

## برآورد روابط ریاضی بین فاکتورهای حجم و مساحت لغزش توده‌ای در گردنه صائین (شهرستان نیر)

دکتر محمد حسین رضایی مقدم<sup>۱</sup>، مهدی فیض اله پور<sup>۲</sup> و صیاد اصغری<sup>۳</sup>

### چکیده

با انجام محاسبات در مورد لغزش‌ها مشاهده می‌شود که بین مساحت منطقه لغزشی و حجم لغزش ارتباط معنی‌داری وجود دارد. لغزش‌ها در انواع شرایط و محیط‌های اقلیمی بوقوع می‌پیوندند، لیکن تحت هر شرایطی روابط معنی‌داری بین حجم و مساحت لغزش مشاهده می‌شود. از این روابط در تعیین حجم لغزش‌ها در قسمتی از گردنه صائین در شهرستان نیر با مساحتی معادل ۷۷۸ کیلومتر مربع استفاده شده است. در این تحقیق لغزش‌های یک دوره زمانی ۵ ساله از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ مورد بررسی قرار گرفته است. حجم کل مواد لغزش یافته در این دوره زمانی معادل  $V_{LT} = 3.2 \times 10^7 m^3$  می‌باشد که از سرعت جابجایی معادل  $\phi_L = 7.8 mmyr^{-1}$  برخوردار بوده است.

دوره‌های مرطوب ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ باعث تسریع در وقوع لغزش در این ناحیه گردیده است. در طول این دوره ۳ ساله، حدود  $2.1 \times 10^7$  متر مکعب از مواد در منطقه گردنه صائین به حرکت درآمده اند که این مقدار دارای سرعتی معادل  $\phi_L = 54 mmyr^{-1}$  می‌باشد که ۶ بار بزرگتر از سرعت استاندارد است. حجم مواد لغزیده شده در یک دوره معین به عنوان معیاری برای تعیین بزرگی لغزش، استفاده شده که در محاسبات بصورت لگاریتم بر مبنی ۱۰ نشان داده می‌شود و حجم کل لغزش را در یک دوره معین نشان می‌دهد. با توجه به این نکته، روابط جدید بین مساحت  $A_L$  و حجم  $V_L$  نقطه شروعی برای درجه‌بندی بزرگی لغزشها می‌باشد.

<sup>۱</sup> استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز

<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز

## مقدمه

ناپایداری دامنه‌های طبیعی یکی از پدیده‌های ژئومورفولوژیکی و زمین‌شناسی است که در تغییر شکل سطح زمین نقش موثری دارد و زمانی که فعالیتهای انسانی را تحت تاثیر قرار می‌دهد به پدیده‌ای خطرناک تبدیل می‌شود (فاطمی و همکاران ۱۳۸۲). از دیدگاه زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی به حرکت توده‌های بزرگ سنگ و خاک، زمین لغزش گفته می‌شود. در این حرکت توده مورد نظریه صورت ناگهانی و بطنی از مکان اصلی خود جدا شده و بر روی سطح شیبدار می‌لغزد (کیانفر و همکاران). لغزش‌ها بوسیله زلزله، بارندگی و ذوب سریع برف‌ها بوقوع می‌پیوندند. در این میان چندین عامل توپوگرافی، خاک، نوع خاک و سنگ، گسستگی در بدنه دامنه و ظرفیت رطوبت‌پذیری بصورت ترکیبی موثر می‌باشند. مساحت و حجم لغزش‌ها نقش مهمی در تعیین مناطق مستعد لغزش و مخاطرات، غلبه بر مخاطرات، جنگل‌کاری، حیات‌وحش و مطالعات اکولوژیکی (مونت کومری ۲۰۰۰) و تکامل بلندمدت چشم‌اندازها که بوسیله فرایند لغزش توده‌ای متاثر شده‌اند (هاربوس ۱۹۹۷)، ایفا می‌کند.

اطلاعات مربوط به تعدادی از لغزش‌ها در یک سطح معین با صحت قابل توجهی از نقشه‌های جهانی موجود درباره لغزش‌ها قابل دسترسی می‌باشند (گازتی ۲۰۰۲). در جائیکه نقشه لغزش به شکل دیجیتالی در دسترس باشد، محاسبه حجم و مساحت مجموع لغزش‌ها امکان‌پذیر می‌باشد. با استفاده از این اطلاعات، چگالی و مساحت لغزش‌ها را برای دوره‌های متفاوت می‌توان محاسبه نمود.

