بررسی ارتباط و همبستگی بین رسوب‌دهی با گسیختگی شیبها و رانش زمین در حوضه طالقان مرکزی

نوشته: محسن شریعت جعفری* و دکتر جعفر غیومیان*

Relationship between Slope Failure and Sediment Yield in Central Taleghan Watershed

By: M. Shariat Jafari* & Dr. J. Ghayoumian*

چکیده

حرکات توده‌ای زمین در حوضه‌های آبریز یک منبع جدی در تولید رسوب و بستری مستعد برای ایجاد و توسعه پدیده‌های فرسایشی مانند فرسایش شیاری، آبکندی و هزار دره‌ای است. در مدلهای ارائه شده در برآورد فرسایش پذیری و بار رسوب، به رغم توجه به برخی پدیده‌های فرسایشی مانند آبکندها و تأثیر مستقیم و مؤثر آنها در خروجی مدل به نقش و تأثیر جدی حرکات توده‌ای در تولید رسوب امتیاز واقعی داده نشده و برآوردهای انجام شده برای بار رسوبی حوضه‌ها بویژه در حوضه‌های رسوبی- تبخیری که خاستگاه اصلی پدیده‌های لغزشی است، با واقعیت فاصله دارد. در این مقاله که حاصل تحقیقات انجام شده در حوضه رسوبی- تبخیری طالقان مرکزی است با فرض اینکه عوامل مؤثر در فرسایش پذیری و افزایش بار رسوبی حوضه‌ها تأثیر مشابه در ایجاد و تشدید حرکات توده‌ای زمین دارند، ویژگیها و توان تولید رسوب ۹۰ مورد لغزش در ۸ زیرحوضه بررسی و رابطه و همبستگی بار رسوبی حوضه‌ها و فراوانی سطوح گسیختگی لغزشی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. مدل رگرسیون دو متغیره ارائه شده، با مجذور ضریب تبیین ۰/۶۸ بیانگر وابستگی ۶۸ درصد تغییرات بار رسوبی و رسوب دهی حوضه‌ها به عامل فراوانی گسیختگی لغزشی است که به مفهوم موفقیت مدل و اهمیت عامل مذکور از بین عوامل متعدد مؤثر در رسوب‌دهی حوضه‌ها است. قطعاً با ورود دیگر عوامل مؤثر به مدل، این رقم تا حدود ۱۰۰ درصد قابل افزایش خواهد بود. از نتایج حاصل، بویژه در حوضه‌های غیر قابل دسترس و فاقد آمار رسوب، برای برآورد بار رسوب بر اساس شواهد زمین لغزشی می‌توان استفاده کرد.

کلید واژه‌ها: زمین لغزش، فرسایش ، رسوبدهی

Abstract

Mass movements are one of the main sources of sediment yield and also increase rill, gully, and badlands erosion. In erosion and sediment yield modeling, in spit of special attention to gully erosion, the role and the effect of mass movement on sediment yield has not been considered. Therefore, evaluation of sediment yield in landslide prone area is much different from the estimated one.

In this research relationship between sediment yield and frequency of failure planes have been investigated in central Taleghan basin. The funding can be used to estimate sediment yield in remote areas with no data.

Main characteristics of 90 landslides have been investigated in the watershed. On the other hand, sediment yield of the landslide prone sub-basins have been evaluated. The results indicate a coefficient of determination of 0.68 for a bivariat regression model. The results also reveal that 68 percent of sediment yield are due to slope failure in Taleghan watersheds and 33 percent are related to the other factors.

Key words: Landslide, Erosion, Sediment yield

مقدمه

به طور کلی حل معضل رسوب در حوضه‌های آبخیز برای بازدهی مفید سازه‌هایی مانند سدها، تأسیسات و کانالهای آبیاری و کاهش خسارات زیست‌محیطی اساسی است. در بین عوامل مؤثر، نقش پدیده‌هایی همچون حرکات توده‌ای در تولید رسوب و تشدید فرایندهای فرسایشی

بدیهی است. پهنه‌های گسیخته شده لغزشی در عین حال که یک منبع اصلی تولید رسوب هستند، بستری بسیار مناسب برای توسعه انواع دیگر پدیده‌های فرسایشی مانند آبکندها (Gully) می‌باشند. در حوضه‌های رسوبی- تبخیری مانند حوضه مرکزی طالقان‌رود موارد بسیاری از ایجاد ، گسترش و تشدید انواع پدیده‌های معمول فرسایشی در پهنه‌های گسیخته شده لغزشی دیده می‌شود. شواهد بسیار گویای این است حرکتهای توده‌ای در ایجاد بخش قابل توجه رسوبات حوضه‌ها نقش فعال دارند . کانالهای مسدود و دره‌های مدفون شده با رسوبات حجیم ناشی از رانش زمین، از نمونه‌های بارز و محسوس این شواهد است . (Shariatjafari,2000; Pachauri , 1992 ; Meijerin , 1974)

نمونه‌های بسیاری از دره‌های سد شده و سدهای پرشده از رسوب به وسیله حرکتهای توده‌ای نیز گزارش شده است. جا به جایی و حرکت سریع بیش از ۹ میلیون متر مکعب خاک و سنگ و ورود بخش قابل توجه از آن به دره رودخانه هراز در خرداد ۷۷ ، یک نمونه از آن است (شریعت جعفری،۱۳۷۷؛کریم نژاد و دیگران،۱۳۸۰) فرض مسلم این است که حرکات توده‌ای زمین، منبعی جدی برای تولید رسوب و افزایش بار رسوبی حوضه‌ها بوده و از طرفی رسوبات نهشته شده در دره‌ها و سطح شیبها که حاصل پدیده‌های مختلف فرسایشی است، منشأ ایجاد بسیاری از لغزشها هستند و باید همبستگی مثبتی بین رسوب‌دهی و شواهد لغزشی باشد.

