



دانشگاه تربیت مدرس

دومین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران

۲۶-۲۴ مهر ماه ۱۳۸۰

دانشگاه تربیت مدرس



تحلیل دینامیک زمین لغزشها و طبقه بندی آنها با استفاده از روشهای مورفومتری (مطالعه: موردی حوضه اهرچای)

دکتر شهرام روستایی - عضو هیات علمی دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز

چکیده:

حوضه اهرچای علیا با مساحتی حدود ۱۱۳۰ کیلومتر مربع در غرب شهرستان اهر در استان آذربایجان شرقی واقع شده است. این حوضه از شمال و جنوب به وسیله رشته کوههای قره داغ احاطه شده و از نظر زمین ساخت، جزئی از آذربایجان محسوب می شود.

وجود نهشته های عمیق و رسوبات دریاچه یی، مخصوصاً در دامنه های جنوبی حوضه و همچنین عوامل مورفوتکتونیک و مورفوکلیمایی سبب شده دامنه های این منطقه از ناپایداری بالایی برخوردار باشند. بطوریکه در اثر لغزش های اتفاق افتاده، چند روستای منطقه خسارت عمده یی متحمل شده (روستاهای نصیرآباد و نگارستان...) و چند هکتار زمین مزروعی از بین رفته اند (منبع ۲).

تکنیکهای ارائه شده برای تحلیل مورفومتری لغزشها شامل ۷ شاخص است که برای اولین بار در مقالات فارسی زبان ارائه می شود. هر شاخص با استفاده از رابطه معینی، فرآیندهای مؤثر در شکل لغزشها را ارائه می کنند. اندازه گیریها شامل میزان انبساط (Dilation)، روانی (Flowage)، جابجایی (Displacement)، جریان ویسکوز (Viscous Flow)، نازک شدگی (Tenacity) و سیالیت (Fluidity) لغزشها است. نسبت عمق به طول (D/L) به عنوان شاخص عددی در طبقه بندی لغزشها به گروههای مختلف به کار رفته است.

در تحقیق حاضر، روش مورفومتری برای تجزیه و تحلیل ۵۰ مورد زمین لغزش اتفاق افتاده در حوضه اهرچای استفاده شده است. عمده ترین هدف این تحقیق، آزمون آماری درجه و نوع رابطه بین شاخص های مورفومتری و فرآیند بوجود آورنده هر لغزش است. نتایج نشان می دهد که ارتباط نزدیکی بین مورفولوژی لغزش و فرآیند اصلی به وجود آورنده آن وجود دارد که مهم ترین آنها رابطه معکوس بین شاخص های سیالیت، جابجایی، روانی و جریان ویسکوز با شاخص عمق (D/L) است.

۱- مقدمه

لغزش پدیده بی طبیعی است که در مناطق کوهستانی اتفاق می افتد و بازسازی عوامل بوجود آورنده آن به وسیله آنالیز مورفولوژی آن امکان پذیر است (منبع ۵). بنابراین لازم است، روشهایی برای بازسازی وضعیت گذشته منطقه ارائه و مورد آزمون قرار گیرند. تحقیق حاضر به معرفی تحلیل چنین روشهایی توجه دارد و قصد آن دارد با استفاده از روشهای مورفومتری، وضعیت لغزشهای منطقه اهرچای را مورد بررسی قرار دهد.

۷ شاخص مورفومتریک در این مقاله ارائه شده است که عبارتند از: شاخص انبساط (Dilation) شاخص روانی (Flowage) شاخص جابجایی (Displacement) شاخص جریان ویسکوز (Viscous Flow) شاخص نازک شدگی (Tenacity) شاخص سیالیت (Fluidity) و شاخص طبقه بندی یا عمق (Classification) که روابط محاسباتی آنها در جدول ۱ و مفهوم هر یک از مولفه های فرمول ها در جدول ۲ ارائه شده است. هر یک از این شاخص ها در تحلیل بخشی از مورفولوژی لغزشها کاربرد دارند و در نهایت تلفیق نتایج بدست آمده از هر بخش، ما را به هدف نهایی که همان بازسازی شرایط مورفولوژی گذشته منطقه است رهنمون می سازد.

جدول ۱- شاخص های مورفومتری لغزشها و روابط محاسباتی آنها (از منبع ۷)
(شرح روابط در جدول ۲ ارائه شده است)

شاخص	رابطه
عمق	$D/L * 100$
انبساط	WX/WC
نازک شدگی	LM/LC
روانی	$ WX/WC - 1 LM/LC * 100$
جریان ویسکوز	LF/DC
جابجایی	LR/LC
سیالیت	با میزان آب مشخص می شود

چون شاخص های مورفومتری ارائه شده در این مقاله اولین بار است برای مطالعه لغزشها در ایران بکار می رود، بنابراین لازم است شرح مختصری درباره آنها ارائه گردد. شاخص طبقه بندی نسبت حداکثر عمق توده جابجا شده قبل از جابجایی، به حداکثر طول توده لغزش یافته است که به درصد بیان می شود. این شاخص برای اولین

بار توسط Skempton (منبع ۱۱) و بعداً توسط Crozier (منبع ۶) برای طبقه بندی لغزشها مورد استفاده قرار گرفته است و محققین مذکور به این نتیجه رسیده اند که شاخص مذکور وسیله مناسبی برای تمایز بین لغزشهای سطحی، لغزشهای چرخشی عمیق و اسلامپ ها Slump است. شاخص انبساط میزان پهن شدگی توده لغزش یافته را نشان می دهد، شاخص جریان بیانگر طول مواد جابجا شده است و شناسایی دخالت آب، شیب دامنه و نوع مواد به وسیله این شاخص امکان پذیر می باشد. اگر سطح گسیخته، سطح برشی مشخصی باشد، شاخص جابجایی میزان جابجایی توده را بهتر نمایان می سازد. میزان نازک شدگی توده جابجا شده بوسیله شاخص نازک شدگی تعیین می شود و در نهایت میزان آب در زمان وقوع لغزش به وسیله شاخص سیالیت مشخص می گردد (جدول ۲).

جدول ۲- ابعاد اندازه گیری شده برای لغزشها (منبع ۶) (به شکل ۱ مراجعه شود)

مفهوم	ابعاد	
حداکثر پهنای لغزش که عمود به طول لغزش lc است	عرض توده جابجا شده (WX)	۱
حداکثر پهنای بین حاشیه های لغزش عمود به lr	عرض بخش فرو افتاده (WC)	۲
حداقل فاصله بین تاج و انتهای لغزش	طول کل (L)	۳
حداقل فاصله بین پیشانی تا او جگاه لغزش	طول توده جابجا شده (Lm)	۴
حداقل فاصله بین انتهای سطح گسیخته تا تاج لغزش	طول سطح گسیخته (Lr)	۵
حداکثر عمق توده جابجا شده که عمود به l_m و w_x است	عمق توده جابجا شده (Dc)	۶
حداکثر عمق سطح گسیخته (منا عمق سطح سنگ بتر است) *	عمق سطح گسیخته (Dr)	۷
طول سطحی آه گسیختگی در آن مشخص است	سطح گسیخته ظاهر شده (Lf)	۸
طول زخمه یی آه در اثر لغزش در دامنه ایجاد شده است	طول بخش فرو افتاده (Lc)	۹

