نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال شانزدهم، شماره ۴۱، تابستان ۹۵

برآورد شاخص‌های مورفومتری زمین لغزش کبیرکوه

دریافت مقاله: ۹۳/۱۲/۱۸ پذیرش نهایی: ۹۵/۳/۳

صفحات:۵۳-۳۱

حجت اله بیرانوند: دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران[1]

Email: hojat359@yahoo.com

مژگان انتظاری: استادیار ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

Email: entezary54@yahoo.com

عبداله سیف: استادیار ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

Email:abdsafe@yahoo.com

چکیده

زمین لغزش کبیرکوه یکی از حوادث کاتاستروفیک بوده که باعث ریزش دامنه‌ی کبیرکوه، سدکنندگی مسیر رودخانه‌ی سیمره و اشکال ژئومورفولوژیکی زیادی در منطقه گردیده است. زمین لغزش مذکور در زاگرس چین خورده و ۵ کیلومتری جنوب شهر پلدختر بین استان‌های ایلام و لرستان اتفاق افتاده است. هدف از این پژوهش بررسی شاخص‌های مورفومتری زمین لغزش شامل؛ عرض سطح گسیختگی(W_r)، طول توده جابه‌جا شده(L_d)، طول سطح گسیختگی(L_r)، عرض توده جابه‌جا شده(W_d)، عمق سطح گسیختگی(D_r)، عمق توده جابه‌جا شده(D_d) زمین‌لغزش مورد مطالعه است. همچنین ضریب تغییر شکل عرضی (W_r/ D_r)، نسبت بین عمق و طول سطح گسیختگی(L_r / D_r)، ضریب تغییر شکل (L_r / W_r) و حجم (V) زمین لغزش مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این کار از نرم‌افزار Global Mapper11، و مدل رقومی ارتفاعی همراه با نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه استفاده شده است. از نرم‌افزارهای Surfer 10 و ArcGis 9.3 نیز برای تهیه و تولید داده‌ها و اطلاعات جدید استفاده شده است. بر اساس تجزیه و تحلیل این شاخص‌ها، W_r: برابر با ۱۵/۵ کیلومتر، L_d : ۱۶/۰۶ کیلومتر، W_d: ۱۵/۵ کیلومتر، D_r: ۳۰۰ متر، D_d : ۳۰۰ متر، W_r / L_r: ۰/۵۰، W_r / D_r: ۵۱/۶۷، D_r / L_r: ۲۶/۰۳ و حجم ۳۹۰۸۲۰۰۹۷۰ مترمکعب می‌باشد.

کلیدواژگان: زمین لغزش، کبیرکوه، کاتاستروفیک، مورفومتری، اشکال ژئومورفولوژیکی.

[1].**نویسنده مسئول:** اصفهان، میدان آزادی، خیابان هزار جریب، دانشگاه اصفهان، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی، گروه جغرافیای طبیعی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

مقدمه

زمین‌لغزش عمدتاً براساس تلفیقی از فرآیندهای مختلف در مناطق با توپوگرافی کوهستانی و با لیتولوژی رسوبی رخ می‌دهد. این حرکات ممکن است به صورت آرام و کند صورت گیرد (چند میلیمتر در سال) و یا ناگهانی و سریع به‌وقوع می پیوندد (۱۶۰ کیلومتر در ساعت) که در بسیاری موارد حوادث تاسف باری را نیز موجب می‌شود (Selby, 1970:57). لغزش زمین نتیجه حرکت مواد در روی دامنه است که در اثر عامل آب و نیروی ثقل ایجاد می‌گردد و در اثر آن توده‌ای از مواد سنگی و خاک به طرف پایین دامنه جابه‌جا می شود (احمدی، ۱۳۸۵). زمین لغزش عبارت است از کلیه حرکات و گسیختگی‌های شیبی یا دامنه‌ای نسبتاً سریع که با کاهش ناگهانی ضریب اطمینان به سطح پایین‌تر از واحد تحت تأثیر غلبه نیروهای مخرب، محرک یا مهاجم بر نیروهای مقاوم در سطوح شیب‌دار به وقوع می‌پیوند (جعفری، ۱۳۷۵: ۷). عوامل متعددی مانند شرایط زمین‌شناسی، شرایط هیدرولوژی و هیدروژئولوژی، وضعیت توپوگرافی و مورفولوژی، آب و هوا و هوازدگی بر پایداری یک شیب تأثیر گذاشته و می‌توانند باعث ایجاد لغزش شوند (سوترز و فن وستن[1]، ۱۹۹۶؛ چائو و همکاران[2]، ۲۰۰۴؛ پیرت و همکاران[3]، ۲۰۰۵ ؛ گارفی و همکاران[4]، ۲۰۰۷). شرایط آب و هوایی، زمین‌شناسی و توپوگرافی مستعد، وقوع حرکات توده‌ها، تلفات جانی و خسارت‌های مالی و زیست محیطی قابل توجهی به همراه دارد، به‌طوری‌که علاوه بر تخریب خاک‌های حاصل‌خیز، موجب تهدید و تخریب سکونتگاه‌های انسانی و زیرساخت‌های بشری، قطع راه‌های ارتباطی و غیره می‌شوند. زمین لغزش یکی از عواملی است که در مناطق کوهستانی سراسر جهان باعث از بین رفتن منابع طبیعی و خسارات سنگین جانی و مالی می‌شود (Koehorst, et al, 2005). براساس مطالعات انجام شده به وسیله شبکه موضوعی ژئوتکنیکی اروپا، زمین لغزش به تنهایی ۱۷ درصد از بلایای طبیعی جهان را به خود اختصاص داده است و میزان مرگ و میر ناشی از این پدیده در طی سال های ۱۹۰۳ تا ۲۰۰۴ به ترتیب در آسیا ۲۹ درصد، آمریکا ۳۹ درصد، اروپا ۳۰ درصد، آفریقا ۱ درصد و اقیانوسیه ۱ درصد می‌باشد (کوهورست و همکاران[5]، ۲۰۰۵). مطالعه زمین لغزش‌ها به طور عمده به دلیل افزایش آگاهی از تأثیرات اجتماعی- اقتصادی و همچنین فشار رو به رشد شهرسازی روی محیط‌های کوهستانی توجه جهانی را به خود جلب کرده است (Aleotti, et al, 1999).

---

[1] . Soeters R. and Van Westen
[2] . Chau
[3] . Peart
[4] . Garfi
[5] . Koehorst

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

ایران با توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت زمین ساختی و لرزه‌خیزی زیاد، شرایط متنوع زمین شناسی و اقلیمی، عمده شرایط طبیعی برای ایجاد طیف وسیعی از زمین لغزش‌ها را دارد (احمدی و طالبی، ۱۳۸۰: ۳۲۴). در نواحی مختلف کشور ایران چنان‌که تا سال ۱۳۸۰ تعداد ۳۲۵۰ مورد زمین‌لغزش به ثبت رسیده و تخمین زده می‌شود که تعداد آن‌ها بالغ بر دو برابر این رقم باشد (فیض‌نیا و همکاران، ۱۳۸۰: ۲۰۸). کبیرکوه در مرز بین استان لرستان و ایلام قرار دارد. با توجه به کوهستانی بودن و شرایط زمین شناسی خاص این منطقه که از تناوب لایه‌های مارنی و آهکی تشکیل شده است شرایط مساعدی برای وقوع زمین لغزش در این منطقه فراهم کرده است. این عوامل باعث وقوع عظیم‌ترین لغزش دنیا به نام زمین لغزش کبیرکوه و تغییرات محیطی عظیم و ایجاد اشکال ژئومورفولوژی بسیار زیادی در منطقه مورد مطالعه شده است. با توجه به این موضوع محاسبه ابعاد و تحلیل خصوصیات مورفومتری زمین لغزش مذکور از اهمیت زیادی برخوردار است.