محققان بسیاری در کشورهای مختلف، برای دستیابی به روابط منطقی بین بار رسوبی و عوامل مؤثر بر فرسایش و تولید رسوب در شرایط محیطی مختلف کوشش کرده‌اند . تعدادی از آنها تنها تأثیر یک عامل منحصر به‌فرد مانند بارش را بر تولید رسوب مطالعه کرده‌اند، که از آن جمله Wilson(1969) و Hadley(1985) بر اساس داده‌های جهانی نموداری را پیشنهاد کردند که بر اساس آن، با داشتن میانگین بارش سالانه (به میلی‌متر)، مقدار بار رسوبی به تن در کیلومترمربع در سال برآورد می‌شود . برخی دیگر مانند (Schumm,1965; in Hadley et al,1985; Dhruva Narayona , 1983) بر این باورند که توپوگرافی و مساحت حوضه مقدار رسوب تولید شده را کنترل می‌کند.

Wishmeier (1957) با اعتقاد به اینکه شدت فرسایش تابعی از بارندگی، فرسایش پذیری خاک، شیب، نوع عملیات کشاورزی و عملیات حفاظت خاک است، برای مناطقی با فرسایش غالب ورقه‌ای و شیاری یک مدل ارائه کرد. کمیته مدیریت آب در آمریکا (PSIAC) در ۱۹۶۸ با توجه به عامل زمین شناسی، نوع خاک، اقلیم، رواناب، توپوگرافی، پوشش، کاربری، شرایط فعلی فرسایش و فرسایش رودخانه‌ای، مدلی را برای نواحی خشک و نیمه خشک پیشنهاد کرد. در روشی که در ۱۹۸۸ توسط گاوریلودیچ ارائه شد (EPM) حضور پدیده‌های فرسایش ، شیاری و سطحی به عنوان یکی از چهار عامل مهم در نظر قرار گرفت. در روش Musgrave(1974) که در ایالت متحده برای برآورد فرسایش ورقه‌ای به کار برده شد، برای پدیده فرسایش آبکندی در مدل امتیاز قائل شده است. لذا در روشها و مدلهایی که تاکنون ارائه شده، معمولاً برای یک یا چند نوع پدیده فرسایشی و عموماً فرسایش آبکندی، رودخانه‌ای و شیاری نقش مستقیم قائل شده‌اند و در حالی که نقش دیگر پدیده‌های مشابه مانند حرکات توده‌ای که بسیار آشکار و تعیین‌کننده است، دیده نشده است. لذا برآوردهای انجام شده بر اساس آنها، بویژه در حوضه‌های رسوبی- تبخیری که خاستگاه اصلی پدیده‌های لغزشی است، با واقعیت فاصله دارد.

Meijerink(1974)از جمله محققانی است که به این نکته مهم توجه داشته و پتانسیل لغزش در شیبها را به عنوان عاملی تعیین کننده در برآورد بار رسوبی منظور کرده است.

میرینک در نخستین پژوهشی که در حوضه آگلار (Aglar) در بخش شمال خاوری آلماس (Almas) در هند انجام داد، مقدار بار رسوبی حوضه (SP) را بر اساس درجه خطر رانش زمین (LH.S) برآورد کرد . در معادله خطی میرینک (معادله ۱) ارتباط بار رسوبی و درجه خطر زمین‌لغزش مثبت (۰/۶۴) و در سطح ۹۹/۹ درصد معنی‌دار بوده است .

$$SP = 1.099LHS-116.83 \quad \text{معادله ۱}$$

برآورد بار رسوبی توسط این رابطه، ۴ تا ۶ برابر دقیق‌تر از مقدار برآورد شده برای همین منطقه بر اساس Wisch's Plot ارائه شده توسط ویلسون (۱۹۶۹) و هدلی (۱۹۸۵) بوده است .

این تجربه نشان می‌دهد که ارتباط معنی‌داری میان بار رسوبی و توان رخداد حرکتهای توده‌ای در حوضه‌های کوهستانی وجود دارد و زمین لغزشها یک منبع جدی تولید رسوب هستند.

