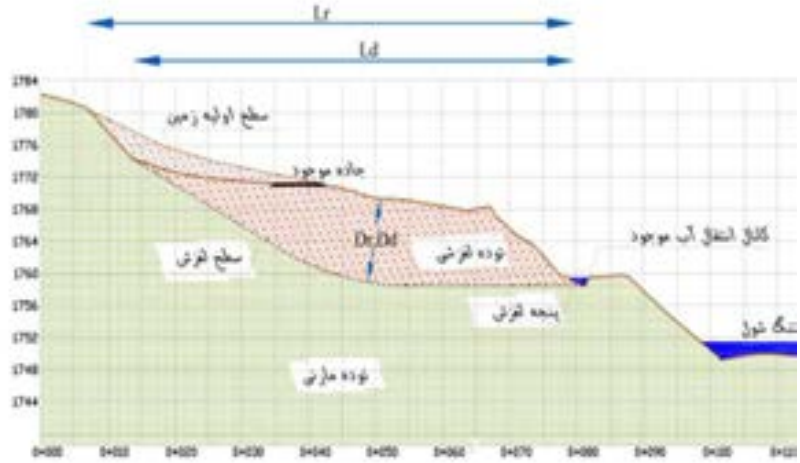
www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

۳-۱-۱-۳- استفاده از پروفیل نقشه‌برداری توده‌ی لغزشی

اطلاعات شکل هندسی دامنه‌ی مورد مطالعه، از طریق نقشه‌برداری ــ که در محل انجام شده‌است ــ به دست آمد. تعیین نهایی دامنه‌ی لغزشی با استفاده از پروفیل نقشه‌برداری مشخص شد.



شکل ۲:پروفیل نقشه‌برداری شده‌ی حوزه‌ی آبخیز مورد مطالعه

۲-۱-۳- مطالعات ژئوتکنیک

پس از بازدید میدانی، از محل کسب اطلاعات موردنیاز از سایر بخش‌های مطالعاتی به حفر چهار گمانه پرداخته شد. حفاری به روش (دورانی)[1] انجام شد و برای تعیین پارامترهای لازم پس از اخذ نمونه‌ها تا عمق ۲۰ متری به صورت دست‌خورده و دست‌نخورده، آزمایش‌ها و تحلیل‌هایی صورت گرفت. با بررسی این نتایج، مشاهده‌ی محل گمانه‌ها و هندسه‌ی محل لغزش، به دو نکته‌ی مهم پی برده می‌شود: نخست اینکه نتایج برای ۴ گمانه تقریباً مشابه است و دوم اینکه گمانه‌ی BH_2 موقعیت مناسب‌تری نسبت به سایر گمانه‌ها دارد؛ از این رو در ادامه لاگ حفاری و نتایج حاصل از آزمایش‌های ژئوتکنیک موردنیاز در گمانه‌ی BH_2 مشاهده می‌شود. بنابراین، نتایج حاصل از این گمانه را برای کل محدوده در نظر می‌گیریم. پارامترهای موردنیاز شامل وزن مخصوص خاک (Υ)، زاویه‌ی اصطکاک $(\emptyset)$، هدایت هیدرولیکی (K) و چسبندگی (C_t) با استفاده از آزمایش مکانیک خاک تعیین شد. زاویه‌ی اصطکاک و چسبندگی از آزمایش برش مستقیم (شکل ۳) به دست می‌آید و هدایت هیدرولیکی از آزمایش‌های نفوذپذیری. آزمایش تعیین حدود اتربرگ خاک، بر حسب میزان رطوبت طبیعت رفتار خاک انجام شد (شکل ۴).

[1] Rotary drilling

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

شکل ۳: دستگاه آزمایش برش مستقیم

شکل ۴: آزمایش‌های تعیین حدود اتربرگ

۳-۱-۳- تعیین پارامترهای ژئومورفولوژی دامنه

برای تعیین پارامترهای مورفولوژی و شناسایی دامنه (پلان و پروفیل طولی دامنه‌ها)، علاوه بر استفاده از پروفیل نقشه‌برداری شده از نقشه‌ی توپوگرافی و مدل رقومی ارتفاع نیز استفاده شد. برای تعیین انحنای نیمرخ در دامنه‌های مورد بررسی نیز از تابع دو متغیره‌ی ارائه شده توسط ایوانس استفاده شد. بر این اساس، دامنه‌ی مورد بررسی دامنه‌ی مقعر است.

