Archive of SID

فصلنامه زمین‌شناسی ایران، سال چهارم، شماره چهاردهم، تابستان ۱۳۸۹، صفحات ۶۳-۷۱

اجرا و کالیبراسیون مدل تجربی MPSIAC توسط شرایط فیزیکی حاکم بر حوضه، مطالعه موردی: حوضه آبریز رودخانه بختیاری، استان لرستان

بهروز رفیعی[۱،*]، نعمت الله کمانی[۲]، سعید خدابخش[۳] و عیسی بزرگزاده[٤]

۱. دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بوعلی سینا همدان

۲. کارشناس ارشد رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

۳. دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بوعلی سینا همدان

٤. کارشناس ارشد عمران، شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران، تهران

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۱۲

تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/٤

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی و اعتبارسنجی عوامل ایجاد کننده خطا در اجرای مدل MPSIAC در حوضه آبریز بختیاری (شمال شرق اندیمشک) و تعدیل مدل در بخش‌هایی از حوضه صورت گرفته است. بر این اساس میزان فرسایش و رسوب این حوضه با استفاده از مدل تجربی MPSIAC در محیط GIS برآورد شده و نتایج به دست آمده با مقادیر حاصل از ایستگاه‌های رسوب‌سنجی (تنگ پنج، زردفهره، قلیان و کاظم‌آباد) مورد مقایسه قرار گرفته است. نتایج حاصل از مدل MPSIAC، با مقدار رسوب اندازه‌گیری شده در ایستگاه تنگ‌پنج تفاوت قابل توجهی ندارد. در ایستگاه کاظم‌آباد اختلاف زیادی بین نتایج محاسبه شده و مشاهده شده وجود دارد. منابع احتمالی خطا شناسایی و عوامل درونی (در هر عامل) ایجاد کننده خطا بررسی شده‌اند. نهایتاً با اعمال تصحیحاتی در منابع خطا (پوشش گیاهی)، نتایج مدل MPSIAC تا حد زیادی تعدیل شده و مورد کالیبراسیون قرار گرفته است. به منظور تعمیم نتایج این پژوهش، کالیبراسیون در دو حوضه مشابه قلیان و زردفهره بررسی شده است.

واژه‌های کلیدی: حوضه آبریز بختیاری، فرسایش، کالیبراسیون، MPSIAC ، GIS

مقدمه

در برآورد میزان فرسایش و رسوب‌دهی، روش‌های تجربی متعددی وجود دارد. این روش‌ها هر کدام بر اساس موقعیت، شرایط آب و هوایی و اقلیم منطقه، کاربرد دارند. در ایران طی چند دهه گذشته برای برآورد مقدار فرسایش، از روش‌های گوناگونی استفاده شده است. بنابر تجربه و مطالعات پیشین، مشخص شد که روش MPSIAC با توجه به آب و هوا و اقلیم ایران (نیمه خشک) کارایی بسیار دارد (Development and Resources Corp., 1973; بیات، ۱۳۷۸؛ حکیم خانی، ۱۳۸۱؛ Tangestani, 2006).

اجرای مدل‌های تجربی با توجه به منطبق نبودن شرایط حوضه در دست مطالعه با شرایط اولیه اجرای مدل، همچنین استفاده از داده‌های متفاوت (نوع و دقت داده‌ها)، همواره موجب ایجاد خطا نسبت به داده‌های مشاهده‌ای شده است. بنابراین در استفاده از مدل‌های تجربی در حوضه‌های آبریز، لازم است مبنایی برای سنجش صحت مدل و کالیبراسیون آن وجود داشته باشد (شرکت آب‌نیرو، ۱۳۸٤). بدین منظور معمولاً در زیرحوضه‌هایی که اختلاف زیادی با داده‌های مشاهده‌ای ندارند، کالیبراسیون مستقیماً با اعمال ضریبی در خروجی مدل صورت می‌گیرد. اما در زیرحوضه‌هایی که اختلاف قابل توجهی وجود دارد، قبل از کالیبراسیون روند اجرای مدل و نحوه امتیازدهی به عوامل

* نویسنده مرتبط behrouzrafiei@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مختلف اعتبارسنجی شده و منابع احتمالی خطا شناسایی و تعدیل می‌گردد. در مرحله بعد کالیبراسیون با ضریبی منطقی‌تر اعمال می‌شود. هدف این مقاله اجرا و کالیبراسیون مدل MPSIAC با توجه به عوامل مؤثر در مدل در حوضه آبریز رودخانه بختیاری (استان لرستان) می‌باشد.

موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز رودخانه بختیاری

حوضه آبریز رودخانه بختیاری از لحاظ موقعیت جغرافیایی در محدوده "۴۸°۴۲'۴۴ - "۵۰°۱۸'۳۴ طول شرقی و "۳۲°۳۴'۱۶ - "۳۳°۱۸'۵۰ عرض شمالی واقع شده است. مساحت کل حوضه آبریز مورد مطالعه در حدود ۶۲۸۵ کیلومتر مربع و طول محیط آن ۸۷۵ کیلومتر می‌باشد (شکل ۱). بیشترین مساحت حوضه مورد مطالعه از نظر تقسیمات کشوری در استان لرستان واقع شده است. این حوضه شکلی کشیده دارد و با توجه به گسترش ارتفاعات در منطقه، بیشترین طول حوضه به سمت جنوب شرق می‌باشد. وضعیت توپوگرافی در حوضه آبریز رودخانه بختیاری بسیار متغیر است به طوری که در نقطه خروجی حوضه، رقوم ارتفاعی حدود ۵۲۰ متر از سطح دریا و در بخش کوهستانی محدوده شرقی حوضه، این ارقام به بیش از ۴۰۰۰ متر از سطح دریا می‌رسد. به منظور برآورد دقیق‌تر میزان فرسایش و رسوب‌گذاری، حوضه آبریز رودخانه بختیاری به زیر حوضه‌هایی تقسیم شده است. معیار این تقسیم‌بندی شبکه هیدرولوژیکی آب‌های سطحی و ایستگاه‌های رسوب‌سنجی موجود در منطقه می‌باشد (شرکت آب‌نیرو، ۱۳۸۴). بر اساس این تقسیم‌بندی، حوضه آبریز رودخانه بختیاری به ۱۴ زیرحوضه (A تا N) تقسیم شده است (شکل ۱). در منطقه مورد مطالعه از نتایج رسوب سالانه چهار ایستگاه رسوب‌سنجی تنگ‌پنج بختیاری، قلیان، زردفهره و کاظم‌آباد که به ترتیب بر روی رودخانه‌های بختیاری، قلیان، وهرگان و کاکلستان قرار دارند، استفاده شده است (تحقیقات منابع آب، ۱۳۸۰). جدول ۱ مشخصات ایستگاه‌های رسوب‌سنجی موجود در محدوده حوضه آبریز رودخانه بختیاری را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های رسوب‌سنجی حوضه آبریز رودخانه بختیاری (تحقیقات منابع آب، ۱۳۸۰)

