نشریه علمی- پژوهشی جغرافیاوبرنامه‌ریزی (دانشگاه تبریز)،سال15، شمارهٔ 33 پاییز 1389،صفحات173-147

تاریخ دریافت: 1387/8/5
تاریخ پذیرش نهایی: 1388/3/24

بررسی فرسایش‌پذیری اراضی در حوضهٔ آبخیز بجوشن چای با استفاده از تئوری فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی

شهرام روستایی[1]
محمدرضا نیک‌جو[2]
احد حبیب‌زاده[3]

چکیده

فرسایش خاک یک فرایند پیچیده و خطر بالقوهٔ ژئومورفولوژیکی است و مقدار آن بازتابی از نحوهٔ مدیریت زمین و شاخص توسعه‌یافتگی کشورها به شمار می‌رود. برای نیل به مدیریت درست زمین، لازم است پهنه‌های حساس به فرسایش در سطح حوضه‌ها شناسایی شوند سپس متناسب با توانایی‌ها و محدودیت‌های زمین، بهره‌برداری از آن صورت گیرد. مجموعهٔ اطلاعات ورودی مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: لیتولوژی، کاربری فعلی اراضی و پوشش گیاهی، شیب توپوگرافی و تراکم زهکشی آبراهه‌ها. حوضهٔ آبخیز بجوشن چای به دلیل داشتن شرایط ویژهٔ فرسایشی، به عنوان منطقهٔ مورد مطالعه در تحقیق حاضرانتخاب شده است. مطالعهٔ ماهیت و ساختار منطق فازی و انطباق نقشه‌های خروجی از عملگرهای فازی با واقعیت‌های فرسایشی به دست آمده از مطالعات میدانی حوضه نشان می‌دهد که در پهنه‌بندی اراضی حساس به فرسایش، عملگر جمع جبری فازی به دلیل بارز نمودن پهنه‌های با حساسیت فرسایشی بالا، از راندمان و کارایی بالاتری نسبت به عملگر ضرب فازی برخوردار است.

1ـ دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز. Email: roostaei@tabrizu.ac.ir.
2ـ دانش‌آموخته دکتری جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی) گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز.
3ـ کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی.

Archive of SID
www.SID.ir

واژگان کلیدی: فرسایش، پهنه‌بندی، تئوری فازی، حوضهٔ آبخیز بجوشن چای، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

سطح خارجی کرهٔ زمین به عنوان یک سیستم پویا، همواره دستخوش فرآیندهایی است که چهره آن را به تدریج و به طور دایم دگرگون می‌سازد. در این فرایند، خاک به عنوان خارجی ترین پوشش سطح زمین تحت تأثیر این تغییرات قرار دارد به طوری که ممکن است سبب افزایش روند خاکزایی[1] شده و یا مقدمات از بین رفتن آن را فراهم سازد.

فرسایش خاک که به دلیل خاصیت تشدیدشوندگی و اثرات چندجانبه آشکار و نهان زیست محیطی آن، به سرطان زمین[2] شهرت یافته (سی‌اس آیرو، 2003) یک فرایند پیچیده و خطر بالقوهٔ ژئومورفولوژیکی است و مقدار آن بازتابی از نحوهٔ بهره‌برداری از زمین و شاخص توسعه‌یافتگی کشورها به شمار می‌رود. شرایط محیطی و مدیریت نادرست زمین به آسانی می‌تواند به بروز نشانه‌های[3] تخریب زمین و فرسایش خاک منتهی شود که نمونهٔ بارز آن ظهور نشانه‌های فرسایش صفحه‌ای و شیاری در سازند مارنی میوسن حوضهٔ آبخیز سفیدرود (احمدی، 1358، 13) و نشانه‌های سازند لسی کواترنر حوضهٔ آبخیز اترک در منطقهٔ مراوه‌تپه استان گلستان (اونق، 1374) را نام برد.

در طی سال‌های متمادی تلاش‌های زیادی صورت گرفته است تا تلفات خاک در اراضی شیب‌دار برآورد و پهنه‌های فرسایشی شناسایی شوند و در نهایت با تنظیم برنامه‌های مدیریت زمین، حاصلخیزی خاک حفظ شود که برای نیل بدین هدف، روش‌های متعددی ابداع گردید.

این روش‌ها در ابتدا کیفی و مبتنی بر یک شاخص منفرد بود. با افزایش تعداد داده‌ها، معادلاتی مبتنی بر شاخص‌های متعدد به وجود آمدند. مطالعه بر روی پارامترهای مختلف و تعمیم آن به حوضه‌های مختلف، منجر به ابداع مدل‌ها و روش‌های تجربی متعددی همچون مدل USLE، FAO ، PSIAC و EPM شد (فتحی، 1385، 66).

1- Pedogenesis
2- Land Cancer
3- Syndrome

Archive of SID

www.SID.ir

پروش‌ها و مدل‌های ذکر شده که بیشتر از منطق‌های دو ارزشی تبعیت می‌کردند به دلیل مطلق‌گرایی و عدم انعطاف‌پذیری، با واقع‌گرایی لازم همراه نبودند بنابراین جهت دستیابی به انعطاف‌پذیری بیشتر و تحلیل‌های واقع‌بینانه‌تر، در دهه‌های اخیر، محققان اقدام به تعریف روش‌های مبتنی بر منطق‌های چند ارزشی کرده‌اند که تئوری فازی[1] از جملهٔ آنها است.

منطق چند ارزشی فازی برخلاف منطق‌های دو ارزشی که به بیان قطعیت‌ها می‌پردازند، بیانگر عدم قطعیت است. در این منطق برخلاف منطق‌های دو ارزشی که حاصل عبارت صورت گزاره‌ای در آن بازای هر ارزش‌دهی به متغیرهای آن، محدود به دو مـقدار صفر و یک است، حاصل صورت گزاره‌ای بازای مقادیر مختلف از ارزش‌دهی به متغیرهای آن، مقادیری نامـحدود بین صفر و یـک خواهد بود. از این رو حداکـثر انعطاف‌پذیری در تصمیم‌گیری را می‌تواند مهیا سازد.

از جمله کاربردهای تئوری فازی در زمینهٔ مطالعات ژئومورفولوژی و فرسایش، می‌توان به تحقیقات در زمینهٔ ناپایداری شیب‌ها توسط لی و شی (1989)، انگ، لی، شی (1992، 75) و در ایران نیز به تحقیقات محققین معدودی چون شریعت جعفری (1386، 72)، فتحی ملک‌کیان (1385، 61)، غیومیان (1385، 80)، مهدوی‌فر (2000)، قنواتی (1386، 44)، اشقلی فراهانی (1380) و فهمی (1385، 34) اشاره کرد.

در این تحقیق به منظور شناسایی پهنه‌های حساس به فرسایش در حوضهٔ آبخیز بجوشن چای و با در نـظر گرفتن این فـرض که عوامـل ژئومورفیـکی چون سنگ‌شناسی، شیب توپوگرافی، کاربری فعلی اراضی و پوشش زمین و تراکم شبکه‌های آبراهه‌ای در ایجاد پهنه‌هایی با قابلیت فرسایشی متفاوت، نقش دارند از مجموعه عملگرهای ضرب و جمع جبری فازی استفاده شده و توانمندی هر یک از این عملگرها در شناسایی پهنه‌های فرسایش‌پذیر مورد بررسی قرار گرفته است.