هدف از این مقاله، بررسی رابطه رانش زمین و بار رسوبی و استخراج قانونمندیهای حاکم بر روابط بین این پدیده‌ها در ۸ زیر حوضه از حوضه رسوبی - تبخیری طالقان مرکزی است . ۸۳ درصد حوضه طالقان دارای ارتفاع ۲۰۰۰ تا ۳۵۰۰ متر از سطح دریا است و اختلاف ارتفاع بین بلندترین و پایین‌ترین نقطه آن ۲۳۰۰ متر است. بارندگی میانگین سالانه حوضه بر اساس آمار ۲۶ ساله (۱۳۳۴ تا ۱۳۶۹)، ۷۰۰ میلی‌متر برآورد شده است. حوضه همچنین دارای بیشینه لرزه خیزی قابل توجه است. از اهداف اصلی این پژوهش، دستیابی به مدل یا رابطه‌ای است که بتوان بر اساس شرایط پراکنش و توان رخداد حرکتهای توده‌ای زمین، پتانسیل بار رسوبی یک حوضه را برآورد کرد. نتایج حاصل برای حوضه‌های غیرقابل دسترس یا فاقد اطلاعات و آمار بسیار حائز اهمیت است .

۲- روش تحقیق

فرض مسلم در این تحقیق این است که مهم‌ترین عوامل مؤثر در ناپایداری و رانش شیبها در ایجاد و تشدید دیگر پدیده‌های فرسایشی و رسوب دهی حوضه‌ها تأثیر مستقیم دارند و رخداد زمین لغزشها و رسوب‌دهی حوضه‌ها همبستگی مثبتی دارند. برای کشف قانونمندیهایی که بر اساس استعداد و رخداد رانش زمین در شیبهای ناپایدار بتوان به برآورد تلفات خاک و رسوب دهی یک حوضه کمک کرد، بررسیهای زیر در حوضه تحقیق انجام شد .

۲-۱- بررسی و حساسیت واحدهای سنگی حوضه نسبت به رانش زمین

ترکیب و حساسیت نهشته‌ها از عوامل مؤثر در ناپایداری شیبها است . بخش عمده حوضه طالقان مرکزی توسط سازندهای نئوژن پوشیده شده است. ستبرای این سازندها در بخش مرکزی حوضه رسوبی طالقان به ۱۰۰۰ متر میرسد(ران و دیگران، ۱۹۷۵). این سازندها به صورت دگرشیب روی سازند کرج قرار گرفته و از لحاظ رسوب زایی اهمیت زیادی دارند. سازندهای نئوژن در این حوضه، عموماً از کنگلومرا همراه برش، گلسنگهای تبخیری و سیلتستون و گلسنگهای گچ دار عمدتاً سرخ رنگ و دارای نمکهای فراوان، تنشکیل شده‌اند. بخشهای آهکی، دولومیتی، ماسه سنگی و شیلی از سازندهای قدیمی‌تر نیز به طور پراکنده در حوضه رخنمون دارند(نقشه ۱) .

در بین واحدهای سنگی حوضه مرکزی طالقان رود واحدهای کواترنری و عهد حاضر شامل نهشته‌های لغزشی قدیمی، پادگانه‌های آبرفتی، کوهرفت‌ها و دره‌های مدفون با شیب دامنه بیش از ۱۰ درصد و نهشته های غالباً گراولی پلیستوسن جمعاً با ۲۰ درصد گسیختگی در واحد سطح ، آهکهای دولومیتی همراه با لایه‌های سیلتی (Pr) با ۸/۸ درصد گسیختگی، نهشته‌های گچی، سیلتستون، گلسنگ و غالباً همراه با شن، (gy1,2) با ۱۰/۷ درصد، واحدهای سیلتستون، گلسنگ همراه با گنگلومرا مربوط به سازند سرخ بالایی با ۴/۴ درصد، واحدهای آذرین (Vp و Ekv) با ۰/۶۷ درصد و ماسه سنگهای سازند کهر (PEk) با ۰/۲۵ درصد گسیختگی در واحد سطح بیشترین حساسیت را نسبت به رانش زمین از خود نشان داده‌اند. شیب آستانه رانش در واحدهای سنگی یاد شده، ۱۰ تا ۲۰ درصد است.

درصد گسیختگی ناشی از رانش زمین بر اساس نسبت مساحت گسیخته شده به مساحت کل واحد سنگی محاسبه شده است. بخشهای گسیخته شده رانشی در هر واحد سنگی با داشتن بافت بسیار سست و به هم خورده و تخلخل ثانویه بسار بالا، با حضور عوامل فرساینده باد و باران به سرعت جا به جا شده و وارد چرخه حمل رسوبی می‌شوند. این بخشها در برابر عوامل محرک مانند شکلهای ناشی از لرزش زمین بسیار ناپایدار بوده و به راحتی فرو می‌ریزند و بستر بسیار مستعدی برای بسیاری از پدیده‌های فرسایشی مانند فرسایش شیاری و آبکندی هستند.

۲-۲- شناسایی، ثبت و بررسی ویژگیهای زمین لغزشهای حوضه

شناسایی اولیه حرکات توده‌ای زمین با استفاده از تفسیر عکسهای هوایی ۱:۲۰۰۰۰ در ۸ زیر حوضه از حوضه مرکزی طالقان رود انجام شد. با استفاده از اطلاعات استخراج شده از عکسهای هوایی و پیمایش صحرایی نقشه نهائی ثبت لغزش منطقه تهیه شد. (نقشه ۲).