ایستگاه	رودخانه	ارتفاع (متر)	مساحت حوضه بالادست (کیلومتر مربع)	دوره آماری (سال)
کاظم‌آباد	کاکلستان	۱۹۲۰	۴۳۸	۷۹-۶۱
زردفهره	وهرگان	۱۳۶۱	۷۷۸	۷۹-۶۱
قلیان	قلیان	۱۸۷۳	۴۱۴	۷۹-۶۱
تنگ‌پنج	بختیاری	۶۰۰	۶۲۳۲	۷۹-۳۴

روش مطالعه

مراحل انجام این پژوهش در ۳ بخش ایجاد لایه‌های اطلاعاتی، اجرای مدل و غربال‌گری منابع احتمالی خطا توضیح داده می‌شوند:

مدل MPSIAC

در این پژوهش بر اساس امتیاز داده شده به ۹ عامل ارائه شده در مدل MPSIAC (شامل عامل‌های زمین‌شناسی (X1)، خاک‌شناسی (X2)، آب و هوا (X3)، رواناب (X4)، پستی و بلندی (X5)، پوشش زمین (X6)، کاربری اراضی (X7)، وضعیت فرسایش فعلی (X8) و فرسایش کانالی (X9)) در منطقه درجه رسوب‌دهی (R) محاسبه شده است. در مرحله بعد با استفاده از درجه رسوب‌دهی میزان تولید رسوب سالانه (Qs) بر حسب متر مکعب بر کیلومتر، طبق رابطه ۱ (رفاهی، ۱۳۷۹) محاسبه می‌شود:

