محور مقاله: فرسایش آبی، سیلاب و حفاظت خاک و آب

اولویت‌بندی خطر فرسایش خاک در حوضه آبخیز رود زرد با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره تاپسیس

صغری باقری[۱]، محمد رضا انصاری[*۲]، زینب ظاهری عبده‌وند[۳]، ایوب تقی‌زاده[۴]

[۱] کارشناسی ارشد مدیریت منابع خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

[۲] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

[۳] کارشناسی ارشد کارشناس سنجش از دور و GIS، دانشگاه شهید چمران اهواز

[۴] مربی گروه سنجش از دور و GIS ، دانشکده علوم زمین، دانشگاه چمران اهواز

چکیده

فرسایش خاک معضلی بسیار جدی در اغلب کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه با اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک است. هدف از انجام این پژوهش، اولویت‌بندی و طبقه‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر حساسیت به فرسایش در حوضه آبخیز رود زرد واقع در استان خوزستان بر مبنای پارامترهای مورفومتریک و با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره است. به این منظور مقادیر پارامترهای مورفومتری خطی شامل (بافت زهکشی، تراکم زهکشی، فراوانی‌آبراهه‌ها، نسبت انشعاب، طول جریان، طول جریان روی زمین) و پارامترهای مورفومتری شکلی شامل (ضریب گراولیوس، ضریب شکل، ضریب کشیدگی و ضریب گردی) برای هرکدام از زیر حوضه‌ها محاسبه و نقشه حساسیت به فرسایش خاک با آنالیز کمی پارامترهای مورفومتری به روش تاپسیس تهیه شد. بر اساس نتایج حاصل از پژوهش، زیرحوضه R11 بیشترین حساسیت به فرسایش خاک را داشته که مبین شرایط بحرانی این زیر حوضه است، بنابراین باید در اولویت اول جهت اجرای برنامه‌های حفاظت خاک و آبخیزداری قرار گیرد.

کلمات کلیدی: اولویت‌بندی، پارامترهای مورفومتریک، تاپسیس، حساسیت به فرسایش، حوضه‌ی آبخیز رود زرد