برای هر لغزش، کلیه ویژگیهای هندسی شامل طول، عرض، مساحت و ویژگیهای ریخت شناسی دامنه‌های لغزشی مانند شکل دامنه از لحاظ تحدب، تقعر و شیب دامنه برداشت شد. عمده لغزشهای منطقه در نهشته‌های رسوبی- تبخیری اتفاق افتاده‌اند و از نوع لغزشهای چرخشی هستند. سطح گسیختگی لغزشهای چرخشی نسبتاً دایره‌ای و دارای افراز (Scarp) بسیار پرشیب است. هر چه توده گسیخته شده همگن‌تر باشد، سطح لغزش به حالت دایره‌ای نزدیک‌تر است. شکلهای دیگر لغزش مانند سیلانها (Flow)، محدود و بیشتر در بطن توده‌های گسیخته شده دیده می شوند و حرکت و جا به جائی مواد گسیخته شده در آنها نسبتاً سریع بوده است.

در بسیاری از دامنه‌ها رخداد زون‌های لغزشی (Landslide Zone) بسیار آشکار است. پهنه‌های لغزشی منطقه عموماً از چندین لغزش منفرد و وابسته به هم در یک دامنه تشکیل شده‌اند. سازوکار گسیختگی، ویژگیهای سنگ‌شناختی و ریخت شناختی این لغزشها بسیار مشابه هم می‌باشد. پهنه‌های با توان ایجاد بهمن خاک و سنگ (Avalanche) از دیگر شکلهای ناپایداری شیبها در منطقه هستند. این پهنه‌ها عموماً در واحدهای سنگی رسوبی- تبخیری ایجاد می‌شوند و با شکلهای پیشرفته فرسایش هزار دره‌ای، شیاری و آبکندی همراهند (عکس ۱) و رسوب‌زایی قابل توجهی دارند.

و بالاخره دامنه‌هایی با ریخت شناسی لغزشی در حوضه مرکزی طالقان رود مشاهده می‌شوند که بیانگر بیشینه فعال منطقه از لحاظ ناپایداری دامنه‌ها و آثاری از لغزشهای کهن هستند. این نوع از ناپایداریهای قدیمی تثبیت شده معمولاً به حالت تعادل رسیده‌اند و از لحاظ تولید رسوب، همانند دامنه‌های طبیعی گسیخته شده عمل نمی‌کنند و در محاسبات برآورد رسوب در رده لغزشهای فعال قرار نمی‌گیرند. از عمده ویژگیهای زمین لغزشهای منطقه که در فرایند تولید رسوب و افزایش بار رسوبی

حوضه، تأثیر قابل توجهی دارند، نوع سنگ‌شناسی عمدتاً رسوبی- تبخیری (حدود ۹۰ درصد از آنها) و نزدیکی مکانی محل رخداد آنها به آبراهه‌ها و مسیلها است ، به گونه‌ای که پنجه ۶۰ درصد زمین لغزشهای منطقه در مجاورت مسیلها قرار گرفته و یا آنها را مسدود کرده‌اند. سازوکار وقوع و میانگین بارش ۷۰۰ میلی‌متر در سال از دیگر عواملی هستند که به پدیده‌های تولید رسوب و افزایش بار رسوبی ناشی از رانشهای زمین کمک می کنند.

۲-۳- نتایج برآورد توان تولید رسوب زمین لغزشها و بار رسوبی در حوضه

حجم مواد گسیخته شده لغزشی وارده به سیستم حمل رسوب حوضه‌ها تابعی از موقعیت شیب گسیخته شده نسبت به مسیل، نوع، میزان و سرعت جا به جایی است. در مواردی که میزان جا به جایی توده خاک از هم گسسته شده در جهت شیب دامنه، برابر با طول سطح گسیختگی باشد حجم رسوب تولید شده (Soil loss) تقریباً معادل با حجم مواد گسیخته شده خواهد بود و در صورتی که لغزش مشرف بر مسیل باشد و مواد کاملاً پس از جا به جایی وارد بستر گردند و در معرض شستشو و حمل قرار گیرند، می‌توانند مستقیماً به عنوان بار رسوبی (Sediment Yield) به شمار آیند.

توان تولید رسوب حرکتهای توده‌ای ، توان بالقوه‌ای است که بسته به شرایط و عوامل متعدد ذاتی و محیطی می‌تواند در گستره بین صفر تا یک تغییر کند. توان تولید رسوب صفر مربوط به آن دسته از لغزشهایی است که وقوع آنها تقریباً تأثیر مستقیم و آنی در تولید رسوب و افزایش بار رسوبی حوضه ندارد، مانند لغزشهای سنگی گوه‌ای و یا صفحه‌ای، که در این حالت توده سنگ کاملاً صلب به طور یکپارچه روی سطوح لغزش جا به جا می شود و نقطه مقابل آن مربوط به زمین لغزشهایی است که تقریباً تمام یا بخش اعظم حجم گسیخته شده از خاک با سرعت زیاد جا به جا شده وارد سیستم حمل رسوب اعم از مسیلها یا رودخانه می‌شود. از این نوع، می‌توان لغزشهای لاسم و امامزاده علی در جاده هراز، لغزش آبی کار در استان چهارمحال و بختیاری و لغزشهای متعدد در طالقان را نام برد. این نوع زمین لغزشها عموماً عامل تشکیل سدهای زمین لغزشی هستند که در موارد بسیار پس از پرشدن دریاچه سد از آب ، سد می‌شکند و حجم عظیمی رسوب رها می‌شود. آنچه که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته، برآورد توان تولید رسوب حرکتهای توده‌ای در حوضه و بررسی همبستگی و آن با بار رسوبی (Sediment Yield) در ۸ زیر حوضه از طالقان رود است.

