Archive of SID

مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۲ شماره ۱، سال ۱۳۸۰ (۲۱۷-۲۰۳)

بررسی کارآیی مدلهای EPM و MPSIAC در برآورد رسوب حوزه آبخیز طالقان به کمک GIS

رضا بیات [۱]، حسینقلی رفاهی [۲]، علی اصغر درویش صفت [۳] و فریدون سرمدیان [۴]
۱، ۲ و ۴ - دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
۳ - دانشیار گروه شیلات و محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
تاریخ پذیرش مقاله ۷۹/۱۱/۱۵

خلاصه

در این تحقیق با هدف ارزیابی کارآیی مدلهای EPM و MPSIAC دربرآورد رسوب، حوزه آبخیز طالقان بامساحتی بالغ بر ۹۴۸/۵ کیلومتر مربع،توپوگرافی کمپلکس و تنوع شرایط اقلیمی، سنگ مادر و پوشش گیاهی به عنوان منطقه مطالعه انتخاب شد. بخشی از داده های مورد نیاز مدلها از طریق مطالعات آزمایشگاهی ، صحرایی و بخش دیگر از نتایج (نقشه ها و گزارشهای) مطالعه جامع آبخیزداری حوزه که قبلا" انجام شده بود،تأمین شد. نقشه ها بوسیله میز رقومی ساز و سایر داده ها از طریق صفحه کلید وارد رایانه شده و کلیه ، اصلاحات و تغییرات و تبدیلات لازم(تبدیل سیستم مختصاتی به سیستم UTM) به کمک GIS انجام شد. بر اساس روشی که در شرح مدلهای مذکور آمده است ، همه لایه های اطلاعاتی مورد نیاز آنها از داده‌های رقومی شده موجود در رایانه و به کمک GIS تهیه گردید. در این تحقیق پس از رقومی سازی خطوط تراز ۱۰۰ متری، مدل رقومی ارتفاع (DEM) تهیه و از آن برای تهیه نقشه شیب و انجام برخی محاسبات، استفاده شده است. در ادامه با استفاده ازتوانایی GIS و بر اساس ساختار هر مدل ، عملیات محاسباتی و پردازشی مورد نیاز جهت تعیین رسوب و تهیه نقشه های مربوطه انجام پذیرفت. نتیجه تحقیق در مورد مدل MPSIAC نشان می دهد که این مدل شدت متوسط تولید رسوب را ۸۷۱ $m^3/km^2/yr$ و میزان رسوب سالیانه حوزه را با دقت ۹۸/۳۱ درصد رسوب مشاهده ای برآورد نموده است. این درحالی است که مدل EPM تنها ۷۴/۹۶ درصد رسوب مشاهده ای حوزه را با متوسط شدت تولید رسوب ۶۶۶ $m^3/km^2/yr$ محاسبه نموده است. بر اساس نتایج مدلها ، طبقه چهار وضعیت فرسایش بیشترین و طبقه یک، کمترین سطح حوزه را می پوشاند.

واژه‌های کلیدی : رسوب،مدل، فرسایش، EPM، MPSIAC، GIS، طالقان

- مکاتبه کننده : رضا بیات

www.SID.ir

Archive of SID

مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۲، شماره۱، سال ۱۳۸۰

مقدمه

خبر طغیان رودخانه ها و جاری شدن سیلاب در مناطق مسکونی، تخریب پلها، جاده ها، اراضی کشاورزی و میلیاردها ریال زیان مالی و گاهی از بین رفتن تعدادی از هموطنان ساکن در مناطق سیلزده از جمله اخبار ناگواری است که هر از چند گاهی از نقاط مختلف کشور به گوش می‌رسد.هر چند این موضوع به خودی خود ناراحت کننده و تأسف بار است، اما نکته بسیار ظریف و مهمی که در این قضایا همیشه فراموش می‌شود و کمتر کسی به آن توجه می‌کند، هدر رفت هزاران تن خاک در جریان این طغیانها و جاری شدن سیلابهاست. صرفنظر از هزینه ریالی هدر رفت عناصر غذایی خاک، هر ساله با کاهش سطح خاکهای کشاورزی در کشور، نزول توان تولید آنها و متعاقباً کاهش تولید محصول مواجه هستیم که خود عاملی بازدارنده در دستیابی به استقلال اقتصادی خصوصاً در بعد تأمین مواد غذایی می‌باشد. متأسفانه در کشور ما هیچ یک از وزارتخانه ها یا سازمانهای دولتی خود را مسئول و متولی مسائل فرسایش و حفاظت خاک ندانسته و این مسئولیت خطیر را به دیگری واگذار می‌کنند. اما با وجود همه این مسائل نمی‌توان نیاز جدی برای انجام تحقیق در این زمینه را کتمان نمود.

به منظور اخذ تصمیم و تهیه برنامه های مدیریتی، سدسازی ، جاده سازی و حفاظت خاک در مقابل فرسایش، نیاز است تا از میزان و شدت فرسایش خاک در مناطق دارای اولویت ،آگاهی داشته باشیم. برای حصول این هدف و با توجه به روشهای مختلف موجود برای مطالعه این موضوع، استفاده از مدلهای تجربی برآورد فرسایش و رسوب که معمولاً دارای دقت کافی هستند، نسبت به سایر روشها مناسبتر و عملی تر می باشند.

این تحقیق با هدف ارزیابی کارآیی دو مدل MPSIAC و EPM دربرآورد رسوب در حوزه آبخیز طالقان انجام شد.هر چند مدلهای مذکور درتحقیقات متعددی در مناطق مختلفی ازکشور به تنهایی ویا در مقایسه با سایر روشها بررسی شده‌اند، امانتایج متفاوت یا متناقضی در مورد آنها (۴،۵،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵، ۱۶و۱۷)،خصوصاً در مورد مدل EPM گزارش شده‌است. متأسفانه هیچ تحقیق جامعی نیز در این زمینه انجام نشده است که بتوان بطور قطعی یک یا دو مدل را برای کل کشور توصیه نمود.

با توجه به حجم بالای داده های مورد بررسی در این نوع مطالعات،به ابزاری نیاز است تا کلیه مراحل اجرای مدل ها آسانتر، دقیقتر و سریعتر صورت گیرد.امروزه فن آوری سامانه های اطلاعات جغرافیایی تقریبادر همه رشته های علوم وارد شده و با توجه به تواناییهای بالای آن برای کار باداده های جغرافیایی ،امکان انجام چنین مطالعاتی با هزینه کمتر و دقت و سرعت بیشتر فراهم است.در واقع با در نظر داشتن چنین هدفی ،تمامی مراحل بکارگیری مدل های مذکور به کمک GIS انجام شده است.