تخمین حجم لغزش یک کار دشوار می‌باشد که نیازمند اطلاعات زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی در دامنه گسسته شده می‌باشد. جمع‌آوری این اطلاعات بسیار مشکل و هزینه بر است. تخمین حجم گسست دامنه برای حجم وسیعی از لغزش‌ها در یک سطح معین کاری است که محقق را به چالش کشیده است و در حال حاضر این اندازه‌گیری‌ها از طریق روابط تجربی که حجم لغزش‌ها را با اندازه‌گیری هندسی بدست می‌آورد، صورت می‌گیرد (سیمونت ۱۹۶۹، هوویوس ۱۹۹۷).

در این تحقیق از مقاله‌ای تحت عنوان برآورد حجم و مساحت لغزش در مرکز ایتالیا (گازتی و همکاران، ۲۰۰۹) استفاده گردیده است. در مقاله فوق ابتدا به توصیف یک طبقه‌بندی از ۵۸۱۴ لغزش برای اندازه‌گیری سطح (AL) و حجم (VL) پرداخته می‌شود. در مرحله بعدی از زیرمجموعه‌ای متشکل از ۶۷۷ لغزش توده‌ای استفاده شده است تا بدین وسیله روابط تجربی بین AL و VL تعیین گردیده و مقایسه‌ای بین این روابط با روابط مشابه در لغزش‌های فوق صورت گیرد. نتایج حاصله با چندین مورد لغزش در ناحیه گردنه صائین مقایسه شده و نتایج حاصله کاربرد این مطالعات را در گردنه صائین به اثبات رسانده است.

#### درجه وابستگی حجم مواد (VL) به مساحت منطقه لغزش خیز (AL)

در اولین مرحله از تحقیق فوق روابط موجود که متصل‌کننده خصوصیات هندسی لغزش‌ها به حجم لغزش می‌باشد مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. روابط فوق عمدتاً توسط سیمونت (۱۹۶۷)، ارائه شده است. در مرحله بعدی با توجه به خصوصیات هندسی، اندازه‌گیری‌ها انجام گرفته و نتیجه‌ای از وضعیت سطحی و زیرسطحی منطقه لغزش خیز ارائه شده است.

گازوتی و همکارانش (۲۰۰۹) از اطلاعات گردآوری شده برای ۵۶۵۴ لغزش صورت گرفته در سطح جهانی به این نتیجه رسیده‌اند که از این تعداد در ۹۷.۲٪ حرکت بصورت جابجایی خاک و در ۲.۸٪ حرکت به شکل جریان سیال بوده است.

در هر لغزش، اطلاعات مورد استفاده، شامل موقعیت جغرافیایی، خصوصیات هندسی لغزش، انواع غالب حرکت و نوع سنگ اصلی می‌باشد. برای هر لغزشی تمام این اطلاعات در دسترس نمی‌باشد. بدین صورت که برای برخی از لغزش‌ها خصوصیات هندسی و برای برخی دیگر داده‌هایی از گسستگی دامنه محاسبه می‌شود. در بیشتر مواقع از میانگین داده‌ها استفاده می‌شود و خصوصیات هندسی عمدتاً از نقشه‌ها، عکس هوایی و از برش سطحی بدست می‌آید.

متخصصان ژئومورفولوژی، اندازه‌گیری حجم را بصورت میدانی، از عکس‌های هوایی یا نقشه‌های توپوگرافیکی برای محاسبات مربوط به لغزش پیشنهاد نموده‌اند. در گردنه صائین لغزش مورد بررسی از طول لغزشی معادل ۳۵۰ متر، عرض ۱۰۰ متر و عمق لغزش (D) معادل ۶۰ متر برخوردار می‌باشد لذا حجم مواد انتقال داده شده در دامنه مابین  $1.4 \times 10^7 m^3$  تا  $2.8 \times 10^7 m^3$  بوده و به احتمال زیاد معادل  $V_L = 2.1 \times 10^7 m^3$  می‌باشد. با این وجود اندازه‌گیری حجم محاسبه شده غیر قابل اطمینان بوده است ولی برای اکثر لغزش‌ها می‌توان از این روش استفاده نمود.

از میان داده‌های در دسترس که حدود ۶۷۷ لغزش را شامل می‌شود، ۲۰۷ لغزش بوسیله سیمونت و شومن در گینه نو (۱۹۶۷)، ۶۶ لغزش در ناحیه جنگلی جنوب کالیفرنیا در فاصله سالهای ۱۹۶۶ تا ۱۹۶۹، ۲۸ لغزش در چین (ون ۲۰۰۴)، ۱۶ لغزش در جنوب شرق نروژ (گازتی ۲۰۰۹) و ۱۴ لغزش در طول جزایر جنوبی نیوزیلند (گیلون وهانکوکس ۱۹۹۲) مورد بررسی قرار گرفته است.