* (برای اندازه گیری عمق توده لغزش یافته، عمق سطح سنگ بستر در نظر گرفته شده که این عمق از طریق حفاریهای وزارت نیرو در منطقه بدست آمده است) (منبع ۳)

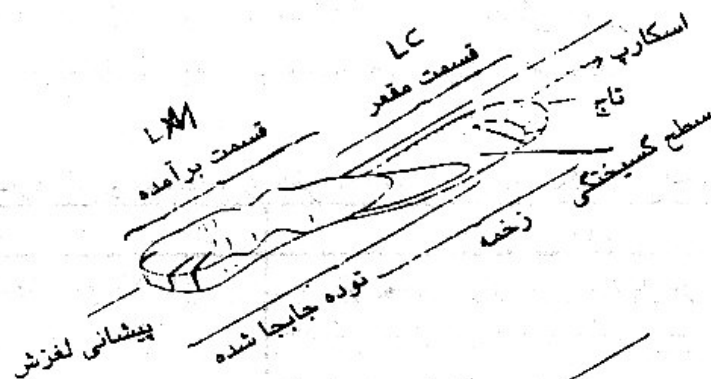
۲- روش جمع آوری داده ها

برای مطالعه زمین لغزشها و تجزیه تحلیل آنها به روش کمی، از عکسهای هوایی مقیاس ۱/۲۰۰۰۰ و ۱/۵۰۰۰۰، نقشه های توپوگرافی، نقشه های زمین شناسی و خاک شناسی منطقه و بررسی های میدانی استفاده شده است.

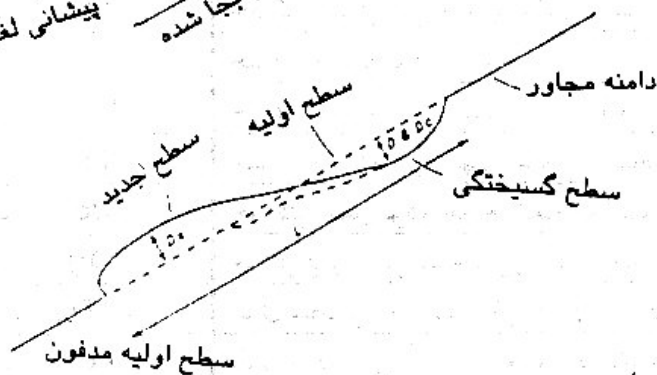
پس از شناسایی لغزشهای اتفاق افتاده در منطقه مورد مطالعه، برای استخراج داده های مورد نیاز؛ ابعاد لغزشها اندازه گیری شده است. ابتدا شاخصهای مورفومتری مورد استفاده و اجزای هریک از آنها بطور کامل شناسایی و تفسیر شده اند (جدول ۱ و ۲ و شکل ۱) سپس

مطابق با شکل ۱ ابعاد لغزشها به وسیله نوارمتری اندازه گیری شده و نتایج حاصل از اندازه گیری و محاسبه شاخص ها در جدول ۳ ارائه گردیده است.

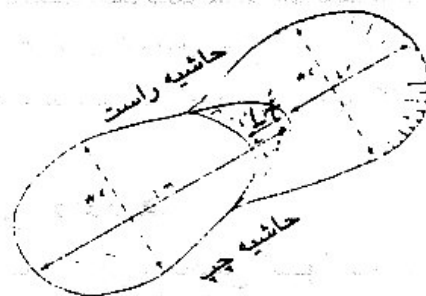
(الف)



(ب)



(ج)



شکل ۱- نمودار شماتیک ابعاد اندازه گیری شده برای لغزشهای مورد مطالعه (شرح در جدول ۲) (از منبع ۶).