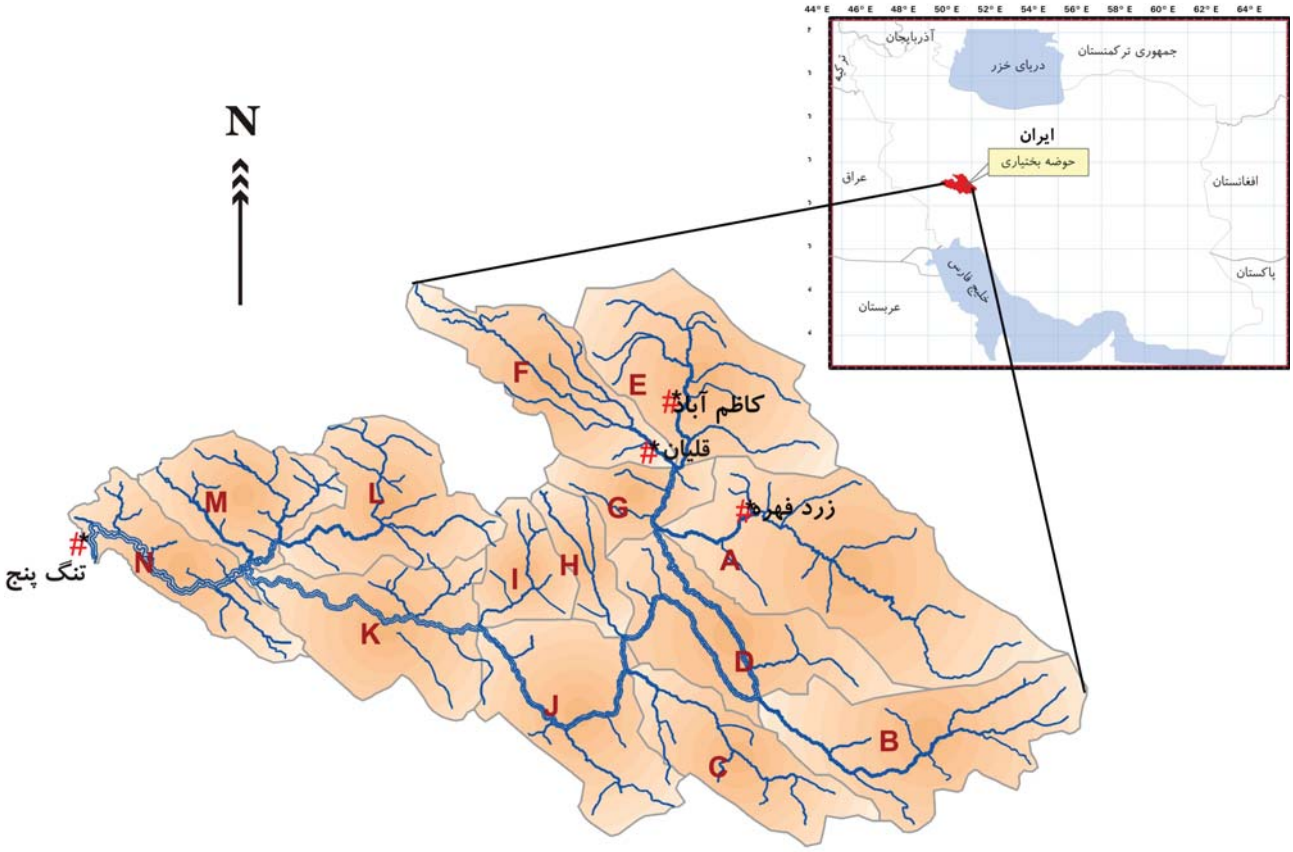
$$Qs = 38.77\ e^{0.0353R} \quad (1)$$

اجرای مدل

اطلاعات مورد نیاز جهت اجرای مدل، از نقشه‌های زمین‌شناسی چهارگوش الیگودرز (سازمان زمین‌شناسی، ۱۳۷۵)، چهارگوش هفت‌تنان و کوه‌کینو در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ (شرکت ملی نفت ایران، ۱۳۷۳)، نقشه‌های توپوگرافی در دو مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ و ۱/۲۵۰۰۰، نقشه خاک (شرکت دزآب، ۱۳۸۴)، تصاویر ماهواره‌ای LANDSAT و IRS، اطلاعات حاصل از ایستگاه‌های هواشناسی و رسوب‌سنجی و بررسی‌های صحرایی به‌دست آمده است. با توجه به این که در مدل ۹ لایه اطلاعاتی وجود دارد و از برهم نهی این لایه‌ها باید نقشه فرسایش و میزان رسوب‌دهی تهیه شود، لازم است که لایه‌ها در محیط GIS بر هم منطبق شوند (Burrought, 1989). بنابراین ابتدا نقشه‌های موجود در سیستم (UTM) ژئورفرنس شده، رقومی گردیده و نقشه پلی‌گون آن‌ها تهیه شده است. در این حالت به هر پلی‌گون عددی نسبت داده شده است. در نهایت به منظور استخراج میزان فرسایش و تولید رسوب سالانه، نقشه‌ها از فرمت پلی‌گون به

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز رودخانه بختیاری، ایستگاه‌های رسوب‌سنجی و ١٤ زیرحوضه با نام‌های A تا N (علامت # نشان‌دهنده ایستگاه رسوب‌سنجی است).

فرمت رستر تبدیل شده‌اند (کمانی، ۱۳۸۸). البته عوامل پوشش گیاهی و کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای IRS با استفاده از شاخص تاج پوشش در نرم‌افزار ILWIS استخراج شده‌اند (Westen and Farifteh, 1997; Mather, 1999 and 2001). در نهایت بانک اطلاعاتی در نرم‌افزار ARC VEIW تشکیل شده و مدل با توجه به پیکسل‌های ٢٤ * ٢٤ متری، بر اساس شبکه‌های مساوی در حالت رستر اجرا شده است (ESRI, 2000).

غربال‌گری منابع احتمالی خطا

برای یافتن منابع احتمالی خطا در حوضه مورد مطالعه، طبق نمودار ارائه شده (شکل ۲)، ابتدا از عوامل نه‌گانه برای تمام زیرحوضه‌ها میانگین‌گیری می‌شود. سپس در هر زیرحوضه و با توجه به میزان رسوب ویژه اندازه‌گیری شده در ایستگاه رسوب‌سنجی، امتیاز تخصیص داده شده به هر عامل اعتبارسنجی می‌گردد. این امتیازات با امتیازات اختصاص داده شده به عوامل مورد نظر در زیرحوضه‌های دیگر نیز مورد قیاس قرار می‌گیرند. در این جستجو، عامل یا عواملی که امتیازشان بیشتر از حد معمول بوده شناسایی و مورد بررسی قرار گرفته و علت ایجاد خطا در زیرحوضه مورد مطالعه و عدم خطا در دیگر زیرحوضه‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. در این راستا منابع درونی به‌وجود آورنده خطا شناسایی و راه‌های رفع و تصحیح آن‌ها بررسی می‌شود. نهایتاً بر روی عوامل ایجاد کننده خطا تصحیحات اعمال شده و مجدداً توسط عوامل تصحیح شده، مدل MPSIAC اجرا می‌شود. به منظور نتیجه‌گیری و تعمیم آن، در زیرحوضه‌هایی با شرایط مشابه، تصحیحات مربوطه اعمال و در پایان نتیجه‌گیری می‌گردد.

نتایج

برآورد رسوب ویژه

میانگین عوامل نه‌گانه ورودی مدل MPSIAC، برای حوضه ایستگاه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه، در جدول ۲ و میانگین درجه رسوب‌دهی و رسوب‌دهی سالانه این حوضه‌ها در جدول ۳ نمایش داده شده است. همان‌گونه که مشخص است، ایستگاه کاظم‌آباد کم‌ترین (١٧٦ تن در سال در کیلومتر مربع) و ایستگاه تنگ‌پنج بیشترین (٩٠٤ تن در سال در کیلومتر مربع) رسوب ویژه را تولید می‌کنند. در واقع تنگ‌پنج ایستگاهی است که رسوب ویژه کل حوضه را اندازه‌گیری می‌کند. نقشه رسوب‌دهی سالانه در حوضه آبریز رودخانه بختیاری، بر اساس رابطه ۱ در شکل ۳ نمایش داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین امتیازات عوامل نه‌گانه موجود در مدل MPSIAC و مقدار رسوب ویژه در ایستگاه‌های کاظم‌آباد، قلیان، زردفهره و تنگ‌پنج (رسوب ویژه برحسب تن بر سال در کیلومتر مربع) (کمانی، ۱۳۸۸).

	عامل	X_1 زمین شناسی	X_2 خاک	X_3 آب و هوا	X_4 رواناب	X_5 شیب	X_6 پوشش زمین	X_7 کاربری اراضی	X_8 وضعیت فعلی فرسایش	X_9 فرسایش کانالی	رسوب ویژه
	امتیاز	۱۰-۰	۱۰-۰	۱۰-۰	۱۰-۰	۲۰-۰	۲۰-۰	۲۰-۰	۲۵-۰	۲۵-۰	
ایستگاه	کاظم‌آباد	۱/۶۱	۲/۰	۱/۱۰	۲/۳۳	۲/۸۳	۱۱/۵۶	۱۲/۵۶	۵/۸۰	۳/٤	۱۷٦
	قلیان	۲/۸٦	۲/۰	۱/۱٤	۵/٦٦	۵/٦٦	۱۲/۷۵	۱۳/۷۵	۸/۱۵	۸/۳	٤۳٤
	زردفهره	۳/۳۰	۲/۵	۱/۰۲	۳/۳۲	۵/۳٦	۱۳/۰۹	۱٤/۰۹	۱۰/۲٦	۸/۱	٤۵۱
	تنگ‌پنج	٤/۳٦	٤/٦	۱/۲۰	۵/۱۳	۷/٤۵	۱۳/۱۱	۱٤/۱۱	۱۱/۱۹	۱٤/۰	۹۰٤

جدول ۳- میانگین درجه رسوب‌دهی و میانگین رسوب‌دهی سالانه ایستگاه‌های مختلف حوضه آبخیز بختیاری

ایستگاه	میانگین درجه رسوب‌دهی (R)	میانگین رسوب‌دهی سالانه (Q_s)
کاظم‌آباد	۳٤/٦	۱۵٤/۲
قلیان	٦۱/۰	۳۷۳/۲
زردفهره	٦۱/۳	۳٦۷/۳
تنگ‌پنج	۷۳/۹	٦۳۸/٦