۴-۱-۳- اجرای مدل ترکیبی طالبی ۲۰۰۸ و بیشاپ اصلاح شده در نرم‌افزار متلب[1]

زمین‌لغزش‌ها جزو گسیختگی‌های توده‌ای است. گسیختگی‌های توده‌ای آن دسته از گسیختگی‌ها را شامل می‌شود که در آن توده‌ای از خاک یا سنگ خرد شده روی سطح لغزش منحنی شکل، گسیخته می‌شود. روش‌های مختلفی برای تحلیل پایداری این نوع گسیختگی‌ها وجود دارد که به سه دسته‌ی کلی روش‌های تعادل حدی، عددی و شبیه‌سازی فیزیکی تقسیم می‌شود. با توجه به ساده‌تر بودن کاربرد روش‌های حدی و قابلیت بالا و نتایج نسبتاً خوب آنها، این روش‌ها در میان روش‌های تحلیل پایداری شیب‌ها همچنان از کاربرد بیشتری برخوردار است. در میان روش‌های حدی، کاربرد روش تعادل حدی به دلیل ساده‌تر بودن آن از دیگر روش‌های حدی بیشتر بوده‌است. روش قطعه یکی از روش‌های تعادل حدی است که در اکثر موارد به عنوان اصلی‌ترین روش تحلیل پایداری گسیختگی‌های توده‌ای به کار می‌رود.

مطالعات پایداری شیب در مدل طالبی ۲۰۰۸، مبتنی بر محاسبه‌ی ضریب اطمینان یا FS است. تعیین FS دامنه‌ها به طور معمول برای ایجاد تعادل بین تنش برشی موجود و کاهش آن نسبت به تنش برشی مجاز است. به دلیل سادگی نسبت‌های تئوری پایداری شیب، این فرضیه به طور گسترده در بسیاری از تحقیقات مربوط به پایداری شیب‌های طبیعی کاربرد دارد. مدل شیب بی‌نهایت، شرایطی را در نظر می‌گیرد که جریان آب زیرزمینی موازی با سطح شیب

[1] Matlab

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

است. به لحاظ هندسه‌ی شیب، در مجموع پایداری می‌تواند صرفاً از طریق مؤلفه‌ی عمودی شیب برآورد شود. تحت این فرضیه، معادله‌ی پایداری شیب به صورت زیر تعیین می‌شود (Vinh, 2007 & Wu and Siddle, 1995):

رابطه‌ی (۱)

$$FS(X) = \frac{C_t + [(D - h(x))Y_m + h(x)\gamma_b]\cos^2\beta \tan\emptyset}{[(D - h(x))\gamma_m + h(x)\gamma_s]sin\beta\ cos\beta}$$

C_t = ضریب چسبندگی کل خاک (ضریب چسبندگی ریشه و خاک)

$\emptyset$ = زاویه‌ی اصطکاک داخلی (درجه)

γ_m = وزن مخصوص توده‌ی مرطوب $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$

D = عمق پلان برش (m)

β = زاویه‌ی محلی شیب (درجه)

h = ارتفاع آب بالای این سطح (m)

γ_s = وزن مخصوص توده‌ی اشباع

وزن مخصوص توده‌ی شناور است . $\gamma_b = \gamma_s - \gamma_w$

از طرفی در یک دامنه‌ی مشخص:

رابطه‌ی (۲)

$$\sigma = \frac{S(X)}{S_c(X)} = \frac{h(X)}{D(X)}$$

بنابراین:

رابطه‌ی (۳)

$$FS = \frac{C_t(X) + [(1 - \sigma(X))Y_m + \sigma(X)Y_B]D(X)COS^2\beta(X)tan\emptyset}{[(1 - \sigma(x))Y_m + \sigma(x)Y_s]D(X)sin\beta(x)cos\beta(x)}$$

در نهایت برای کل دامنه، ضریب پایداری با استفاده از مدل طالبی و همکاران به صورت زیر ارائه شد:

رابطه‌ی (۴)

$$FS = \frac{\int_0^L \{C_t(X) + [(1 - \sigma(X)Y_m + \sigma(X)Y_b]D(X)COS^2\beta(X)tan\emptyset\}dx}{\int_0^L [(1 - \sigma(X))Y_m + \sigma(X)Y_s]\, D(X)\sin\beta(X)dx}$$

