بررسي حساسيت سازندهاي زمين‌شناسي نسبت به فرسايش و توليد رسوب در حوزه آبخيز لتيان[1]

سادات فيض‌نيا[2] مريم زارع خوش‌اقبال[3]

چكيده

درمطالعات فرسايش و حفاظت خاك ويژگي‌هاي سنگ‌شناسي حوزه آبخيز از اهميت قابل‌توجهي برخوردار است. رفتار سنگ‌هاي مختلف در مقابل فرسايش متفاوت بوده و بعضي از واحدهاي سنگ‌شناسي حساس به فرسايش و مستعد توليد رسوب هستند. رفتار سنگ‌ها و نهشته‌هاي كواترنر در مقابل هوازدگي و فرسايش بستگي به عوامل چندي دارد كه بعضي از عوامل مربوط به سرشت سنگ و عوامل ديگر مربوط به محيط خارجي دربرگيرنده سنگ است. در حوزه‌هاي آبخيز كوچك نقش عوامل مربوط به سرشت سنگ با اهميت‌تر از عوامل مربوط به محيط خارجي دربرگيرنده سنگ است. عوامل متعدد ديگري مانند ژئومورفولوژي، نوع اقليم، وضعيت پوشش گياهي، عامل انساني و.... در فرسايش موثرند. بررسي تمامي عوامل موثر در فرسايش مشكل بوده و كار را پيچيده مي‌نمايد؛ بنابراين بايستي عوامل موثر را اولويت‌بندي نموده و در نظرگرفت تا واحدهاي كاري (ژئومورفولوژي) با اندازه قابل بررسي به‌دست آمده و از نظر آماري بتوان بين عوامل موثر و آمار رسوب ارتباط برقرار نمود. منطقه موردمطالعه حوزه آبخيز لتيان و زيرحوزه‌هاي آن است. با توجه به بررسي‌هاي اوليه درمنطقه مشخص شد كه سه عامل مواد زمين‌شناسي، شيب و اقليم مهم‌ترين عوامل موثر در فرسايش مي‌باشند؛ بنابراين اين سه عامل مورد بررسي قرارگرفت و با يكديگر تلفيق شدند تا واحدهاي كاري به‌دست آيند. سپس حساسيت كيفي سنگ‌ها و سازندهاي ماقبل كواترنر پيوسته با استفاده از معيارهاي روش مقاومتي و سختي توده سنگ سلبي (١٩٨٠) به صورت صحرايي تعيين شد. براي تعيين حساسيت كيفي سنگ‌ها و سازندهاي ماقبل كواترنر نسبتا ناپيوسته و سازندهاي كواترنر از عامل **K** در مدل **USLE** استفاده شد. در مرحله آخر براي كمي كردن فرسايش‌پذيري سازندها از آمار رسوب ايستگاه‌هاي هيدرومتري حوزه لتيان استفاده شد.

واژه‌هاي كليدي: *فرسايش، رسوبزايي، حساسيت به فرسايش، توليد رسوب، هوازدگي،حوزه آبخيز لتيان، سازندهاي زمين‌شناسي ايران.*

[1] - تاريخ دريافت ٨٠/١٠/٣٠: ، تاريخ تصويب نهايي: ٨٢/٤/٣٠

[2] - استاد دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران(E-mail: sfeiz@chamran.ut.ac.ir)

[3] - كارشناس ارشد گروه فرسايش و رسوب، دفتر مطالعات و ارزيابي آبخيزها

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

يكي از جنبه‌هاي مهم در آبخيزداري، ويژگي‌هاي زمين اعم از پوشش سنگ و خاك مي‌باشد. در مناطقي مثل ايران كه اغلب داراي ناهمواري‌هاي جوان است، ويژگي‌هاي خاك عمدتا تابعي از ويژگي‌هاي سنگ است (فيض‌نيا، ١٣٧٤). براي اندازه‌گيري شدت فرسايش درحوزه‌هاي آبخيز از روش‌هاي تجربي و يا نمونه‌برداري رسوب استفاده مي‌شود. در اغلب روش‌هاي تجربي مثل PSIAC و روش EPM نياز به اين مي‌باشد كه نقشه زمين‌شناسي منطقه تهيه شده و ويژگي‌هاي سنگ‌هاي مختلف تشخيص داده شده و سنگ‌هاي حوزه آبخيز از اين نظر درجه‌بندي و ترتيب‌بندي شوند.

يكي از مشكلات موجود در طرح‌هاي حفاظت خاك و كنترل فرسايش اين است كه عموما شناخت كافي از سنگ‌شناسي حوزه آبخيز وجود ندارد. از طرف ديگر ترتيب‌بندي سنگ‌ها از نظر حساسيت به فرسايش در مدل‌هاي تجربي با مشكلاتي روبه‌رو است. در اين تحقيق سعي گرديده روش مناسبي براي بررسي حساسيت سنگ‌ها و سازندهاي زمين‌شناسي به فرسايش ارائه شود كه عمدتا بر پايه بررسي‌هاي صحرايي، آزمايشگاهي و آمار رسوب متكي بوده و نظرات شخصي و كارشناسي كمتر در آن اعمال گردد.

مواد تشكيل‌دهنده سطح زمين ممكن است از نظر سني از مواد ماقبل كواترنر و يا مواد كواترنر باشند. مواد ماقبل كواترنر عمدتا متشكل از سنگ‌ها يا سازندهاي پيوسته هستند، اما به مقدار كم شامل واحدهاي نسبتا ناپيوسته نيز هستند (مارن‌ها و خاكسترهاي آتشفشاني ...). مواد كواترنر متشكل از خاك يا مواد ناپيوسته برجا و نهشته رسوب يامواد ناپيوسته انتقالي و نابرجا مي‌باشند. نحوه بررسي فرسايش سنگ‌هاي پيوسته ماقبل كواترنر و مواد ناپيوسته كواترنر و ماقبل كواترنر و خاك متفاوت مي‌باشد. در اين تحقيق دو دسته مواد فوق از نظر فرسايش مورد بررسي قرار مي‌گيرند. در بررسي فرسايش مواد كواترنر تنها نهشته‌هاي رسوبي و انتقالي كواترنر مورد توجه قرار خواهند گرفت؛ چون بحث حساسيت به فرسايش خاك‌ها نياز به بررسي‌هاي دقيق و جداگانه دارد.

منطقه مورد مطالعه حوزه آبخيز لتيان در شمال شرق تهران در ″٣٣ ′٢٣ °٥١ تا ″٢٤ ′٤٩ °٥١ طول شرقي و ″١٤ ′٤٦ °٣٥ تا ″٢٤ ′٣ °٣٦ عرض شمالي است. اين حوزه از هشت زيرحوزه شامل لوارك، افجه، كند، امامه، گرمابدر، شمشك، آهار و رودك تشكيل شده است(شكل١). رودخانه اصلي حوزه جاجرود است كه از ارتفاعات البرز سرچشمه مي‌گيرد. به طور كلي شش ايستگاه هيدرومتري به شرح زير در منطقه وجود دارد: لوارك (علي‌آباد)، افجه (نارون)، گلندوك (كند)، امامه (كمرخاني)، جاجرود (رودك) و جاجرود (سد). باتوجه به ناكامل‌بودن آمار بعضي از ايستگاه‌هاي هيدرومتري، از چهار زيرحوزه و ايستگاه‌هاي هيدرومتري آن به شرح زير استفاده شد: زيرحوزه لوارك (لواسان)، زيرحوزه افجه، زيرحوزه كند و زيرحوزه رودك بزرگ (كه دربرگيرنده زيرحوزه‌هاي امامه، گرمابدر، شمشك، آهار و رودك كوچك است).

مواد و روش‌ها

تحقيق حاضر براساس روند نماي پيش‌بيني شده (شكل ٢) به شرح زير سامان داده شده است:

١- تعيين مقدار رسوب:

مقدار رسوب زيرحوزه‌هاي آبخيز لتيان براساس مطالعات قبلي انجام شده (حيدري‌يان ١٣٧٣)تعيين شد.

٢- تهيه نقشه واحدهاي ناحيه‌اي يا كاري[1]

با توجه به بررسي‌هاي اوليه مشخص شد كه عوامل مواد زمين‌شناسي (سنگ يا سازند)، شيب و اقليم مهم‌ترين عوامل موثر در فرسايش درحوزه لتيان مي‌باشند. سازندهاي زمين‌شناسي حوزه لتيان از نظر سني متعلق به پركامبرين تا كواترنر و از نظر سنگ‌شناسي متنوع مي‌باشند. سازندهاي كواترنر منطقه شامل نهشته‌هاي مخروط‌افكنه و پادگانه (Q_a) و لغزش‌ها و واريزه‌ها (Q^t) هستند. از اينرو براي مشخص‌كردن واحدهاي زمين‌شناسي مهم از نظر حساسيت

[1] -Terrain Mapping Units

Archive of SID

www.SID.ir

به فرسايش، سنگ‌هايي كه از نظر فرسايش رفتار يكساني داشتند با يكديگر تلفيق گرديدند و براين اساس نقشه زمين‌شناسي كاربردي و با حذف جزئيات غيركاربردي تهيه شد.