جدول ۳- مقادیر محاسبه شده برای لغزشهای منطقه اهرچای

ردیف	گروه	شاخص طبقه بندی	شاخص انبساط	شاخص روانی	شاخص جابجایی	شاخص جریان ویسکوز	شاخص نازک شدگی	شاخص سیالیت
۱	۱	۱۰	۱/۵۰	۱۹۰	۲۹	۳/۷۲	۲/۸۰	۲/۲۹
۲	۱	۸/۱۸	۱/۲۰	۱۵۷	۲۸	۴/۵۰	۱/۶۶	۱/۵۴
۳	۱	۱۱/۴۲	۱/۶۲	۱۷۱	۴۸	۲/۸۰	۲/۴۵	۱/۸۹
۴	۱	۹	۰/۸۳	۲۱۰	۳۲	۷/۷۰	۲/۴۸	۱/۷۳
۵	۱	۸/۳۳	۱/۲۱	۱۸۰	۶۰	۳/۳۰	۲/۶۶	۱/۹۹
۶	۱	۱۱/۵۷	۱/۴۰	۲۶۰	۳۳	۳/۱۲	۲/۸۳	۲/۳۴
۷	۱	۱۰/۷۶	۱/۳۳	۱۹۰	۱۸	۱/۶۶	۲/۵۶	۱/۷۵
۸	۱	۱۱/۵۴	۱/۵۰	۲۲۶	۳۵	۶/۲۰	۲/۵۰	۱/۹۷
۹	۱	۱۱/۲۲	۱/۳۳	۲۲۶	۴۵	۶/۳۶	۲/۶۳	۲/۲۴
۱۰	۱	۱۱/۶۲	۱/۴۵	۲۲۳	۵۰	۴/۳۴	۲/۴۰	۲/۰۲
۱۱	۱	۸/۹۶	۱/۶۲	۲۴۴	۳۳	۷/۶۲	۲/۷۵	۲/۳۴
۱۲	۲	۶/۳۸	۱/۲۶	۲۴۰	۶۰	۴/۳۰	۲/۴۰	۱/۸۸
۱۳	۲	۷	۱/۵۳	۲۲۸	۵۴	۵/۶۴	۲/۲۰	۱/۵۱
۱۴	۲	۶/۶۶	۰/۸۵	۲۲۰	۴۶	۵/۶۰	۱/۴۶	۱/۱۷
۱۵	۲	۸/۴۰	۱/۰۸	۱۵۵	۳۹	۵/۴۱	۲/۴۰	۲/۱۸
۱۶	۲	۸/۷۷	۱/۵۷	۱۶۲	۴۵	۷/۹۲	۲/۶۶	۲/۳۲
۱۷	۲	۸	۱/۳۰	۳۱۲	۶۲	۷/۶۲	۲/۵۰	۱/۸۴
۱۸	۲	۷/۳۹	۱/۲۷	۲۱۲	۳۶	۵/۸۰	۲/۷۰	۲/۱۶
۱۹	۲	۷/۱۸	۱/۱۶	۲۴۴	۶۱	۶/۹۰	۲/۲۷	۲/۰۷
۲۰	۲	۷/۳۰	۰/۸۳	۳۳۷	۵۱	۸/۴۰	۱/۵۰	۱/۸۴
۲۱	۲	۷/۶۴	۰/۸۱	۳۲۸	۷۴	۹/۲۰	۱/۸۰	۱/۹۳
۲۲	۳	۵/۱۶	۱/۱۳	۲۵۰	۴۷	۱۱/۳۰	۱/۲۴	۱/۶۵
۲۳	۳	۶/۲۳	۰/۸۶	۳۷۸	۶۳	۶/۲۵	۱/۳۷	۱/۸۲
۲۴	۳	۵/۹۳	۰/۸۷	۲۸۳	۴۴	۶/۵۴	۱/۴۰	۱/۷۰
۲۵	۳	۶/۷۵	۱/۰۲	۳۷۱	۶۳	۷/۶۷	۱/۶۶	۱/۷۹
۲۶	۳	۶/۶۰	۱/۱۶	۳۳۶	۶۰	۷/۸۰	۱/۶۶	۱/۸۸
۲۷	۳	۶/۴۶	۰/۹۰	۳۱۴	۶۸	۱۰/۵۰	۱/۵۵	۱/۷۴
۲۸	۳	۵/۷۰	۰/۸۷	۱۹۰	۵۴	۱۱/۹۲	۱/۶۰	۱/۸۰
۲۹	۳	۶/۳۲	۰/۸۵	۳۷۰	۴۸	۱۱/۲۰	۲/۱۶	۱/۶۲
۳۰	۳	۶	۰/۹۰	۲۸۷	۶۹	۷/۷۷	۱/۸۰	۱/۸۸
۳۱	۳	۶/۶۱	۱/۳۷	۲۸۷	۵۲	۸/۴۵	۲/۱۲	۲/۰۲
۳۲	۳	۶	۰/۸۷	۲۹۹	۷۲	۸/۸۵	۱/۹۰	۲/۵۱
۳۳	۳	۵/۳۸	۰/۸۸	۳۲۳	۴۹	۸/۰۰	۱/۲۴	۲/۳۶
۳۴	۳	۵/۴۵	۰/۹۴	۳۵۰	۵۸	۹/۲۰	۱/۱۳	۲/۲۲
۳۵	۳	۵/۵۴	۱/۳۳	۲۶۶	۸۱	۸/۵۰	۱/۴۵	۲/۹۳
۳۶	۳	۵/۸۸	۰/۸۸	۲۹۴	۹۰	۸/۶۰	۱/۶۰	۲/۵۷
۳۷	۴	۵/۴۰	۰/۷۵	۲۲۴	۸۵	۸/۵۰	۱/۵۰	۳/۲۱
۳۸	۴	۵/۵۷	۰/۸۰	۳۲۶	۴۹	۶/۸۵	۱/۵۸	۲/۴۲
۳۹	۴	۴/۲۳	۰/۶۴	۴۲۲	۲۲	۸/۷۹	۱/۳۰	۲/۵۵
۴۰	۴	۶/۸۴	۰/۹۳	۳۶۹	۵۶	۷/۵۹	۱/۶۰	۲/۷۰
۴۱	۴	۴/۶۰	۰/۷۱	۴۰۰	۸۳	۸/۳۰	۱/۴۰	۲/۳۲
۴۲	۴	۵/۳۵	۰/۸۲	۱۸۷	۷۷	۸/۰۰	۱/۴۵	۲/۷۴
۴۳	۴	۳/۹۳	۱/۱۲	۴۷۱	۵۳	۹/۷۱	۱/۰۹	۳/۳۶
۴۴	۴	۳/۹۸	۰/۹۴	۴۸۷	۶۹	۸/۶۰	۱/۳۰	۳/۲۲
۴۵	۴	۴/۵۸	۰/۶۶	۳۳۸	۵۰	۸/۸۰	۱/۳۶	۲/۴۶
۴۶	۴	۴/۵۹	۱/۲۶	۳۳۵	۸۰	۸/۷۳	۱/۶۳	۲/۵۶
۴۷	۴	۳/۹۰	۰/۷۳	۴۰۱	۷۴	۱۳/۱۰	۱/۲۰	۳/۲۲
۴۸	۴	۴/۷۰	۱/۱۲	۳۶۶	۸۹	۸/۹۴	۱/۴۸	۳/۱۶
۴۹	۴	۵/۱۰	۰/۸۶	۲۸۵	۴۳	۸/۹۰	۱/۵۰	۲/۹۳
۵۰	۴	۳/۳۳	۰/۸۹	۴۵۳	۷۶	۸/۵۰	۱/۰۸	۲/۷۷