محققانی مانند؛ کمپبل[۱] (۱۹۷۵)؛ لامب[۲] (۱۹۷۵)؛ براند و همکاران[۳] (۱۹۸۴)؛ کانسلی و نووا[۴] (۱۹۸۵)؛ کانن و الن[۵] (۱۹۸۵)؛ ویک زورک[۶] (۱۹۸۷)؛ گزتی و همکاران[۷] (۱۹۹۲)؛ پولونی و همکاران[۸] (۱۹۹۲)؛ مورگان و همکاران[۹] (۱۹۹۷)؛ کروستا[۱۰] (۱۹۹۸)؛ کورومیناس و مویا[۱۱] (۱۹۹۹)؛ بونارد و نووراز[۱۲] (۲۰۰۱)؛ پارونوز و همکاران[۱۳] (۲۰۰۲)؛ آیالیو و یاماگاشی[۱۴] (۲۰۰۵) به تحلیل خصوصیات مورفومتری زمین لغزش‌ها در مناطق مختلف جهان پرداختند. در ایران نیز خیام و همکاران(۱۳۸۰) ویژگی‌های مورفومتری و مفاهیم ژئومورفولوژی لغزش‌های زمین را در حوضه اهر چای علیا بررسی کرده‌اند. بلادپس (۱۳۸۳) در پژوهشی به پهنه بندی خطر زمین لغزش و مورفومتری دامنه‌ای در منطقه ماکو پرداخته است. موسوی خطیر و همکاران

[1] . Campbell
[2] . Lumb
[3] . Brand
[4] . Cancelli and Nova
[5]. Cannon and Ellen
[6] . Wieczorek
[7] . Guzzetti and Crosta
[8]. Polloni
[9] . Morgan
[10] . Crosta
[11] . Corominas and Moya
[12] . Bonnard Ch and Noverraz
[13] . Paronuzzi
[14] . Ayalew and Ymagishi

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

(۱۳۸۸) در پژوهشی به بررسی آماری ویژگی‌های مورفومتری و عوامل مؤثر بر وقوع زمین لغزش‌ها در حوضه آبخیز سجارود پرداخته‌اند.

هدف از این پژوهش بررسی بخش‌های اصلی زمین لغزش کبیرکوه شامل تاج[۱]، پرتگاه (افراز)[۲]، سر (رأس)[۳]، بدنه‌ی اصلی[۴]، پهلوها[۵] و پاشنه[۶] و تحلیل کلیه شاخص‌های مورفومتری زمین لغزش مذکور می‌باشد.

مواد و روش

موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

زمین‌لغزش کبیرکوه مشرف به دره‌ی ناودیسی سیمره و در یال شمال شرقی بزرگ تاقدیس کبیرکوه به مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۵ دقیقه و ۷ ثانیه تا ۳۳ درجه و ۸ دقیقه و ۲۲ ثانیه عرض جغرافیایی شمالی و ۴۷ درجه و ۲۸ دقیقه و ۱۰ ثانیه تا ۴۷ درجه و ۵۲ دقیقه و ۳۲ ثانیه طول جغرافیایی شرقی در فاصله ۵ کیلومتری جنوب شهر پلدختر در غرب مسیر آسفالته خرم‌آباد ـ اندیمشک و در ۱۵ کیلومتری شرق شهرستان دره‌شهر بین استان‌های ایلام و لرستان اتفاق افتاده است (شکل‌های ۱).

برای مطالعه و تحلیل شاخص‌های مورفومتری زمین لغزش مذکور از نرم افزار Global Mapper11، و مدل رقومی ارتفاعی[۷] (این مدل مجموعه‌ای از داده‌های رقومی می‌باشد که در تهیه مدل توپوگرافیک سطح زمین به کار می رود. بدین معنا که پدیده‌های سطح زمین را به صورت مدل‌های واقعی یا فرضی می‌سازد) همراه با نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ مناطق، سیکان (۲ـ۵۴۵۶)، گراب (۴ـ ۵۴۵۶)، زرین‌آباد بالا (۳ـ۵۴۵۶)، کونانی (۱ـ۵۴۵۶) و نقشه‌ی زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ منطقه استفاده شده است. برای تهیه نقشه‌های منطقه و تولید داده-های جدید از نرم‌افزارهای Surfer 10 وArcGis 9.3 استفاده شده است. برای محاسبه تاج، پرتگاه (افراز)، سر (رأس)، بدنه‌ی اصلی،پهلوها و پاشنه، مساحت زمین لغزش(A)، عمق لغزش (متر) (D)، شیب دامنه لغزش (درجه) (S)، ارتفاع از سطح دریا(متر)(H)، ارتفاع پرتگاه اصلی(متر) (H_1)، اختلاف ارتفاع تاج و پنجه گسیختگی (متر) (H_2)، عرض سطح گسیختگی

---

1 . Crown
2 . Scarp
3 . Head
4 . Body
5 . Flanks
6 . Toe
7. Dem

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

(W_r)، طول توده جابه‌جا شده (L_d)، طول سطح گسیختگی (L_r)، عرض توده جابه‌جا شده (W_d)، عمق سطح گسیختگی (D_r) و عمق توده جابه‌جا شده (D_d) از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) استفاده شده است. محاسبه ضریب تغییر شکل عرضی از رابطه (D_r / W_r) و نسبت بین عمق و طول سطح گسیختگی از رابطه (L_r / D_r) و ضریب تغییر شکل زمین لغزش از رابطه (L_r / W_r) به دست می‌آید. حجم لغزش (مترمکعب) (V) از طریق روابط زیر به دست می آید؛

۱- حجم اولیه زمین لغزش قبل از حرکت مواد ، با Vol_r محاسبه می شود (Cruden, et al, 1996).

$$Vol_r = \frac{۱}{۶} \pi D_r \times W_r \times L_r$$

۲- حجم حرکات سریع مواد جا به جا شده را نمی توان به درستی با Vol_d محاسبه کرد زیرا D_d ناشناخته است. مقدار Vol_d با توجه به $D_d = D_r$ به دست می‌آید بنابراین حجم مواد جابه‌جا شده از رابطه زیر به دست می‌آید(WP/WLI, 1990).

$$Vol_d = \frac{۱}{۶} \pi D_r \times W_r \times L_d$$

نتایج و یافته‌های تحقیق

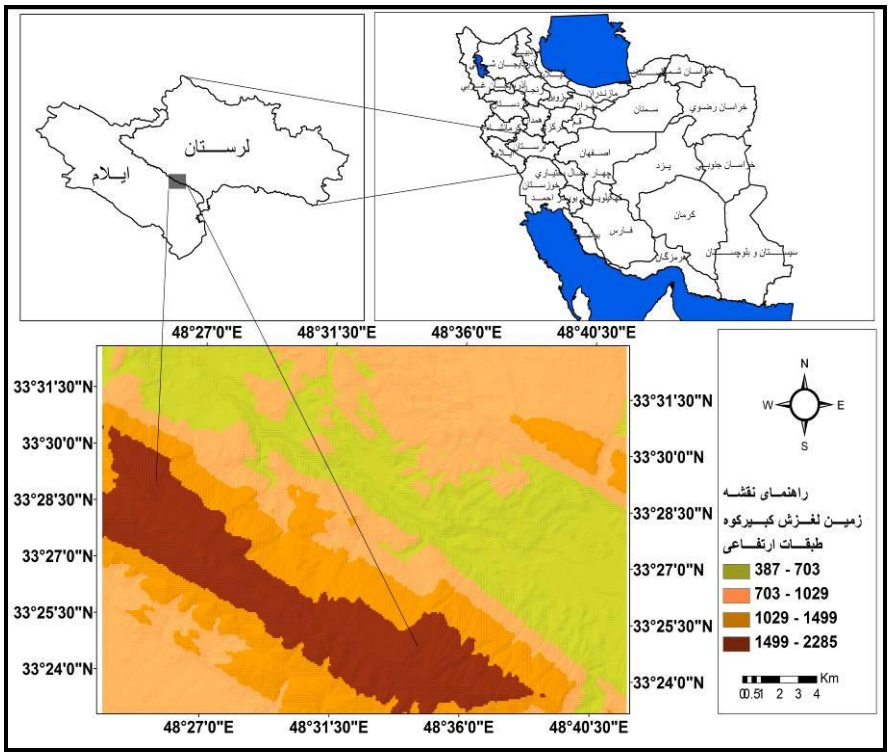
زمین لغزش کبیرکوه

پدیده لغزش در رسوب‌های ریزدانه، سست و شکل‌پذیر مانند رس، مارن از پدیده‌های شناخته شده است. لیکن لغزش لایه‌های زمین شناسی یا پلانش[1]، از فرآیندهای دامنه‌ای است که در قلمرو زاگرس اتفاق می‌افتد و تقریباً می‌توان آن را از پدیده‌های خاص زاگرس میانی به شمار آورد یعنی نوعی لغزش که در آن عمل لغزش در سطح چینه‌شناسی سری رسوب‌ها و موازی با شیب دامنه صورت می‌گیرد (علایی‌طالقانی، ۱۳۸۱: ۱۷۷).