1- Fuzzy Set Theory

Archive of SID

www.SID.ir

منطقهٔ مورد مطالعه

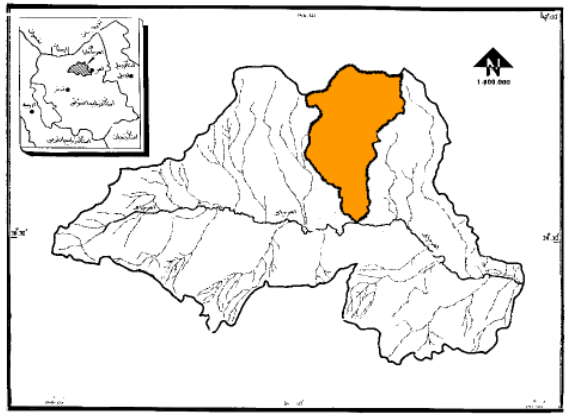
حوضهٔ آبخیز بجوشن چای با مساحتی برابر 673 /121 کیلومترمربع در شمال‌غربی شهرستان اهر در استان آذربایجان‌شرقی بین مختصات جـغرافیایی "34 و' 39 و° 46 تا "16 و '50 و °46 طول شـرقی و "22 و'21 و °38 تا "36 و'39 و °38 عرض شمالی واقع شده است.

حداکثر ارتـفاع این حوضه 2640 متر در محدودهٔ شمال حوضه و حداقل آن 1600 متر در محل خروجی حوضه واقع شده است. میانگین وزنی ارتفاع در این حوضه نیز 2064 متر می‌باشد.

شیب متوط وزنـی حوضه 24/77 درصد و نسبت ناهـمواری آن 1/78 است. بیشترین مساحت حوضه یعنی 47/31 درصد از آن در محدوده شیب 30–15 درصد قرار گرفته است.

رودخانهٔ اصلی این حوضه بجوشن‌چای است که از ارتفاعات شمالی حوضهٔ سرچشمه گرفته و در جهت‌شمالی ـ جنوبی جریان می‌یابد و نهایتاً به اهرچای می‌ریزد. طول این رودخانه 27/9 کیلومتر، شیب خالص و ناخالص‌آن به ترتیب 2/43 و 3/32 درصد و ارتفاع مبدأ رودخانه اصلی 2520 متر می‌باشد.

شکل حوضه براساس معیارهای سنجش شکل، از نوع کشیده و طرح شبکهٔ آبراهه‌ای آن از نوع شاخه درختی است. شکل 1 موقعیت منطقهٔ مطالعاتی را نسبت به رودخانه اهر نشان می‌دهد.



www.SID.ir

شکل (1) موقعیت جغرافیایی حوضهٔ آبخیز بجوشن چای نسبت به رودخانه

مواد و روش‌ها

داده‌ها و منابع تحقیق

پیش‌بینی و برآورد توان فرسایشی حوضه‌های آبخیز و پهنه‌بندی مناطق حساس به فرسایش، مستلزم تعیین برآیند اثر عوامل موثر در وقوع فرسایش با استفاده از مدل‌ها و روش‌های مناسب و دقیق است. در این تحقیق بررسی و تحلیل پتانسیل فرسایشی حوضه در دستگاه منطقی چند ارزشی فازی انجام شده است .

در تهیهٔ لایه‌های اطلاعاتی، از منابع و نقشه‌های 1:100000 زمین‌شناسی، 1:25000 توپوگرافی، کاربری فعلی اراضی و پوشش گیاهی در مقیاس 1:25000، عکس‌های هوایی 1:20000 و تصاویر ماهواره‌ای لندست استفاده شده و در نهایت اطلاعات حاصله از پیمایش‌های میدانی، اصلاح و تکمیل شده است.

روش تحقیق

فرض لازم در تحقق اهداف پهنه‌بندی اراضی حساس به فرسایش در منطقه، انطباق عوامل ورودی مدل با شرایط طبیعی و محیطی حوضه است. در این تحقیق تحلیل و بررسی توان فرسایشی حوضه براساس چهار عامل ژئومورفیک موثر در فرسایش شامل: سنگ‌شناسی، کاربری فعلی اراضی و پوشش گیاهی، شیب توپوگرافی و تراکم شبکه آبراهه‌ای حوضه انجام شده است.

بعد از تهیهٔ داده‌ها و منابع تحقیق، کلیهٔ لایه‌های اطلاعاتی در فرمت‌های برداری و رستری در سیستم اطلاعات جغرافیایی یا GIS ذخیره می‌شوند تا در انجام تحلیل‌های تئوری مجموعه‌های فازی مورد استفاده قرار گیرند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها در محیط GIS در طی مراحل زیر انجام می‌پذیرد:

الف: ساختن پایگاه اطلاعات و داده‌ها و ساماندهی فضایی لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده در سیستم شامل: سنگ‌شناسی، کاربری فعلی اراضی و پوشش گیاهی، شیب توپوگرافی و تراکم شبکه آبراهه‌ای در قالب مدل‌های رستری و در نهایت برداری.

Archive of SID

www.SID.ir

ب: مرحله پردازش داده‌ها که شامل طبقه‌بندی و استخراج نقشه‌های مشتق شده از لایه‌های مختلف و با استفاده از مدل‌های تعریف شده در سیستم می‌باشد. در این مرحله ممکن است نقشه‌های خروجی از تلفیق دو یا چند نقشهٔ ورودی در سیستم حاصل شده باشند.

ج: مرحلهٔ وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی سازماندهی شده براساس روش‌های تعریف شده در منطق فازی.

د: ترکیب و همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی وزن داده شده و مدل‌سازی تکمیلی به روش عـملگرهای ضرب و جمع منـطق فازی که در سال 1991 به عنوان روش‌های موفق در ترکیب مجموعه اطلاعات فازی معرفی شده‌اند (گریم اف، 1379) و در نهایت تهیه نقشهٔ پهنه‌بندی حوضه از نظر مقاومت در مقابل عوامل فرساینده می‌باشد.

بررسی عوامل ژئومورفیک مؤثر در فرسایش حوضه

بررسی‌های زمین شناسی و سنگ‌شناسی

در منطقهٔ مطالعاتی به دلیل حرکات متعدد زمین‌ساختی و سپری شدن دوره‌های مختلف فرسایش و رسوب گذاری، حضور فرم‌های مختلف ساختاری مثل گسل‌ها و پهنه‌های خرد شده و نیز فرایندهای مختلف مورفوژنز بسیار بارز است. این منطقه، محدودهٔ وسیعی از سازندهای زمین‌شناسی از دورهٔ کرتاسه تا کواترنر را در برمی‌گیرد.

از ویژگی‌های بارز زمین‌شناسی حوضه می‌توان به وجود پهنه‌های وسیعی از سنگ‌های آتشفشانی عمدتاً با ترکیب بازیک، آندزیت و تراکی آندزیت، کوارتز دیوریت پرفیری، گرانیت و گرانو دیوریت، داسیت، تراکیت و ایگنمبریت اشاره کرد. نواحی جنوبی حوضهٔ اغلب از سازندهایی با ویژگی گنگلومرایی نیمه‌سخت تا سست می‌باشد که گه‌گاه در تناوب با خاکسترهای آتشفشانی جوش نخورده است. این سازند به صورت بالقوه، از توانایی فرسایشی بالایی در مقابل عوامل فرساینده بر خوردار می‌باشد.