مقدمه

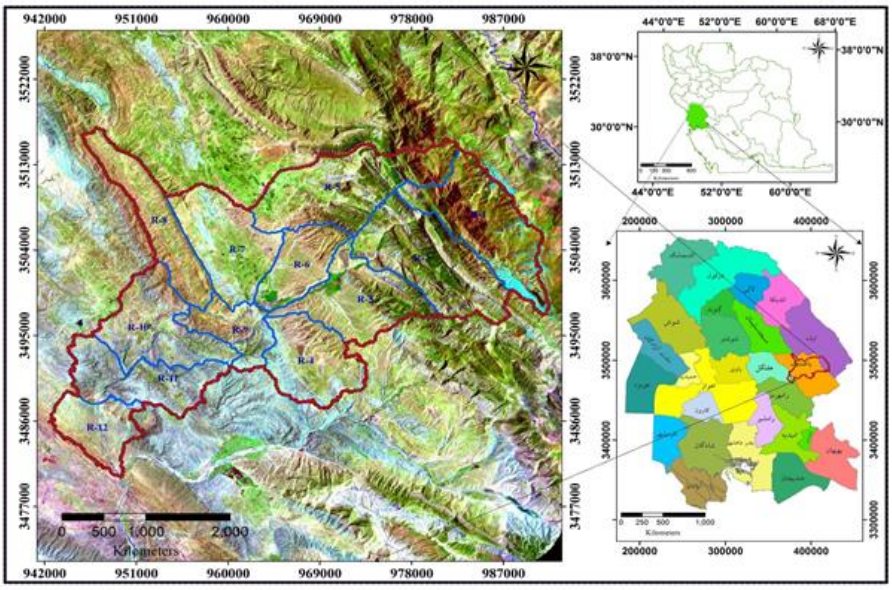
فرسایش خاک درحوضه های آبخیز به عنوان یکی از مسایل و مشکلات جدی حوضه‌های آبخیز ایران محسوب می‌شود و می‌توان از آن به عنوان یکی از مهمترین موانع برای دستیابی به توسعه پایدار کشاورزی و منابع طبیعی نام برد (Schwab و همکاران ۱۹۹۳). به دلیل وسعت زیاد اغلب حوضه‌های آبخیز در ایران، امکان اجرای طرح‌های حفاظتی و آبخیزداری در تمامی زیر حوضه‌های حوضه آبخیز وجود ندارد. لذا برای افزایش عملکرد طرح‌های آبخیزداری ابتدا باید مناطق بحرانی یک حوضه آبخیز از نظر پتانسیل فرسایش خاک، شناسایی و اولویت‌بندی شوند (فتحی ۱۳۸۵). امروزه مدیریت منابع طبیعی نیازمند یک سیستم سریع، کارا، تلفیق گر و مناسب جهت برنامه‌ریزی و طراحی می‌باشد (ایلانلو و همکاران ۱۳۸۹)، در این راستا استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به دلیل امکان تلفیق با مدل ها و روش های ارزیابی خطر فرسایش و همچنین کارایی و قابلیت اجرایی بالا در مناطق مختلف جغرافیایی ایران، مورد توجه محققین بوده است. از جمله مطالعات انجام شده در این زمینه می توان به مطالعات (اسدی نیلوان و همکاران، ۱۳۹۴، Thakkar و Dhiman، ۲۰۰۷ و Aher و همکاران ۲۰۱۴) اشاره کرد. شریفی کیا و همکاران (۱۳۹۷) زیر حوضه های آبخیز نکارود را با استفاده از روش تاپسیس اولویت بندی کرده و به این نتیجه رسیدند، که این روش از دقت بالایی در ارزیابی خطر فرسایش برخوردار است. در پژوهشی دیگر Javed و همکاران (۲۰۱۵)، به اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها براساس آنالیز مورفومتریک و کاربری اراضی با استفاده از تکنیک سنجش از دور و GIS در حوضه‌ی کانرا پرداختند. براساس آنالیز مورفومتری و کاربری اراضی زیرحوضه‌ها به سه گروه زیاد، متوسط و کم برای اولویت‌بندی مدیریت و حفاظت منابع طبیعی طبقه بندی شدند. هدف از این پژوهش آنالیز کمی پارامترهای مورفومتری حوضه آبخیز رود زرد استان خوزستان با استفاده از روش تاپسیس برای اولویت بندی و طبقه‌بندی زیر حوضه‌ها از نظر حساسیت به فرسایش خاک است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در حوضه آبخیز رود زرد باغملک استان خوزستان با در محدوده جغرافیایی "۴۷ '۳۹ °۴۹ تا "۳۸ '۱۰ °۵۰ طول شرقی و "۷۸ '۲۲ °۳۱ تا "۵۲ '۴۲ °۳۱ عرض شمالی به اجرا در آمد. حوضه آبخیز رود زرد شامل ۱۲ زیرحوضه است و ارتفاع متوسط آن ۱۸۲۲ متر و حداکثر و

* ایمیل نویسنده مسئول: ansari386@yahoo.com

حداقل ارتفاع حوضه به ترتیب ۳۳۰۵ و ۳۳۹ متر از سطح دریا است. میانگین دما و بارندگی سالانه آن به ترتیب (°C)۲۰ و (mm) ۷۴۶/۶ است و کاربری‌های مرتع، زراعت دیم، باغ و جنگل را شامل شده است. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی را نشان داده است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی

روش تاپسیس یکی از روش‌های فاصله محور است که نخستین بار توسط (Hwang و Yoon) معرفی شد. بنیان و مایه‌ی اصلی تاپسیس محاسبه‌ی فاصله‌ی اقلیدسی گزینه‌های تصمیم‌گیری از راه حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی است. راه حل ایده‌آل مثبت راه حل یا گزینه‌ای است که از نظر معیارهای سود، وضعیت بیشینه و از لحاظ معیارهای هزینه، وضعیت کمینه را دارد و راه حل ایده‌آل منفی راه حلی است که از نظر معیارهای هزینه، بیشینه و از لحاظ معیار های سود، کمینه است. در تاپسیس مقادیر قطعی برای بیان ارجحیت نسبی گزینه ها در برآورده کردن معیارهای تصمیم‌گیری استفاده می‌شود و گزینه‌ی برتر گزینه‌ای است که کمترین فاصله را از راه حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را از راه حل ایده آل منفی داشته باشد. برآیند این دو فاصله در قالب ضریب نزدیکی بیان می‌شود بر این اساس گزینه‌ای که مقدار عددی ضریب نزدیکی بزرگ‌تری داشته باشد، به عنوان گزینه‌ی ارجح شناخته می‌شود (Hwang و Yoon ۱۹۸۱). در این پژوهش برای اولویت‌بندی خطر فرسایش خاک، ابتدا پارامترهای مورفومتریک خطی (شامل، تراکم زهکشی، بافت زهکشی، طول جریان و فراوانی آبراهه، نسبت انشعابات، طول جریان روی زمین) که ارتباط مستقیم با فرسایش دارند و شکلی (شامل ضریب شکل و ضریب گراویلیوس، ضریب گردی، ضریب کشیدگی) که ارتباط عکس با فرسایش دارند، برای هر یک از زیر حوضه‌ها محاسبه شد و اولویت‌بندی زیر حوضه ها با ارزیابی کمی این پارامترها به روش TOPSIS به صورت زیر صورت پذیرفت.

مرحله اول: ماتریس تصمیم گیری موجود با استفاده از فرمول زیر به یک ماتریس بی‌مقیاس شده تبدیل شد که Xij مقدار عددی بدست آمده از گزینه ی iام با شاخص j ام می باشد.

$$R_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} X_{ij}^2}$$

مرحله دوم : ماتریس بی مقیاس وزین با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد که Rij ماتریس نرمال شده، w وزن هریک از پارامتر ها و v ماتریس تصمیم نرمال شده ی وزن دار می باشند.

$$V_{ij} = W_i(R_{ij})$$

مرحله سوم : مشخص نمودن راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت A^+ و ایده‌آل منفی A^- . به عبارت دیگر برای هرکدام از شاخص‌ها مقدار حداکثر و حداقل آن‌ها را پیدا کرده و آن را با فرمول‌های زیر بدست می‌آوریم.

$$A^+ = [V_1^+ \;\; V_2^+ \ldots\ldots V_m^+]$$
$$A^- = [V_1^- \;\; V_2^- \ldots\ldots V_m^-]$$

مرحله چهارم: فاصله شاخص ها برای هرمنطقه از ایده آل مثبت وایده آل منفی را با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد.

$$d_i^+ = \sqrt{(V_{11} - V_1^+)^2 + (V_{12} - V_2^+)^2 + \cdots (V_{im} - V_m^+)^2}$$

$$d_i^- = \sqrt{(V_{i1} - V_1^-)2 + (V_{i2} - V_2^-)2 + \cdots . + (V_{im} - V_m^-)^2}$$

مرحله پنجم : فاکتور ضریب نزدیکی CL_i با استفاده از فرمول زیر تعیین گردید.

$$CL_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

مرحله ششم: رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس ترتیب نزولی، که این میزان بین صفر و یک در نوسان است.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از طبقه‌بندی زیر حوضه‌ها نشان داد که از بین پارامترهای مورفومتری به کار برده شده، بافت زهکشی، تراکم زهکشی و فراوانی آبراهه به ترتیب با وزن (۰/۱۵۵، ۰/۱۵۵، ۰/۱۲۰) موثرترین پارامترها در وقوع و حساسیت به فرسایش خاک بوده‌اند. بافت زهکشی از فاکتورهای موثر در فرسایش‌پذیری است و به تعدادی از فاکتورهای طبیعی مانند اقلیم، بارندگی، پوشش گیاهی، نوع سنگ و خاک، ظرفیت نفوذ و مرحله‌ی تکاملی خاک بستگی دارد، سنگ‌های سست و ضعیف که به وسیله‌ی پوشش گیاهی حمایت نمی‌شوند، بافت نرم تولید نموده و در مقابل سنگ‌های توده‌ای و مقاوم سبب ایجاد بافت درشت می‌شوند. بافت زهکشی ارتباط نزدیکی با نفوذپذیری و فرایندهای هیدرولوژیکی حوضه دارد (Aher و همکاران، ۲۰۱۴). هر چه تراکم و بافت زهکشی زیر حوضه‌ای بالاتر باشد، تخلیه رواناب در سطح آن به سادگی انجام می‌گردد و میزان فرسایش افزایش می‌یابد. پارامتر ضریب گردی با وزن (۰/۰۵۷) کم تاثیرترین عامل در وقوع فرسایش بوده است. در جدول (۱) جدول وزن اهمیت معیارهای مورفومتریک نشان داده شده است.