مواد و روشها

۱ - موقعیت طبیعی حوزه

مساحت حوزه آبخیز طالقان ۹۴۸/۵ کیلومتر مربع و محیط آن ۲۰۸/۹ کیلومتر می‌باشد که بر اساس سیستم پروژکسیون UTM در زون n-۳۹ واقع شده است. نقطه با حداقل مختصات این حوزه در X_{min}=۴۶۴۹۹۴/۲m و Y_{min}=۳۹۹۴۲۵۰m (برابر با ۴۰ و ۳۶ و °۵۰ طول شرقی و ۴۰ و ۵ و °۳۶ عرض شمالی) و نقطه دارای حداکثر مختصات آن در X_{max} = ۵۱۵۷۶۸/۱m و ۴۰۲۳۰۷۳m =Y_{max} (برابر با ۱۶ و ۱۱و °۵۱ طول شرقی و عرض شمالی ۵ و ۲۱ و °۳۶) قرار دارد . شکل ۱ موقعیت حوزه آبخیز طالقان را نشان می‌دهد. حداقل ارتفاع حوزه در محل

www.SID.ir

Archive of SID

شکل شماره ۱
موقعیت منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

خروجی یعنی سد مخزنی سنگبان ۱۶۸۸ متر و بلند ترین نقطه آن دارای ارتفاع ۴۴۰۲ متر است. حوزه دارای شیب متوسط ۳۴ درصد و توپوگرافی کمپلکس است. رودخانه طالقان که از ارتفاعات حوزه سرچشمه می‌گیرد، شاخه اصلی حوزه را تشکیل می‌دهد و حدوداً ۶۶ کیلومتر طول دارد. براساس شاخه های فرعی مهم و
خصوصیات فیزیوگرافی تعداد ۱۷ واحد هیدرولوژیکی برای حوزه تشخیص داده شده است.

شرایط هواشناسی و اقلیمی حوزه طالقان به شدت متأثر از موقعیت جغرافیایی و وضعیت توپوگرافی آن است. براساس مجموعه آمار این ایستگاهها میانگین بارندگی سالیانه حوزه طالقان برابر ۶۹۹/۲ میلی متر است که از ۴۶۴ میلیمتر تا ۷۹۶ میلیمتر تغییر می‌کند.

این حوزه از نظر واحدهای سنگ شناسی بسیار متنوع بوده و دارای بیش از ۵۵ واحد سنگی، رسوبی و آذرین است که کنگومرا و برش در چهار گونه، هفت نوع شیل، پنج نوع مادستون، سه نوع دولومیت، ده نوع سنگ آهک، هفت نوع سنگ آذر آواری، ده نوع سنگ ولکانیکی، سنگ گچ و نهشته‌های آواری نشان از گوناگونی سنگ در این حوزه دارد. بر این اساس و در یک کلی سازی واحدهای سنگ شناسی، ۱۰ واحد بعنوان واحد مطالعاتی سنگ شناسی تعیین شد که در این واحدها، سنگهای مادستون و سیلتستون، گراولها، سنگ گچ، شیلهای سیلیسی و آهکی و مارنهای یخچالی از حساسیت زیاد به فرسایش برخوردار هستند. توفها، سنگهای آهکی و دولومیتها حساسیت متوسط و سنگهای آذرین پیروکلاستیک و ولکانیک دارای حساسیت کم(مقاوم) هستند.

حوزه آبخیز طالقان از پوشش گیاهی بسیار متنوع و متغیری برخوردار بوده که به شدت از توپوگرافی، سنگ مادر و اقلیم تبعیت می‌کند. اگر چه عامل انسان نیز در ایجاد تغییرات و دگرگونیهای آن نقش مهمی بر عهده داشته است. اما در بعضی مناطق و ارتفاعات از پوشش دست نخورده و سالمی برخوردار است. بر اساس این گزارش ۸۱/۹ درصد از مراتع حوزه در طبقه بندی وضعیت مرتع، در طبقه ضعیف قرار می‌گیرند که ۶۱/۵ درصد آنها به دلایل مختلف از جمله چرای مفرط دام، دخالت انسان و عدم مدیریت صحیح دارای گرایش منفی هستند.

بر اساس اطلاعات بدست آمده از گزارش قابلیت منابع اراضی و خاکشناسی، پنج تیپ اصلی اراضی کوهستانی،تپه ای،فلات و تراسهای فوقانی،دشتهای دامنه‌ای و بادبزنی سنگریزه دار رودخانه‌ای در حوزه مشخص شده است.

پنج تیپ اراضی مذکور شامل ۱۷ واحد اراضی است که جمعاً در آنها تعداد ۶۱ اجزای واحد اراضی تفکیک گردیده است. این واحدها از نظر همگنی و مدیریت دارای اختلافاتی از نظر ارتفاع، شیب،عمق خاک ، .. هستند.
از نظرخاکشناسی و طبقه بندی خاک و با در نظر گرفتن کلیه عوامل مؤثر در تشکیل خاک و با استفاده از روش Soil Taxonomy مشخص شده که رژیم رطوبتی خاکهای منطقه عمدتاً زریک (Xeric) و رژیم حرارتی آنها عمدتاً مزیک (Mesic) و در بعضی مناطق فریجید (Frigid) است.

خاکهای حوزه طالقان شامل دو رده انتی سول (Entisol) و اینسپتی سول(Inceptisol) است که هر یک دارای دو زیر رده می باشند. انتی سول‌هابدون تکامل پروفیلی و یا باتکامل کم و بیشتر در اراضی کوهستانی و تپه‌ای قرار دارند.اماخاکهای اینسپتی سول دارای تکامل نسبی بوده و بر روی اراضی با سطوح قدیمی و پایدارتر تشکیل شده اند.

۲- شرح مدل ها

۲-۱- شرح مدل EPM [۱و۶]: این مدل با استفاده از

www.SID.ir

Archive of SID

اطلاعات حاصل از واحدهای فرسایشی و اندازه‌گیری رسوب آنها، پس از (مدت) چهل سال تحقیق در کشور یوگسلاوی سابق بدست آمده است . مدل EPM در سال ۱۹۸۸ در کنفرانس بین المللی رژیم رودخانه توسط گاورلویچ معرفی شد. سرپرست این پروژه، EPM را مدلی می‌داند که قادر است به عنوان ابزاری در جهت بدست آوردن یک برآورد اولیه از میزان بار رسوب آبراهه‌ها، در طراحی‌های مربوط به سدهای در حال احداث و یا سایر سازه‌هایی که به نحوی به این گونه داده‌ها نیازمندند، به کار گرفته شود.بکارگیری این مدل به تعدادی از مشخصات حوزه نیاز دارد که در جدول ۱ آمده است.