بیشترین مساحت حوضه یعنی حدود 35/54 درصد، از سازندهای دوران چهارم پوشیده شده است که 26/9 درصد آن توسط گدازه‌های آتشفشانی و 9/64 درصد آن به وسیلهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

دشت‌های آبرفتی با رخساره‌های سیلت، ماسه سنگ، گنگلومرا و رس و آبرفت‌های رودخانه‌ای عهد حاضر متشکل از شن، سیلت و ماسه سنگ پوشیده شده است.

وجود ارتباط تنگاتنگ بین پارامترهایی چون نوع سنگ، درجهٔ سختی، خردشدگی، درزها و شکاف‌ها با فرایندهای پریگلاسیری و اشکال مختلف هوادیدگی، سبب ظهور واحدهای سنگ شناسی متنوع از منظر حساسیت در مقابل عوامل تخریب شده است.

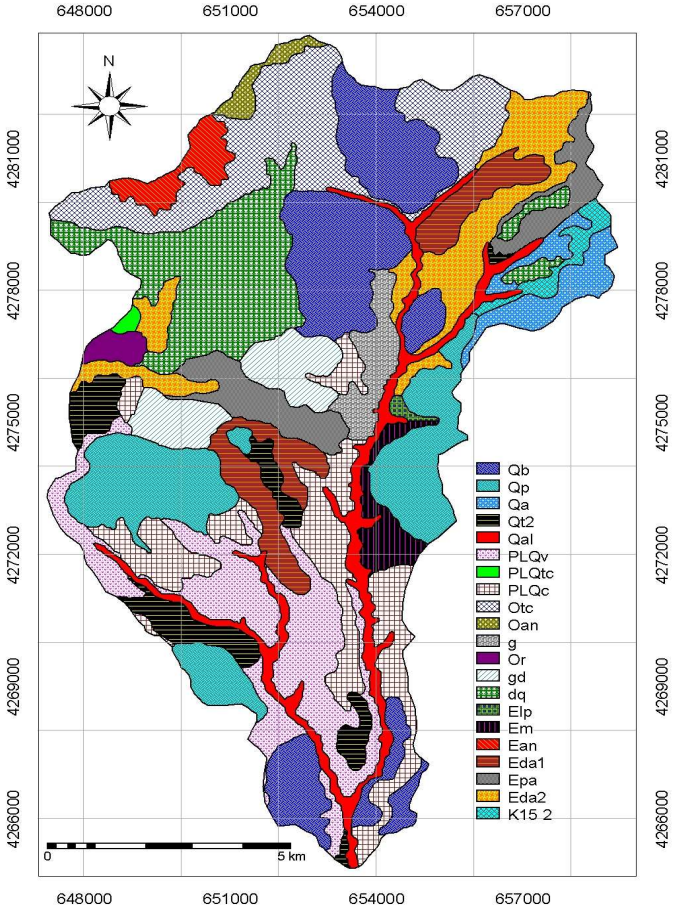
جدول 1 واحدهای چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی حوضهٔ آبخیز بجوشن چای و شکل 2 چگونـگی پراکنش آن را در سـطح حوضه نشان می‌دهد (سازمان زمین‌شناسی، نقشه 1:100000 ورزقان و 1:250000 اهر).

جدول (1) واحدهای چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی حوضه آبخیز بجوشن چای

دوره		واحد چینه‌شناسی	واحد سنگ‌شناسی	مساحت به کیلومترمربع
کواترنر		Q^{b}	سنگ‌های آتشفشانی بازیک	15/770
		Q^{p}	گدازه‌های آتشفشانی با ترکیب پیروکسن آندزیت	12/590
		Q^{a}	گدازه‌های آتشفشانی آندزیتی	3/115
		Q^{T2}	دشت‌های آبرفتی جوان متشکل از رس، سیلت و قلوه‌سنگ	4/719
		Q^{al}	آبرفت‌های‌رودخانه‌ای عهدحاضرمتشکل‌ازشن،سیلت‌وماسه‌سنگ	6/556
پلیوسن		PLQ^{v}	مارن، سیلت و برش ولکانیکی	11/916
		PLQ^{tc}	گنبدهای ولکانیکی با ترکیب تراکیت تا تراکی آندزیت	0/216
		PLQ^{C}	سنگ‌های آتشفشانی عمدتاً از گنگلومرا، سیلت و مارن	10/677
الگیوسن	سنگ‌های خروجی	O^{tc}	روانه‌های گدازه‌ای با ترکیب تراکی آندزیتی	12/042
		O^{an}	گدازه‌های آندزیتی	0/944
	سنگ‌های نفوذی	g	گرانیت و گرانودیوریت	2/421
		O^{r}	سنگ‌های آتشفشانی ریولیتی	0/787
		gd	گرانو دیوریت	4/448
		dq	دیوریت وکوارتز دیوریت پرفیری	11/647
ائوسن		E^{LP}	آندزیت و لاتیت مگاپروفیتی	0/228
		E^{m}	مارن، ماسه سنگ و توف اسیدی	1/832
		E^{an}	آندزیت پرفیری	1/930
		E^{da1}	سنگ‌های ریولیتی و کوارتز ریولیتی	5/686
		E^{pa}	سنگ‌های آتشفشانی بازیک و پیروکسن آندزیت	5/110
		E^{da2}	داسیت پرفیری، تراکیت و ایگنمبرایت	7/876
کرتاسه		$K^{I5}{}_{2}$	سنگ آهک	1/164

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (2) واحدهای چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی حوضه آبخیز بجوشن چای (به جدول 1 مراجعه شود)

www.SID.ir

بررسی کاربری فعلی اراضی و پوشش گیاهی

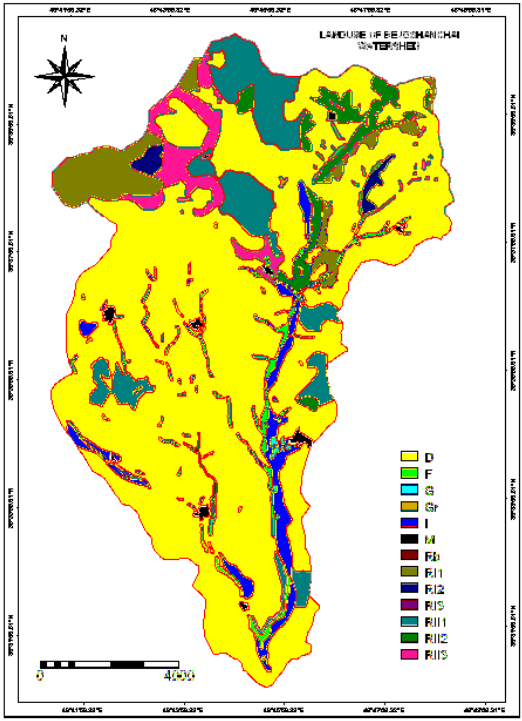
جهت تهیهٔ نقشهٔ کاربری فعلی اراضی و تیپ‌های گیاهی از داده‌های سنجنده ETM+ ماهواره لندست استفاده شـده است. تصاویر تهیه شـده، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و نقاط کنترل زمینی، زمین مرجع شدند سپس با استفاده از تکنیک‌های آشکارسازی و تجزیه و تحلیل تصاویر، شاخص پوشش گیاهی NDVI تهیه شد. در نهایت انواع پوشش زمین در محیط GIS و با استـفاده از نـرم‌افزار ILWIS از هم تفـکیک و نقشهٔ کاربرـی اراضی و تیپ‌های گیاهی استخراج گردید (جدول 2 و شکل 3).