برای برآورد توان تولید رسوب زمین لغزشهاو ارتباط آن با افزایش بار رسوبی، با استفاده از تفسیر عکسهای هوایی و پیمایش و برداشت صحرایی مشخصات زمین لغزشها اعم از ویژگیهای هندسی، زمین ریخت شناسی و سنگ شناختی برداشت و ثبت شد و حجم کلیه توده‌های گسیخته شده لغزشی در زیر حوضه‌های هشت گانه محاسبه شد. در محاسبه ژرفای توده‌های گسیخته شده لغزشی برای رسم مقاطع لازم در برآورد حجم توده گسیخته شده، از روابط و قواعد تجربی می‌توان استفاده کرد. زمین‌لغزشهای چرخشی عموماً دارای سطوح گسیختگی دایره‌ای و افراز پرشیب هستند . این ویژگیها عموماً در زمین لغزشهای حوضه مرکزی طالقان رود که عمدتاً در نهشته‌های رسوبی- تبخیری نئوژن رخ داده‌اند وجود دارد این لغزشها به طور نسبی با نسبت ژرفا به طول بین ۰/۱۵ تا ۰/۳۳ معرفی می‌شود. در لغزشهای انتقالی با سطح گسیختگی مستوی نسبت ژرفا به طول عموماً بزرگ‌تر از ۰/۱ است (بل، ۱۹۸۳). با اندازه گیری ابعاد سطحی زمین‌لغزشها و استفاده از روابط بالا، ژرفای نسبی لغزشها قابل برآورد است و با محاسبه ژرفا و طول لغزش می‌توان مقاطع طولی و حجم لغزش را برآورد کرد. در این پژوهش، کلیه ویژگیهای ابعادی لغزشهای منطقه ثبت شد و به طور خلاصه در ۹۰ مورد لغزش ثبت شده در حوضه مرکزی طالقان، ۱۵ درصد دارای طول ۵۰ تا ۲۰۰ متر، ۵۰ درصد دارای طول ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر، ۲۸ درصد دارای طول ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر و ۸ درصد دارای طول بیش از ۱۰۰۰ متر هستند. پهنای زمین لغزشها نیز در گستره‌ای از ۱/۴ طول لغزش تا حداکثر برابر با طول قرار می‌گیرند. کمترین پهنا عموماً مربوط به لغزشهای سیلانی خاکی یا گلی و بیشترین پهنا عمدتاً در پهنه های لغزشی منطقه ثبت شده است.

با توجه به اینکه همه زمین لغزشهای حوضه در شیبهای نسبتاً تند مشرف بر مسیلها واقع شده‌اند و در بیش از ۶۰ درصد آنها مواد گسیخته شده به دلیل واقع شدن در پای دامنه مستقیماً وارد مسیل شده و در معرض شستشوی مستقیم توسط سیلابها هستند، تأثیرگذاری آنها بر بار رسوبی زیرحوضه‌ها می‌تواند بسیار محسوس باشد برای بررسی و همبستگی و برآورد میزان تأثیرگذاری سطوح گسیخته شده لغزشی بر رسوب دهی زیر حوضه‌ها علاوه بر محاسبه سطوح گسیخته شده و حجم مواد جا به جا شده برآورد مقدار رسوب دهی سالانه حوضه با استفاده از مدلهای مناسب ضروری است . در این تحقیق از نتایج اصلاح شده حاصل از روش پسیاک استفاده شده است. به نظر رفاهی (۱۳۷۵) روش پسیاک برای محاسبه فرسایش خاک و تولید رسوب در مناطق خشک و نیمه خشک غرب آمریکا ارائه شده و کاربرد آن در ایران، بویژه در طرح جامع حوضه‌های آبریز کشور (وزارت نیرو) پیشینه ۳۰ ساله دارد. برآورد رسوب دهی حوضه‌ها در این روش بر اساس جدول امتیازدهی ارائه شده برای ۹ عامل مؤثر شامل : سنگ شناسی، نوع خاک، آب و هوا، میزان روانآب، پستی و بلندی،

پوشش گیاهی، کاربری، فرسایش سطحی و فرسایش رودخانه‌ای انجام می‌گیرد. امتیـــــاز عوامل بر اساس فرمولهای ۹ گانه و جدولهای مربوط به هر عامل تخصیص می یابد. بر اساس مجموع امتیاز عوامل ۹ گانه، میزان رسوبدهی در هر واحد تعیین میگردد. رسوب دهی یا بار رسوبی مطرح در این روش شامل مجموع بار معلق (Suspended Load) و بار بستر (Bed Load) است. نتایج به دست آمده از روش پسیاک با استفاده از ارقام بار رسوبی محاسبه شده براساس روش مبنا و آمار واقعی تولید رسوب معلق حوضه اصلاح شده‌اند. ارقام محاسبه شده برای بار رسوبی ۸ زیر حوضه طالقان رود بر اساس تن در کیلومتر مربع در سال در جدول ۱ ارائه شده است.