براي تهيه نقشه شيب از نرم‌افزار ILWIS و ARC-View در محيط سيستم اطلاعات جغرافيايي استفاده شد. با بررسي‌هاي اوليه‌اي كه در منطقه انجام شد مشخص گرديد كه طبقات شيب با فاصله ١٥ درصد بهترين طبقه‌هاي شيب را براي منطقه ارائه مي‌دهند در نتيجه شش طبقه شيب شامل ١٠-٠، ٣٠-١٠، ٤٥-٣٠، ٦٠-٤٥، ٧٥-٦٠ و بيشتر از ٧٥ درصد درنظرگرفته شد.

براي تعيين وضعيت اقليم منطقه از نقشه اقليم جاماب به مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ كه در آن روابط بين ارتفاع و بارندگي و ارتفاع و متوسط حرارت گرم‌ترين ماه سال و ارتفاع و متوسط حرارت سردترين ماه سال براساس روش آمبرژه بكار گرفته شده استفاده گرديد. اقاليم خرد با يكديگر تلفيق شد و با تلفيق آنها در كل منطقه دو كلاس اقليم‌كلان به صورت زير درنظرگرفته شد:

اقليم ١-نيمه خشك و مديترانه‌اي عمدتا در قسمت جنوبي حوزه و اقليم، ٢-نيمه مرطوب و مرطوب عمدتا در بخش شمالي حوزه.

پس از تهيه نقشه‌هاي پايه فوق‌الذكر، نقشه واحدهاي كاري از طريق رويهم‌گذاري نقشه‌ها در محيط سيستم اطلاعات جغرافيايي تهيه شد. در تحقيق حاضر اثر كاربري اراضي با توجه به ايجاد پلي‌گون‌هاي واحد كاري بسيار كوچك در نظرگرفته نشد. بديهي است تاثير يا عدم تاثير كاربري اراضي درحساسيت سازندها به فرسايش موضوعي است كه ضرورت دارد به طور جداگانه مورد بررسي قرار گيرد.

٣- برآورد كيفي فرسايش‌پذيري مواد زمين‌شناسي درصحرا و آزمايشگاه:

مواد زمين‌شناسي به دو دسته سنگ‌ها و سازندهاي ماقبل كواترنر و مواد و سازندهاي كواترنر تقسيم‌بندي مي‌شوند. اغلب سنگ‌ها و سازندهاي ماقبل كواترنر پيوسته مي‌باشند. به اين دليل براي بررسي حساسيت آنها به فرسايش، روش سلبي (١٩٨٠) كه براساس آن مي‌توان اقدام به طبقه‌بندي مقاومت سنگ‌ها نمود به شرح زير استفاده شد.

طبقه‌بندي سلبي، طبقه‌بندي مهندسي سنگ است كه در آن شش عامل به شرح زير در صحرا بررسي و نمره‌بندي مي‌شوند (جدول١).

الف- مقاومت سنگ يكپارچه (بكر، دست‌نخورده يا بي‌عيب Intact) كه از طريق مقدار واجهش چكش اشميت نوع N(Normal) كه R خوانده مي‌شود، تعيين مي‌گردد (جدول١). در اين مرحله معمولا بر روي هر نوع سنگ مقدار واجهش چكش اشميت ده بار خوانده مي‌شود سپس داده‌ها از صعودي به نزولي مرتب شده و پنج داده پايين حذف شده و از پنج داده بالا ميانگين گرفته مي‌شود. هرچه مقدار واجهش چكش اشميت بيشتر باشد مقاومت سنگ بيشتر بوده و نمره بيشتري به آن داده مي‌شود (جدول١).

ب- شدت هوازدگي: سنگ‌ها براساس شدت هوازدگي از سنگ تازه و هوازده نشده تا خاك برجاي مانده به شش طبقه‌تقسيم‌بندي مي‌شوند. براي اين طبقه‌بندي از سه معيار اصلي به شرح زير استفاده مي‌شود: مقدار تغيير رنگ سنگ در اثر هوازدگي، نسبت سنگ به قطعات سنگي باقيمانده، حضور يا عدم حضور بافت و ساخت اوليه سنگ، از اينرو براساس مقدار هوازدگي سنگ، نمره‌بندي مربوط به آن انجام مي‌شود (جدول ١).

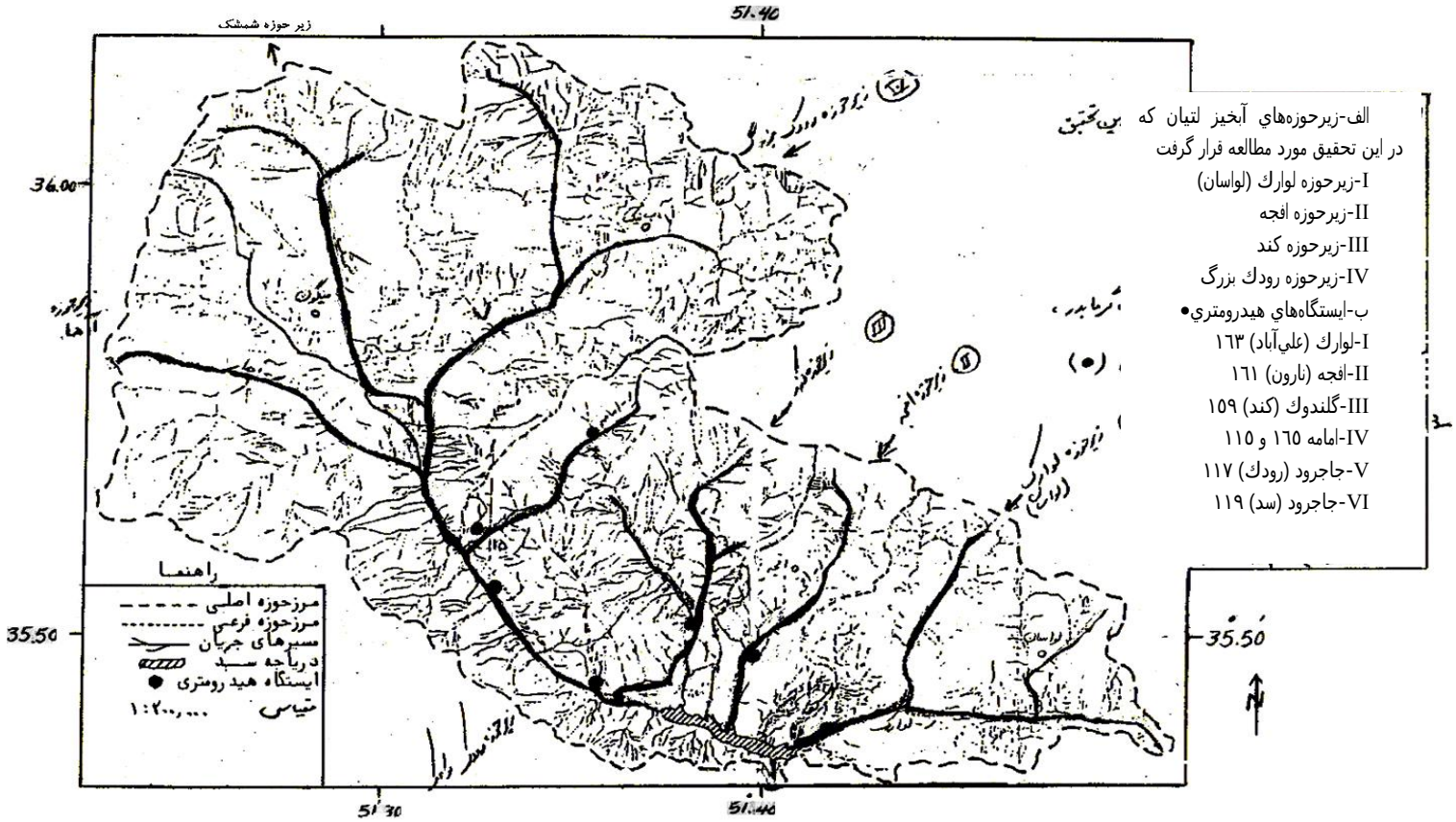
ج- فاصله بين درزه‌ها، سطوح لايه‌بندي و گسل‌ها: هرچه درزه‌ها به يكديگر نزديك‌تر باشند، توده سنگ ضعيف‌تر است (جدول ١). براساس فاصله درزه‌ها، سنگ نامگذاري شده و مي‌توان از اين طريق مقاومت فشاري (C) و زاويه اصطكاك داخلي (φ) آن را به‌دست آورد.

د- جهت يافتگي درزه‌ها و شكستگي‌ها و مقدار شيب آنها نسبت به شيب دامنه: براساس اينكه درزه‌ها جهت يافته هستند يا نه و شيب آنها نسبت به شيب دامنه به چه صورت است، سنگ طبقه‌بندي شده و سپس نمره‌بندي مي‌گردد (جدول ١).

ه-عرض درزه‌ها و سطوح لايه‌بندي: براساس عرض درزه‌ها سنگ طبقه‌بندي و نمره‌بندي مي‌شود(جدول١).