اطلاعات مربوط به مساحت و حجم ۶۷۷ لغزش مورد بررسی در شکل ۱ که دارای مختصات لگاریتمی است ترسیم شده است (شکل ۱). در این نمودار AL (محور X)، متشکل از ۸ رده با بزرگی  $2.1 \times 10^0 m^2 \leq A_L \leq 7 \times 10^7 m^2$  و VL (محور y)، متشکل از ۱۲ رده با بزرگی  $3.4 \times 10^{-1} m^3 \leq V_L \leq 2.9 \times 10^{10} m^3$  می‌باشد که برای هر یک از لغزش‌ها مقادیر متفاوتی را تشکیل می‌دهد. بررسی نمودار نشان می‌دهد که ارتباط خطی بین حجم و مساحت لغزش‌ها برقرار بوده که این امر نشان‌دهنده یک رفتار خود شباهتی بین حجم و مساحت انواع لغزش‌ها در سراسر جهان می‌باشد. مشاهدات فوق، بعلاوه استفاده از لغزش‌هایی که از بیشترین میزان اطلاعات برخوردارند دارای اهمیت می‌باشد. لذا رابطه فوق می‌تواند برای لغزش‌های بسیار کوچک و بسیار بزرگ که فاقد داده‌های کافی می‌باشند بسیار راهگشا می‌باشد. در بررسی‌های بعدی مشخص می‌شود که حتی به فرض ترسیم نمودار به شکل لگاریتمی، داده‌های متمرکز شده در میانه خط دارای پراکندگی کمی می‌باشند. نتیجه فوق می‌تواند مقداری خطا داشته باشد که علت آن در این حقیقت نهفته

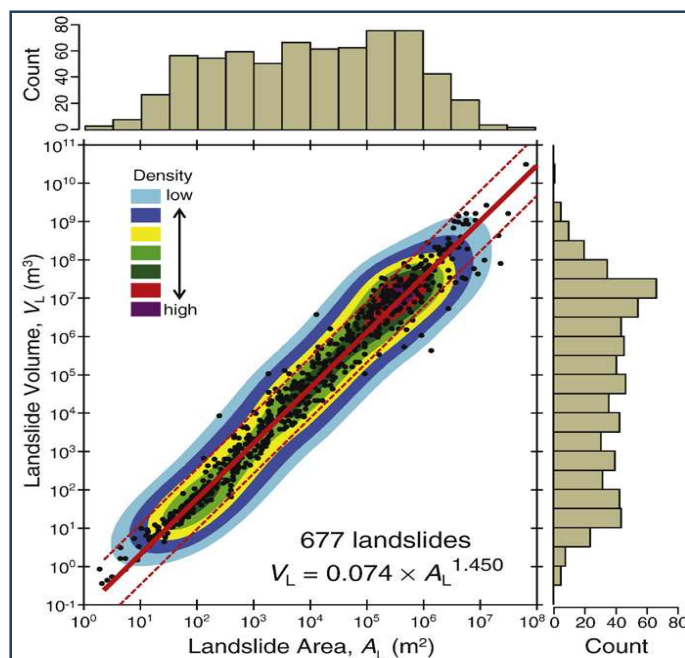
است که لغزش‌ها در شرایط متفاوت لیتولوژیکی، مورفولوژیکی، اقلیمی و عوامل مختلف ایجاد کننده از قبیل بارندگی، زلزله و ذوب سریع برف بوقوع می‌پیوندند.

برای مدلسازی روابط تجربی بین  $V_L$  و  $A_L$  معادله  $V_L = \varepsilon \times A_L^\alpha$  با استفاده از داده‌های تجربی ارائه شده است. برای غلبه بر مشکلات محاسباتی با توجه به بزرگی داده‌ها، اعداد به حالت لگاریتمی تغییر شکل داده می‌شوند. تکنیکهای متفاوتی که بر روی داده‌های لگاریتمی امتحان شده است، شامل روش کمترین مربعات خطی (چمبر ۱۹۹۲) و کمترین مربعات غیرخطی (باتیس ۱۹۹۲) می‌باشد. نتایج حاصل از روشهای مختلف دارای شباهت زیادی می‌باشند بصورتی که عمدتاً داده‌های فرمول بالا در محدوده  $0.070 \leq \varepsilon \leq 0.087$  و  $1.429 \leq \alpha \leq 1.452$  و  $0.9709 \leq R^2 \leq 0.9707$  قرار می‌گیرد.