گروه ۲=لغزشهای انتقالی یا صفحه بی

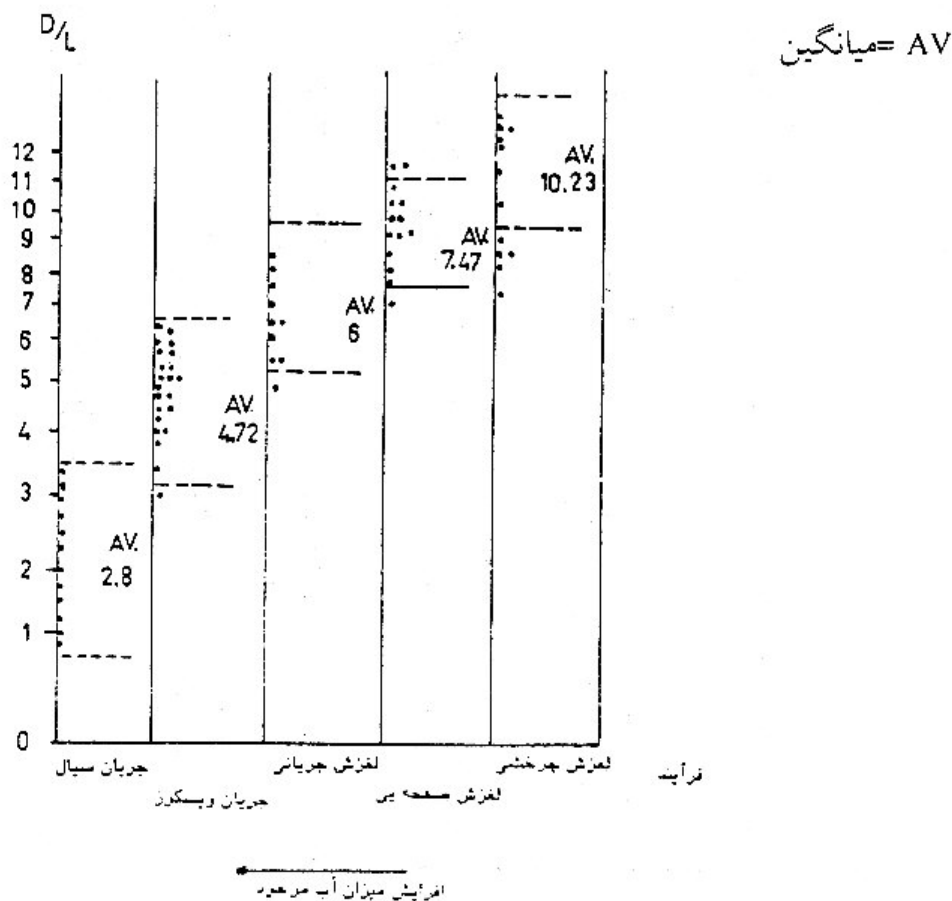
گروه ۴=لغزشهای جریان

گروه ۱=لغزشهای چرخشی

گروه ۳=لغزشهای ویسکوز

۳- تجزیه و تحلیل شاخص عمق و طبقه بندی لغزشهای منطقه

برای طبقه بندی لغزشهای اهرچای از شاخص عمق استفاده شده است که همان نسبت بین عمق به طول لغزش (D/L) است و به درصد بیان می شود. این روش برای اولین بار توسط Skempton معرفی شد و بعداً در کارهای Davidson (منبع ۸) Selby (منبع ۱۰) Mclean & Davidson (منبع ۹) و Crozier (منبع ۷) مورد استفاده قرار گرفت. در این تحقیق شاخص عمق برای تمامی لغزشهای اتفاق افتاده در منطقه اهرچای محاسبه شده و نتایج بدست آمده نشان می دهد که مقدار آن از ۳ تا ۱۲ متغیر است (جدول ۳). Brunsden (منبع ۴) و Crozier (منبع ۷) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که هرچه مقدار بدست آمده برای شاخص طبقه بندی کمتر باشد، لغزش حالت جریانی دارد و بالا بودن این مقدار نشانگر عمق زیاد لغزش است. لغزشهای منطقه اهرچای نیز بر اساس یافته های آنها طبقه بندی شده اند (جدول های ۳ و ۴ و شکل ۲).



شکل ۲- طبقه بندی لغزشهای منطقه اهرچای بر اساس شاخص عمق D/L

بر اساس مقادیر بدست آمده از محاسبه شاخص عمق لغزشهای حوضه به چهار گروه اصلی طبقه بندی شده اند که عبارتند از: لغزشهای چرخشی، لغزشهای انتقالی، لغزشهای جریانی و لغزشهای جریان ویسکوز (جدول های ۳ و ۴ و شکل ۲).

جدول ۴- خلاصه آماری مقادیر محاسبه شده برای شاخص های مورفومتری در حوضه اهرچای

شاخص	R.S	گروه لغزشها P.S	V.F	S.F
طبقه بندی	M	۷/۴۷۲	۶/۰۰۱	۴/۷۲
	S	۰/۷۴۹	۰/۴۹۱	۰/۸۹۰
	m+s	۸/۲۲۱	۶/۴۹۲	۵/۶۱۰
	m-s	۶/۷۲۳	۵/۵۱۰	۳/۸۳۰
انبساط	m	۱/۱۶۶	۰/۹۸۲	۰/۸۷۴
	S	۰/۲۷۵	۰/۱۸۲	۰/۱۸۶
	m+s	۱/۴۴۱	۱/۱۶۴	۱/۰۶۰
	m-s	۰/۸۹۱	۰/۸۰۰	۰/۶۸۸
روانی	m		۳۰۶/۵۳۳	۳۶۱/۷۱۴
	S		۵۰/۹۳۸	۸۷/۹۷۵
	m+s		۳۵۷/۴۷۱	۴۴۹/۶۸۹
	m-s		۲۵۵/۵۹۵	۲۷۴/۰۰۰
جابجایی	m	۵۲/۸۸۰	۶۱/۱۸۷	۶۹/۰۰۰
	S	۱۱/۷۱۰	۱۳/۱۴۸	۱۵/۵۰۸
	m+s	۶۴/۵۹۰	۷۴/۳۳۵	۸۴/۵۰۸
	m-s	۴۱/۱۷۰	۴۸/۰۳۹	۵۳/۴۹۲
نازک شدگی	m	۲/۱۸۹	۱/۵۹۲	۱/۳۹۱
	S	۰/۴۵۱	۰/۳۰۷	۰/۱۷۸
	m+s	۲/۶۴۰	۱/۸۹۷	۱/۵۶۹
	m-s	۱/۷۳۸	۱/۲۸۳	۱/۲۱۳
جریان ویسکوز	m		۸/۸۵۰	
	S		۱/۶۴۸	
	m+s		۱۰/۵۳۴	
	m-s		۷/۱۶۶	
سیالیت	m	۱/۹۳۲	۲/۰۴۵	۲/۸۳۰
	S	۰/۳۳۲	۰/۴۱۴	۰/۳۵۰
	m+s	۲/۲۶۴	۲/۴۵۹	۳/۱۸۰
	m-s	۱/۵۹۹	۱/۶۳۰	۲/۴۷۹

R.S = لغزش های چرخشی
P.S = لغزشهای انتقالی
SF = لغزشهای جریانی
V.F = جریانهای ویسکوز
m = میانگین
s = انحراف معیار

پس از محاسبه شاخص های مورفومتری و تقسیم لغزشها به گروههای مختلف؛ برای شناخت مطلوبیت طبقه بندی انجام شده؛ آزمونهای آماری به عمل آمده است (آنالیز واریانس F، آزمون ضریب همبستگی و تحلیل ممیزی Discriminant Analysis). معنی داری اختلاف بین میانگین های شاخص های اندازه گیری شده با استفاده از آنالیز واریانس انجام شده است. برای اجرای این آزمون از لغزشهای طبقه بندی شده (جدول ۳) استفاده شده و تفاوت بین میانگین گروهها در سطح معنی داری ۹۵ و ۹۹ درصد به وسیله نرم افزار SPSS محاسبه شده است (جدول ۵).

جدول ۵- معنی داری اختلاف بین میانگین ها برای هریک شاخصها

شاخص	طبقه بندی	انبساط	نازک شدگی	جابجایی	ویسکوز	روانی	سیالیت
F	۸۲/۸	۱۲/۲۹	۳۳/۵۵	۱۲/۴۸	۱۶/۹۵	۱۴/۴۱	۱۹/۲۴
معنی داری F	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
درجه آزادی	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
تعداد لغزش	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰

F محاسبه شده وسط معنی داری آن نشان می دهد که بین میانگین گروهها در هر ۷ شاخص؛ اختلاف معنی داری وجود دارد. بنابراین طبقه بندی انجام شده برای لغزشهای منطقه قابل قبول می باشد.

برای شناخت رابطه بین شاخص طبقه بندی وسایر شاخص ها؛ ضریب همبستگی پیرسون r بین آنها محاسبه شده است (جدول ۶). نتایج نشان می دهد که همبستگی بین شاخص طبقه بندی وسایر شاخص ها در سطح ۹۹ درصد معنی دار است.

جدول ۶- ضریب همبستگی بین شاخص های مورفومتری و شاخص طبقه بندی

شاخص	انبساط	نازک شدگی	جابجایی	روانی	جریان ویسکوز	سیالیت
ضریب همبستگی	۰/۶۵۳	۰/۸۳۷	-۰/۶۴۲	-۰/۶۸۰	-۰/۷۰۰	-۰/۴۵۲
سطح معنی داری	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
تعداد مشاهدات	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰

نتایج حاصل از آزمون تحلیل ممیزی نشان می دهد که طبقه بندی به عمل آمده برای لغزشهای منطقه اهرچای با اطمینان ۸۴ درصد قابل قبول است (جدول ۷)

جدول ۷- نتایج آزمون تحلیل ممیزی برای تعیین دقت طبقه بندی لغزشها

ردیف	گروه لغزش ها	تعداد	درصد			در گروه
			۱	۲	۳	
۱	لغزش های چرخشی	۱۱	۸۱/۸ %	۱۸/۲ %	۰ %	۴
۲	لغزشهای انتقالی	۱۰	۰ %	۸۰ %	۲۰ %	۰ %
۳	جریان ویسکوز	۱۵	۰ %	۶۷ %	۳۳/۳ %	۲۰ %
۴	لغزش های جریانی	۱۴	۰ %	۰ %	۰ %	۱۰۰ %

میزان صحت طبقه بندی ۸۴ درصد است.