[1]. Planche

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]



شکل(۱). نقشه‌ی موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه

تاقدیس کبیرکوه از تاقدیس‌های مهم زاگرس چین‌خورده است. تناوب چینه شناسی این تاقدیس شامل آهک سنومانین، مارن ـ ائوسن، آهک آسماری و سازند فارس تحتانی است. وجود لایه‌های مارنی و شیلی در بخش قاعده‌ای سازند پابده و همچنین تماس بالایی آن با سازند آسماری ـ شهبازان و نیز وجود لایه‌های مارنی در سازند گورپی و آبگیری آن‌ها در فصول مرطوب به عنوان یک عامل زمین لغزش کبیرکوه می‌تواند بسیار مؤثر باشد (بهاروند و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به شکل منحنی‌های میزان در ارتفاعات بالای کبیرکوه که به صورت منحنی-های صاف با قلل خطی می‌باشند، جنس ارتفاعات از سنگ‌های آهکی توده‌ای با لایه بندی ضخیم تشکیل شده است. این نشان‌دهنده سازند آهکی آسماری است که در قلل کبیرکوه برونزد دارد. سطح چین تاقدیسی کبیرکوه منطبق بر سطح اولیه لایه‌های زمین شناسی است. در اثر دخالت فرسایش، طبقات سست و حساس بسیاری از تاقدیس‌ها (واحدهای تخریبی فارس و فلیشی ائوسن) از بین رفته و در نتیجه لایه‌های سخت آهک آسماری و آهک سنومانین

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

در سطح نمایان شده‌اند. لایه‌های سخت آهکی معمولاً به علت مقاومت نسبی بیشتر در مقابل فرسایش، شکل ساختمانی خود را حفظ نموده و بدین ترتیب موجب پابرجا ماندن ساختمان تاقدیس‌ها شده‌اند. با تغییر ارتفاع و کم شدن ارتفاع بر حسب نوع فرسایش و ساختمان تکتونیکی قلل از حالت خطی خارج می‌شوند و به شکل منفرد تظاهر می‌کنند. تغییراتی در تیپ کلی چشم اندازهای آهکی به وجود می‌آید. این تغییر با کم یا زیاد شدن رسوبات دیگر مانند شیل و مارن به صورت میان لایه‌های همراه با آهک است. همچنین تاقدیس مله کوه این وضعیت را از نظر ساختمان زمین شناسی و نوع رسوبات دارد .

با توجه به زمین شناسی منطقه و مورفولوژی خاص دامنه‌ها و قرار گرفتن لایه‌های سخت بر روی لایه‌های سست که خاصیت خمیری شدن را دارند و تکان‌های ناشی از زلزله در منطقه کبیرکوه که تحت فعالیت گسل فعال کبیرکوه که یک گسل معکوس لرزه زاست و در یال جنوب غربی تاقدیس کبیرکوه قرار دارد وقوع یک ابر زمین لغزه را در این تاقدیس تسهیل کرده است (Watson and Wright, 1969). این زمین لرزه از بزرگ‌ترین زمین لرزه‌های زاگرس بوده و بزرگی آن بیشتر از Ms > ۷/۵ برآورد شده است (مالکی و بحر العلومی، ۱۳۷۸). در این منطقه فقط این زلزله مهیب باعث ویرانی و تخریب شهر سیمره و مهرجان قذق در استان ایلام شد و زلزله بزرگ دیگری در منطقه رخ نداده است. براساس کاوش‌های باستان شناسی علت ویرانی این شهر باستانی وقوع زلزله در سال۳۳۴ هجری بوده است (پورکرمانی و آرین ۱۳۷۶، ص۱۸۱).بیشتر محققان سن زمین لغزش کبیرکوه را بین۱۰ تا ۱۱ هزار سال پیش در اواخر پلیستوسن تخمین زده‌اند. اما بررسی شواهد ژئومورفولوژیکی از نظر سن سنجی پدیده لغزش بزرگ سیمره (کبیرکوه) نشان داد که علی‌رغم تکرار زمان و وقوع ده هزار ساله به وسیله پژوهشگران، مستندات و شواهد ژئومورفولوژیکی این زمان را تأیید نمی‌کنند. به نظر می‌رسد که زمان وقوع ذکر شده به وسیله مورخ مشهور طبری با اندکی ملاحظه برای تعیین سن مطلق زمین لغزش قابل استفاده می‌باشد. وی بیست و دوم ژوئن سال ۸۷۲ میلادی، برابر با یازدهم شعبان سال ۲۵۸ هجری قمری را به عنوان روز وقوع زلزله بزرگ در سیمره که باعث وقوع لغزش‌های بزرگ در منطقه شده، ارائه کرده است (شایان، ۶۷:۱۳۸۳). به‌علاوه شیب لایه‌ها در تاقدیس کبیرکوه زیاد است. جریان رود سیمره نیز با حفر بستر و عمیق کردن دره‌ی ناودیسی سیمره سبب افزایش هر چه بیشتر شیب دامنه‌ها شده است. با استفاده از نرم‌افزار GIS9.3 شیب منطقه زمین لغزش به ۶ کلاس تقسیم بندی شده است که بیشترین شیب منطقه ۶۲/۷۲ درجه می‌باشد. شیب کبیرکوه در محل زمین لغزش به طور متوسط ۱۷/۶۷ درجه است.

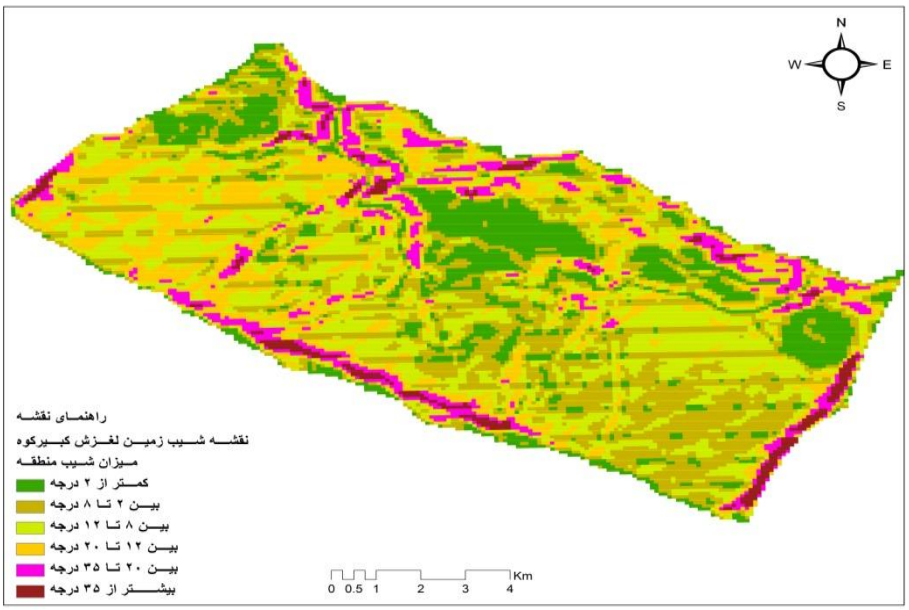
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

این مقدار شیب همراه با توده‌های آهک با میان لایه‌های مارنی عامل خیلی مهمی برای ایجاد زمین لغزش در این منطقه بوده است (شکل ۲ و ۳).

جدول(۱). جدول کلاس بندی شیب در منطقه‌ی زمین لغزش کبیرکوه

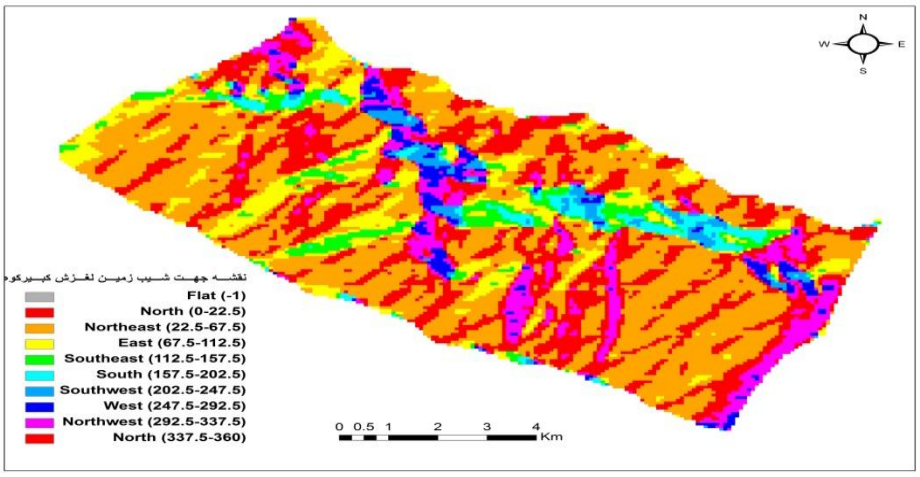
درصد مساحت منطقه	مساحت km^2	شیب به درجه
۱۰/۱۳	۱۲/۳	کمتر از ۲ درجه
۲۳/۰۵	۲۸	بین ۲ تا ۸ درجه
۲۲/۲۲	۲۷	۸ تا ۱۲ درجه
۱۸/۳۵	۲۲/۳	۱۲ تا ۲۰ درجه
۱۴/۱۵	۱۸	۲۰ تا ۳۵ درجه
۱۱.۵	۱۳/۹	بیشتر از ۳۵ درجه
۱۰۰ درصد	۱۲۱/۵	