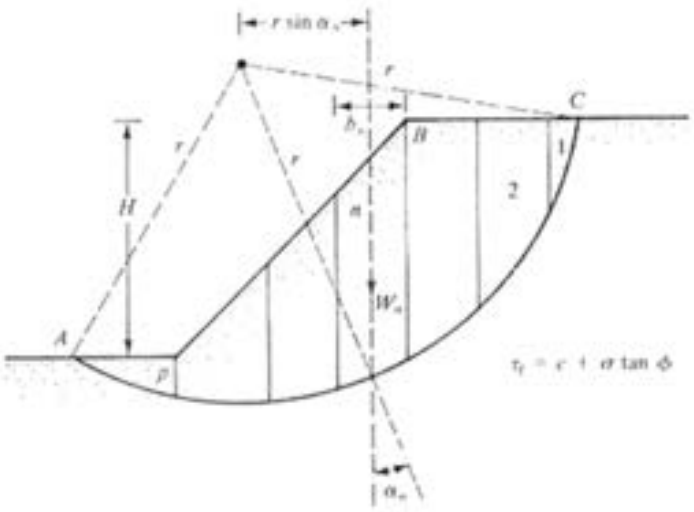
در روش قطعه، توده‌ی لغزنده به قطعات کوچک‌تری تقسیم و هر قطعه به صورت یک بلوک لغزنده‌ی مجزا در نظر گرفته می‌شود. این روش از قابلیت مدل کردن هندسه‌های پیچیده، شرایط متغیر زمین‌شناسی و خصوصیات شیب‌ها و بارهای خارجی وارده بر توده‌ی لغزنده برخوردار است. تمام مدل‌های تعادل حدی که از روش قطعه استفاده می‌کنند، توده‌ی لغزنده را همانند شکل زیر (شکل ۵) به تعدادی قطعه‌ی قائم کوچک‌تر تقسیم می‌کنند که در آن W_n وزن قطعه، u_i فشار منفذی، نیروهای N_r و T_r به ترتیب مؤلفه‌های قائم و مماسی واکنش‌های R است. P_n و P_{n+1} ،

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

نیروهای قائم و T_n و T_{n+1} ، نیروهای برشی مؤثر بر سطوح جانبی قطعه است. در این روش، فرض شده برآیند نیرو-های P_n و P_{n+1} همچنین برآیند نیروهای T_n و T_{n+1} ، با هم برابر و در خلاف جهت هم است؛ در نتیجه یکدیگر را خنثی می‌کنند. با در نظر گرفتن مجموع لنگر نیروهای مقاوم و نیروهای محرک، ضریب اطمینان به صورت زیر محاسبه می‌شود:



شکل ۵: روش قطعه برای تعیین پایداری شیروانی.

رابطه‌ی (۵)

$$F = \sum_{i=1}^{n} \frac{\left(C' \Delta b_i + (w_i - u_i \Delta b_i) \tan \varphi_i'\right) \left[\frac{1}{M_i(\theta)}\right]}{\sum_{i=1}^{n} W_i \sin \theta_i}$$

بیشاپ در سال ۱۹۹۵، اصلاحیه‌ای به روش معمولی قطعه ارائه داد. در این روش، اثر نیروهای که روی وجوه جانبی قطعات عمل می‌کنند نیز تا حدودی در نظر گرفته می‌شود. در روش بیشاپ، تعادل کلی گشتاورها و نیروهای عمودی ارضا می‌شود؛ البته در هر قطعه نه تعادل گشتاورها و نه تعادل نیروهای افقی هیچ یک ارضا نمی‌شود. اگرچه شرایط تعادل به طور کامل ارضا نمی‌شود، با این حال این روش رضایت‌بخش بوده و در تمام کارهای معمولی ــ که سطح لغزش را می‌توان با یک دایره تقریب زد ــ توصیه شده‌است.

در روش بیشاپ اصلاح شده، محاسبه‌ی ضریب اطمینان صرفاً برای سطوح لغزش دایره‌ای و با نوشتن معادلات تعادل نیرو در جهت قائم برای هر قطعه، همچنین تعادل لنگر حول مرکز دایره برای مجموعه قطعات صورت می‌پذیرد. در این روش، از نیروی برشی بین قطعات صرف نظر شده‌است؛ بنابراین، نیروی بین قطعات فقط به صورت عمود بر سطح بین قطعات (به صورت افقی) در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، نتایج این روش برای تحلیل شبه استاتیکی بیش از نتایج تحلیل استاتیکی با خطا مواجه است. علاوه بر این، روش بیشاپ اصلاح شده سطوح گسیختگی را صرفاً به صورت دایره‌ای در نظر گرفته‌است و توانایی تحلیل سایر اشکال را ندارد. این روش برای خاک‌های چسبنده، اصطکاکی و چسبنده‌ی اصطکاکی به کار می‌آید.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

