Archive of SID

پژوهشهای جغرافیائی ـ شماره ٤٥، تابستان ١٣٨٢
صص ٢٦ ـ١٣

تحلیل مرفولوژی پرتگاهها و تحوّل پسروی جبهۀ شمالی تودۀ کوهستانی الوند

دکتر مقصود خیام ـ استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز*
علیرضا ایلدرمی ـ دانشجوی دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز

پذیرش مقاله:۸۱/۸/۲۱

چکیده

تـودۀ کوهستانی الوند همدان با جهت شمالغربی ـ جنوبشرقی در غرب ایران واقع شده است. جبهۀ شمالی این تـوده تحـت تأثیر مرفولوژی، تکتونیک و عوامل مختلف فرسایش به شدّت ناپایدار شده است. با استفاده از تعیین نرخ فرسـایش و یـا بوسـیلۀ عوامل مؤثّر در ساختارهای ژئومرفیک می توان میزان ناپایداری دامنه های آن را ارزیابی کرد. جهـت انجام چنین تحلیلی از دادههای ژئومرفولوژی استفاده شده است. به منظور ارزیابی مرفولوژی پرتگاهها و تحوّل پسـروی جبهۀ شمالی تودۀ کوهستانی الوند، منطقۀ مورد نظر به دوازده زیرحوضه تقسیم و شاخص‌های مرفومتریک از قبـیل مـیل یافتگی، عقب نشینی موازی، جانشینی، گردشدگی، شکل سینوسی جبهۀ کوهستان، تسطیح شدگی، گرادیان رودخانه، شاخص نسبت پهنای درّه به عمق، شاخص مخروطه افکنه ها و شاخص تقارن توپوگرافی و ... محاسبه و در کـنار یکدیگـر به عنوان شواهد و مدارکی مهم جهت شناسایی مناطق مرفودینامیکی فعّال بکار گرفته شده است. ارقام حاصـله از محاسـبۀ شـاخص‌هـا بـیانگر شـدّت فعالیّت مرفودینامیک و فرسایش در زیر حوضه‌های مختلف منطقه و ناپایداری دامنۀ شمالی الوند است. وجود شیب‌های فراوان از نوع (W.L.S)[1] نه تنها موجب تحول دامنه‌ها شده، بلکه منجر به تشدید فرآیندهای جانشینی، میل یافتگی، عقب نشینی موازی و گردشدگی گردیده که با تغییر مرفولوژی دامنه بـا فرایـند جانشینی شروع و با گذشت زمان به گردشدگی خاتمه می‌یابد. از شواهد دیگر مرفودینامیک فعّال منطقه که نشـانه‌ای از تحـوّل و پسروی جبهۀ شمالی الوند محسوب می شود وجود تپه‌های مسدود کننده، سطوح مثلثی شکل و شکل سینوسی جبهۀ شمالی کوهستان الوند است. وضعیت سینوسی جبهۀ شمالی الوند گاهی به شکل خطی و گاهی نیز بـه شـکل منحنـی - خطـی (بر روی نقشه) است که بیانگر تحوّل و پسروی منطقه بوده که از فاصله‌بندی حوضه های زهکشـی مجـاور، زمان و پهنای محدودۀ کوهستان الوند تأثیر پذیرفته است. بنظر می رسد که ویژگیهای ژئومرفولوژی جبهۀ شمالی الوند تحت تأثیر حاکمیّت سیستم فرسایشی پریگلاسیر موجب تحوّل و پسروی آن شده است.

واژگـان کلیدی: *الونـد، مرفولوژی، پرتگاه، میل یافتگی، عقب نشینی موازی، جانشینی، گردشدگی، سطوح مثلثی شکل، تسطیح شدگی.*

مقدمه

مـرفولوژی جـبهۀ شـمالی کوهسـتان الونـد تحـت تأثـیر گسل‌های حاصل از فعالیّت تکتونیکی و عوامل مختلف فرسـایش بـه شـدّت ناپـایدار شده است. با محاسبۀ حاصل از تعیین نرخ فرسایش و یا به وسیلۀ شناسایی عوامل مؤثّر در

---

* E-mail: NRcas@hotmail.com

1- Weathering Limited Slope:

- شیب‌های نوع (W.L.S) شیب‌هایی هستند که بر روی آنها سرعت جابجایی مواد و فرآیندهای دامنه‌ای بیش از سرعت تولید خاک است.

www.SID.ir

Archive of SID

ساختارهای ژئومرفیک می‌توان میزان ناپایداری دامنه‌ها را ارزیابی نمود. جهت انجام چنین مطالعه‌ای می‌توان از داده‌ها و نتایج ژئومرفولوژی سود جست. در این رابطه می توان مقدار تغییر شکلهای حاصله و میزان حرکت مواد دامنه‌ای را به طریق معکوس بر اساس تغییرات و مرفولوژی حاصله در ساختارهای ژئومرفیک تعیین و مشخص نمود. از ساختارهای مهمّی که دارای مدت زمان ماندگاری طولانی‌تری هستند، می‌توان پرتگاهها و جبهه‌های کوهستانی را نام برد. به همین منظور جهت بررسی فرآیندهای دامنه ای لازم است تا وضعیت شیب‌ها و پرتگاهها و عوامل مؤثّر در توازن آنها بررسی شود.

شیب‌ها از ویژگیهای جالب توپوگرافی بوده و به علّت حسّاسیّت عملکرد آنها در مقابل عوامل خارجی وداخلی می‌بایست در هر بررسی مورد توّجه واقع شوند. عوامل مؤثّر در توازن شیب‌ها به دو عامل اساسی بستگی دارد:

۱ـ شکل یا مرفولوژی که باعث دوام و بقاء آنها در طول زمان می شود.

۲ـ شرایطی که در طیّ آن سرعت ظهور عناصر منفصل مانند رگولیتها با سرعت از بین رفتن آن به تعادل می‌رسد.

بنابراین در مطالعهٔ شیب‌ها می‌توان دو نوع آنها را مشخص نمود: یکی شیب‌های نوع "W.L.S" که در آن سرعت جابجایی مواد بیش از سرعت تولید آن است (مناطق فرسایشی) و دیگر شیب‌های نوع "T.L.S"[1] که سرعت خاکزایی و تشکیل سازندهای سطحی بیش از سرعت جابجایی آن است.

لذا می توان از طریق نرخ حرکت موادّ فرسایش یافته در واحد سطح، تغییرات حاصله را از لحاظ تغییر مرفولوژی ارزیابی نمود. به عبارت دیگر در طول زمان و در طی عملکرد فرآیندهای دامنه‌ای بر روی یک شیب، شکل آن ممکن است به صورت یکی از حالات میل یافتگی، عقب نشینی موازی، جانشینی، گردشدگی و ... تحول یابد. تجزیه و تحلیل حالات مذکور همراه با شاخص‌های دیگری چون تسطیح شدگی، گرادیان رودخانه و شکل سینوسی و ... می‌توان شدت مرفودینامیک فعّال منطقه را که نشانه‌ای از تحوّل و پسروی جبههٔ کوهستانی است مورد ارزیابی قرار داد.