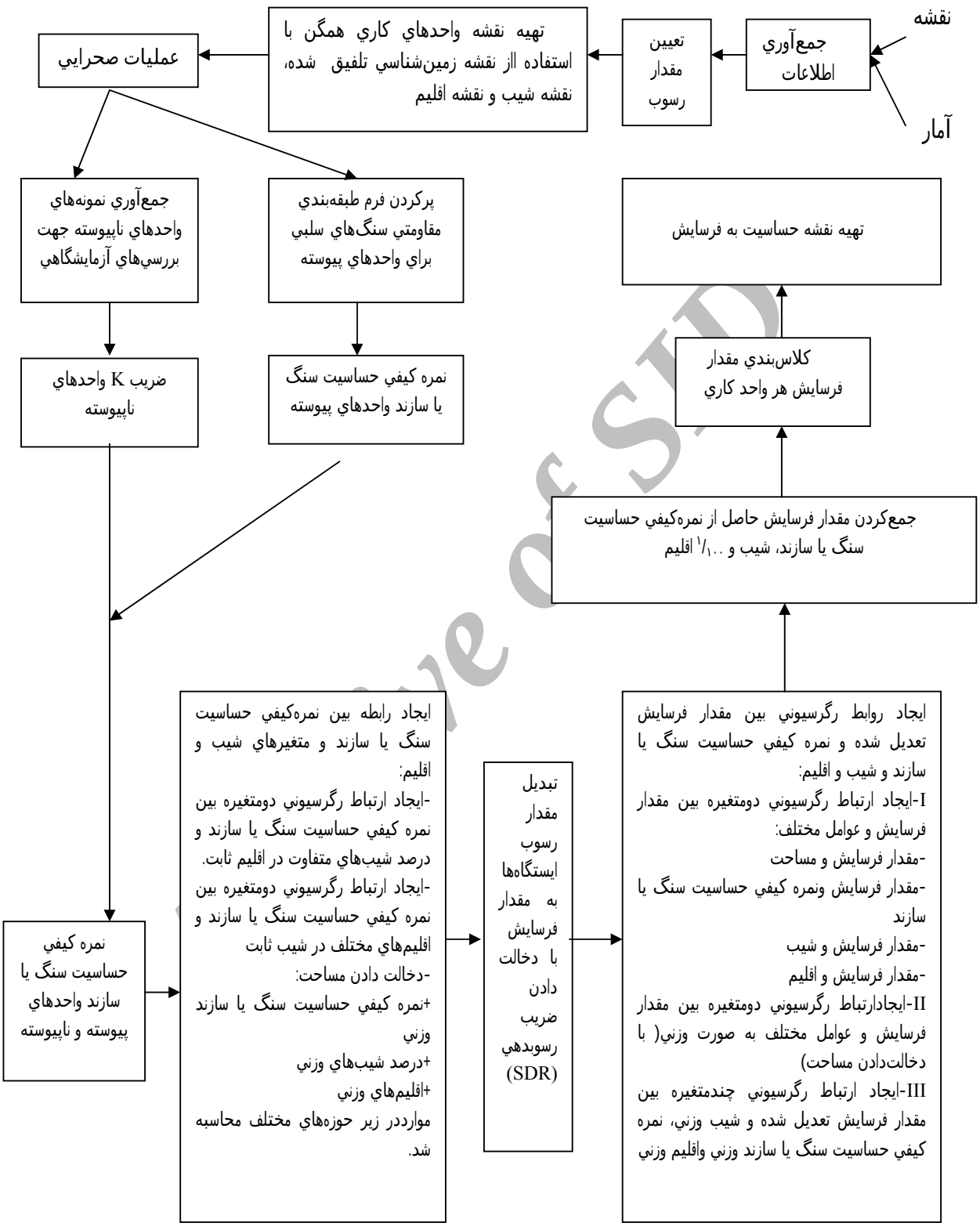
Archive of SID

www.SID.ir



شكل ١- موقعيت جغرافيايي و زيرحوزه‌هاي حوزه لتيان

www.SID.ir



Archive of SID

www.SID.ir

شكل ۲- روند نماي (Flow chart) مراحل مختلف بررسي حساسيت به فرسايش و توليد رسوب سنگ‌ها و سازندهاي حوزه آبخيز لتيان به روش كيفي و كمي

Archive of SID

www.SID.ir

و- ممتدبودن يا نبودن جانبي و عمودي درزه‌ها و مقدار پرشدگي آنها (جدول ١). پيوستگي درزه‌ها به طور كلي با بررسي وضعيت آنها مشخص شده و بر اين اساس نمره‌بندي مي‌شود.

با بررسي شش عامل بالا و نمره‌دادن به هر يك از عوامل، جمع نمرات مشخص‌شده و سنگ‌ها از نظر مقاومت طبقه‌بندي مي‌گردند (جدول١). لازم به ذكر است كه براي تعيين هر يك از عوامل ششگانه، جداول و نمودارهاي خاصي وجود دارد كه در منبع فيض‌نيا و زارع خوش‌اقبال (١٣٨١) آورده شده‌اند.

جدول ١- طبقه‌بندي مقاومتي سنگ‌ها (سلبي ١٩٨٠)

طبقه‌ها / پارامترها		١	٢	٣	٤	٥
		بسيار نامقاوم	نامقاوم	مقاومت متوسط	مقاوم	بسيار مقاوم
مقاومت سنگ يكپارچه براساس مقدار واجهش چكش اشميت®		١٠-٣٥	٣٥-٤٠	٤٠-٥	٦٠-٥٠	٦٠-١٠٠
	نمره	٥	١٠	١٤	١٨	٢٠
هوازدگي		كاملا هوازده	هوازدگي زياد	هوازدگي متوسط	كمي هوازده	بدون هوازدگي
	نمره	٣	٥	٧	٩	١٠
فاصله بين درزه‌ها		كمتر از ٥٠ ميلي‌متر	بين ٥٠ تا ٣٠٠ميلي‌متر	بين ٠/٣ تا ١متر	بين ١ تا ٣ متر	بيش از ٣متر
	نمره	٨	١٥	٢١	٢٨	٣٠
جهت يافتگي درزه‌ها نسبت به شيب دامنه		خيلي نامساعد – درزه‌ها داراي شيب تند بوده، شيب درزه‌ها درخلاف جهت شيب دامنه است	نامساعد- درزه‌ها داراي شيب متوسط بوده، شيب درزه‌ها در خلاف جهت شيب دامنه است	نسبتا مساعد- درزه‌ها نسبت به دامنه افقي يا تقريبا افقي مي‌باشند (فقط در مورد سنگ‌هاي سخت)	مساعد- درزه‌ها داراي شيب متوسط بوده، شيب درزه‌ها در جهت شيب دامنه است	خيلي مساعد- درزه‌ها داراي شيب تند بوده، شيب درزه‌ها درجهت شيب دامنه است، درزه‌هاي متقاطع
	نمره	٥	٩	١٤	١٨	٢٠
عرض درزه‌ها		بيش از ٢٠ ميلي‌متر	٥ تا٢٠ ميلي‌متر	١ تا ٥ ميلي‌متر	٠/١تا١ ميلي‌متر	كمتراز٠/١ميلي‌متر
	نمره	٢	٤	٥	٦	٧
پيوستگي درزه‌ها		پيوسته با پرشدگي زياد	پيوسته با پرشدگي كم	پيوسته، بدون پرشدگي	تعداد كمي از درزه‌ها پيوسته مي‌باشند	درزه‌ها غيرپيوسته (منقطع) مي‌باشند
	نمره	١	٤	٥	٦	٧
جمع نمرات		كمتر از ٢٤	٢٥ تا ٤٦	٤٧ تا ٦٦	٦٧ تا ٨٥	٨٥ تا ٩٤

از آنجا كه بعضي از سنگ‌هاي ماقبل كواترنر مانند مارن‌ها و خاكسترهاي آتشفشاني، استحكام چنداني ندارند از اينرو؛ براي تعيين حساسيت آنها به فرسايش به همراه واحدهاي كواترنر كه آنها نيز اغلب مستحكم نمي‌باشند، از عامل فرسايش‌پذيري (K) در روش USLE استفاده شد. براي اين‌كار با استفاده از نتايج دانه‌بندي به روش الك‌تر و