برای غلبه بر تاثیرات بیرونی در نتایج بدست آمده با احتساب ضرایبی، فرمول زیر ارائه شده است:

$$V_L = 0.074 \times A_L^{1.450} \quad (R^2 = 0.9707) \quad \text{(معادله ۱)}$$

در این معادله  $A_L$  مساحت بر حسب متر مربع  $m^2$ ،  $V_L$  حجم بر حسب متر مکعب  $m^3$  بوده و خطای استاندارد در حد  $\alpha = 0.0086$  در نظر گرفته می‌شود. معادله فوق برای تخمین حجم لغزش بر حسب مساحت منطقه لغزش خیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱: اطلاعات مربوط به مساحت و حجم ۶۷۷ لغزش مورد بررسی (اقتباس از گازوتی ۲۰۰۹)

#### مقایسه روابط بدست آمده در بین انواع لغزشها

اطلاعات کاملتر درباره روابط حجم با مساحت در جدول ۱ و شکل شماره ۲ نشان داده شده است.

سیمونت (۱۹۶۷) با کار بر روی کوهستان بیوانی در مرکز گینه نو مساحت و حجم را برای ۲۰۷ لغزش محاسبه نموده و نتایج زیر را بدست آورده است:

$$V_L = 0.2049 \times A_L^{1.368}, 2.5 \times 10^1 \text{ fit}^2 \leq A_L \leq 2 \times 10^6 \text{ fit}^2$$

رایس (۱۹۶۹) با اندازه گیری طول، عرض، مساحت و حجم ۲۹ لغزش توده ای در جنوب کالیفرنیا بر نتایج زیر دست یافته است:

$$2.1 \times 10^0 \text{ m}^2 \leq A_L \leq 2 \times 10^2 \text{ m}^2, V_L = 0.234 \times A_L^{1.11}$$

آینس (۱۹۸۳) با محاسبه طول، عرض و حجم ۳۰ جریان رسوبی درهایلند مقادیر زیر را برای حجم و مساحت محاسبه نموده است:

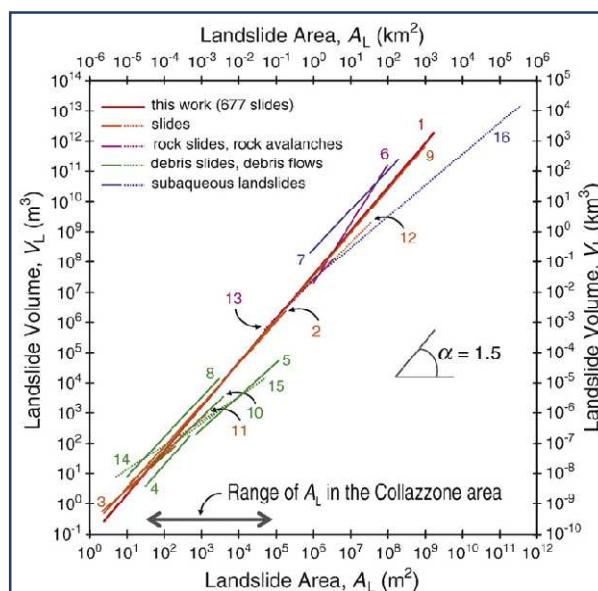
$$V_L = 0.0329 \times A_L^{1.3852}, 3 \times 10^1 m^2 \leq A_L \leq 5 \times 10^2 m^2$$

در این معادلات مساحت لغزش از حاصلضرب طول لغزش به عرض آن بدست می‌آید. گاتری (۲۰۰۴) با بررسی ۱۲۴ جریان توده‌ای در سواحل غربی جزایر ونکوور در بریتیش کلمبیای کانادا مقادیر فوق را برای لغزش بدست آورده است:

$$V_L = 0.1549 \times A_L^{1.0905}, 7 \times 10^2 m^2 < A_L < 1.2 \times 10^5 m^2$$

### مواد و روشها

در این مقاله برای محاسبه حجم و مساحت لغزش در گردنه صائین از معادلات ارائه شده در جدول شماره ۱ استفاده شده است برای نیل به این هدف از عکس‌های هوایی و نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شده است به این صورت که عمدتاً بررسی لغزشها از طریق استریوسکوپ بر روی عکس‌های هوایی صورت می‌گیرد و برای محاسبه حجم لغزش از حاصلضرب طول به عرض لغزش و عمق متوسط لغزش در واحد مترمکعب استفاده می‌شود. شکل شماره ۲ نشان دهنده روابط تجربی بین مساحت به حجم لغزش در مجموعه لغزش‌های بوقوع پیوسته که در سطح جهان مورد مطالعه قرار گرفته است، می‌باشد. بسیاری از لغزش‌ها با وجود تفاوت در اقلیم، زمین‌شناسی و فیزیوگرافی دارای پراکندگی مشابهی در حجم و مساحت می‌باشند.