جدول (2) انواع کاربری اراضی و وسعت آن در حوضهٔ آبخیز بجوشن چای

ردیف	نوع کاربری اراضی	علامت مشخصه در روی نقشه	مساحت به کیلومتر مربع
1	زراعت آبی	I	4/240
2	زراعت دیم	D	85/376
3	اراضی مرتعی	R	26/43
4	باغ میوه	G	0/172
5	درخت زار	F	4/304
6	چمن زار طبیعی	Gr	0/190
7	بستر سیلابی رودخانه	Rb	0/166
8	نقاط مسکونی روستایی	M	0/795
جمع			121/673

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (3) کاربری اراضی و پوشش گیاهی حوضه آبخیز بجوشن چای (به جدول 2 و 3 مراجعه شود)

با تـوجه به قرار گرفتن تیپ‌های مـرتعی در اراضی شیب‌دار و نقش چـگونگی بهره‌برداری از آن در روند تخریب و ظهور اشکال فرسایشی در سطح حوضه، عملیات ارزیابی پوشش گیاهی به صورت میدانی و اندازه‌گیری مستقیم در قالب مشخص کردن تیپ‌های مرتعی،

www.SID.ir

محاسبات تولید، تعیین وضعیت ، گرایش، ظرفیت چرایی و نحوهٔ مدیریت بهربرداری از مراتع صورت گرفت که نتایج محاسبات در جدول 3 نشان داده شده است.

جدول (3) وضعیت تیپ‌های مرتعی حوضهٔ آبخیز بجوشن چای

کد تیپ	طبقه تیپ	نام علمی تیپ گیاهی	مساحت به کیلومتر مربع	درصد تاج پوشش گیاهی	وضعیت اکولوژیکی تیپ	گرایش تیپ	درصد بهره برداری نسبت به برداشت مجاز از مرتع	اشکال فرسایشی در سطح حوضه
RI	RI_1	Astragalus – Bromus – Cirsium	6/082	28	خیلی فقیر تا فقیر	منفی	207	سطحی، شیاری، خندقی، واریزه سنگی
	RI_2	Astragalus – Bromus – Cirsium	1/044	25/1	خیلی فقیر	منفی	249	سطحی، شیاری، خندقی، واریزه سنگی
RII	RII^1	Stipa – Centaurea – Acanthophyllum	/916 10	21	خیلی فقیر	منفی	276	سطحی، شیاری، خندقی، واریزه سنگی
	RII^2	Stipa – Centaurea – Acanthophyllum	3/994	19	خیلی فقیر	منفی	280	سطحی، شیاری، خندقی، واریزه سنگی
	RII_3	Stipa – Centaurea – Acanthophyllum	4/394	16/2	خیلی فقیر	منفی	280	سطحی، شیاری، خندقی، واریزه سنگی

بررسی شیب توپوگرافی

در تهیهٔ نقشهٔ شیب توپوگرافی از نقشهٔ توپوگرافی 1:25000 حوضهٔ استفاده شده است. این نقشه، نخست در فرمت‌برداری رقومی شده سپس در محیط GIS و با استفاده از مدل

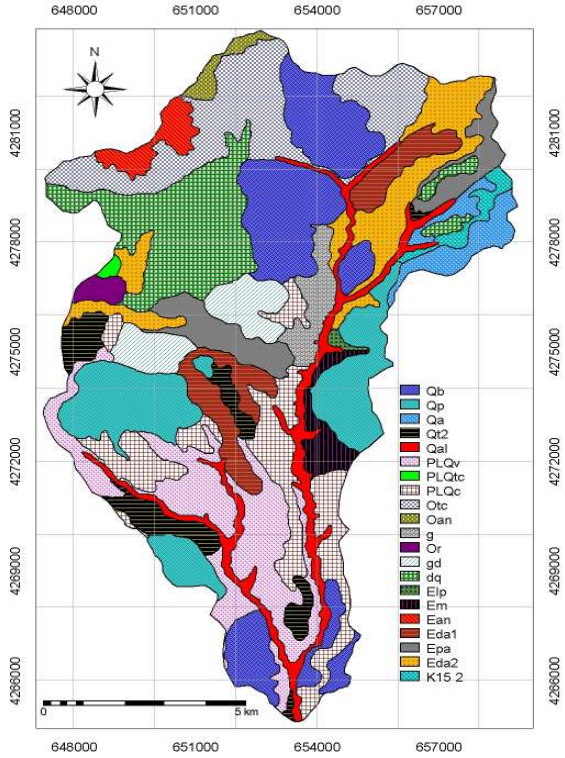
Archive of SID

www.SID.ir

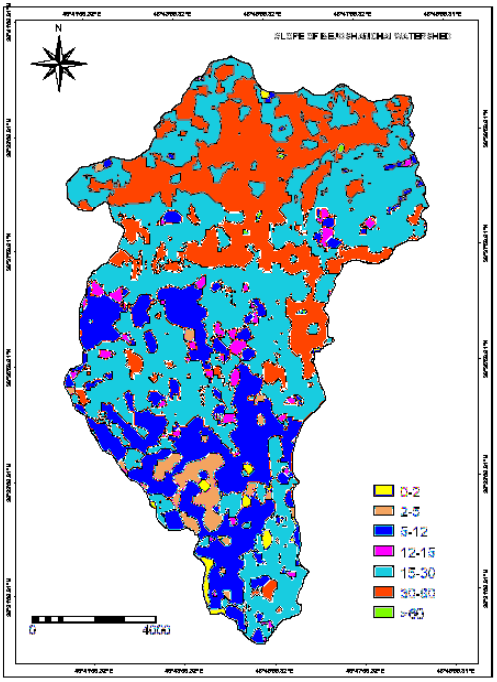
رقومی DEM، نقشهٔ شیب حوضه در قالب هفت طبقه شیب تهیه می‌شود. جدول (4) طبقات شیب حوضه و شکل (4) نحوهٔ پراکنش آن را در سطح حوضه نمایش می‌دهد.