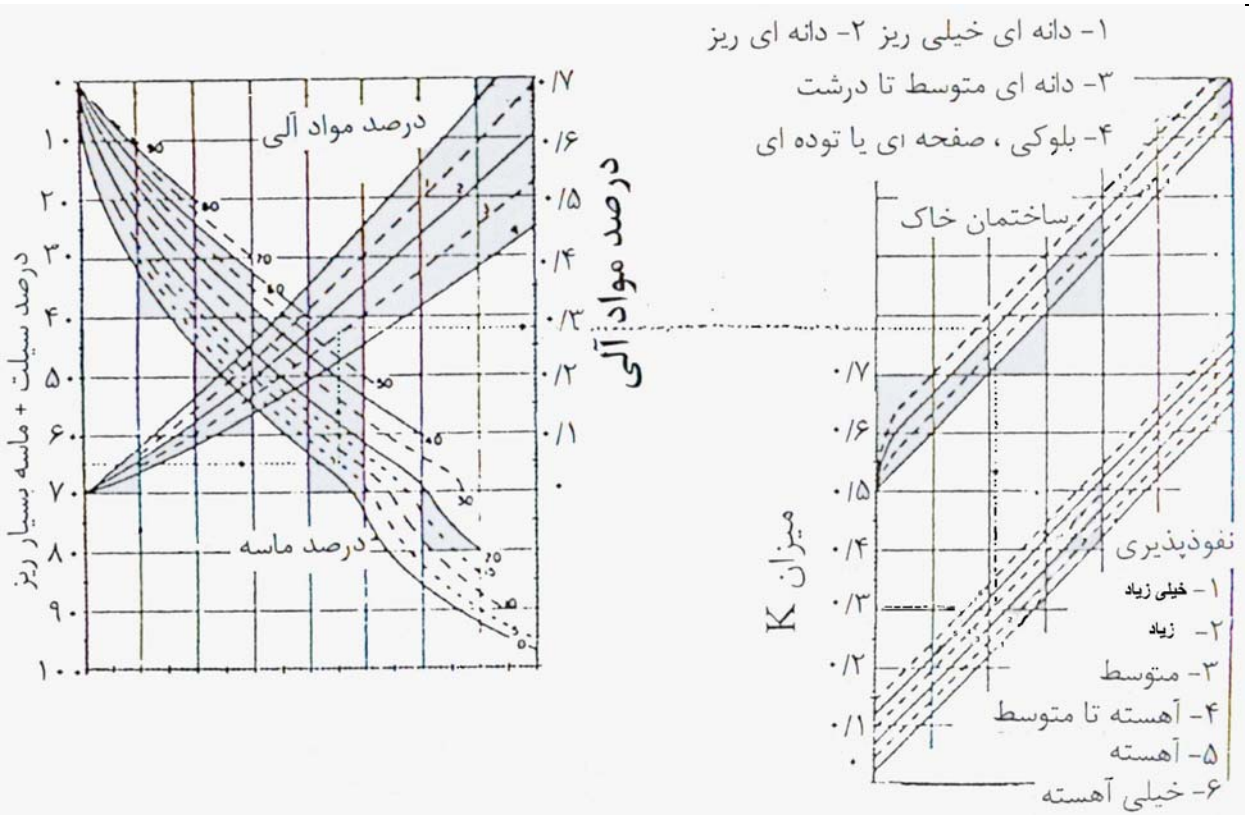
Archive of SID

www.SID.ir

هيدرومتري، تركيب كاني‌شناسي رسوب (به‌جاي درصد كربن)، ضريب فرسايش‌پذيري (K) سازندهاي با استحكام

Archive of SID

www.SID.ir



شكل ٣- ارزيابي عامل K در مدل *USLE*

در نمودارهاي فوق:

a- درصد سيلت + ماسه ريز (٠/٠٠٢ تا ٠/١ ميلي‌متر)

b-درصد ماسه (٠/١ تا ٢ ميلي‌متر)

c-درصد مواد آلي (كه دراين تحقيق به‌وسيله تركيب كاني‌شناسي و سنگ‌شناسي يا ليتولوژي نهشته كواترنر جايگزين گرديد).

d-كد ساختمان خاك: ١-دانه‌اي خيلي‌ريز ٢- دانه‌اي ريز ٣- دانه‌اي متوسط تا درشت ٤- بلوكي، صفحه‌اي يا توده‌اي.

e-رده نفوذپذيري پروفيل خاك: ١- زياد ٢- متوسط تا زياد ٣- متوسط ٤- آهسته تا متوسط ٥- آهسته ٦- خيلي آهسته.

كم به‌دست آمد و با اعمال تمهيدات كارشناسي و استفاده از نموگراف عامل K در مدل USLE نمره كيفي حساسيت واحدهاي با استحكام كم در راستاي تغييرات نمره كيفي حساسيت واحدهاي مستحكم نيز به‌دست آمد (شكل ٣). به‌طوري‌كه منحني‌هاي درصد مواد آلي به‌وسيله تركيب كاني‌شناسي نهشته كواترنر جايگزين شد؛ به طور مثال در مواردي كه مواد زمين‌شناسي حاوي كاني‌ها و قطعات سنگي بسيار مقاوم مثل كوارتز و كوارتزيت باشد از منحني درصد مواد آلي ٤ درصد و به ترتيب در مواردي كه مقدار مواد مقاوم كمتر و مقدار مواد نامقاوم بيشتر بود از منحني موادآلي ٣، ٢، ١ و صفر درصد استفاده شد.

همچنين با توجه به اينكه نهشته‌هاي كواترنر و مارن‌هاي منطقه نسبتا ريزدانه و عمدتا فاقد قطعات درشت‌دانه (قلوه‌سنگ، تخته سنگ و...) بودند استفاده از دو رده دانه‌بندي (a و b در شكل ٣) نيز مناسب تشخيص داده شد.

٤- ايجاد روابط رگرسيوني بين نمره كيفي حساسيت سنگ يا سازند و عوامل موثر

در اين مرحله ابتدا ارتباط رگرسيوني دو متغيره بين نمره كيفي حساسيت سنگ يا سازند و درصد شيب‌هاي متفاوت در اقليم ثابت و ارتباط رگرسيوني دو متغيره بين نمره كيفيت حساسيت سنگ يا سازند و اقليم‌هاي مختلف

Archive

www.SID.ir

در شيب ثابت برقرار شد (شكل۲). سپس با درنظرگرفتن مساحت، اين ارتباط به صورت وزني و به شرح زير به‌دست آمد: در هر واحد كاري به ترتيب نمره كيفي حساسيت سنگ يا سازند، درصد شيب و اقليم در مساحت آن واحد كاري ضرب شده، سپس با تقسيم اعداد به‌دست آمده بر مجموع مساحت‌ها، نمره كيفي حساسيت سنگ يا سازند وزني، درصد شيب وزني و اقليم وزني در زيرحوزه‌هاي لوارك، افجه، كند و رودك بزرگ به‌دست آمد.

۵- تبديل مقدار رسوب ايستگاه‌ها به مقدار فرسايش با دخالت‌دادن ضريب رسوبدهي

براي اين منظور با استفاده از منابع، ضريب رسوبدهي (S.D.R) ۰/۸ استفاده شد.

٦- ايجاد روابط رگرسيوني بين مقدار فرسايش و عوامل موثر در زيرحوزه‌ها

براي به‌دست آوردن ارتباط بين مقدار فرسايش و عوامل موثر، ابتدا رگرسيون دو متغيره بين مقدار فرسايش و عوامل مختلف و سپس رگرسيون چندمتغيره بين مقدار فرسايش و نمره كيفي حساسيت وزني، شيب وزني و اقليم وزني برقرار شد.

۷- تهيه نقشه حساسيت به فرسايش:

با استفاده از روابط رگرسيوني به‌دست آمده، مقدار فرسايش در هر واحد كاري محاسبه شده و منطقه از نظر فرسايش به چندين كلاس طبقه‌بندي شد و در نهايت نقشه حساسيت به فرسايش تهيه گرديد.

نتايج

حوزه آبخيز لتيان داراي ۱۱۸ واحد همگن كاري است. بخشي از نتايج نمره كيفي حساسيت مواد زمين‌شناسي پيوسته به روش سلبي در جدول ۲ آورده شده است. بقيه نتايج در منبع فيض‌نيا و زارع خوش‌اقبال (۱۳۸۱) موجود است. نتايج نمره كيفي حساسيت مواد زمين‌شناسي ناپيوسته در جدول ۳ آورده شده است. نتايج ايجاد روابط رگرسيوني بين نمره كيفي حساسيت سنگ يا سازند با عوامل موثر در جدول ٤ نشان داده شده است. همچنين نتايج تبديل مقدار رسوب به مقدار فرسايش با دخالت دادن ضريب رسوبدهي درجدول ٤ آورده شده است. نتايج حاصل از ايجاد روابط رگرسيوني بين ميزان فرسايش و عوامل موثر در زيرحوزه‌ها به شرح زير مي‌باشد.

۱-روابط رگرسيون دومتغيره و چندمتغيره بين مقدار فرسايش و عوامل مختلف:

۱-۱-رگرسيون دومتغيره بين مقدار فرسايش و مساحت وزني

Yمقدار فرسايش

$Y=۱۳/۱۷x_1+۹٤۲۰/٦$

$R^2=۰/۹۹۲$ Adjusted $R^2=۰/۹۸۹$

۱-۲- رگرسيون دومتغيره بين مقدار فرسايش و نمره كيفي حساسيت سنگ يا سازند وزني.