شکل ۲: روابط بین مساحت و حجم در ۶۷۷ لغزش بررسی شده توسط گازوتی و همکاران (۲۰۰۹)

در تمام موارد ذکر شده در شکل شماره ۲ مساحت از حاصل ضرب طول به عرض و حجم از ضرب مساحت به عمق بدست آمده است. با بررسی شکل شماره ۲ مشخص می‌شود که فرمول  $V_L = 0.074 \times A_L^{1.450}$  ( $R^2 = 0.9707$ ) دارای کاربرد برای اکثر لغزش‌ها و با بزرگی‌های متفاوت می‌باشد. این امر نشان می‌دهد که روابط بین حجم و مساحت لغزش‌ها مستقل از مجموعه عوامل فیزیولوژیکی محلی می‌باشد. در جائیکه زون ناپایداری در عمق معین دامنه وجود داشته باشد تماس بین خاک و سنگ بستر را به حداقل رسانده و پدیده فوق بزرگی لغزش را تعیین می‌کند گرچه در این میان شکل لغزش وابسته به شرایط محلی است. با توجه به شکل ۲ و جدول ۱ مشخص می‌شود که روابط تجربی بدست آمده، در لغزش‌های کوچک دارای کمترین تطابق و در لغزش‌های بزرگ دارای بیشترین تطابق می‌باشد.



جدول ۱: معادلات حجم و مساحت لغزش در مورد لغزشهایی که در سطح جهان محاسبه شده است.

ردیف	فرمول ارائه شده	حداکثر مساحت	حداقل مساحت	تعداد	منبع
۱				۶۷۷	گازوتی و همکاران (۲۰۰۹)
۲				۲۰۷	سیمونت (۱۹۶۷)
۳				۲۹	رایس (۱۹۶۹)
۴				۳۰	اینس (۱۹۸۳)
۵				۱۲۴	گاتری و اونس (۲۰۰۴)
۶				۲۳	کوروب (۲۰۰۵)
۷				۱۶۰	تن برینک (۲۰۰۶)
۸				۵۱	ایمازومی و سیدل (۲۰۰۷)
۹				۵۳۹	گازوتی و همکاران (۲۰۰۸)
۱۰				۱۱	ایمازومی و همکاران (۲۰۰۸)
۱۱				۳۷	رایس و فوگین (۱۹۷۱)
۱۲				۵۳	ابل (۱۹۷۴)
۱۳				۴۵	وایت هوس (۱۹۸۳)
۱۴				۱۰۱۹	لارسن و توارسن (۱۹۹۸)
۱۵				۶۱۵	مارتین و همکاران (۲۰۰۲)
۱۶				۶۵	هافلیداسون و همکاران (۲۰۰۵)

#### کاربرد روابط فوق در لغزش‌های گردنه صائین

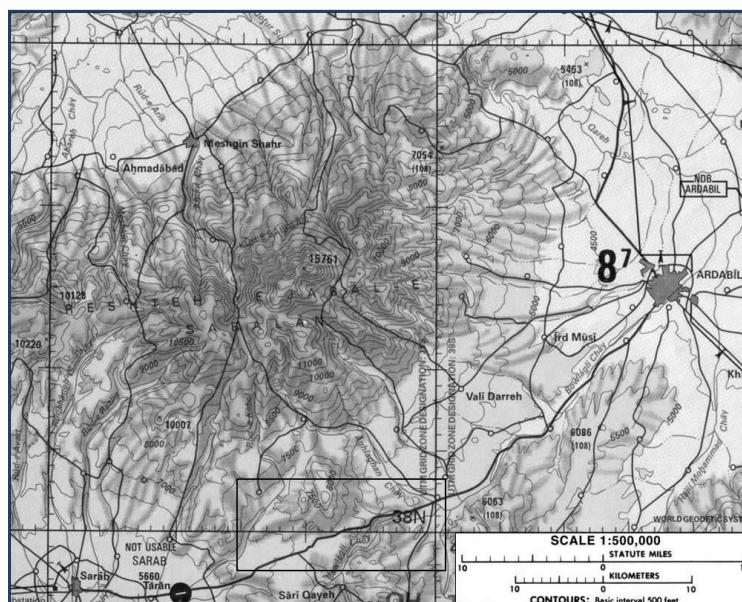
در گردنه صائین شهرستان نیر (شکل ۳)، از معادله ۱ برای محاسبه حجم لغزش بهره گرفته شده و مساحت منطقه نیز از طریق پلانیمتر بدست آمده است. اطلاعات مربوط به حجم

لغزش از طریق، ارزیابی مجموع حجم مواد لغزیده ( $V_{LT}$ )، تخمین مقدار مواد انتقال یافته ( $\phi_L$ ) و تعیین بزرگی لغزش در یک دوره زمانی معین ( $m_L$ ) گردآوری می‌شود.