بیان مسئله

مرفولوژی جبهه‌های کوهستان ایجاد شده توسط گسل‌ها وارزیابی کمّی آنها می‌تواند در تعیین فعّالیّت نسبی مرفودینامیکی منطقه بسیار مفید باشد. از طریق برآورد میزان فرسایش و یا تعیین عوامل مؤثّر در ساختارهای ژئومرفیک می‌توان میزان ناپایداری، تحوّل و پسروی تودهٔ کوهستان را مشخص نمود. با برقراری ارتباط میان فرایندهای تکتونیکی و ژئومرفولوژیکی براساس شناسایی میزان تغییرات ایجاد شده در ساختارهای ژئومرفیکی می‌توان مقادیر تغییر شکل و شدّت فرآیندهای دامنه‌ای را مشخص نمود. بنابراین با مطالعهٔ تغییرات ساختاری پرتگاهها و مرفولوژی آنها در قالب تعیین میزان فرسایش و با استفاده از شاخص‌های مرفومتریک می‌توان تحوّل مرفولوژی و پسروی جبههٔ کوهستانی را تحلیل نمود. و از این طریق شدّت فعّالیّت مرفودینامیکی منطقه را معیّن و مناطق مختلف را از یکدیگر تفکیک نمود و از این نظر جهت برنامه‌ریزی به منظور عمران مناطق کوهستانی سود جست.

1- Transport Limited Slopes

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روشها

به منظور تحلیل مرفولوژی پرتگاهها و تحوّل پسروی جبههٔ شمالی تودهٔ کوهستانی الوند، محدودهٔ مورد نظر بر روی نقشهٔ توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ مشخص و سپس به دوازده زیرحوضه تقسیم شده است. با استفاده از شاخص‌های مختلف از جمله میل یافتگی، عقب نشینی موازی، جانشینی، گردشدگی، شکل سینوسی جبههٔ کوهستان، تسطیح شدگی، گرادیان رودخانه، شاخص نسبت پهنای درهٔ به عمق و ...، تحلیل‌های کمّی ژئومرفولوژی جهت بررسی مرفولوژی پرتگاهها و تحوّل پسروی جبههٔ شمالی تودهٔ الوند انجام شده است.

در این رابطه کلیهٔ اندازه‌گیریها بر روی نقشه های توپوگرافی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ صورت گرفته و تحلیل‌های کمّی به طور جداگانه در هر زیر حوضه انجام و سپس نتیجه گیریها در خصوص تحوّل جبههٔ شمالی کوهستان الوند صورت گرفته است. در برخی از موارد بازدیدهای صحرایی جهت تأیید داده های حاصله نیز انجام شده است.

مرفولوژی پرتگاهها و تحوّل پسروی جبههٔ شمالی کوهستان الوند

تودهٔ کوهستانی الوند همدان با جهت شمالغربی - جنوبشرقی در غرب ایران واقع شده و در محدودهٔ آن شیب‌هایی از نوع(W.L.S) و (T.L.S)[1] بسیار متعدّد و فراوان است. به عبارت دیگر شیب های جمع کنندهٔ آب با منحنی‌های تراز مقعّر و شیب‌های پخش یا تقسیم کنندهٔ آب با منحنی‌های تراز محدّب، در آن متنوّع و بسیار است. شیب‌های دارای تحدّب با تسلّط پدیدهٔ خزش و شیب‌های دارای تقعّر با تسلّط شویندگی همراه با سایر عواملی چون لیتولوژی، ویژگیهای هیدرولوژی آبهای سطحی، پوشش گیاهی و ... موجب تحوّل دامنه‌ها شده است. بر اساس مشاهدات میدانی و بررسی نقشه‌های توپوگرافی، شیب‌های شسته شونده درارتفاعات الوند، شاه‌نشین ، کلاه قاضی، قزل، سرخ بلاغ، آلوسان، کرکس از نوع محدّب یا پخش کنندهٔ آب با ستیغ‌های مضرّس و دامنه‌های پرشیب واقع شده، در حالیکه بر روی ارتفاعات منطقهٔ گنج‌نامه و ارتفاعات میانی تودهٔ الوند سطوح نسبتاً همواری دیده می‌شود که جزء شیب‌های جمع کنندهٔ آب و مناطق خزشی محسوب می‌شوند. (مانند تخت رستم و میدان میشان در ارتفاع ۲۸۰۰ متری). بعلاوه بر روی دامنه‌های مشرف به درّهٔ ابرو، سیمین، عباس‌آباد، خاکو، درّهٔ غول و روان انواع دامنه‌ها با شیب‌های از نوع شسته شونده به خوبی قابل شناسایی و تفکیک است. این تغییرات و تفاوت نشانگر نرخ حرکت مواد فرسایش یافته در واحد سطح و شیب می‌باشد و از اینرو قابل مقایسه با قابلیّت فرسایش‌پذیری[2] است. لذا در طول زمان و در طی عملکرد فرآیند فرسایش بر روی یک شیب، شکل آن ممکن است به صورت یکی ازحالات زیر مشاهده شود:

1- Transport Limited Slope

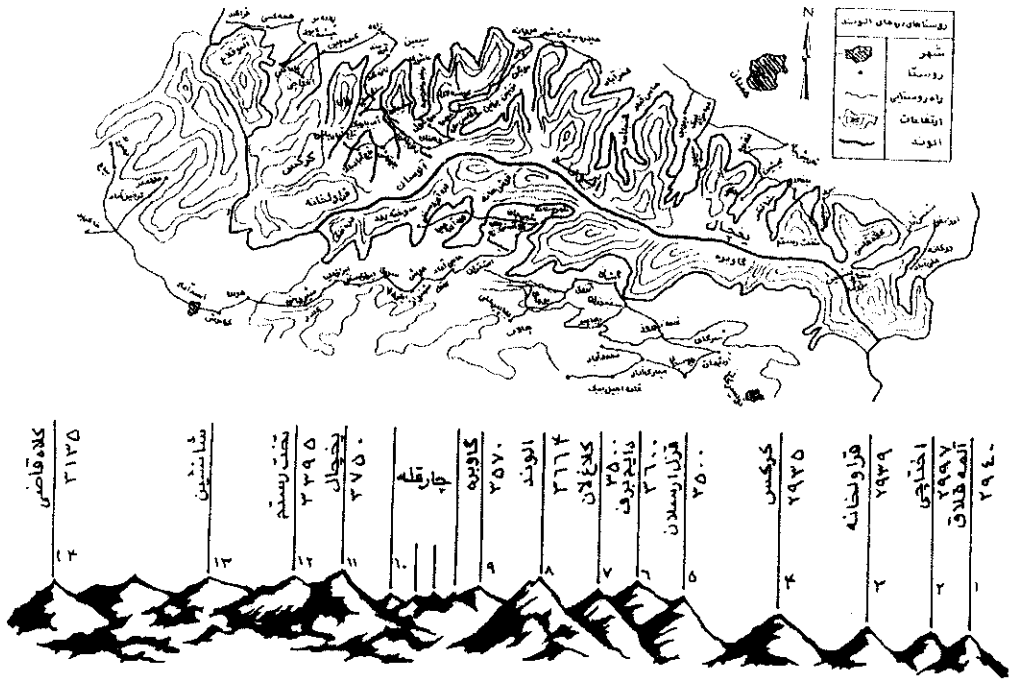
ـ شیبهایی هستند که بر روی آنها سرعت جابجایی مواد و فرآیند دامنه ایی کمتر از سرعت تولید خاک است.