$Y=۹۹٦۹٤/۸x_2-٥٦۸۹۷۱٤$

$R^2=۰/٤۹۷$ Adjusted $R^2=۰/۲٤٦$

۱-۳-رگرسيون دومتغيره بين مقدار فرسايش و شيب وزني

$Y=۷٥٦۳۲۳/٤x_3-۲۰۸۳۱۲۷$

$R^2=۰/۷۸٦$ Adjusted $R^2=۰/٦۸$

۱-٤-رگرسيون دومتغيره بين مقدار فرسايش و اقليم وزني

$Y=-۱۸٤٦۳۹۱\ x_4+ ۲٤٤۷۹٤۷/۹$

$R^2=۰/۷۲۷$ Adjusted $R^2=۰/٥۹۱$

به طور كلي مشاهده مي‌شود چهار متغير مستقل در حوزه در نظر گرفته شدند و روابط نشان مي‌دهد كه بيشترين همبستگي بين مقدار فرسايش و مساحت وجود دارد (حدود ۰/۹۹) و چون مساحت نقشي درحساسيت به فرسايش ندارد، با حذف آن، رابطه چندمتغيره بين مقدار فرسايش و متغيرهاي مستقل ديگر برقرارگرديد(رابطه۵-۱).

$Y=۸٤۳۹٤/٦x_2-٤۷٥٤٥۹/۸x_3-۲۷۲٦٥۸۳x_4-٥٦٦۰۰/٥$

$R^2=۱$ Adjusted $R^2=۱$ رابطه ۱-۵

X_2نمره كيفي حساسيت سنگ يا سازند وزني، X_3 شيب وزني و X_4 اقليم وزني.

شايان ذكر است كه براي درنظرگرفتن نقش مساحت بايد آن را به نحوي در فرسايش زيرحوزه‌ها تاثير داد. به اين

Archive of SID

www.SID.ir

دليل با دخالت دادن مساحت، روابط زير به‌دست آمده‌اند كه در آنها مقدار فرسايش با توجه به مساحت در هر زيرحوزه تعديل شده است (جدول ٤).

٦-١- رگرسيون دومتغيره بين مقدار فرسايش تعديل شده و مساحت

$Y= -١/٦٨x_1+٦٨٢٩٢٥$

$R^2=٠/٠٢٥$ Adjusted $R^2=-٠/٤٦٢$

٧-١-رگرسيون دومتغيره بين مقدار فرسايش تعديل شده و نمره كيفي حساسيت وزني

$Y=-٣٠٧٤٩/٣x_2+٢٤٨١٧٣٥/١$

$R^2=٠/٠٧٣$ Adjusted $R^2= -٠/٣٩١$

٨-١-رگرسيون دومتغيره بين مقدار فرسايش تعديل شده و شيب وزني

$Y= -١١٦٠٦٩/٥x_3+١٠٠٩٨٠٤/٣$

$R^2=٠/٠٢٩$ Adjusted $R^2= -٠/٤٥٧$

٩-١-رگرسيون دومتغيره بين مقدار فرسايش تعديل شده و اقليم وزني

$Y=١٠٠٠٥/٩x_4+٦٤١٧٧٩/٠٤$

$R^2=٠$ Adjusted $R^2= -٠/٥$

١٠-١-رگرسيون چندمتغيره بين مقدار فرسايش تعديل شده و نمره كيفي حساسيت وزني، شيب وزني و اقليم وزني

$Y=٦٠٠٦٩/٠٧x_2-٤٨٠٧٧٠٣x_3-١١٧٨٣٥٣٣x_4+٢٥٩٤١٢١٣$

$R^2=١$ Adjusted $R^2= ١$

جدول ٢- نتايج نمره كيفي حساسيت مواد زمين‌شناسي پيوسته

رديف	شماره نمونه	زير حوزه	روستا	واحدكاري*	طول و عرض جغرافيايي	ارتفاع (متر)	(١) نمره مقدار واجهش چكش اشميت (R)	نمره هوازدگي (٢)	نمره فاصله بين درزه‌ها (٣)	نمره جهت‌يافتگي درزه‌ها نسبت به شيب دامنه (٤)	نمره عرض درزه‌ها (٥)	نمره پيوستگي درزه‌ها (٦)	نمره كل سلبي يا نمره كيفي حساسيت مواد مستحكم	كاربري اراضي**
١	١	افجه	افجه	PE٤١	٥١/٤٥/٣٠ ٣٥/٥٣		٥	٨	١٤	١٤	٤	٣	٤٨	MP
٢	٢	افجه	به طرف برگ جهان	EKST٣١	٥١/٤٢ ٣٥/٥٢		١٤	٧	٢١	١٧	٤	٥	٦٨	A
٣	٤	افجه	به طرف برگ جهان	Ig٣١	٥١/٤٣ ٣٥/٥١		١٨	٩	١٥	١٤	٥	٦	٦٧	R
٤	٦	گرمابدر	معدن خاتون شمالي	Pr٤١	٥١/٣٩/٤٦ ٣٥/٥٩/٢٧		١٤	٧	١٥	١٨	٣	٤	٦١	Bp
٥	١٠	گرمابدر	آب‌نيك	G٣١	٥١/٣٧/١١ ٣٥/٥٩/١٣		١٤	٧	١٥	٩	٢	٣	٥٠	Bp/A
٦	١١	گرمابدر	زاگون	∈I٢١	٥١/٣٥/٤٧ ٣٥/٥٨/٤٦		١٨	٩	٢١	١٦	٢	٦	٧٢	Bp
٧	٢١	ميگون	بالاتر از ميگون	∈ I ٢١	٥١/٢٨/٥٣ ٣٥/٥٩/٣٢	٢٤٦٨	١٨	٩	١٥	١٨	٢	٥	٦٧	Bp
٨	٢٢	ميگون	نزديك روستاي روته	Pdo٤١	٥١/٢٨/٥١ ٣٥/٥٩/٤٢	٢٤٦٨	١٤	٩	٢١	١٦	٢	٥	٦٧	Bp
٩	٢٣	ميگون	درود	Pd٢١	٥١/٢٩/٥٦ ٣٦/٠٠/٢١	٢٤٤٢	١٤	٥	١٥	١٤	٤	٤	٥٦	Bp/A
١٠	٢٤	ميگون	نزديك روستاي دربندسر	G٢١	٥١/٢٨/٤٠ ٣٦/٠٠/٥٦	٢٥٤٨	١٨	٥	٢١	٥	٢	١	٥٢	A
١١	٢٥	ميگون	قبل از دوراهي شمشك	Md٣١	٥١/٢٨/٥٣ ٣٥/٥٩/١٢	٢٤١٥	١٤	٩	١٥	١٤	٢	٦	٦٠	Bp
١٢	٢٦	ميگون	بعد از دربندسر	$MI_{٥١}$	٥١/٢٨/٥٨ ٣٥/٥٨/٣٨	٢٤١٥	١٤	٧	١٥	٩	٢	٤	٥١	R
١٣	٢٩	ميگون	دربندسر	Pd٢١	٥١/٢٨/١٠ ٣٦/٠١/٣٨	٢٦٢٧	١٨	٧	١٥	١٤	٤	٤	٦٢	BP/A
١٤	٣٢	ميگون	بعداز شمشك	JS٥١	٥١/٢٩/٠٥ ٣٦/٠١/٤٢	٢٥١٤	٥	٥	٨	١٤	٥	٤	٤١	Bp/A
١٥	٤٦	گرمابدر	زاگون	Ps٤١	٥١/٣٥/١٦ ٣٥/٥٨/٢٠	٢٢٤٥	٥	٧	١٥	٥	٢	٦	٤٠	Bp
١٦	٥٥	امامه	ابتداي‌مسيرقشم-امامه	Ekst٢١	٥١/٣٢/٠١ ٣٥/٥٥/٠٨	١٩٨٧	١٤	٧	٢١	٩	٥	٧	٦٣	Bp

*اطلاعات راجع به هر واحد كاري در منبع فيض‌نيا و زارع‌خوش‌اقبال (١٣٨١) موجود است.

**كاربري اراضي:MP مرتع متوسط، BP مرتع ضعيف، A اراضي كشاورزي، R مناطق بدون كاربري

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- نتايج نمره كيفي حساسيت مواد زمين‌شناسي ناپيوسته

رديف	شماره نمونه	*واحدكاري	طول وعرض جغرافيايي	(۱) عامل درصد سيلت+ماسه ريز	(۲) عامل درصد ماسه	(۳) عامل تركيب كاني‌شناسي (جايگزين درصد مواد آلي)	(٤) عامل ساختمان	(۵) عامل نفوذپذيري	نمره k	نمره‌k در راستاي اعداد سلبي يا نمره كيفي حساسيت مواد زمين‌شناسي	كاربري اراضي **
۱	۷۰	Mur21	۵۱ ٤۷ ۳۵ ٤۹	۵۱/۳	۲۲/۵٦	۰	٤	۲	۰/۵	۲۹	BP
۲	۱۰۰	Mur31	۰۵ ۵۱ ٤۷ ۳۵ ٤۹	۱٦/۸٦	٤۲/۷	۱	۳	۲	۰/۵۳	۲۷	BP
۳	۱۱	Mur41	۰۵ ۵۱ ٤۲ ۳۵ ۵۱	۵۰/٦۹	۲۷/٦۷	۰	٤	٦	۰/۵٤	۲٦	MP
٤	۵۷	Js11	۰۵ ۵۱ ۳۹ ۰۵ ۳۵ ۵۸	۲۳	۱۰/۵۷	۱	۳	۲	۰/٤۵	۳۳	A
۵	۷٤	Qa11	۰۵ ۵۱ ۳۱ ۵٤ ۳۵	۵۰	۱۰	۰	۱	۱	۰/۱۷	٦۲	A
٦	۱۱۹	Qa12	۱۸ ۵۱ ٤۱ ۳۵ ٤۹	۳۳	۳۵/٦۵	۱	۲	۳	۰/۲۵	۵٦	BP
۷	۸۸	Qa22	۰۵ ۵۱ ۳۹ ۳۵ ٤۹	٤۲/۵	۲۹/٤۵	۱	۳	۲	۰/۲۵	۵٦	BP
۸	۱۰۹	Qa31	۵۱ ٤٤ ۳۵ ٤۹	۲۹/۲	۳۹/۵	۱	۳	۵	۰/۲	۵۹	A
۹	۸۷	Qa32	۰۵ ۵۱ ۳۵ ۳۵ ٤۹	۲۵/۵۵	۵۷/۵	۱	۱	۲	۰/۲۵	۵٦	BP
۱۰	۷۳	Qa41	۵۱ ۳۱ ۳۵ ۵٤	۵۰	۲۱/٤	۱/۱	۲	۵	۰/۲۳	۵۸	BP