جدول۱. وزن اهمیت معیارهای مورفومتریک

پارامترها	وزن پارامترها
بافت زهکشی	۰,۱۵۵
تراکم زهکشی	۰,۱۵۰
فراوانی آبراهه	۰,۱۲۰
نسبت انشعاب	۰,۱۰۲
طول جریان	۰,۱۰۴
طول جریان روی زمین	۰,۰۹۷
ضریب گراولیوس	۰,۰۷۵
ضریب شکل	۰,۰۷۱
ضریب کشیدگی	۰,۰۶۹
ضریب گردی	۰,۰۵۷
ضریب ناسازگاری ۰,۰۳	

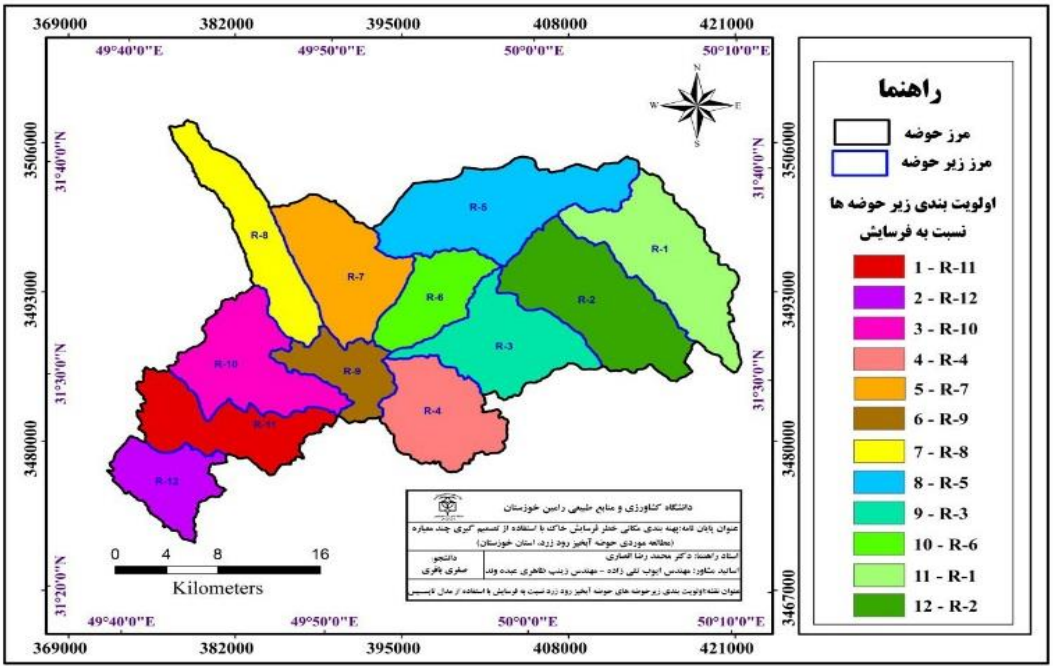
بر اساس نتایج نهایی روش تاپسیس، زیر حوضه‌های R11، R12 و R10، به ترتیب با ضریب نزدیکی (۰/۸۴۱، ۰/۷۹۴، ۰/۷۳۸)، در اولویت‌های برتر قرار گرفته و به عنوان بحرانی‌ترین زیر حوضه‌ها از نظر خطر فرسایش خاک محسوب می‌باشند. در مقابل زیر حوضه‌های R2، R1 و R6 به ترتیب با مقادیر ضریب نزدیکی (۰/۱۰۳، ۰/۱۷۲، ۰/۲۲۰)، در اولویت های آخر خطر فرسایش خاک نسبت به دیگر زیر حوضه‌ها قرار گرفتند.