2- Erodiability

www.SID.ir

Archive of SID

شکل (۱)



ـ میل یافتگی[1] ، عقب نشینی موازی[2]، جانشینی[3] ، گرد شدگی[4]

پدیدهٔ میل یافتگی در شیب‌های الوند در مکانهایی نزدیک به خطّ تقسیم آب که فرآیند فرسایش مؤثّر به شدّت در حال فعالیّت است، مانند ارتفاعات کلاه قاضی، تخت رستم، کلاغ لان، آلوسان، کرکس، و... مشاهده می‌شود. در مکانهایی که سطح فوقانی آنها توسّط یک پوشش سنگی مقاوم در مقابل فرسایش محافظت شده، از جمله دامنه‌های ناهمواری‌های شاه نشین، الوند، آلوسان با لیتولوژی گرانیت و هورنفلس پدیدهٔ عقب نشینی موازی به دلیل عملکرد یکسان فرسایش در طول شیب و کوتاه شدگی عرضی با سرعت تقریباً یکسان بر روی شیب، چشم‌اندازهای جالبی را بوجود آورده است. در برخی از دامنه‌های الوند مواد فرسایش یافتهٔ حاصل از فرسایش پرتگاهها در بخش قاعده‌ای شیب به شکل واریزه‌ها نهشته شده و با شیبی کمتر از شیب پرتگاه اوّلیّه تجمع یافته‌اند، به طوری که سراشیبی نهشته‌ای جدید جانشین شیب اوّلیّه گشته است. اکثر دامنه های میانی الوند شاهد چنین فرآیندی است. در مکانهایی که پدیدهٔ فرسایشی- نهشتگی متقارن باعث ایجاد شیب جدیدی شده و مقدار انحناء آن در طی زمان کاهش یافته، موجب اتّصال دامنه‌های پر شیب توده الوند به یک بریدگی شیب شده است. این عمل تحت تاثیرفرآیند گرد شدگی موجب شکل‌گیری تالو در منطقه‌ای که با منحنی تراز ۲۰۰۰ متر منطبق می‌باشد، گشته است. فرآیندهای چهارگانهٔ فوق‌الذکر در جبههٔ شمالی الوند در مراحل مختلف تغییر کرده و به یکدیگر تبدیل می‌گردند. اوّلین تغییرات شیب در منطقهٔ با فرآیند جانشینی آغاز و با گذشت زمان به گرد شدگی تبدیل می‌شود.

1- Decline
2- Retreat
3- Replacement
4- Rounding

www.SID.ir

Archive of SID

مرفودینامیک فعّال و تحوّل پسروی منطقه

از شواهد مرفودینامیک فعّال درجبههٔ شمالی الوند می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

ـ سطوح مثلثی شکل، تپه‌های مسدودکننده، شکل سینوسی جبههٔ کوهستان الوند

در تودهٔ کوهستانی الوند چندین گسل کوچک و بزرگ وجود دارد که سطوح توپوگرافی را جابجا نموده است و در برخی از مکانها سطوح مثلثی شکلی را ایجاد کرده که بیانگر سطح فرسایش در این بخشها است. به عبارت دیگر وجود این سطوح حاکی از عدم وجود زمان کافی جهت فرسایش کامل آنها می‌باشد. در این حالت جایگیری منظّم حوضه های زهکشی، از نسبت بین فواصل دهانه‌های حوضه در طول جبههٔ کوهستان و طول حوضهٔ زهکشی پیروی می کند. به طوری که تمام ناحیهٔ داخل بلوک کوهستانی زهکشی می‌شود. احتمالاً این نوع مرفولوژی منعکس کنندهٔ تاریخچهٔ فرسایشی و تحوّل منطقه بوده و بیانگر شدّت فعّالیّت مرفودینامیکی منطقه و جابجایی شدید مواد و انباشت آن در مکانهای دیگری است.

تجمّع مقدار فراوانی از نهشته‌های رسی و ماسه‌ای حاصل از تخریب فیزیکو شیمیایی سنگهای گرانیتی و شیست‌های منطقه در درّه‌های انباشتی به دلیل مرفولوژی آنها همچون درّه ابرو و سیمین حاکی از حمل بسیار فراوان مواد از بالادست و استقرار در آن مکان است. بررسیهای انجام شده بیانگر این مطلب است که تشکیل چنین چاله تراکمی ناشی از فعّالیّت تکنونیکی به شکل ایجاد گسل ابرو و استقرار رودخانه بر روی آن و انباشت مواد در اثر فرآیندهای دامنه‌ای بویژه لغزشها و ریزش مواد است.

وضعیّت سینوسی جبههٔ شمالی کوهستان الوند که گاهی به شکل خطی و گاهی نیز منحنی - خطی بر روی نقشه مشاهده می‌شود، نشان از مرفودینامیک فعّال در منطقه دارد. چرا که جبهه‌های کوهستانی دارای حالت خطی و یا منحنی – خطی مقدار سینوسی کمی داشته و این موضوع حاکی از فعالیّت شدید مرفودینامیک وعوامل فرسایشی است. در برخی از قسمتها مقدار سینوسی کم و حاکی از مرفودینامیک فعّال در الوند است؛ در حالیکه در برخی از مناطق آن جبههٔ کوهستان بادهانه های عمیق دارای مقدار سینوسی شدید بوده و حاکی از آرامش فعّالیّت مرفودینامیک منطقه است، به طوری که در ارتفاع بیش از ۲۷۰۰ متری با تشکیلات گرانیتی و هورنفلسی بیشترین مقدار سینوسی مشاهده می‌شود بعلاوه این مسئله نشان دهندهٔ تأثیر لیتولوژی و وسعت حوضه‌های زهکشی مجاور در انحناء یا خطی بودن جبههٔ کوهستان الوند است.

بطورکلی مقدار سینوسی جبههٔ کوهستان الوند به سه عامل اساسی یعنی فاصله‌بندی حوضه‌های زهکشی مجاور، زمان و پهنای محدودهٔ کوهستان بستگی دارد. به منظور محاسبهٔ مقدار سینوسی جبهه شمالی الوند و فاصله‌بندی حوضه های مجاور در سه نقطه، اندازه گیریها انجام و مقدار متوسط آن بدست آمده است :

$$S_{ref} = \frac{2A+B+C}{B+C} = \frac{2A}{B+C} + 1$$ مقدار سینوسی[۱]

۱ـ سلیمانی، شهریار، رهنمودهایی در شناسایی حرکات تکتونیکی فعال و جوان، موسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله (۱۳۷۸).

www.SID.ir

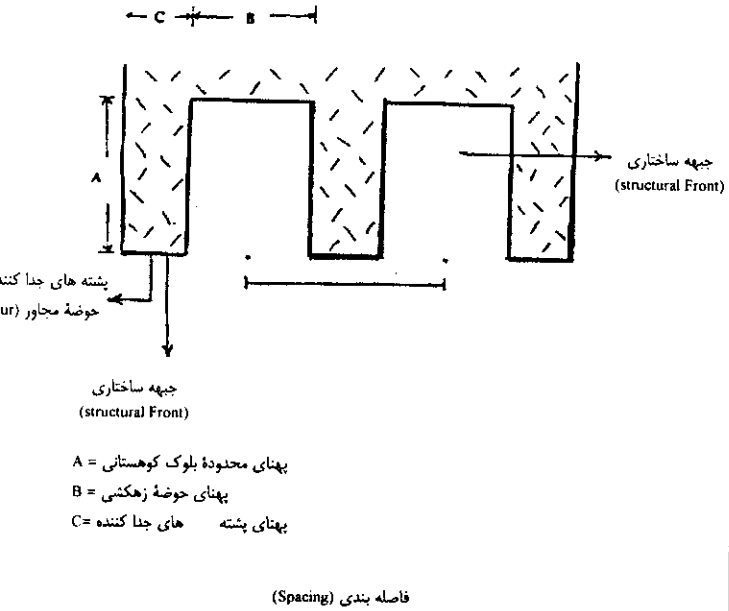
Archive of SID

مقدار متوسط S_{ref}= ۵/۰۱ برای جبههٔ شمالی الوند بیانگر کاهش مقدار سینوسی آن و فرسایش شدید و عقب‌نشینی، حمل شدید مواد از روی دامنه‌ها بویژه با لیتولوژی حسّاس به فرسایش یعنی گرانیت‌ها و شیست‌هاست.