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ٣-

١١	٧٥	$Qt^{\wedge}_{11}$	٥١ ٣٥	٣٢ ٥٢	٠٥	٣٢/١٥	٢٧/٩٣	٠	٢	١	٠/٣٢	٤٤	A
١٢	٨٠	Qt^21	٥١ ٣٦	٣٥		٥٠	٤٠	٠/٧	١	١	٠/٣	٤٦	A
١٣	٨١	Qt^31	٥١ ٣٥	٣٦ ٥٩	٠٥	٦٩/١٧	٥/٢	٢	١	٤	٠/٣٩	٤١	BP
١٤	٨٢	Qt^41	٥١ ٣٥	٣٦ ٥٩		٤٤	٣٧/٣	٠/٩	٢	٤	٠/٣٥	٤٣	BP
١٥	٨٣	Qt^61	٥١ ٣٥	٣٣ ٥٧	٠٥	٢٦/٦٣	٦١/١٢	٠/٦	٢	٢	٠/٣٧	٤٢	BP
١٦	١٠٥	PLQ12	٥١ ٣٥	٤١ ٤٩	٠٥	٥٥	٢٥/٤٦	٢	١	١	٠/١٩	٦٠	A
١٧	١١٤	PLQ21	٥١ ٣٥	٤٤ ٤٩	١٦	٣٩/٥	١٧	١	٢	٣	٠/١٢	٦٦	A
١٨	١٠٦	PLQ22	٥١ ٣٥	٤٠ ٤٩	٠٥	٤٦	٣٠/٥	١/٥	١	١	٠/١٥	٦٤	D
١٩	١١٥	PLQ32	٥١ ٣٥	٣٣ ٤٨	٥٥ ٥٤	٢٨/٣	٣٣/١	٠/٧	٢	٤	٠/١٧	٦٢	MP
٢٠	١١٣	Eknمارن	٥١ ٣٥	٣٧ ٥٣	٠٥ ٠٥	٤٨	٢٠	٠/٥	٤	٢	٠/٢٨	٥٠	MP
٢١	١١٦	Qa21	٥١ ٣٥	٤٤ ٤٨	٣٨ ٥١	٥٥	٢٥/٥	٢	١	١	٠/١٩	٦٠	BP
٢٢	١١٧	Qa42	٥١ ٣٥	٣٣ ٤٨		٣٧	٤٩	١/٢	٢	٣	٠/٢٧	٥٤	BP
٢٣	١١٨	Qa61	٥١ ٣٥	٤٢ ٤٩	٥١ ١٦	٤٦	٣١/٥	١/١	١	١	٠/١٨	٦١	A

**كاربري اراضي: MP- مرتع متوسط، BP- مرتع ضعيف، A- اراضي كشاورزي، D- ديمزار*اطلاعات راجع به هر واحدكاري در منبع فيض‌نيا و زارع خوش‌اقبال (١٣٨١) موجود است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- نتايج محاسبه عوامل مختلف با ميزان فرسايش اصلاح شده برحسب مساحت در زيرحوزه‌هاي حوزه لتيان

زيرحوزه	رسوب (تن درسال)	مساحت (هكتار)	نسبت مساحت زيرحوزه به كل	رسوب اصلاح شده بامساحت (تن در سال)	٢٠ درصد رسوب اصلاح شده با مساحت (تن در سال)	مقدار فرسايش اصلاح شده با مساحت (تن درسال)	نمره كيفي حساسيت وزني	شيب وزني	اقليم وزني
لوارك	٩٥٢٢٧	١٠٣٣٤	٠/٢٢	٣٠٠٣٧٧/٤	٦٠٠٧٥/٥	٣٦٠٤٥٢/٩	٥٩/١	٣/٠٢	١/٢٤
افجه	٥٨٠٩٧	٤٢٩٧/٥	٠/٠٩	٦٤٥٥٩٢/٢	١٢٩١٠٤/٤	٧٧٤٦٢٦/٦	٦٠	٢/٧	١/٣٤
كند	١٠٧٩٠٣	٧٢٢٩/٨	٠/١٥	٧٠٤٨٨١/٢	١٤٠٩٧٦/٣	٨٤٥٨٥٧/٥	٥٧/٠٩	٣/٠٩	١/١٦
رودك بزرگ	٥٢٨٤٢٣	٤٧٢٢٩	١	٥٢٨٤٢٣	١٠٥٦٨٤/٦	٦٣٤١٠٧/٦	٦١/٦	٣/٤٦	١/٠٥

براي تهيه نقشه حساسيت به فرسايش، با استفاده از روابط رگرسيوني به‌دست آمده مي‌توان سه محدوده اطلاعاتي جديد در جدول واحدهاي كاري به شرح زير ايجاد شد:

مقدار فرسايش برحسب نمره كيفي حساسيت، مقدار فرسايش برحسب نمره درصد شيب و مقدار فرسايش برحسب اقليم در هر زيرحوزه. با توجه به اينكه در منطقه موردمطالعه اقليم نقش فرعي‌تري درحساسيت سازندها به فرسايش و توليد رسوب دارد، به اقليم ارزش ١/٠٠[1] داده شد. سپس داده‌هاي به‌دست آمده از مقدار فرسايش برحسب نمره كيفي حساسيت، مقدار فرسايش برحسب درصد شيب و ١/٠٠[1] مقدار فرسايش برحسب اقليم با يكديگر جمع شد و مقدار فرسايش كل (در هر واحدكاري، بدون درنظرگرفتن مساحت) محاسبه شد. با مرتب نمودن داده‌ها كه مشخص مي‌نمايد مقدار فرسايش هر واحد كاري بدون درنظرگرفتن مساحت به چه مقدار است، منطقه مورد مطالعه به ٢٠ كلاس فرسايشي تقسيم‌بندي و نقشه حساسيت سازندهاي زمين‌شناسي به فرسايش تهيه گرديد (جدول ٥ و شكل ٤). با توجه به مجموع مطالب بيان شده و تهيه نقشه مربوطه مي‌توان مقدار فرسايش هر رده حساسيت به فرسايش را مشخص نمود.

لازم به ذكر است كه با توجه به تعداد ايستگاه‌هاي هيدرومتري داراي آمار قابل قبول در حوزه موردمطالعه، رابطه‌هاي رگرسيوني ارائه شده با سطح اطمينان زير ٩٠ درصد به‌دست آمده‌اند. بي‌شك درحوزه‌هاي آبخيز، هرچه تعداد ايستگاه‌ها بيشتر و آمار آنها كامل‌تر باشد، رابطه‌هاي رگرسيوني زيربط به شرح بيان شده با اطمينان بيشتري قابل دستيابي و استفاده مي‌تواند باشد.

بحث و نتيجه‌گيري

در اين تحقيق هدف اين بوده است كه از بين همه عوامل موثر در فرسايش و توليد رسوب در يك حوزه آبخيز، حساسيت سازندها نسبت به فرسايش و رسوبدهي بررسي شود. در اين راستا دو جنبه به شرح زير مدنظر بوده است:

الف)- ارائه روش يا روش‌هايي براي رتبه‌بندي و ترتيب‌بندي درست سازندها از نظر حساسيت به فرسايش به‌طوري‌كه امتيازدهي به عامل زمين‌شناسي در روش‌هاي تجربي برآورد فرسايش و رسوب در حوزه‌هاي آبخيز را عملي‌تر و علمي‌تر نمايد.

ب)- اندازه‌گيري مقدار رسوبدهي و فرسايش سازندها و سنگ‌هاي يك حوزه آبخيز.

در چهارچوب جنبه اول بايد توجه داشت كه تاكنون در دنيا تعدادي روش ارائه شده كه بسياري از آنها ناقص بوده و يا وابسته به نظرات كارشناسي هستند. بنابراين ضرورت دارد براي تعيين عامل زمين‌شناسي روش يا روش‌هايي در نظرگرفته شوند كه با انجام چند آزمايش ساده صحرايي بتوان سازندهاي زمين‌شناسي را رتبه‌بندي نمود. به‌طوري‌كه اگر شخص ديگري در همان منطقه اقدام به رتبه‌بندي و امتيازدهي به عامل زمين‌شناسي نمايد به جواب يكساني برسد. لازمه دستيابي به اين هدف معرفي اين معيارها و نحوه تعيين آنها است.