شکل(۲). نقشه‌ی شیب زمین لغزش کبیرکوه مأخذ: نقشه DEM منطقه محاسبات نگارنده

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

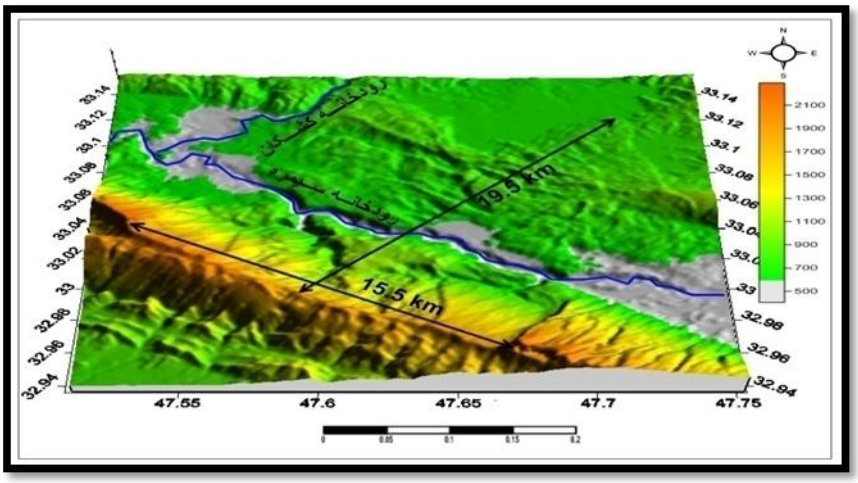


شکل(۳). نقشه‌ی جهت شیب زمین لغزش کبیرکوه

به نحوی که باعث لغزش در یال شمال شرقی تاقدیس کبیرکوه به وسعت ۱۴۰/۲۷ کیلومتر مربع و با ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر شده است که ۱۵/۵ کیلومتر از تاقدیس کبیرکوه به ضخامت۳۰۰ متر به طرف ناودیس سیمره به طور ناگهانی حرکت کرده و در برخورد با سطح زمین به طور کلی متلاشی شده است. برآورد شده که جمعاً ۲۱ کیلومتر مکعب یا ۵۶ میلیون تن سنگ آهک (ابرلندر،۱۳۷۹: ۱۲۱)، ۱۹/۵ کیلومتر به سمت شمال شرق حرکت کرده است. این بلوک‌های سنگی یک میدان سنگی بزرگ را به وسعت ۱۸۴/۰۸ کیلومتر مربع را به وجود آورده است به‌طوری‌که قسمتی از یال کبیرکوه را در محور ارتباطی پلدختر ـ اندیمشک پوشانده است و باعث سدشدگی رودخانه‌های سیمره و کشکان رود شده است. در صورتی بعضی از محققانی مانند هاریسون و فالکون (۱۹۳۸) و ابرلندر (۱۹۶۵) که بر روی زمین لغزش سیمره کار کرده‌اند مقدار جداشدگی توده‌ای را از تاقدیس کبیرکوه ۱۵ کیلومتر و فاصله گرفتن مواد پرتابی را ۱۴/۵ کیلومتر ذکر کرده‌اند (بیرانوند و همکاران، ۱۳۹۲) (شکل ۴).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]



شکل (۴). نقشه‌ی جابه‌جایی طولی و عرضی زمین لغزش کبیرکوه

هاریسون و فالکون تصور می‌کنند که واقعه بزرگ صرفاً یک حرکت ناگهانی[1] از نوع حادثه بی‌سابقه و جریان متلاطم مواد سیال می‌تواند صفحه‌هایی از بلوک‌های سنگی مستقر در روی تاقدیس کبیرکوه را به طرف پایین‌تر دره منتقل کند و در نتیجه نهشته‌هایی که بر جا گذاشته می‌شود، فاقد هرگونه جورشدگی در بخش‌های مختلف آن خواهد بود (ابرلندر،۱۳۷۹: ۱۲۱). عمده‌ترین مسأله در ارتباط با زمین لغزه سیمره این است که هاگ‌بک آسماری در تمامی جوانب جدایی[2] دارای شیب تندی نیست و نسبت به تاقدیس کرتاسه زاویه ۲۰ درجه تشکیل می‌دهد. طبق نظر هاریسون و فالکون[3] مارن زیرین دوره ائوسن حتی در زمان خیس خوردگی، استعداد خمیری شدن را ندارد. و ترکیبی از خمیدگی زانویی به سمت داخل[4] یا چین خوردگی پاشنه‌ای[5] در پایه هوگ‌بک[6] (تیغه) آسماری را مطرح می‌سازند تا فقدان حفاظ را در پای آن توجیه کنند. به عقیده آن‌ها شرایط فوق همراه با خیس‌شدگی غیر معمول لایه‌های زیرین و وقوع زمین لرزه شدید موجب جدا شدن توده گردیده است (ابرلندر، ۱۳۷۹: ۳۳۹). اما ابرلندر در خصوص زمین لغزه سیمره فرضیه برش عرضی توده جدا شده به رخداد خمیدگی زانویی را درست نمی‌داند بلکه صرفا ویژگی‌های خاص هیدروگرافی منطقه را در این مورد به عنوان عامل

1.Catastrophic movement
2. Detachment
3. Falcon
4. Local inward
5. Under fold
6. Hog Back

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

اصلی ذکر می‌نماید (ابرلندر،۱۳۷۹: ۳۴۱). جابه‌جایی مواد (بلوک‌های سنگی) ناشی از زمین لغزش باعث مسدود شدن مسیر رودخانه‌ی سیمره شد. آب رودخانه سیمره پشت مواد جابه‌جا شده جمع و دریاچه‌ای در دره‌ی ناودیسی سیمره به مساحت ۱۷۴/۱۶ کیلومتر مربع، طول ۳۴ کیلومتر، عرض متوسط ۶/۴۵ کیلومتر و عمق ۱۵۹ متر تشکیل داد که به دریاچه‌ی قدیمی سیمره معروف گردید. میانگین شیب بستر دریاچه ۳/۱۷ درجه است. در قسمت جنوب شرقی دریاچه یک جزیره به مساحت ۳/۶۵ کیلومترمربع و با ارتفاع ۸۵۶ متر وجود داشته است (بیرانوند و همکاران، ۱۳۹۲). ابرلندر اولین کسی بود که به دریاچه‌ی سیمره اشاره کرد. از نظر او این دریاچه ۸۰ کیلومتر طول و ۱۸۰ متر عمق داشته است.

مورفومتری زمین لغزش

شاخص‌های مورفومتری زمین لغزش که مورد بررسی قرار گرفته‌اند شامل؛ تاج، پرتگاه (افراز)، سر (رأس)، بدنه‌ی اصلی، پهلوها و پاشنه (بلادپس، ۱۳۸۳)، مساحت زمین لغزش (A)، عمق لغزش (متر) (D)، حجم لغزش (مترمکعب)[1](V)، شیب دامنه لغزش(درجه) (S)، ارتفاع از سطح دریا (متر) (H)، ارتفاع پرتگاه اصلی(متر) (H_1)، اختلاف ارتفاع تاج و پنجه گسیختگی (متر) (H_2)، عرض سطح گسیختگی[2] (W_r)، طول توده جابه‌جا شده[3] (L_d)، طول سطح گسیختگی[4] (L_r)، عرض توده جابه‌جا شده[5] (W_d)، عمق سطح گسیختگی[6] (D_r) ، عمق توده جابه‌جا شده[7] (D_d)است. هم‌چنین ضریب تغییر شکل عرضی (D_r /W_r)، نسبت بین عمق و طول سطح گسیختگی(L_r /D_r)، ضریب تغییر شکل زمین لغزش (L_r /W_r) می‌باشند (Dewitte,et al, 2005).