۴- تحلیل رابطه بین مورفولوژی لغزشها و فرآیند ایجاد کننده آنها

شکل لغزش و فرآیند بوجود آورنده آن معمولاً رابطه نزدیکی باهم دارند، درحقیقت فرآیند و شکل به هم مربوط هستند و علت آن این است که فرآیند در تعیین شکل لغزش دخالت دارد.

۴-۱ رابطه بین گسترش جانبی لغزشها و نوع آنها

بامطالعه و تجزیه و تحلیل شکل لغزشها، می توان نقش عوامل موثر در وقوع آن را در گذشته بازسازی نمود. برای این کار از تغییرات پهنای لغزشهای اتفاق افتاده استفاده شده و شاخص انبساط برای این منظور طراحی شده است.

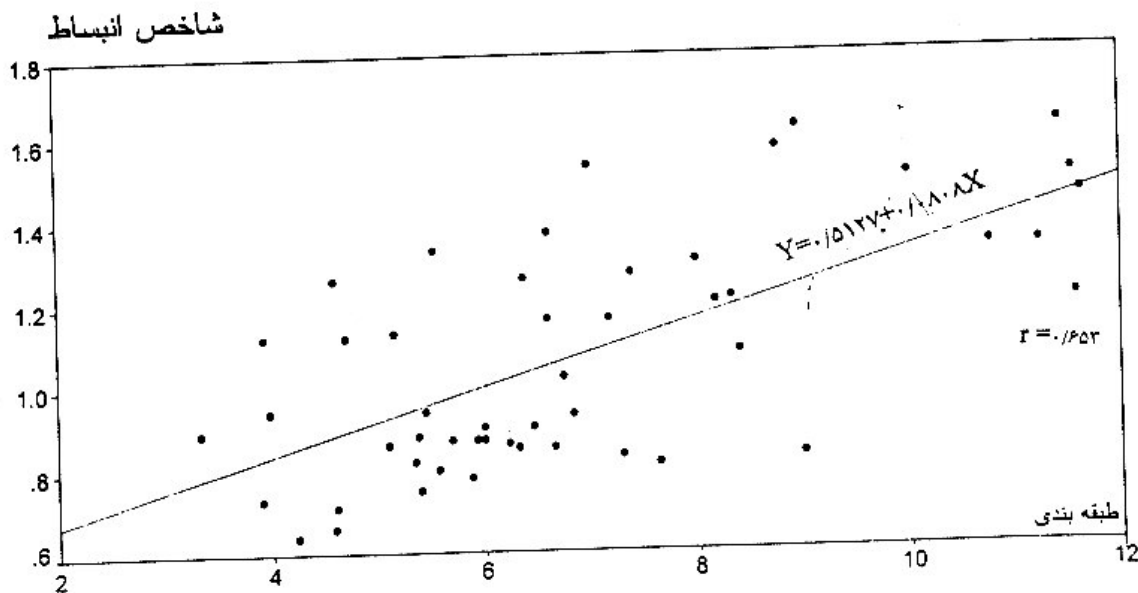
نوع مواد، میزان آب و شیب دامنه در تغییر شکل لغزشها موثر هستند و مواد لغزش یافته بر این اساس و ویژگیها و ابعاد مختلفی پیدامی کنند (منبع ۱). در این بررسی بین مقادیر محاسبه شده شاخص انبساط برای تمامی لغزشها و شاخص طبقه بندی، همبستگی برقرار شده است. نتایج نشان داد که این رابطه خطی و معنی دار است ($r = 0/653$ معنی دارد در سطح ۱ درصد) (شکل ۳ و رابطه ۱).

$$1) Y = 0/5127 + 0/1808X$$

(رابطه ۱)

$$Y = \text{شاخص انبساط} \quad X = \text{شاخص طبقه بندی}$$

شکل ۳ نشان می دهد که با افزایش مقدار شاخص طبقه بندی، انبساط لغزشها نیز افزایش پیدامی کند. بدین معنی که در گروه لغزشهای جریانیه، انبساط لغزشها به حداقل رسیده و توده متحرک بصورت رودخانه یی باریک درآمدن است و بسوی لغزشهای چرخشی میزان انبساط افزایش یافته است.



شکل ۳- خط رگرسیون رابطه بین شاخص طبقه بندی و شاخص انبساط لغزشهای منطقه

۴-۲ رابطه بین نازک شدگی لغزشها و نوع آنها

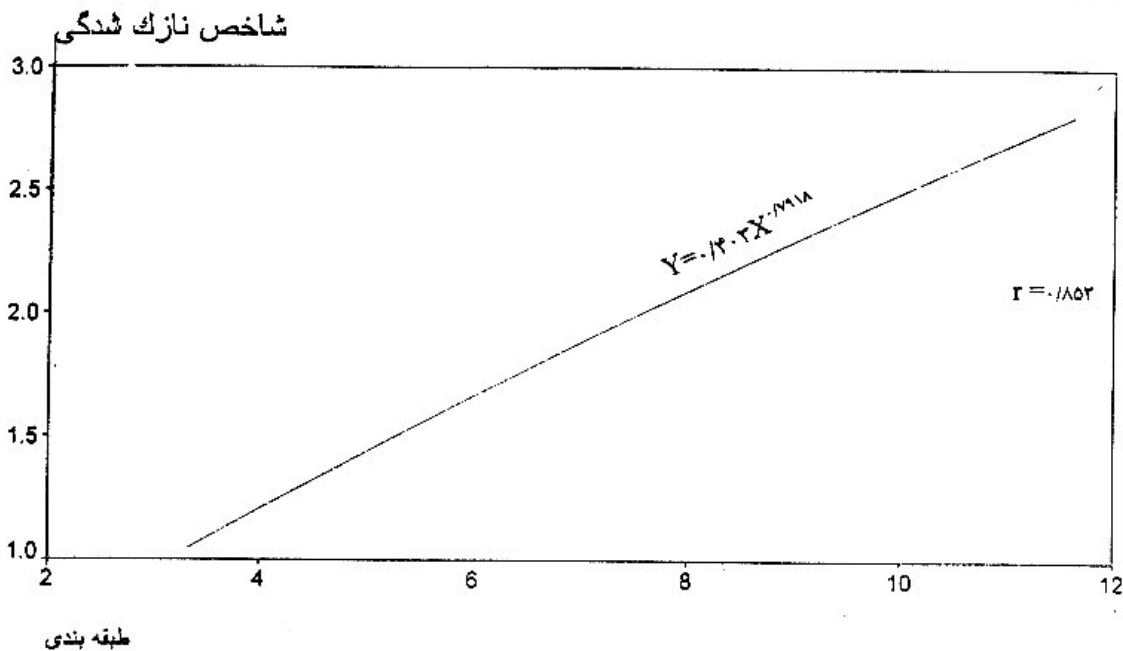
شاخص نازک شدگی برای شناخت میزان تحرک توده جابجاشده در هنگام وقوع

