بررسی و تعیین مناطق همگن بر پایه برخی عامل‌های مؤثر بر میزان رسوبزایی

رضا مدرس[۱]، سادات فیض‌نیا[۲]، مسعود نصری*[۳] و علی نجفی[۴]

[۱] کارشناس ارشد بیابان زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

[۲] استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

[۳] عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردستان، ایران

[۴] کارشناس ارشد آبخیزداری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۴/۶/۸، تاریخ تصویب: ۸۹/۵/۱۰)

چکیده

روند روبه گسترش تخریب اراضی و تاثیرات ویرانگر انسانی سبب بالا رفتن نرخ فرسایش و تولید رسوب شده است. تعیین مهم‌ترین عامل‌های مؤثر در فرایند فرسایش و رسوب و تعیین مناطق همگن بر پایه این عامل‌ها راه حل مناسبی در کاهش میزان فرسایش و تولید رسوب خواهد بود. بر این پایه با بررسی میزان رسوب معلق اندازه‌گیری شده ۱۲ حوزه آبخیز در سطح کشور و تعیین مهم‌ترین ویژگیهای تأثیرگذار در تولید رسوب این حوضه‌ها، در آغاز با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی(PCA) اقدام به تعیین موثرترین عامل‌ها شد. سپس بر پایه این عامل‌ها مناطق همگن با استفاده از تحلیل خوشه‌ای جداسازی شد. نتایج نشانگر تأثیر برتر سه عامل شاخص خشکی دومارتن، شاخص پوشش گیاهی و درصد گستره سازندهای حساس به فرسایش در میزان تولید رسوب در حوضه‌های مورد بررسی بوده است. بر پایه این عامل‌ها، حوزه‌های مورد بررسی به سه گروه تقسیم شدند. این سه گروه به خوبی نقش عامل‌های موثر بر تولید رسوب و اثر متقابل آنها را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی(PCA)، تولید رسوب، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، بارندگی، تحلیل خوشه‌ای

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۳-۳۱۵۹۳۸۸ فاکس: ۰۲۶۱-۲۲۴۹۳۱۳ E-mail: Ps_sepahan@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

هر ساله هزاران تن مواد جامد از سطح حوزه‌های آبخیز توسط آب، باد و... شسته شده و از محلی به محل دیگر انتقال می یابد. این جابجایی مواد در نتیجه فرسایش، منابع آب و خاک را محدود و محدودتر می‌سازد و تنگناهای اقتصادی، اجتماعی را در سطح بین‌المللی پدید می‌آورد. بدین منظور یافتن روش‌هایی برای برآورد علمی و دقیق‌تر میزان فرسایش و تولید رسوب در حوزه‌های آبخیز کشور به منظور کنترل این فرآیند امری ضروری است. دستیابی به مدل‌های برآورد و اندازه‌گیری میزان فرسایش و رسوب پیش از هر چیز نیازمند شناخت عامل‌های تأثیرگذار بر فرآیند تولید رسوب حوزه‌های آبخیز است. از جمله ابزار مناسب در این زمینه روش تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی[1] می‌باشد که با تعیین عامل‌های مؤثر راه را برای مدیریت بهتر در عرصه‌های آبخیز گسترده کشور آماده می‌سازد (Dadrasi, 2001). در راستای تعیین عامل‌های مؤثر در تولید رسوب نیاز به منطقه‌بندی (همگن‌سازی) نواحی همانند و نزدیک از نظر شرایط هیدرولوژیکی و جغرافیایی می‌باشد، در این مورد روابط زیادی توسط محققان مختلف ارائه شده است، چنانکه پس از تعیین مناطق همگن و یافتن مناطقی با ویژگی‌های طبیعی(هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی، پستی بلندی و...) نزدیک به هم و سپس در ادامه تعیین عامل‌های مؤثر در تولید رسوب زیرحوزه‌ها مشخص شد که توسط محققان مختلف در داخل و خارج از کشور ارائه شده است، که در جمع‌بندی به اختصار می‌توان بیان نمود عامل‌های گوناگونی مانند زمین‌شناسی زیرحوزه‌ها (Hakimkhani, 1999، Ghadimi-e-Arusmahale and Sobhani, 2000, Varvani, , Asadi and Emami, 2001،2002 Feiznia, 2003 و Najafi, 2004)، عامل‌های فیزیوگرافی (Arabkhedri and Zargar, 1996، Mehrseresht, 1997 Ghadimi-e-Arusmahale and Sobhani, 2000، Ghanavati, 2000 و Dadrasi, 2001 و Arabkhedri, M., 2004)، عامل کاربری اراضی (Arnold et al., 1987، Nasri, Amini, 1998 ،Mahmoudzadeh, 1996 ,Agharazi and ،Karimkhani, 1998, ،1999 Rashidi, و Ghoddusi, 2002, Najafi, 2004 1997) و متغیرهای اقلیمی و هیدرولوژیکی (Nasri, ،Narayana, 2002, ،Hallsworth, 1987 ،1999 Arabkhedri and Zargar, 1996، Esmaeilim and ،Hakimkhani, 1999 Mahdavi, 2001 و Najafi, 2004) میزان تولید رسوب معلق زیرحوزه‌ها را کنترل می‌کنند، از این رو پیش از تعیین عامل‌های مؤثر در تولید رسوب نیاز به تعیین مناطق همگن می‌باشد. در این تحقیق با بررسی منابع مطالعاتی یاد شده در بالا اقدام به تعیین مهم‌ترین عامل‌های تأثیرگذار در تولید رسوب ۱۲ حوزه آبخیز منتهی به ایستگاه‌های رسوب سنجی شامل ونیار، اسکندری، بارز، پل ذغال، سلیمان تنگه، الشتر، پل شالو، جعفر مشهدی، سیرا، آق دربند، پونل و گنبد در نقاط مختلف شمال و غرب ایران شد. هدف از این بررسی در گام نخست تعیین مهم‌ترین عامل‌های موثر بر تولید رسوب و سپس گروه‌بندی حوزه‌های یاد شده بر پایه این عامل‌های می‌باشد. این بررسی نشان می‌دهد آیا عامل‌های موثر بر تولید رسوب در نقاط مختلف متفاوت است یا خیر؟ ضمن اینکه عامل‌های یاد شده با چه ترتیب و شماری در هر یک از حوزه‌های آبخیز تاثیرگذار وجود دارد؟