به منظور تخمین سرعت فرسایش در این مدل از رابطه (۱) استفاده می شود.

رابطه (۱) : $WSP = T . H . \pi . Z^{1.5}$

WSP : متوسط فرسایش ویژه بر حسب $m^3/km^2/yr$

T : ضریب درجه حرارت

π: عدد پی برابر ۳/۱۴ است Z : ضریب شدت فرسایش حوزه

H : ارتفاع متوسط بارندگی سالانه حوزه بر حسب mm

مقدار محاسبه شده از طریق معادله (۱) بیان کننده مقدار خاکی است که از بستر خود جدا شده و انتقال یافته است. اما همه این مواد فرسایش یافته به نقطه خروجی حوزه نمی‌رسند و آن مقدار از مواد فرسایشی که به رسوب خروجی تبدیل خواهد شد بستگی به متغیرهای مختلفی دارد که در واقع بر نسبت رسوبدهی حوزه تأثیر می‌گذارند. در این مدل از ضریبی برای تبدیل میزان فرسایش به رسوب استفاده می‌شود که ضریب رسوبدهی حوزه (Ru) نام دارد و از طریق رابطه (۲) محاسبه می‌گردد.

رابطه (۲): $Ru = 4(P \times D)^{0.5} / (L + 10)$

P : محیط حوزه بر حسب km

D : متوسط اختلاف ارتفاع در سطح حوزه که از رابطه D = (Dav -Do) بدست می‌آید و در آن Do ارتفاع نقطه خروجی حوزه و Dav ارتفاع متوسط حوزه بر حسب km است.

L : طول حوزه بر حسب km و طول خطی است که ابتدا و انتهای حوزه را به هم وصل می‌کند .شرایط استفاده از رابطه (۲) در پایان نامه کارشناسی ارشد نعمتی به شرح جدول ۲ ذکر شده‌است[۲۹].

بدین ترتیب برای محاسبه میزان رسوب ویژه از معادله (۳) استفاده می‌گردد.

رابطه (۳): GSP : رسوب ویژه بر حسب $m^3/km^2/yr$

$GSP = WSP.Ru$

۲-۲- شرح مدل MPSIAC [۱،۶و۱۹] : مدل PSIAC در سال ۱۹۶۸ میلادی توسط کمیته مدیریت آب آمریکا و برای محاسبه شدت فرسایش خاک وتولید رسوب مناطق خشک ونیمه خشک غرب ایالات متحده ارایه شد. در مجموع نه عامل در این مدل تأثیرگذار شناخته شده و مورد بررسی قرار می‌گیرد و به هر یک از این عوامل که در واقع مشخصاتی از حوزه آبخیز هستند، امتیازی تعلق می‌گیرد. در سال ۱۹۸۲ توسط جانسون و گمبهارت تغییراتی در نحوه تعیین امتیاز این عوامل پیشنهاد شد که در جدول ۳ این عوامل و چگونگی تعیین امتیاز آنها آمده است.پس از تعیین امتیاز هر یک از عوامل نه‌گانه مدل ،حاصل جمع امتیاز آنها بنام درجه رسوبدهی (R) خوانده می‌شود. با استفاده از درجه رسوبدهی این امکان ایجاد می‌شود که هر یک از واحدهای مطالعاتی به لحاظ وضعیت فرسایش توصیف شوند و بر اساس آن میزان تولید رسوب در واحدهای مطالعاتی (کل حوزه مورد مطالعه) محاسبه گردد.

برای محاسبه شدت رسوب در این مدل رابطه نمایی (رابطه ۴) پیشنهاد شده‌است که این رابطه بادرجه همبستگی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ - اجزای مدل EPM و نحوه محاسبه یا تعیین امتیاز آنها (۱و۶)

شماره	اجزای مدل	علامت	نحوه تعیین امتیاز یا محاسبه
۱	شرایط فرسایش حوزه	ψ	مشاهدات صحرایی،تفسیر عکسهای هوایی وجدول راهنما (۱و۶)
۲	ضریب حساسیت سنگ و خاک	Y	مشاهدات صحرایی،نقشه های سنگ شناسی و جدول راهنما (۱و۶)
۳	ضریب استفاده از زمین	Xa	مشاهدات صحرایی،نقشه کاربری اراضی و جدول راهنما (۱و۶)
۴	شیب	I	شیب متوسط در هر واحد مطالعاتی (حوزه)
۵	ضریب شدت فرسایش	Z	$Z=Y.Xa(\psi+I^{0.5})$
۶	بارندگی	H	بارندگی متوسط سالیانه (mm)
۷	دما	T	$T=((t/10)+0.1)^{0.5}$ t=متوسط سالیانه دما

جدول ۲ - شرایط مجاز برای استفاده از ضریب رسوبدهی (Ru) (۲۹)

L (km)	۵-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۵۰	> ۵۰
D / L	<۰/۱۸	<۰/۰۸	<۰/۰۴۵	<۰/۰۲۹

جدول ۳ - اجزای مدل MPSIAC و نحوه‌محاسبه یا تعیین امتیاز آنها (۶و۱۹)

شماره	عوامل فرسایش خاک و تولید رسوب	نحوه‌محاسبه یا تعیین امتیاز	ویژگی مهم مورد استفاده
۱	سنگ شناسی	Y1=X1	X1:امتیاز حساسیت سنگهابه فرسایش آبی وتولید رسوب (بین ۰ تا ۱۰)
۲	خاک	Y2=16.67X2	X2:عامل فرسایش پذیری خاک K در مدل USLE
۳	آب و هوا	Y3=0.2X3	X3:بارندگی شش ساعته با دور برگشت دو سال
۴	رواناب	Y4=0.2X4	X4:(حجم هرز آب سالانه ×۰/۰۳+دبی پیک سالانه ×۵۰)
۵	پستی و بلندی	Y5=0.33X5	X5:شیب متوسط حوزه
۶	پوشش سطح زمین	Y6=0.2X6	X6:درصد اراضی لخت
۷	استفاده از زمین	Y7=20-0.2X7	X7:درصد تاج پوشش
۸	وضعیت فعلی فرسایش در سطح حوزه آبخیز	Y8=0.25X8	X8:مجموع امتیاز اجزای مدل BLM
۹	فرسایش رودخانه ای	Y9=1.67X9	X9:امتیاز عامل هفتم مدل BLM

www.SID.ir

Archive of SID

r= ۰/۹۹۶۴ از نظر آزمون آماری در سطح یک درصد معنی دار می‌باشد[۱۲].