لغزش استفاده شده است. برای تشخیص رابطه بین نازک شدگی لغزشها و نوع آنها؛ ابتدا کل لغزشهای مورد مطالعه در نظر گرفته شده و همبستگی خوب و مستقیمی بین نازک شدگی و نوع لغزش وجود دارد ($r = 0/837$ معنی دار در سطح ۱ درصد). در مرحله بعدی بین لغزشهای جریانی و شاخص طبقه بندی رابطه برقرار شده و این رابطه معکوس ولی معنی دار است. مقایسه مدل های رگرسیونی مختلف نشان داد که رابطه بین نازک شدگی و نوع لغزشها در اهرچای به وسیله تابع توانی بهتر توجیه می شود (رابطه ۲ و شکل ۴).

$$(2) Y = 0/403X^{0/7918} \quad (\text{رابطه ۲})$$

روابط فوق نشان می دهد که در لغزشهای منطقه اهرچای میزان حرکت توده جابجا شده، رابطه مثبتی با ضخامت و طول دامنه دارد. در دامنه هایی که توده های ضخیم وجود دارد و طول دامنه زیاد است، میزان جابجایی بیشتر است. از طرفی رابطه مستقیم برای تمامی لغزشها به این دلیل است که مقدار جابجایی مواد بستگی به وسعت و طول دامنه دارد (منبع ۱). از طرفی نازک شدگی توده جابجا شده رابطه مستقیمی با وجود آب دارد و با توجه به اینکه حوضه اهرچای منطقه نیمه خشک محسوب می شود، بنابراین شیب دامنه ها در این منطقه نقش عمده ای در میزان حرکت لغزشها ایفا می کند.

تحلیل واریانس و تحلیل ممیزی نشان می دهد که اختلاف بین میانگین گروهها در سطح ۱ درصد معنی دار است (جدول های ۷ و ۵). با توجه به ضریب تبیین $R^2 = 0/70$ ، می توان گفت که نازک شدگی ۷۰ درصد لغزشهای منطقه به وسیله رابطه ۲ قابل توجیه است.



شکل ۴- خط رگرسیون رابطه بین شاخص طبقه بندی و نازک شدگی لغزشها در منطقه

۴ تعیین میزان ناپایداری لغزشها به وسیله شاخص جابجایی

برای شناسایی میزان ناپایداری لغزشها، محاسبه میزان جابجایی توده های لغزش یافته در سطح دامنه ضرورت دارد. بدین منظور از شاخص جابجایی استفاده شده است. آزمون بعمل آمده در مورد لغزشهای اهرچای نشان می دهد که رابطه بین مقادیر جابجایی لغزشها و فرآیند ایجادکننده آنها، در مورد کل لغزشها در سطح درصد معنی دار ولی معکوس است. اختلاف میانگین مقادیر جابجایی برای هر گروه در سطح درصد معنی دار است ($F=12/48$) (جدول ۵). نتایج حاصل از مقایسه مدل های رگرسیونی برای رابطه بین شاخصهای طبقه بندی و جابجایی نشان می دهد که بهترین مدل برای رابطه مذکور، مدل توانی است (رابطه ۳ و شکل ۵).

$$Y=201/12X^{-0.7046}$$

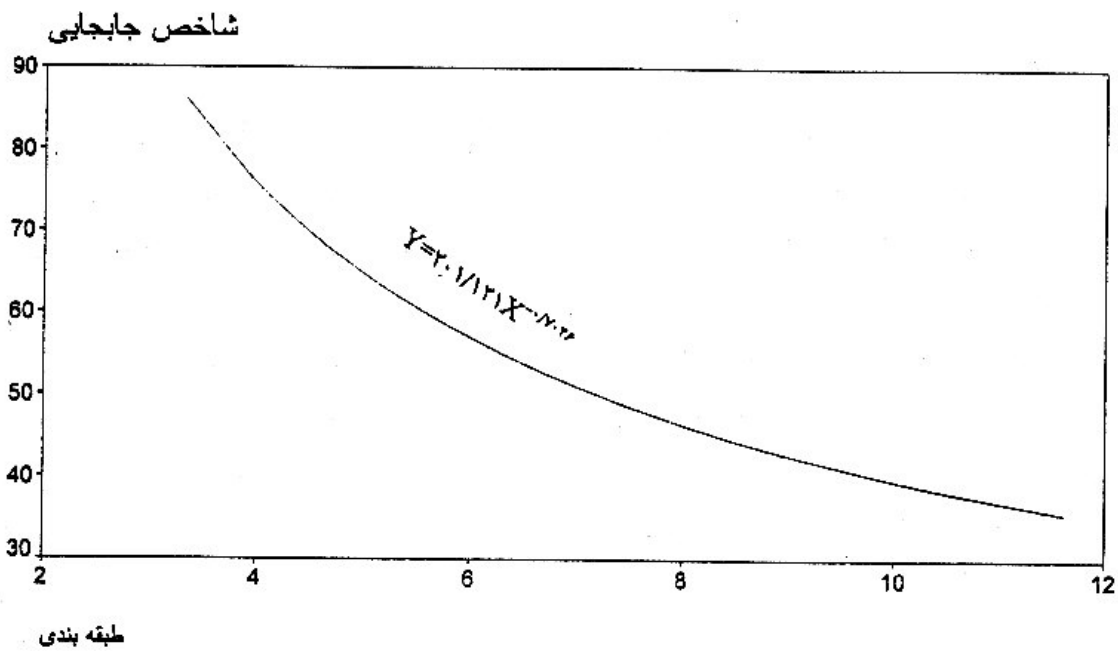
(رابطه ۳)

میزان جابجایی، اندازه شیب دار شدن دامنه در اثر لغزش و تشخیص حالت پایداری لغزش، به وسیله مدل فوق قابل مطالعه است. رابطه معکوس بین جابجایی لغزش و شاخص طبقه بندی بیانگر کاهش میزان جابجایی توده در لغزشهای چرخشی و انتقالی است و چون تمامی توده لغزش یافته از دامنه تخلیه نمی شود، احتمال تجدید فعالیت آنها وجود دارد. بر این اساس حدود ۴۵ درصد لغزشهای اتفاق افتاده در حوضه اهرچای ناپایدارند.

اگرچه جابجایی یک لغزش کاملاً مربوط به تغییر فرآیند نیست، همانطوری که در نسبت D/L نشان داده شد، هر گروه فرآیند نشانه حالت میانگین جابجایی است. با کار روی فرضیه های حاصل از نتایج اولیه (که شاخص جابجایی می تواند به عنوان فاکتور اطمینان استفاده شود)، می توان گفت که اختلاف منفی میزان جابجایی یک لغزش از میانگین گروه مربوطه نشانگر ناپایداری است. در این رابطه یک مقدار اختیاری میانگین هر گروه منهای یک انحراف معیار (جدول ۴ و شکل ۲) می تواند سطحی در نظر گرفته شود که در زیر آن سطح هر میزان جابجایی نشان دهنده ناپایداری خواهد بود که امکان تجدید فعالیت وجود دارد.