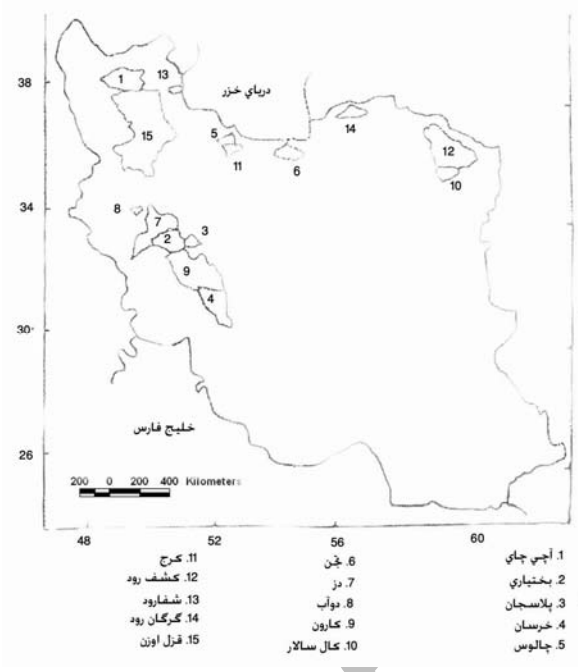
مواد و روش‌ها

شمار ۱۲ ایستگاه رسوب سنجی در نقاط مختلف یاد شده بر پایه داده‌های ارائه شده توسط Majdabadi(2002) با ویژگی‌های آماری آنها در جدول ۱ درج شده است. این ایستگاه‌ها بر پایه داشتن طول دوره آماری مناسب (دست‌کم ۲۰ سال، Day, 1988)، دقت آماری مناسب و قرار نگرفتن ایستگاه بعد از سد گزینش شدند. شکل ۱ نیز موقعیت جغرافیایی حوزه‌های آبخیز را نشان می‌دهد.

۱- Principle Component Analysis

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه‌های آبخیز مورد بررسی

جدول ۱- معرفی ایستگاه‌های مورد بررسی و برخی مشخصه‌های آماری رسوبدهی سالانه در آنها

(میانگین رسوب دهی بر حسب میلیون تن در سال، در مورد پلاسجان، شفارود و دوآب بر حسب هزار تن در سال)

ردیف	نام رودخانه	نام ایستگاه	طول دوره آماری (سال)	میانگین رسوبدهی	انحراف معیار	ضریب تغییرات	ضریب چولگی	ضریب برجستگی
۱	آجی چای	ونیار	۲۹	۲/۷۵	۱/۶۲	۵۸/۷۸	۰/۸۶	۰/۴
۲	پلاسجان	اسکندری	۲۳	۳۷/۴۴	۳۳/۸۴	۹۰/۴	۲/۴	۵/۸۳
۳	خرسان	بارز	۲۷	۳/۸۷	۳/۰۴	۷۸/۴۷	۱/۶	۲/۳۴
۴	چالوس	پل ذغال	۲۷	۰/۲۵	۰/۲۳	۹۳/۹۸	۰/۶۸	-۰/۶۸
۵	تجن	سلیمان تنگه	۲۶	۰/۱۲	۰/۲۳	۱۸۸/۶	۳/۱۷	۱۰/۱۹
۶	دوآب	الشتر	۲۵	۰/۵۲	۰/۳۴	۶۴/۴۷	۱/۰۲	۱/۲۵
۷	کارون	پل شالو	۲۶	۸/۱۳	۶/۶۸	۸۲/۱۱	۱/۱	-۰/۰۷
۸	کال سالار	جعفر مشهدی	۲۲	۰/۷۷	۱/۸۷	۲۴۴/۳۸	۴	۱۷/۰۳
۹	کرج	سیرا	۲۸	۰/۲۵	۰/۳۱	۱۴۲/۲۲	۲/۰۲	۴/۴۷
۱۰	کشف رود	آق دربند	۲۹	۶/۳۶	۴/۸۴	۷۶/۴۸	۱/۹۳	۳/۸۶
۱۱	شفا رود	پونل	۲۸	۲۶/۶۱	۱۶/۵۳	۶۲/۱۱	۰/۹۸	۰/۲۶
۱۲	گرگان رود	گنبد	۳۰	۳	۸/۱۲	۲۷۰/۶۲	۵/۵۵	۳۱/۱۴

Archive of SID

www.SID.ir

روش تحلیل مولفه‌های اصلی برای شمار شمار متغیرهای مورد نیاز به شمار کمی از شاخص‌ها طرح‌ریزی شده است. در این بررسی یک مجموعه P=۶ متغیره شامل متغیرهای موثر بر تولید رسوب از n=۱۲ حوزه آبخیز، ماتریس دیده‌ها را تشکیل می‌دهند.