Archive of SID

www.SID.ir

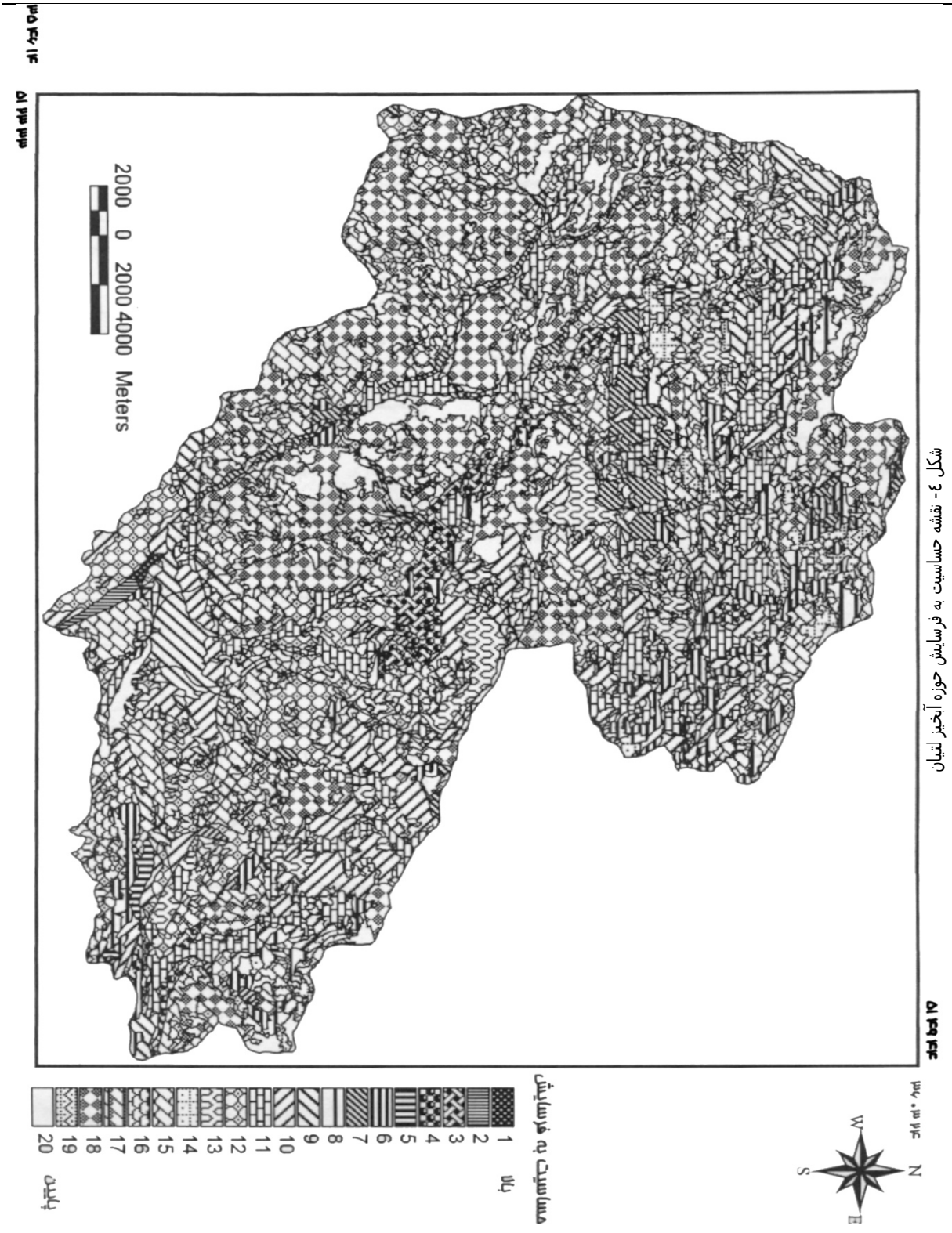
جدول ٥- مقادير فرسايش به‌دست آمده برحسب ارتباط رگرسيون بين مقدار فرسايش و نمره‌كيفي حساسيت درصد شيب و اقليم وزني (گزارش فيض‌نيا و زارع خوش‌اقبال ١٣٨١)

كلاس	فرسايش	اقليم	شيب	سلبي	واحد كاري	پليگون
2	2466534.50	2	2	26	MUr22	60
4	2319616.04	1	3	27	MUr31	61
4	2234296.44	1	4	26	MUr41	62
12	1383276.84	1	1	65	P do11	63
12	1359456.04	1	2	62	P do21	64
15	1028141.24	1	3	69	P do31	65
16	927446.949	1	4	68.5	P do41	66
17	857502.049	1	5	67	P do51	67
19	649184.849	1	6	70	P do61	68
11	1433254.60	1	2	59.6	Pd21	69
13	1286436.20	1	3	60.6	Pd31	70
5	1998364.90	2	1	45	Pf12	71
11	1451704.24	1	2	59	Pf21	72
6	1882295.90	2	2	45	Pf22	73
11	1427883.44	1	3	56	Pf31	74
8	1766226.90	2	3	45	Pf32	75
10	1527060.24	1	4	49	Pf41	76
12	1349492.44	1	5	51	Pf51	77
13	1233423.44	1	6	51	Pf61	78
10	1537123.90	2	1	60	PLQ c,s12	79
13	1236458.44	1	2	66	PLQ c,s21	80
12	1298057.30	2	2	64	PLQ c,s22	81
13	1243487.10	2	3	62	PLQ c,s32	82
9	1605451.24	1	2	54	Pr21	83
11	1427883.44	1	3	56	Pr31	84
14	1158067.44	1	4	61	Pr41	85
18	741433.049	1	6	67	Pr61	86
6	1875267.24	1	1	49	Ps11	87
7	1813868.50	2	1	51	Ps12	88
7	1820697.04	1	2	47	Ps21	89
8	1759298.30	2	2	49	Ps22	90
11	1474007.54	1	3	54.5	Ps31	91
7	1803804.84	1	4	40	Ps41	92
10	1518614.14	1	5	45.5	Ps51	93
11	1402545.14	1	6	45.5	Ps61	94
4	2059763.64	1	1	43	pz11	95
5	1952240.80	2	1	46.5	pz12	96
9	1636200.64	1	2	53	pz21	97
5	1974544.10	2	2	42	pz22	98
6	1889124.44	1	3	41	pz31	99
6	1889224.50	2	3	41	pz32	100
7	1803804.84	1	4	40	pz41	101
11	1475525.04	1	1	62	Qa11	102
9	1660121.50	2	1	56	Qa12	103
11	1420954.84	1	2	60	Qa21	104
10	1544052.50	2	2	56	Qa22	105
12	1335635.24	1	3	59	Qa31	106
11	1427983.50	2	3	56	Qa32	107
13	1250315.64	1	4	58	Qa41	108
12	1373413.30	2	4	54	Qa42	109
16	925929.449	1	6	61	Qa61	110
4	2029014.24	1	1	44	Qt^11	111
7	1851446.44	1	2	46	Qt^21	112
6	1889124.44	1	3	41	Qt^31	113
8	1711556.64	1	4	43	Qt^41	114
10	1503239.44	1	5	46	Qt^51	115
10	1510168.04	1	6	42	Qt^61	116
9	1660021.44	1	1	56	Qtr11	117
10	1543952.44	2	1	56	Qtr21	118

كلاس	فرسايش	اقليم	شيب	سلبي	واحد كاري	پليگون
7	1844517.849	1	1	50	EK st11	1
11	1444875.708	2	1	63	EK st12	2
12	1328706.649	1	2	63	EK st21	3
15	1021312.708	2	2	73	EK st22	4
15	1058890.649	1	3	68	EK st31	5
9	1612479.908	2	3	50	EK st32	6
18	819824.049	1	4	72	EK st41	7
12	1373413.308	2	4	54	EK st42	8
20	550008.049	1	5	77	EK st51	9
20	403189.649	1	6	78	EK st61	10
8	1728448.849	1	2	50	EKn21	11
13	1198780.449	1	1	71	∈l11	12
12	1383376.908	2	1	65	∈l12	13
14	1128835.549	1	2	69.5	∈l21	14
16	905143.649	1	3	73	∈l31	15
15	1065819.249	1	4	64	∈l41	16
18	826752.649	1	5	68	∈l51	17
19	679934.249	1	6	69	∈l61	18
12	1352527.449	1	1	66	G11	19
11	1451704.249	1	2	59	G21	20
9	1627754.549	1	3	49.5	G31	21
13	1281065.049	1	4	57	G41	22
15	1011249.049	1	5	62	G51	23
17	895180.049	1	6	62	G61	24
8	1690770.849	1	1	55	Ig11	25
8	1721620.308	2	1	54	Ig12	26
16	928964.449	1	2	76	Ig21	27
10	1513303.108	2	2	57	Ig22	28
15	1089640.049	1	3	67	Ig31	29
12	1335735.308	2	3	59	Ig32	30
14	1158067.449	1	4	61	Ig41	31
19	673005.649	1	5	73	Ig51	32
20	556936.649	1	6	73	Ig61	33
4	2152011.849	1	1	38	JS11	34
6	1882195.849	1	2	45	JS21	35
10	1513303.108	2	2	57	JS22	36
10	1520131.649	1	3	53	JS31	37
11	1434812.049	1	4	52	JS41	38
10	1518614.149	1	5	45.5	JS51	39
16	987428.249	1	6	59	JS61	40
13	1198780.449	1	1	71	Md11	41
14	1174959.649	1	2	68	Md21	42
13	1289511.149	1	3	60.5	Md31	43
15	1065819.249	1	4	64	Md41	44
17	833681.249	1	6	64	Md61	45
11	1444775.649	1	1	63	Ml11	46
12	1383376.908	2	1	65	Ml12	47
12	1328706.649	1	2	63	Ml21	48
13	1267307.908	2	2	65	Ml22	49
13	1212637.649	1	3	63	Ml31	50
12	1304985.908	2	3	60	Ml32	51
14	1158067.449	1	4	61	Ml41	52
16	973671.108	2	4	67	Ml42	53
12	1349492.449	1	5	51	Ml51	54
15	1011349.108	2	5	62	Ml52	55
15	1079676.449	1	6	56	Ml61	56
16	926029.508	2	6	61	Ml62	57
1	2521104.708	2	1	28	MUr12	58
3	2374186.249	1	2	29	MUr21	59