جدول ۱ـ مقدار سینوسی نمونه‌های محاسبه شده

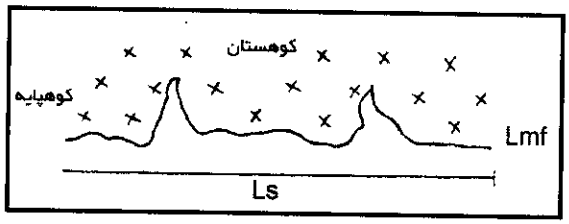
	(سیمین) نمونهٔ اول	(عباس آباد)نمونهٔ دوم	روان نمونه سوم	S_{ref}
A	۲۱/۲ cm	۱۴/۵ cm	۱۷/۸Cm	۴/۵
B	۷/۳ cm	۴/۳ cm	۷/۱ cm	۵/۳۳
C	۴/۸ cm	۲/۴ cm	۱/۴ cm	۵/۲

در سالهای اخیر بررسی شاخص‌های کمّی مرفودینامیک فعّال جهت ارزیابی تحوّل و پسروی ناهمواریها و جبههٔ کوهستانی معمول و مرسوم شده است. این شاخص‌ها که تحت عنوان شاخص‌های مرفومتریک عنوان شده‌اند، وسیلهٔ مناسبی جهت تحلیل کمّی مرفودینامیک فعّال، میزان تحوّل و پسروی جبههٔ کوهستانی محسوب می‌شوند. که از آن جمله می‌توان به شاخص‌هایی چون سینوسی، تسطیح شدگی، گرادیان رودخانه، نسبت پهنای درّه به عمق، شاخص (V)، مخروط افکنه، عدم تقارن آبراهه و تقارن توپوگرافی عرضی T اشاره نمود. به منظور درک صحیحی از وضعیّت مرفودینامیکی جبههٔ شمالی الوند و تحلیل تحوّل و پسروی آن ، شاخص‌های فوق‌الذکر اندازه گیری و محاسبه شده‌اند.[۱]

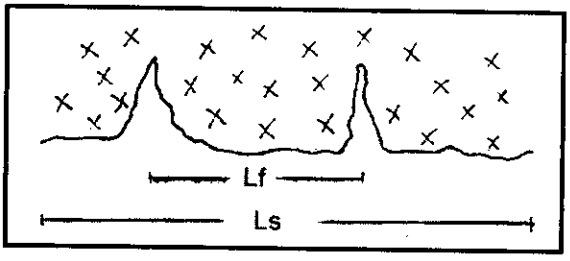


شکل۲ـ مقطع افقی و شماتیک از جبهه کوهستانی فرضی جهت محاسبه فاصله بندی و سینوسی

$$S_{ref} = \frac{2A+B+C}{B+C} = \frac{2A}{B+C}+1$$



شکل ۳- مقطع افقی و شماتیک جهت محاسبه شاخص سینوسی $S_{mf} = \frac{L_{mF}}{L_s}$

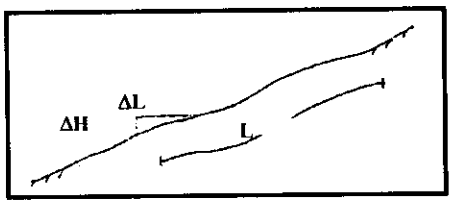


شکل ۴- مقطع افقی وشماتیک جهت محاسبه شاخص تسطیح شدگی $Focet\% = \frac{L_f}{L_s}$

۱ـ همان منبع

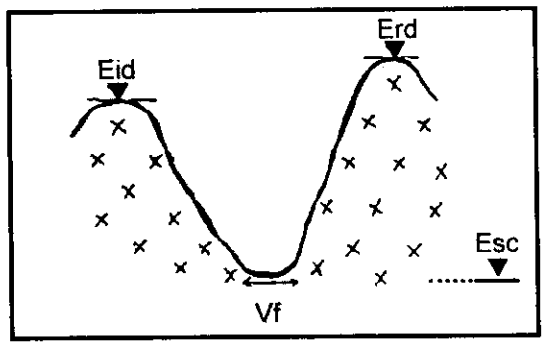
www.SID.ir

Archive of SID



شکل۵- مقطع افقی و شماتیک جهت محاسبه

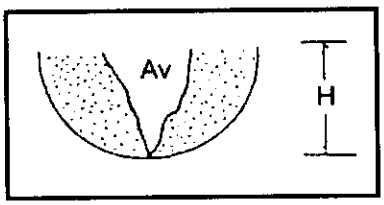
شاخص گرادیان رودخانه $S_L = \frac{\Delta H}{\Delta L} \times L$



شکل ۶-مقطع عرضی و شماتیک جهت محاسبه

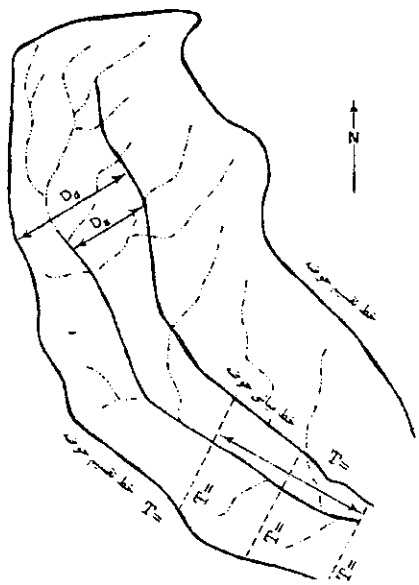
شاخص نسبت پهنای دره به عمق

$$V_f = \frac{2 \times V_{Fw}}{[(E_{ld} - E_{Sc}) + (E_{rd} - E_{sc})]}$$



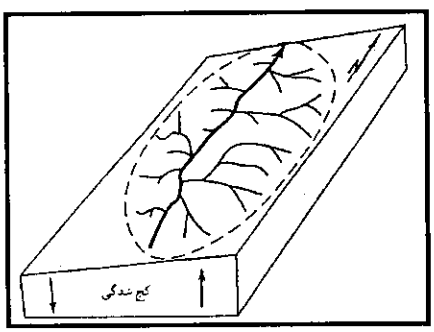
شکل ۷- مقطع قائم از یک دره فرضی

جهت محاسبه V $V = \frac{Av}{Ac}$



شکل ۹- نقشه شماتیک ازحوزه آبریز

جهت محاسبه شاخص تقارن توپوگرافی $T = \frac{Da}{Dd}$



شکل ۸- نقشه شماتیک ازحوزه آبریز

جهت محاسبه شاخص تقارن توپوگرافی

$Af = 100(Av / At)$

ازمحاسبات انجام شده این نکته قابل استنتاج است که شاخص سینوسی بیانگر توازن میان نیروی فرسایشی و حمل رود وفرآیندهای دامنه‌ای درجبهٔ شمالی الوند است که‌منجربه ایجاد جبههٔ کوهستان الوند باشکلی نامنظم و در پاره‌ای ازمناطق‌به‌شکل‌مستقیم شده‌است.مقدارعددی نزدیک به‌یک (S_{mf}=۱/۵۴ ، L_f= ۷۰/۲ cm و L_s= ۴۵/۵ cm)