جدول ۲- ویژگی‌های حوزه‌های آبخیز مورد بررسی

ردیف	نام رودخانه	بارندگی سالانه (میلی‌متر)	شاخص خشکی دومارتن	ضریب حساسیت به فرسایش	درصد سازندهای حساس به فرسایش	درصد سازندهای نسبتا حساس به فرسایش	شاخص پوشش گیاهی
۱	آجی چای	۴۲۹	۲۵	۷/۲۱	۱/۴	۵۰/۸	۵/۳۳
۲	پلاسجان	۵۱۷	۲۸	۵/۰۳	۱/۲	۷۰/۵	۲/۳
۳	خرسان	۶۳۲	۳۱	۵/۷۸	۳/۳	۴۹/۲	۵/۲۳
۴	چالوس	۷۸۱	۴۴	۷/۱۳	۳/۴	۳۴/۱	۷/۵
۵	تجن	۶۳۴	۳۰	۶/۴۶	۰/۰۱	۶۳/۷	۷/۸۶
۶	دوآب	۷۴۴	۶۹	۶/۳۸	۰/۰۱	۳۵/۶	۴/۵۴
۷	کارون	۶۳۶	۳۰	۵/۶۴	۲/۸	۵۰/۲	۴/۴۶
۸	کال سالار	۳۴۶	۱۵	۶/۷۱	۰/۰۱	۲۷/۴	۳/۳۹
۹	کرج	۷۱۱	۴۳	۹/۳۳	۱/۱	۱۸	۵/۳۸
۱۰	کشف رود	۲۸۶	۱۳	۵/۲۶	۱	۷۳/۸	۴/۵۶
۱۱	شفا رود	۱۱۰۵	۵۸	۹/۸۷	۰/۰۱	۴	۸/۲۶
۱۲	گرگان رود	۵۵۵	۲۳	۴/۳۳	۱/۴	۸۱/۱	۷/۱۹

این ماتریس را می‌توان به شکل زیر نوشت (De and Mazumdar, 1999):

$$Z = \{Z_{ij} : i = 1,.....n; j = 1,.....p\} \quad (۱$$

و ماتریس همبستگی به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$R = Z^T Z \quad (۲$$ (R ماتریس همبستگی است)،

در این حالت، مولفه‌های اصلی ماتریس متغیرهای قابل دید، (در اینجا مهم‌ترین عامل‌های موثر بر تولید رسوب) (ماتریس Z)، شامل ستون‌های ماتریس F ($n \times p$) هستند که همان مقادیر مولفه‌های اصلی است که از ترکیب خطی متغیرهای اولیه بدست آمده‌اند و با یکدیگر متعامد بوده و واریانس بین آنها به بیشترین می‌رسد:

$$F = ZA \quad (۳$$

در اینجا "i" و "j" به ترتیب شمار حوزه‌های آبخیز و متغیرهای قابل دید، "T" معکوس (ترانسپوز) ماتریس و "A" ماتریس بردار ویژه با ارزش واحد است. پس از تعیین مولفه‌های اصلی، می‌توان با استفاده از چرخش محور مولفه‌های اصلی به مولفه‌های جدیدی دست یافت که نه تنها باز هم با یکدیگر همبستگی دارند، می‌توانند نسبت بیشتری از واریانس بین متغیرها را توجیه کنند. این موضوع به مفهوم دست‌یابی به متغیرهایی است که تفاوت بیشتری از حوزه‌های آبخیز را بر پایه عامل‌های موثر بر رسوب توجیه می‌کنند. به عبارت دیگر تحلیل خوشه‌ای این عامل‌ها به گروه‌هایی منجر می‌شود که بیشترین تفاوت را

Archive of SID

www.SID.ir

با یکدیگر دارند. موضوعی که هدف اصلی تحلیل خوشه‌ای است.

در مبحث تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی، روش چرخشی از جمله روش‌هایی است که در آن محورهای عاملی آنچنان می‌توانند بچرخند که موقعیت آنها توسط الگوی داده‌ها در فضای n بعدی تعیین شود. در حقیقت الگوی چرخش به موقعیتی هدایت می‌شود که در آن تنها شمار کمی متغیر دارای وزن زیادی روی هر عامل هستند و متغیرهای باقی مانده دارای باری نزدیک به صفر می‌باشند. این موضوع تفسیر نتایج را بسیار ساده‌تر می‌نماید. در چرخش محورها روش‌های متفاوتی مانند واریماکس(Varimax)، کوارتیماکس(Quartimax) و... وجود داشته که هر یک دارای ویژگی بخصوصی می‌باشند. در این زمینه روش چرخشی واریماکس پرکاربردترین روشی است که در آن استقلال بین عامل‌های ریاضی حفظ می‌شود. این موضوع از نظر مهندسی به‌این معنی است که در هنگام چرخش، محورها بر یکدیگر عمودند و در این تحقیق هم از این روش استفاده شد.