تجربه نشان داده‌است که دقت روش اصلاح شده‌ی بیشاپ به مراتب بیش از روش فلنیوس است. حذف نیروهای موارد خطای موجود در روش‌های آزمایشگاهی ـ که برای ارزیابی مشخصات خاک در روش‌های خیلی دقیق و پیچیده مانند روش پرایس، جانبو و مونگسترن به کار می‌رود ـ بیش از دقت حاصل از کاربرد علت این روش‌ها است؛ به همین دلیل اغلب طراحان سدهای خاکی، استفاده از روش اصلاح شده‌ی بیشاپ را به سبب سهولت محاسبات و دارا بودن دقت کافی، بر سایر روش‌ها ترجیح می‌دهند. ذکر این امر لازم است که در روش‌های پیچیده‌تر جانبو، اسپنسر و مونگسترن پرایس، کلیه‌ی نیروهای کناری قطعات در اجرای محاسبات قابل توجه قرار گرفته‌است و از تعادل نیروها در دو جهت و تعادل لنگرها استفاده می‌شود. روش بیشاپ و جانبو، رطوبت خاک را در مناطق غیراشباع به دست می‌آورد و اثر آن را بر چسبندگی خاک بررسی می‌کند. به منظور یافتن سطح لغزش بحرانی در دامنه با مشخصات ژئومتریک متفاوت، روش دایره‌ای بیشاپ با روش تحلیلی طالبی ۲۰۰۸ ترکیب شد. در این روش، میزان Fs (رابطه‌ی ۶) برای سطح گسیختگی در یک سطح دایره‌ای شکل با عمق‌های متفاوت خاک محاسبه می‌شود. برای محاسبه‌ی میزان پایداری دامنه، مدل بیشاپ اصلاح شده را یک بار قبل از لغزش دامنه یعنی همان سطح اولیه‌ی زمین بررسی و اجرا شد و بار دیگر، بعد از لغزش دامنه. با این کار میزان پایداری دامنه قبل و بعد از لغزش بررسی و مقایسه شد.

رابطه‌ی (۶)

$$F = \sum_{i=1}^{n} \frac{\left(C^{'}\Delta b_i + (\, w_i - u_i \Delta b_i) \tan \varphi_i^{'}\right)\left[\frac{1}{M_i(\theta)}\right]}{\sum_{i=1}^{n} W_i \sin \theta_i}$$

$$M_i(\theta) = \cos \theta_i \left[1 + \tan \theta_i \frac{\tan \varphi_i^{'}}{F}\right]$$

در اینجا نقش پوشش‌گیاهی (چسبندگی حاصل از ریشه یا C_r) نیز از طریق همان c محاسبه می‌شود.

هدف این مدل‌ها با تأکید بر تحلیل دامنه، محاسبه‌ی ضریب اطمینان (ایمنی) در سطح لغزش موردنظر و تعیین محتمل‌ترین فرآیند گسیختگی و کمترین ضریب اطمینان مربوط به آن است. ضریب اطمینان به صورت نسبت تنش برشی در دسترس به حداقل تنش برشی ـــ که برای ناپایدار شدن دامنه موردنیاز است ـــ تعریف می‌شود. اگر مقاومت برشی از تنش برشی بزرگ‌تر باشد، (FS>1) خواهد شد و دامنه به صورت پایدار تعریف می‌شود و اگر مقاومت برشی کوچک‌تر از تنش برشی بود، (Fs<1) دامنه به صورت ناپایدار مطرح می‌شود. برای (Fs=1) در یک وضعیت تعادل خواهد بود، اما به طور ذاتی ناپایدار است. مطالعات میدانی و شبیه‌سازی‌های عددی نشان داده‌اند که انحنای طولی سنگ بستر و شکل پلان دامنه، مهم‌ترین عامل کنترل‌کننده‌ی جریان زیرسطحی است. از آنجایی که جریان زیر-سطحی به شدت بر پایداری شیب مؤثر است؛ بنابراین، رخداد حرکت‌های توده‌ای از دو جهت به وسیله‌ی پستی و بلندی کنترل می‌شود: نیروی ثقل و عکس‌العمل هیدرولوژیکی. Borga و همکاران (2002) نشان دادند که توپوگرافی سطحی از طریق پارامترهایی نظیر جریان زیرسطحی به افزایش اشباع خاک و کاهش تنش برشی منجر می‌شود و در وقوع زمین لغزش‌های سطحی مؤثر است. Ida (1999) اظهارکرد که زاویه‌ی شیب، شکل شیب (تحدب یا تقعر) و عمق خاک، مهم‌ترین فاکتورهای کنترل‌کننده‌ی زمین‌لغزش‌های سطحی است.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