www.SID.ir

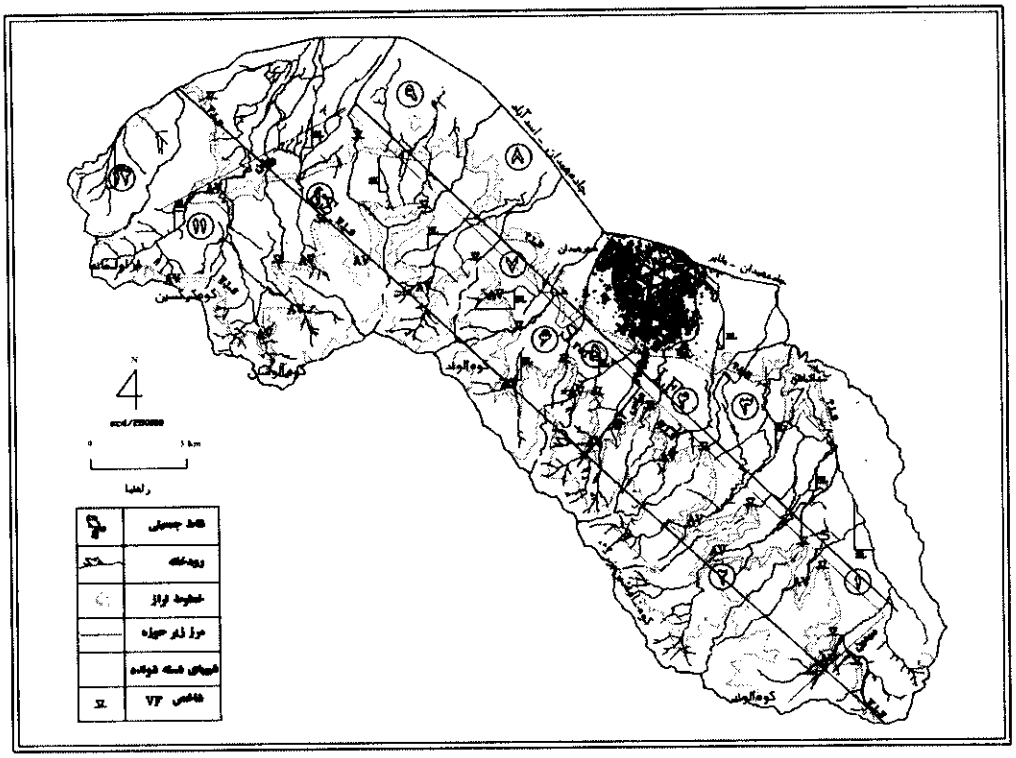
جدول شماره ۲- نتایج حاصله از محاسبه شاخص های تحوّل و پسروی جبههٔ شمالی الوند

پارامتر / زیرحوضه	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
△H (m) اختلاف ارتفاع در طول قسمتی از آبراهه (متر)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
△L (m) طول قسمتی از آبراهه (متر)	۳۷۰۰	۲٤۰۰	۱۷۰۰	۸۰۰	۲۱۰۰	۱۳۰۰	۱٥۰۰	۱٦۰۰	۱٦۰۰	۲٤۰۰	۲۳۰۰	۷۰۰
L(m) فاصلهٔ بین حوضه های زهکشی مجاور (متر)	۱٤۰۰۰	۱۱۰۰۰	۹۰۰۰	۷۰۰۰	۷۰۰۰	۱۱۰۰۰	٦٥۰۰	۹۰۰۰	٤٥۰۰	۱۱۰۰۰	۱٤۰۰۰	٥۰۰۰
SL شاخص گرادیان رودخانه	۳۷۸/٤	٤٥۸/٤	٥۲۹/٤	۸۷/٥	۳۳۳/۳	۸٤٦/۱	٤۳۳/۳	٥٦۲/٥	۲۸۱/۲	٤٥۸/۳	٦۰۸/۷	۷۱٤/۳
VFW(m) عرض بستر درّه (متر)	٥٥۰	٥۰۰	۷۰۰	٤۰۰	۳٥۰	٥۰۰	۱۰۰۰	۱٤۰۰	٤۰۰	٦۰۰	۷۰۰	۳۰۰
Eld(m) ارتفاع دیوارهٔ سمت چپ درّه (متر)	۲٥۰۰	۲٤٥۰	۲٥٥۰	۲٤۰۰	۲٥٥۰	۲٤۰۰	۲۲٥۰	۲٤٥۰	۲٤۰۰	۲٤۰۰	۲۳۰۰	۲۲٥۰
Erd(m) ارتفاع دیوارهٔ سمت راست درّه (متر)	۲۳۰۰	۲٥٥۰	۲٥۰۰	۲٥۰۰	۲٤۰۰	۲۳٥۰	۲۳۰۰	۲٥٥۰	۲۳۷۰	۲٥٥۰	۲۳۷۰	۲۳۰۰
Esc(m) ارتفاع بستر درّه (متر)	۲۱۸۰	۲۲۲۰	۲۳۰۰	۲۲۲۰	۲۳۰۰	۲۱۰۰	۲۱٥۰	۲۲۰۰	۲۱۸۰	۲۳۸۰	۲۱۰۰	۲۱٥۰
VF شاخص نسبت پهنای درّه به عمق	۲/٥	۱/۷۹	۳/۱۱	۱/۷٤	۲	۱/۸۲	۸	٤/٦٦	۱/۹٥	٥/۷۱	۲/۹۸	۲/٤
Av(m2) مساحت درّه در مقطع عرضی (متر مربع)	٤۱۰۰	۲٥۰۰	۱٦۰۰	٦٦۰۰	۳٥۰۰	۲۱۰۰	۸۰۰	٥۱۰۰	۱٤۰۰	۱۳۰۰	۱۲۰۰	٦۰۰
Ac(m2) مساحت نیم دایره ای به شعاع H متر مربع	۲۲٦۱۹/٥	۱۲۳۱٥۰/٤	۷۹٥۲۱/٦	۸۰۳۹۰٥/۱	٥۹۷۲۹/٥	۱۱۸۷۹۱/٥	۲٤٥٤۳/٦	۱٤۱۳۸/٦	٦٤۰۹٤/۸	۱۷۳۱۸/۰۲	۸٦۷٤۸/۲	۲٤٥٤۳/٦
H(m) ارتفاع درّه (متر)	۱۲۰	۲۸۰	۲۲٥	۲۳۰	۱۹٥	۲۷٥	۱۲٥	۳۰۰	۲۰۲	۱۰٥	۲۳٥	۱۲٥
V شاخص مرفولوژی دره	۰/۱۸	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۰۸	۰/۰٦	۰/۲۰	۰/۳۰	۰/۰٤	۰/۰۲	۰/۰۷	٪۱٤	٪۲
Ad (مساحت)	۱۲۲/٦	٥۱/٦	٤۸/۳	٤۷/۳	۷۲/٤	٥۲/۷	۲٦/٦	٤٥/۱	٤۳/۳	٥۱/۲	۱۰۲/٦	٥۳/۱
Af مساحت مخروط افکنه	۳٦/۲	۱۲/۸	۱۱/۷	۲۲/٦	۳٤/٤	۱۲/۲	۷/۳	۹/۳	۹/٥	۹/٦	٤۳/٤	۹/۲
شاخص وسعت مخروط افکنه (۱)	٤۷/۰۳	۲۹/۲۲	۲۸/۱	۲۷/۸	۳٥/۳	۲۹/٥٦	۲۰/۲۹	۲۷/۱	۲٦/٥	۲۹/۰۹	٤۲/٦	۲۳/٦
شاخص وسعت مخروط افکنه (۲)	۲۷/٦٥	۱۳/۸۳	۱۳/۱۲	۱۲/۹	۱۸/۱٤	۱٤/۰۷	۰/۱٤	۱۲/٤	۱۲/۰۲	۱۳/۷٤	۳۲/۹۷	۱۰/۱٦
Ar مساحت حوضه دربرگیرندهٔ زهکشهای فرعی (سمت راست) کیلومتر مربع	٦۲/٥	۲٥/۱	۱۷/۸	۳۱/۳	٤۲/٥	۲٥/٤	۱۱/۲	۱۹/۸	۳۰/٦	۲٤/۷	۳۰/۳۰	۲٤/٤
At مساحت حوضه دربرگیرنده زهکشهای فرعی در سمت چپ کیلومتر مربع	۱۲۲/٦	٥۱/٦	٤۸/۳	٤۷/۳	۷۲/٤	٥۲/۷	۲٦/٦	٤٥/۱	٤۳/۳	٥۱/۲	۱۰۲/٦	۳٥/۱
AL وسعت حوضه (کیلومتر مربع)	٦۰/۱	۲٦/٥	۳۰/٥	۱٦	۳۰/۹	۲۷/۳	۱٥/٤	۲٥/۳	۱۲/۷	۲٦/٥	۷۲/۳	۱۰/۷
Af(km2) شاخص عدم تقارن آبراهه‌ها (مترمربع)	٥۰/۹۷	٤۸/٦	۳٦/۸	٦٦/۱	٥۸/۷	٤۸/۲	٤۲/۱	٤۳/۹	۷۰/۷	٤۸/۲	۲۹/٥	٦۹/٥
Da فاصلهٔ نوار ماندری فعّال از خط میانی حوضه	٦/٤	۳/۸	۲/٤	۲/٦	۳/٥	۲/۲	۲/٤	۳/۱	۳/۱	۲/۳	٤/۳	۱/٦
Dd فاصله خط‌میانی‌حوضهٔ آبریز از خط مرزحوضه	۲/٥	۲/۳	۱/٤	۱/۲	۱/۳	۱/۷	۰/۹	۲/۲	۱/۱	۰/۸	۲/۷	۱/۱
T شاخص تقارن توپوگرافی عرضی	۲/٥٦	۱/٦٥	۱/۷	۲/۱٦	۲/۷	۱/۳	۲/۷	۱/٤	۲/۸	۲/۹	۱/٦	۱/٤٥