برای انجام آزمون نرمال بودن داده‌های مستقل و وابسته از آزمون کلموگراف ـ اسمیرنف استفاده شد. با توجه به عادی نبودن داده‌های موجود، برای اطمینان از صحت بیشتر کار انجام شده اقدام به تبدیل لگاریتمی مقادیر متغیرهای مورد استفاده شد (Wheater and Cook, 2000) تا از این راه نیز عادی بودن داده‌ها در مقایسه با داده‌های عادی بررسی شود.

به منظور انجام تحلیل خوشه‌ای (قرار دادن اشیا در گروه‌های مختلف) با عنایت به‌اینکه روش‌های مختلفی به منظور دسته‌بندی وجود دارد که در این بررسی از روش خوشه‌بندی سلسله مراتبی استفاده شود. در تحلیل خوشه‌ای با روش‌های سلسله مراتبی دو مسئله عمده وجود دارد: روش مورد استفاده در خوشه‌بندی و شمار خوشه‌های مناسب به منظور دست‌یابی به دقت و کارائی بیشتر، در این تحقیق از روش کمترین واریانس "وارد[1]" استفاده می‌شود. در این روش واریانس اشیا درون یک گروه به کمترین و واریانس بین گروه‌ها به بیشترین می‌رسد. خوشه‌ها زمانی با یکدیگر ادغام می‌شوند و خوشه بزرگتری را تشکیل می‌دهند که واریانس بین خوشه‌ها به بیشترین و واریانس بین دیده‌های درون هر خوشه به کمترین برسد. فرض کنید دو خوشه CK و CL را با یکدیگر تلفیق و خوشه CM را تشکیل می دهیم. در این حالت فاصله بین این خوشه و خوشه دیگر، CJ، بدین صورت نوشته می‌شود (Jobson, 1992):

$$d_{J.M} = \frac{n_k d_{jk} + n_L d_{JM}}{n_M} \qquad (۱$$

که در آن n_L، n_K و n_M شمار دیده‌ها در خوشه‌های L، K و M هستند و d_{JK} و d_{JL} به ترتیب فاصله بین خوشه‌های J وK و خوشه‌های J و L هستند. در روش وارد در هر مرحله از تشکیل خوشه‌ها واریانس بین خوشه‌ها به بیشترین و واریانس بین دیده‌ها در هر خوشه به کمترین می‌رسد. به منظور تعیین شمار مناسب خوشه‌ها از ضریب تبیین (R^2) استفاده می‌شود. با قرار دادن ضریب تبیین در برابر شمار خوشه‌ها، محقق می‌تواند تصمیم بگیرد چه شمار از خوشه‌ها مناسب است. به عبارت دیگر ضریب تبیین واریانس موجود بین خوشه‌ها را نشان می‌دهد. به منظور تعیین صحت طبقه بندی بدست آمده از روش تحلیل خوشه‌ای، تحلیل ممیزی گروه‌های بدست آمده انجام می‌شود. در این تحلیل بر پایه دیده‌ها انجام گرفته، چند تابع خطی که بیشترین اختلاف بین خوشه‌ها را ارائه می‌دهند تشکیل می‌شوند که به آنها ضرایب کانونی گفته می‌شود. این توابع بیشترین همبستگی را با گروه‌های قابل دید دارند. بالاترین ضریب همبستگی "ضریب کانونی اول" گفه می‌شود. دومین ضریب کانونی ضمن اینکه با گروه‌ها همبستگی بالایی دارد، با نخستین ضریب همبستگی ندارد. در این حالت، نخستین ضریب کانونی بالاترین تفاوت را بین گروه‌ها برقرار می‌کند. به‌طور معمول در این حالت با قرار دادن ضرایب کانونی اول و دوم، پراکنش گروه‌ها نشان داده

۱- Ward Method

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شود. هرچه گروه‌ها از هم دورتر باشند، صحت دسته‌بندی بیشتر است.

نتایج

در این مرحله و به منظور کاهش شمار مشخصه‌های دخیل در فرآیند تعیین مناطق همگن و شناسایی عامل‌های اصلی مؤثر بر تولید رسوب از تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی استفاده و نرم افزار SPSS استفاده شد. تعیین مهم‌ترین عامل‌های از راه دو روش بدون چرخش و روش چرخشی صورت گرفت که نتایج خروجی از نرم افزار SPSS در جدول‌های ۳، ۴ دیده می‌شود. شکل‌های ۲ و ۳ نیز نمودار سنگریزه‌ای ۱ این دو روش را نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود، میزان ارزش ویژه ۲ با افزایش شمار مولفه‌ها ۳ کاهش می یابد. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت بیشتر مولفه‌های اول و کاهش ارزش مشخصه‌هایی است که در مولفه‌های بالاتر قرار دارند.