۴- یافته‌ها (نتایج)

برای اجرای مدل ترکیبی طالبی ۲۰۰۸ و بیشاپ (بیشاپ اصلاح شده) و محاسبه‌ی ضریب اطمینان، از نرم‌افزار متلب استفاده شد. تمامی فرمول‌ها و لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز مدل، به صورت کدهای مربوطه در محیط متلب نوشته و در نهایت، ضرایب اطمینان (FS) برای دامنه‌ی مورد مطالعه محاسبه شد. پارامترهای موردنیاز برای محاسبه‌ی ضریب اطمینان دامنه‌ی مورد مطالعه در مدل ترکیبی فوق، در جدول (۱) نشان داده شده‌است. جدول ۲ و ۳ نتایج حاصل از مدل را نشان می‌دهد.

جدول ۱: پارامترهای مورد نیاز برای تعیین ضریب اطمینان در دامنه‌ی لغزشی

پارامترها	مقدار
تخلخل زهکشی	۰/۴
حداکثر بارندگی روزانه (mm/day)	۶۰/۵
هدایت هیدرولیکی (m/s)	۴/۵۴*۱۰^-۶
زاویه‌ی اصطکاک داخلی (درجه)	۱۹/۴
ضریب چسبندگی خاک (KN/m^2)	۰/۳۱* ۹۸
طول دامنه (m)	۷۲
وزن مخصوص خاک (KN/m^3)	۱۷/۶۵۸
وزن مخصوص آب (KN/m^3)	۹/۸۱

جدول ۲: مقدار محاسبه شده‌ی ضریب پایداری قبل از لغزش

دامنه	نوع دامنه	ضریب اطمینان
سطح اولیه‌ی زمین	مقعر و همگرا	۱/۰۸۳۵

جدول ۳: مقدار محاسبه شده‌ی ضریب پایداری بعد از لغزش

دامنه	نوع دامنه	ضریب اطمینان
توده‌ی لغزشی مورد مطالعه	مقعر و همگرا	۲/۱۹۱۲

برای تعیین کلاس ناپایداری دامنه‌های مورد بررسی در مدل طالبی بر اساس مقدار FS ، از تقسیم‌بندی پک و همکاران ــ که در سال ۱۹۹۸ ارائه شده‌است ــ استفاده شد. جدول ۴، جزئیات این تقسیم‌بندی را نشان می‌دهد.

جدول ۴: تقسیم‌بندی پک و همکاران (۱۹۹۸) برای تعیین کلاس‌های ناپایداری

ضریب پایداری (FS)	کلاس آسیب‌پذیری زمین‌لغزش
FS > ۱/۵	آسیب‌پذیری زمین‌لغزش کم
۱/۵ > FS > ۱/۲۵	آسیب‌پذیری زمین‌لغزش متوسط
۱/۲۵ > FS >۱	آسیب‌پذیری زمین‌لغزش زیاد
FS <۱	آسیب‌پذیری زمین‌لغزش خیلی زیاد

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به نتایج حاصل از مدل، دامنه‌ی قبل از لغزش در حالت بحرانی و در آستانه‌ی لغزش قرار دارد و دامنه در کلاس ناپایداری زیاد است. در بخش دوم کار مدل زمانی که دامنه‌ی کاملاً لغزیده اجرا شد، نتایج مدل حاکی از آن است که توده‌ی لغزشی اینک به پایداری رسیده‌است.