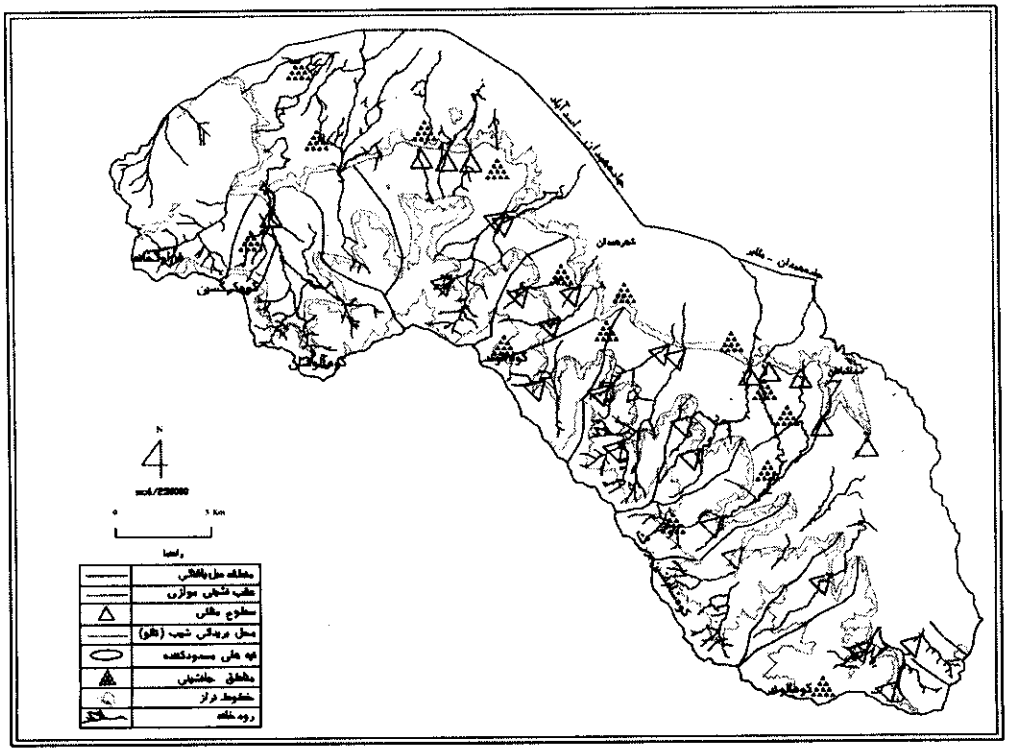
Archive of SID
www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱۰ـ نقشه موقعیت زیرحوزه‌ها و شاخص‌های اندازه‌گیری در دامنه‌های شمالی الوند



نقشه ۱۱ـ طبقات شیب دامنه‌های شمالی الوند بر اساس خطوط تراز



www.SID.ir

Archive of SID

بیانگر شدّت فعّالیّت مرفودینامیک و فرسایش در جبههٔ شمالی الوند است. محاسبهٔ مربوط به %Facet=٪۶۷ (Ls= ۴۸/۲ cm، Lf =۳۲/۳ cm) که بالای ۵۰٪ است نیز مؤیّد این مطلب می‌باشد.

اما به منظور درک صحیحی از وضعیّت تحوّل جبههٔ شمالی تودهٔ الوند و به جهت ارزیابی دقیق تر از شرایط محلّی و موقعیّت مکانی دامنهٔ شمالی الوند، همچنین مقایسهٔ بین آنها، محاسبهٔ برخی از شاخص‌ها در رابطه با زیرحوضه‌های دوازده گانه جبهه شمالی الوند به انجام رسیده تا از این طریق شدّت وضعیّت فعّالیّت مرفودینامیکی منطقه به خوبی بررسی شود. بدین لحاظ کلیّهٔ محاسبات و اندازه گیریهای انجام شده بر روی نقشهٔ توپوگرافی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ صورت پذیرفته و نتایج حاصله در جدول شماره (۲) ارائه شده تا بتوان تفسیر دقیقی از آنها بعمل آورد.

ارقام حاصله از محاسبهٔ شاخص‌ها نشان می‌دهد که مقادیر بدست آمده از گرادیان رودخانه بسیار زیاد بوده و اکثر زیرحوضه ها دارای مقادیر بسیار بالای گرادیان رودخانه (S_L) می‌باشند و به خوبی موجب تفکیک دقیق حوضه‌هایی با مرفودینامیک فعّال (زیرحوضه‌های ۳ و ۸ و ۱۱ و ۱۲) از حوضه های ۱و۲و۵و۶و۷و۹و۱۰ با فعّالیّت مرفودینامیک کمتر شده است.تفاوت در شیب، نوع کاربری اراضی، تراکم آبهای جاری و ارتفاع از دلایل این اختلاف است.