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤- نقشه حساسیت به فرسایش حوزه آبخیز لتیان

www.SID.ir

عموما در هنگام نقد و بررسي يك مدل ابتدا بايد به نكات زير توجه نمود:

الف)- هدف اصلي طراح مدل يا روش چه بوده و در چه شرايط زماني و مكاني، مدل را طراحي نموده است.

ب)- هدف و انتظار از مدل يا روش چيست و آيا خواسته‌هاي ما با اهداف مدل انطباق دارد يا خير.

پس از آن است كه مي‌توان مدل را مورد نقد و بررسي قرار داد و نكات ضعف يا قوت آن را با توجه به شرايط مكاني و زماني بررسي نمود. مشخص شد كه از بين روش‌هاي موجود براي تعيين مقاومت سنگ‌هاي مستحكم روش سلبي به لحاظ اينكه بين متدولوژي و اهداف طرح ارتباط منطقي‌تري ارائه نموده و طراح روش سعي كرده با دخالت عواملي كه مستقيما در پايداري و مقاومت سنگ دخالت دارند به مقدار سختي و مقاومت آن دست يابد، داراي قابليت كاربرد بيشتري است. البته روش سلبي در بيان پاره‌اي از عوامل با مشكلاتي همراه است؛ به‌طور مثال شاخص جهت‌يافتگي درزه‌ها با استفاده از روش سلبي در سنگ‌هايي مثل گرانيت كه چند جهت درزه دارند، داراي اشكالاتي است ولي مي‌تواند با تغييرات جزيي براي مناطقي مانند ايران روش مناسبي باشد و صرفا به عنوان يك پارامتر "مقاومت سنگ يا سازند دامنه" در كنار ديگر عوامل موثر در فرسايش كه در روش‌هاي تجربي مثل MPSIAC استفاده مي‌شود مورد توجه قرار گيرد. به‌طوري‌كه امتيازدهي عامل زمين‌شناسي در روش‌هاي تجربي را علمي‌تر و عملي‌تر سازد. در ارتباط با سازندهاي ما قبل كواترنر ناپيوسته و نهشته‌هاي كواترنر استفاده از عامل K تغيير داده شده در مدل USLE پيشنهاد مي‌شود.

در چهارچوب جنبه دوم كه هدف اندازه‌گيري كمي مقدار فرسايش و رسوبدهي سازندها و سنگ‌هاي حوزه‌هاي آبخيز است به شرح زير مي‌توان عمل نمود:

الف)- اندازه‌گيري مقدار فرسايش و رسوبزايي سازندها در پلات و كرت‌هاي آزمايشي با بارش طبيعي و يا باران مصنوعي و در تكرارهاي زياد كه در اين تكرارها عوامل ديگر ثابت نگه داشته شده و مواد زمين‌شناسي تغيير داده شوند.

ب) نمونه‌برداري و بررسي آمار رسوب در حوزه‌هاي آبخيز كوچك و يا پشت سازه‌هاي حفاظت آب و خاك كه عموما از يك نوع مواد زمين‌شناسي تشكيل شده باشند.

ج)- نمونه‌برداري و بررسي آمار رسوب و دخالت‌دادن ضريب رسوبدهي و به‌دست آوردن مقدار فرسايش با استفاده از روابط رگرسيون دومتغيره و چندمتغيره در حوزه‌هاي آبخيز بزرگ با مواد زمين‌شناسي متنوع.

نتايج به‌دست آمده از تحقيق حاضر كه براساس روش (ج) انجام شده است، نشانگر اين است كه دستيابي به نتيجه با دقت قابل قبول امكان‌پذير است و با تكرار تحقيق در چند آبخيز ديگر مي‌توان روابط كاربردي را در زمينه موردنظر براي آبخيزهاي ايران ارايه نمود.

سپاسگزاري

از همكاران محترم گروه ارزيابي و مطالعه فرسايش و رسوب، دفتر مطالعات و ارزيابي آبخيزها، معاونت آبخيزداري، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخيزداري براي در اختيار قراردادن امكانات انجام تحقيق قدرداني مي‌نمايد كه اين تحقيقات بدون همكاري‌هايشان امكان‌پذير نبود.

منابع

١-حيدري‌يان، احمد، ١٣٧٣. ارزيابي فرسايش و پيش‌بيني آن درمناطق كوهستاني (حوزه لتيان)، پايان‌نامه كارشناسي ارشد گروه آبياري و زهكشي، دانشكده كشاورزي، دانشگاه تهران.

٢- فيض‌نيا، سادات، ١٣٧٤. مقاومت سنگ‌ها در مقابل فرسايش در اقاليم مختلف ايران، مجله منابع طبيعي ايران شماره ٤٧، ص ١١٦-٩٥.

Archive of SID

www.SID.ir

۳- فيض‌نيا، سادات و مريم زارع خوش اقبال، ۱۳۸۱. گزارش نهايي طرح "بررسي حساسيت سازندهاي زمين‌شناسي نسبت به فرسايش درحوزه آبخيز لتيان "گروه فرسايش و رسوب، دفتر مطالعات و ارزيابي آبخيزها، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخيزداري.
٤- نقشه‌هاي توپوگرافي حوزه آبخيز لتيان با مقياس ۱:۵۰۰۰۰، سازمان جغرافيايي نيروهاي مسلح.
۵- نقشه‌هاي زمين‌شناسي حوزه آبخيز لتيان با مقياس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمين‌شناسي كشور.
5-Selby, M.J., 1980. *A rock-mass strength classification for geomorphic purposes*, with tests from Antarctica and New Zealand, Zeit. Fur Geom, N.F., No. 24, p. 31-51.

Archive of SID

www.SID.ir

Sensitivity of Rocks and Formations to Erosion and Sediment Yield in Latian Drainage Basin Area

S. Feiznia[1] **M. Zare-Khosh Eghbal**[2]

Abstract

In erosion and soil conservation projects, lithological characteristics of drainage basin are very important. Sensitivity of different rocks to erosion is different and some of the geological materials are very sensitive to erosion and sediment yield. Sensitivity of rocks and sediments to weathering and erosion are dependent on different factors, some of which are related to the nature of geological materials and the others related to the surrounding environment. In small drainage basins, the nature of geological materials is more important than the factors related to the surrounding environment. Different factors such as geomorphology, climate, vegetation cover, human effect, etc. are effective on erosion. The investigation of all effective factors is difficult and complex. Therefore, the effective factors should be listed according to their (decreasing) importance in erosion, and then the most effective factors should be studied. As a result, the homogeneous land units with the size suitable for investigation will be obtained by crossing these factors, and the relationship between effective factors and sediment yield data will also be reached.

The area studied was Latian Drainage Basin and its sub-catchments. By primary field investigation, it was found that among all effective factors on erosion, geological materials, slope and climate were the most effective ones in the area. Then, the maps of three mentioned factors were prepared and were overlain to obtain land units map of the area. Next, sensitivity of formations and rocks to erosion was obtained in each land unit; for pre-Quaternary consolidated geological materials, Rock Mass Strength Classification of Selby (1980) and for Quaternary sediments and pre-Quaternary unconsolidated geological materials, K factor in USLE model were used for qualitative approach. For quantifying sensitivity of geological materials to erosion, sediment yield data of hydrometric stations in Latian Drainage Basin were used.

Keywords: Erosion, Sediment production, Susceptibility to erosion, Erodibility, Sediment yield, Weathering, Latian Drainage Basin, Geological formation of Iran.

[1] *- Professor, Facalty of Natural Resources, University of Tehran (Email: sfeiz@chamran.ut.ac.ir)*

[2] *-Senior expert of Watershed Management Office, Ministry of Jehad-e-Agriculture, Tehran, Iran*

Archive of SID

www.SID.ir