زیر حوضه‌های R11، R12 و R10، به علت داشتن مقادیر زیاد پارامترهای مورفومتری خطی (شامل، تراکم زهکشی، بافت زهکشی، طول جریان و فراوانی آبراهه، نسبت انشعابات، طول جریان روی زمین) که رابطه مستقیمی با فرسایش دارند، همچنین مقدار کم پارامترهای مورفومتری شکلی (شامل ضریب شکل و ضریب گراویلیوس، ضریب گردی، ضریب کشیدگی) که رابطه معکوس با فرسایش دارند، به عنوان حساس ترین و بحرانی ترین زیر حوضه ها از نظر خطر وقوع فرسایش خاک قرار گرفته شدند. از سوی دیگر مقادیر پارامترهای مورفومتری خطی و شکلی در زیر حوضه‌های R2، R1 و R6 به

ترتیب کمترین و بیشترین مقدار را نسبت به سایر زیر حوضه‌ها به خود اختصاص داده‌اند، که موجب ریسک فرسایش کم در این زیر حوضه ها شده است. جدول (۲) نقشه نتایج نهایی اولویت‌بندی زیر حوضه‌ها به روش تاپسیس را نشان داده است.

جدول ۲. اولویت بندی و طبقه بندی زیر حوضه ها به روش تاپسیس

زیر حوضه	ضریب نزدیکی	اولویت بندی
R1	۰/۱۷۲	یازدهم
R2	۰/۱۰۳	دوازدهم
R3	۰/۲۴۳	نهم
R4	۰/۶۹۳	چهارم
R5	۰/۲۶۱	هشتم
R6	۰/۲۲۰	دهم
R7	۰/۶۰۵	پنجم
R8	۰/۴۳۸	هفتم
R9	۰/۵۴۳	ششم
R10	۰/۷۳۸	سوم
R11	۰/۸۴۱	اول
R12	۰/۷۹۴	دوم



شکل ۲. نقشه نهایی اولویت‌بندی به روش تاپسیس

با توجه به مطالعات میدانی صورت گرفته می‌توان بیان نمود که ساختار زمین‌شناسی نقش مهمی در فرسایش منطقه به خصوص در زیر حوضه‌های حساس دارد. زیرحوضه‌های حساس در سازندهای گچساران، آغاجاری و کواترنر واقع شده‌اند، که حساسیت بالایی نسبت به فرسایش دارند. سازندهای زمین‌شناسی مذکور به دلیل حضور آهک و مارن در ساختار خود، دارای بافت ریزی می‌باشند که مبنی بر مستعد بودن این سازندها نسبت به فرسایش است. پستی و بلندی زیاد و عدم پوشش گیاهی مناسب به خصوص در زیر حوضه‌های حساس باعث کاهش ظرفیت نفوذ آب به خاک و جاری شدن آب در سطح می‌شود. عوامل فوق باعث افزایش پارامترهای مورفومتری خطی شده که رابطه مستقیم با فرسایش دارند. کاربری نامناسب اراضی عامل موثر

دیگری است که در فرسایش منطقه نقش بسزایی دارد. مدیریت غلط چرای دام، تبدیل جنگل‌ها و مراتع به دیمزار و رها شدن آنها، غیر اصولی بودن کشت، استفاده بی‌رویه از زمین‌های کشاورزی و چرای بیش از حد از عوامل مهم و تاثیرگذار در فرسایش منطقه به شمار می‌روند. شکل‌های (۳) و (۴) نمایی از وضعیت زمین شناسی حوضه آبخیز رود زرد را ارائه داده است.

شکل ۳. آبشویی پای رسوبات کواترنری در منطقه مطالعاتی(زیرحوضه R12،R10)

شکل ۴. انحلال در سازند گچساران در حاشیه مخزن سد جره (زیرحوضه R11)

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که استفاده از پارامترهای مورفومتری درکنار روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، روش کارآمد و کم هزینه برای شناسایی و طبقه‌بندی زیرحوضه‌ها نسبت به خطر فرسایش خاک به منظور اجرای عملیات حفاظت خاک و آب است. بر اساس نتایج این تحقیق زیر حوضه‌های R10,R12,R11 حساس به فرسایش خاک بوده و در معرض خطر فرسایش خیلی زیاد قرار دارند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که اولویت اول عملیات آبخیزداری و حفاظت منابع طبیعی در این زیرحوضه‌ها که حساسیت زیادی به فرسایش خاک دارند صورت پذیرد.