۴-۴ تحلیل تحوّل مورفولوژی منطقه به وسیله شاخص روانی لغزشها

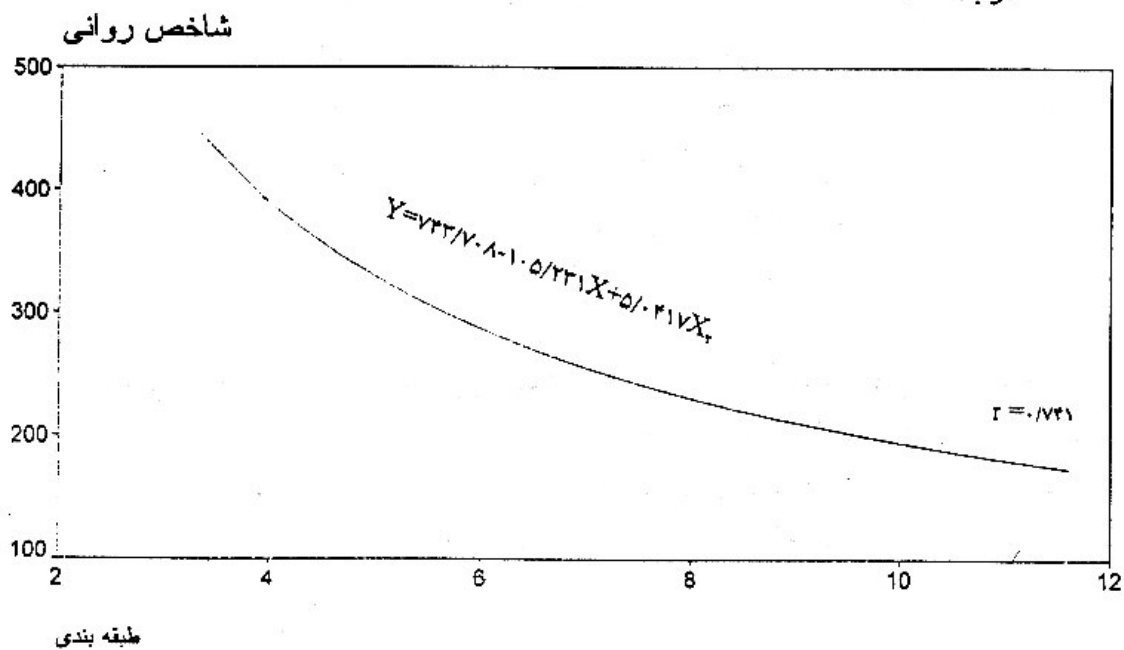
برای بررسی نحوه حرکت لغزشهای منطقه از شاخصهای انبساط، نازک شدگی، سیالیت و جریان ویسکوز استفاده شده است و هر کدام از این شاخصها رابطه خاصی با شاخص طبقه بندی دارند. در دنباله بحث رابطه شاخص طبقه بندی با شاخص روانی بررسی شده است.



شکل ۵- خط رگرسیون رابطه بین شاخص طبقه بندی و جابجایی لغزشها در اهرچای

آزمون ضریب همبستگی رابطه بین شاخص روانی و شاخص طبقه بندی لغزشها نشان می دهد که رابطه معکوس بین آنها وجود دارد (جدول ۶). همچنین تحلیل واریانس نشان می دهد که اختلاف میانگین روانی لغزشها و شاخص طبقه بندی معنی دار است ($F=14/406$ معنی دار در سطح ۱ درصد) (جدول ۵). منحنی رگرسیون بین روانی لغزشها و شاخص طبقه بندی از طریق معادله درجه ۲ ترسیم شده است (رابطه ۴ و شکل ۶).

(رابطه ۴) $Y = 734/708 - 105/231X_1 + 5/0417X_2$



شکل ۶ منحنی رگرسیون رابطه بین شاخص طبقه بندی و میزان روانی لغزشهای منطقه

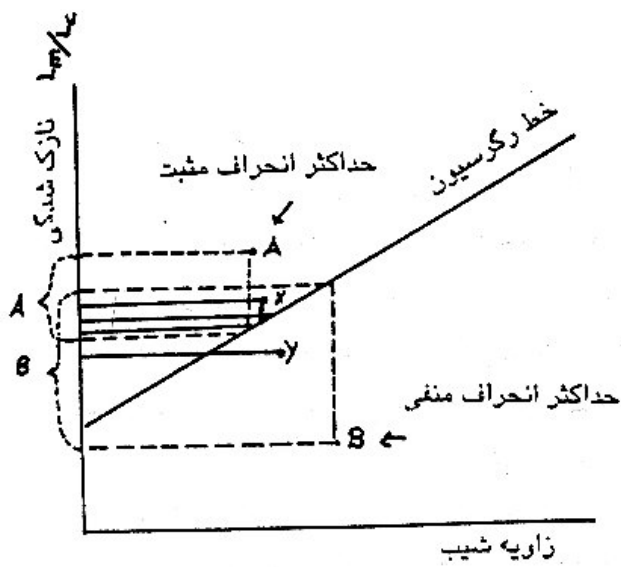
از شکل ۶ چنین استنباط می شود که با افزایش عمق نهشته های سطحی در دامنه ها، میزان روانی لغزشها کاهش می یابد و برعکس. بنابراین ضخیم بودن این نهشته ها در دامنه های جنوبی حوضه سبب شده است که آبهای موجود در سطح دامنه ها به اعماق نفوذ کرده و توده بزرگی از مواد بصورت انتقالی یا چرخشی حرکت کند و این توده به علت حجم زیاد مواد و محدود بودن طول دامنه ها و عدم حضور آب کافی در دره ها، کاملاً نتوانند از دامنه تخلیه شوند. توده های ضخیم فقط در بخشی از دامنه ها که شیب زیاد است و در فصل ذوب برفها که آب کافی در منطقه وجود دارد و همچنین به علت وجود مواد رسی و لیمونی و ماسه یی؛ فرصت جریان پیدا می کنند. لغزش روستاهای آغل، ساریارقان و بعضی از لغزشهای شرق و غرب گردنه گویجه بل از این گروه هستند.

۴-۵ تعیین میزان آب موجود هنگام وقوع لغزشهای گذشته

در شاخص هایی که مورد بررسی قرار گرفت به این نتیجه رسیدیم که شیب دامنه ها و نوع و ضخامت مواد؛ سیالیت واقعی لغزشها راتحت تاثیر قرار می دهند. بنابراین برای شناخت مقدار واقعی آب در هنگام وقوع لغزش، از شاخص سیالیت استفاده شده است. در محاسبه این شاخص، تاثیر نوع مواد و شیب دامنه در میزان روان بودن لغزشها حذف شده و چنین فرض شده که سیالیت لغزشها فقط با دخالت آب افزایش می یابد. برای محاسبه شاخص سیالیت از شاخص نازک شدگی و زاویه شیب لغزشها استفاده شده است. پس از برآزش مدل رگرسیونی برای شاخص نازک شدگی و زاویه شیب لغزشها (شکل ۷)؛ باقیمانده های مقادیر مشاهداتی و مقادیر محاسباتی مدل به عنوان شاخص سیالیت معرفی شده اند. بدین ترتیب باقیمانده های مثبت مدل نشان دهنده میزان آب بیشتر و سیالیت زیاد لغزش و باقیمانده های منفی نشان دهنده آب کمتر و جریان ویسکوز است. این انحراف بر اساس درصد از بزرگترین انحراف منفی تا بزرگترین انحراف مثبت در جامعه آماری تنظیم شده و این اقام شاخصی برای سیالیت یا میزان آب موجود در هنگام وقوع لغزش ارائه می دهند (جدول ۳).