جدول ٤- مقایسه نتایج حاصل از روش MPSIAC با مقادیر ایستگاه‌های رسوب‌سنجی کاظم آباد و تنگ پنج (کمانی، ۱۳۸۸)

ایستگاه	مساحت حوضه بالادست (کیلومتر مربع)	برآورد رسوب (MPSIAC) (متر مکعب)	برآورد رسوب (MPSIAC) (تن)	بار کل سالانه (ایستگاه) (تن)	خطای مدل (درصد)	ضریب تصحیح
کاظم‌آباد	٤۳۸	۸۳۳۰٤	۱۱۳۲۹۰	۷۷۲۰۰	٤۷	۰/٦۸
تنگ‌پنج	٦۲۳۲	٤۰۳۱۱۸۹	۵٤۸۲٤۱۷	۵٦۸٤۲۱٤	۳/۵	۱/۰۳۰

کالیبراسیون مدل MPSIAC در ایستگاه کاظم‌آباد

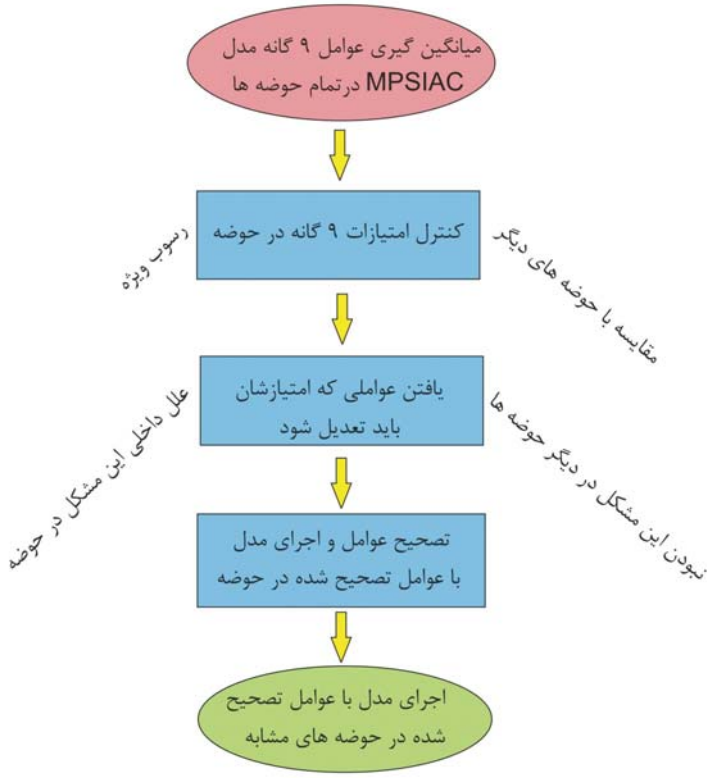
مقایسه و ارزیابی نتایج مدل تجربی با نتایج ایستگاه رسوب‌سنجی، یکی از بهترین روش‌ها جهت تصحیح، ارزیابی و کالیبراسیون مدل می‌باشد. در این بررسی، نتایج ایستگاهی بر اساس میانگین آمار سالانه رسوب (جدول ۳) تهیه شـده است که بر اساس مطالعات آماری از دقت کافی برخوردار می‌باشد. میزان رسوب اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های تنگ‌پنج و کاظم‌آباد و نتایج حاصل از روش MPSIAC، در جدول ٤ نمایش داده شده است (کمانی، ۱۳۸۸). کالیبره کردن نتایج حاصل از روش MPSIAC، با تقسیم این مقادیر بر نتایج ایستگاه مربوطه حاصل شده است. عدد حاصل به عنوان ضریب تصحیح در نقشه رستری رسوب سالانه اعمال گردیده است. اما انجام این کار برای حوضه ایستگاه کاظم‌آباد مناسب نیست، زیرا نتیجه مدل در این حوضه MPSIAC بسیار بیشتر از نتایج ایستگاه رسوب‌سنجی کاظم‌آباد بوده و حدود ٤۷ درصد خطا نشان می‌دهد (جدول ٤).

بحث

جهت یافتن منابع احتمالی خطا در حوضه ایستگاه کاظم‌آباد،

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- نمودار گردش یافتن منابع احتمالی خطا در حوضه و بررسی صحت آن در سایر حوضه‌ها