### منطقه مورد مطالعه

منطقه جنوب صائین با وسعتی معادل ۷۷.۸ کیلومتر مربع در شهرستان نیر واقع شده است (شکل ۳).

ارتفاع منطقه بین ۱۷۵۰ متر تا ۲۱۵۰ متر بالاتر از سطح دریا بوده و دارای شیبی در محدوده ۰ تا ۶۷.۲ درجه با میانگینی در حدود ۱۲.۷ درجه می‌باشد. لغزش گردنه صائین در ارتفاع ۱۸۲۱ متری بوقوع پیوسته است.



شکل ۳: موقعیت گردنه صائین در دامنه جنوبی کوه سبلان

در منطقه مورد مطالعه، زمین عمدتاً متشکل از تپه‌ها و دره‌ها با پراکندگی نامتقارن بوده و سنگ بستر، کنترل کننده وضعیت دامنه‌ها می‌باشد. سنگهای رسوبی هولوسن زیر کشت

قرار گرفته‌اند و خاکها دارای ضخامتی از چند دسی‌متر تا بیشتر از ۱ متر بوده و دارای بافت ریز می‌باشند و رژیم رطوبتی زنیک را به نمایش می‌گذارند. بارندگی در اردیبهشت و خرداد دارای بیشترین فراوانی بوده است. عمده دلیل لغزش در ناحیه فوق ذوب سریع برف و بارندگی می‌باشد.

#### نقشه‌های مورد استفاده در بررسی لغزش‌ها در گردنه صائین

برای منطقه صائین از نقشه‌ها و عکس‌هایی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ استفاده شده است. لیکن عکسهای هوایی قدیمی بوده و امکان مطالعه لغزش‌های جدید ممکن نمی‌باشد. برای جبران این نقیصه از تصاویر ماهواره‌ای، مطالعات میدانی و همچنین گزارش‌هایی که بعد از هر لغزش ارائه شده‌اند استفاده شده است.

در تمام منطقه صائین ۵۴۰ لغزش، شناخته شده که دارای مساحتی معادل  $4.7 \times 10^7 m^2$  می‌باشد و ۲۱.۲٪ از سطح منطقه را در بر گرفته است. از این مقدار لغزش‌هایی که اخیراً رخ داده‌اند (فاصله سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵) معادل ۸۰ لغزش بوده و از وسعتی معادل  $3.2 \times 10^7 m^2$  برخوردار می‌باشند که دارای چگالی حدود ۱۶ لغزش در کیلومتر مربع هستند. بعلاوه همپوشانی جغرافیایی لغزش‌ها در ادوار مختلف، مجموع سطح متأثر شده توسط لغزش حدود  $3.5 \times 10^7 m^2$  می‌باشد که ۱۰٪ منطقه فوق را در بر گرفته است. این مقدار کمتر از تخمین‌های موجود است که علت آن در نظر نگرفتن لغزش‌های کوچک می‌باشد. لغزش‌هایی که مورد مطالعه قرار گرفته‌اند دارای مساحتی در حدود  $1.4 \times 10^7 m^2$  تا  $2.8 \times 10^7 m^2$  بوده و بطور میانگین حدود  $2.1 \times 10^7 m^2$  می‌باشند.

### حجم لغزش در گردنه صائین

در این مقاله معادلات ارائه شده در جدول شماره ۱ برای محاسبه حجم و مساحت لغزش در گردنه صائین مورد استفاده قرار گرفته‌اند لیکن مقایسه بین معادلات ارائه شده در محاسبه حجم و مساحت لغزش نشان می‌دهد که معادله گازوتی بهترین تخمین را در این موارد ارائه می‌دهد بنابراین در تخمین‌های این مقاله از معادله ۱ برای محاسبه حجم لغزش‌ها بر حسب مساحت استفاده شد. نتایج حاصله برای یک دوره ۵ ساله از ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵، حجم لغزش را معادل  $3.2 \times 10^7 m^3$  تخمین زده است.