تاج[8]

مواد جابه‌جا نشده در این زمین لغزش در مجاورت بالاترین بخش پرتگاه اصلی لغزش به علت شیب زیاد دامنه و حرکت یک‌پارچه و سریع مواد به سمت پایین وجود ندارد یعنی این‌که این زمین لغزش فاقد تاج می‌باشد.

1. volumes
2. width of the rupture surface
3. length of the displaced mass
4. length of the rupturesurface
5. width of the displaced mass
6. the depth of the rupture surface
7. the depth of the displaced mass
8. crown

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

افتگاه اصلی ۱

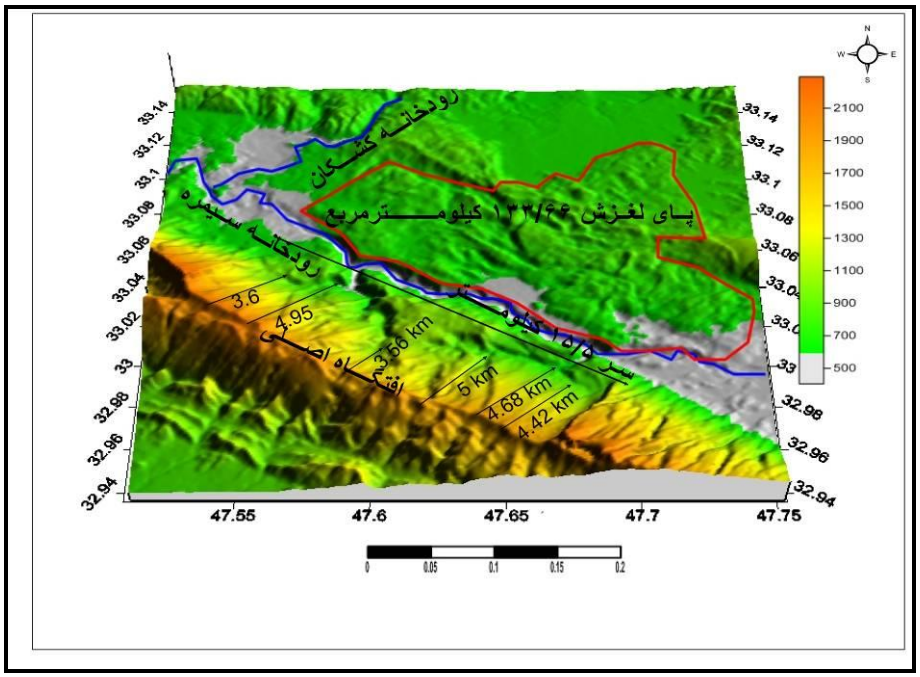
سطح واقع در لبه بالایی لغزش که در اثر جدایش قطعه جابه‌جا شده از زمین حاصل شده است و به صورت پرتگاه گسلی قابل مشاهده است دارای مساحتی در حدود ۶۱/۸۵ کیلومترمربع و محیط ۴۱/۰۶ کیلومتر است.

سر ۲

بالاترین سطح مواد جابه‌جا شده، در طول سطح تماس بین توده جابه‌جا شده و افتگاه اصلی ۱۵/۵ کیلومتر است.

پای لغزش ۳

پای لغزش کبیرکوه که از محدوده پنجه سطح گسیختگی فراتر رفته و قسمتی از سطح زمین را پوشانده است دارای مساحتی در حدود ۱۳۳/۶۶ کیلومترمربع است(شکل ۵).



شکل(۵). نقشه‌ی شاخص‌های پای لغزش، سر و افتگاه اصلی زمین لغزش کبیرکوه

1 . Main scarp
2. Head
3. Foot

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

توده اصلی[1]

بخشی از توده جابه‌جا شده زمین لغزش،که سطح گسیختگی را در بین افتگاه اصلی و پنجه لغزش پوشانده است دارای مساحتی در حدود ۴۵/۴۲ کیلومترمربع است.

پنجه[2]

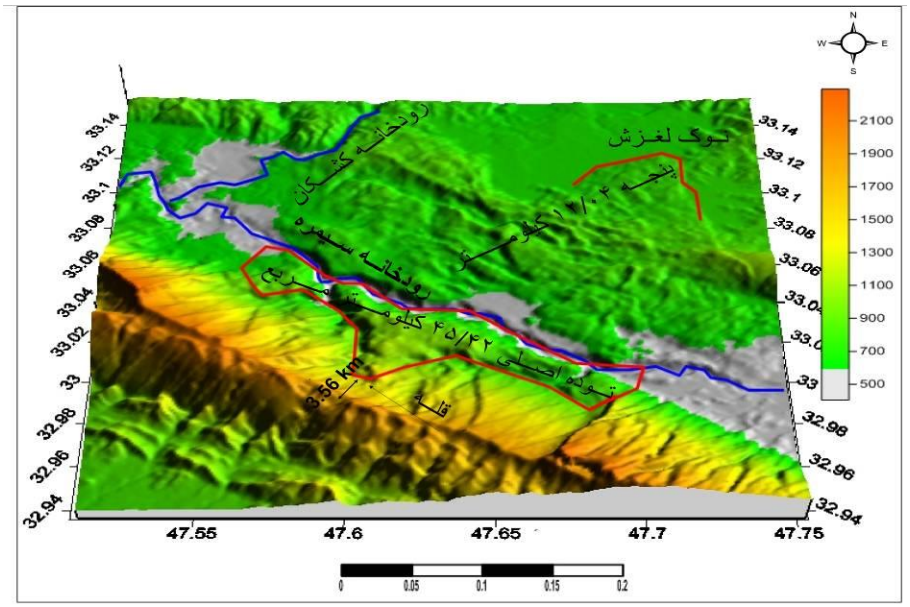
انحنای لبه جابه‌جا شده مواد، در پایین‌ترین سطح زمین لغزش ۱۲/۰۴ کیلومتر است.

قله[3]

بالاترین نقطه تماس بین توده جابه‌جا شده و افتگاه اصلی در ارتفاع ۱۰۴۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است. فاصله قله تا بالای لغزش ۳/۵۶ کیلومتر است.

نوک لغزش[4]

دورترین و جلوترین نقطه مواد جابه‌جا شده از قله زمین لغزش، ۱۹/۵ کیلومتر فاصله دارد (شکل ۶).



شکل(۶). نقشه‌ی شاخص‌های توده اصلی، قله، پنجه و نوک زمین لغزش کبیرکوه

1. Main body
2. Toe
3. ToP
4. Tip

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

سطح گسیختگی[1]

در لغزش مذبور سطحی در زیر توده جابه‌جا شده که حرکت توده مواد در راستای آن صورت پذیرفته سطحی صفحه‌ای است و دارای یک صفحه برشی با مساحت ۱۰۱/۳۲ کیلومترمربع و محیط ۴۲/۹۳ کیلومتر است. طول سطح گسیختگی در این زمین لغزش ۷/۸۱ کیلومتر است.

پنجه سطح گسیختگی[2]

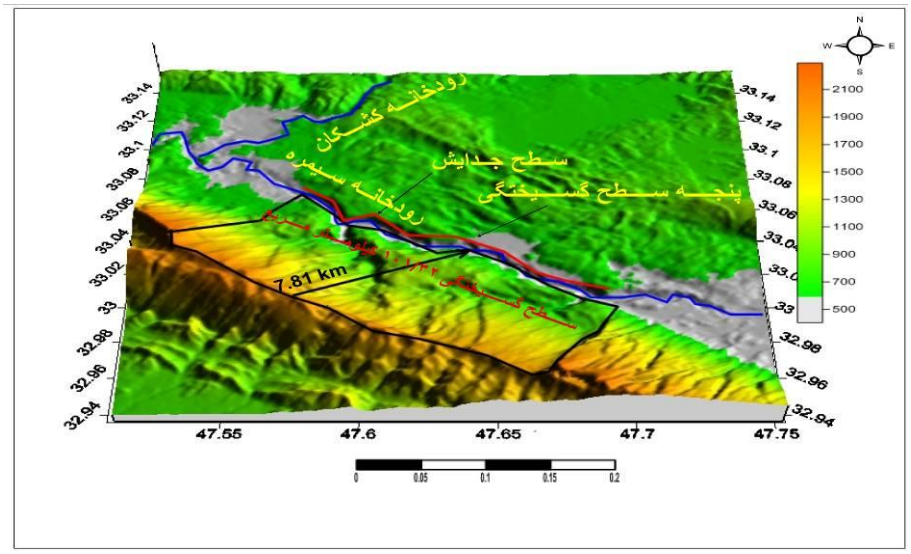
محل تلاقی پایین‌ترین سطح صفحه گسیختگی با سطح اولیه زمین در این زمین‌لغزش ۱۵/۵ کیلومتر است البته رودخانه‌ی سیمره این دو را از هم جدا کرده است.