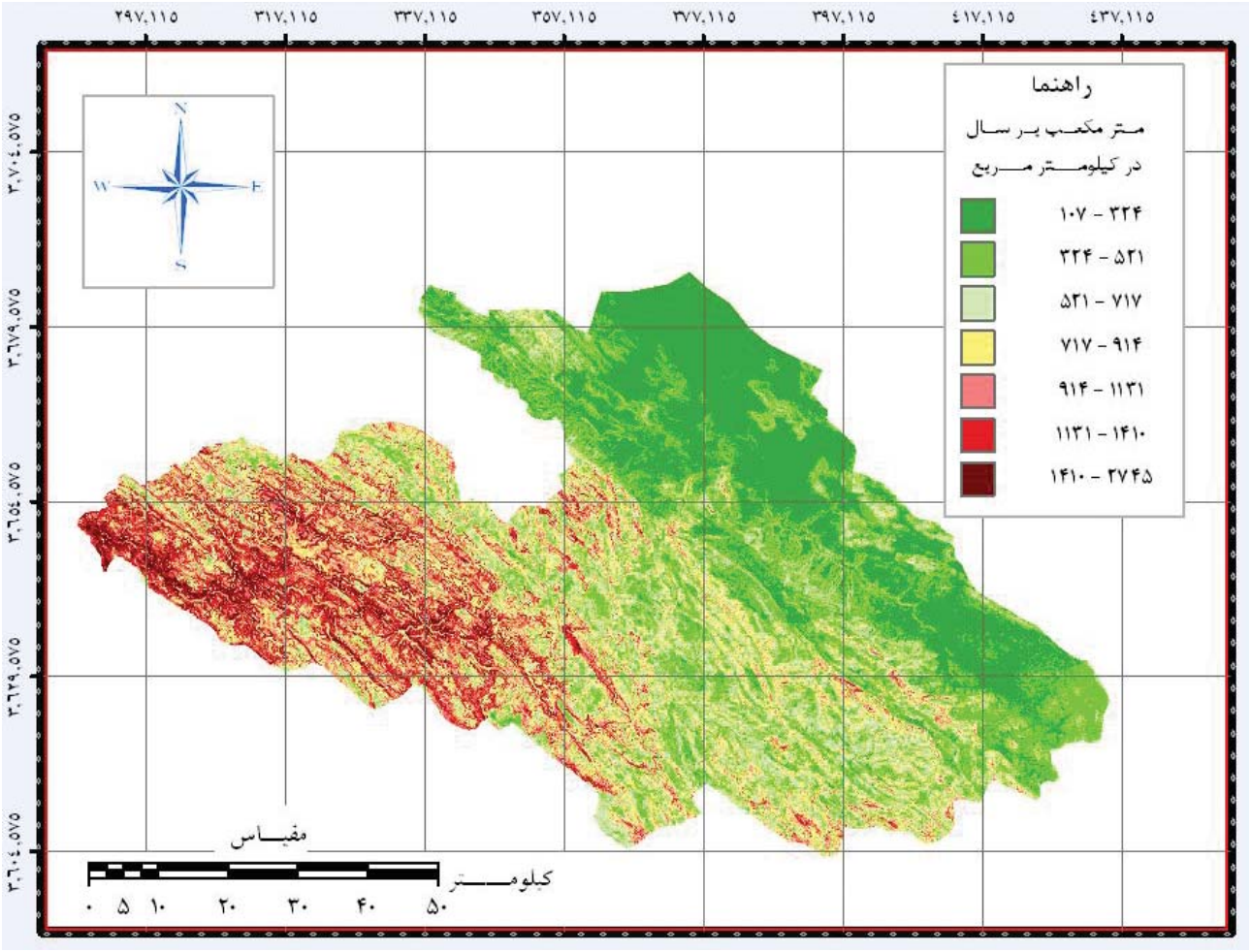
ابتدا مشخصات عوامل نه‌گانه برای چهار حوضه میانگین‌گیری شده (جدول ۲) و سپس میزان امتیاز تخصیص داده شده به هر عامل به صورت زیر اعتبارسنجی شده است. حوضه کاظم‌آباد دارای رسوب ویژه سالانه ۱۷٦ تن بر کیلومتر مربع بوده و نسبت به سایر ایستگاه‌ها رسوب ویژه کمتری دارد (جدول ۲). بنابراین انتظار می‌رود امتیازات تخصیص داده شده به عوامل نه‌گانه در این حوضه نسبت به سایر حوضه‌ها پایین‌تر باشد. همچنین با عنایت به مقدار رسوب ویژه، این حوضه جزو مناطقی با رسوب خیزی پایین طبقه‌بندی شده است (شکل ۳).

امتیازات اختصاص یافته به عوامل زمین‌شناسی سطحی و خاک در این حوضه، بر اساس جدول و روابط ارائه شده در روش MPSIAC (Johnson and Gembhart, 1982) و همچنین امتیازات داده شده با مطالعات انجام شده در حوضه‌های دز، کرخه، سزار و کاشمر کنترل شده است. حدود ٦۵ درصد از مساحت این حوضه از آبرفت‌های عهد حاضر، با درصد سیلت پایین و نفوذپذیری بالا می‌باشد. این واحد زمین‌شناسی از لحاظ امتیازدهی عوامل در مدل MPSIAC، امتیاز ۱ را به خود اختصاص داده است. سازندهای دیگر زمین‌شناسی که به همراه آبرفت‌های عهد حاضر حدود ۹۵ درصد مساحت حوضه را اشغال کرده اند، آهک دولومیتی ژوراسیک-کرتاسه می‌باشند. آهک‌ها در این حوضه ارتفاعات را تشکیل داده و امتیاز ۳ را به خود اختصاص داده‌اند. بنابراین با توجه به کنترل این امتیازات با مطالعات ذکر شده، امتیازات اختصاص یافته به عوامل زمین‌شناسی سطحی و خاک معقول به نظر می‌رسد.

میانگین بارش سالانه حاصل از منحنی‌های هم‌باران (شرکت آب‌نیرو، ۱۳۸٤) ٦۲۵ میلی‌متر می‌باشد که نسبت به سایر زیرحوضه‌ها کمتراست. حوضه نسبتاً مسطح بوده، میانگین شیب ۱۰ درصد و پوشش گیاهی بیش از ۷۰ درصد (برگرفته از تصویر ماهواره‌ای PAN و عکس‌های هوایی) می‌باشد. سازندهای آبرفتی و نفوذپذیر در منطقه عمومیت دارند. بنابراین با توجه به عوامل مذکور، امتیازات اختصاص یافته به عوامل آب و هوا و رواناب معقول می‌باشد. وجود پوشش گیاهی به صورت متراکم با درصد تاج پوشش بالا (به‌صورت زمین‌های کشاورزی) و وجود سازندهای آبرفتی و نفوذپذیر، میزان رواناب حاصل از بارش‌های سالانه را به حداقل خواهد رساند (Morgan, 1995). در این مطالعه، عامل شیب از نقشه‌های توپوگرافی و استخراج مدل ارتفاع رقومی از آن‌ها، در محیط GIS تهیه شده است و از دقت مناسب برخودار می‌باشد (Westen and Farifteh, 2000). عوامل وضعیت فعلی فرسایش و فرسایش آبراهه‌ای با استفاده از مدل BLM، تصویر ماهواره‌ای PAN با قدرت تفکیک ۵*۵ متر و برداشت‌های صحرایی استخراج شده است. امتیازات داده شده به این عوامل نیز با توجه با رسوب ویژه حوضه معقول می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- نقشه میزان رسوب‌دهی سالانه در حوضه آبریز رودخانه بختیاری

در حالت کلی، حوضه آبریز ایستگاه کاظم‌آباد در سازندهای آهکی و آبرفتی با نفوذپذیری خوب و درصد سیلت پایین قرار دارد. در سازندهای آبرفتی مقدار شیب حتی گاهی به صفر هم می‌رسد. در این حوضه، کشاورزی توسعه یافته (٦٨ درصد حوضه) و میزان رواناب حاصل از بارش‌های سالانه به حداقل خود رسیده است. بنابراین با توجه به جدول ۲ می‌توان نتیجه گرفت که امتیازات اختصاص یافته به عوامل پوشش زمین و کاربری اراضی ناصحیح بوده و باید تعدیل و تصحیح گردد.