رابطه (۴) : $Qs = 38.77 \text{ EXP } 0.0353 R$

Qs : میزان رسوبدهی سالانه بر حسب m^3/km^2

R : درجه رسوبدهی

Qs محاسبه شده، مقدار بار رسوبی حاصل از واحد سطح را نشان می‌دهد که مجموع بار معلق و بارکف را شامل میشود. با تخمین وزن مخصوص متوسط بار معلق و بارکف می‌توان وزن رسوبات سالانه را بر حسب تن در کیلومتر مربع برآورد نمود.

۳- بررسی نحوه تعیین رسوب حوزه [۳]

در مطالعه آبخیزداری حوزه آبخیز طالقان (گزارش تعیین رسوب) از سه روش غلظت رسوب، همبستگی و USBR برای تعیین میزان رسوب سالیانه حوزه استفاده و میانگین این سه روش بعنوان رسوب حوزه پذیرفته شده است.از طریق آمار هیدرومتری ایستگاه گلینک و روشهای فوق الذکر، میزان کل بار رسوبی (مواد معلق) در محل سد طالقان ۹۷۳ هزار تن در سال برآورد گردید. با در نظر گرفتن ۳۰٪ از مواد رسوبی معلق بعنوان بارکف، کل بار رسوبی در محل سد ۱۲۶۵۳۰۰ تن در سال یعنی بطور متوسط ۱۳۳۰ تن در سال برای هر کیلومتر مربع در حوزه محاسبه شد که رقم نسبتاً بالایی است.معادل حجمی این مقدار رسوب و با احتساب وزن مخصوص ظاهری متوسط ۱/۵ تن در متر مکعب برای رسوبات، برابر ۸۴۳۵۳۳ متر مکعب در سال با متوسط ۸۸۷ متر مکعب در هر کیلومتر مربع در سال خواهد شد.

۴- داده ها، امکانات و روش تحقیق

در این مطالعه سعی شده تا مراحل انجام تحقیق بر اساس فرآیندهای اصلی انجام یک پروژه در GIS صورت گیرد[۳۲] و بر این اساس مراحل زیر مورد توجه بوده است.

۱-۴-تهیه پایگاه داده

۱-۱-۴ - طراحی پایگاه داده : انتخاب، تعیین محدوده و مرز منطقه مطالعه، سیستم مختصاتی مورد استفاده ، نوع داده های مورد نیاز، عوارضی که در هر لایه اطلاعاتی باید باشند، نحوه کدگذاری ویژگیها و خصوصیات پدیده ها و بالاخره چگونگی ساماندهی این لایه ها، اقداماتی است که باید در این مرحله صورت گیرد.

همانطوریکه در معرفی منطقه مورد مطالعه ذکر شد، حوزه آبخیز طالقان بعنوان منطقه مطالعه و سیستم پروژکسیون UTM بعنوان سیستم مختصات انتخاب شدند. در گام بعدی نقشه ها، گزارشها و اطلاعات حاصل از مطالعه جامع آبخیز داری حوزه آبخیز طالقان که در طی سالهای ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۲ انجام شده بود، بعنوان داده های اولیه و پایه مورد نیاز تحقیق جمع آوری شد. با هدف حفظ یکنواختی و همزمانی داده‌ها حتی الامکان از داده سازی جدید، بجز در موارد ضروری و فقدان داده، خودداری شده است.

داده های مورد استفاده از نتایج مطالعه آبخیز داری حوزه ، عبارتند از :

۱- گزارش فیزیوگرافی و نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰

۲- گزارش مطالعه پوشش گیاهی و نقشه پوشش گیاهی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰

۳- گزارش مطالعه زمین شناسی و نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰

۴- گزارش مطالعه هیدرولوژی و نقشه هیدرولوژی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰

۵- گزارش مطالعه هواشناسی و نقشه هم دما و هم باران با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰

۶- گزارش مطالعه فرسایش خاک و تولید رسوب در حوزه

۷- گزارش خاکشناسی وقابلیت اراضی و نقشه اجزای واحد

www.SID.ir

Archive of SID

اراضی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و نتایج تجزیه نمونه های خاک .

بخشی از داده های مورد نیاز مدلها که در مطالعه آبخیزداری حوزه تهیه نشده بودند، از طریق یک دوره عملیات صحرایی،نمونه برداری خاک وتجزیه نمونه ها و تفسیر عکسها و گزارشها،گردآوری و به مجموعه داده ها افزوده شد.

۲-۱-۴- رقومی نمودن و پیش پردازش داده ها : در این‌مرحله نسبت به رقومی سازی و وارد نمودن مجموعه داده های گردآوری شده به رایانه، بر اساس یکی از روشهای مناسب آنها، اقدام شد. آنگاه این داده های اولیه از نظر کدها و سایر خطاهای احتمالی در موقع رقومی سازی اصلاح و ویرایش شدند.

علاوه بر اصلاح خطاها، سیستم پروژکسیون لایه های ایجاد شده از سیستم طول و عرض جغرافیایی به سیستم پروژکسیون UTM تبدیل شد.

۳-۱-۴- ایجاد توپولوژی و مدیریت داده ها: منظور ازمدیریت داده، آماده سازی داده های اولیه، برقراری توپولوژی بین عوارض، هماهنگ سازی مرز آنها با لایه اصلی مرز حوزه و سپس تهیه لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز تحقیق از آنها می‌باشد.

با توجه به اجرای مدل های مورد بررسی در سامانه رستری[1]، کلیه نقشه ها پس از رقومی سازی از ساختار وکتوری به ساختار رستری با اندازه سلول ۵۰×۵۰ متر تبدیل شدند.این سلولها بعنوان مبنا برای انجام محاسبات و پردازشها توسط سامانه بکارگرفته شدند. برای داده‌هایی که فاقد نقشه بوده و یا حاصل از مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی بودند از نقشه اجزای واحد اراضی حوزه بعنوان واحد مطالعه چنین داده‌هایی استفاده شد. اما برای داده هایی که خود دارای نقشه بودند، مثل سنگ شناسی، دبی پیک ، حجم دبی سالانه، تاج پوشش و لختی از نقشه های مربوطه یعنی نقشه سنگ شناسی، واحدهای هیدرولوژی و پوشش گیاهی استفاده شد.

نکته‌دیگراینکه، در این تحقیق نسبت به تهیه مدل رقومی ارتفاع (DEM) اقدام شده است که یکی از تواناییهای GIS می‌باشد. مدل رقومی ارتفاع، لایه اطلاعاتی است که هر سلول آن دارای ارزش ارتفاعی آن نقطه می باشد.