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

۵- بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس مطالعه‌ی زیزیری، لغزش زمانی رخ می‌دهد که تنش برشی مواد روی دامنه بیش از مقاومت برشی آن باشد. عوامل متعددی مانند زمین‌شناسی، شرایط هیدرولوژیکی، وضعیت توپوگرافی، مورفولوژی، آب و هوا و فعالیت‌های انسانی بر پایداری یک دامنه تأثیر می‌گذارد و می‌تواند باعث لغزش شود (Zezere et al, 2008). یکی از مناطقی که در آن لغزش‌های متعدد رخ داده‌است و از مناطق شناخته شده‌ی لغزش در استان فارس به شمار می‌رود، روستای آبباد است. آسیب‌پذیری سازند زمین‌شناسی این منطقه (گورپی) و شرایط اقلیمی و دستکاری‌ها در سیستم طبیعی (احداث جاده و حفر کانال آبیاری)، زمینه را برای ایجاد لغزش در منطقه فراهم کرده‌است. مدل ترکیبی طالبی ۲۰۰۸ و بیشاپ (بیشاپ اصلاح شده) ضمن تحلیل پایداری دامنه، به بررسی عوامل مؤثر در ایجاد زمین‌لغزش‌های منطقه براساس ضریب پایداری حاصل از اجرای مدل می‌پردازد و مهم‌ترین عامل را شناسایی می‌کند. براساس نتایج به دست آمده از مدل، ضریب پایداری دامنه‌ی مورد مطالعه قبل از وقوع لغزش ۱/۰۸۳۵ به دست آمد؛ بنابراین، دامنه در کلاس ناپایداری زیاد قرار می‌گیرد. بعد از اجرای مدل و محاسبه‌ی ضریب اطمینان در منطقه با استفاده از آنالیز حساسیت، نوبت به اولویت‌بندی عوامل مؤثر در وقوع زمین‌لغزش رسید. برای این کار ابتدا یکی از پارامترهای ورودی در مدل‌ها ۵٪، ۱۰٪، ۱۵٪ و ۲۰٪ کم و زیاد شد؛ در حالی که بقیه‌ی پارامترهای ورودی ثابت در نظر گرفته و به این ترتیب تغییرات بر روی شاخص پایداری محاسبه شد. در این مطالعه با توجه به آنالیز حساسیت، مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در لغزش حوزه چنین شناسایی شد: بالا بودن شیب (ß)، پایین بودن چسبندگی خاک (c) و افزایش وزن مخصوص خاک. در کنار عوامل مذکور باید به پروفیل طولی دامنه نیز اشاره کرد. پروفیل طولی دامنه‌ی مورد مطالعه به صورت مقعر و همگراست که یکی از مستعدترین دامنه‌ها برای لغزش محسوب می‌شود. دامنه‌های مقعر آهسته‌تر از دامنه‌های دیگر زهکشی می‌شود، در نتیجه ذخیره‌ی اشباع خاک بالا می‌رود و سرانجام دامنه فرو می‌ریزد. توپوگرافی در محدوده‌ی لغزش به گونه‌ای است که پیشانی محدوده‌ی لغزش، حجم و وزن بیشتر و پنجه‌ی لغزش حجم و وزن کمتری دارد. کاهش حجم مصالح در پنجه نیز به دلیل حفاری کانال تشدید شده‌است. این عامل به کاهش مقاومت توده‌ی لغزش در شیب منجر می‌شود؛ به گونه‌ای که تمایل به لغزش را تشدید می‌کند. علاوه بر این، توپوگرافی محدوده‌ی لغزش به دلیل وجود جاده در بالادست محدوده و فرورفتگی‌های موجود، باعث شده جریان‌های سطحی به صورت سریع‌تر به توده‌ی لغزش نفوذ کند. نفوذ آب به درون توده باعث به وجود آمدن خط جریان و کاهش مقاومت برشی خاک می‌شود. عامل نفوذ رطوبت به علت ایجاد جاده و احداث کانال آب، از عوامل اساسی ناپایداری در منطقه است.

به طورکلی، در این تحقیق سعی شده‌است برای بررسی زمین‌لغزش از یک مدل فرآیندمحور (فیزیک‌پایه) استفاده شود. در این بین می‌توان گفت‌که مدل تحلیل پایداری شیب، در تعیین عدم پایداری دامنه‌هایی به خوبی عمل می‌کند که تحت‌تأثیر شرایط طبیعی از نظر مورفولوژی، هیدرولوژی، فیزیک خاک و پوشش‌گیاهی دچار لغزش می‌شود؛ اما