مقدار (V_F) یا شاخص نسبت پهنای درّه به عمق در مقایسه با مقدار گرادیان رودخانه(S_L) بسیار کم بوده لیکن مقدار زیاد آن نسبت به (۱) بیانگرتحوّل درّه‌های (V) شکل منطقه و شدّت فرسایش جانبی است. درّه‌های زیرحوضه‌های ۳ و ۷ و ۸ و ۱۰ بیشترین مقدار(V_F) را دارا هستند. شاخص نسبت (V) یا نسبت مساحت درّه در مقطع عرضی به مساحت نیم دایره به شعاع H (ارتفاع درّه) نیز مؤیّد این مطلب است که درّه‌های V شکل منطقه در حال تحوّل هستند.

به منظور تحلیل شاخص وسعت مخروط افکنه از دو معادلهٔ (۱) $Af=۳/۳۴* Ad^{-/۵۵}$ و (۲) $Af_Y= ۰/۵۹\times Ad^{-/۸}$ استفاده شده است . معادلهٔ (۱) مشخص کنندهٔ مخروط افکنه هایی است که درجبههٔ کوهستان فعّال و با مقادیر عددی شاخص سینوسی جبههٔ کوهستان (S_{mf}) و نسبت پهنای درّه به عمق (V_F) همخوانی دارند. معادلهٔ (۲) نشانگر مخروط افکنه‌هایی می‌باشد که در مناطق دارای فعّالیّت مرفودینامیکی نسبتاً آرام تشکیل شده‌اند. ارقام محاسباتی در رابطه با دو معادلهٔ فوق‌الذکر در جبههٔ شمالی تودهٔ الوند و همخوانی آنها باشاخص (S_{mf}) و (V) بیانگر وجود مخروط افکنه‌هایی است که درجبههٔشمالی تودهٔ الوند در اثر مرفودینامیک فعّال تشکیل شده‌اند.

ارقام بدست آمده از شاخص عدم تقارن (Av/At) Af=۱۰۰ نشان می‌دهد که زیرحوضه‌های ۱ و ۲و ۵ و ۶ و ۱۰ از لحاظ زهکشی دارای تقارن می‌باشند. هرچند که ارقام مربوط به شاخص عدم تقاران آبراهه (A_F) دارای مقدار کمتر از ۵۰ است و این مسئله بیانگر وجود فرسایش در ساحل چپ آبراههٔ اصلی است؛ اما زیرحوضه‌های ۳ و ۷ و ۸ و ۱۱ از جمله زیرحوضه‌هایی هستند که فرسایش و فعّالیّت مرفودینامیک در ساحل چپ آنها فعّال است. بقیّهٔ زیرحوضه‌ها با توجه به مقدار (A_F) دارای کج‌شدگی براثر فعّالیّت مرفودینامیک شدید در ساحل راست آنها و بیانگر طول بیشتر زهکشهای فرعی در سمت راست این حوضه هاست. زیر حوضه‌های ۴ و ۵ و ۹ و۱۲ دارای بیشترین مقدار AF هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص تقارن توپوگرافی عرضی (T) وجود انحراف در همهٔ زیرحوضه‌های مورد نظر از لحاظ توپوگرافی عرضی و عدم تقارن بین ساحل چپ و راست رودخانهٔ اصلی را نشان می‌دهد. به طوری که ارقام حاصله، انحراف زیادی از (۱) را نشان می‌دهد. این موضوع شدّت فعّالیّت مرفودینامیک را به اثبات می‌رساند. به طور کلّی ارقام محاسباتی در رابطه با کلیّه شاخص‌ها و همخوانی آنها با یکدیگر ثابت می‌کند که جبههٔ شمالی کوهستان الوند بر اثر فعّالیّت مرفودینامیک فعّال و تحت تأثیر فرسایش شدید درحال تحوّل و پسروی است.

بحث و نتیجه‌گیری

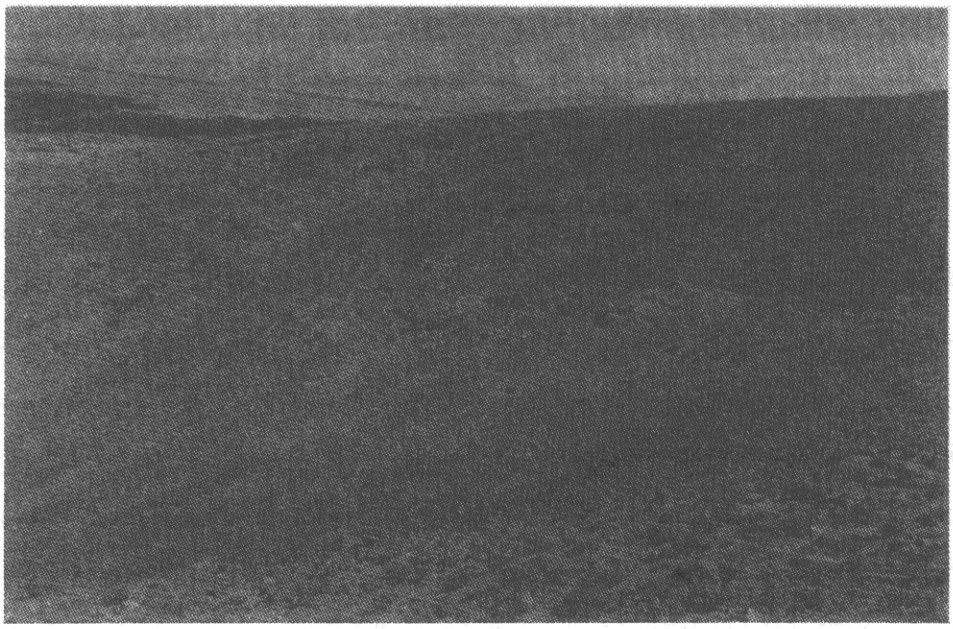
مرفولوژی جبههٔ شمالی کوهستان الوند تحت تأثیرعوامل تکنوتیک و شدّت فعّالیّت مرفودینامیک و میزان فرسایش شدید تحوّل و تکوین یافته و دامنه های آن تحت تأثیر فرآیندهای دامنه ای ناپایدار شده است. وجود شیب‌های فراوان از نوع (W.L.S) نه تنها موجب تحوّل دامنه‌ها گشته، بلکه منجر به تشکیل فرآیندهای میل‌یافتگی ، عقب نشینی موازی، جانشینی و گردشدگی گردیده است. از شواهد مرفودینامیک فعّال منطقه که نشانه‌ای از تحوّل و پسروی جبههٔ شمالی الوند محسوب می‌شود، وجودتپه‌های مسدود کننده، سطوح مثلثی شکل، و شکل سینوسی جبههٔ شمالی کوهستان الوند است. وضعیت سینوسی جبههٔ شمالی الوند گاهی به شکل خطی و گاهی نیز در برخی مناطق منحنی - خطی (بر روی نقشه) است که این امر نشانهٔ تحوّل و پسروی منطقه بوده که از فاصله‌بندی حوضه های زهکشی مجاور، زمان و پهنای محدوده متأثّر شده است. محاسبهٔ شاخص‌های مرفومتریک از جمله وضعیت سینوسی، تسطیح شدگی ، گرادیان رودخانه، نسبت پهنای درّه به عمق، شاخص (V) یا مرفولوژی درّه، مخروط افکنه ،عدم تقارن آبراهه و تقارن توپوگرافی عرضی و همخوانی آنها با یکدیگر بیانگر فعّالیّت مرفودینامیک شدید، فرسایش پذیری قابل توجّه، تحوّل و پسروی جبههٔ شمالی کوهستان الوند است. عواملی چون ویژگیهای لیتولوژی، مرفولوژی، و حاکمیت سیستم فرسایش پریگلاسیر که شواهد آن در منطقه بسیار متعدّد و متنوّع است، در این رابطه بسیار مؤثّر واقع شده‌اند.