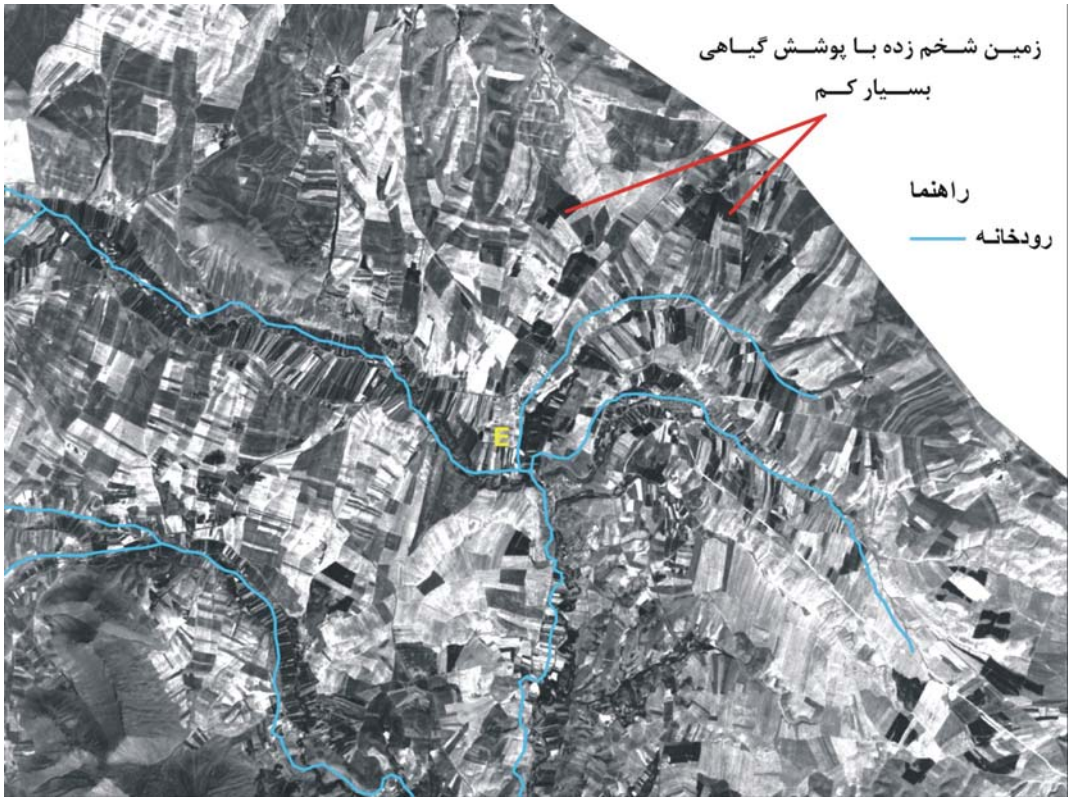
با کمک تصاویر ماهواره‌ای LANDSAT, IRS-1D, PAN و عکس‌های هوایی، مشاهده شده است که سازندهای آبرفتی در این حوضه عمدتاً تحت عملیات کشاورزی قرار گرفته‌اند (شکل ٤ و ٥). در نتیجه از لحاظ درصد تاج پوشش می‌بایست درصد بالایی را نشان دهند. از سوی دیگر، زمین‌های کشاورزی در این حوضه در شیب‌های بسیار کم توسعه یافته‌اند و از لحاظ حفاظت خاک نیز وضعیت مطلوبی دارند.

در تعیین درصد تاج پوشش با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، زمان تصویربرداری بسیار مهم است، زیرا با تغییر فصول درصد تاج پوشش نیز تغییر می‌کند. در این منطقه زمان تصویربرداری اردیبهشت ماه ١٣٨٤ بوده است. با توجه به شرایط اقلیمی در این زمان از سال، میزان تراکم پوشش گیاهی به حداکثر خود نرسیده است (به خصوص زمین‌های کشاورزی). علاوه بر آن، بسیاری از زمین‌ها تحت عملیات آماده‌سازی بهاره قرار دارند و انتظار می‌رود در این زمین‌ها تاج پوشش بسیار بیشتر از میزان ثبت شده در این تصاویر باشد. با روی هم اندازی تصویر ماهواره‌ای PAN و نقشه NDVI حاصل از تصاویر ماهواره‌ای IRS و مقایسه آن‌ها، مشاهده شده در مناطقی از حوضه حتی مقدار NDVI منفی استخراج شده است، در صورتی که مناطق مذکور جزو مناطق کشاورزی می‌باشند و می‌بایست مقدار NDVI بالای صفر و نزدیک یک باشد. این مناطق در زمان تصویربرداری ماهواره‌ای تحت عمل آماده‌سازی و شخم بوده‌اند و مقدار تاج پوشش در این مناطق خیلی کم ثبت شده است (شکل ٤).

بنابراین در این حوضه می‌توان با اعمال ضریبی، درصد تاج پوشش را افزایش و درصد خاک لخت را کاهش داد و به این طریق عوامل پوشش زمین و کاربری اراضی را تعدیل کرد. اما ارتفاعات این منطقه از سازندهای آهکی و دولومیتی تشکیل شده‌اند و تحت فعالیت کشاورزی نبوده و در این قسمت‌ها نباید

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- تصویر ماهواره‌ای PAN در حوضه کاظم‌آباد