با استفاده از مقادیر محاسبه شده برای شاخص سیالیت و رابطه آن با شاخص عمق لغزشها و ترسیم نقاط پراکنش برای آنها؛ همبستگی ظاهری آنها مشخص شده است. خط رگرسیون برای رابطه مذکور به وسیله معادله درجه ۲ ترسیم شده است (رابطه ۵ و شکل ۸).

$$5) Y = 0.469X^2 - 0.8277X + 0.7 = 0.469X^2 - 0.8277X + 0.7$$

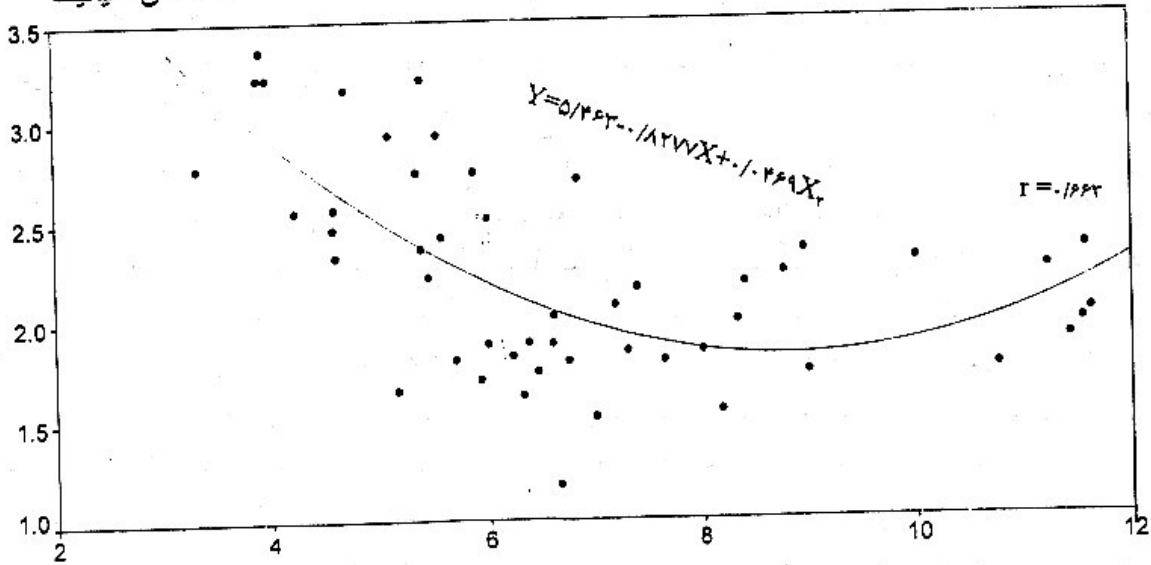


$$y = \left(\frac{y}{B} \times \frac{50}{1} \right) - 51$$

$$x = \left(\frac{x}{A} \times \frac{50}{1} \right) + 50$$

شکل ۷ روش محاسبه شاخص سیالیت (منبع: ۷)

شاخص سیالیت



طبقه بندی

شکل ۸ منحنی رگرسیون رابطه بین شاخص طبقه بندی و سیالیت لغزشها

۵- نتیجه

نتایج نشان می دهد که ارتباط نزدیکی بین مورفولوژی لغزشها و فرآیندهای اصلی به وجود آورنده آنها وجود دارد. همچنین روابط بین شاخصهای مختلف نشان می دهد که می توان لغزشهای حوضه اهرچای را براساس این شاخصها طبقه بندی کرده چهارگروه عمده لغزشهای منطقه عبارتند از: لغزشهای چرخشی، انتقالی، جریانی و جریانیهای ویسکوز. نتایج حاصل از تحلیل های رگرسیونی و آزمون های آماری نشان می دهد که بین تمامی شاخصها و شاخص طبقه بندی، رابطه معنی داری وجود دارد که این رابطه

در شاخصهای جابجایی، روانی، جریان و اسکوز و سیالیت رابطه یی معکوس است. همچنین بین نازک شدگی توده لغزش یافته و شیب دامنه ها رابطه مستقیم وجود دارد و شکل لغزشها متناسب با شیب متغیر است ولی این عامل در تعیین نوع لغزشها قاعده عمومی نمی باشد. رابطه بین میزان جابجایی لغزشها با شاخص طبقه بندی، نشان می دهد که حداقل در ۴۵ درصد لغزشهای اتفاق افتاده در منطقه احتمال ناپایداری وجود دارد. عدم تخلیه کامل مواد لغزش یافته از دامنه ها، انسداد زهکشی در بخش مسدود قسمت فر و افتاده لغزشها، وجود آبهای جاری دریای لغزشها و نفوذپذیر بودن مواد دامنه ها، از عمده ترین عوامل تجدید فعالیت لغزشها در منطقه شناخته شده است.

منابع:

- ۱- ختیا، مقصود؛ روستایی، شهرام (۱۳۷۸) تحلیل های مورفومتری و مفاهیم ژئومورفولوژیکی لغزشهای زمین. نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی. دانشگاه تبریز. سال ۵ شماره ۷. صفحات ۹۶-۷۱.
- ۲- روستایی، شهرام (۱۳۷۹) پژوهشی در دینامیک لغزشهای زمین و علل وقوع آنها با استفاده از روشهای مورفومتری در حوضه اهرچای. پایان نامه دکتری. دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.
- ۳- مهندسین مشاور بندآب (۱۳۷۲) سلاهر (مطالعات مرحله شناخت) زمین شناسی. سازمان آب منطقه یی آذربایجان شرقی واردبیل.

4- **Brunsdn, D (1973)** The application of system throy to the study of massmovements

.Geologica Applicata e Idrogeologia. 8(1):185-207.

5- **Cook, R. U & J. C. Doornkamp (1990)** Geomorphology in environmental management. Claendon press. Oxford. p.407.

6- **Crozier, M. J (1973)** Techniques for the morphometric analysis of landslides. Zeitschrift fur Geomorphologie. 17(1):78-101.

7- **Crozier, M. J (1986)** Landslides: Causes, consequences & environment. Routledge. p.252.

8- **Davidson, C. F (1965)** Massmovement on the Gisborne coastline. Univ. of Conterbury, New Zealand.

9- **Mclean, R. F & C. F. Davidson (1968)** The role of massmovement in shore platform development along the Gisborne coastline, New Zealand. Earth Sei. J. 2:15-25.

10- **Selby, M. J (1967)** Aspects of the geomorphology of the Greywacke ranges bordering the lower and middle Waikato basins. Earth SCI. J. 1:37-58.

11- **Skempton, A. W (1953)** Soil mechanics in relate to geology. Proc. Yorks. Geol. Soc.