بدین منظور پس از رقومی نمودن خطوط هم ارتفاع از نقشه با فواصل ارتفاعی یکصدمتر (میز رقومی ساز و نرم افزار ARC/INFO)، درون یابی بین خطوط بر اساس شبکه‌ای از سلولهای ۵۰×۵۰ متر توسط سامانه (نرم افزارIDRISI) انجام شد. مدل رقومی بدست آمده (DEM) لایه‌ای است که هر سلول آن نشان دهنده ارتفاع متوسط آن نقطه از حوزه است . از این لایه امکان تهیه لایه شیب (با واحد درجه یا درصد)، لایه جهت شیب، سایه روشن پستی و بلندی، مدل سه بعدی (نمای برجسته)، نیمرخ طولی رودخانه ، .... وجود دارد.همچنین مدل رقومی دما و بارندگی بترتیب از خطوط هم‌دما و همباران تهیه شد. در این مرحله، مجموعه داده های مورد نیاز تحقیق بصورت یک پایگاه داده تهیه شده و برای استفاده در مراحل بعدی تحقیق آماده می شوند.

۲-۴- تجزیه و تحلیل و پردازش نهایی

بااستفاده از لایه های اطلاعاتی که طی مراحل قبل تهیه شده بود و بر اساس ساختار هر یک از مدلهای مورد بررسی درتحقیق،نسبت به‌انجام‌پردازشهاومحاسبات لازم اقدام شد که در نتیجه لایه‌هایی با اطلاعات اولیه نتایج مدلها تهیه شد.

۳-۴- ارایه نتایج و تولید خروجی

به منظور ارایه نتایج می بایست پس از طبقه بندی لایه‌های نهایی، استخراج اطلاعات از آنها صورت

1. Rester System

www.SID.ir

Archive of SID

می‌گرفت. با تهیه نقشه های مورد نیاز از لایه های مرحله قبلی و گزارش گیری از لایه های اطلاعاتی بدست آمده، خروجی های مناسب آماده شد.

این تحقیق در آزمایشگاه GIS و سنجش از دور دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام و به این منظور از میز رقومی ساز و رایانه مجهز به نرم افزارهای ARC/INFO نسخه ۳.۴.۱ و IDRISI نسخه ۲ تحت ویندوز استفاده شده است.

نتایج وبحث

پس از انجام پردازشهای لازم، میانگین امتیاز اجزای مختلف مدلها در سطح حوزه به کمک GIS استخراج شد که در جدول ۴ ارائه شده است.همچنین نتایج بدست آمده از اجرای مدلهاحاکی از آن است که دقت مدل EPM در برآورد رسوب سالانه $۶۳۲۱۴۷m^3/yr$ بوده که برابر ۷۴/۹۴ درصد رسوب مشاهده‌ای حوزه می باشد.همچنین حداقل، حداکثر، و میانگین ضریب شدت فرسایش در حوزه بترتیب ۰/۰۲، ۲/۳۷ و ۰/۵۵ و شدت تولید رسوب بترتیب ۴، ۶۶۰۶ و $m^3/km^2/yr$ ۶۶۶ و محاسبه شده است.این در حالی است که نتیجه مدل MPSIAC متفاوت از EPM بوده‌است و این مدل توانسته ۹۸/۳۱ درصد رسوب مشاهده‌ای حوزه‌راکه معادل $۸۲۹۲۶۹m^3/yr$ برآورد نماید.که در مورد این مدل حداقل و حداکثر و میانگین درجه رسوبدهی حوزه ۱۶۶،۲۲و۸۳ و میزان تولید رسوب ۱۳۷۰۰،۸۴و $۸۷۱m^3/km^2/yr$ و رسوب سالانه حوزه محاسبه شده است.

بدین ترتیب از نظر مدل EPM و بر اساس متوسط ضریب فرسایش مدل، حوزه آبخیز طالقان در وضعیت متوسط فرسایش قرار دارد.اما بر اساس متوسط ضریب رسوبدهی در مدل MPSIAC وضعیت فرسایش (رسوبدهی) حوزه در طبقه با فرسایش زیاد قرار می‌گیرد.وضعیت فرسایش در حوزه بر اساس نتایج تولید رسوب مدلها و جدول (۴) طبقه بندی شده است که مساحت هریک‌از طبقه های وضعیت فرسایش حاصل از دو مدل در جدول (۶) آمده است.

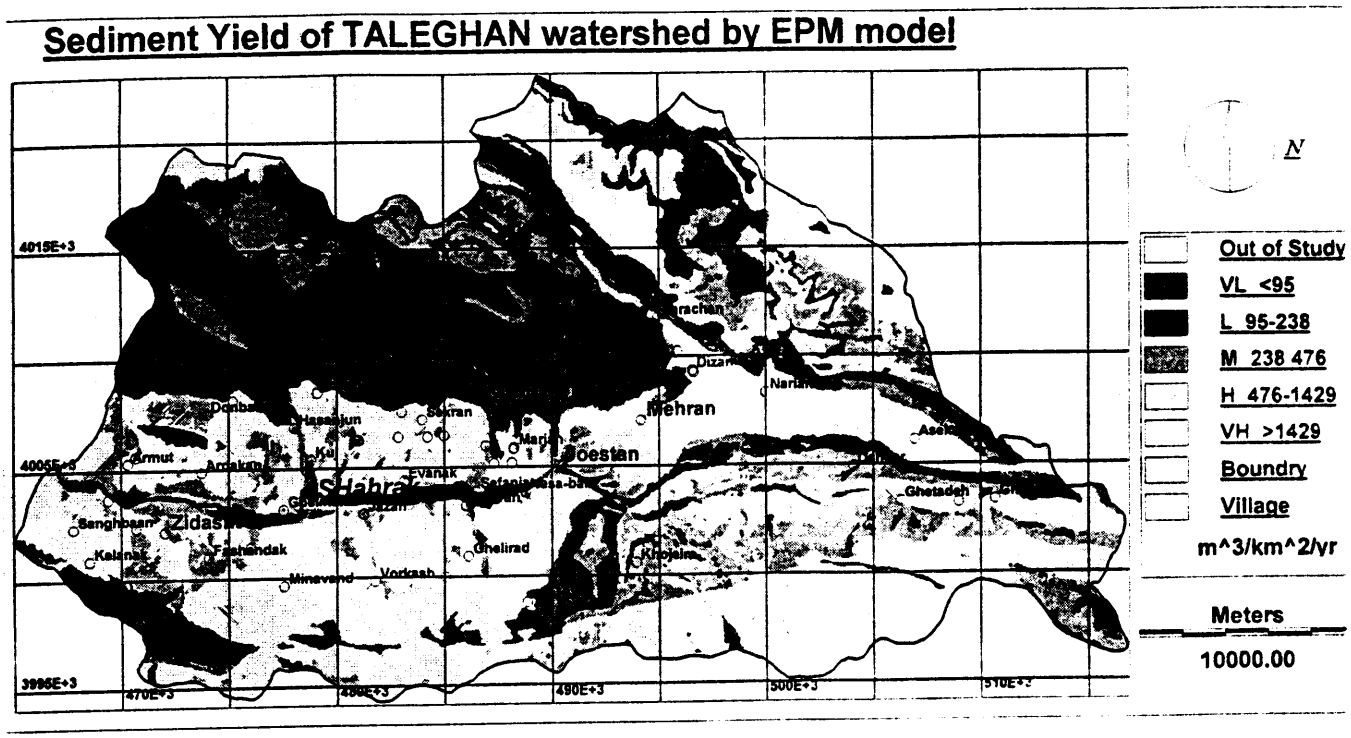
شکل های شماره ۲ و ۳ بترتیب نقشه های طبقه بندی شده شدت تولید رسوب در دو مدل EPM و MPSIAC را نشان می دهد.