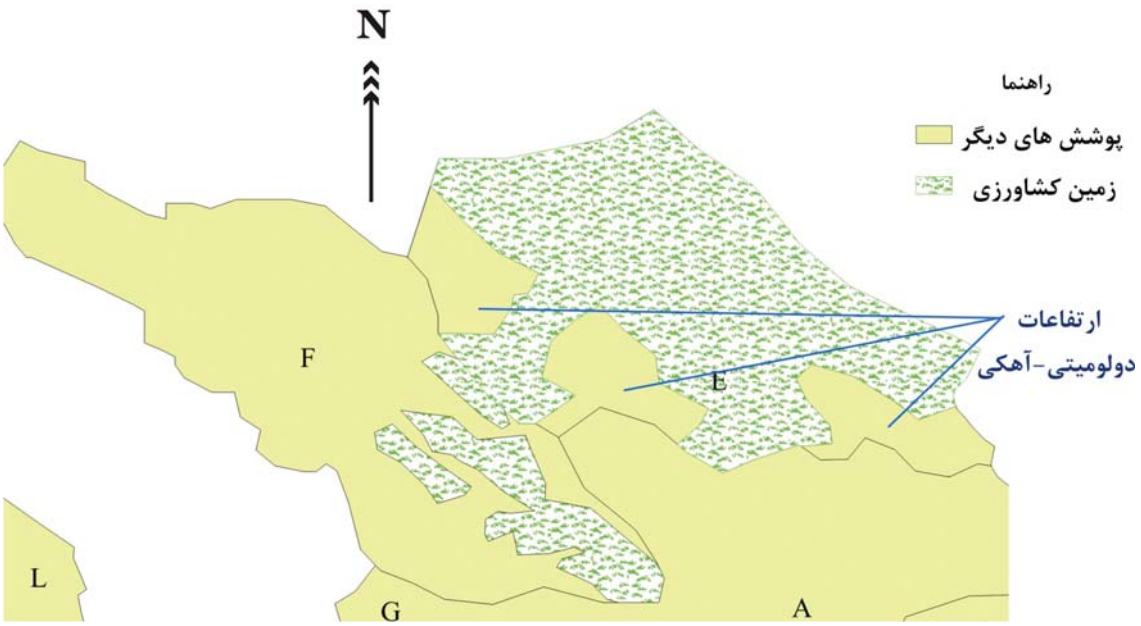
ضریبی اعمال نمود. به این دلیل ابتدا نقشه زمین‌های کشاورزی تهیه شده (شکل ٥)، سپس تصحیحات فقط در این مناطق اعمال گردید.

با استفاده از مساحت حوضه و مساحت زمین‌های کشاورزی، ضریب تعدیل (α) به عوامل پوشش زمین و کاربری اراضی برای کاهش میزان خاک لخت و افزایش درصد تاج پوشش طبق رابطه ٢ داده شد (کمانی، ١٣٨٨):

(٢)

α = (مساحت زمین کشاورزی / مساحت حوضه) + ١/٧٢

سپس رابطه ٣ و ٤ برای عوامل پوشش زمین و کاربری اراضی



شکل ٥- نقشه کاربری اراضی برای حوضه‌های کاظم‌آباد (E) و قلیان (F)

www.SID.ir

Archive of SID

به دست آمد.

$$X_6 = 0.2pb/\alpha \quad (۳)$$

$$X_7 = 20 - 0.2pc/\alpha \quad (٤)$$

در روابط فوق، pb درصد خاک لخت و Pc درصد تاج پوشش می‌باشد.

با محاسبه ضریب تعدیل برای حوضه ایستگاه کاظم‌آباد به مقدار ۲/٦۵ و قرار دادن آن در روابط جدید برای عوامل پوشش زمین و کاربری اراضی، نتایج به‌دست آمده (جدول ۵) در حد قابل قبولی بهبود یافته است. در پایان نتایج جدید با مقادیر ایستگاهی کالیبره شده است (جدول ۵).

بررسی کالیبراسیون مدل MPSIAC در حوضه ایستگاه‌های قلیان و زردفهره

با اجرای مدل MPSIAC در حوضه ایستگاه‌های قلیان و زردفهره، نتایج ارائه شده در جدول ٦ آورده شده است. لازم به ذکر است که داده‌های مورد استفاده در این دو ایستگاه، مشابه داده‌های مورد استفاده در حوضه ایستگاه‌های تنگ‌پنج و کاظم‌آباد می‌باشند. با توجه به جدول ٦، مقایسه نتایج حاصل از مدل MPSIAC با نتایج ایستگاهی در حوضه زردفهره در حد قابل قبول می‌باشد و حوضه این ایستگاه را می‌توان مستقیماً با نتایج ایستگاهی کالیبره کرد. ضمناً با توجه به شرایط فیزیوگرافی، مساحت زمین‌های کشاورزی در این حوضه بسیار کم و حدود ۱ درصد می‌باشد.

نتایج اجرای مدل در حوضه ایستگاه قلیان نسبتاً بالا می‌باشد (جدول ٦) و بهتر است قبل از کالیبراسیون به صورت مستقیم، عوامل مربوطه تعدیل شوند. شرایط فیزیکی حاکم بر این حوضه نیز مشابه حوضه ایستگاه کاظم‌آباد می‌باشد. در این حوضه شرایط و نحوه امتیازدهی عوامل نه‌گانه همانند شرایط حوضه آبریز ایستگاه کاظم‌آباد است. در این حوضه زمین‌های کشاورزی تنها ٦۷ کیلومتر مربع می‌باشند و فقط ١٦ درصد از مساحت حوضه را اشغال نموده‌اند (شکل ۵). با اعمال تصحیحات، طبق رابطه ۲، ضریب تعدیلی برابر با ۱/۹۰ بر روی عوامل پوشش زمین و کاربری اراضی در این حوضه اعمال شده است (فقط در مناطق کشاورزی). نتایج (جدول ٦) نشان‌دهنده کسب نتیجه مناسب‌تر، با اعمال تصحیحات در این حوضه می‌باشد. نهایتاً بعد از اعمال تصحیحات بر روی عوامل پوشش زمین و کاربری اراضی و فرم تعدیل شده آن‌ها، کالیبراسیون انجام شده است.

جدول ۵- برآورد مدل MPSIAC بر اساس تصحیح عوامل پوشش زمین و کاربری اراضی در حوضه کاظم‌آباد و کالیبره کردن نهایی نتایج با داده‌های ایستگاهی

ایستگاه	مساحت حوضه بالادست (کیلومتر مربع)	برآورد رسوب (MPSIAC) (متر مکعب)	برآورد رسوب (MPSIAC) (تن)	بار کل سالانه (ایستگاه) (تن)	خطای مدل (درصد)	ضریب تصحیح
کاظم‌آباد	٤۳۸	٦۱۳٤۰	۸۳٤۲۲	۷۷۲۰۰	۸/۰۵	۰/۹۲۵

جدول ٦- مقایسه نتایج حاصل از روش MPSIAC با مقادیر ایستگاهی

ایستگاه	بدون اعمال تصحیح				اعمال تصحیح	
	برآورد رسوب MPSIAC (تن)	بار کل سالانه (ایستگاه) (تن)	خطای مدل (درصد)	ضریب تصحیح	برآورد رسوب MPSIAC (تن)	خطای مدل (درصد)	ضریب تصحیح
قلیان	۲۱۲۳۳۷	۱۸۰۳۹۲	۱۷/۷	-	۲۰٤۲۵۰	۱۳/۲	۰/۸۸۸
زردفهره	۳۷۵۷۸۸	۳۳۷۱۸٦	۱۱/۵	۰/۸۹۷	-	-	-

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

با توجه به مباحث قبلی می‌توان به موارد زیر به عنوان نتایج نهایی و کاربردی بررسی مدل تجربی MPSIAC در حوضه آبریز رودخانه بختیاری اشاره نمود.