جدول شماره (4) طبقات درصد شیب حوضهٔ آبخیز بجوشن چای

طبقه شیب	درصد شیب	مساحت(کیلومترمربع)	طبقه شیب	درصد شیب	مساحت(کیلومترمربع)
1	0–2	1/053	5	15–30	57/569
2	2–5	3/553	6	30–60	30/600
3	5–12	25/693	7	>60	0/200
4	12–15	3/006	جمع		121/673



www.SID.ir



شکل (4) طبقات درصد شیب حوضهٔ آبخیز بجوشن چای (به جدول 4 مراجعه شود)

بررسی عامل تراکم زهکشی

تراکم شبکهٔ زهکشی در واقع نسبت طول آبراهه در واحد سطح است. بین تراکم زهکشی و عواملی چون نوع سنگ، میزان نفوذپذیری، رواناب‌های سطحی و پوشش گیاهی ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. به عنوان مثال سنگ‌های سخت و مقاوم همچون گرانیت وگنیس تراکم زهکشی پایینی ایجاد می‌کنند برعکس در سنگ‌های سستی مثل سنگ رس و شیل تراکم زهکشی بالایی را می‌توان مشاهده کرد، در موادی مانند ماسه و گراول که از

www.SID.ir

نفوذپذیری بالایی برخوردار بوده و رواناب سطحی پایینی تولید می‌کنند تراکم زهکشی پایین و در رس‌ها و شیل‌ها به علت نفوذپذیری پایین و رواناب بالا، تراکم زهکشی بالا است همچنین در اراضی با پوشش گیاهی متراکم به دلیل نقش حفاظتی گیاه در مقابل رواناب‌های سطحی و افزایش نفوذ پذیری ، ترکم زهکشی پایین است (دورنکامپ، 1370: 32).

در تهیهٔ نقشهٔ تراکم زهکشی حوضه از نقشهٔ توپوگرافی منطقه به عنوان نقشهٔ پایه استفاده شد. سپس شبکهٔ آبراهه‌ای حوضه و تراکم زهکشی حوضه در محیط GIS و با استفاده از نرم‌افزار ILWIS استخراج گردید.

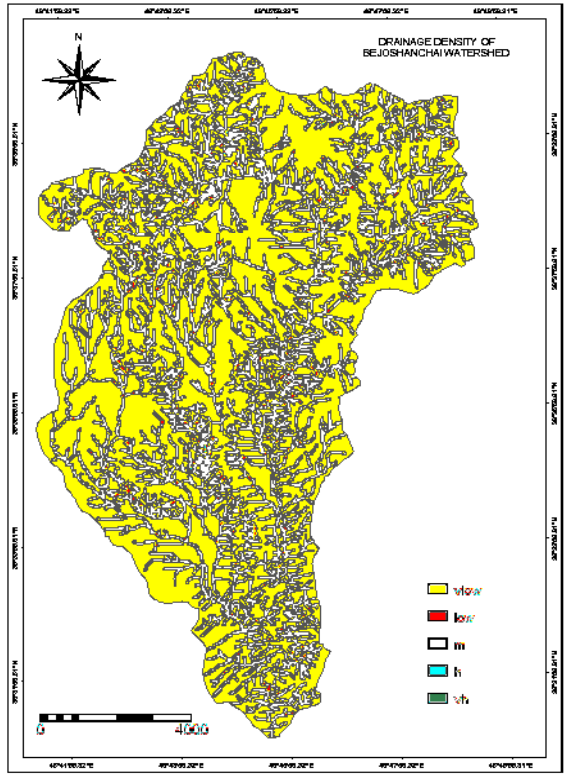
جدول 5 مساحت و درصد نسبی هر یک از کلاس‌های تراکم شبکهٔ زهکش و شکل 5 نحوهٔ پراکنش طبقات تراکم زهکشی را در سطح حوضه و براساس پیکسل مبنا نشان می‌دهد.

جدول (5) تراکم شبکه آبراهه‌ای حوضه آبخیز بجوشن چای

تراکم شبکه زهکش	علامت در روی نقشه	مساحت به کیلومترمربع
خیلی کم	VL	80/947
کم	L	14/565
متوسط	M	24/354
زیاد	H	1/774
خیلی زیاد	VH	0/033
جمع		121/673

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (5) تراکم شبکه آبراهه‌ای حوضه آبخیز بجوشن چای (به جدول 5 مراجعه شود)

وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی

www.SID.ir

در منطق‌های کلاسیک، وزن‌دهی به هر یک از لایه‌های اطلاعاتی از نوع قطعی و شامل مقدار مطلوبیت کامل و عدم مطلوبیت کامل در دامنه‌ای بین 1 و 0 است در صورتی که در منطق فازی، درجه مطلوبیت هر متغییر دارای بی‌نهایت مقدار در دامنه بین 1 و 0 است. در روش‌های مطرح در منطق فازی، وزن‌دهی به لایه‌ها، بیشتر مبتنی بر دانش تجربی و قضاوت مهندسی و کارشناسی است. هم چنان که در مدل‌های مشابه دیگر مثل بی‌سین[1] و نظریهٔ دمپستر – شفر[1] که در مواردی همراه سیستم‌های خبره کاوش به کار برده می‌شوند وزن‌دهی بر مبنای دانش و قضاوت کارشناسی است (Chung، 1993) و (Campbell، 1982).

اساس قضاوت مهندسی و کارشناسی، تجربیات علمی مبتنی بر شواهد حقیقی از وقایع و رخدادهای طبیعی است. در روش‌های فازی جهت وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی از اصطلاحات زبان فازی[2] (جدول 6) استفاده می‌شود (Jang، 1992).

جدول (6) تبیین اصطلاحات زبان فازی

تعیین سطح وزن	اصطلاحات زبانی فازی	مقیاس وزن	دامنهٔ مقادیر فازی	میانگین مقادیر
A	فوق‌العاده مهم	خیلی زیاد	0/85 – 1	0/92
B	بسیار مهم	زیاد	0/75 – 0/85	0/8
C	مهم	متوسط	0/45 – 0/75	0/6
D	نسبتا مهم	کم	0/25 – 0/45	0/35
E	کم اهمیت	خیلی کم	0/0 – 0/25	0/13

برای کمی کردن و بیان اصطلاحات زبان فازی به صورت ریاضی از مجموعه‌های فازی استفاده می‌شود به طوری که برای هر عضو (X) از یک مجموعهٔ فازی، درجهٔ عضویتی معادل $\mu(x)$ تعریف می‌شود. بیشترین مقدار تابع عضویت به عضوهایی با درجهٔ اهمیت

1- Dempester-Shafer
2- Linguistic Terms

Archive of SID

www.SID.ir

بیشتراز لحاظ حساسیت به فرسایش و حداقل آن به اعضایی با حساسیت کمتر اختصاص می‌یابد.

در بین این دو آستانهٔ حداکثر و حداقل، مقادیر متنابهی از تابع عضویت می‌تواند وجود

$$\mu(X)=\begin{cases}0 & X\rangle A\\ \dfrac{X-A}{B-A} & A\langle X\langle B\\ 1 & X\rangle B\end{cases}$$

داشته باشد. چنین تابع عضویتی از لحاظ تحلیلی به شکل زیر بیان می‌شود:

که در آن:

X: عضو مجموعه فازی

μ: مقدار تابع عضویت بازای مقادیر X است.

A, B : مقادیر مربوط به حد بالا و پایین مجموعه‌های فازی هستند که براساس اهداف تحقیق و قضاوت کارشناسی تعیین می‌شود.

با توجه به تابع ریاضی تعریف شده در بالا، مقادیر مختلف تابع عضویت برای اعضای یک مجموعه فازی، تابع آستانه‌های تعریف شده است. این تابع الزاماً خطی نیست و ممکن است شکل‌های دیگری هم داشته باشد.