سطح جدایش[3]

سطح جدایش زمین‌لغزش کبیرکوه از سطح کنونی زمین که توسط پای لغزش هم پوشیده شده رودخانه‌ی سیمره است (شکل ۷).

توده جابه‌جا شده[4]

در زمین لغزش کبیرکوه توده‌ای از مواد به مساحت ۱۸۴/۰۸ کیلومتر مربع از جای اصلی خود در دامنه جابه‌جا شده‌اند(شکل ۷).



شکل(۷). نقشه‌ی شاخص‌های سطح گسیختگی، پنجه سطح گسیختگی و سطح جدایش زمین لغزش کبیرکوه

[1] . Surface of rupture
[2] . Top of surface of rupture
[3] . Surface if separation
[4]. Displaced material

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

پهنه تهی شدگی[1]

پهنه‌ای از زمین لغزش در توده جابه‌جا شده، در زیر سطح زمین واقع می‌باشد دارای طولی در حدود ۷/۸۱ کیلومتر است.

پهنه تجمع[2]

پهنه‌ی تجمع در این زمین لغزش دارای طولی در حدود ۱۱/۶۱ کیلومتر و مساحت ۱۳۳/۶۶ کیلومترمربع است

طول توده جابه‌جا شده [3]

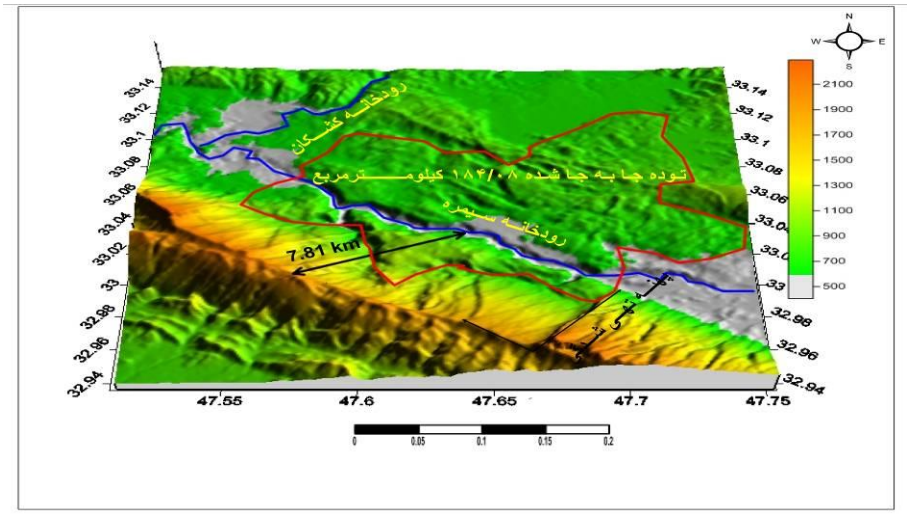
فاصله بین قله تا نوک زمین لغزش ۱۶/۰۶ کیلومتر است.

طول صفحه گسیختگی[4]

این طول شامل مسافت بین پنجه صفحه گسیختگی تا تاج لغزش است که دارای طولی در حدود ۷/۸۱ کیلومتر است.

عمق سطح گسیختگی[5]

بیشینه مقدار عمق گسیختگی زمین لغزش که بر سطح اولیه زمین عمود حدود ۳۰۰ متر است (شکل ۸).



شکل(۸). نقشه‌ی شاخص‌های توده جابه‌جا شده و پهنه تهی شدگی زمین لغزش کبیرکوه

1. Zone of depletion
2. Zone of accumulation
3. length of the displaced mass.
4. length of the rupturesurface
5. the depth of the rupture surface

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

ضریب تغییر شکل عرضی

برای محاسبه ضریب تغییر شکل عرضی زمین لغزش کبیرکوه از رابطه (D_r /W_r) استفاده شده است. در این رابطه W_r: عرض سطح گسیختگی و D_r: عمق سطح گسیختگی است (Dewitte, et al, 2005).

$$\text{ضریب تغییر شکل عرضی زمین لغزش کبیرکوه} = \frac{Dr}{Wr} = \frac{۱۵/۵}{۰/۳} = ۵۱/۶۷$$

جدول (۲). وضعیت زمین لغزش کبیرکوه در طبقات ضریب تغییر شکل عرضی

وضعیت توده لغزشی	D_r /W_r
تغییر شکل عرضی خیلی ضعیف	۱۸/۵۸≤/D≤ ۳/۲۲
تغییر شکل عرضی ضعیف	۳۳/۹۴≤Wr/D≤ ۱۸/۵۹
تغییر شکل عرضی متوسط	۴۸/۳۰ ≤Wr/D≤۳۳/۹۵
تغییر شکل عرضی شدید	۶۴/۶۶≤Wr/D≤۴۹/۳۱
تغییر شکل عرضی خیلی شدید	۸۰≤Wr/D≤۶۴/۶۷

ضریب تغییر شکل عرضی زمین لغزش ۵۱/۶۷ می‌باشد و در محدوده ۴۹/۳۱≤Wr/D≤۶۴/۶۶ جدول بالا قرار می گیرد. که این زمین لغزش دارای تغییر شکل عرضی شدیدی نسبت به عمق می‌باشد.

نسبت بین عمق و طول سطح گسیختگی

نسبت بین عمق و طول سطح گسیختگی زمین لغزش مذکور از رابطه (L_r /D_r) به‌دست می آید. در این رابطه D_r: عمق سطح گسیختگی و L_r: طول سطح گسیختگی است.

$$\text{نسبت بین عمق و طول سطح گسیختگی زمین لغزش کبیرکوه} = \frac{L_r}{D_r} = \frac{۷/۸۱}{۰/۳} = ۲۶/۰۳$$

جدول (۳). وضعیت زمین لغزش کبیرکوه در طبقات ضریب تغییر شکل طولی

وضعیت توده لغزشی	L_r /D_r
تغییر شکل طولی خیلی ضعیف	۶۱/۱۳≤Lr/D≤۱/۴۳
تغییر شکل طولی ضعیف	۱۲۰/۸۳≤Lr/D≤۶۱/۱۴
تغییر شکل طولی متوسط	۱۸۰/۵۳≤Lr/D≤۱۲۰/۸۴
تغییر شکل طولی شدید	۲۴۰/۲۳≤Lr/D≤۱۸۰/۵۴
تغییر شکل طولی خیلی شدید	۳۰۰≤Lr/D≤ ۲۴۰/۲۴

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

ضریب تغییر شکل طولی زمین لغزش ۲۶/۰۳ می‌باشد ودر محدوده ۱/۴۳≤Lr/D≤۶۱/۱۳جدول بالا قرار می گیرد. که این زمین لغزش دارای تغییر شکل طولی خیلی ضعیف نسبت به عمق می‌باشد.

ضریب تغییر شکل زمین لغزش

ضریب تغییر شکل زمین لغزش از رابطه (L_r /W_r) به دست می‌آید در این رابطه L_r: طول سطح گسیختگی و W_r: عرض سطح گسیختگی می‌باشد (Dewitte, et al, 2005).

$$\text{ضریب تغییر شکل زمین لغزش کبیرکوه} = \frac{L_r}{W_r} = \frac{۷/۸۱}{۱۵/۵} = ۰/۵۰$$

جدول(۴). وضعیت زمین لغزش کبیرکوه در طبقات ضریب تغییر شکل زمین لغزش

وضعیت توده لغزشی	L_r /W_r
زمین لغزش‌های با گسترش جانبی	۱Lr/Wr<
زمین لغزش‌های کشیده	≤Lr/Wr۱

ضریب تغییر شکل زمین لغزش ۰/۵۰ می‌باشد و در محدوده Lr/Wr< ۱ جدول بالا قرار می گیرد. که این زمین لغزش جزء زمین لغزش‌هایی با گسترش جانبی می‌باشد.