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

عوامل مصنوعی مؤثر بر زمین‌لغزش همچون جاده‌سازی و فاصله از رودخانه در این مدل جای ندارد. از سوی دیگر، مدل طالبی ۲۰۰۸ بر مبنای تئوری شیب بی‌نهایت است که در آن فرضیه‌ی موازی بودن سطح زمین با سنگ بستر (ثابت بودن عمق خاک) در نظر گرفته شده‌است؛ در صورتی که منطقه‌ی مورد مطالعه عمق خاک متغیر دارد. بنابراین، مدل مذکور در منطقه‌ی مورد مطالعه نمی‌تواند ضریب پایداری را به درستی محاسبه کند. بنابراین بهترین روش، استفاده از مدل ترکیبی طالبی ۲۰۰۸ و بیشاپ (بیشاپ اصلاح شده) است. برای یافتن سطح لغزش بحرانی در دامنه با مشخصات ژئومتریک متفاوت، روش دایره‌ای بیشاپ با روش تحلیلی طالبی ۲۰۰۸ ترکیب شد. در این روش، میزان Fs برای سطح گسیختگی در یک سطح دایره‌ای شکل با عمق‌های متفاوت خاک و با در نظر گرفتن هندسه‌ی دامنه محاسبه شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت مدل مورد استفاده، ترکیبی از مدل‌های توپوگرافی و هیدرولوژی با مدل پایداری دامنه است که می‌تواند به عنوان یک مدل فرآیندمحور (فیزیکی پایه)، در جهت بررسی پایداری دامنه با سطح گسیختگی دایره‌ای مورد استفاده قرارگیرد.

منابع

1. Ahmadi, H., & A. Talibi, (2001). Investigating factors affecting mass movement. *Journal of Natural Resources of Iran*, pp 323-328.
2. Borga, M.; Fontana, G. D.; Gregoretti, C.; & L. Marchi, 2002. Assessment of shallow landsliding by using a physically based model of hillslope stability, *Hydrolgical processes*, 16, 2833-285.
3. Crozier, M. J., 1986. Landslides: Causes, Consequences & Environment, *Croom Helm London*, England, pp 252.
4. Felegari, M.; Talebi, A.; & Y. Kia Shakirian, 2013. Effect of road construction on the occurrence of landslide by using SLOP FLAC Domain Sustainability Model (Case Study: Ilam Dam Basin), *Journal of Water and Soil Research*, 1, 227-240.
5. Glade, T.; Anderson, M. G.; & M. J. Crozier, 2000. Landslide risk assessment, John Wiley Publishers, New York, pp. 767–772.
6. Huiqin, He.; Shaocai, Li.; Hailong, S.; & T. Yang, 2011. Environmental factors of road slop stability in mountain area using principal component analysis and hierarchy cluster, *Environme Earth Sciences*, 62, 55-59.
7. Mamarean, H., & H. A. Safdari., (2009). Stability of natural slopes and its analysis in the ArcGis environment and familiarity with the Sinmap model. Sokhan Gostar Publishing House.
8. Moghimi, E.; Yamani, M.; & S. Rahimi, 2013. Evaluation and zoning of landslide hazard in Roodbar city using the network analysis process, *Quantitative geomorphology researches*, 4, 118 - 103.
9. Rasaei, A.; Khosravi, Kh.; Haib nejad, M.; Haydari, A.; & A. Mashayekhan, 2015. Landslide hazard zonation with multivariate regression model in GIS environment (case study: Aq mashhad Basin, Mazandaran province), Watershed management research journal, 6 (12), 215-205.
10. Talebi, A., 1996. Investigating the factors influencing landslide, Master's thesis on Watershed Management, Tarbiat Modares University.
11. Talebi, A.; Nafarzadigan, A. R.; & H. Malekinejad , 2009. An overview of experimental and physical modeling of landslides caused by rainfall, *Natural Geography Research*.
12. Talebi , A.; Uijlenhoet, R.; & P. A. Troch, 2008b. A low-dimensional physically-based model of hydrologic control on shallow landsliding in complex hillslopes, *Earth Surface Processes and Landforms*, 33.

www.SID.ir

Archive of SID

13. Talebi, A., & Y. Niazi., 2011 . Investigating the Capability of Physical-Hydrological Model for Surface Landslide Survey In natural slopes (Case study: Ilam Dam Basin), *Iranian Journal of Natural Resources*, 3, 323-337.
14. Vita, P. De.; Napolitano, I. J.; Godt I.; & R. Baum, 2013. Deterministic estimation of hydrological thresholds for shallow landslide initiation and slope stability models: case study from the Somma-Vesuvius area of southern Italy, *Landslides*, 10, 713–728.
15. Zarei , P.; Ala'i Taleghani, M.; & A. Talibi, 2015. Investigating the causes of surface landslides in the Javanrood area using a process-oriented model, *Journal of Geomorphology*.
16. Zezere, J. L.; Garcia, R. A. J.; Oliveira, S.; & C. Reis, 2008. Integration of spatial and temporal data for the definition of different landslide hazard scenarios in the area north of Lisbon), *Journal of Geomorphology*, 94, 467-49.
17. Zhang, W.; Wang, W.; & Q. Xia, 2012. Landslide Risk Zoning Based on Contribution Rate Weight Stack Method, *Energy Procedia*, 16, 178 - 83.