در منطق فازی علاوه بر اینکه مقادیر تابع عضویت برای هر عامل در درجات مختلف و در محدودهٔ بین 1 و0 مشخص می‌شود اهمیت نسبی هر عامل در وقوع یک پدیده نسبت به عوامل دیگر نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. جدول 7 عوامل ژئومورفیک مؤثر در فرسایش و نحوهٔ وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی را بر اساس اهداف تحقیق و قضاوت کارشناسی نشان می‌دهد. تلفیق و ترکیب وزن های مربوط به عوامل موثر در فرسایش و بر مبنای لایه‌های اطلاعاتی مختلف، توسط عملگرهای فازی انجام می‌گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (7)وزن‌دهی زبانی و عددی عوامل موثر در فرسایش‌پذیری حوضهٔ آبخیز بجوئسن چای

رده عامل فرسایش	نرخ رده عامل فرسایش	زیر رده‌های عوامل اصلی فرسایش		نرخ زیر رده	معادل عددی وزن
لیتولوژی	A	سنگ آهک (K^{LS}_2)		D	0/3
		آندزیت و لاتیت مگاپروفیتی(E^{LP})		E	0/1
		مارن ، ماسه سنگ و توف اسیدی (E^{m})		C	0/72
		آندزیت پرفیری(E^{an})		E	0/01
		سنگ های ریولیتی و کواتز ریولیتی (E^{da1})		E	0/01
		سنگ های آتشفشانی بازیک و پیروکسن آندزیت (E^{pa})		E	0/03
		داسیت پرفیری ، تراکیت و ایگنمبرایت (E^{daz})		E	0/1
		روانه های گدازه ای با ترکیب تراکی آندزیتی (O^{tc})		E	0/03
		گدازه های آندزیتی(O^{an})		E	0/03
		گرانیت و گرانودیوریت(g)		E	0/1
		سنگ های آتشفشانی ریولیتی (O^{r})		E	0/03
		گرانو دیوریت (gd)		E	0/1
		دیوریت و کوارتز دیوریت پرفیری (dq)		E	/03
		مارن ، سیلت و برش ولکانیکی (PLQ^{v})		C	0/74
		گنبد های ولکانیکی با ترکیب تراکیت تا تراکی آندزیت(PLQ^{tc})		E	0/03
لیتولوژی	A	سنگ‌های آتشفشانی عمدتاً از گنگلومرا، سیلت (PLQ^{t}) و مارن نازک لایه تا متوسط لایه قرمز رنگ		C	0/72
		سنگ های آتشفشانی بازیک(Q^{b})		E	0/03
		گدازه‌های آتشفشانی با ترکیب پیروکسن آندزیت (Q^{p})		E	0/03
		گدازه‌های آتشفشانی آندزیتی(Q^{a})		E	0/03
		دشت‌های آبرفتی جوان متشکل از رس، سیلت(Q^{tz}) و قلوه‌سنگ		B	0/75
		آبرفت‌های رودخانه‌ای عهد حاضر متشکل از شن، (Q^{al}) سیلت و ماسه سنگ		A	0/85
کاربری اراضی	B	**زراعت آبی** (I)		D	0/3
		زراعت دیم(D)		B	0/75
		اراضی مرتعی(R)	RI1	C	0/6
			RI2	C	0/62
			RII1	C	0/63
			RII2	C	0/64
			RII3	C	0/64
		باغ میوه(G)		D	0/25
		درخت زار(F)		E	0/2
		چمن زار طبیعی(Gr)		C	0/5
		بستر سیلابی رودخانه(Rb)		C	0/6
		نقاط مسکونی روستایی(M)		E	0/1

Archive of SID

www.SID.ir

شیب توپوگرافی	C	0 - 2	E	0/01
		2 - 5	E	0/1
		5 – 12	D	0/3
		12 – 15	C	0/5
		15 – 30	C	0/6
		30 – 60	C	0/65
		بیشتر از 60	C	0/7
تراکم شبکه زهکش	C	(VL)	E	0/01
		(L)	E	0/1
		(M)	D	0/3
		(H)	D	0/4
		(VH)	C	0/6

نتایج پهنه‌بندی فرسایش‌پذیری حوضه با عملگرهای فازی

الف - عملگر ضرب جبری فازی[1]

$$\mu Combination = \prod_{i=1}^{n} \mu_i$$

در این عملگر تابع عضویت فازی به شکل زیر تعریف می‌شود:

در این مدل μ_i تابع عضویت فازی برای i امین لایه اطلاعاتی و n تعداد لایه‌های اطلاعاتی وارده به سیستم است .

در عملگر ضرب جبری فازی تمامی لایه‌های اطلاعاتی در هم ضرب شده و مقادیر عضویت فازی در واحدهای نقشه خروجی به سمت مقادیر کوچک‌تر یا صفر میل می‌کنند از این رو این عملگر یک مدل کاهشی[1] است (شریعت جعفری، 1386).

براساس نتایج خروجی مدل، منطقهٔ مطالعاتی به یک کلاس فرسایشی از نظر حساسیت تقسیم‌بندی می‌شود که نتایج مربوطه در جدول 8 و شکل 6 نشان داده شده است.

1- Fuzzy Algebraic Product

Archive of SID

www.SID.ir

ب ـ عملگر جمع جبری فازی[1]

این عملگر در واقع نشان‌دهندهٔ اجتماع مجموعه‌ها است و از متمم ضرب متمم مجموعه‌ها حاصل می‌شود.

$$\mu Combination = 1 - \prod_{i=1}^{n}(1-\mu_i)$$

بنابر این همیشه حداکثر مقدار عضویت فازی در هر یک از لایه‌ها را نشان خواهد داد از این رو این عملگر یک مدل افزایشی[2] محسوب می‌شود.

در این اپراتور مناطقی باحداقل عوامل مؤثر در فرسایش جزو مناطق حساس معرفی می‌شوند بنابر این می‌توان آن را یک روش محافظه‌کارانه نیز نام برد (شریعت جعفری، 1386).

براساس نتایج خروجی در این عملگر، منطقهٔ مطالعاتی به چهار کلاس فرسایشی از نظر حساسیت تقسیم‌بندی شده است که نتایج مربوطه در جدول 8 و شکل 7 نشان داده شده است.

جدول (8) پراکنش پهنه‌های فرسایش‌پذیر حوضهٔ آبخیز بجوشن چای با استفاده از عملگرهای تئوری فازی

کلاس‌های فرسایش‌پذیری	مساحت پهنه فرسایش‌پذیر در مدل ضرب جبری فازی (KM^2)	مساحت پهنه فرسایش‌پذیر در مدل جمع جبری فازی (KM^2)
خیلی کم	121/673	0/00
کم	0/00	1/195
متوسط	0/00	108/910
زیاد	0/00	4/720