بطور کلی شاخص‌های مرفومتریک محاسبه شده در زیر حوضه‌های منطقه نشان دهندهٔ تغییرات پی‌درپی تودهٔ الوند و نشانگر نرخ حرکت مواد فرسایش یافته در واحد سطح دامنه‌های آن می‌باشد و از اینرو می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که جبههٔ شمالی الوند در حال فرسایش یابندگی است. از طرف دیگر بیشترین مقدار سینوسی جبههٔ شمالی الوند در جایی دیده می‌شود که برآمدگیهای جدا کنندهٔ حوضه‌های زهکشی مجاور خیلی فرسایش نیافته‌اند.

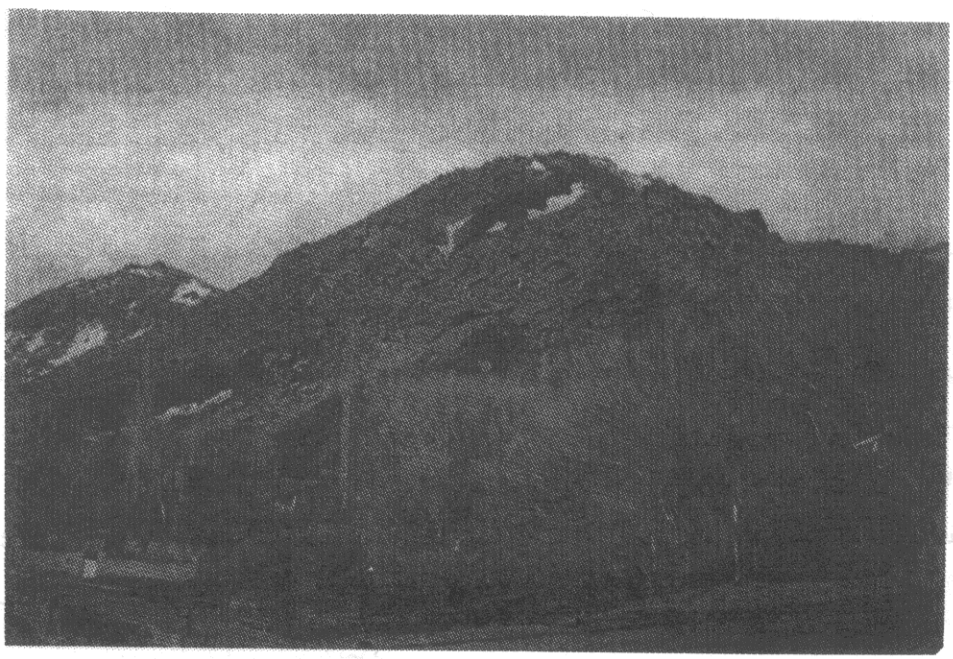
بعلاوه چنین استنباط می‌شود که بیشترین حالت فعّال در منطقه حالت جانشینی بوده که وجود واریزه‌های ثقلی و زمینهای پوشیده از خرده سنگها و قطعه سنگها بر روی دامنه ها مؤیّد این مطلب است. در حالیکه حالت عقب نشینی بیشتر موجب تکامل مرفولوژی اوّلیّه شده که از نتایج آن می‌توان به پدیدهٔ کوهپایه سازی و مدفون شدن گسل‌ها و عدم تشخیص آنها در بررسیهای میدانی اشاره نمود.

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر ۱- پدیدهٔ جانشینی بر اثر فرآیند تخریب سنگها وتشکیل واریزه‌ها در ارتفاعات الوند، ارتفاع ۲۷۰۰ متر



تصویر ۲- پدیدهٔ عقب نشینی موازی بر روی گنجنامهٔ الوند، ارتفاع ۲۸۰۰ متر

www.SID.ir

Archive of SID

به نظر می‌رسد که مقادیر عددی شاخص گرادیان رودخانه با سنگ بستر رودخانه در ارتباط باشد، به طوری که مقادیر زیاد شاخص گرادیان رودخانه یا (S_L) در سنگهای دارای مقاومت کم و یا در سنگهای با مقاومت یکسان در زیر حوضه‌های مربوطه مشاهده می‌شود. این مسئله ناشی از تخریب مکانیکی سنگهای گرانیتی به دلیل دیاکلازه بودن آنها و مقاومت مکانیکی کمتر و حسّاسیّت بیشتر شیست‌ها به فرآیند فرسایش است.

نتایج حاصله نشان می‌دهد که شاخص‌های مرفومتریک محاسباتی بیانگر تأثیر شدید لیتولوژی و مرفولوژی منطقه در میزان فرسایش و تشدید فعّالیّت مرفودینامیک منطقه است. از طرف دیگر موجب تفکیک، طبقه‌بندی و پهنه بندی زیر حوضه‌های منطقه از لحاظ شدّت فرسایش و تحوّل مرفولوژی گشته است. به علاوه شواهد موجود و اشکال حاصله از فرآیندهای دامنه‌ای منطقه از جمله مرفولوژی درّه و عدم تقارن توپوگرافی و عدم تقارن آبراهه‌ها به همراه سایر شاخص‌ها نشان دهندهٔ تحوّل و پسروی جبههٔ شمالی تودهٔ الوند همدان است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع و مآخذ:

۱ـ امینی زاده ، محمدرضا، (۱۳۷۷)، بررسی پایداری شیبها و نحوه کنترل آنها در حوضه آبخیز سد جیرفت، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۲ـ بیاتی خطیبی، مریم. (۱۳۷۹)، بررسی نقش عوامل مورفودینامیک در ناپایداری دامنه های شمالی قوشه داغ (از اهر تا مشکین شهر) رساله دکتری، دانشگاه تبریز.

۳ـ سلیمانی، شهریار، رهنمودهایی در شناسایی حرکات تکتونیکی فعال و جوان، مؤسسه بین المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله (۱۳۷۸).

۴ـ کمک پناه، علی، منتظر القائم، سعید ،(۱۳۷۱)، روشهای تحلیلی در ارزیابی پایدرای شیبهای طبیعی موسسه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.

۵ـ مجموعه مقالات دومین همایش ملی و دانش زمین و راههای مقابله با خطرات آن، (۱۳۷۷)، موسسه بین المللی زلزله شناسی ومهندسی زلزله.

6- Allison. R. J. 1996. Slope and slope processes progress on physical Geomorphology. Arnold . Vol 20-453-465.

7- Fredlund. D.G.1987. Slope stability analysis incorporation the effect of soil suction-slope stability-John wiley and sons. Ltd. PP.113-141.

8- Matsukura, Y.1988.Cliff instability on the asama deposits due to notch formation on the asama. Mountain slope-Gebruder Borntraeger.Vol.2 129-141.

www.SID.ir