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

www.SID.ir

Archive of SID

Prioritization of Factors Affecting Landslide in Abbad Village, Kamfiruz

Fatemeh zare [1]: ***Master of Science at Yazd University***
Ali Talibi: ***Associate professor at Yazd University***
Maryam Mokhtari: ***Assistant professor at Yazd University***

Article History (Received: 2017/12/31 Accepted: 2019/01/26)

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

1- Introduction

Landslide refers to geomorphologic processes and downward movements of the materials of the slopes, including rock, dirt, or a mixture of them (Moradi et al, 2012).Landslides are affected by various factors, including rainstorms, earthquake shocks, changes in the level of underwater, storms, rapid erosion and a series of factors reducing the strength of materials (Dai et al,2002) . Because of geological, geomorphological, and topographical variations resulted from the active seismic belt of the country, many areas are susceptible to landslides. Therefore, it is very important to detect and anticipate this phenomenon to prevent its occurrence. Due to mountainous conditions, the climate of the study area is prone to the domain instability. The road range is also possible to suffer from the same deficiency. Existence of large joints in masses of rocks and several landslides in the boundaries of the road double the importance of examining the stability of the slopes and the dangers of volatility (Khajevand,2017). Due to the high volume of damage and the direct and indirect costs of destruction that mass movement imposes on human societies and the environment, planning to carry out a systematic investigation of the effective factors of mass movements and providing appropriate management solutions in these sensitive areas seem crucial. Our country, Iran, mostly has a mountainous topography with tectonic activities, and is the subject of high seismicity of various climatic and geological conditions. These major natural conditions have the potential to create a wide range of landslides.

2- Methodology

The study area is located in Fars Province, Marvdasht, Kamfiroz Division. In the UTM coordinate system,it is placed in X=619240 and Y=3347600. This area is situated one kilometer southwest of the village of Abbad. Access to the area is possible through the asphalt road to Sefid village. Abbad village is located in the outlet of the basin. Landslides are considered to be mass fractures. The mass fractures include those fractures in which a mass of crushed soil or crushed stone is disrupted on a curved slip surface.There are various methods for analyzing the stability of these types of ruptures: the equilibrium, the numerical, and the physical simulation methods. Due to the ease of applications and the relatively good results, these methods tend to be more widely used than other methods of slope stability analysis.

3- Results

In general, in order to study of landslides, an attempt was made to use a process-oriented (center-based) model. It can be concluded that the slope stability analysis model can be used to determine the instability of the slopes affected by natural conditions due to the morphology, hydrology, soil physics, and vegetation cover. However, artificial factors affecting landslides such as road constructions and distance from the river have no place in this model. One of the regions with high frequency of landslide in Fars province is the village of Abbad. The susceptible geological structure of this region, its climate, and the manipulation of its natural system (road construction and digging irrigation channels) have exposed it to slippage. In order to find critical slip surfaces in the range having various geometric characteristics, the Bishop circle method was combined with 2008 Taliban method. In this method, the Fs were calculated to find the rupture level at a circular surface using different depths of the soil, taking into account the domain geometry.

[1] **Corresponding Author: fzare076@gmail.com**

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir at 14:43 +0430 on Tuesday May 7th 2019

4- Discussion & Conclusions

To implement the 2008 Talebi and Bishop combined model, the reliability coefficient was calculated using MATLAB software. All formulas and the information layers required for the model were codified in appropriate codes in the MATLAB environment, and the confidence coefficients (FS) were eventually calculated for the scope under investigation. According to the results of the model, the range before the slip (1.08) was in a critical state at the threshold of the slip and was unstable. In the second part of the modelling, when the slippery range was implemented, the results of the model indicated that the slip mass (2.19) had already reached sustainability. Sensitivity analysis was identified as the most important factor leading to slippage occurrence. Among the factors causing slopes, the effect of the sensitivity analysis is the most important; however, the effect of moisture cannot be ignored. The moisture formed during the road and canal construction was another reason for instability in the region**.**

Key Words: Prioritization, Taliban Model, Bishop Model, Sequential Coefficient

www.SID.ir