فـــــرض مسلم در وجود ارتباط و همبستگی عامل بار رسوبی حوضه‌های ۸ گانه با پهنه‌های گسیخته شده لغزشی این است که مجموعه عوامل مؤثر در رسوب دهی واحدهای آبشناختی به گونه‌ای در ناپایداری شیبها و لغزش دامنه‌ها مؤثرند. نتایج پژوهشهای علمی می‌تواند به تبیین کمی قانونمندیهای حاکم بر این ارتباط کمک کند.

در بررسیها و پژوهشهای انجام شده، رابطه **میزان رسوبدهی و ، سطح گسیخته شده لغزشی** با استفاده از همپوشانی و قیاس نتایج حاصل از بررسی عوامل مؤثر در رسوب دهی ۸ زیر حوضه از حوضه مرکزی طالقان رود با نتایج حاصل از بررسی سطوح گسیخته شده و حجم مواد جا به جا شده ناشی از ۹۰ مورد رانش زمین در حوضه‌ها مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. نتیجه به دست آمده بیانگر وجود یک رابطه رگرسیونی با درجه همبستگی بسیار خوب بین عامل با رسوبی (Y) با سطوح گسیختگی لغزشی(X) در این حوضه ها است (معادله۲ و شکل ۱).

$$Y= 254/63X + 1062/2 \qquad (۲)$$

در این مـــــدل، رسوب‌دهی متغیـــر وابسته و سطح گسیختگی لغزشی متغیـــــر مستقل است. مقدار مجـــــذور ضریب تبییـــن (Coefficient of determination) معادله ۰/۶۸ است. که از لحاظ آماری برای یک مدل رگرسیونی دو متغیره مطلوب و بیانگر درصد وابستگی نسبی قابل توجه رسوب دهی حوضه‌ها به پدیده لغزش است.

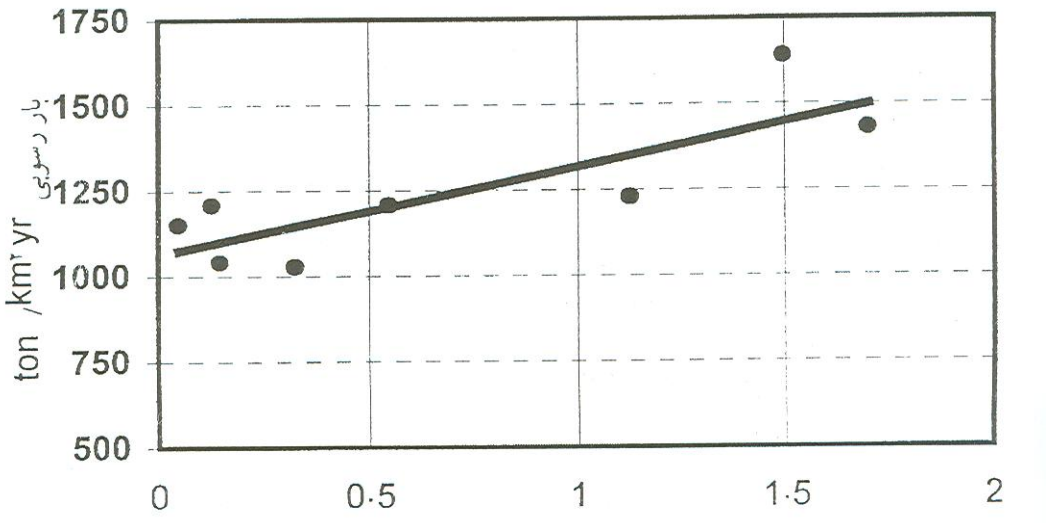
بحث ونتیجه گیری

تعیین رسوب دهی و بار رسوبی حوضه‌ها برای استفاده در طرحهای توسعه عمرانی- اقتصادی یک ضرورت است. در برآورد رسوب دهی و بار رسوبی حوضه‌ها بر اساس روشهای معمول، مانند مدل پسیاک، حدود ۱۰ عامل و لایه اطلاعاتی در منطقه باید بررسی و تجزیه و تحلیل قرار شود. تهیه این لایه‌ها افزون بر صرف وقت و هزینه قابل توجه عموما به دلیل نگرشی عام در طبقه بندیها و امتیازدهی، دقت لازم و کافی به نسبت توان کارشناسی به کار گرفته شده و هزینه صرف شده ندارد. در این تحقیق، با توجه به اینکه رسوب دهی و بار رسوبی حوضه‌ها و توان رخداد لغزش همه تابعی از عوامل مشترک طبیعی مانند سنگ شناسی، شیب و بارش هستند. فرض مسلم این بود که عواملی که باعث افزایش رسوب دهی در یک حوضه می‌شوند، در افزایش پدیده‌های فرسایشی مانند رانش زمین نیز مؤثرند و لذا ارزیابی توان رخداد لغزش می‌تواند در برآورد بار رسوب دهی حوضه به نحو مطلوب استفاده شود.