حجم لغزش (V)

حجم لغزش V بر حسب مترمکعب و از طریق روابط زیر به دست می‌آید؛

۱- حجم اولیه زمین لغزش قبل از حرکت مواد ، با Vol_r محاسبه می شود (Cruden, et al, 1996).

$$Vol_r = \frac{۱}{۶}\pi D_r \times W_r \times L_r$$

$$Vol_r = \frac{۱}{۶} \times ۳/۱۴ \times ۳۰۰ \times ۱۵۵۰۰ \times ۷۸۱۰ = ۱۹۰۰۵۶۳۵۰۰۰ \text{ متر مکعب}$$

در این رابطه W_r: عرض سطح گسیختگی، L_r: طول سطح گسیختگی، D_r: عمق سطح گسیختگی می‌باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

۲- حجم حرکات سریع مواد جا به جا شده را نمی توان به درستی با Vol_d محاسبه کرد زیرا D_d ناشناخته است. مقدار Vol_d با توجه به $D_d = D_r$ به دست می‌آید بنابراین حجم مواد جابه‌جا شده از رابطه زیر به دست می‌آید(WP/WLI, 1990).

$$Vol_d = \frac{۱}{۶}\pi D_r \times W_r \times L_d$$

$$Vol_d = \frac{۱}{۶} \times ۳/۱۴ \times ۳۰۰ \times ۱۵۵۰۰ \times ۱۶۰۶۰ = ۳۹۰۸۲۰۰۹۷۰۰ \text{ متر مکعب}$$

در این رابطه W_r: عرض سطح گسیختگی، L_d: طول توده جابه‌جا شده، D_r: عمق سطح گسیختگی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

تاقدیس کبیرکوه از تاقدیس‌های مهم زاگرس چین‌خورده است. تناوب چینه شناسی این تاقدیس شامل آهک سنومانین، مارن ـ ائوسن، آهک آسماری و سازند فارس تحتانی است. سطح چین تاقدیسی کبیرکوه منطبق بر سطح اولیه لایه‌های زمین شناسی است. در اثر دخالت فرسایش، طبقات سست و حساس بسیاری از تاقدیس‌ها (واحدهای تخریبی فارس و فلیشی ائوسن) از بین رفته و در نتیجه لایه‌های سخت آهک آسماری و آهک سنومانین در سطح نمایان شده‌اند. با توجه به زمین شناسی منطقه و مورفولوژی خاص دامنه‌ها و قرار گرفتن لایه-های سخت بر روی لایه‌های سست که خاصیت خمیری شدن را دارند، تکان‌های ناشی از زلزله در منطقه کبیرکوه که تحت فعالیت گسل جنبای کبیرکوه که یک گسل معکوس لرزه زاست، وقوع یک ابر زمین‌لغزه را در این تاقدیس تسهیل کرده است. به‌علاوه شیب لایه‌ها در تاقدیس کبیرکوه زیاد است. جریان رود سیمره نیز با حفر بستر و عمیق کردن دره‌ی ناودیسی سیمره سبب افزایش هر چه بیشتر شیب دامنه‌ها شده است. همچنین کبیرکوه در منطقه زاگرس مرطوب قرار دارد و در آن بارش کافی جهت نفوذ در زمین و لغزنده کردن لایه‌های مارن وجود دارد. این عوامل باعث لغزش در یال شمال شرقی تاقدیس کبیرکوه به وسعت ۱۴۰/۲۷ کیلومتر مربع و با ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر شده است که ۱۵/۵ کیلومتر از تاقدیس کبیرکوه به ضخامت۳۰۰ متر به طرف ناودیس سیمره به طور ناگهانی حرکت کرده و در برخورد با سطح زمین به طور کلی متلاشی شده است. برآورد شده که جمعاً ۲۱ کیلومتر مکعب یا ۵۶ میلیون تن سنگ آهک ، ۱۹/۵ کیلومتر به سمت شمال شرق حرکت کرده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

مواد جابه‌جا نشده در این زمین لغزش در مجاورت بالاترین بخش پرتگاه اصلی لغزش به علت شیب زیاد دامنه و حرکت یک‌پارچه و سریع مواد به سمت پایین وجود ندارد یعنی این‌که این زمین لغزش فاقد تاج می‌باشد. سطح واقع در لبه بالایی لغزش که در اثر جدایش قطعه جابه‌جا شده از زمین حاصل شده است و به صورت پرتگاه گسلی قابل مشاهده است دارای مساحتی در حدود ۶۱/۸۵ کیلومترمربع و محیط ۴۱/۰۶ کیلومتر است. بالاترین سطح مواد جابه‌جا شده، در طول سطح تماس بین توده جابه‌جا شده و افتگاه اصلی ۱۵/۵ کیلومتر است. پای لغزش کبیرکوه که از محدوده پنجه سطح گسیختگی فراتر رفته و قسمتی از سطح زمین را پوشانده است دارای مساحتی در حدود ۱۳۳/۶۶ کیلومترمربع است. بخشی از توده جابه‌جا شده زمین لغزش،که سطح گسیختگی را در بین افتگاه اصلی و پنجه لغزش پوشانده دارای مساحتی در حدود ۴۵/۴۲ کیلومترمربع است. انحنای لبه جابه‌جا شده مواد، در پایین ترین سطح زمین لغزش ۱۲/۰۴ کیلومتر است. بالاترین نقطه تماس بین توده جابه‌جا شده و افتگاه اصلی در ارتفاع ۱۰۴۰ متری از سطح دریا قرار گرفته و فاصله قله تا بالای لغزش ۳/۵۶ کیلومتر است. در لغزش مذبور سطحی در زیر توده جابه‌جا شده که حرکت توده مواد در راستای آن صورت پذیرفته سطحی صفحه‌ای است و دارای یک صفحه برشی با مساحت ۱۰۱/۳۲ کیلومتر مربع و محیط ۴۲/۹۳ کیلومتر است. طول سطح گسیختگی در این زمین لغزش ۷/۸۱ کیلومتر است. محل تلاقی پایین ترین سطح صفحه گسیختگی با سطح اولیه زمین در این زمین لغزش ۱۵/۵ کیلومتر است البته رودخانه‌ی سیمره این دو را از هم جدا کرده است. سطح جدایش زمین لغزش کبیرکوه از سطح کنونی زمین که توسط پای لغزش هم پوشیده شده رودخانه‌ی سیمره است. در زمین لغزش کبیرکوه توده‌ای از مواد به مساحت ۱۸۴/۰۸ کیلومتر مربع از جای اصلی خود در دامنه جابه‌جا شده‌اند. پهنه‌ی تجمع در این زمین لغزش دارای طولی در حدود ۱۱/۶۱ کیلومتر و مساحت ۱۳۳/۶۶ کیلومترمربع و فاصله بین قله تا نوک زمین لغزش ۱۶/۰۶ کیلومتر و مسافت بین پنجه صفحه گسیختگی تا تاج لغزش دارای طولی در حدود ۷/۸۱ کیلومتر است. بیشینه مقدار عمق گسیختگی زمین لغزش که بر سطح اولیه زمین عمود حدود ۳۰۰ متر و ضریب تغییر شکل عرضی زمین لغزش کبیرکوه ۵۱/۶۷ می‌باشد که دارای تغییر شکل عرضی شدیدی نسبت به عمق می‌باشد و دارای ضریب تغییر شکل طولی ۲۶/۰۳ می‌باشد که دارای تغییر شکل طولی خیلی ضعیف نسبت به عمق می‌باشد. همچنین دارای ضریب تغییر شکل ۰/۵۰ است که جزء زمین لغزش‌هایی با گسترش جانبی می‌باشد. حجم اولیه زمین‌لغزش قبل از حرکت مواد، برابر با ۱۹۰۰۵۶۳۵۰۰۰ مترمکعب و بعد از وقوع لغزش برابر با ۳۹۰۸۲۰۰۹۷۰۰ متر مکعب می‌باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

منابع و مأخذ

۱ـ ابرلندر، تئودور (۱۳۷۹). **رودخانه‌های زاگرس از دیدگاه ژئومورفولوژی،** ترجمه معصومه رجبی و احمد عباس نژاد، انتشارات دانشگاه تبریز، صص ۳۸۲.

۲- احمدی، حسن؛ طالب، علی (۱۳۸۰). **بررسی عوامل مؤثر در ایجاد حرکتهای توده‌ای (منطقه اردبیل استان چهارمحال و بختیاری)،** مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۴، شماره ۴.

۳- احمدی، حسن و فیض‌نیا، سادات (۱۳۸۵). **سازندهای دوره کواترنر،** انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.

۴- بلادپس، علی(۱۳۸۳). **تحلیلی بر ژئومورفولوژی لغزش‌ها در منطقه‌ی ماکو (ماکو تا دشت بازرگان)،** مجله جغرافیا و توسعه، بهار و تابستان صص ۳۱-۴۵.

۵ـ بهاروند، سیامک، پورکرمانی، محسن، آرین، مهران، اجل‌لوئیان، رسول و نوریزدان، عبدالرضا (۱۳۸۸). **زمین‌لغزش سیمره و نقش آن در تغییرات زیست محیطی و ژئومورفولوژیکی منطقه پلدختر،** فصلنامه زمین، سال چهارم، شماره ۴، صص ۱۳ تا ۲۴.