1- Fuzzy Algebraic Sum
2- Increasive

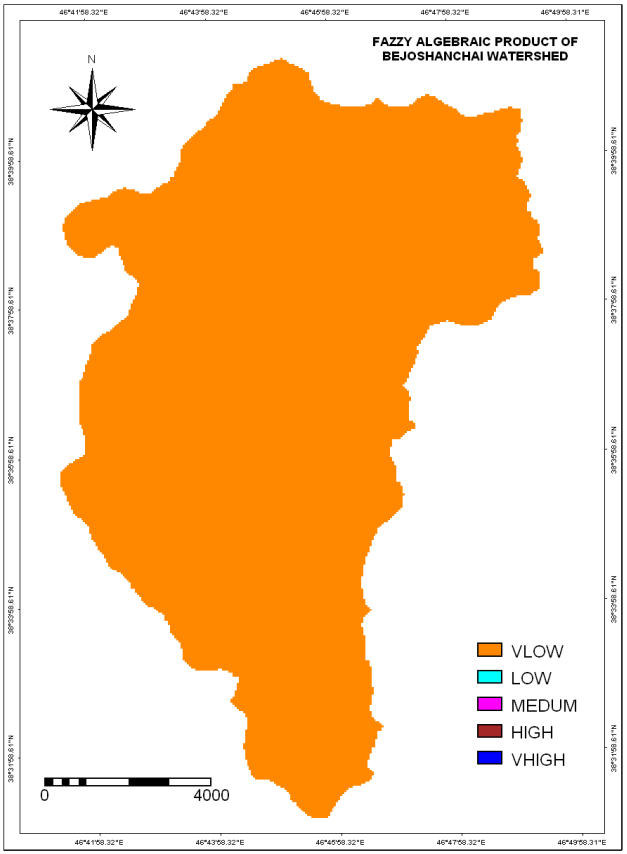
Archive of SID

www.SID.ir

خیلی زیاد	0/00	6/904

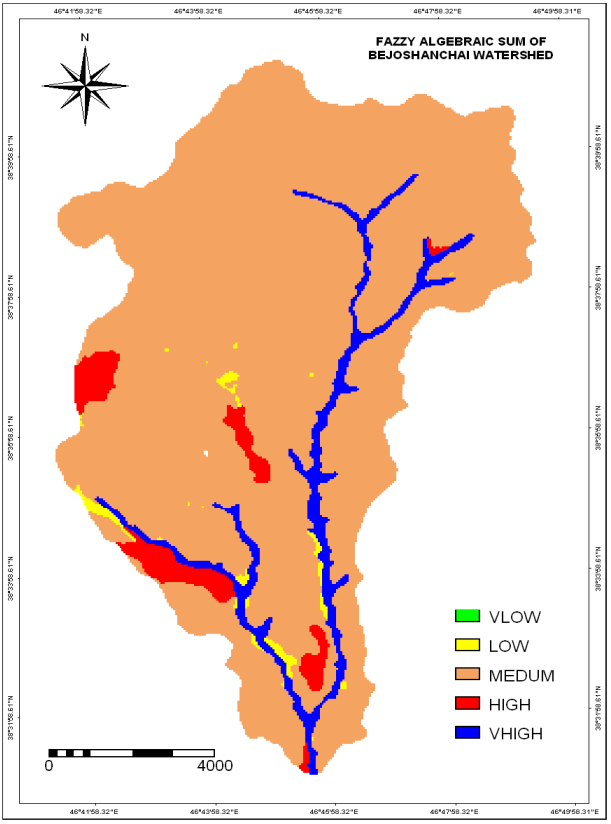
Archive of SID

www.SID.ir



شکل (6) پهنه‌بندی فرسایش‌پذیری اراضی در حوضه آبخیز بجوشن چای با استفاده از عملگر ضرب جبری فازی

www.SID.ir



شکل (7) پهنه‌بندی فرسایش‌پذیری اراضی در حوضه آبخیز بجوشن چای با استفاده از عملگر جمع جبری فازی

www.SID.ir

ج- نتیجه‌گیری کلی

بررسی نقشه‌های پهنه‌بندی فرسایش‌پذیری اراضی با استفاده از عملگرهای فازی و انطباق آن با مطالعات میدانی صورت گرفته نشان می‌دهد که اولا عملگر جمع جبری فازی به علت بارز نمودن پهن‌های با حساسیت فرسایشی بیشتر، نسبت به عملگر ضرب فازی از راندمان و کارایی بالاتری برخوردار است ثانیاً در بین عوامل چهارگانه مورد مطالعه در تحقیق، عامل لیتولوژی به علت حاکم بودن شرایط پریگلاسیری در مناطق مرتفع حوضه و نیز هوازدگی شدید سنگ‌ها، به عنوان اصلی‌ترین عامل در مدل پهنه‌بندی و کاربری اراضی و نحوهٔ بهره‌برداری از زمین، شیب توپوگرافی و تراکم شبکهٔ آبراهه به عنوان عوامل بعدی از نظر اهمیت انتخاب گردیده‌اند.

علت انتخاب کاربری اراضی به عنوان عامل موثر دوم به این دلیل است که در اراضی با شیب یکسان ولی کاربری متفاوت، دامنه‌های با پوشش متراکم از حساسیت کمتری نسبت به فرسایش برخوردار بوده و تراکم آبراهه‌ای کمتری ایجاد می‌کنند بر عکس اراضی با پوشش تنک و یا تحت شخم‌های نامناسب، به شدت در مقابل عوامل فرساینده حساس بوده و تراکم آبراهه‌ای بالاتری دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1- احمدی، حسن (1358)، «مطالعه ژئومورفولوژی و فرسایش در حوضهٔ آبخیز طالقان»، ***مجله منابع طبیعی ایران***، (36) ،صص 14-1.

2- اشقلی‌فراهانی، عقیل (1380)، ***«ارزیابی خطر ناپایداری دامنه‌های طبیعی در منطقهٔ رودبار با استفاده از تئوری فازی»***، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت معلم تهران.

3- اونق، مجید؛ نهتانی، محمد (1383)، «رابطهٔ واحدهای ژئومورفولوژی و فرسایش و تولید رسوب در حوضهٔ آبخیز کاشیدار، ***مجلهٔ علوم کشاورزی و منابع طبیعی***، شمارهٔ یازدهم.

4- دورنکامپ، جی.سی؛ سی.ا.ام، کینگ؛ ون.تی.چاو، وی.گاردینر؛ آر.داکومب وا.ان.سترالر (1370)، ***«تحلیل‌های کمی در ژئومورفولوژی»***، ترجمهٔ جمشید فریفته، چاپ اول، تهران، دانشگاه تهران.

5- شریعت جعفری؛ محسن، حامدپور، رامین (1386)، «پیش‌بینی خطر ناپایداری شیب‌های طبیعی با استفاده از عملگرهای ضرب و جمع جبری فازی در البرز مرکزی»، ***مجله منابع طبیعی ایران***، شماره 3، صص 757-745 .

6- غیومیان، جعفر؛ فاطمی‌عقدا؛ سیدمحمود؛ اشقلی‌فراهانی، عقیل؛ تشنه‌لب، محمد (1385)، «پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند مشخصه فازی (مطالعه موردی منطقه رودبار گیلان)»، ***مجلهٔ پژوهش و سازندگی***، شماره 15، صص80-76.

7- فتحی ، ملک کیان؛، افشار، عباس؛ موسوی، سیدجمشید (1385)، «توسعهٔ مدل تشخیص الگوی فازی به منظور ارزیابی پتانسیل فرسایش‌پذیری حوضه برمبنای روش PSIAC»، ***مجلهٔ آب و فاضلاب***، شماره57، صص 71-59.

8- فهمی، هدایت‌الله؛ دلیر عبدی‌نیا، علی (1385)، «کاربرد خوشه‌سازی در پهنه‌بندی فرسایشی»، ***مجلهٔ تحقیقات منابع آب ایران***، شماره 2، صص 35-29.