هرچند که در مورد این دو مدل برآورد رسوب نتایج قطعی ارایه نشده و گاها" نتایج متقاضی دیده شده است (۴،۵،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶و۱۷). اما این تحقیق نشان می دهد که مدل EPM در حوزه های نسبتا" بزرگ از دقت کمتری نسبت به مدل MPSIAC در برآورد رسوب برخوردار است. شاید بتوان از جمله دلایل عدم توفیق این مدل را مطابق نبودن جداول راهنمای آن برای شرایط ایران، اعمال نظر کارشناس و نیاز به تجربه کافی در امتیاز دهی عوامل تشکیل دهنده مدل، و بالاخره استفاده نکردن از سایر عوامل مهم در تولید رسوب مثل روان آب، خاک و پوشش گیاهی دانست. در صورتی که می بینیم مدل MPSIAC ضمن اینکه از عوامل بیشتری برای محاسبه رسوب حوزه سود می برد، تعیین امتیاز بیشتر عوامل آن بر اساس معادلات ویژه و از اطلاعات و آمار خاصی محاسبه می شود. همچنین تعداد جدول راهنمای مورد استفاده در این مدل کمتر و دارای محدوده های گسترده تری برای امتیاز دهی هستند که متعاقبا"از اعمال نظر کارشناسی در امتیاز دهی مجموع عوامل کاسته می شود.

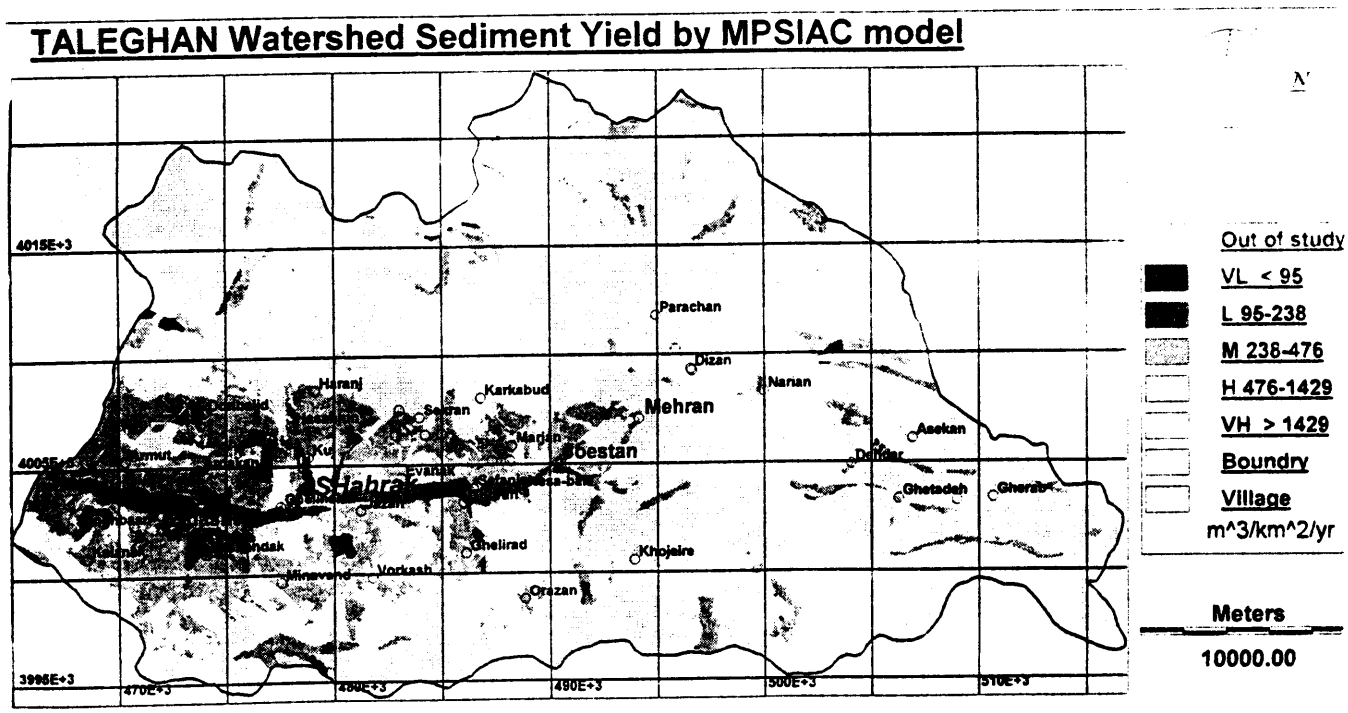
در مجموع و با استفاده از نتایج این تحقیق و تحقیقات مشابه بنظر می رسد که مدل EPM بتواند در مطالعات اجمالی فرسایش خاک موفقیت آمیز باشد و از آنجاییکه به آمار خاصی نیز نیاز ندارد، برای حوزه های

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره ۲ - نقشه فرسایش حوزه آبخیز طالقان از طریق مدل EPM



شکل شماره ۳ - نقشه فرسایش حوزه آبخیز طالقان از طریق مدل MPSIAC

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- میانگین امتیاز اجزای مدلهای EPM و MPSIAC در کل حوزه