با توجه به جدول ۳ که تأثیرات عامل‌های دخیل از نظر درصد توضیح تغییرات تولید رسوب را نشان می‌دهد می‌توان گفت که سه مولفه اول (جدول ۳) به تنهایی بیش از ۹۰ درصد تغییرات تولید رسوب را نشان می‌دهند که این امر از نظر پذیرش آماری برای ادامه روند محاسبه‌ها مناسب است. شکل‌های ۲ و ۳ که نمودار وضعیت یاد شده را نشان می‌دهند نیز این مطلب را تأیید می‌کنند، به قسمی که شیب خط پس از گذشتن از محور سوم بشدت کاهش یافته که خود دلیلی روشنی بر نقش ضعیف عامل‌های دیگر است. ادامه محاسبه‌ها با انجام تجزیه و تحلیل عاملی در دو روش چرخشی و غیرچرخشی صورت گرفته است که جدول ۴ نتایج بدست آمده را نشان می‌دهد. از آنجایی که تفاوت و اختلاف بین مقادیر عامل‌های در روش چرخشی بیش‌تر است لذا روش چرخشی بر روش بدون چرخش ارجحیت داشته، ملاک تصمیم‌گیری است. با توجه به نتایج یاد شده در محور اول، دوم و سوم به ترتیب عامل‌های شاخص خشکی دومارتن با میزان ۰/۹۵۰، شاخص پوشش گیاهی با میزان ۰/۹۴۵ و درصد گستره سازندهای حساس به فرسایش ۰/۸۸۵ به عنوان عامل‌های اصلی پذیرفته می‌شوند، که جدول ۵ نتایج نهایی تجزیه و تحلیل عامل‌های اصلی را نشان می‌دهد.

پس از تعیین مهم‌ترین عامل‌ها، تحلیل خوشه‌ای انجام گرفت. تحلیل خوشه‌ای با استفاده ار روش "وارد" گروه‌های زیر را نشان می‌دهد:

گروه اول شامل حوزه‌های آجی چای، پلاسجان و کشف رود، گروه دوم شامل حوزه‌های خرسان، چالوس، تجن، دوآب، کارون، کال سار و کرج، گروه سوم شامل شفا رود و گرگانرود

گروه اول دارای اقلیم نیمه مرطوب (به جز کشف رود که در منطقه نیمه خشک قرار دارد) با سازندهای به‌نسبت حساس به فرسایش می‌باشند. وجود حوضه کشف رووددر این گروه ناشی از وجود سازندهای حساس به فرسایش به عنوان دومین عامل متمایز کننده گروه‌ها در این واحد است. میانگین رسوبدهی در این گروه ۳ میلیون تن در سال و ضریب تغییرات آن ۷۵ درصد می‌باشد. گروه دوم نیز دارای اقلیم مرطوب تا بسیار مرطوب (به جز کال سالار که در منطقه نیمه خشک قرار دارد) بوده و سازندهای به‌نسبت حساس تا حساسیت متوسط نسبت به فرسایش در این منطقه سطح

۱- Scree Plot

۲- Eigen value

۳- Component Number

Archive of SID

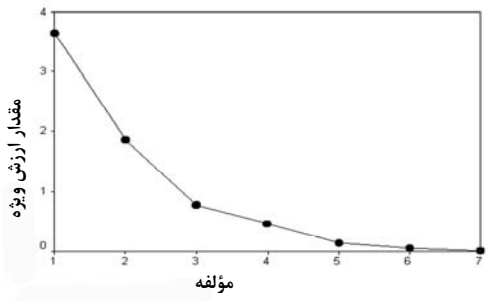
www.SID.ir

این سه گروه در کل ۹۰ درصد واریانس (R2=۹۰) بین گروه‌ها را نشان می‌دهد. به منظور آزمون درستی این دسته‌بندی از روش تحلیل تشخیصی استفاده شد. در این روش نمره‌های کانونی اول و دوم محاسبه شده برای هر خوشه (SAS, 1999) نشان داده می‌شوند. شکل ۵ نمودار نمره کانونی دسته‌بندی فوق را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود گروه‌های یاد شده به خوبی از یکدیگر جدا شده‌اند که بیانگر صحت خوشه‌بندی انجام شده است.

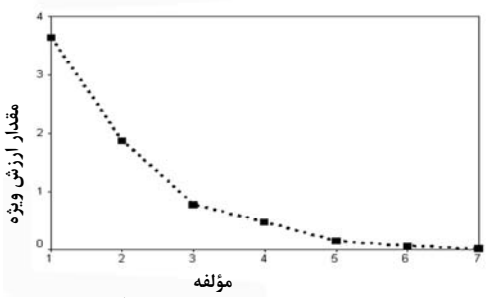
بیشتری دارد. میانگین رسوبدهی در این گروه ۱/۹ میلیون تن در سال و ضریب تغییرات آن ۴۰ در صد می‌باشد. گروه سوم گرچه دارای اقلیم مرطوب است اما به دلیل داشتن سازندهای به‌نسبت مقاوم به فرسایش در گروه مجزا قرار گرفته است. میانگین رسوبدهی ۱/۶ میلیون تن در سال و ضریب تغییرات رسوبدهی در این گروه ۱۲ درصد است که نشان‌دهنده تاثیر حساسیت سازندهای یک حوزه در میزان رسوبدهی در اقالیم مختلف است (Feiznia, 1996). شکل ۴ نمودار درختی گروه‌های مورد نظر را نشان می‌دهد.