در منطقه مورد مطالعه مجموع حجم لغزش معادل  $2.1 \times 10^7 m^3$  می‌باشد، لغزش در این منطقه از ضخامتی حدود ۶۰ متر برخوردار است. لیکن در برخی قسمت‌ها ضخامت ۸۰ متر بدست آمده است. لغزش‌هایی که از وسعت زیادی برخوردارند در منطقه بوقوع پیوسته است لیکن عمدتاً دارای قدمت زیادی بوده‌اند. تخمین عمق به نسبت حجم و مساحت مابین ۴۰ تا ۸۰ متر و با میانگین ۶۰ متر می‌باشد.

برای هر یک از لغزش‌ها در دوره‌های مورد نظر، مجموع حجم مواد لغزیده محاسبه شده است. اکثر حجم لغزش‌ها در طی سالهای ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ تولید شده‌اند. این مقدار منطبق بر میانگین سالانه برای یک دوره ۳ ساله معادل  $2.1 \times 10^7 m^3 yr^{-1}$  می‌باشد که بیشتر از حجم کل اندازه‌گیری شده برای دوره‌های زمانی دیگر است. آنالیز و اندازه‌گیری بارندگی روزانه برای منطقه دلالت بر این امر دارد که دوره زمانی بین ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ از مرطوبترین اقلیم برخوردار بوده‌اند. اکثر حجم لغزش‌ها در دوره‌های اندازه‌گیری معادل  $2.1 \times 10^7 m^3$  یعنی برابر ۵۳٪ از حجم لغزش کلی می‌باشد.

### محاسبه سرعت حرکت لغزش

لغزش‌ها در منطقه صائین به تناسب نوع لغزش از حرکات سریع تا خیلی کند برخوردارند. بعد از گسست در دامنه این مواد در فواصل چند متری تا چندین ده متری به پایین دامنه حرکت می‌کنند.

میزان حرکت لغزش‌ها ( $\phi$ )، از تقسیم کل حجم مواد لغزیده در یک دوره به مدت زمان در نظر گرفته شده و مساحت و حرکت سالانه بدست می‌آید. برای یک دوره ۵ ساله از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ حجم لغزش معادل  $3.2 \times 10^7 m^3$  بوده و از سرعتی معادل  $\phi = 7.8 mmyr^{-1}$  برخوردار می‌باشد. با بررسی‌های انجام شده به این نتیجه می‌رسیم که بیشترین میزان حجم معادل  $2.1 \times 10^7 m^3 yr^{-1}$  بوده که در فاصله سالهای ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ که یک دوره مرطوب بوده، رخ داده است. با مشاهده وضعیت آب و هوایی، نقش عامل بارندگی در وقوع لغزش مشخص می‌گردد.

#### صحت محاسبات نسبت به معادله شماره ۱

صحت محاسبات برای حجم بدست آمده ( $V_L$ )، وابسته به درستی اندازه‌گیری مساحت ( $A_L$ ) و معادله ۱ می‌باشد. در نتیجه، صحت اندازه‌گیری کل حجم لغزش ( $V_{LT}$ ) برای تمام دوره‌های مشاهده شده وابسته به کیفیت حجم اندازه‌گیری شده در تک تک لغزش‌ها بوده است. در مرحله بعدی، محاسبات وابسته به نوع لایه‌ها و اندازه لغزش می‌باشد. بعلاوه کامل نبودن اطلاعات برای بعضی از لایه‌ها میزان بدست آمده برای ( $V_{LT}$ ) کمتر از تخمین‌های موجود بوده است. این امر بر روی تخمین بزرگی لغزش‌ها ( $m_L$ )، و میزان حرکت ( $\phi$ )، نیز بازتاب یافته و میزان داده‌ها را کمتر از حد طبیعی تعیین نموده است. با این وجود مشاهدات مشخص می‌سازد که میزان ( $V_{LT}$ ) برای لغزش‌های وسیع نسبت به لغزش‌های کوچک به نتایج بهتری دست یافته است. با وجود نامناسب بودن محاسبات برای بعضی از لغزش‌های کوچک، اندازه‌گیری ( $V_{LT}$ ) و تخمین بزرگی و حرکت قابل اعتماد بوده و از صحت قابل توجهی برخوردار می‌باشد.

## نتیجه گیری

رابطه بین مساحت لغزش ( $A_L$ ) با حجم لغزش ( $V_L$ ) با استفاده از اطلاعات ۶۷۷ لغزش در سطح جهانی بدست آمده است. رابطه فوق در ایران نیز مصداق پیدا می‌کند. این رابطه عمدتاً به مسائل هندسی پرداخته و کمتر به خصوصیات ژئومورفولوژی یا مکانیکی از قبیل نوع سنگ و خاک می‌پردازد.