نتایج بیانگر این است که با درجه اطمینان قابل قبول می‌توان بر اساس شناخت و برآورد توان لغزش خیزی یک حوضه، بار رسوبی و رسوب دهی آن را برآورد کرد.

مدل رگرسیون دو متغیره ارائه شده در این تحقیق، با مجذور ضریب تبیین ۰/۶۸ بیانگر وابستگی ۶۸ درصد تغییرات رسوب دهی و بار رسوبی حوضه‌ها به عامل فراوانی سطوح گسیختگی لغزشی است. در این مدل، ۳۲ درصد تغییرات مربوط به دیگر عوامل مؤثر است که وارد مدل نشده‌اند. چنانچه به جای یک عامل، از دیگر عوامل مؤثر در رسوبدهی نیز در مدل استفاده شود، مقدار این ضریب تا حدود ۱۰۰ درصد قابل افزایش است. ارزش کاربردی این مدل در این است که برای برآورد بار رسوبی حوضه‌ها به جای تهیه دهها لایه اطلاعات فقط با یک عامل مؤثر می‌توان به یک برآورد نسبتاً خوب رسید. از نتایج این مدل می‌توان در برآورد رسوب دهی حوضه‌های فاقد آمار رسوبی و غیر قابل دسترس بر اساس شواهد لغزشی استفاده کرد.

با توجه به اینکه مجموعه کارهای تحقیقاتی انجام شده در بحث رسوب و لغزش در دنیا اندک است و از طرفی ضرورت توسعه کاربردی این روشها به طور جدی وجود دارد، پیشنهاد می‌شود محققان در این زمینه همت گمارند. نتایج این تحقیقات در تعیین میزان سرمایه گذاری لازم برای تثبیت شیبها و حفاظت خاک در پهنه‌های لغزشی کمک مؤثر خواهد کرد.