مدل	EPM		MPSIAC	
ردیف	اجزای مدل	میانگین امتیاز	اجزای مدل	میانگین امتیاز
۱	شرایط فرسایش حوزه	۰/۶۶	سنگ شناسی	۴/۲۰
۲	ضریب حساسیت سنگ و خاک	۰۰/۸	خاک	۴/۳۴
۳	ضریب استفاده اززمین	۰/۵۷	آب و هوا	۳/۸۶
۴	شیب	۰/۳۸	رواناب	۳/۲۷
۵	ضریب شدت فرسایش	۰/۵۵	پستی و بلندی	۱۲/۵۶
۶	بارندگی	۶۹۸/۷	پوشش سطح زمین	۱۱/۳۴
۷	دما	۰/۷۳	استفاده از زمین	۱۴/۳۸
۸	—	—	وضعیت فعلی فرسایش در سطح حوزه	۱۶/۶۷
۹	—	—	فرسایش رودخانه ای	۱۲/۳۲

جدول ۵ - تعیین میزان تولید رسوب سالانه و کلاس فرسایش خاک در روش PSIAC [۶]

کلاس رسوبدهی و فرسایش	شدت رسوبدهی	تولید رسوب سالانه		نمرات نشان دهنده شدت رسوبدهی (R)
		متر مکعب در کیلومتر مربع	ایکرفیت در مایل مربع	
V	خیلی زیاد	>۱۴۲۹	> ۳	>۱۰۰
IV	زیاد	۴۷۶-۱۴۲۰	۱-۳	۷۵-۱۰۰
III	متوسط	۲۳۸-۴۷۶	۰/۵-۱	۵۰-۷۵
II	کم	۹۵-۲۳۸	۰/۲-۰/۵	۲۵-۵۰
I	خیلی کم یا جزئی	<۹۵	< ۰/۲	۰-۲۵

جدول ۶ - مساحت طبقات مختلف وضعیت فرسایش در حوزه طالقان

مدل	طبقه	۱	۲	۳	۴	۵
MPSIAC	a	۰	۴۱/۷	۱۵۹/۱	۶۹۳/۳	۵۴/۲
	b	۰	۴/۳۴	۱۶/۷۷	۷۳/۱۰	۵/۷۱
EPM	a	۸۴/۱۹	۲۷۱/۱	۱۳۸/۹	۱۰۹/۲ ۳۴۴/۹	
	b	۸/۸۸	۲۸/۵۸	۱۴/۶۵	۳۶/۳۷	۱۱/۵۱

a : سطح km^2 b : در صد از کل حوزه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷ – میزان تداخل بین طبقات وضعیت فرسایش بر اساس طبقات شدت تولید رسوب در مدلهای MPSIAC و EPM (برحسب km^2)

مدل	MPSIAC					
	طبقه	۱	۲	۳	۴	۵	کل
EPM	۱	۰	۱۶/۱	۱۲/۶	۵۵/۷	۰	۸۴/۴
	۲	۰	۷/۲	۲۱/۱	۲۴۲/۲	۰/۸	۲۷۱/۳
	۳	۰	۱۳/۱	۲۷/۷	۹۱/۵	۶/۴	۱۳۸/۷
	۴	۰	۷/۳	۹۹/۳	۲۲۱/۵	۱۶/۸	۳۴۴/۹
	۵	۰	۱	۵/۳	۸۲/۳	۲۱/۶	۱۰۹/۲
	کل	۰	۳۶/۳	۲۱۴/۹	۶۱۵/۲	۵۴/۲	۹۴۸/۵

بدون آمار براحتی قابل اجرا است و در مقابل مدل EPSIAC که از پارامترهای مؤثر بیشتری نیز استفاده نموده و دقت بیشتری نیز ارایه کرده است، برای مطالعات تفصیلی استفاده شود.

با قبول این فرض که تغییر و توسعه فرسایش در کوتاه مدت، تابع تغییر عوامل کاربری اراضی و پوشش گیاهی (یعنی درصد تاج پوشش و لختی اراضی در مدل MPSIAC) است، بر این اساس برای پیش بینی میزان توسعه فرسایش و برآورد اثر میزان این تغییرات در افزایش فرسایش اقدام شد.این بررسی در دو مرحله صورت گرفت که ابتدا به لایه اطلاعاتی مربوط به پوشش (درصد لختی) ۱۰ درصد افزوده و از لایه کاربری اراضی (درصد تاج پوشش) به میزان ۱۰ درصد کاسته شد. مناطقی که دارای عددمنفی می شدند مجدداً در طبقه صفر قرار داده شدند. سپس با استفاده از توانایی تکرار سامانه ، پردازشها و عملیات محاسباتی لازم طبق روش تشریح شده مدل انجام شد. نتیجه بدست آمده پس از استخراج اطلاعات ، نشان می دهد که متوسط شدت فرسایش $۹۲۴m^3/km^2/yr$ خواهد شد و به میزان $۳۷۰۶۵ m^3/yr$ به تولید رسوب سالیانه حوزه افزوده می شود.

در مرحله بعد میزان این تغییر ۲۰ درصد لحاظ شد و عملیات محاسباتی و پردازشهای لازم تکرار گردید که در نهایت مشخص شد که در اثر چنین تغییری، میزان $۴۷۵۵۰m^3/yr$ به رسوب سالیانه افزوده خواهد شد و متوسط شدت تولید رسوب $۱۰۱۹ m^3/km^2/yr$ می گردد. این نتایج حکایت از اهمیت کنترل و مدیریت پوشش گیاهی و نحوه حفاظت از مراتع دارد. که در صورت عدم دستکاری در طبیعت و جلوگیری از تخریب پوشش گیاهی می توان علاوه بر کاهش شدت فرسایش ، از توسعه آن نیز جلوگیری نمود.

همچنین با استفاده از قابلیت های GIS به خوبی می توان میزان همخوانی و توافق بین طبقات وضعیت فرسایش حاصله از دو مدل را با هم مقایسه نمود . نتایج این مقایسه در جدول ۷ درج شده است.