۶ـ بیرانوند، حجت اله و سیف، عبدالله و شاهرخوندی، سیدمنصور (۱۳۹۲). **پالئوژئوگرافی و تحولات ژئومورفولوژیک دریاچه‌ی قدیمی سیمره،** فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری– منطقه ای دانشگاه سیستان و بلوچستان، شماره ۶، صص ۱۱۰-۹۷.

۷- پورکرمانی، محسن و آرین، مهران (۱۳۷۶). **سایزموتکتونیک(لرزه زمین ساخت)،** انتشارات مهندسین مشاور آب دز.

۸- خیام، مقصود و روستایی، شهرام (۱۳۸۰). **تحلیل‌های مورفومتری و مفاهیم ژئوموفولوژی لغزش‌های زمین در حوضه اهر چای علیا،** نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم انسانی، صص ۷۱ – ۹۶.

۹ـ شایان، سیاوش (۱۳۸۳). **شواهد ژئومورفولوژیکی در سن سنجی زمین لغزه بزرگ سیمره (کبیرکوه) زاگرس،** جنوب غربی ایران، فصلنامه مدرس علوم انسانی، شماره۱، صص ۴۵ تا۷۰.

۱۰ـ شریعت‌جعفری، محسن (۱۳۷۵) . **زمین لغزش (مبانی و اصول پایداری شیبهای طبیعی،** انتشارات سازه، ۲۱۸صفحه.

۱۱ـ علایی‌طالقانی، محمود (۱۳۸۱). **ژئومورفولوژی ایران،** نشر قومس، صص۴۰۲.

۱۲- فیض‌نیا، س و همکاران (۱۳۸۰). **پهنه‌بندی خطر زمین لغزش حوضه‌ی آبخیز شلمان رود در استان گیلان،** مجله‌ی منابع طبیعی دانشگاه تهران، شماره ۵۴، صفحات ۲۷۰- ۲۱۹.

۱۳ـ نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ مناطق، سیکان (۲ـ۵۴۵۶)، گراب (۴ـ۵۴۵۶)، زرین‌آباد بالا (۳ـ۵۴۵۶) و کونانی(۱ـ۵۴۵۶).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

۱۴- مالکی، ا و بحرالعلومی، فرانک (۱۳۷۸). **معرفی دو پارینه زمین لغزه در منطقه سیمره،** دهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، دانشگاه تهران.

۱۵- موسوی خطیر، سیده زهره و عطاالله کاویان و علی هاشم زاده اتوئی (۱۳۸۸). **بررسی آماری برخی ویژگی‌های مورفومتری و عوامل مؤثر بر وقوع زمین لغزش‌ها در حوضه آبخیز سجارود،** مجله حفاظت آب و خاک جلد (۱۶)، شماره (۲)، صص ۸۵-۱۰۳.

Aleotti, P., and Chowdhury, R. (1999). ***Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives.*** Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 58: 21-44.

Ayalew, L., Ymagishi, H., Marui, H., and Kanno, T. (2005) ***Landslides in Sado island of Japan :*** part II. GIS-based susceptibility mapping with comparisons of results from two methods and verifications. Engineering Geology, 81: 432-445.

Bonnard, Ch., and Noverraz, F.(2001) ***Influence of climate change on large landslides:*** assessment of long term movements and trends. P 121-138, Proceeding of the International Conference on Landslides: causes impact and countermeasures, Gluckauf, Essen, Davos.

Brand, E.W., Premchitt, J., and Phillipson, H.B. (1984) ***Relationship between rainfall and landslides in Hong Kong.*** P 377-384, Proceeding of the IV International Symposium on Landslides, Toronto.

Campbell, R.H. (1975) ***Debris flow originating from soil slip during rainstorm in southern California.*** Engineering Geologist, 7: 339-349.

Cancelli, A., and Nova, R. (1985) ***Landslides in soil debris cover triggered by rainstorm in Valtellina (Central Alps, Italy).*** P 267-272, Proceeding of the IV International Conference on Landslides, Tokyo. Rotterdam.

Cannon, S.H., and Ellen, S.D. (1985) ***Rainfall conditions for abundant debris avalanches,*** San Francisco Bay region, California. California Geology. 38: 12. 267-272.

Chau, K.T., Sze, Y.L., Fung, M.K., Wong, W.Y., Fong, E.L., and Chan, L.C. (2004) ***Landslide hazard analysis for hong kong using landslide inventory and GIS***. Computers and Geosciences, 30: 429-443.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

Corominas, J., and Moya, J. (1999) ***Reconstructing recent landslide activity in relation to rainfall in the Llobregat river basin,*** Eastern Pyrenees, Spain. Geomorphology, 30: 79-93.

Crosta, G. (1998) ***Regionalization of rainfall thresholds: an aid to landslide hazard evaluation.*** Environmental Geology, 35: 2-3. 131-145.

Cruden, D. M. and Varnes, D. J.:(1996). ***Landslide Types and Processes, in: Landslides:*** Investigation and Mitigation, Transportation Research Board, edited by: Turner, A. K. and Schuster, R. L., Special Report 247, National Research Council, National Academy Press, Washington D. C., 36–75,

Dewitte and Demoulin, (2005): ***Morphometry and kinematics of landslides inferred from precise DTMs in West Belgium,*** Natural Hazards and Earth System Sciences (2005) 5: 259–265

Garfi, G., and Bruno, D.E. (2007). ***Fan morfodynamics and slop instsbility in the Mucone River basin (Sila Massif, southern Italy):*** significant of wealthering and role of land use changes. Catena, 50: 181-196.

Guzzetti, F., Crosta, G., Marchetti, M., and Reichenbach, P. (1992). ***Debris flows triggered by the July,*** 17-19, 1987 storm in the Valtellina Area (Northern Italy). P 193-204. In Proceeding. of the VII International Congress Interpraevent 1992, Bern.

Harrison, J.V., (1938): ***"An ancient Landslip at saidmarreh in southwestern Iran"*** Journ, Geol**.,** 46: 269-309.

Koehorst, B.A.N., Kjekstad, O., Patel, D., Lubkowski, Z., Knoeff, J.G., and Akkerman, G.J. (2005). ***Workpackage 6 Determination of Socio-Economic Impact of Natural Disasters,*** Assessing socioeconomic Impact in Europe, 173p.

Lumb, P. (1975). ***Slope failure in Hong Kong.*** Engineering Geologist, 8: 31-65.

33- Morgan, B.A., Wieczorek, G.F., Campbell, R.H., and Gori, P.L. (1997). ***Debris flow hazards in areas affected by the June 27***, 1995 storm in Madison County, Virginia. USGS Open File Report, 97-438.

Oberlander, T., (1965): "***The Zagros streams: a new interpretation of transverse drainage in an organic zone"*** Syracuse University press, Syracuse, Geography series, 168 p.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

Paronuzzi, P., Del Fabbro, M., and Maddaleni, P. (2002). ***Frane superficialitipo slide debris flow causate dal nubifragio del 21/22 giugno 1996 nella Val Chiarso` (Alpi Carniche, Friuli).*** Memorie della Societa Geologica Italiana, 57: 443-452.

Peart, M.R., Ng, K.Y., and Zhang, D.D. (2005). ***Landslides and sediment delivery to a drainage system:*** some observations from Hong Kong. Asian Earth Sciences, 25: 821-836.

Polloni, G., Ceriani, M., Lauzi, S., Padovan, N., and Crosta, G. (1992). ***Rainfall and soil slipping events in Valtellina.*** P 183-188, In Proc. of the VI International Symposium on Landslides. Christchurch.

Selby, M. J., (1970).***Slope and Slope Processes***: Publication No.1 of The wiakato Branch of the New Zealand Geographical Society, p.57.

Soeters, R., and Van Westen, CJ. (1996). ***Slope instability recognition, analysis and zonation.*** In: Keith, T.A, Schuster, R.L. (eds.), Landslide investigation and mitigation. Special Report, 247p.

Watson, R.A. and Wright, H.E., (1969). ***The Saidmarreh Landslide, Iran***, in Geol Soc. American Special paper, No. 123, pp. 115-139.

Wieczorek, G.F. (1987)***. Effect of rainfall intensity and duration on debris flows in central Santa Cruz Mountains,*** California. In: Costa, Wieczorek. (ed.), Debris Flows /Avalanches: Processes, Recognition and Mitigation. Reviews in Engineering Geology, Geological Society of America, 7: 23-104.

WP/WLI: (1990). ***A suggested method for reporting a landslide.*** Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 41, 5–12.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.2.5]