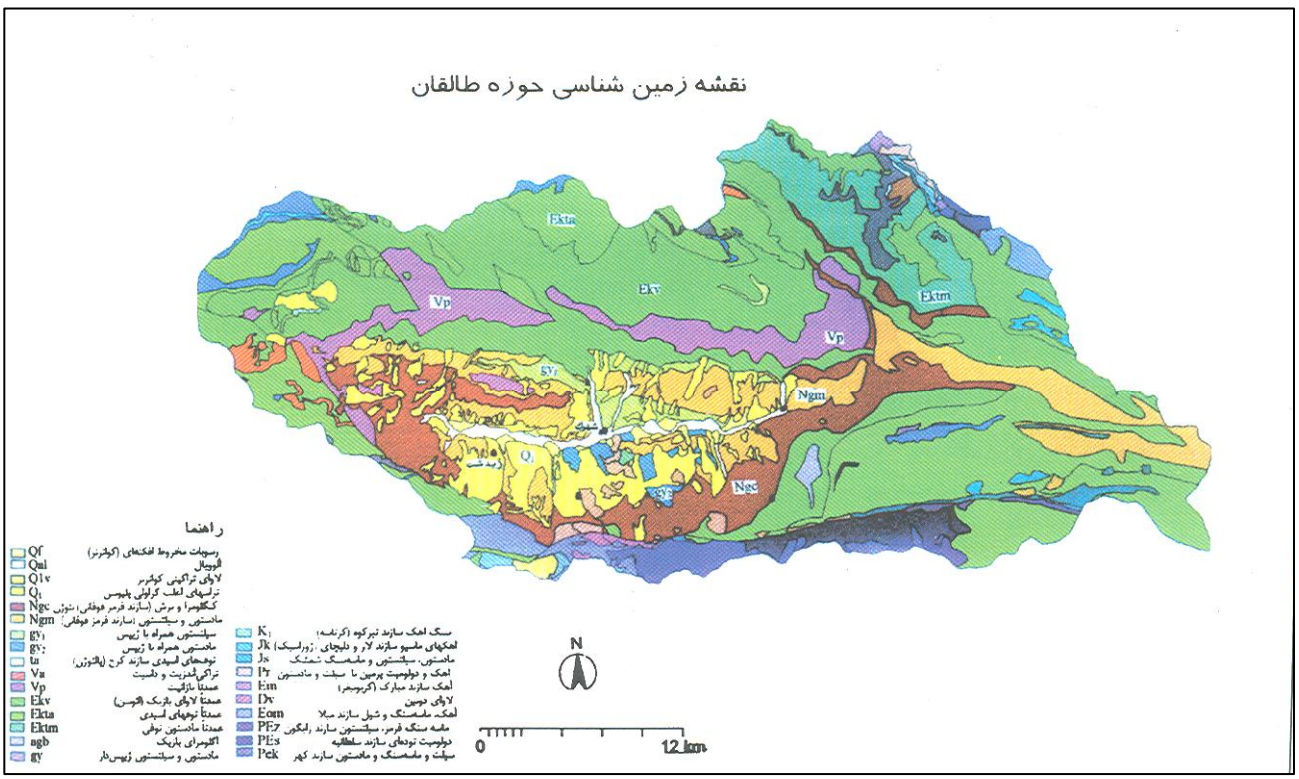


شکل۱- رابطه و همبستگی بار رسوبی و سطوح گسیختگی لغزشی در ۸ زیر حوضه طالقان مرکزی

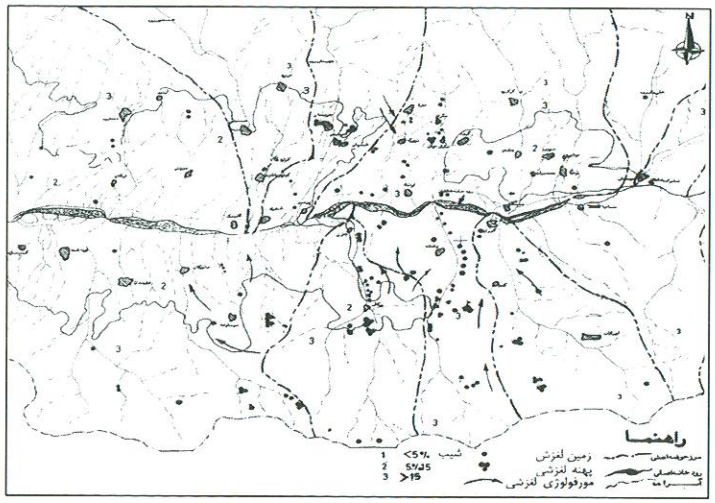
جدول ۱- میزان رسوب دهی و مشخصات مواد گسیخته شده لغزشی در ۸ زیر حوضه در طالقان مرکزی

ردیف	زیر حوضه	مساحت (km^2)	رسوب دهی ton/km^2/yr	سطح گسیخته شده لغزش (km^2)	حجم مواد لغزشی جا به جا شده (m^3)
۱	دنبلید	۶۱	۱۰۲۴	۰/۳۴	۲۱۵۱۷۹۱۸
۲	حسنجون	۹۴	۱۰۳۷	۰/۱۵	۷۷۵۵۴۳۹
۳	شهرک	۴۰	۱۲۰۵	۰/۵۵	۱۱۸۳۸۲۲۱
۴	نوندک	۸۱	۱۲۲۶	۱/۱۳	۳۲۳۴۶۸۲۷
۵	ورکش	۲۹	۱۴۲۵	۱/۷۰	۱۶۴۲۹۴۵۰۰
۶	خودکاوند	۲۵	۱۶۳۷	۱/۵	۱۰۶۲۱۳۸۱
۷	نسا بالا	۳۸	۱۲۰۶	۰/۱۳	۳۲۱۳۰۰۰
۸	جوستان	۶۷	۱۱۴۸	۰/۰۵	۱۸۱۹۹۳۵

عکس ۱- پهنه های با استعداد وقوع بهمن خاک و سنگ همراه با توسعه شکلهای فرسایش هزاردره ، شیاری وآبکندی



نقشه ۱ - نقشه زمین شناسی حوضه طالقان



نقشه ۲ - نقشه ثبت لغزش (Landslide Inventory Map) درحوضه طالقان مرکزی

کتابنگاری

ران و دیگران، ۱۹۷۵- شرح نقشه زمین شناسی چهارگوشه های قزوین و رشت- سازمان زمین شناسی کشور

رفاهی، ح.، ۱۳۷۵- فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران- صفحه ۲۳۴-۲۵۴

شریعت جعفری، م.، ۱۳۷۵- مبانی و اصول پایداری شیبهای طبیعی، انشارات سازه

شریعت جعفری، م.،۱۳۷۷- گزارش طرح تحقیقاتی ارزیابی روشهای پهنه بندی خطر لغزش در شیبهای حوزه طالقان رود، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور

شریعت جعفری،م.، ۱۳۷۷- تثبیت و کنترل سدهای زمین لغزه ای، دومین همایش ملّی رانش زمین و راههای مقابله با خطرات آن

کریم‌نژاد،ح.، غیومیان، ج.، شریعت جعفری، م.، پورکرمانی،م.، ۱۳۸۰- تحلیل سیستماتیک زمین لغزش امامزاده علی- جاده هراز، فصلنامه علمی- پژوهشی علوم زمین، شماره ۲۲

References

Bell, F.G.,1983- Fundamentals of Engineering Geology, ch.7.p.288

Ghayoumian,J., Shoaei,.Z., Shariatjafari,M., Karim nejad,H.,1999- Landslide in Central Alborz: Case Study of The Emamzadeh Ali Landslide, Malaysia, 2th Asian Engineering Geology Conference

Meijerink, A.M.J., 1974- Photo inter Pretation of Erosion Intensity in a Mountainous Catchments, The Aglar Catchments, in: A. M.J. Meijerink (Editor), Photo Hydrological Reconnaissance Surveys, I.T.C., Eschewed, The Netherlands, Ser.144: 309-326

Pachauvri, A.K. & Pant, M.,1992- Landslide Hazard Mapping Based on Geological Attributes. Eng. Geol., 32:81-100

Shariatjafari,M., 2000- Geotecnical Aspects and Stability Analysis of La1 Earthquake Landslide, 8th international IAEG Congress, Balkema, Rotterdam.

* پژوهشکدهٔ حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، تهران

*Soil Conservation & Watershed Research Institute, Tehran