جدول ۳- مقادیر واریانس توضیح داده شده در نتیجه وارد شدن صعودی عامل‌های مؤثر در روند تحلیل[1]

مولفه	واریانس توجیه شده (مقدار ارزش ویژه)	درصد واریانس	واریانس تجمعی
۱	۳/۶۵	۵۲/۱۲	۵۲/۱۲
۲	۱/۸۷	۲۶/۷۲	۷۸/۸۴
۳	۰/۷۸	۱۱/۱۹	۹۰/۰۴
۴	۰/۴۸	۶/۸۲	۹۶/۸۶
۵	۰/۱۴	۲/۰۷	۹۸/۹۳
۶	۰/۰۰۶	۰/۹۲	۹۹/۸۶
۷	۰/۰۰۹	۰/۱۳	۱۰۰



شکل ۲- نمودار سنگریزه‌ای در روش بدون چرخش



شکل ۳- نمودار سنگریزه‌ای در روش چرخشی

۱- توضیحات اعداد درون جدول: - اعداد ستون واریانس توجیه شده همان ریشه پنهان ماتریس همبستگی یا میزان ارزش ویژه ناشی از انجام آزمون PCA است که معیاری برای سنجش و گزینش سطح توضیح واریانس (ستون درصد واریانس) مربوط به هر مؤلفه است.

- در ستون درصد واریانس میزان توضیح واریانس مربوط به هر مؤلفه آورده شده است.

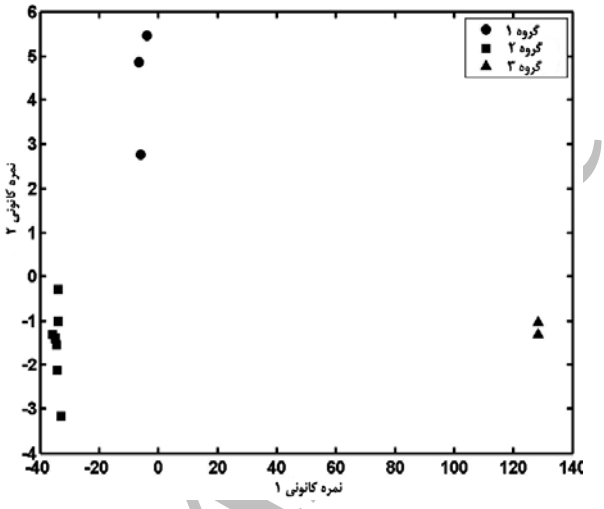
- ستون واریانس تجمعی میزان تجمعی توضیح واریانس‌های مربوط به مؤلفه‌ها را نشان می‌دهد.

Archive of SID

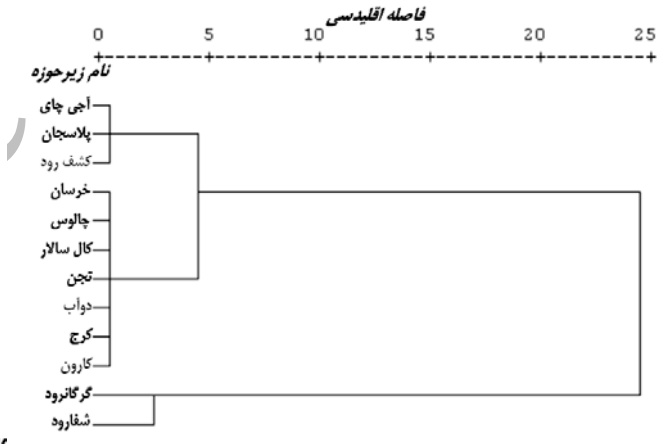
www.SID.ir

جدول ۴- ماتریس اجزاء در روش بدون چرخش[۱]

عامل	مولفه‌ها					
	بدون چرخش			واریماکس		
	۱	۲	۳	۱	۲	۳
مساحت حوزه	-۰/۶۶	۰/۶۴	-۰/۲۶	-۰/۳۴	۰/۸۷	۰/۲
بارندگی	۰/۸۳	۰/۳۸	۰/۲۰	۰/۹	-۰/۱	۰/۱۹
شاخص خشکی دومارتن	۰/۸۸	۰/۳۵	۰/۲۱	۰/۹۵	-۰/۱۴	۰/۱۸
ضریب حساسیت به فرسایش	۰/۹۰	۰/۰۰۸	۰/۲۶	۰/۸۶	-۰/۱۱	-۰/۳۵
درصد مساحت سازندهای حساس به فرسایش	-۰/۳	۰/۶۵	۰/۶۰	-۰/۰۰۲	۰/۳	۰/۸۸
درصد مساحت سازندهای حساس و نسبتاً حساس به فرسایش	-۰/۸۵	-۰/۲	۰/۲۷	-۰/۸۷	۰/۰۰۳	۰/۳
شاخص پوشش گیاهی	-۰/۳۱	۰/۸۳	-۰/۳۴	۰/۰۰۶	۰/۹۴	۰/۱۶



شکل ۵- نمودار مقادیر نمره کانونی ۱ در برابر نمره کانونی ۲ برای گروه‌های حوزه‌های آبخیز



شکل ۴- نمودار درختی گروه‌های حوزه‌های آبخیز بر پایه عامل‌های موثر بر تولید رسوب

۱- توضیح: اعداد درون جدول نمایانگر میزان هر یک از عامل‌ها به تفکیک روش چرخشی واریماکس و روش بدون چرخش در هر یک از مؤلفه های سه گانـه ۱، ۲ و ۳ است.