رابطه تجربی فوق برای لغزش‌های بوقوع پیوسته در فاصله سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ در منطقه جنوب صائین در شهرستان نیر استفاده شده است. مشاهده لغزش و اندازه‌گیری بارندگی دلالت بر این دارد که لغزش‌ها عمدتاً وابسته به بارندگی و ذوب سریع برف بوده‌اند. مجموع حجم مواد لغزیده شده در ۵ سال معادل  $3.2 \times 10^7 m^3$  بوده و میانگین سرعت حرکت سالانه معادل  $\varphi = 7.8 \text{ mmyr}^{-1}$  می‌باشد. استخراج اطلاعات زمانی نشان می‌دهد که گسست دامنه‌ها در ۳ دسته لغزش‌های اتفاقی، لغزش‌های فعال و سایر لغزش‌ها طبقه‌بندی می‌شود. در یک منطقه ممکن است لغزش‌ها دوباره فعال شوند یا لغزش‌های جدیدی بوقوع بپیوندند.

نتایج دلالت بر این دارند که سالهای ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ دوره‌های مرطوب بوده‌اند که باعث تشدید لغزش‌ها گردیده‌اند. در طول این دوره ۳ ساله مجموع مواد لغزیده شده معادل  $2.1 \times 10^7 m^3 \text{ yr}^{-1}$  تولید شده که از سرعتی برابر ۵۴ میلی متر برخوردار بوده است. در این محاسبات از واحد لگاریتمیک بر مبنی ۱۰ استفاده شده است.

## منابع

۱. فاطمی‌عقدام، غیومیان ج، و اشقلی فراهانی ع، ۱۳۸۲، ارزیابی کارایی روش‌های آماری در تعیین توانمندی خطر زمین لغزش، فصلنامه علمی و پژوهشی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، سال یازدهم، شماره ۴۷-۴۸، صفحه ۲۸-۴۷.
۲. کیامهر ر، صیادی م، فتاحی م، کاربرد روشهای ژئودتیکی در کنترل پدیده زمین لغزش، طرح کنترل ژئودتیکی زمین لغزش روستای باریکان شهرستان طالقان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره مقاله ۴۱۱ ص ۶۷-۷۷.
3. Bates, D.M., Chambers, J.M., 1992. In: S. Chambers, J.M., Hastie, T.J. (Eds.), *Nonlinear models. Chapter 10 of Statistical Models*. Wadsworth & Brooks/Cole Pub., Pacific Grove, California, pp. 421–453.
4. Chambers, J.M., 1992. In: S. Chambers, J.M., Hastie, T.J. (Eds.), *Linear models. Chapter 4, Statistical Models*. Wadsworth&Brooks/Cole Pub, PacificGrove, California, pp. 95–144.
5. Evans, S.G., DeGraff, J.V., 2002. Catastrophic landslides: effects, occurrence, and mechanisms. *Review in Engineering Geology*, vol. XV. The Geological Society of America, Boulder. 411 p
6. Gillon, M.D., Hancox, G.T., 1992. Cromwell Gorge landslides — a general overview. In: Bell, D.H. (Ed.), *Landslides. Glissement de Terrain*, vol. 1, pp. 83–102.
7. Guthrie, R.H., Evans, S.G., 2004b. Magnitude and frequency of landslides triggered by a storm event, Loughborough Inlet, British Columbia. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 4, 475–483.
8. Guzzetti, F., Malamud, B.D., Turcotte, D.L., Reichenbach, P., 2002. Power-law correlations of landslide areas in Central Italy. *Earth and Planetary Science Letters* 195, 169–183
9. Hovius, N., Stark, C.P., Allen, P.A., 1997. Sediment flux from a mountain belt derived by landslide mapping. *Geology* 25, 231–234.
10. Innes, J.N., 1983. Lichenometric dating of debris-flow deposits in the Scottish Highlands. *Earth Surface Processes and Landforms* 8, 579–588.
11. Montgomery, R.D., Schmidt, K.M., Greenberg, H.M., Dietrich, W.E., 2000. Forest clearing and regional landsliding. *Geology* 28 (4), 311–314.

12. Rice, R.M., Corbett, E.S., Bailey, R.G., 1969. Soil slips related to vegetation, topography, and soil in Southern California. *Water Resources Research* 5 (3), 647-659.
13. Simonett, D.S., 1967. Landslide distribution and earthquakes in the Bewani and Torricelli Mountains, New Guinea. In: Jennings, J.N., Mabbutt, J.A. (Eds.), *Landform Studies from Australia and New Guinea*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 64-84.
14. Wen, B., Wang, S., Wang, E., Zhang, J., 2004. Characteristics of giant landslides in China *Landslides* 1 (4), 247-262.