براساس مطالعات انجام شده می‌توان بیان کرد که مدل تجربی MPSIAC برای برآورد فرسایش و رسوب با توجه به شرایط آب و هوایی در ایران مناسب می‌باشد.

بار رسوبی برآورد شده از کل حوضه آبریز رودخانه بختیاری، نسبت به بار کل اندازه‌گیری شده فقط ۳/۵ درصد خطا نشان می‌دهد. این مقدار خطا نشانگر کارآرایی خوب روش MPSIAC در کل حوضه آبریز بختیاری می‌باشد. این اختلاف برای حوضه کاظم‌آباد ٤٧ درصد است که اختلاف زیادی را نشان می‌دهد.

به‌دلیل عدم سازگاری کامل شرایط آب و هوایی، فیزیوگرافی و در حالت کلی شرایط اولیه اجرای مدل با شرایط ایران، ضرورت کالیبره کردن نتایج مدل با مقادیر مشاهده‌ای از جمله ایستگاه‌های رسوب‌سنجی وجود دارد. اگر اختلاف مقدار رسوب محاسبه شده با مشاهده شده قابل اغماض باشد، مانند ایستگاه تنگ‌پنج، کالیبره کردن باید به صورت مستقیم و با اعمال ضریب تعدیل در نقشه مقدار رسوب سالانه انجام شود.

کالیبراسیون برآورد رسوب در حوضه ایستگاه‌هایی که اختلاف قابل توجهی با مقادیر مشاهده شده دارند، مانند ایستگاه کاظم‌آباد با ٤٧ درصد خطا، نمی‌تواند به صورت مستقیم با اعمال ضریب تعدیل در نقشه مقدار رسوب سالانه انجام شود. در این‌گونه موارد باید منابع احتمالی خطا بررسی و شناخته شوند. با تصحیح عامل تاج پوشش، میزان خطا در ایستگاه کاظم‌آباد به ۸ درصد رسیده است.

در مدل MPSIAC می‌توان از تصویر ماهواره‌ای، درصد تاج پوشش و زمین لخت را استخراج و برای عوامل پوشش زمین و کاربری اراضی استفاده نمود. این دو عامل در مدل MPSIAC از امتیاز بالایی (۰ تا ۲۰) برخوردار می‌باشند. بنابراین ایجاد خطا در استفاده از تصویر ماهواره‌ای، خطای بالایی در برآورد کلی مدل ایجاد می‌نماید. یکی از موارد مهم در استفاده از تصویر ماهواره‌ای در استخراج درصد تاج پوشش، زمان تصویربرداری می‌باشد.

با کاربرد تصحیحات درصد تاج پوشش در ایستگاه قلیان، میزان خطا از ۱۷/۷ به ۱۳/۲ درصد کاهش یافته است. بنابراین برآورد دقیق درصد تاج پوشش، در تخمین هر چه واقعی‌تر میزان رسوب تولید شده اهمیت بسزایی دارد.

منابع

– بیات، ر.، ۱۳۷۸. بررسی کارایی مدل‌های MPSIAC و EPM در برآورد فرسایش و رسوب حوضه آبخیز طالقان‌رود به کمک GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

– حکیم خانی، ش.، ۱۳۸۱. مروری بر مطالعات و پایان‌نامه‌های انجام شده بر روی مدل تجربی پسیاک در ایران و بررسی ایرادهای وارده بر آنها و تهیه دستورالعمل استفاده از آن. (سمینار دوره دکتری آبخیزداری)، دانشگاه تهران.

– رفاهی، ح.، ۱۳۷۹. فرسایش آبی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران، ٤٠٠.

– تحقیقات منابع آب (تماب)، ۱۳۸۰. گزارشات ایستگاه‌های هیدرومتری تنگ‌پنج، قلیان، کاظم‌آباد و زردفهره.

– سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۷۵. نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ چهاگوش الیگودرز.

– شرکت آب‌نیرو، ۱۳۸٤. مطالعات فرسایش و رسوب حوضه آبریز دز. گزارش شماره ۵۰۰٤۳۱۲، ۲۵٦.

– شرکت دزآب، ۱۳۸٤. به هنگام سازی نقشه فرسایش پذیری حوضه سد دز. ۲٦۸.

– شرکت ملی نفت ایران، ۱۳۷۳. نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ چهارگوش هفت‌تنان و کوه کینو.

– کمانی، ن.، ۱۳۸۸. رسوب‌شناسی و میزان رسوب زایی زیر حوضه‌های بختیاری، واسک، زار (حوضه آبریز دز) با استفاده از مدل فازی در روش‌های MPSIAC و EPM. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بوعلی سینا همدان، گروه زمین‌شناسی.

- Burrought, P.A., 1989. Principles of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment. Oxford Science Publication, UK.

- Development and Resources Corp., 1973. Dez Watershed Resource Management Plan, Government of Iran Report, Ministry of Agriculture and Natural Resources, Tehran, Iran.

- ESRI., 2000. Arc View Special Analyst.

- Johnson, C.W. and Gembhart, K.A., 1982. Predicting sediment yield from Sagebrush. USA-SEA-ARM Western Series, 26, 145-159.

- Mather, P.M., 1999. Computer Processing of Remote Sensed Images, John Wiley and Sons.

- Mather, P.M., 2001. Classification Method for Remotely Sensed Data, Taylor and Fransis.

- Morgan, R.P.C., 1995. Soil Erosion and Conservation, Crainfield University, England.

- Tangestani, M., 2006. Comparison of EPM and PSIAC models in GIS for erosion and sediment yield assessment in a semi-arid environment: Afzar Catchment, Fars Province, Iran. Journal of Asian Earth Sciences, 27, 585–597.

- Westen, C.V. and Farifteh, J., 1997. ILWIS 2.1 for windows user's guide. ILWIS department, ITC.

www.SID.ir