منابع

اسدی نیلوان، ا.، رستمی خلج، م.، محسنی ساروی، م. و سور، ا. ۱۳۹۴. اولویت‌بندی اقدامات آبخیزداری در حوضه آبخیز با استفاده از روش TOPSIS (مطالعه موردی: زیردشت- طالقان. پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، ۶ (۱۲): ۹۸-۱۰۷.

ایلانلو، م.، مقیمی، ا.، ثروتی، م. ر . و قهرودی تالی، م. ۱۳۸۹. پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای با استفاده از روش منطق فازی. مجله چشم انداز جغرافیایی (علمی-پژوهشی)، ۵ (۱۱): ۱۲-۲۶.

فتحی، م. ک.، افشار، ع. و موسوی، ج. ۱۳۸۵. توسعه‌ی مدل تشخیص الگوی فازی به منظور ارزیابی پتانسیل فرسایش‌پذیری حوضه بر مبنای روش PSIAC. مجله‌ی آب و فاضلاب، ۱۷ (۱): ۵۹-۷۱.

شرفی کیا، م.، سیاوش، ش.، یمانی، م. و عرب عامری، ع.ر. ۱۳۹۷. طبقه‌بندی زیرحوضه‌های آبخیز نکارود با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، TOPSIS، SAW و VIKOR. مجله اکوهیدرولوژی، ۵ (۱)، ۶۹-۸۳.

Aher, P. D., Adinarayana, J. and Gorantivar, S. D. 2013. Prioritization of Watersheds using multicriteria evaluation through fuzzy analytical hierarchy process. Agricultural Engineering International: CIGR Journal. 15(1): 11- 18

Hwang, C. L., Yoon , K.,1981, Multiple Attribute Decision Making:Methods and application, A state of the art survey,Springer.

Javed A., Khanday, M. Y., Ahmed, R. 2009. Prioritization of watersheds based on morphometric and landuse analysis using RS and GIS techniques. Journal of the Indian society of Remote Sensing. 37: 261-274.

Schwab, G. O., Fangmeper, D. D., Elliot, W. J. and Frevert, R. K. 1993. Soil and Water Conservation Engineering.

Thakkar, A. K., and S. D. Dhiman. 2007. Morphometric analysis and prioritization of mini-watersheds in a Mohr watershed,Gujarat using remote sensing and GIS techniques. Journal of the Indian Society of Remote Sensing. 35(4): 313-321.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Water Erosion, Flood , Soil and Water Conservation

Prioritizing of Soil erosion risk using TOPSIS model (Case Study: Roudzard Basin- khuzestan province)

Bagheri[1], S., Ansari[*2], M.R., Zaheri Abdevand, Z.[3] Taghizadeh, A. [4]

[1] M. Sc., Soil Science Department, Faculty of Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran

[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran

[3] M. Sc. Remote Sensing and GIS, Iran

[4] Department of GIS and RS, Faculty of Earth Sciences, Chamran University, Ahvaz, Iran

Abstract

Soil erosion is a very serious problem in most countries, especially in developing countries with arid and semi-arid climates. The aim of this research is Roudzard watershed prioritization using morphometric parameters and Multiple Criteria-Decision Making (MCDM). Linear morphometric parameters (drainage texture, drainage density, stream frequency, bifurcation ratio, stream flow, length of overland flow, gravelius ratio, compactness ratio, elongation ratio and rounding coefficient) and shape morphometric Parameter (gravelius ratio, Compactness ratio, elongation ratio and rounding coefficient) for each of the sub basins were extracted. Soil erosion sensitivity map was prepared using TOPSIS method. The results Showed that the R11 sub basin had the greatest sensitivity to soil erosion,which indicates the critical condition of this sub basin. therefore, it should be mentioned in the first priority to implement the soil and water protection programs.

Keywords: prioritization, Morphometric parameters, TOPSIS, Sensitivity to erosion, Roudzard Watershed.

[*] Corresponding author, Email: ansari386@yahoo.com