بر اساس این جدول، تداخل و در نتیجه عدم همخوانی بین طبقات بسیار زیاد است و از آنجاییکه در مدل MPSIAC طبقه یک برای حوزه تعیین نشده است ، می توان گفت که کمترین توافق بین دو مدل در این طبقه است . در مورد طبقه اول و دوم مدل EPM مشاهده می شود که بخش زیادی از آنها در مدل MPSIAC بعنوان طبقه چهار تعیین

www.SID.ir

Archive of SID

شده است که این موضوع در مورد طبقه سوم نیز صادق است . بر اساس جدول ۵ بیشترین توافق در طبقه چهارمدل EPM با مدل دیگر دیده می شود که حدود ۲۳ درصد سطح حوزه را شامل می شود. اما وضعیت توافق طبقه پنجم از مدل EPM با مدل MPSIAC نسبت به سایر طبقات متفاوت است و در این طبقه بخش اعظم آن به طبقه پایین تر یعنی وضعیت چهار فرسایش در مدل MPSIAC منتقل شده است. در مجموع می توان گفت که سطح توافق بین دو مدل یعنی مساحتی از منطقه که هر دو مدل آن را در طبقات مشابهی قرار داده باشند، بسیار پایین و ۲۹ درصد سطح حوزه است . هر چند بررسی دقیق صحت و دقت توزیع مکانی طبقات وضعیت فرسایش در دو مدل و دلایل توافق بسیار پایین بین آنها در این تحقیق نمی گنجد، اما بنظر می رسد که علت عمده این عدم توافق به تفاوت در نوع و تعداد داده های ورودی هر دو مدل وابسته باشد.

مراجع مورد استفاده REFERENCES

۱. احمدی ، ح. ۱۳۷۴. ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۱ (فرسایش آبی). انتشارات دانشگاه تهران .

۲. احمدیان ، س. ح. ۱۳۷۴. مطالعه و بررسی فرسایش پذیری خاک حوزه آبخیز سرخ آباد (شیرین رود) و نقش آن در ایجاد رسوب. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۳. بی نام. ۱۳۷۲. مجموعه گزارشهای مطالعه جامع آبخیزداری حوزه طالقان. گروه مهندسی آبیاری و آبادانی ، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران .

۴. پاک پرور، م. ۱۳۷۴. ارزیابی روشهای PSIAC و EPM در برآورد رسوب و تعیین پراکنش فرسایش در قسمتی از حوزه سد لتیان . پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۵. خالدیان، ح. ۱۳۷۴. بررسی فرسایش و رسوب حوزه سد قشلاق سنندج با استفاده از مدل EPM، روش سزیم و آمار رسوب. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۶. رفاهی، ح. ۱۳۷۵. فرسایش آبی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران .

۷. روشنی ، ق. ۱۳۷۳. مطالعه فرسایش خاک در حوزه آبخیز رودخانه قره سو (گرگان) و نقش آن در خاکهای منطقه. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۸. زنجانی جم، م. ۱۳۷۵. بررسی مدل EPM در برآورد فرسایش حوزه آبخیز زنجانرود. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۹. سرخوش ، ا. ۱۳۷۵. بررسی کارآیی مدل MUSLE در برآورد رسوب و مقایسه آن با مدل MPSIAC در حوزه آبخیز درکه. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۱۰. طهماسبی پور ، ن. ۱۳۷۳. کاربرد و ارزیابی مدل جدید MPSIAC برای تهیه نقشه فرسایش و رسوب حوزه آبخیز جاجرود (لوارک) بااستفاده از تصاویر ماهواره ای و سیستمهای اطلاعات جغرافیایی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس.

۱۱. فرجی ، م. ۱۳۷۳. بررسی رابطه شدت فرسایش و تولید رسوب با واحدهای ژئومرفولوژیکی (کیفی)، و روشهای

www.SID.ir

Archive of SID

PSIAC و EPM (کمی) در حوزه آبخیز بابااحمدی خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۱۲. کریمی آذر ، س. ۱۳۷۵. بررسی سیستمهای مختلف فرسایش بر روی سازند میوسن و برآورد شدت فرسایش و میزان رسوب به روش EPM در حوزه آبخیز آبشور. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس.

۱۳. مختاری ،ا. ۱۳۷۶. بررسی امکان برازش مدل تجربی PSIAC در برآورد فرسایش و رسوب حوزه های بدون آمار مانند حوزه سه واقع در استان اصفهان با استفاده از سنجش از دور و GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۱۴. مسلمی کوهپایی ، ع. ۱۳۷۶. بررسی فرسایش و رسوب به روش EPM و روش مورفولوژی در حوزه های درکه و سولقان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۱۵. مصباح ،س.ح. ۱۳۷۴. بررسی فرسایش و رسوبزایی حوزه آبخیز بردکل با کاربرد مدل EPM و روش سزیم -۱۳۷. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۱۶. نجفی نژاد . ع. ۱۳۷۳. بررسی کارآیی مدل تجربی EPM در برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز سد لتیان . پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۱۷. نعمتی ، م. ر. ۱۳۷۱. مطالعه فرسایش پذیری حوزه آبخیز الموت رود و نقش آن در ایجاد رسوب. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

18. Anonymous. 1960. Understanding GIS, the ARC/INFO method. (ESRI) Environmental Systems Research Institute, INC.

19. Jhonson, C. W. and A. C.Gembhart. 1982. Predicting Sediment yield from Sagerbrush range lands. USDA-SEA-ARM Western series. No. 26, 145-156.

www.SID.ir

Archive of SID

An Investigation of EPM and MPSIAC Model Efficiencies in Estimating Erosion and Sediment Yield of Taleghan Watershed Using GIS

R. BAYAT[1], H. RAFAHI[2], A.A. DARVISHSEFAT[3], F.SARMADIAN[4]

1,2,4- Former Graduate Student, Professor and Assistant Professor Faculty of Agriculture, University of Tehran Karaj, Iran. 3 - Associate Professor Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

Accepted Feb 3, 2001

SUMMARY

This research was conducted to compare EPM and MPSIAC models efficiencies for estimating sediment yield. Taleghan watershed (Tehran province, Iran) with 948.5 km^2 area, complex topography and climatic, Vegetative, and geological diversity was chosen as the study area. A part of the essential data were obtained through field survey and labratory analysis , and others from the documents (maps,1:50000, and reports) of the Taleghan complete watershed managment study. Digital data preparation was done using digitizer (maps) and keyboard (other data). All of the required operations such as editing, manipulation, transformation, processing and analysis of data were done by Geographic Information Systems (GIS). The UTM coordinate system was used for all of the data layers. Meanwhile, with digitizing contour line (100 m interval) and interpolation (50×50 m grid), Digital Elevation Model (DEM) of the study area was provided for preparing slope layer as well as other necessary processings and calculations. The related operations of model structures were done on data layers by means of GIS. The results revealed that the MPSIAC model has more efficiency than EPM. These two models estimated observed annual sediment yields at,98.31 and 74.96 percent, respectively. Also, mean rate of annual sediment yield was determined at 871 and 666 $m^3/km^2/yr$ respectively by MPSIAC and EPM models. It became known that most parts of the watershed have been covered by fourth class erosion condition and a minimum area by one of the first calss.

Key words: Erosion estimation, Sediment yield, Taleghan watershed, EPM and MPSIAC models, GIS, Efficiency.

www.SID.ir