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

در این بررسی ۶ مشخصه مؤثر در میزان رسوبات معلق روزانه در نظر گرفته شده است، در این ارتباط Arabkhedri, and Zargar (1996) ۱۱ ویژگی، Hakimkhani (1999) ۱۹ ویژگی، Rostami et al. (2003) ۲۰ ویژگی، Najafi (2004) ۴۹ ویژگی و Vafakhah (2003) ۱۴ ویژگی را به عنوان متغیرهای مستقل مدنظر قرار داده‌اند. گروه‌بندی حوزه‌های آبخیز نشان می‌دهد قرار گرفتن دو یا چند حوزه در کنار یکدیگر به لحاظ جغرافیایی نمی‌تواند ملاکی برای یکسان بودن عامل‌های موثر بر تولید رسوب باشد. این تحقیق همچنین نشان داد سازندهای زمین‌شناسی نقش مهمی در تولید رسوب و پراکندگی جغرافیایی میزان تولید رسوب ایفا می‌کند به‌طوری‌که با کمی اغماض می‌توان دو گروه را در دو ناحیه زمین‌شناسی البرز و زاگرس جدا کرد. تفاوت این دو گروه به همراه شاخص های اقلیمی تفاوت مکانی گروه‌های حوزه‌های آبخیز را نشان می‌دهد. با این حال پوشش گیاهی که ناحیه عبور تاثیرات اقلیمی بر سازند های زمین‌شناسی است، عامل ایجاد گروه‌بندی و قرار گرفتن حوزه‌های مختلف در گروه‌های مختلف است. به‌طوری‌که میانگین شاخص پوشش گیاهی در گروه‌های سه گانه به ترتیب برابر ۴/۰۷، ۵/۴۸ و ۷/۷ است. این در حالی است که برای ضریب دومارتن این میزان به ترتیب برابر ۲۲، ۳۷ و ۴۰ و برای در صد سازند های حساس به فرسایش ۱/۲، ۱/۵ و۰/۷ است. با کمی دقت می‌توان متوجه شد اختلاف بین گروه‌ها از شاخص دومارتن تا سازند های حساس به فرسایش کمتر می‌شود. از سوی دیگر، از بین سه عامل مهم مؤثر بر فرآیند رسوبزایی حوزه‌های آبخیز عامل مربوط به اقلیم یعنی شاخص خشکی دومارتن و عامل مربوط به زمین‌شناسی یعنی درصد گستره سازندهای حساس به فرسایش در حیطه اختیار و تغییر اراده انسانی نیستند و تنها راه تعامل با این عامل‌ها از راه سازگاری و تأثیرات غیر مستقیم ممکن است. در این میان تنها عامل سوم یعنی پوشش گیاهی است که تا حد بسیار زیادی در دایره مدیریت انسان قرار دارد. از آن جا که پوشش گیاهی خود تحت تاثیر اقلیم است، توجه به گسترش پوشش گیاهی متناسب و سازگار با اقلیم در هر کدام از گروه‌های سه‌گانه، مهم‌ترین و ساده‌ترین روش دست‌یابی به حوزه‌های پایدار و کاهش فرسایش و رسوب است.

منابع

- Agharazi, H. and Ghoddusi, J., 2002, Investigation of relationship between land use and slope with soil erosion and sediment yield, Abstract proceedings of national symposium on land management, soil erosion and sustainable development, Arak, Iran.
- Amini, A., 1998. Investigation of effectiveness of different management in loess areas of Ghara-Tikan drainage basin, Journal of agriculture and natural resources sciences, Vol. 4, No. 2.
- Arabkhedri, M., 2004. Status of sediment yield production of Iran catchments, Scientific and research journal of watershed analysis, No. 11.
- Arabkhedri, M. and Zargar A., 1996. Estimation of sediment yield in northern Alborz using regression models, Pajuhesh and Sazandegi bulletin, Vol. 21, pp 22-28.
- Arnold, J. G., Bircket, M. D., Williams, J. R., Smith, W. F. and McGill, H. N., 1987. Modeling the effects of urbanization on basin water yield and reservoir sedimentation, Water Resources Bolletin, December, Vol. 23, No. 6. 768-780.
- Asadi, S. M. and Emami, S. N., 2001, Investigation of geology formations, slope and geomorphology faces in sediment yield, proceedings of second symposium on erosion and sediment yield, , Lorestan university, Iran.