Archive of SID

www.SID.ir

9- قنواتی، عزت‌الله؛ ضیائیان، پرویز؛ سردشتی، ماهرخ؛ جنگی، علی‌اکبر (1386)، «آشکارسازی تغییرات مورفودینامیک با استفاده از داده‌های سنجش ازدور وتحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و منطقهٔ فازی»، ***مجلهٔ پژوهش‌های جغرافیایی***، شماره 39، صص 53-41.

10- گریم اف.بوهام کارتر (1379)، «***سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی برای دانش‌پژوهان علوم زمین***»، ترجمهٔ گروه GIS، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران.

11- Campbell, A.N, et.al. (1982), "Recognition of a Hidden Mineral Deposit by an Artificial Intelligence Program": ***Science***, V. 217(3), P. 927-929.

12- Chung, C.F., and Fabbri, A.G., (1993), "The Representation of Geoiscience Information for Data Integration": ***Nonrenewable Resources***, V. 2(2), P.122-139.

13- CSIRO, (2003), "***Australia Advances Soil Cancer***", Series Eight, Internet, P.1.

14- Jang, C.H., Lee, D.H., & Sheu, C., (1992), "Mapping Slope Failure Potential Using Fuzzy Sets", ***J. of Geotechnical Engineering, ASCE***, Vol. 118, NO.3, Pp. 475-494.

15- Lee, D.H., Sheu, C., (1989), "A Fuzzy Model for the Evaluation of Slope Stability", ***Proc. of the Japan-China Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation Kyoto-Japan***.

16- Mahdavifar, M.R., (2000), "Fazzy Information Processing in Landslide Hazard Zoning and Preparing the Computer Systm", ***Proceeding of the 8th International Syposuim on Landslide***, London.

17- Michael, D.G., (1991), "Classification of Landslide Hazard Zonation Methods and a Test of Predictive Capability", ***Proceeding of the 6th International Symposuim of Landslide***, Balkema, Rotterdam.

18- Nawari, N.O., Liang, R., (1999), "Fuzzy-Based Stability Investigation of Sliding Rock Massage, ***Slope Stabillity***

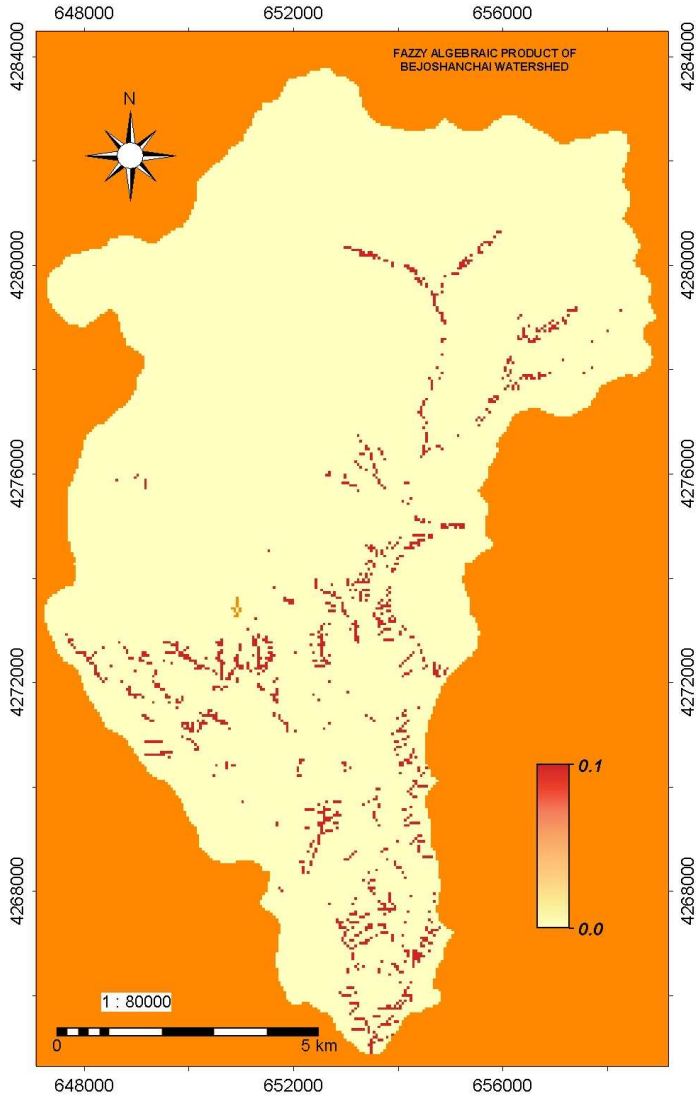
Archive of SID

www.SID.ir

Engineering (Yagi, Yamagami & Jiang, Eds), Pp.355-359, Balkema, Rotterdam.

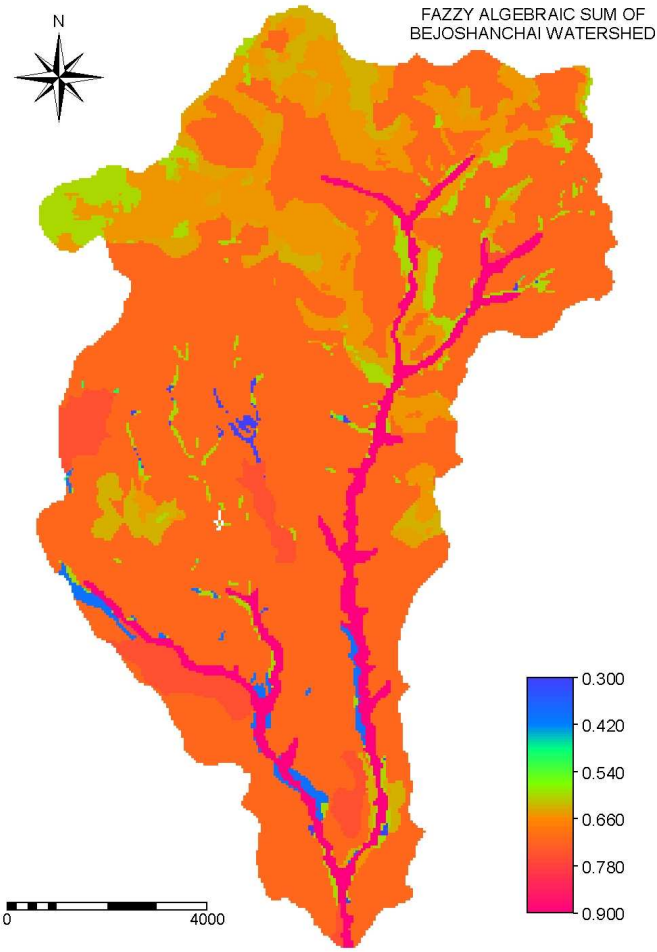
Archive of SID

www.SID.ir



شکل (1) ضمیمه: پهنه‌بندی فرسایش‌پذیری اراضی در حوضهٔ آبخیز بجوشن چای با استفاده از عملگر ضرب جبری فازی

www.SID.ir



شکل (2) ضمیمه: پهنه‌بندی فرسایش پذیری اراضی در حوضهٔ آبخیز بجوشن چای با استفاده از عملگر جمع جبری فازی

www.SID.ir