Archive of SID

www.SID.ir

- Dadrasi, A., 2001. Investigation of the role of vegetation, slope and area of catchment in sediment yield (case study : File-Khase basin, Zanjan), proceedings of second symposium on erosion and sediment yield, Lorestan university, Iran.
- Day, T. J., 1988. Evaluation of long term suspended sediment records for selected Canadian rivers. Symposium on sediment budgets, Porto Algere, Brazil, IAHS, 189-195.
- De, U. S. and Mazumdar, A. B., 1999. Principal Components Analysis of Rainfall and Associated Synoptic Models of the Southwest Monsoon over India. Theor. Appl. Climatol. 64, 213-228
- Esmaeilim, N. and Mahdavi, M., 2001. Investigation of effective discharge for transportion of suspended sediment in drainage of Zayanderud catchment, proceedings of second symposium on erosion and sediment yield, Lorestan university, Iran.
- Feiznia, S., 1996. Resistance of rocks to erosion in different climates of Iran, Iranian journal of natural resources, Vol. 47.
- Feiznia, S., Majdabadi, F., Mohseni-Saravi, M. and Arabkhedri, M., 2003. Appropriate length of statistical record for estimation of annual sediment yield and its relation to area, yearly sediment variation, climate, geology and vegetation of drainage basin, Journal of agriculture and natural resources sciences, Vol. 9, No. 3, pp 3-16.
- Ghadimi-e-Arusmahale, F. and Sobhani, A., 2000. Determination of statistical distribution of suspended sediment in Daryache-Namak drainage basin, Pajuhesh and Sazandegi bulletin, Vol. 44, pp 11-17.
- Ghanavati, A., 2000. Hydromorphological modeling of flood and sediment (case study: Zohreh and Karkheh rivers), Msc thesis in natural geography, Tarbiat Modarres university, Human sciences faculty, 173p.
- Hakimkhani, Sh., 1999. Proposing multivariate regression model based on effective factors in suspended sediment yield of Orumieh Lake subcatchment, Msc thesis in watershed management, Natural resources faculty of Tehran university, 212p.
- Hallsworth, E. G., 1987. Anatomy, physiology and psychology of erosion, John wiley and sons pub., 176p.
- Jobson, J. D., 1992. Applied Multivariate Data Analysis, Vol. II: Catagorical and Multivariate Methods. Springer-Verlag, 731 pp.
- Karimkhani, F., 1998. Investigation of erosion behavior of quaternary alluvial terraces in Taleghan drainage basin, Msc thesis in watershed management, Tarbiat Modarres university, Natural resources and marine sciences faculty, 189p.
- Mahmoudzadeh, A., 1996. The use of farm dams to determine the effect of land use and lithology on catchment sediment yields, Ph.D presentation Univ. of New South Wales, School of Geography, Australia, 254 p.
- Majdabadi, F., 2002. Investigation of appropriate length of statistical record for estimation of annual sediment yield and its relation to climate, geology, and vegetation of drainage basin, Msc thesis in watershed management, Tehran university, Natural resources faculty, 130p.

Archive of SID

www.SID.ir

- Mehrseresht, B., 1997. Regional analysis of suspended sediment in headwaters of Karkheh river, Msc thesis in soil science, Islalmic Azad university-science and research Branch, 93p.
- Najafi, A., 2004. Prioritization of subwatersheds of Isfahan and Sirjan drainage basin in sediment yield using regional analysis, Msc thesis in watershed management, Tarbiat Modarres university, Natural resources and marine sciences faculty, 75p.
- Narayana, V. V. D., 2002. Soil and water conservation research in India, Indian council of agricultural research pub., 454p.
- Nasri, M., 1999. Investigation of effective factors in flood occurrence in some drainage of Golestan province, Msc thesis in watershed management, Agriculture and natural resources sciences university of Gorgan.
- Rashidi, D., 1997. Erosion assessment using remote sensing and geographical information system applied to Shahrchi catchment; West Azarbaijan province; North West of Iran, M.Sc. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciencies, Enschede, Netherlands, 60 p.
- Rostami, M., Ardeshir, A., Abrishamchi, A., Moradi, M. H. and Arabkhedri, M., 2003. Prediction of suspended sediment yield of basins with no hydrological data using comparison of statistical clustering and fuzzy methods, proceedings of six international symposium on river engineering, vol. 1, Shahid Chamran university, Ahwaz, Iran.
- SAS/ STAT, User's Guide, Version 8, 1999. SAS Inc, Cary, N.C, USA.
- Suresh, R., 2000. Soil and water conservation engineering, A. K. Jain Pub., 951p.
- Vafakhah, M., 2003. Proposing mathematical model for sediment prediction in Northern part of Iran(Mazandaran and Gorgan provinces), proceedings of six international symposium on river engineering, vol. 1, Shahid Chamran university, Ahwaz, Iran.
- Varvani, J., 2002. Regional analysis of suspended sediment yield in Gorganrud drainage basin and investigation of sediment yield of headwaters of Voshmgir dam, Msc thesis in watershed management, Tehran university, Natural resources faculty, 203p.
- Wheater, C. P. and Cook, P. A., 2000. Using statistics to understand the environment, Routledge pub., 245p.

Archive of SID

www.SID.ir

Determination of Homogenous Regions Based on Some Effective Factors on Sediment Yield

R. Modarres[1], S. Feiznia[2], M. Nasri[*3] and A. Najafi[4]

[1] MSc. Graduate, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, I.R. Iran

[2] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

[3] Faculty member, Islamic Azad University of Ardestan Branch, Ardestan, I.R. Iran

[4] MSc. Graduate, Head Office of Natural Resources and Watershed Management of Isfahan province, Isfahan, I.R. Iran

(Received: 30 August 2005, Accepted: 01 August 2009)

Abstract

Increasing rate of land degradation and anthropogenic destructive influences have resulted in higher erosion and sediment yield. The determination of effective factors on erosion and sediment yield processes and determination of homogeneous regions considering these factors are then necessary for erosion and sediment yield management. In this study, by investigating sediment yield of 12 watersheds in the country, the most important factors on sediment yield were identified using Principle Component Analysis (PCA). Based on these factors, homogeneous regions were determined using Cluster Analysis. The results showed that three factors including De Martton Aridity Index, area percentage of erodible formations and vegetation cover have the highest influence on sediment yield. By using these factors three main homogeneous regions were introduced accordingly. These groups show the effective factors on sediment yield and their interactions very well.

Keywords: Principle Component Analysis, Sediment yield, Geology, Vegetation cover, Rainfall, Cluster Analysis

Archive of SID

*Corresponding author: Tel: +98 913 3159388 , Fax: +98 261 2249313 , E-mail: Ps_sepahan@yahoo.com

www.SID.ir